الفيزياء

الصف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الرابعة

الكهربائية الساكنة والتيار المستمر

إعداد أ / أحمد سمير

تابعونا على الفيس بوك - بنها

الفصل الأول : الكهربائية الساكنة

(الدرس 1-1) الشحنات والقوي الكهربائية

1- أنواع الشحنات :

الذرة تحتوى على ثلاث أنواع من الجسيمات هى :

1- البروتونات **الموجبة الشحنة** وتوجد داخل النواة .
2- النيوترونات التي **لا تحمل شحنة كهربائية** وتوجد داخل النواة
3- الالكترونات **السالبة الشحنة** وتدور حول النواة .

علل : الذرة متعادلة كهربائيا في حالتها العادية ؟

لأنها تحتوى على عدد متساو من البروتونات والإلكترونات .

ملاحظة : تتجاذب الإلكترونات مع البروتونات ، لكنها تتنافر فى ما بينها . أي أن الشحنات **المتشابهة تتنافر** والشحنات **المختلفة تتجاذب** . يعود هذان التجاذب والتنافر إلي خاصية تسمي **الشحنة الكهربائية .**

2- قانون حفظ (بقاء) الشحنة :

الشحنات لا تفنى ولا تستحدث بل تنتقل من ماده إلى أخرى ، ما يعنى أن الشحنات الكهربائية محفوظة .

ملاحظة : وينطبق مبدأ حفظ الشحنة الكهربائية على كل عمليات الشحن ، سواء تلك التي تحدث على نطاق واسع مثل البرق أو التي تحدث علي نطاق ضيق كما في مجال الذرة.

علل لما يلي :

1- إذا فقدت الذرة عدد من الالكترونات تصبح أيون موجب ؟

لأنه في هذه الحالة يصبح عدد بروتونات النواة اكبر من عدد الإلكترونات .

2- إذا اكتسبت الذرة عدد من الالكترونات تصبح أيون سالب ؟

لأنه في هذه الحالة يصبح عدد بروتونات النواة أقل من عدد الإلكترونات .

ملاحظات هامة :

1- تكون الإلكترونات التي تدور **بالقرب** من النواة **شديدة الترابط** معها في حين أن الإلكترونات التي تدور في **أبعد** المدارات يكون **ترابطها** بالنواة **ضعيفا** ويسهل انتزاعها من الذرة .
2- تختلف قيمة الطاقة اللازمة لنزع إلكترونا ما طبقا لنوع المواد المختلفة .
3- فإلكترونات المطاط تكون أكثر ارتباطا من إلكترونات الفراء .
4- الحرير له ميل للإلكترونات أكثر من ميل الزجاج والبلاستيك لها .

ماذا يحدث في الحالات التالية :

1- عند احتكاك ساق المطاط بالفراء (الصوف) ؟

تنتقل الإلكترونات من الفراء إلى المطاط ، فيصبح قضيب المطاط محتويا على إلكترونات زائدة ، ويصبح سالب الشحنة .أما الفراء، فيحدث له نقص في الإلكترونات ويصبح موجب الشحنة .

2- عند احتكاك ساق الزجاج أو البلاستيك بالحرير ؟

تنتقل الإلكترونات من الزجاج إلى الحرير ، فيصبح الحرير محتويا على إلكترونات زائدة ، ويصبح سالب الشحنة .أما الزجاج فيحدث له نقص في الإلكترونات ويصبح موجب الشحنة .

مما سبق نستنتج أن :- الجسم الذي لا تتساوي فيه أعداد البروتونات والالكترونات يكون مشحونا كهربائيا حيث انه :

أ- إن احتوى على **إلكترونات أقل** أصبح **موجب** الشحنة .

ب- وإن احتوى على **إلكترونات أكثر** أصبح **سالب** الشحنة .

طرق الشحن :

تنتقل الشحنات بثلاث طرق هي :

1- **الدلك (الاحتكاك) :** هو انتقال الإلكترونات من جسم إلي أخر .

2- **التوصيل (اللمس) :** هو انتقال الإلكترونات من جسم مشحون إلى جسم أخر بالتلامس المباشر .

3- **التأثير (الحث) :** هو تحرك الإلكترونات إلى جزء من الجسم بسبب الشحنة الكهربائية لجسم أخر لا يلامسه .

ملاحظة هامة :

1- الشحنة الكهربائية التي يحملها أي جسم هي مضاعفات صحيحة لشحنة الإلكترون الواحد لأنه لا يمكن تجزئة الإلكترون الواحد .

2- لا يمكن وجود شحنة تعادل شحنة 10.5e أو 1000.5e

تعليلات هامة :

1- لا يمكن وجود شحنة تعادل شحنة 100.5e

لأن الشحنة الكهربائية التي يحملها جسم لابد وأن تكون مضاعفات صحيحة لشحنة الإلكترون الواحد.

2- عند احتكاك قضيب مطاطي بالفراء يصبح قضيب المطاط سالب الشحنة بينما الفراء يصبح موجب الشحنة .

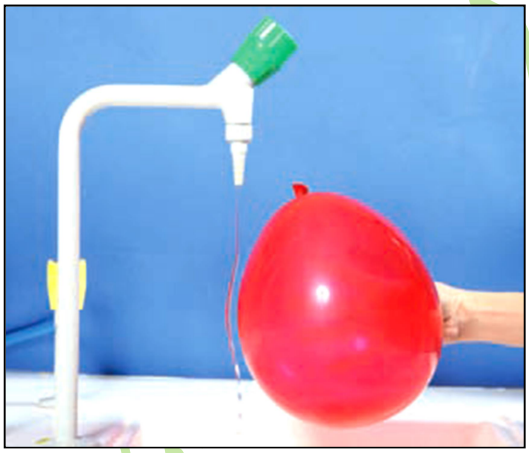
لأن عند احتكاك الساق المطاطي بالفراء تنتقل الالكترونات من الفراء إلى المطاط و ذلك لأن الكترونات المطاط تكون أكثر ارتباطا من إلكترونات الفراء فيصبح ساق المطاط محتويا على الكترونات زائدة و يصبح سالب الشحنة أما الفراء فيحدث له نقص في الالكترونات فيصبح موجب الشحنة .

3- عند دلك ساق من الزجاج بقطعة من الحرير فإن الزجاج يشحن بشحنة موجبة والحرير بشحنة سالبة .

لأن عند دلك ساق من الزجاج بقطعة من الحرير تنتقل الالكترونات من الزجاج إلى الحرير و ذلك لأن الحرير له ميل لاكتساب الالكترونات أكثر من الزجاج الذي يفقد الالكترونات فتصبح ساق الزجاج موجبة الشحنة و الحرير سالب الشحنة .

تجربة الماء المنحني :

لإجراء هذا النشاط تحتاج إلى بالون ومصدر ماء (صنبور) .



1- افتح صنبور الماء لتحصل على ماء ينساب بخيط رفيع .

2- انفخ البالون وقربه من الماء .

3- دع البالون الجاف يحتك بسترتك أو بقطعة من الصوف .

4- قرب البالون ببطء من الماء .

اعتماد على ملاحظتك :

1- ماذا اكتسب البالون نتيجة احتكاكه بسترتك أو بقطعة الصوف ؟

شحنة كهربائية .

2- ماذا حدث للماء عندما قربت البالون منه قبل احتكاكه ؟

استمرت بالانسياب بشكلها الطبيعي

3- ماذا حدث للماء عندما قربت البالون منه بعد احتكاكه ؟

انحني مسار انسيابها

4- هل يُمكنك استخدام مسطرة من الحديد بدلاً من البالون ؟ و لماذا ؟
لا لأن الحديد موصل للكهرباء فلا يمكن تجميع شحنات ساكنة عليه بدلكه بقطعة من الصوف .

5- ماذا تستنتج ؟
تبقي الشحنات ثابتة في المواد العازلة ولكنها تتحرك في المواد الموصلة مكونة تيارا كهربائيا .

3- الكشف عن الشحنة :-

إن الشحنة الكهربائية **غير مرئية** ، لكن يمكن اكتشافها بواسطة أداة خاصة تسمى **الكشاف الكهربائي (الالكتروسكوب)**

الكشاف الكهربائي :

تركيبه :
1- ساق معدنية لها قرص في أعلاها .
2- ساق في الأسفل حيث توجد ورقتان أو صفيحتان من معدن رقيق جدا (ألمونيوم أو فضة أو ذهب).

وظيفة الكشاف : الكشف عن وجود ونوع ومقدار الشحنة الكهربائية .

ملاحظات :
1- عندما يكون الكشاف الكهربائي غير مشحون تتدلى الورقتان نحو الأسفل (شكل 30) .
2- عندما يلمس القرص جسما مشحونا تسري الشحنات عبر الساق حتى تصل إلي الورقتين اللتين تصبحان مشحونتين بالشحنة نفسها لذا فإنهما تتنافران أو تنفرجان .
3- تتنافر ورقتا الكشاف الكهربائي إذا شحنتا بشحنة سالبة أو موجبة كما بالشكل المقابل .

علل :1- انفراج ورقتي كشاف كهربائي عند تلامس جسم مشحون من قرصه المعدني
عندما يلمس القرص جسما مشحونا تسري الشحنات عبر الساق إلي ورقتي الكشاف فتشحنان بالشحنة نفسها فتتنافرا.

4- التفريغ الكهربائي :

فقدان الكهرباء الساكنة الناتج عن انتقال الشحنات الكهربائية بعيدا عن الجسم .

ملاحظات:
1- لا يحتفظ الجسم المشحون بشحنته إلى الأبد ،فالإلكترونات تميل إلي الحركة لتعود بالجسم إلى حالته المتعادلة .
2- عند جمع جسمين يحمل إحداهما شحنة موجبة والأخر سالبة ، تنتقل الإلكترونات من الجسم ذي الشحنة السالبة إلي الجسم الموجب الشحنة .

علل لما يلي :
1- تجهز شاحنة لنقل الغاز أو النفط بسلسلة معدنية تتدلى من الخلف بشكل يبقي طرفها الأسفل دائما على تماس مع الأرض
تعمل السلسلة علي تفريغ الشحنات المتراكمة علي جسم الشاحنة لمنع حدوث شرارة كهربائية قد تؤدى لاحتراقها.
2- يقوم بعض الفنيين الذين يتعاملون مع الدوائر الالكترونية على وسادة عازلة و يرتدون أربطة حول معصمهم تتصل بسلك أرضي .
حتى يحدث تفريغ كهربائي من أجسامهم للأرض ومنع انتقالها الي الدوائر الالكترونية الحساسة

تداخل الفيزياء و الكيمياء

قوى الروابط الكيميائية التي تعمل على ترابط الذرات معاً لتكون جزئيات هي قوى كهربائية بين الشحنات الموجبة و الشحنات السالبة .

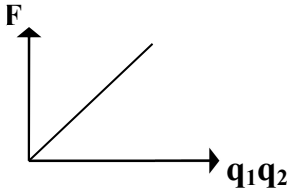
5- قانون كولوم

القوة الكهربائية بين جسمين مشحونين ، مهمل حجمهما بالنسبة إلي المسافة الفاصلة بينهما ، تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما .

العوامل التي يتوقف عليها القوي الكهربائية المتبادلة بين شحنتين :

1- **مقدار كلا من الشحنتين q_1q_2 :**

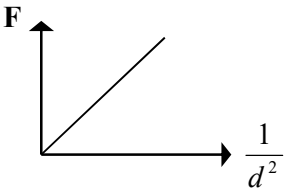
$$F \ \alpha \ q_1 q_2$$

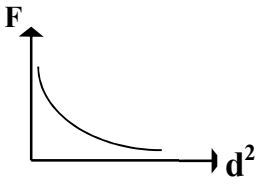


2- **البعد بين الشحنتين (d) :**

$$F \alpha \frac{1}{d^2}$$

3- **نوع الوسط :**





الصيغة الرياضية لقانون كولوم

$$F = K \frac{q_1 \ q_2}{d^2}$$

حيث أن (K)هو ثابت كولوم ويتوقف علي نوع الوسط الذي توجد فيه الشحنتين .

ملاحظة : قانون كولوم يشبه قانون نيوتن للجاذبية حيث تؤدي الشحنة في قانون كولوم الدور نفسه الذي تؤديه الكتلة في قانون نيوتن للجاذبية .

مثال (1) : ذرة هيدروجين مفردة تتكون نواتها من بروتون كتلته (1.7×10^{-27} kg) يدور حوله إلكترون واحد كتلته (9.1×10^{-31} kg) و متوسط نصف قطر المدار يساوي (5.3×10^{-11} m) .
إذا علمت أن شحنة الإلكترون = شحنة البروتون = (1.6×10^{-19} C) . أحسب ما يلي :

أ) القوة الكهربية بين إلكترون و البروتون .

.....

.....

ب) قوة الجاذبية بين إلكترون و البروتون علما بأن $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$.

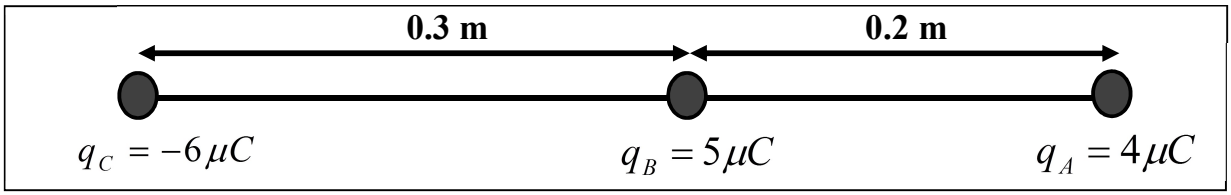
.....

.....

جـ) قيم : هل النتيجة مقبولة ؟

.....

مثال (2) : أدرس الشكل المقابل . ثم أحسب ما يلي :



أ) القوة الكهربية المؤثرة علي الكرة (C) .

ب) القوة الكهربية المؤثرة علي الكرة (A) .

ماذا يحدث في الحالات التالية :

1- لقوة كهربية مقدارها (100 N) إذا قلت المسافة بين الشحنتين لنصف قيمتها الأساسية ؟

2- لقوة كهربية مقدارها (400 N) إذا قلت كل من الشحنتين إلي نصف قيمتهما ؟

ثانوية سلمان الفارسي - بنين

الفصل الثاني : التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

(الدرس 2-1) التيار الكهربائي ومصدر الجهد

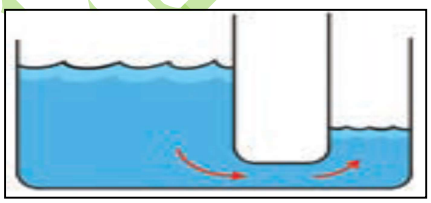
1- تدفق الشحنات

- تتدفق الشحنات من إحدى طرفي الموصل إلى الطرف الآخر عندما يكون هناك **فرق في الجهد** بين طرفي الموصل ويستمر تدفق الشحنات إلى أن **يتساوي** الجهد بين الطرفين .
- أي انه تتدفق الشحنات عندما يكون هناك **فرق جهد** .
- وعندما **لا يكون** هناك فرق جهد **يتوقف** سريان الشحنات عبر الموصل .

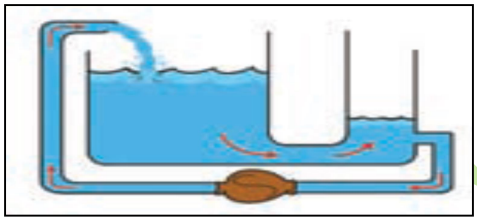
مثال على ذلك إذا لامس إحدى طرفي سلك ما الأرض بينما اتصل الطرف الآخر بكره مولد (فان دي جراف) المشحون إلي جهد عالي تتدفق موجة من الشحنات في السلك لفترة قصيرة إلي أن يتساوي جهد كرة المولد مع جهد الأرض .

- للحصول على **تدفق مستمر للشحنات** في موصل ما يجب الحفاظ على فرق الجهد بين طرفي الموصل .

لاحظ : تدفق الشحنات يشبه تدفق المياه من خزان عالٍ إلى آخر منخفض حيث يستمر تدفق المياه فقط طالما هناك فرق في مستوى المياه .



أ) تتدفق المياه من طرق الأنبوب ذي الضغط المرتفع إلى الطرف الآخر ذي الضغط المنخفض . يتوقف التدفق عندما يتساوي الضغط .



ب) يستمر تدفق المياه بسبب وجود **مضخة** تحافظ على الفرق في مستوى الخزان

2- التيار الكهربائي

هو سريان الشحنات الكهربائية .

ملاحظات :

1- **في الموصلات الصلبة :** تقوم **الإلكترونات** بحمل الشحنات في الدائرة وتسمي هذه الالكترونات إلكترونات التوصيل.أما **البروتونات** فهي موجودة داخل نواة الذرة ومحكومة في أماكن ثابتة .

2- **في الموائع :** تشكل الأيونات السالبة و الموجبة سريان الشحنة الكهربائية (مثل الإلكتروليت الموجود في بطاريات السيارات)

علل : لا يمكن للبروتونات حمل الشحنات الكهربائية في الدائرة الكهربائية .

لأن البروتونات موجودة داخل نواة الذرة و محكومة في أماكن ثابتة (غير قابلة للحركة) .

شدة التيار الكهربائي (I) : كمية الشحنة التي تمر خلال أي مقطع في الثانية الواحدة .

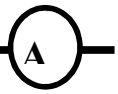
$$I = \frac{Q}{t}$$

حيث أن (Q) كمية الشحنة
(t) الزمن

أ / أحمد سمير

وحدة قياس شدة التيار الكهربائي : **الأمبير** (A) ويعادل (كولوم / ثانية) (C / s)

الأمبير : سريان شحنة مقدارها C (1) لكل ثانية .

الجهاز المستخدم في قياس شدة التيار الكهربائي : هو **الأميتر**  ويوصل في الدائرة علي **التوالي** .

لاحظ : 1- عندما تسري الإلكترونات في سلك ما **يتساوى** عدد الإلكترونات الذي يدخل من **أحد طرفيه** مع عدد الإلكترونات الذي يخرج من **الطرف الآخر**، و في كل لحظة تساوي محصلة شحنة السلك **صفر** .

2- الوحدة الدولية لقياس كمية الشحنة الكهربائية هي الكولوم (C) ويساوي الشحنة الكهربائية لعدد من الالكترونات يساوي (6.24×10^{18}) الكترون .

حساب عدد الالكترونات المارة في موصل :

حيث أن (Q) كمية الشحنة المارة في الموصل

(e) شحنة الإلكترون ($e = 1.6 \times 10^{-19}$).

$$N = \frac{Q}{e}$$

مصادر الفولت :

مصدر الجهد : هو الشئ الذي يحافظ على استمرار فرق الجهد بين طرفي الدائرة . وبالتالي تحافظ علي الانسياب المستقر

مصادر الجهد تتمثل في 1- **الأعمدة الجافة** 2- **الأعمدة السائلة** 3- **المولدات**

مصادر الجهد : هي التي تمدنا **بالطاقة** اللازمة لتحريك **الشحنات** في الدائرة .

البطارية : عبارة عن عمودين أو أكثر متصلين ببعضهما البعض .

لاحظ : 1- تتحول الطاقة الناتجة عن التفاعل **الكيميائي** الحادث داخل العمود الكهربي إلى **طاقة كهربائية .**

2- تقوم المولدات(كالدينامو في السيارة) بتحويل الطاقة **الميكانيكية** (الحركية) إلى طاقة **كهربائية** .

فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين (V):

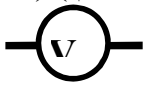
يساوي عدديا مقدارالشغل المبذول (الطاقة) لنقل وحدة الشحنات بين هاتين النقطتين .

حيث أن (E) هي الشغل المبذول أو الطاقة

(q) كمية الشحنة .

$$V = \frac{E}{q}$$

وحدة قياس فرق الجهد : الفولت (v) ويعادل (جول / كولوم) (J / C)

الجهاز المستخدم في قياس فرق الجهد : هو **الفولتميتر**  ويوصل في الدائرة علي **التوازي** .

الجهد: هو الطاقه مقسومة على الشحنة.

القوة الدافعة الكهربائية (e.m.f) :

هي طاقة الجهد لكل شحنة مقدارها كولوم واحد ناتجة عن الالكترونات المتحركة بين الطرفين .

ملاحظات : 1- تقوم القوة الدافعة الكهربائية بتوفير **الضغط الكهربائي** اللازم **لتحريك** الالكترونات بين الطرفين في الدائرة .

2- **الشحنات** هي التي **تتدفق** عبر الدائرة نتيجة لوجود **قوة دافعة كهربائية** . ولا يمكن القول بأن **القوة الدافعة الكهربائية** تنساب عبر الدائرة .

3- القوة الدافعة **لا تتحرك** أما **الشحنات** فهي التي **تسري** عبر الدائرة .

4- القوة الدافعة هي التي **تسبب التيار .**

ما المقصود بكل مما يلي :

1- القوة الدافعة الكهربائية لمصدر كهربائي V (1) .

طاقة الجهد لشحنة مقدارها c(1) تساوى j(1) ناتجة عن حركة الالكترونات بين طرفي البطارية.

2- شدة التيار الكهربائي في سلك A (1).

معدل سريان الشحنة التي تمر عبر أي مقطع في السلك C 1 لكل ثانية .

3- فرق الجهد بين نقطتين v (4) .

الشغل المبذول (الطاقة) لنقل وحدة الشحنات بين هاتين النقطتين يساوي J 4 .

مثال (1) : تيار شدته (A 5) يمر في سلك في نصف دقيقة حيث فرق الجهد بين طرفي السلك (V 12) .

أحسب ما يلي :

أ) كمية الشحنة الكهربية المارة في السلك .

.....

.....

ب) الشغل المبذول (الطاقة) اللازم لنقل هذه الشحنة في السلك .

.....

.....

جـ) عدد الالكترونات المارة في السلك حيث ($e = 1.6 \times 10^{-19}$ C)

.....

.....

مثال (2) : بطارية تبذل طاقة (J 270) على شحنة (C 30) في دائرة كهربية . أحسب ما يلي :

أ) فرق جهد هذه البطارية .

.....

.....

ب) شدة التيار المار في الدائرة في زمن قدره (10) ثواني .

.....

.....

الدرس (2-2): المقاومة الكهربائية وقانون أوم

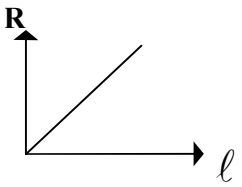
1- المقاومة الكهربائية

الإعاقة التي تواجهها الإلكترونات أثناء انتقالها في الموصل بسبب تصادمها مع بعضها ومع ذرات الفلز المارة به .

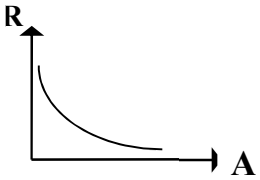
ملاحظة : إذا عرضنا موصلين مختلفين إلى فرق الجهد نفسه ،سيعيق كل منهما التيار الكهربائي على نحو مختلف ، أي أن لكل موصل مقاومة تختلف عن الاخري .

العوامل التي يتوقف عليها المقاومة الكهربائية لموصل (R) :

1- **طول السلك (ℓ) :** مقاومة الأسلاك الطويلة أكبر من مقاومة الأسلاك القصيرة .(تزداد مقاومة السلك بزيادة طوله) .



2- **مساحة مقطع السلك (A) :**
مقاومة الأسلاك السميكة أقل من مقاومة الأسلاك الرفيعة .(تقل مقاومة السلك بزيادة مساحة مقطع السلك .)



3- **نوع مادة السلك** : تتغير المقاومة بتغير نوع المادة .

4- **درجة حرارة السلك :** تزداد المقاومة بزيادة درجة الحرارة والعكس صحيح .

$$R = \frac{\rho\ \ell}{A}$$

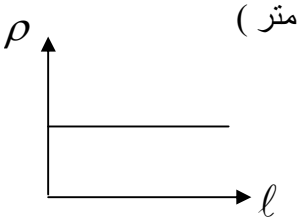
حيث أن : (ρ) هي المقاومة النوعية للمادة المصنوع منها السلك

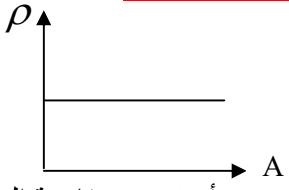
وحدة قياس المقاومة الكهربائية : هي **الأوم** (Ω)

الجهاز المستخدم في قياس المقاومة الكهربائية : هو **الأوميتر** .

العوامل التي يتوقف عليها المقاومة النوعية لمادة (ρ) :
1- نوع المادة 2- درجة الحرارة

وحدة قياس المقاومة النوعية : (Ω . m) (أوم . متر)





ملاحظة: 1- يمكن أن تصبح مقاومة المواد **صفرا** علي درجات الحرارة المنخفضة جدا وعندها تسمي هذه المواد بالمواد

أ / أحمد سمير

فائقة التوصيل .

2- تنقسم المقاومة الكهربائية لنوعين :

أ- مقاومة ثابتة (⁓⁓⁓)

ب- مقاومة متغيرة (ريوستات) ⁓⁓↗ .

علل لما يلي :

1- كلما زاد طول السلك زادت مقاومته الكهربائية .(تكون مقاومة الأسلاك الطويلة أكبر من مقاومة الأسلاك القصيرة)

وذلك لزيادة عدد التصادمات بين ذرات السلك والكترونات التيار فتزداد المقاومة.

2- كلما زادت مساحة المقطع لموصل قلت مقاومته الكهربائية .(تكون مقاومة الأسلاك السميكة أقل من مقاومة الأسلاك الرفيعة) .

لوجود مساحة أكبر لتدفق الالكترونات فيقل عدد التصادمات بين ذرات السلك والكترونات التيار فتقل المقاومة .

3- تزداد المقاومة النوعية للموصل كلما زادت درجة حرارته

لأنه بزيادة الحرارة تزداد الحركة الاهتزازية للذرات فيزداد عدد تصادمها مع الكترونات التيار فتزداد المقاومة .

4- المقاومة الكهربائية غير مميزة لنوع المادة .

لأن المقاومة الكهربائية تعتمد على سماكة السلك (مساحة مقطعه) و طوله و درجة حرارته.

قانون أوم

فرق الجهد بين طرفي مقاومة ثابتة يتناسب طرديا مع شدة التيار المار فيها عند ثبات درجة الحرارة .

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

ملاحظة :

وحدة قياس المقاومة هي **الأوم** ويعادل (فولت / أمبير) (V/ A) .

$$1\,A = \frac{1V}{1\Omega}$$

تعريف الأوم :

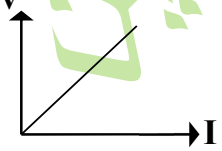
مقاومة موصل حين يكون فرق الجهد بين طرفيه (1V) ويسري فيه تيار شدته (1A) .

ملاحظات:

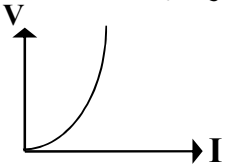
1- شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة يتناسب طرديا مع فرق الجهد المطبق عبر الدائرة ،عند ثبات المقاومة ودرجة الحرارة . ويتناسب عكسيا مع المقاومة عند ثبات فرق الجهد ودرجة الحرارة .

تنقسم المقاومات أيضا إلي نوعين :

أ- **مقاومات أومية (مقاومات تحقق قانون أوم):** حيث يتغير التيار المار فيها علي نحو ثابت مع فرق الجهد علي طرفيها وتكون العلاقة **طردية** خطية بين شدة التيار والجهد . كما بالشكل المقابل .



ب- **مقاومات لا أومية (مقاومات لا تحقق قانون أوم)** : حيث يتغير التيار علي نحو غير خطي مع فرق الجهد بين طرفي المقاومة .وتكون العلاقة طردية **لا** خطية بين شدة التيار والجهد .كما بالشكل التالي .



علل لما يلي :

1- استخدام الريوستات في دائرة قانون أوم .

لتغيير مقاومة الدائرة وبالتالي تغير شدة التيار الكهربائي في الدائرة .

2- عند تحقيق قانون أوم عمليا نمرر تيار منخفض الشدة .

حتى لا ترتفع درجة حرارة المقاومة و تصبح العلاقة الطردية لا خطية بين شدة التيار و الجهد .

العلاقة بالكيمياء الكهربائية :

التحليل الكهربائي: تتعلق الكيمياء الكهربائية بالطاقة الكهربائية وبالتغيير الكهربائي .

- يمكن للجزيئات الموجودة في سائل ما أن تنكسر وتنفصل عن بعضها بتأثير التيار الكهربائي وهذا ما يعرف بالتحليل الكهربائي .

مثال : تمرير التيار الكهربائي في الماء حيث تنفصل مكونات الماء وهي الهيدروجين والأكسجين .

استخدامات التحليل الكهربائي : 1- إعادة شحن بطارية السيارة .

1- استخراج المعادن من المواد الخام .مثل الألمونيوم .

مثال 1 : في تجربة أوم كان فرق الجهد بين طرفي السلك (10 V) و كانت شدة التيار فيه (2 A) أحسب ما يلي :

(أ) مقاومة السلك .

.....

.....

(ب) طول السلك إذا كانت مقاومته النوعية (1.6×10^{-8} Ω.m) و مساحة مقطعه (3) mm^2 .

.....

.....

.....

مثال 2 : سلك معدني طوله (200 m) ومساحة مقطعه (2×10^{-6} m) ومقاومته النوعية (2.5×10^{-8} Ω.m)

أحسب ما يلي :

(أ) مقاومة السلك .

.....

.....

(ب) فرق الجهد بين طرفي السلك عندما يمر به تيار شدته (4 A) .

.....

.....

مثال 3 : سلك معدني طوله (500 m) و مساحة مقطعه (0.5 cm) و فرق الجهد بين طرفيه (210 V)

و كانت شدة التيار المار فيه (8 A) . أحسب ما يلي :

(أ) المقاومة الكهربية السلك .

.....

.....

(ب) المقاومة النوعية لمادة السلك .

القدرة الكهربائية

القدرة الميكانيكية

هي الشغل المبذول خلال وحدة الزمن .

القدرة الكهربائية (p):

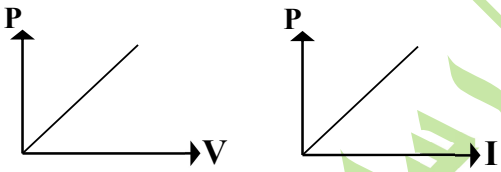
معدل تحول الطاقة الكهربائية إلي أشكال أخري (ميكانيكية – حرارية – ضوئية) .
أو هي ناتج ضرب شدة التيار وفرق الجهد .

$$\text{القدرة الكهربائية} = \frac{\text{الطاقة}}{\text{الزمن}}$$

$$p = \frac{E}{t}$$

حيث أن (E) هي الطاقة الكهربائية المستهلكة

وحدة قياس القدرة الكهربائية : الواط (W) ويعادل (جول / ثانية J/s)



$$\because P = \frac{E}{t}$$
$$\because E = QV$$
$$\because Q = It$$
$$\therefore P = VI$$

الواط أيضا يعادل (فولت . أمبير V. A)

علل : تختلف شدة إضاءة مصباحين بالرغم من أنهما يعملان بنفس فرق الجهد الكهربائي .
بسبب اختلاف القدرة الكهربائية لكل من المصباحين .

الطاقة الكهربائية

1- حساب الطاقة المستهلكة في جهاز موصول على فرق جهد (V) :

$$\because P = \frac{E}{t}$$

$$\therefore E = P\,t$$

$$\because p = V\,I$$

$$\boxed{\therefore E = V\,I\,t}$$

2- حساب الطاقة المستهلكة في مقاومة أومية (R) : (قانون جول)

إذا كان للجهاز مقاومة أومية (R) :

$$\because E = V\,I\,t$$

$$\because V = I\,R$$

$$\boxed{\therefore E = I^2\,R\,t}$$

3- حساب الطاقة المستهلكة في المنزل :

الطاقة المستهلكة من أي جهاز منزلي تحسب بالعلاقة $\boxed{E = P\,t}$

- تقاس الطاقة المستهلكة في المنازل بوحدة (الكيلو واط . ساعة)

الكيلو واط . ساعة = 3.6×10^6 J

ملاحظة : سعر التكلفة = الطاقة المستهلكة بوحدة الكيلووات . ساعة X سعر الكيلووات . ساعة

مثال 1 : استخدمت مدفأة كهربائية في داخلها ملف تسخين واحد و تعمل على فرق جهد (220 V) و يمر فيها تيار شدته (5 A) أحسب :

(أ) مقاومة الملف الواحد .

.....

(ب) القدرة المستهلكة عند استخدام الملف الواحد .

.....

(جـ) الطاقة المستهلكة (بالجول) إذا استخدمت المدفأة لمدة (6) ساعات .

.....

(د) الطاقة المستهلكة (بالكيلو واط – ساعة) إذا استخدمت لنفس المدة .

.....

(هـ) سعر التكلفة الذي ستدفعه إذا كان سعر الكيلو واط – ساعة يساوي (فلسين) في هذه المدة .

.....

مثال 2 : مقاومة أومية (50 Ω) يمر فيه تيار شدته (10 A) أحسب :
(أ) فرق الجهد بين طرفي المقاومة الأومية .

.....

(ب) القدرة الكهربية للمقاومة الأومية .

.....

(جـ) الطاقة المستهلكة في المقاومة الأومية في زمن قدره (20) ثواني .

.....

(د) الطاقة المستهلكة في المقاومة الأومية في زمن قدره دقيقتين .

.....

مثال 3 : شحنة كهربائية مقدارها (15 C) مرت خلال دقيقة في مقاومة عليها فرق جهد (12 V) أحسب :
(أ) شدة التيار المار في المقاومة .

.....

(ب) الطاقة الحرارية المتولدة في المقاومة خلال دقيقتين .

.....

الدوائر الكهربائية

الدوائر الكهربائية :

مسار مغلق يمكن للإلكترونات أن تنساب خلاله .

مكونات الدائرة الكهربائية :

1- **مصدر كهربائي أو أكثر .**
2- مجموعة من الأجهزة المستقبلة للطاقة الكهربائية .
3- مفتاح وأسلاك للتوصيل .

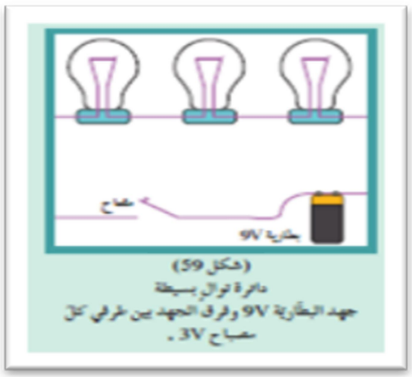
ملاحظة :
نستطيع التحكم بانسياب الالكترونات في الدائرة الكهربائية عبر فتحها لقطع التيار الكهربائي أو إغلاقها للسماح له بالمرور .

ينقسم توصيل الأجهزة الكهربائية في الدوائر الكهربائية إلي نوعين :

1- دوائر التوالي

2- دوائر التوازي

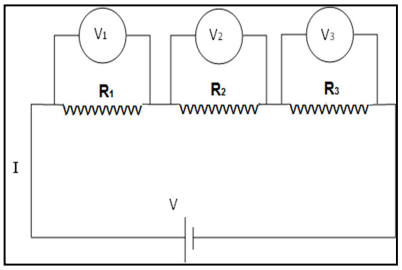
1- دوائر التوالي



خصائص التوصيل علي التوالي :

1- التيار الكهربائي في الدائرة له **مسار واحد** . وهذا يعني أن كل مصباح الدائرة يمر به **التيار نفسه** . (شدة التيار ثابت في الدائرة) .

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = ...$$



2- المقاومة الكلية (المكافئة) للتيار في الدائرة تساوي مجموع المقاومات المفردة

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

3- المقاومة الكلية (المكافئة) **أكبر** من **أكبر** مقاومة في المجموعة .

4- في حالة تساوي المقاومات يمكن حساب المقاومة المكافئة من العلاقة :

حيث أن : (N) عدد المقاومات

(R) قيمة أي من المقاومات

$$R_{eq} = N\,R$$

5- شدة التيار في الدائرة تساوي **جهد المصدر** مقسوما علي **المقاومة الكلية للدائرة** (قانون أوم) .

$$I = \frac{V}{R_{eq}}$$

6- **فرق الجهد** بين طرفي كل جهاز يتناسب **طرديا** مع **مقاومته** . والسبب في ذلك أن الطاقة التي تستخدم لتحريك وحدة الشحنة خلال المقاومة الأكبر تكون أكبر من تلك اللازمة لتحريكها خلال المقاومة الأقل .

7- **الجهد الكلي** للمصدر يساوي **مجموع** الجهود الواقعة عبر كل جهاز من مكونات الدائرة .

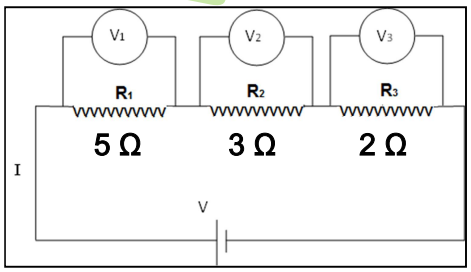
$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + ...$$

8- إذا **انقطع** التيار الكهربائي عن إحدى المقاومات المتصلة على **التوالي** لأي سبب فإنه **ينقطع عن جميع المقاومات** .

(إذا **توقف** أحد الأجهزة عن العمل يتوقف التيار في كل الدائرة وبالتالي **لا يعمل أي من الأجهزة**) .

علل : لا توصل الأجهزة الكهربائية في المنزل على التوالي .

لأن إذا توقف أحد الأجهزة عن العمل يتوقف التيار في كل الدائرة .



مثال 1 : دائرة كهربائية تحتوي على ثلاث مقاومات كما بالشكل المقابل .

هذه المقاومات موصولة على فرق جهد يساوي (V_T = 30 V) أحسب :

(أ) قيمة المقاومة المكافئة .

.....

(ب) شدة التيار المار خلال الدائرة .

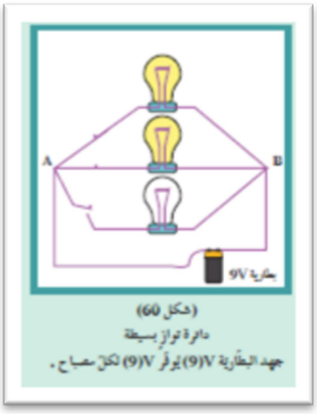
.....

(جـ) فرق الجهد على كل مقاومة .

.....

2- دوائر التوازي

خصائص التوصيل علي التوازي :



(شكل 60)
دائرة توازي بسيطة
جهد البطارية 9V يوفر 9V لكل مصباح .

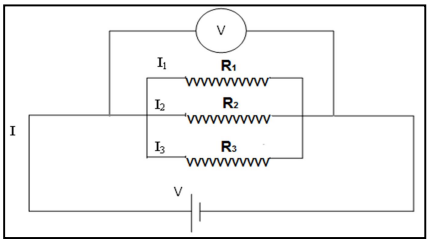
1- تتصل كل الأجهزة علي التوازي بالنقطتين نفسيهما A , B ويكون فرق الجهد بين طرفي كل جهاز ثابت .

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = ...$$

2- **ينقسم** التيار الكلي في الدائرة علي الفروع المتوازية حيث يتناسب شدة التيار المار في أي فرع **عكسيا** مع **مقاومة** هذا الفرع .

3- شدة التيار الكلي في الدائرة تساوي مجموع التيارات المارة في الفروع المتوازية .

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + ...$$



4- مقلوب المقاومة (الكلية) المكافئة يساوي مجموع مقلوب المقاومات في الدائرة .

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

5- المقاومة الكلية (المكافئة) **أصغر** من **أصغر** مقاومة في المجموعة .

6- **تقل** المقاومة الكلية (المكافئة) **بزيادة** عدد الفروع المتوازية (عدد المقاومات) .

7- في حالة تساوي المقاومات يمكن حساب المقاومة المكافئة من العلاقة :

$$R_{eq} = \frac{R}{N}$$

8- إذا **انقطع** التيار الكهربائي عن إحدى المقاومات المتصلة على **التوازي** لأي سبب فإنه **لا ينقطع عن باقي المقاومات**

(إذا **توقف** أحد الأجهزة عن العمل فإن باقي الأجهزة **تظل تعمل**) .

علل : توصل الأجهزة الكهربائية في المنازل على التوازي .

جميع الأجهزة مصممه للعمل على فرق جهد ثابت فإذا تعطلت احد الأجهزة تستمر البقية في العمل كما يمكن تزويد كل جهاز بمفتاح خاص . (إذا انقطع التيار عن أحد الأجهزة لأي سبب فإن باقي الأجهزة تظل تعمل) .

مثال 4 : ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كل منها (10 Ω) ، موصولة على التوازي ، و متصلة معاً بمصدر (30 V) . أحسب ما يلي :

(أ) شدة التيار المار في كل مقاومة منها .

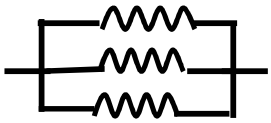
.....

.....

(ب) شدة التيار الكلي الناتج عن المصدر .

.....

(جـ) المقاومة الكلية في الدائرة .

وجه المقارنة	توصيل المقاومات على التوالي	توصيل المقاومات على التوازي
رسم الدائرة		
القانون المستخدم لحساب المقاومة المكافئة	$\mathbf{R_{eq}} = R_1 + \mathbf{R_2} + R_3$	$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{\mathbf{R_1}} + \frac{1}{\mathbf{R_2}} + \frac{1}{\mathbf{R_3}}$
شدة التيار الكهربائي المار في كل مقاومة علاقته بمقدار المقاومة	$\mathbf{I_{eq}} = I_1 = \mathbf{I_2} = I_3$ ثابت ولا يتوقف على مقدار المقاومة.	$\mathbf{I_{eq}} = I_1 + \mathbf{I_2} + I_3$ يتناسب شدة التيار لكل مقاومة عكسيا مع قيمتها.
الجهد الكهربائي لكل مقاومة و علاقته بمقدار بالمقاومة	$\mathbf{V_{eq}} = V_1 + \mathbf{V_2} + V_3$ يتناسب فرق الجهد علي كل مقاومة طرديا مع قيمتها.	$\mathbf{V_{eq}} = V_1 = \mathbf{V_=} = V$ ثابت ولا يتوقف على مقدار المقاومة.

مثال 2 : ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كل منها (10 Ω) ، موصولة على التوالي ، و يسري فيها تيار شدته (3 A) . أحسب ما يلي :

(أ) فرق الجهد الكهربائي بين طرفي كل مقاومة منها .

.....

.....

(ب) فرق الجهد الكلي بين طرفي الدائرة .

.....

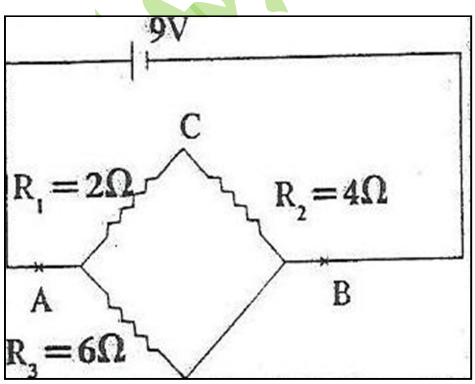
.....

(جـ) استنتج أن المقاومة الكلية في الدائرة تساوي مجموعة المقاومات الموجودة على امتداد مسار الدائرة .

.....

.....

مثال 3 : من خلال الدائرة الكهربائية التالية . أحسب ما يلي :



(أ) قيمة المقاومة المكافئة .

.....

.....

.....

(ب) شدة التيار المار في البطارية .

.....

(جـ) شدة التيار المار في المقاومة (R_3) .

.....

(جـ) فرق الجهد في المقاومة (R_1) .

.....

مثال 4 : ثلاثة مصابيح متشابهة لها مقاومات متساوية قيمة كل منها (10 Ω) ، موصولة على التوازي ، و متصلة معاً بمصدر (30 V) . أحسب ما يلي :

(أ) شدة التيار المار في كل مقاومة منها .

.....

.....

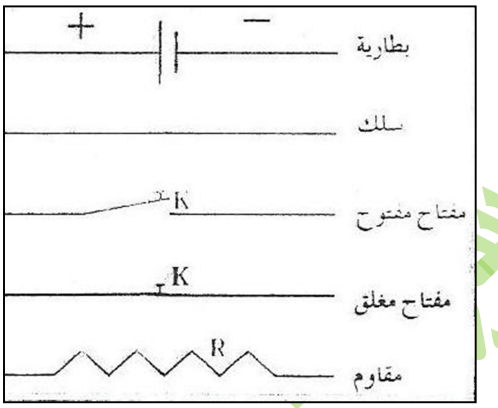
(ب) شدة التيار الكلي الناتج عن المصدر .

.....

.....

(جـ) المقاومة الكلية في الدائرة .

.....



رسوم توضيحية :

* تُمثل المقاومة بـ **خط متعرج**
* تُمثل أسلاك التوصيل **بخطوط مستقيمة متصلة**
* تُمثل البطارية **بمجموعة من الخطوط القصيرة والطويلة المتوازية .**
* يُمثل الطرف الموجب للبطارية **بخط طويل**
* يُمثل الطرف السالب للبطارية **بخط قصير**

الدوائر المركبة والمقاومة المكافئة

الدائرة المركبة :

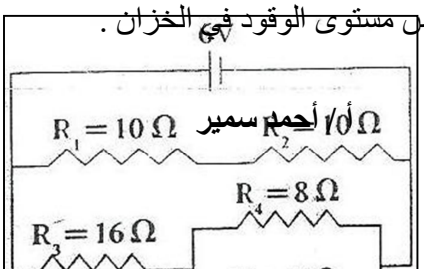
دائرة كهربائية توصل بها مجموعة من المقاومات بشبكة واحدة و تحتوي على نوعين من التوصيل .

المقاومة المكافئة :

قيمة المقاومة المفردة التي تشكل الحمل نفسه على البطارية و مصدر القدرة .

ملاحظات : 1- تُحسب المقاومة المكافئة للدائرة و ذلك بتجميع المقاومات في خطوات متتالية .

2- القياس بالتيار الكهربائي : يستخدم مؤشر الوقود في السيارة مقاومة متغيرة لقياس مستوى الوقود في الخزان .



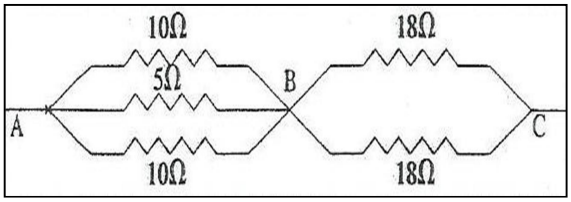
تطبيقات على الدوائر المركبة

أحمد سمير

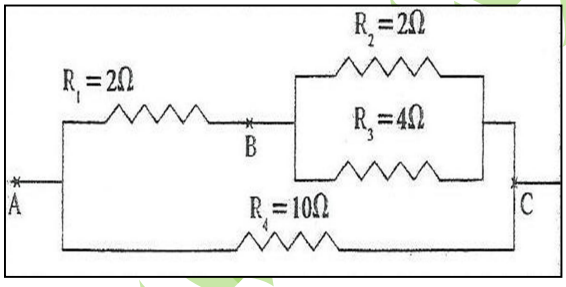
مثال 1 : في الدائرة المركبة في الشكل المقابل . أحسب :
(أ) احسب مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة .

(ب) احسب شدة التيار خلال البطارية .

مثال 2 : احسب مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة المركبة :



مثال 3 : الدائرة المركبة موصلة علي فرق جهد (v = 10 v)



(أ) احسب مقدار المقاومة المكافئة لهذه الدائرة .

(ب) احسب شدة التيار الكهربائي خلال مصدر الجهد .