الكهرباء الساكنة

ما الكهرباء:

الكهرباء هي أحد أشكال الطاقة ، ويمكن إنتاجها من أنواع أخرى من الطاقة ولعل أولى التساؤلات التي تطرأ على أذهاننا هي :

ما الكهرباء ؟ وما الشحنات الكهربائية ؟ وما خواصها ؟

وكبداية تاريخية فإن لفظ الكهرباء مشتقة من مادة الكهرمان وهي مادة صفراء اللون شبه شفافة ولها خاصية جذب الأجسام الخفيفة وذلك بعد دلكها بجسم آخر . إذاً ظاهرة الكهرباء ظاهرة تنشأ من تكوين شحنة كهربائية على جسم حيث يكتسب الجسم من جراء هذه الشحنة قوة جذب أجسام أخرى خفيفة صغيرة مثل قصاصات الورق أو الفلين .

ولكن هل كل المواد لها خاصية التكهرب ؟

وللإجابة على هذه السؤال نقول مبدئياً:

إنّ جميع الظواهر الكهربائية تعتمد على جسيمات متناهية في الصغر تحمل أصغر كمية من الشحنات الكهربائية يطلق عليها الإلكترونات .

ولتفسير ما هو الإلكترون يجب علينا أن نلقي نظرة على التركيب الذري للمادة .

التركيب الذري للمادة :

نقصد بكلمة المادة كل شيء يشغل حيزاً من الكون وله ثقل . مثل الهواء والماء والحديد الخشب والأكسجين .....إلخ

ويطلق على اللبنة الأساسية التي تتكون منها المادة بالعنصر وتعرف بأنها مادة أولية ولا يمكن تحويله إلى مواد أبسط منه بالطرق الكيميائية أو الفيزيائية .

ويبلغ عدد العناصر التي تم اكتشافها حتى الآن 107 عناصر . ويتكون العنصر من دقائق صغيرة جداً تسمي الذرات . والذرة هي أصغر جزء من العنصر يحمل الخواص الكيميائية لذلك العنصر .

يعود الفرق بين ذرات عنصر ما وذرات عنصر آخر إلى اختلاف عدد البروتونات التي تحتوي عليها كل ذرة.

وينظر إلى الذرة في الوقت الحاضر على أنها وحدة صغيرة تتكون من أجزاء مختلفة وهي كالتالي :

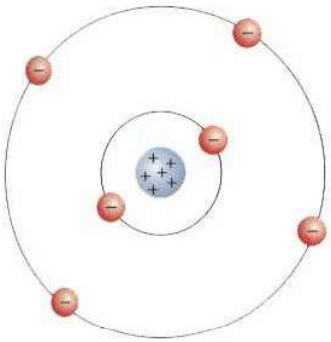
1. النواة وهي تمثل معظم كتلة الذرة و تقع في وسطها و تحتوي على :

(أ) بروتون : وهو عبارة عن جسيم شحنته موجبة وله كتلة أكبر من كتلة الإلكترون ب 1836 مرة تقريباً . وللبروتون وحدة شحنة موجبة واحدة تعادل شحنة الإلكترون .

(ب) نيوترون : جسم غير مشحون كهربائياً (متعادل الشحنة) له كتلة مساوية لكتلة البروتون تقريباً.

2. الإلكترونات وهي جسيمات تحيط بالنواة و تدور حولها في مدارات مختلفة وهي سالبة الشحنة ، ولكل إلكترون وحدة شحنة سالبة واحدة. وتعرف الإلكترونات بالمدار الخارجي (الأخير) بإلكترونات التكافؤ وهي التي تحدد الخواص الكهربائية للعنصر.

ويبين الشكل (1-5) نموذجاً لذرة وهي ذرة الكربون . (النواة و الإلكترونات أصغر بكثير جداً عما هو مبين في الشكل)



شكل (1-5)

ويتضح من النموذج السابق شكل (5 -1) أن عدد الإلكترونات في الذرات يساوي دائما عدد البروتونات وذلك عندما تكون الذرة في حالتها الطبيعية . ويقال للذرة في هذه الحالة إنها متوازنة أو متعادلة كهربائياً فإذا تعرضت ذرة (أو عدة ذرات) لمؤثر خارجي فإن هذا التوازن يختل فإما أن تكتسب الذرة إلكتروناً أو تفقده ، فتكون موجبة الشحنة إذا فقدت إلكتروناً أو أكثر . وعلى العكس تكون سالبة الشحنة إذا اكتسبت إلكتروناً أو أكثر . لماذا؟

إلا أنه يجب التنبيه هنا إلى أن قابلية الذرة لفقد أو اكتساب إلكترون تعتمد بدرجة كبيرة على حرية الإلكترونات في المدار الخارجي على الحركة داخل الذرة والانتقال من وإلى الذرة ، لذلك فإن إمكانية شحن المواد كهربائياً تختلف من مادة إلى أخرى .

المواد الموصلة والمواد العازلة :

يمكن تقسيم المواد حسب قابليتها لنقل الشحنات الكهربائية إلى ثلاثة مجموعات :

1) مواد موصلة : ـ وهي المواد التي تنقل الشحنات الكهربية خلالها بحرية وذلك بسبب احتوائها على إلكترونات حرة الحركة لأن طاقة ارتباطها بالنواة ضعيفة مثل المعادن .

2) مواد عازلة : وهي المواد التي لا تنقل الشحنات الكهربية خلالها بسهولة وذلك بسبب ارتباط إلكتروناتها بذراتها ارتباطاً قوياً لا يمكنها الانتقال من ذرة إلى أخرى في المادة . مثل الزجاج ، البلاستيك ، الخشب ...إلخ

3) مواد شبه موصلة : وهي المواد التي يتراوح توصيلها الكهربي بين الموصلات والعوازل مثل السليكون والجرمانيوم . وتستخدم أشباه الموصلات في صناعة الترانزستور.

خواص الشحنة الكهربائية :

من دراستك السابقة يتبين لك أنه يمكن شحن الأجسام بالدلك حيث يفقد الجسم المدلوك الإلكترونات فتصبح شحنته موجبة أو يكتسب الكترونات فتصبح شحنته سالبة . ولقد كانت الشحنات الكهربائية وخواصها مجال بحث لكثير من العلماء والفيزيائيين وفيما يلي بعض تلك النتائج الهامة :

1ـ الشحنات الكهربائية نوعان موجبة الشحنة وهي شحنة البروتونات أو سالبة وهي شحنة الإلكترون .

2 - الشحنات متماثلة النوع تتنافر والشحنات متضادة النوع تتجاذب.

3 ـ مقدار شحنة البروتون تساوي مقدار شحنة الإلكترون ويسمى هذا المقدار الشحنة الأساسية ويرمز لها بالرمز (e)

وقيمتها هي : $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{c}$

C : رمز وحدة قياس الشحنة وهي كولوم

4 ـ الشحنة الكهربائية مكماة وتساوي الشحنة الأساسية (e) أو أحد مضاعفاتها وبالتالي فإن مقدار شحنة أي جسم يمكن حسابها من خلال العلاقات الآتية:

$$q = ne \qquad \text{.....} (5 - 1)$$

حيث q كمية الشحنة وتقاس بوحدة كولوم (c)

e : الشحنة الأساسية = $e = 1.6 \times 10^{-19} c$

n: عدد صحيح من الإلكترونات أو البروتونات ، أي أن : 1، 2، 3، ..... = n

مثال (1-5):

إذا كانت شحنة الإلكترون $e = 1.6 \times 10^{-19} c$ كم عدد الإلكترونات في 1 C

الحل :

$$q = 1c \quad ، \quad e = 1.6 \times 10^{-19} c$$

$$q = ne$$

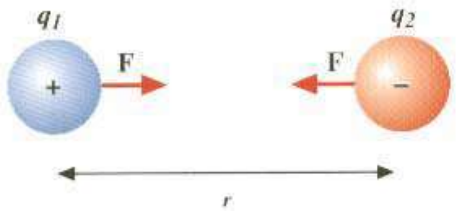
$$n = \frac{q}{e}$$

$$n = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$$

5 ـ الشحنة الكهربية محفوظة أي أن ما يفقده جسم من الشحنات يكتسبه جسم آخر . ويعرف هذا بقانون بقاء الشحنة والذي ينص كالآتي : القيم الابتدائية والنهائية لمجموع الشحنة الكهربية الداخلة في التفاعل يجب أن تكون واحدة .

قانون كولوم :

فيما سبق درست أن الشحنات المختلفة تتجاذب وأن الشحنات المتشابهة تتنافر ، وقد أجرى الفيزيائي الفرنسي كولوم عدة تجارب على القوى التي تؤثر بها شحنة على أخرى كما في الشكل (2-5) .



الشكل (2-5)

وقد وجد من هذه التجارب أن القوة بين كرتين تحملان شحنتين q_1^+ ، q_2^- تتناسب طرديا مع حاصل ضرب مقدار كل من الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين r .

وقد عبر كولوم عن هذه العلاقة رياضياً على النحو الآتي:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \text{..... (5-2)}$$

حيث k ثابت يسمى بـ : ثابت كولوم وتقاس بوحدة $N.m^2/c^2$ (نيوتن . م^2 / كولوم^2) وقيمته تعتمد على نوع الوسط الذي يحوي الشحنتين وعلى وحدة قياس كل من مقدار الشحنة والمسافة ، فإذا كان الوسط هو الهواء (الفراغ) فإن $k = 8.9874 \times 10^9 N.m^2/c^2$ وهي تساوي تقريباً $9 \times 10^9 N.m^2/c^2$

مثال(2 - 5) :

احسب مقدار قوة التجاذب الكهربية بين شحنتين $q_1 = 2 \times 10^{-6} c . q_2 = 3 \times 10^{-6} c$ تفصلهما مسافة 30 cm علماً أن ثابت كولوم في الفراغ هو $k = 9 \times 10^9 N.m^2/c^2$

الحل :

$$r = 30\ cm = \frac{30}{100} = 0.3\ m$$

$$\therefore F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(0.3)^2}$$

$$F = 0.6N$$

ملحوظة :

إذا كانت الشحنة سالبة لا يجب أن نعوض في قانون كولوم عن الشحنة السالبة بإشارة سالبة بل نعوض عن الشحنة بمقدارها فقط دون إشارتها .

المجال الكهربائي :

تولد الشحنة الكهربائية حولها مجالاً كهربائياً يمتد في المنطقة المحيطة بها ويؤثر هذا المجال بقوة في أي شحنة كهربائية أخرى توضع فيه، فلو فرضنا أن شحنة كهربائية نقطية موجبة وضعت للاختبار بالقرب من جسم مشحون فإن هذه الشحنة تتعرض لقوة جذب أو دفع تنشأ من الشحنة الموجودة على الجسم . من خلال ما تقدم يمكن أن نعرف المجال الكهربائي على النحو التالي :

المجال الكهربائي : هو الحيز المحيط بالشحنة والذي تظهر فيه آثار القوة الكهربائية على أية شحنة تقع فيه.

ويقاس المجال الكهربائي في أي نقطة ما بدلالة القوة التي يؤثر به المجال على شحنة اختبار نقطة موجبة نرمز لها بالرمز $q_\circ$ موضوعة في تلك النقطة مقسومة على مقدار تلك الشحنة.

أي أن :

$$\boxed{E = \frac{F}{q_0}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (5-3)$$

حيث أن :-

F : القوة الكهربية بوحدة (N)

q_0 : شحنة الاختبار بوحدة (C).

E : شدة المجال الكهربائي بوحدة (**N/C**) . وهي كمية متجهة تحدد بالمقدار والاتجاه

وبالتعويض عن F في المعادلة (3 - 5) بقانون كولوم

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

نحصل على الآتي :

$$E = q\frac{qq_0}{r^2} \times \frac{1}{q_0}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = k\frac{q}{r^2}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (5-4)$$

حيث :

q	مقدارالشحنة بوحدة c
k	ثابت كولوم بوحدة $N.m^2/c^2$
r^2	مربع المسافة بين الشحنتين بوحدة m^2
E	شدة المجال الكهربائي N/C

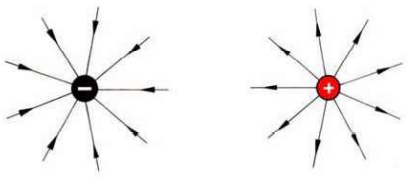
خطوط المجال الكهربائي :

يمكن تمثيل المجال الكهربائي لشحنة بخطوط وهمية تسمى خطوط المجال الكهربائي وكل خط يدل على المسار الذي تسلكه شحنة الاختبار عند وضعها في مجال كهربائي . وتتصف خطوط المجال الكهربائي بالآتي :

1 ـ خطوط المجال الكهربائي تنبع وتتجه بعيداً عن الشحنات الموجبة وتصب وتتجه نحو الشحنات السالبة كما في الشكل (3 - 5)

2 ـ عدد خطوط المجال الكهربائي الناتج من شحنة يتناسب طردياً مع مقدار تلك الشحنة

3 ـ لا تتقاطع خطوط المجال الكهربائي بأي حال من الأحوال . لأنه لا يكون لشدة المجال الكهربائي عند نقطة إلا اتجاه واحد.



شكل (3 - 5)

مثال (3 – 5) :

ما المقصود بالعبارة الآتية : شدة المجال الكهربائي عند نقطة A تساوي $20N/c$ ؟

الحل :

إذا وضعت شحنة اختبار مقدارها $1c$ في النقطة A فإنها تتعرض لقوة مقدارها $20N$.

مثال : (4 – 5)

احسب المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة مقدارها $3\times10^{6}C$ عند نقطة تبعد عنها $2m$ ثم احسب القوة التي يؤثر بها المجال الكهربائي في شحنة مقدارها $2\times10^{6}C$ موضوعة في تلك النقطة .

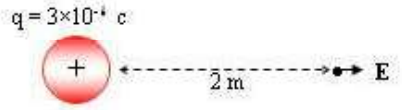
الحل :

- 1

$$E = k\frac{q}{r^2}$$

$$E = \frac{9\times10^{9}\times3\times10^{6}}{2^2} = 6750\ N/C$$

واتجاه هذا المجال خارج من الشحنة كما هو مبين في الشكل (5-4) :



شكل (4 – 5)

- 2

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

$$\Rightarrow F = Eq$$

$$\therefore F = 6750\times2\times10^{-6} = 0.0135N$$