الكهرباء الساكنة
I/(ELECTROSTATIQUE)

1) الشحنة و المادة

مقياس: الكهرباء1 - ف122 - السنة أولى علوم دقيقة

الدكتورة باباغيو ف

La Machine de Wimshurst

الفهرس

1) الشحنة و المادة

1-1) مقدمة
2-1) بنية المادة
3-1) الشحنة الكهربائية
4-1) تكميم الشحنة
5-1) مبدأ إنحفاض الشحنة
6-1) أمثلة تطبيقية

1-1) مقدمة

الكهرباء الساكنة هي دراسة الظواهر المتعلقة بالشحنات الساكنة. سنبدأ هذا الفصل بوصف الشحنة الكهربائية و خصائصها، ثم نناقش قانون كولوم الذي يصف القوة المؤثرة بين شحنتين كهربائيتين ساكنتين في الفراغ، و ندخل مفهوم الحقل الكهربائي و الكمون الكهربائي الناتج عن توزيع شحني. نحسب أيضا الحقل الكهربائي و الكمون الناشئين عن ثنائي القطب على مسافات بعيدة. و نتطرق إلى أهم النظريات لحساب الحقل الكهربائي و هي نظرية التدفق أو بما تسمى نظرية غاوس و كيفية استعمالها.

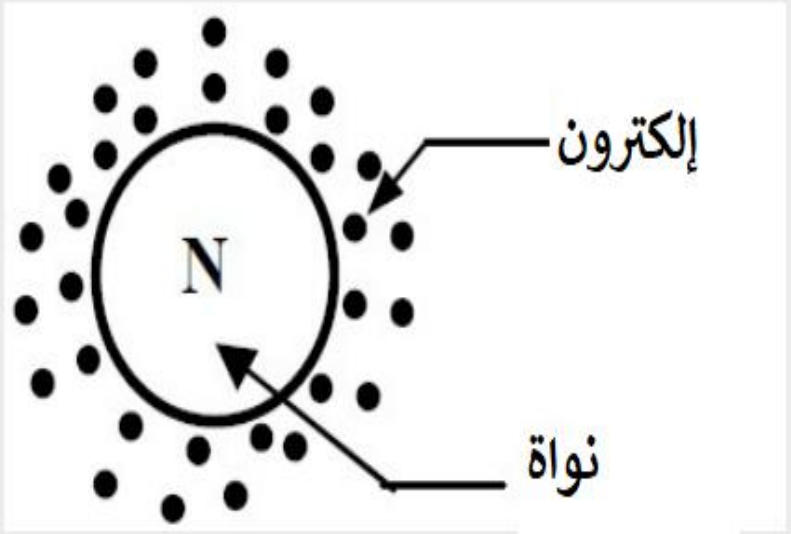
2-1) بنية المادة

لفهم ظاهرة الكهرباء بشكل أفضل ، يجب علينا تحليلها على المستوى الذري. كل المواد (الهواء ، الماء ، الكائنات الحية ...) تتكون من ذرات. والذرات صغيرة جدًا لدرجة أنه يتعين عليك وضع أكثر من مليون منها جنبًا إلى جنب للوصول إلى عرض شعرة واحدة.

الذرة: تتكون من :

* النواة التي تحتوي على
- شحنات موجبة تسمى بروتونات.
- جسيمات متعادلة الشحنة تسمى نترونات

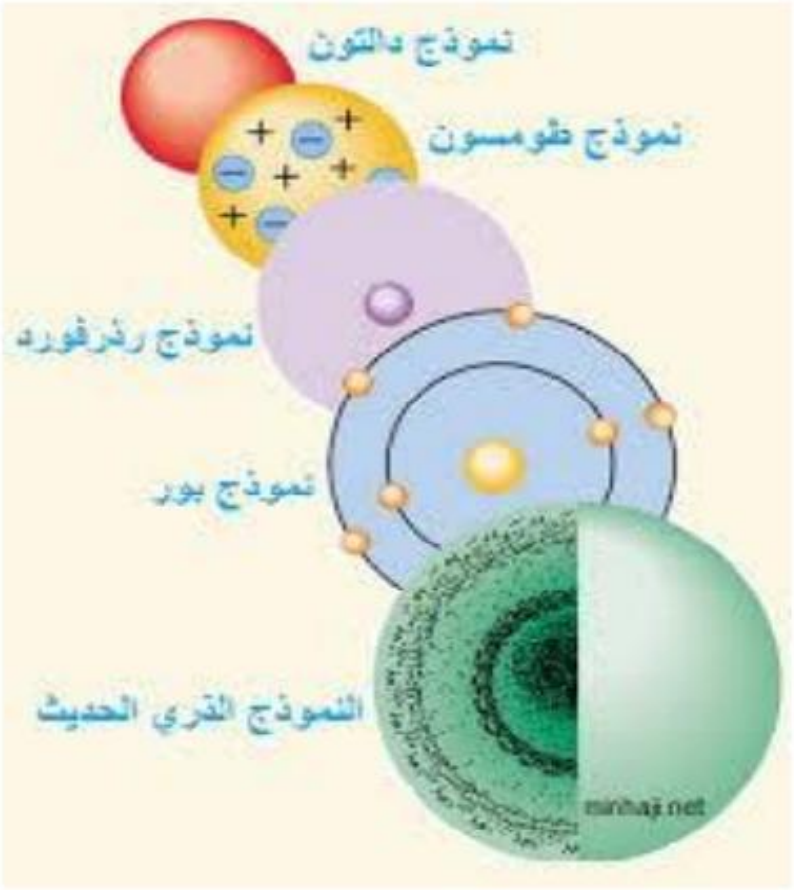
* الإلكترونات و هي شحنات سالبة تدور حول النواة في مدارات.ولها شحنة مساوية بالقيمة المطلقة لشحنةالبروتون



$$e = 1{,}602.10^{-19}\ C$$

2-1) بنية المادة

الخصائص الكهربائية للمادة تفسر كلها على مستوى الذرة.



الشكل تطور النموذج الذري

2) بنية المادة

الذرة هي مجموعة من الجسيمات الأولية عادة ما تكون متعادلة كهربائيًا. تسمح مجموعة الذرات للتفاعل الكهربائي ببناء الجزيئات والخلايا والمعادن والهياكل المعقدة الأخرى. بما أن الأشياء اليومية تتكون من عدد كبير جدًا من الذرات التي تتكون من جسيمات مشحونة ، فلنحلل التركيب العام للذرة:

كل عنصر كيميائي يمثل في الجدول الدوري ب : X_Z^A: حيث A هو العدد الكتلي (مجموع النوترونات و البروتونات)، وZ العدد الذري(عدد البروتونات).

2-1) بنية المادة

قيمة الشحنات والكتل للجسيمات المكونة للذرة في المنظومة الدولية:

الجسيم	الرمز	الشحنة (C)	موضعها في الذرة	القطر (m)	الكتلة (Kg)
الإلكترون	e^-	$-e$	حول النواة	$\approx 9\times10^{-31}$	9×10^{-31}
البروتون	p^+	$+e$	في الذرة	0.861×10^{-15}	$1,672\times10^{-27}$
النوترون	n	0	في الذرة	$\approx 1\times10^{-15}$	$1,674\times10^{-27}$

1-3) الشحنة الكهربائية

تجربة 1: عند مشط الشعر و تقريبه من قصاصات الورق نلاحظ أنها تنجذب بسرعة إلى المشط.

تجربة 2: عند دلك بالون منفوخ بالصوف وتقريبه من الجدار فإنه سيلتصق به لساعات.

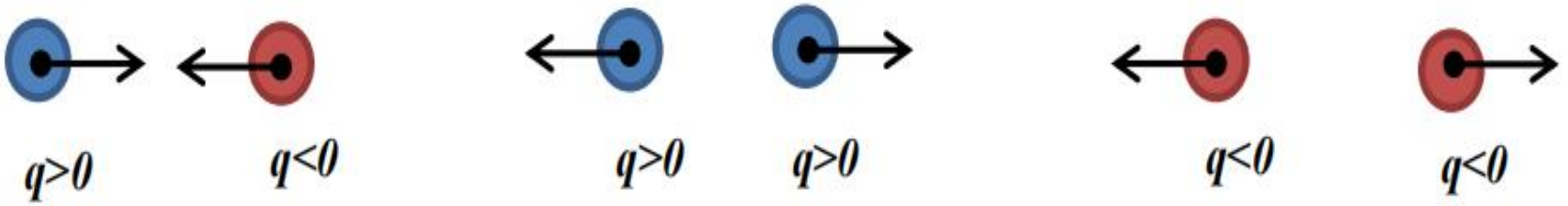
أثبتت العديد من التجارب أن الأجسام تكتسب عند دلكها خاصية جديدة تسمى "الكهرباء" من شأن هذه الخاصية أن تولد تفاعلا يسمى "التأثير الكهربائي". في الواقع كل الأجسام قابلة للتكهرب سواء بالدلك أو بالتلامس مع جسم مكهرب أو بوصل الجسم بأحد طرفي مولد.

تنتج قوى التأثير الكهربائي عن وجود مقدار فيزيائي مميز للجسيمات يدعى" الشحنة الكهربائية" (*Charge électrique*)، وهي تؤدي دورا مشابها لدور الكتلة في التفاعلات الثقالية. لقد وجد بنجمين فرانكلين (*Benjamin Franklin 1706-1790*) من خلال تجاربه أن هناك صنفين من الشحنات، حيث أخذ قضيبا من المطاط القاسي ثم دلكه بواسطة الصوف و علقه بواسطة خيط غير معدني، ثم قرب إليه قضيبًا من زجاج مدلوك بالحرير فلاحظ أنهما ينجذبان، و عند تقريب قضيب من المطاط، أي من نفس النوع، تنافر معه.

3-1) الشحنة الكهربائية

من خلال التجارب و بالاتفاقيات، اصطلح على اعتبار الشحنة الموجودة على القضيب الزجاجي شحنةً موجبةً (*charge positive*) (+)، و كل ما يتنافر معها فهو شحنة موجبة أيضا، و الموجودة على القضيب المطاطي سالبةً (*charge négatif*) (−) و كل ما يتنافر معها فهو شحنة سالبة.

ملاحظة: الأجسام الحاملة للنوع نفسه من الشحنات تتنافر، و الأجسام الحاملة لنوعين مختلفين تتجاذب، أما الأجسام التي لا تتبادل التأثير الكهربائي فهي متعادلة كهربائيا.



3-1) الشحنة الكهربائية

سلوك الأجسام الكهربائي يتحدد بقابلية حركة الشحنة الكهربائية، لذلك يمكن أن نقسم المواد إلى نوعين:

النواقل (*Conducteurs*): حيث يمكن للشحنات فيها أن تنتقل بحرية لمسافات معتبرة أمام المسافات الفاصلة بين الذرات مثل: المعادن، المحاليل،.... و يكون الناقل جيدا كلما كثرت شحناته و سهلت حركتها.

العوازل (*Isolants*): و هي عكس النواقل، لا تسمح بهذه الحرية لانتقال الشحنات، فهي تبقى متوضعة محلَّها مثل: الزجاج، الخشب، البلاستيك....

ملاحظات:

- ✓ تصنف معظم الأجسام إلى أحد النوعين السابقين باستثناء القليل مثل: الجرمانيوم، السليسيوم، .... فتصنف كأشباه نواقل .

3-1) الشحنة الكهربائية

الشحنة ويُرمز لها بالحرف (q) ، هي وصف لوحدة قياس ، تُعبر عن مدى الزيادة أو النقصان في عدد الإلكترونات نسبة لعدد البروتونات في ذرة مادة ما. تكون كمية الشحنة التي تحملها الذرة هي دائماً من مضاعفات الشحنة الأساسية وهي الشحنة التي يحملها الكترون واحد أو بروتون واحد. إن الجزيء أو الذرة أو أي جسيم له شحنة سالبة يملك قطبية كهربائية سالبة وأي جزيء أو ذرة أو أي جسيم له شحنة موجبة يملك قطبية كهربائية موجبة .

$$q = \pm Z * e \qquad e = -1,6.10^{-19} C$$

حيث: Z عدد طبيعي.

نظرًا لأن الشحنة الكهربائية يمكن أن تخضع لتفاعل الجذب والتنافر ، فإننا نستخدم العلامة الموجبة (+) والعلامة السالبة (-) لتعيين نوعي الشحن:

4-1) تكميم الشحنة

يحتوي البروتون والإلكترون على التوالي على شحنة + e وشحنة –e. نظرًا لأن الأجسام من حولنا تتكون فقط من هذه الجسيمات المشحونة ، فيجب أن تكون الشحنة الصافية للجسم عددًا صحيحًا مضاعفًا للشحنة الأولية e وبالتالي يتم تحديد الشحنة:

$$q = (N_+ - N_-)e = \pm Ne$$

q : الشحنة الكلية للجسم بالكولوم (C)

e : الشحنة العنصرية، $e=1,602\times10^{-19}$C

N_+ : عدد الشحنات الموجبة (البروتونات).

N- :عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات).

N : عدد الشحنات الزائدة.

عند شحن جسم ما، فإننا نقوم بنزع عدد N من الإلكترونات فتصبح شحنته موجبة أو بإضافة N من الإلكترونات فيصبح سالب الشحنة.

5-1) مبدأ إنحفاض الشحنة

الشحنة الكلية في نظام معزول لا تتغير أبدا. أثناء التجربة ، يتم دائمًا الاحتفاظ بالشحنات الإيجابية والشحنات السلبية. لا يمكن أبدًا إنشاؤها أو تدميرها. إنها تنتقل فقط من جسم إلى آخر أو تشكل جسيمات جديدة تحافظ على الشحنة الأولية.

ملاحظة :

- ✓ **الشحنة النقطية** (***charge ponctuelle***): هي تجريد علمي، و هي عبارة عن جسم مشحون أبعاده مهملة بالمقارنة مع المسافات التي تفصله عن باقي المؤثرات، و هي تؤدي الدور نفسه الذي تؤديه "النقطة المادية" في الميكانيكا.

6-1) امثلة تطبيقية

مثال 1

أحسب مقدار تغير كتلة جسم من النحاس عندما يكتسب شحنة زائدة تقدر ب:$-1,0\mu C$ من خلال دلكه بقطعة من الصوف؟

الحل

عدد الإلكترونات: $n_{e-} = \frac{-1,0.10^{-6}}{1,6.10^{-19}} = 625.10^{10}e$

كتلة الالكترونات المكتسبة = مقدار تغير كتلة جسم من النحاس = عدد الالكترونات × كتلة الالكترون

الكتلة $= 9.10^{-31} \times 625.10^{10}e = 5,625.10^{-18}\text{kg}$

6-1) امثلة تطبيقية

مثال 2

نعتبر قضيب صغير من الزجاج كتلته تساوي 5g من أجل التبسيط، نفرض أن هذا الزجاج مكون من SiO_2.

1- باستعمال المعطيات الموجودة في الجدول الدوري، أحسب الشحنة الكلية للإلكترونات التي يحتويها هذا القضيب.

2- بفرك هذا القضيب الزجاجي بقطعة من الحرير ننزع 10^{-12}% من الإلكترونات أحسب شحنة القضيب في هذه الحالة.

6-1) امثلة تطبيقية

الحل

من الجدول الدوري نجد: Si – العدد الذري = 14

- الكتلة المولية = 28.09

O - العدد الذري = 08

- الكتلة المولية = 16

الكتلة المولية $SiO_2 = 28,08 + 2 \times 16,00 = 60,09 g/mol$

كل جزيء يحتوي على : الكترون $14 + 2 \times 8 = 30$

إذن القضيب الزجاجي يحتوي على: $n = \frac{m}{M} = \frac{5}{60,09} = 0,0832\ mol$

كل مول يحتوي على عدد أفوغادرو من الذرات:

6-1) امثلة تطبيقية

نحسب عدد الذرات في 5g من SiO_2

$1\ mol \rightarrow 6.02\times10^{23}$ ذرة

$5g = 0.0832\ mol \rightarrow N$ ذرة

$N= 0.0832\times 6.02\times10^{23}$

$N= 5.01\times10^{22}$ ذرة أو جزيء

كل جزيء من SiO_2 يحتوي على : $8\times2+14=30$ إلكترون

إذن الشحنة :

$$Q= (5.02\times10^{22})\times30\times1.6\times10^{-19}$$

$$Q= -2.41\times10^{5}\ C$$

إذا نزعنا : 10^{-12} % من الإلكترونات

$$\%\ 10^{-12}\times(-2.41\times10^{5})=-0.00241\mu C$$

إذن شحنة القضيب تصبح موجبة : $+0.0024\mu C$

شكرا على المتابعة