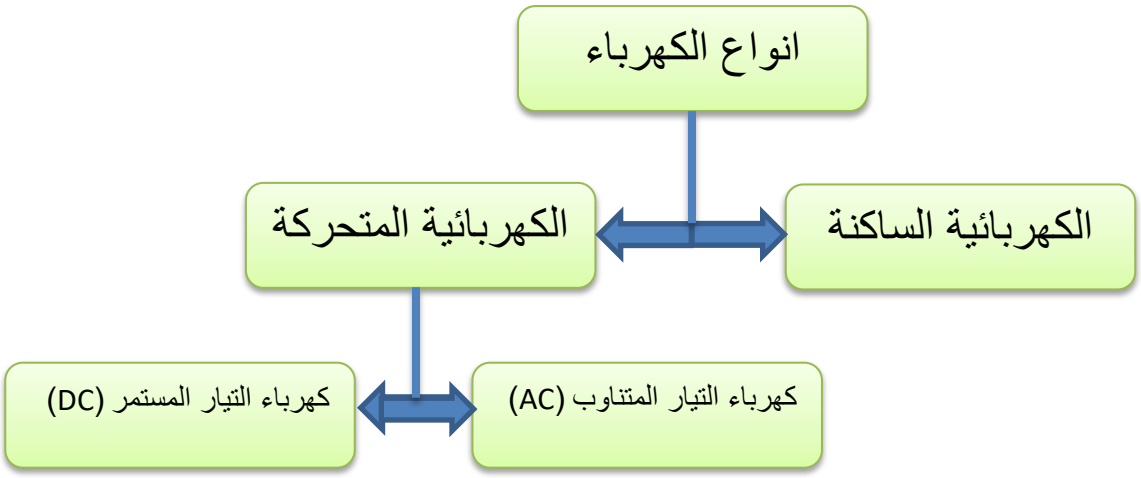


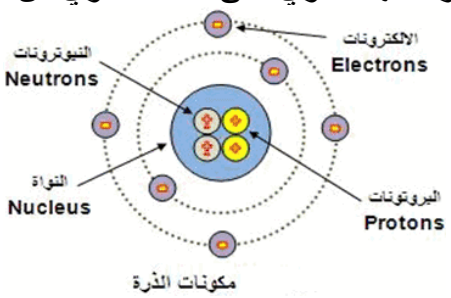

# اولاً:- الكهربائية الساكنة(Static Electric)

## 1.1- مقدمة (Introduction)

من المعروف لدى الجميع انة عند دلك مادتين(البلاستك والقماش) جافة مع بعضها البعض فان كل مادة منهما ستمتلك خاصية جذب الاشياء الخفيفة نحوها. عند هذا نقول ان الجسمين قد تكهرب اي انة قد اكتسب شحنة كهربائية وهذه الشحنة تستقر على السطوح الخارجة. هذه الحالة يمكن ان نلاحظها اثناء تمشيط الشعر او عند النزول من السيارة ومسك مقبض باب السيارة وان التجارب العديدة التي اجريت على دراسة هذه الظواهردلت على ان هناك نوعين من الشحنات الكهربائية. شحنة موجبة وشحنة سالبة. ولذلك نلاحظ تدلي سلاسل حديدية تلامس الارض في صهاريج نقل المشتقات النفطية وذلك للتخلص من الشحنات الكهربائية الساكنة المتكونة من حركة المشتقات النفطية داخل الصهريج لتجنب حدوث شرارة مما تؤدي لحديث حريق في الصهريج .

## 1.2- الشحنة الكهربائية (Electric charge)

تتركب ذرات المادة اساساً من ثلاثة دقائق هامة هي **البروتون والنيوترون والالكترون.** فالنيوترون كما هو معروف متعادل كهربائيا فهو لا يحمل شحنة. اما البروتون فيحمل شحنة كهربائية موجبة تعادل الشحنة السالبة للالكترون في المقدارحيث ان شحنة الالكترون $(1.6 \times 10^{-19} C)$. وتتكون الذرة من نواة تتكدس فيها النيوترونات والبروتونات محاطة بسحابة من الالكترونات السالبة. والذرة الاعتيادية غير المشحونة تكون متعادلة كهربائيا نظراً لانها تحتوي على عدد متساوي من الالكترونات والبروتونات.



فقدان ذرات مادة ما بعض من الكتروناتها الواقعه في المدار الخارجي بوجود مؤثر خارجي يجعلها ايوناً موجباً وبذلك يكون الجسم مشحوناً بشحنة موجبة $+q$ اما الجسم الذي تكتسب ذراتة بعضاً من الالكترونات ذرات اجسام اخرى تصبح الذرة ايوناً سالبا ويكون الجسم مشحوناً بشحنة سالبة $-q$ .

ان كون الجسم مشحوناً لا تتعلق بخواصة الفيزيائية والطريقة الوحيدة لمعرفة فيما اذا كان مشحوناً هي ان نضعه قرب جسم مشحون مسبقاً فاذا دفعة او جذبة عندها نعرف انة مشحون. فالشحنة خاصية للجسم تمكنة من دفع او جذب اجسام مشحونة اخرى وعلية يمكن اعطاء تعريف تاثيري للشحنة بانها **الخاصية التي يملكها جسم للتاثير على غيرة من الاجسام التي تحمل نفس الخاصية.**

### 1.3- قانون كولوم (Coulomb`s law)

كان العالم الفرنسي شارل اوغسطين كولوم (1806 - 1736) اول من قام بدراسة مستفيضة حول القوى بين الاجسام المشحونة وذلك عام 1785. اما النتائج العملية لهذة الدراسة فيمكن تلخيصها بما ياتي:-

1- الشحنات المتشابهة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب.
2- مقدار قوة التجاذب او التنافر بين شحنتين تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما.
3- مقدار قوة التجاذب او التنافر بين شحنتين تتناسب مع حاصل ضرب مقدار الشحنتين.
4- اتجاه القوة يقع على امتداد الخط المستقيم الذي يصل بين الشحنتين.

هذا انتج نص قانون كولوم **على ان القوة الكهروستاتيكية بين شحنتين نقطتين في حالة سكون تتناسب طردياً مع حاصل ضرب مقدار الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما** ويمكن وضع صيغتة الرياضية بالشكل الاتي :

$$F \propto \frac{q_1 \times q_2}{r^2} \quad \text{.....} \quad (1)$$

شكل (1) قانون كولوم

اذ ان $F$ كما هو مبين في الشكل (1) تمثل القوة الكهروستاتيكية المؤثرةعلى الشحنة النقطية $q_2$ من قبل الشحنة النقطية $q_1$ (وهي نفس القوة المؤثرة من قبل الشحنة $q_2$ على الشحنة $q_1$ ولكن بعكس الاتجاة) و( $r$ ) تمثل المسافة بين الشحنتين . وبما ان القوة والازحة كميتان متجهة فعلية ومن

الافضل كتابة قانون كولوم في المعادلة(1) بصيغة رياضية تتضمن مقدار واتجاه القوة بحيث تصبح بالشكل التالي .

$$F^{\rightarrow} = k\frac{q_1 \times q_2}{r^2}\, r^{\rightarrow} \quad \text{.....} \quad (2)$$

اذ ان $(k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_\circ})$ تمثل مقدار ثابت تعتمد قيمته على نظام الوحدات المستعملة وكذلك على نوع الوسط الفاصل بين الشحنتين وقد يقرب هذا المقدار الى$(9 \times 10^9)$ لسهولة الحل .حيث $(\varepsilon_\circ)$ تمثل سماحية الفراغ والتي تساوي $(8.85 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2})$ كما ان الحرف الذي فوقة سهم يشير الى كونه يمثل كمية اتجاهية.والرمز $r^{\rightarrow}$ هو متجه مقدارة واحد واتجاهه من $q_1$ الى $q_2$ ويسمى وحدة المتجه unit vector .

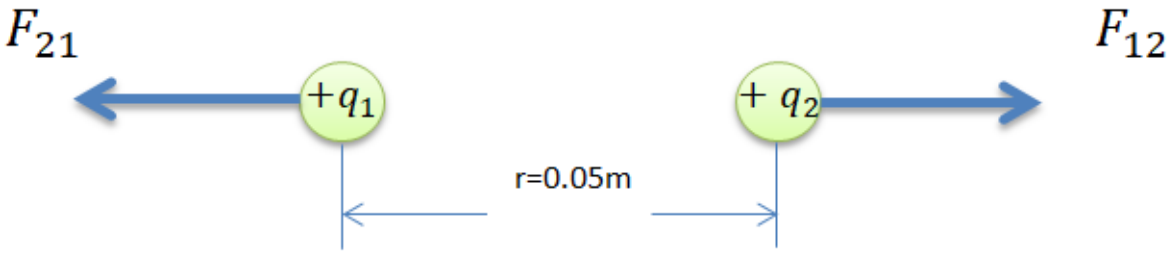
**مثال 1**

وضعت شحنة كهربائية نقطية موجبة مقدارها$(+5 \times 10^{-6} C)$ على بعد(0.05m) من شحنة نقطية اخرى موجبة ايضاً مقدارها$(+10 \times 10^{-6} C)$ احسب مقدار:

1- القوة التي تؤثربها الشحنة الاولى على الشحنة الثانية . وما نوعها ؟
2- القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الاولى . ما نوعها ؟

***الحل:***

نطبق قانون كولوم $F = k\frac{q_1 \times q_2}{r^2}$



1-لتكن $(F_{12})$ القوة التي تؤثر فيها الشحنة الاولى على الشحنة الثانية

$$F_{12} = 9 \times 10^9 \times \frac{(+5 \times 10^{-6}C) \times (+10 \times 10^{-6}C)}{(0.05m)^2} = \frac{450 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-4}}$$

$$F_{12} = 180\ N$$

بما ان القوة الكهربائية موجبة فهي قوة تنافر

3- لتكن $(F_{21})$ القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الاولى :

$$F_{21} = 9 \times 10^9 \times \frac{(+10 \times 10^{-6}C) \times (+5 \times 10^{-6}C)}{(0.05m)^2} = \frac{450 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-4}}$$

$$F_{21} = 180\ N$$

القوة هي قوة تنافر

بما ان القوى متبادلة بين الشحنات الكهربائية, فانها تخضع للقانون الثالث لنيوتن اي ان:

$$F_{21} = -F_{12}$$

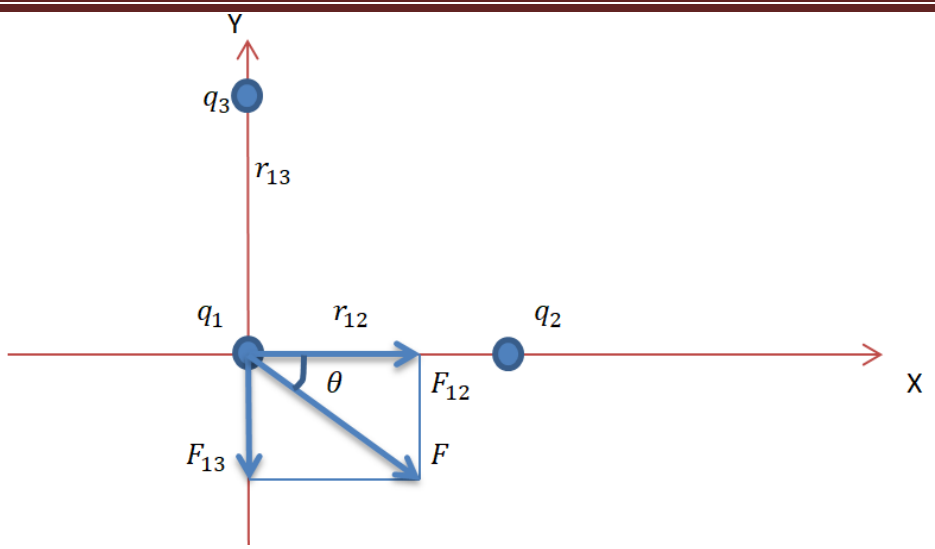
وهذا يعني ان القوة الكهربائية التي تؤثرفيها الشحنة الاولى على الشحنة الثانية تساوي القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الاولى بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه.

**مثال 2**

يبين الشكل (2) ثلاث شحنات نقطية $q_1, q_2, q_3$ احسب القوة المؤثرة على الشحنة $q_1$ علماً ان :

$$q_3 = +4.8 \times 10^{-6}\text{C},\ q_2 = -3.6 \times 10^{-6}C\ , q_1 = +1.0 \times 10^{-6}C$$

$$r_{13} = 4m\ , r_{12} = 3m$$




شكل (2)

***الحل:***

من ملاحظة اشارات الشحنات الموجبة والسالبة يمكننا تعيين اتجاه القوتين $F_{12}$ , $F_{13}$ . وهما القوتان اللتان تؤثران على $q_1$ من قبل الشحنتين $q_2$ , $q_3$ على الترتيب كما هو مبين في الشكل(2) وبالاستفادة من قانون كولوم نستطيع ان نحسب مقدار كل من هاتين القوتين .

$$F_{12} = k\frac{q_1 \times q_2}{(r_{12})^2}$$

$$= \frac{(9\times 10^9)(1\times 10^{-6})(3.6\times 10^{-6})}{3^2} = 36\times 10^{-4}N$$

$$F_{13} = k\frac{q_1 \times q_2}{(r_{13})^2}$$

$$= \frac{(9\times 10^9)(1\times 10^{-6})(4.8\times 10^{-6})}{4^2} = 27\times 10^{-4}N$$

ان القوة الكلية التي تؤثر على الشحنة $q_1$ هي بطبيعة الحال المجموع الاتجاهي لكلا القوتين:

$$\vec{F} = \vec{F_{12}} + \vec{F_{13}}.$$

ولما كانت القوتان $F_{12}$ , $F_{13}$ متعامدتين فمقدار محصاتهما $F$ يساوي

$$F = \sqrt{(36 \times 10^{-4})^2 + (27 \times 10^{-4})^2} = 45 \times 10^{-4} N$$

اما اتجاه $F$ فيمكن تعينة من حساب الزاوية θ المبينة في الرسم

$$\tan\theta = \frac{F_{13}}{F_{12}} = \frac{27 \times 10^{-4}}{36 \times 10^{-4}} = 0.75$$

$$\therefore \theta = 36.9^{\circ}$$