

## الفيزياء العامة

كهربية - مغناطيسية - ضوء - فيزياء حديثة

الكتاب المقرر:

الفيزياء العامة

الكهرباء والمغناطيسية - الضوء - الفيزياء الحديثة

تأليف:

د. محمد القرعاوي

د. محمد بن علي آل عيسى

د. عبد الله السماري

الموقع الخاص بالمادة:

**<http://phy202.wikispaces.com>**

# المحاضرة الأولى

# الجزء الأول

## الكهربية الساكنة

### مقدمة:

الكهربية الساكنة من علوم الفيزياء الأساسية ولها العديد من التطبيقات في حياتنا العملية مثل ماكينات التصوير وطابعات الليزر، ولدراسة هذا العلم سوف نقوم بشرح مفاهيمه الأساسية التي يعتمد عليها هذا العلم، وتتلخص بعض تلك المفاهيم في مفهوم الشحنة الكهربائية والمجال الكهربائي والجهد الكهربائي، سنقوم أيضا بدراسة بعد التطبيقات الأساسية مثل المكثف الكهربائي

# مبادئ الكهرباء الساكنة



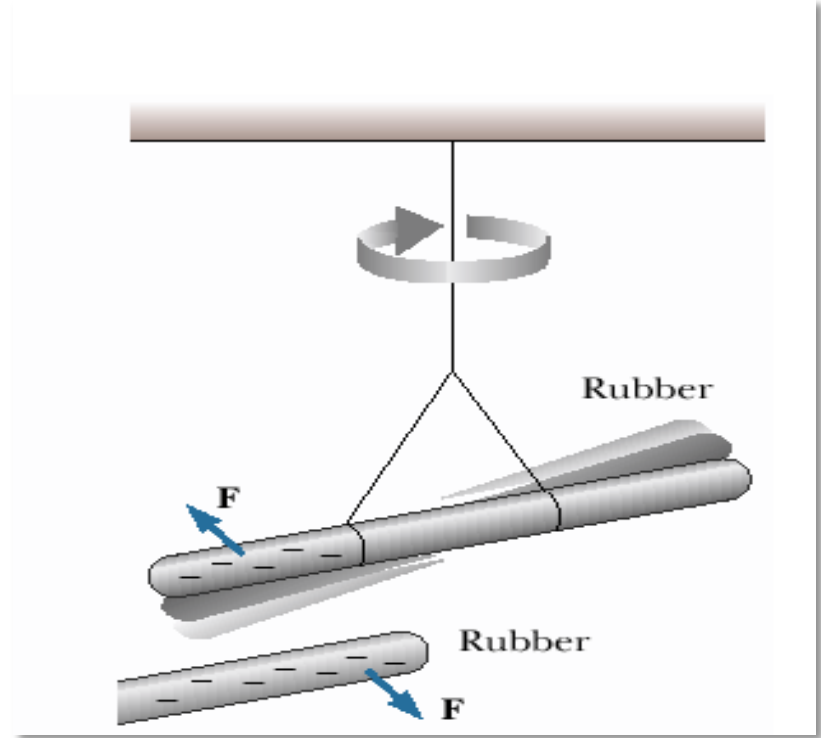
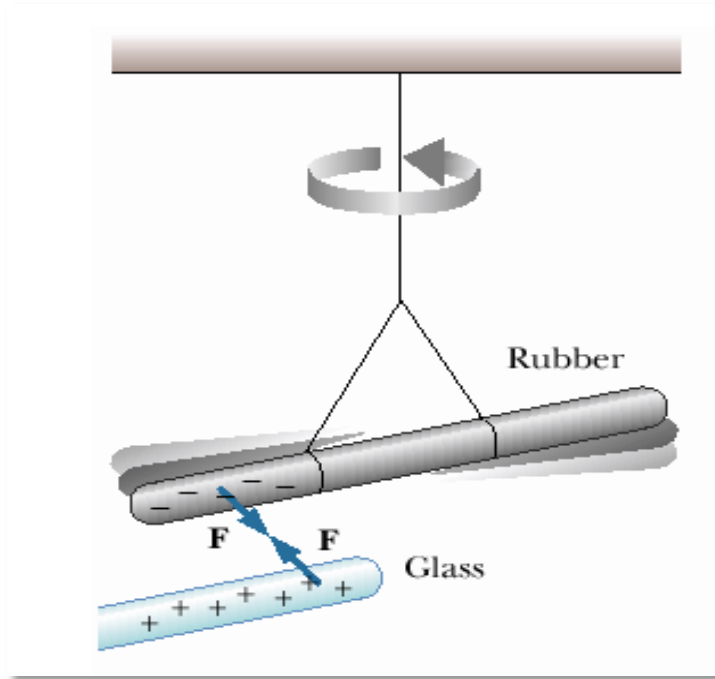
## تطبيقات عملية على الكهرباء الساكنة

المكثف الكهربائي

## الشحنات الموجبة والشحنات السالبة

- بواسطة التجارب يمكن إثبات أن هناك نوعين مختلفين من الشحنة. فمثلاً عن طريق ذلك ساق من البلاستيك بواسطة قطعة من الصوف وتعليقها بخيط عازل. فإذا قربنا ساقاً آخر مشابهة تم ذلك بالصوف أيضاً من الساق المعلق فإنه سوف يتحرك في اتجاه معاكس، أي أن الساقين يتنافران *Repel*. وبتقريب ساق من الزجاج تم ذلك بواسطة الحرير فإن الساق المعلق سوف يتحرك باتجاه الساق الزجاجي أي أنهما يتجاذبان *Attract*.

- وقد سمي العالم الأمريكي Franklin الشحنة التي تتكون على البلاستيك *Negative* سالبة أما الشحنة التي تتكون على الزجاج *Positive* موجبة .
- واستنتج أن الشحنات المتشابهة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب.



# 1. الشحنات تكون محفوظة - Charge is conserved

النظرة الحديثة للمواد هي أنها في الحالة العادية متعادلة Normal. هذه المواد تحتوي على كميات متساوية من الشحنة تنتقل من جسيم إلى آخر أثناء عملية الدلك (الشحن)، كما هو الحال في دلك البلاستيك بالصوف، فإن البلاستيك يكتسب شحنة سالبة من الصوف بينما يصبح الصوف مشحوناً بشحنة موجبة. وهذا ما يعرف بالحفاظ على الشحنة Conservation of electric charge.



## 2. الشحنات تكون محددة القيمة - Charge is Quantized

في عهد العالم Franklin's كان الاعتقاد السائد بأن الشحنة الكهربائية شيء متصل كالسوائل مثلاً. ولكن بعد اكتشاف النظرية الذرية للمواد غيرت هذه النظرة تماماً حيث تبين أن الشحنة الكهربائية عبارة عن عدد صحيح من الإلكترونات السالبة أو البروتونات الموجبة، وبالتالي فإن أصغر شحنة يمكن الحصول عليها هي شحنة إلكترون مفرد وقيمتها  $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ . وعملية ذلك لشحن ساق من البلاستيك هي عبارة عن انتقال لعدد صحيح من الشحنة السالبة إلى الساق.

## Charge and Matter

القوى المتبادلة المسؤولة عن التركيب الذري أو الجزيئي أو بصفة عامة للمواد هي مبدئياً قوى كهربائية بين الجسيمات المشحونة كهربياً، وهذه الجسيمات هي البروتونات والنيوترونات والإلكترونات.

وكما نعلم فإن الإلكترون شحنته سالبة، وبالتالي فإنه يتجاذب مع مكونات النواة الموجبة، وهذه القوى هي المسؤولة عن تكوين الذرة Atom. ويجب أن ننوه هنا أن هناك نوعاً آخر من القوى التي تربط مكونات النواة مع بعضها البعض وهي القوى النووية، ولولاها لتفتت النواة بواسطة قوى التجاذب بين الإلكترون والبروتون. وتدرس هذه القوى في مقرر الفيزياء النووية.

كما أن القوى التي تربط الذرات مع بعضها البعض مكونة الجزيئات هي أيضا قوى تجاذب كهربية بالإضافة إلى القوى التي تربط بين الجزيئات لتكون المواد الصلبة والسائلة.

Particle	Symbol	Charge	Mass
Proton	$p$	$1.6 \times 10^{-19}\text{C}$	$1.67 \times 10^{-27}\text{K}$
Neutron	$n$	0	$1.67 \times 10^{-27}\text{K}$
Electron	$e$	$-1.6 \times 10^{-19}\text{C}$	$1.67 \times 10^{-31}\text{K}$

# قانون كولوم *Coulomb's Law*

في عام (1785) استخدم العالم كولوم (Coulomb) ميزان اللي Torsion

(Balance) لحساب مقدار القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين (Point

charges)، حيث شحن كولوم كلتا الكرتين A و B بشحنتين متماثلتين ، وبتقريب

B من A تتحرك A مبتعدة وهذا يؤدي إلى دوران المحور الذي تتصل به A بزاوية

تعتمد على مقدار قوة التنافر بين A و B ،

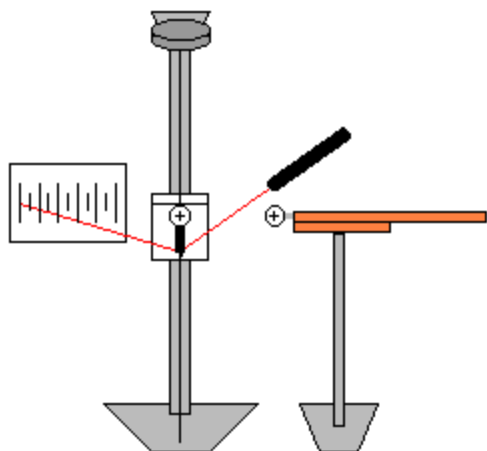
وبتغيير مقدار كل من الشحنتين و البعد بينهما توصل كولوم إلى العوامل التي يعتمد عليها مقدار القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين حيث وجد أنه :

• يتناسب طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين:

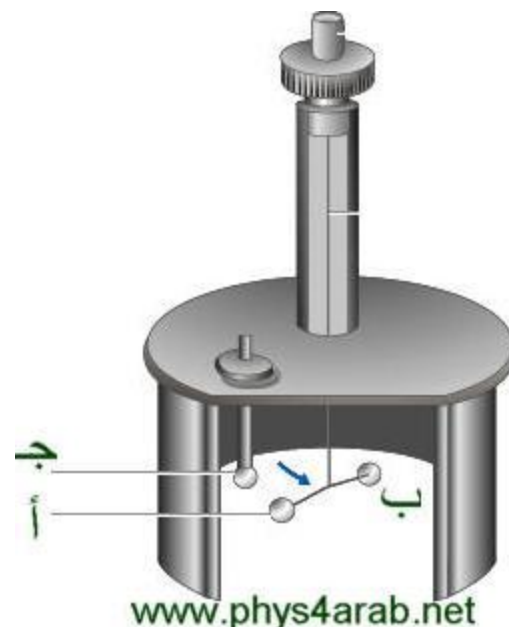
$$F \propto q_1 q_2$$

• يتناسب عكسياً مع مربع البعد بين الشحنتين:

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$



د. شذى الدغفق



# قانون كولوم Coulomb's Law

وعلى ذلك أمكن صياغة قانون كولوم بالعلاقة الرياضية التالية:

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \therefore F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

حيث  $K$  هو ثابت كولوم ، فإذا كان الوسط الذي توجد فيه الشحنتان فراغاً وكانت الوحدات المستخدمة دولية ، فإن قيمة الثابت تساوي :

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \quad K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12}} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$$

where  $\epsilon_0$  is known as the *Permittivity constant of free space*.

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$$

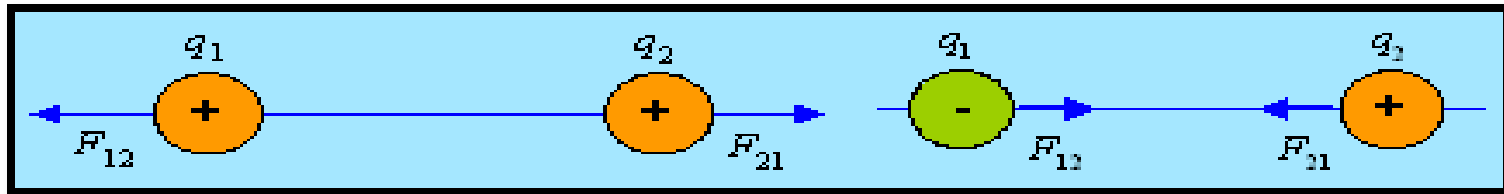
أما عن اتجاه القوة ، فتكون القوة قوة تجاذب إذا كانت الشحنتين مختلفتين و قوة تنافر إذا كانت الشحنتين متشابهتين .

د. شذى الدغفق

## Calculation of the electric force

القوى الكهربائية تكون ناتجة من تأثير شحنة على شحنة أخرى أو من تأثير توزيع معين لعدة شحنات على شحنة معينة  $q_1$  على سبيل المثال، ولحساب القوة الكهربائية المؤثرة على تلك الشحنة نتبع الخطوات التالية:-

### 2.2.1 Electric force between two electric charges



A

B

لحساب مقدار القوة المتبادلة نسمى الشحنة الأولى  $q_1$  والثانية  $q_2$ . فإن القوة المؤثرة على الشحنة  $q_1$  نتيجة الشحنة  $q_2$  تكتب  $F_{12}$  وتكون في اتجاه التنافر عن  $q_2$ . وتحسب مقدار القوة من قانون كولوم كالتالي

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

واتجاهها

$$F_{12} = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = F_{21}$$

مقدارها

كذلك الحال في الشكل B والذي يمثل شحنتين مختلفتين، حيث القوة المتبادلة قوة تجاذب *Attractive force*. وهنا أيضاً نتبع نفس الخطوات السابقة وتكون القوتان متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه أيضاً.

لاحظي اتجاه أسهم القوة على الرسم



مثال : احسبي قيمة الشحنتين المتساويتين عندما تتنافران عن بعضهما بقوة مقدارها 0.1N وهما على بعد 50cm.

**Example 1**

Calculate the value of two equal charges if they repel one another with a force of 0.1N when situated 50cm.

- **Solution**

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

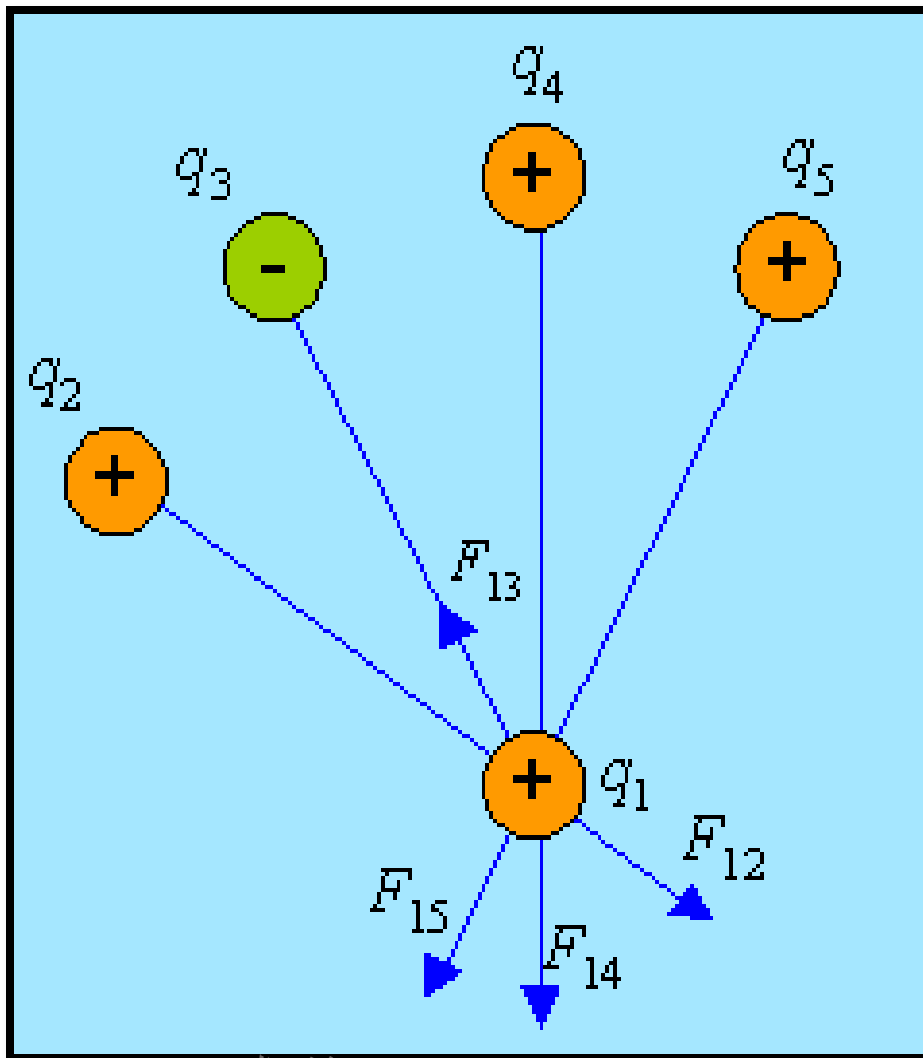
- **Since  $q_1 = q_2$**

$$0.1 = \frac{9 \times 10^9 \times q^2}{(0.5)^2}$$

$$q = 1.7 \times 10^{-6} \text{C} = 1.7 \mu\text{C}$$

وهذه هي قيمة الشحنة التي تجعل القوة المتبادلة تساوي 0.1N.

## 2.2.2 Electric force between more than two electric charges



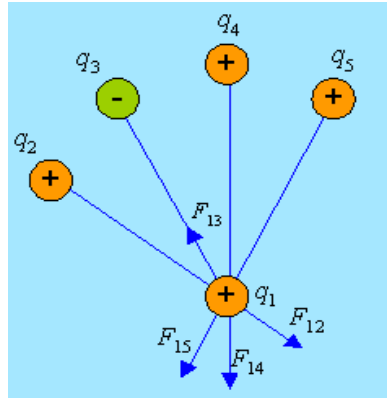
في حالة التعامل مع أكثر من شحنتين  
والمراد حساب القوى الكهربائية الكلية  
The resultant electric forces  
المؤثرة على شحنة  $q_1$  كما في الشكل  
فإن هذه القوة هي  $F_1$  وهي الجمع  
الاتجاهي لجميع القوى المتبادلة مع  
الشحنة  $q_1$  أي أن

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + \vec{F}_{15}$$

## ولحساب قيمة واتجاه $F_1$ نتبع الخطوات التالية:-

1. نحدد متجهات القوة المتبادلة مع الشحنة  $q_1$  على الشكل وذلك حسب إشارة الشحنات وللسهولة نعتبر أن الشحنة  $q_1$  قابلة للحركة وباقي الشحنات ثابتة.
2. نأخذ الشحنتين  $q_1$  و  $q_2$  أولاً حيث أن الشحنتين موجبتان. إذاً  $q_1$  تتحرك بعيداً عن الشحنة  $q_2$  وعلى امتداد الخط الواصل بينهما ويكون المتجه  $F_{12}$  هو اتجاه القوة المؤثرة على الشحنة  $q_1$  نتيجة الشحنة  $q_2$  وطول المتجه يتناسب مع مقدار القوة. وبالمثل نأخذ الشحنتين  $q_1$  و  $q_3$  ونحدد اتجاه القوة  $F_{13}$  ثم نحدد  $F_{14}$  وهكذا.
3. هنا نهمل القوى الكهربائية المتبادلة بين الشحنات  $q_2$  و  $q_3$  و  $q_4$  و  $q_5$  لأننا نحسب القوى المؤثرة على  $q_1$ .

4. لحساب مقدار متجهات القوة كل على حده نعوض في قانون كولوم كالتالي:-



$$F_{12} = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F_{13} = K \frac{q_1 q_3}{r^2}$$

$$F_{14} = K \frac{q_1 q_4}{r^2}$$

5. تكون محصلة هذه القوى هي  $F_1$  ولكن كما هو واضح على الشكل فإن خط عمل القوى مختلف ولذلك نستخدم طريقة تحليل المتجهات إلى مركبتين كما يلي

$$F_{1x} = F_{12x} + F_{13x} + F_{14x}$$

$$F_{1y} = F_{12y} + F_{13y} + F_{14y}$$

6. مقدار محصلة القوى

واتجاهها

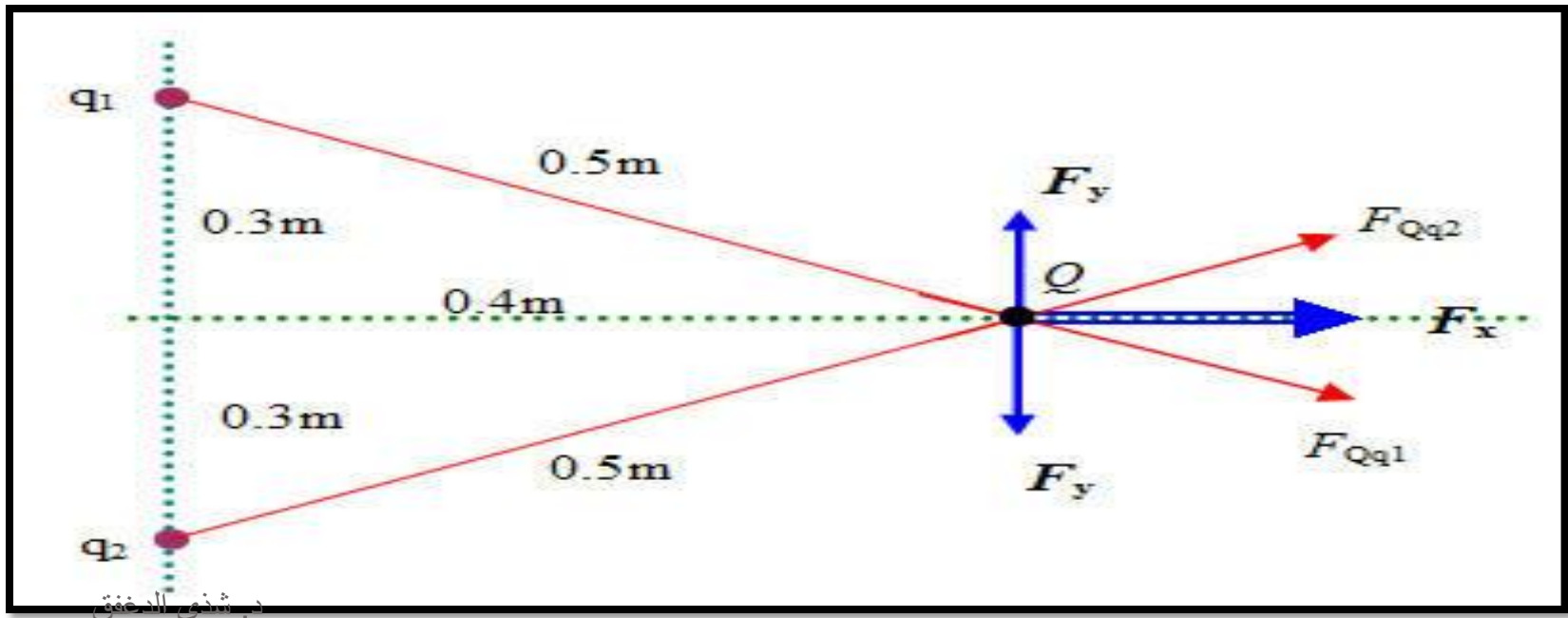
$$\theta = \tan^{-1} \frac{F_y}{F_x}$$

$$F_1 = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$$

## مسائل على قانون كولوم

في الشكل ، شحنتين موجبتين متساويتين ،  $q=2 \times 10^{-6} \text{C}$  ، تؤثران على شحنة ثالثة.  $Q=4 \times 10^{-6} \text{C}$  ، أوجد محصلة القوى المؤثرة على الشحنة الثالثة واتجاهها .

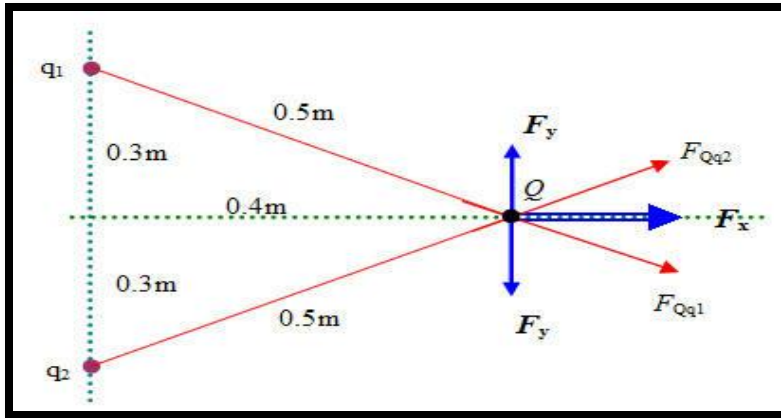
1- In figure, two equal positive charges  $q=2 \times 10^{-6} \text{C}$  interact with a third charge  $Q=4 \times 10^{-6} \text{C}$ . Find the magnitude and direction of the resultant force on  $Q$ .



إيجاد محصلة القوى الكهربائية المؤثرة على الشحنة  $Q$  نطبق قانون كولوم لحساب مقدار القوة التي تؤثر بها كل شحنة على الشحنة  $Q$ . وبما أن الشحنتين  $q_1$  و  $q_2$  متساويتان وتبعدان نفس المسافة عن الشحنة  $Q$  فإن القوتين متساويتان في مقدار وقيمة القوة

$$F_{Qq_1} = K \frac{qQ}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(4 \times 10^{-6})(2 \times 10^{-6})}{(0.5)^2} = 0.29 N = F_{Qq_2}$$

بتحليل متجه القوة إلى مركبتين ينتج:



$$F_x = F \cos \theta = 0.29 \left( \frac{0.4}{0.5} \right) = 0.23 N$$

$$F_y = -F \sin \theta = -0.29 \left( \frac{0.3}{0.5} \right) = -0.17 N$$

وبالمثل يمكن إيجاد القوة المتبادلة بين الشحنتين  $Q$  و  $q_2$  وهي  $F_{Qq_2}$  وبالتحليل الاتجاهي نلاحظ أن مركبتي  $y$  متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 2 \times 0.23 = 0.46 \text{ N} \\ \sum F_y &= 0\end{aligned}$$

وبهذا فإن مقدار القوة المحصلة هي  $0.46 \text{ N}$  واتجاهها في اتجاه محور  $x$  الموجب.