قانون كولوم (Coulombs Law)

صاغ العالم الفرنسي شارلس كولوم قانوناً مهماً في الكهرباء الساكنة ينص على:

القوة الكهروستاتيكية (F) بين شحنتين نقطيتين (q_1) و (q_2) تتناسب طردياً مع حاصل ضرب قيمة كل من الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة (r) بينهما أي:

$$\vec{F} \alpha \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

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

q_1 : مقدار الشحنة الأولى (بالكولوم (C)) .

q_2 : مقدار الشحنة الثانية (بالكولوم (C)) .

r^2 : مربع المسافة بين مركزي الشحنتين (بالمتر المربع m^2)

القوة بين الشحنتين يمكن أن تكون قوة تنافر إذا تشابهت الشحنات، ويمكن أن تكون قوة تجاذب إذا كانت الشحنتان مختلفتين.

وان (k) مقدار ثابت يعتمد على نوع الوسط الذي يفصل بين الشحنتين وكذلك على نوع الوحدات المستخدمة، ويكتب هذا الثابت كثيراً بالصورة:

$$\boldsymbol{k = \frac{1}{4\pi\varepsilon}}$$

حيث (ε) هي سماحية الوسط الفاصل بين الشحنتين، وتعرف بأنها مقدرة الوسط على تخزين الشحنة. وفي حالة الفراغ (الهواء) فإن سماحيته ($\boldsymbol{\varepsilon_0}$) تساوي:

$$\boldsymbol{\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \; F/m}$$

وعليه فإن قيمة ثابت كولوم (k) هي:

$$\boldsymbol{9 \times 10^9 \; N.m^2/C^2}$$

مثال/ شحنتان نقطيتان البعد بينهما (30 cm) ، مقدار الشحنة الأولى ($+3\mu C$) ومقدار الشحنة الثانية ($+6\mu C$) ، أوجد مقدار القوة الكهربائية الناشئة بينهما ؟ وما نوعها ؟

الحل/

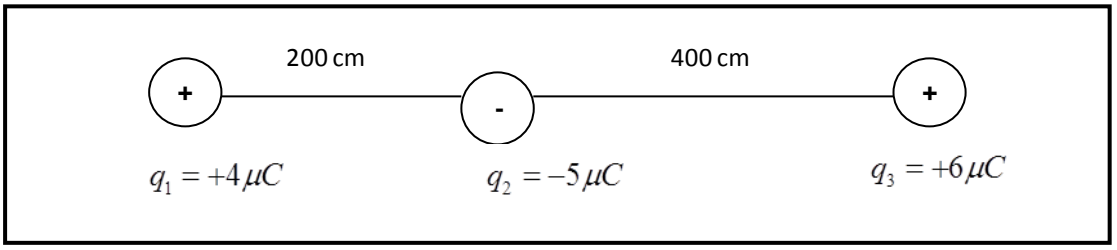
$$\vec{F} = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$\vec{F} = (9x10^{9}).\frac{(+3x10^{-6})(+6x10^{-6})}{(0.3)^2}$$

$$\boxed{\vec{F} = +1.8N}$$

و الإشارة الموجبة تشير إلى أن نوع القوة الناشئة بين الشحنتين هي (**قوة تنافر**).

مثال/ أوجد مقدار محصلة القوة المؤثرة على مركز الشحنة ($q_2 = -5\mu C$) المرسومة في الشكل التالي :



الحل/

١- نحسب مقدار القوة الناشئة بين الشحنة الأولى والشحنة الثانية :

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

$$\vec{F}_{1,2} = k.\frac{q_1 q_2}{r_{1,2}^{\ 2}}$$

$$\vec{F}_{1,2} = (9x10^{9}).\frac{(+4x10^{-6})(-5x10^{-6})}{(200x10^{-2})^2}$$

$$\boxed{\vec{F}_{1,2} = -0.0450N}$$

و الإشارة السالبة تشير إلى أن نوع القوة بين الشحنتين هي (**قوة تجاذب**).

٢- نحسب مقدار القوة الناشئة بين الشحنة الثالثة والشحنة الثانية :

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

$$\vec{F}_{3,2} = k.\frac{q_3 q_2}{r_{3,2}^{\ 2}}$$

$$\vec{F}_{3,2} = (9x10^{9}).\frac{(+6x10^{-6})(-5x10^{-6})}{(400x10^{-2})^2}$$

$$\boxed{\vec{F}_{3,2} = -0.0169N}$$

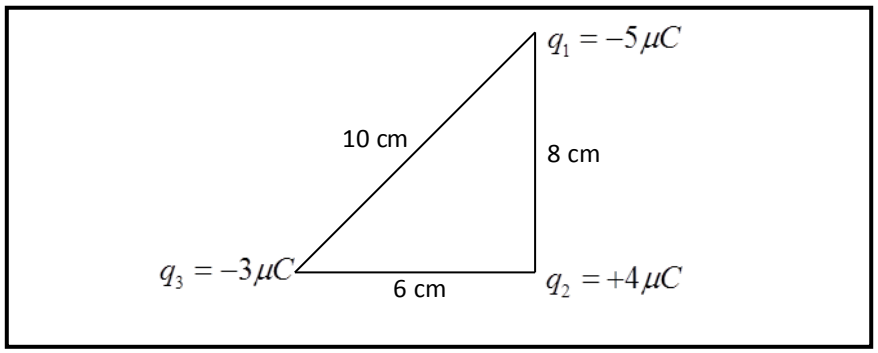
و الإشارة السالبة تشير إلى أن نوع القوة بين الشحنتين هي (**قوة تجاذب**).

إذن القوة الكلية المؤثرة على مركز الشحنة الثانية بواسطة القوتين المتعاكستين في الإتجاه هي (بدون إستخدام إشارات الشحنات الكهربائية لأننا نريد مقدار القوة فقط) :

$$\vec{F}_{Total} = \vec{F}_{1,2} - \vec{F}_{3,2}$$

$$\vec{F}_{Total} = (0.0450) - (0.0169) \boxed{\Rightarrow \vec{F}_{\ Total} = 0.0281N}$$

مثال/ إحسب مقدار واتجاه محصلة القوى المؤثرة على الشحنة ($q_2 = +4\mu C$) الموضّحة في الشكل الآتي :



الحل/

١- نحسب مقدار القوة الناشئة بين الشحنة الأولى والشحنة الثانية :

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

$$\vec{F}_{1,2} = k.\frac{q_1 q_2}{r_{1,2}^{\ 2}}$$

$$\vec{F}_{1,2} = (9x10^{9}).\frac{(-5x10^{-6})(+4x10^{-6})}{(8x10^{-2})^2} \boxed{\Rightarrow \vec{F}_{1,2} = -28.125N}$$

وإتجاهها من الشحنة الثانية (الموجبة) إلى الشحنة الأولى (السالبة) ، و الإشارة السالبة تشير إلى أن نوع القوة بين الشحنتين هي (**قوة تجاذب**).

٢- نحسب مقدار القوة الناشئة بين الشحنة الثالثة والشحنة الثانية :

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

$$\vec{F}_{3,2} = k.\frac{q_3 q_2}{r_{3,2}^{\ 2}}$$

$$\vec{F}_{3,2} = (9x10^{9}).\frac{(-3x10^{-6})(+4x10^{-6})}{(6x10^{-2})^2}$$

$$\boxed{\vec{F}_{3,2} = -30N}$$

واتجاهها من الشحنة الثانية (الموجبة) إلى الشحنة الثالثة (السالبة) ، و الإشارة السالبة تشير إلى أن نوع القوة بين الشحنتين هي (**قوة تجاذب**).

لإيجاد مقدار محصلة القوى المؤثرة على الشحنة ($q_2 = +4\mu C$) ، يلاحظ أن القوتين تؤثران في اتجاهين متعامدين ، أي أن :

$$R = \sqrt{(\vec{F}_{1,2})^2 + (\vec{F}_{3,2})^2}$$

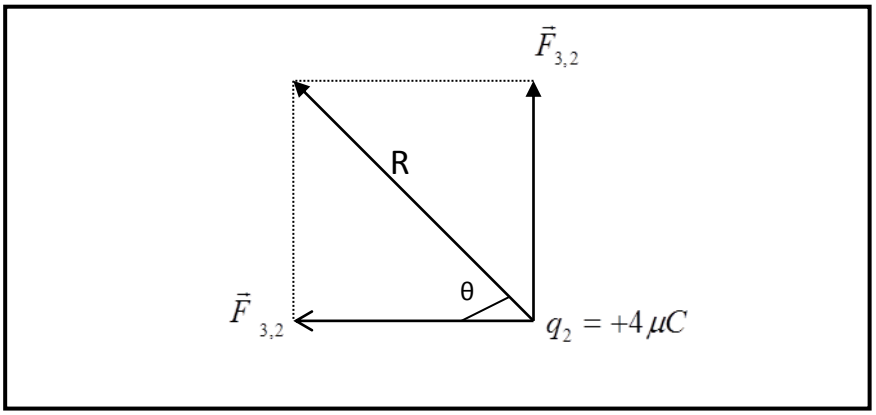
$$R = \sqrt{(28.125)^2 + (30)^2}$$

$$\boxed{R = 41.1N}$$

أما اتجاه محصلة القوى المؤثرة على الشحنة ($q_2 = +4\mu C$) :

$$\tan\theta = \frac{\vec{F}_{1,2}}{\vec{F}_{3,2}} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{\vec{F}_{1,2}}{\vec{F}_{3,2}}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{(28.125)}{(30)} \boxed{\Rightarrow \theta = 43.152^\circ}$$



المصادر

١- اساسيات الكهربائية والمغناطيسية ، تأليف يحيى عبد الحميد الحاج علي / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة الموصل ١٩٩٦
٢- الكهربائية والمغناطيسية ، تأليف يحيى عبد الحميد الحاج علي / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة الموصل.
٣- الكهربائية والمغناطيسية ، تأليف ابراهيم ناصر ابراهيم علي /الجزء الثاني/ وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة بغداد ١٩٨٦