

# تمارين على قانون كولوم وشدة المجال الكهربائي

أعداد: أ. مراد البلوشي

## تمرين 1

مثال 2:

ذرتي غبار يتبادلان قوة مقدارها  $3.2 \times 10^{-2} \text{ N}$  بينهما. كم سيكون مقدار القوة المتبادل بينهما إذا اقتربا من بعضهما و أصبحت المسافة بينهما ثمن ( $\frac{1}{8}$ ) المسافة السابقة ؟

بما ان مقدار القوة المتبادل بين الشحنتين يتناسب تناسبا عكسيا مع مربع المسافة بينهما،  $F \propto \frac{1}{r^2}$ ، وبما ان المسافة بينهما الان

قلت الى الثمن  $1/8$  في هذه الحالة يتم ضرب مقدار القوة السابقة بـ 64 ليكون مقدار القوة المتبادل بينهما الان هو :

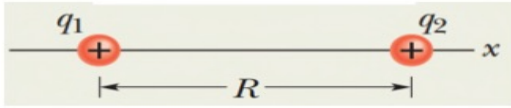
$$F = 64F_0 = 64(3.2 \times 10^{-2} \text{ N}) = \boxed{2.0 \text{ N}}$$

سؤال متقدم:

## تمرين 2

1- شحنتان كهربائيتان موضوعتان كما هو موضح في الشكل، اذا علمت ان  $q_1 = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$  و  $q_2 = 3.20 \times 10^{-19} \text{ C}$  والمسافة بينهما  $R = 2 \text{ cm} (0.0200 \text{ m})$

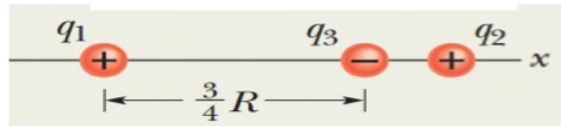
أولا: ما هو مقدار واتجاه القوة المؤثرة على الشحنة 1 من الشحنة 2 ؟



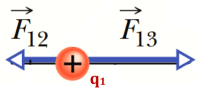
$$F_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{R^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(3.20 \times 10^{-19} \text{ C})}{(0.0200 \text{ m})^2} = 1.15 \times 10^{-24} \text{ N}$$

## تمرين 3

2- تم وضع شحنة ثالثة مقدارها  $q_3 = -3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$  في نفس الخط  $x$ -axis بين الشحنتين 1 و 2 في المسافة الموضحة في الشكل. ما هو مقدار القوة الكهربائية الجديدة الان المؤثرة على الشحنة  $q_1$  من الشحنتين 2 و 3 ؟



وبالتالي فإن محصلة القوى المؤثرة على الشحنة  $q_1$  هي :



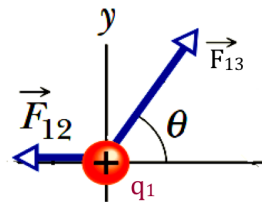
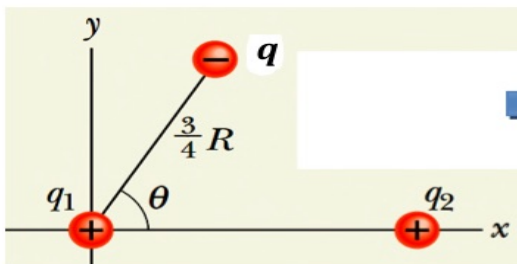
$$F_1 = F_{13} - F_{12} = 2.05 \times 10^{-24} - 1.15 \times 10^{-24} = 9 \times 10^{-25} \text{ N}$$

وبما ان محصلة القوتين موجبة القيمة فإن اتجاه القوة المحصلة يكون الى اليمين  $\theta = 0^\circ$ .

$$F_{13} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_3|}{(\frac{3}{4}R)^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(3.20 \times 10^{-19} \text{ C})}{(\frac{3}{4} \cdot 0.0200 \text{ m})^2} = 2.05 \times 10^{-24} \text{ N}$$

## تمرين 4

3- اذا تم وضع الشحنة  $q_3 (-3.2 \times 10^{-19} \text{ C})$  على ارتفاع يميل بزاوية  $60^\circ$  من المحور  $x$  الاقي كما هو موضح في الرسم. احسب محصلة القوى المؤثرة على الشحنة  $q_1$  من كلا الشحنتين  $q_2$  و  $q_3$  مع العلم بأن  $(q_1 = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, q_2 = +3.2 \times 10^{-19} \text{ C})$  ؟؟



وبالتالي فإن المحصلة النهائية للقوى تساوي :

الحل : من الحل السابق تم الوصول الى  $F_{12} = 1.15 \times 10^{-24} \text{ N}$ ,  $F_{13} = 2.05 \times 10^{-24} \text{ N}$ ، ومن اجل ايجاد محصلة هاتين

القوتين على الشحنة 1 بوجود الزاوية  $60^\circ$ ، يجب إسقاط القوى المؤثرة على المحورين  $X$  و  $Y$  كالتالي :

$$\sum F_x = F_{13} \cos 60 - F_{12} = 2.05 \times 10^{-24} \cos 60 - 1.15 \times 10^{-24} = -1.25 \times 10^{-25} \text{ N (in the x-axis)}$$

$$\sum F_y = F_{13} \sin 60 - 0 = 2.05 \times 10^{-24} \sin 60 = 1.78 \times 10^{-24} \text{ N (in the y-axis)}$$

$$F = \sqrt{(1.25 \times 10^{-25})^2 + (1.78 \times 10^{-24})^2} = 1.78 \times 10^{-24} \text{ N}$$

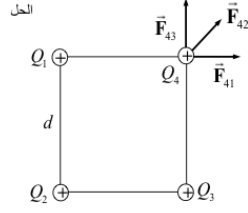
$$\theta = \tan^{-1} \frac{F_y}{F_x} = \tan^{-1} \frac{1.78 \times 10^{-24}}{-1.25 \times 10^{-25}} \approx -86^\circ$$

ومائلة بزاوية

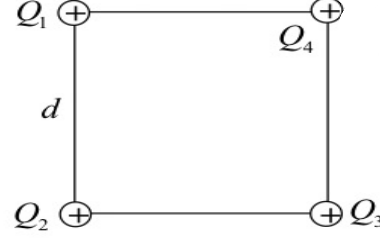
## تمرين 5

مثال 5 :

احسب محصلة القوى المؤثرة على الشحنة  $Q_4$  الموضوع في الزاوية اليمنى في أعلى مربع، وذلك باستخدام قوانين التماثل في الشكل الهندسي. القوة في الزاوية اليمنى العليا للمربع هي محصلة القوى الكهربائية المؤثرة من الثلاث شحنات المتواجدة في الثلاث زوايا الأخرى، كما هو موضح في الشكل، اعتبر  $d$  تمثل طول ضلع المربع الذي يبلغ  $0.10 \text{ m}$  و الشحنة  $Q$  يبلغ مقدارها  $6.00 \text{ mC}$  في كل زاوية .



الحل



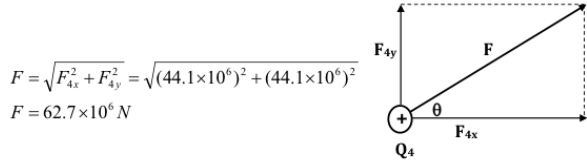
$$F_{41x} = K \frac{Q^2}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(6 \times 10^{-3})^2}{0.1^2} = 32.4 \times 10^6 \text{ N}, \quad F_{41y} = 0 \text{ N}$$

$$F_{43y} = K \frac{Q^2}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(6 \times 10^{-3})^2}{0.1^2} = 32.4 \times 10^6 \text{ N}, \quad F_{43x} = 0 \text{ N}$$

$$F_{42x} = K \frac{Q^2}{r^2} \cos 45 = 9 \times 10^9 \frac{(6 \times 10^{-3})^2}{0.14^2} \cos 45 = 11.7 \times 10^6 \text{ N} = F_{42y}, (\cos 45 = \sin 45)$$

بجمع المركبتين السينية X و الصادية Y وبملاحظة ان  $F_{42x} = F_{42y}$  و باقي ينتج :

$$F_{4x} = F_{41x} + F_{42x} + F_{43x} = 32.4 \times 10^6 + 11.7 \times 10^6 + 0 = 44.1 \times 10^6 \text{ N} = F_{4y}$$



$$F = \sqrt{F_{4x}^2 + F_{4y}^2} = \sqrt{(44.1 \times 10^6)^2 + (44.1 \times 10^6)^2}$$

$$F = 62.7 \times 10^6 \text{ N}$$

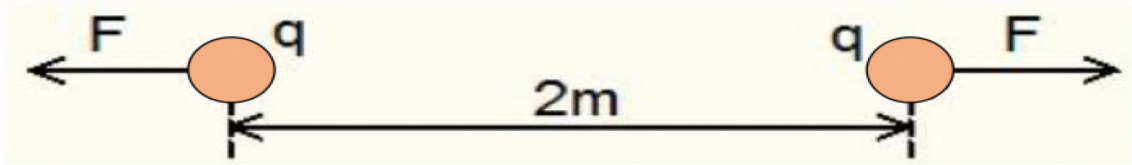
$$\theta = \tan^{-1} \frac{F_{4y}}{F_{4x}} = 45^\circ$$

above the x-direction.

## تمرين 6

مثال: قطعتان نقديتان مصنوعتان من النحاس، يحتوي كل منهما على  $3 \times 10^{22}$  ذرة من النحاس، وضعتا على مسافة  $2 \text{ m}$  من بعضهما البعض. قيس قوة التنافر بينهما فوجدت انها تساوي  $0.03 \text{ N}$ . أحسب التالي :

(1) قيمة الشحنة التي تتواجد في كل قطعة.



الحل :

(1)

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

في حال تساوي الشحنات

$$F = K \frac{q^2}{r^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{Fr^2}{K}} = \sqrt{\frac{0.03 \times 2^2}{9 \times 10^9}}$$

$$= 3.65 \times 10^{-6} \text{ C} = 3.65 \mu\text{C}$$

## تمرين 7

مثال: أحسب مقدار شدة المجال الكهربائي في النقطة P الموضحة في الشكل والتي تبعد مسافة  $10.0 \text{ cm}$  عن شحنة مقدارها  $+6.0 \mu\text{C}$  و مسافة  $40.0 \text{ cm}$  عن شحنة مقدارها  $-8.0 \mu\text{C}$ .



أولا مقدار المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة  $+6.0 \mu\text{C}$  يساوي :

$$(E_{+6.0 \mu\text{C}}) = k_e (q)/r^2$$

$$= (9 \times 10^9)(6 \times 10^{-6})/(0.1)^2$$

$$= 54.0 \times 10^5 \text{ N/C}$$

ثانيا مقدار المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة  $-8.0 \mu\text{C}$  يساوي :

$$(E_{-8.0 \mu\text{C}}) = (9 \times 10^9)(8 \times 10^{-6})/(0.4)^2$$

$$= 4.5 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$E = 54.0 \times 10^5 + 4.5 \times 10^5 = 58.5 \times 10^5 \text{ N/C}$$