تمرينات

لاحظ أن جواب كل من هذه التمرينات (وكذلك تمرينات الفصول الأخرى) قد حصر بين قوسين في نهاية التمرين . وأن تسلسل الأجوبة للتمرينات المتضمنة أكثر من اجابة واحدة هو من اليسار الى اليمين .

١-١ تصور أن دقيقتي ألفا *alpha - particles* تواجدتا على بعد قدره ($10^{-13}\ m$) ما مقدار القوة التي تؤثر بها احدى الدقيقتين على الاخرى ؟ علما بأن دقيقة الفا تتكون من نيوترونين وبروتونين

($0.092\ N$)

١-٢ جسمان صغيران يحملان شحنتين مقدارهما ($+100\ \mu C$) و ($400\ \mu C$) وضعا على بعد ($6\ cm$) في أي نقط على الخط الواصل بينهما يجب ان يوضع جسم صغير آخر يحمل شحنة مقدارها q بحيث تكون القوة المؤثرة على هذه الشحنة صفرا ؟

١-٣ كرة معدنية صغيرة تحمل شحنة مقدارها ($+2\ C$) وضعت على بعد ($20\ cm$) من كرة معدنية تحمل شحنة مقدار ($-1\ C$). ففي أية نقطة يجب أن توضع كرة أخرى مشحونة على استقامة الخط الواصل بين الشحنتين . بحيث تكون القوة المؤثرة عليها صفرا ؟

(وراء الشحنة الصغيرة بمسافة ($0.48m$))

مسائل محلولة

١-٤ كرتان معدنيتان تحملان شحنتين مقدارهما ($+2\ \mu C$), ($-4.4\ \mu C$) . جلبت احداهما لكي تلامس الاخرى . ثم وضعتا على مسافة قدرها ($6\ cm$) . ما مقدار القوة الكهروستاتيكية العاملة بينهما ؟ وهل هي قوة تنافر أم قوة تجاذب ؟

($3.6\ N$ تنافر)

١-٥ تتكون جزيئة كلوريد الصوديوم من أيون الصوديوم الذي يحتوي على شحنة موجبة مقدارها ($1.6 \times 10^{-13}\ \mu C$) . وأيون الكلور الذي يحتوي على شحنة سالبة بنفس المقدار . فاذا كانت المسافة بين الايونين ($1 \times 10^{-10}\ m$). فما مقدار التجاذب بينهما ؟

($23 \times 10^{-9}\ N$)

١-٦ وضعت ثلاث شحنات نقطية ، مقدار كل منها q كولوم) على رؤوس مثلث متساوي الاضلاع . أحسب القوة التي تؤثر على كل شحنة اذا علمت أن طول ضلع المثلث يساوي ($10\ cm$).

($15.6 \times 10^{7}\ q^2\ N$)

١-٧ أ- وضعت أربع شحنات نقطية مقدار كل منها (q كولوم) على رؤوس مربع طول ضلعه ($0.2\ m$) . جد القوة التي تؤثر على شحنة نقطية مقدارها $2q$ موضوعة في مركز المربع

ب- كم يصبح مقدار القوة فيما اذا أزيلت احدى الشحنات الاربع ؟

($F = 0 . F = 9 \times 10^{13} q^2 N$)

١-٨ كرتان صغيرتان كتلة كل منهما ($10\,g$) علقتا من نقطة واحدة بواسطة خيطين من الحرير طول كل منهما متر واحد . فاذا شحنت كل من الكرتين بشحنة موجبة متساوية وحدث التنافر بين الكرتين بحيث أصبحت الزاوية بين الخيطين (8^{-}). احسب مقدار شحنة كل من الكرتين .

$12 \times 10^{-8} C$

١-٩ أثبتت تجارب رذرفورد أن قانون كولوم يصح تطبيقه للمسافات الصغيرة لحد ($10^{-12}\ cm$). فاذا كانت نواة ذرة الذهب تحتوي على 118 نيوترون و 79 بروتون وكانت نواة الهيليوم (دقيقة الفا) تحتوي على نيوترونين وبروتونين . أحسب

أ- قوة التنافر بين نواة الذهب ونواة الهيليوم عندما تكون المسافة بينهما ($10^{-12}\ cm$)

ب- تعجيل نواة الهيليوم عند هذه المسافة .

١-١٠ ثلاث كرات صغيرة كتلة كل منها ($10\,g$) معلقة من نقطة واحدة بثلاثة خيوط من الحرير طول كل منها متر واحد . شحنت الكرات بشحنات متساوية فتنافرت وشكلت مثلثاً متساوي الأضلاع طول ضلعه ($10\ cm$) . أحسب مقدار شحنة كل من الكرات الثلاث .

($6 \times 10^{-8}\ C$)

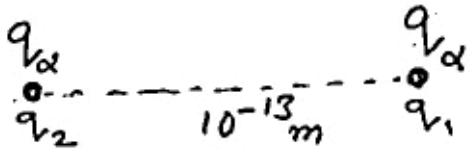
١-١١ مكعب طول ضلعه (l متر) . وضعت شحنة نقطية مقدارها (q كولوم) في كل رأس من رؤوس المكعب الثمانية . جد مقدار محصلة القوى المؤثرة على أي من هذه الشحنات . ماهو اتجاه المحصلة ؟.

($2.95 \times 10^{-10} \frac{q^2}{d^2}$ وبأتجاه قطر المكعب)

(١-١) ان دقيقة α هي نواة ذرة الهيليوم وتتكون من بروتونين ونيوترونين
∴ الشحنة التي تحملها كل دقيقة من دقائق α هي

$$q_\alpha = 2e$$

$$q_\alpha = 2e = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} C = 3.2 \times 10^{-19} C$$



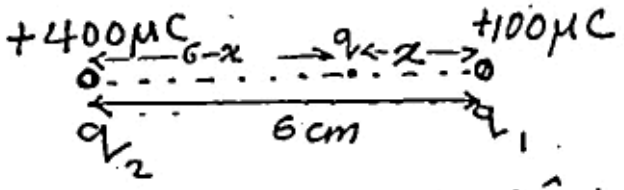
$$\because F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

$$\therefore F = k \frac{q_\alpha q_\alpha}{r^2} = k \frac{q_\alpha^2}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2} \times \frac{(3.2 \times 10^{-19} C)^2}{(10^{-13})^2 m^2}$$

$$= 92.16 \times 10^{-3} N = 0.0921 N$$

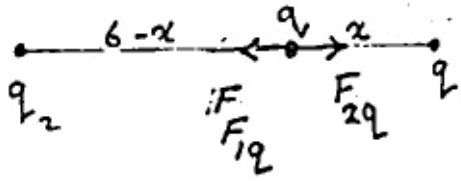
(٢-١)



الحل :-

نفرض ان الجسم وضع على بعد x من الشحنة q_1

الخطط يوضح اتجاهات القوة التي تؤثر بها الشحنتين q_1 و q_2 على q



$$F_{1q} = k \left| \frac{q_1 q}{r^2} \right| = k \frac{q_1 q}{x^2}$$

$$F_{2q} = k \left| \frac{q_2 q}{r^2} \right| = k \frac{q_2 q}{(6-x)^2}$$

لكي تكون القوة المؤثرة على الجسم صفر يجب ان تكون

$$F_{1q} = F_{2q}$$

اي

$$k \frac{q_1 q}{x^2} = k \frac{q_2 q}{(6-x)^2}$$

$$\text{or } \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(6-x)^2}$$

$$\frac{100}{x^2} = \frac{400}{(6-x)^2}$$

$$4x^2 = (36 - 12x + x^2)$$

$$\Rightarrow (x+6)(x-2) = 0$$

$$x - 2 = 0$$

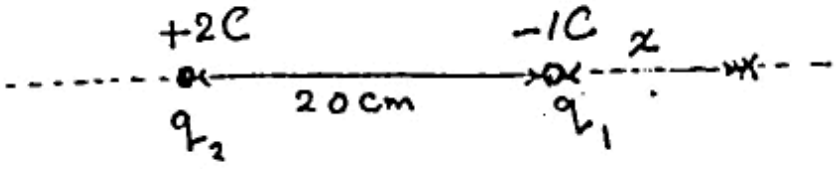
$$x = 2 \text{ cm}$$

ويجب ان يوضع الجسم على بعد 2 cm من الشحنة الصغيرة

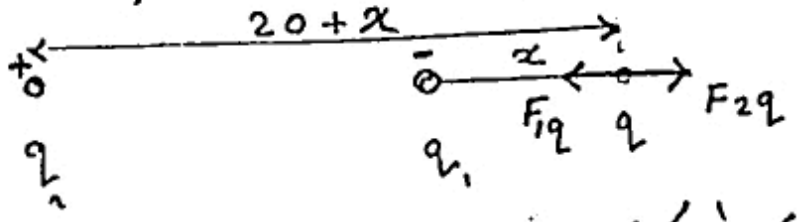
$$x = -6 \text{ cm}$$

(٢-١) الحل

هندسياً نلاحظ ان الجسيم يجب ان يوضع وراء الشحنة الصغيرة



نفرض ان الكرة المشحونة تقع على استقامة الخط الواصل بين الشحنتين وبعيداً عن الشحنة q_1 وعلى بعد x



لكي تكون القوة المؤثرة على الكرة المشحونة صفر يجب ان تكون $F_{1q} = F_{2q}$ بالمقدار لأنها متعاكسة بالاتجاه

$$\Rightarrow k\frac{q_1 q}{x^2} = k\frac{q_2 q}{(20+x)^2}$$

$$\text{or } \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(20+x)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1C}{x^2} = \frac{2C}{(20+x)^2}$$

$$\Rightarrow x^2 - 40x - 400 = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{40 \pm \sqrt{1600-(4\times1\times-400)}}{2}$$

$$= \frac{40 \pm \sqrt{3200}}{2}$$

$$= \frac{40 \pm 56.5}{2}$$

$$\therefore x = \frac{96.5}{2} = 48.28\ cm = 0.48\ m$$

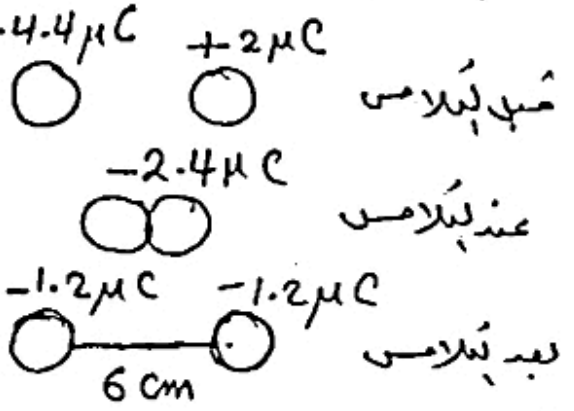
$$\text{or } x = -\frac{16.5}{2}$$ مرفوض

(٤-١) الحل

يجب الانتباه إلى أن الكرتان متماثلتان أي موصلتان وبذلك يمكن للشحنات أن تنتقل من خلالها بسهولة.

لذا عندما تلامس الكرتان فإنه جزء من الشحنة السالبة سوف يعادل الشحنة الموجبة وما يتبقى من شحنة سالبة سيتوزع على الكرتين بالتساوي لونهما مما ثلثانت.

ولكون الشحنة الباقية عليهما هي الشحنة السالبة فإنهما سوف تتنافران



الشحنة على كل كرة بعد التلامس تساوي

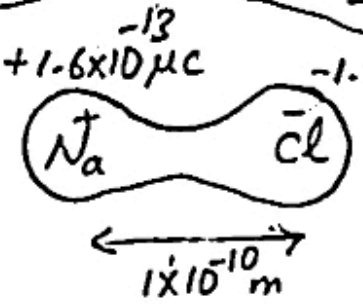
$$q = -1.2\mu C$$

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

$$= k\frac{q^2}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{(1.2\times10^{-6}C)^2}{(6\times10^{-2}m)^2}$$

$$= 0.36\times10\ N = 3.6\ N$$

(٥-١)

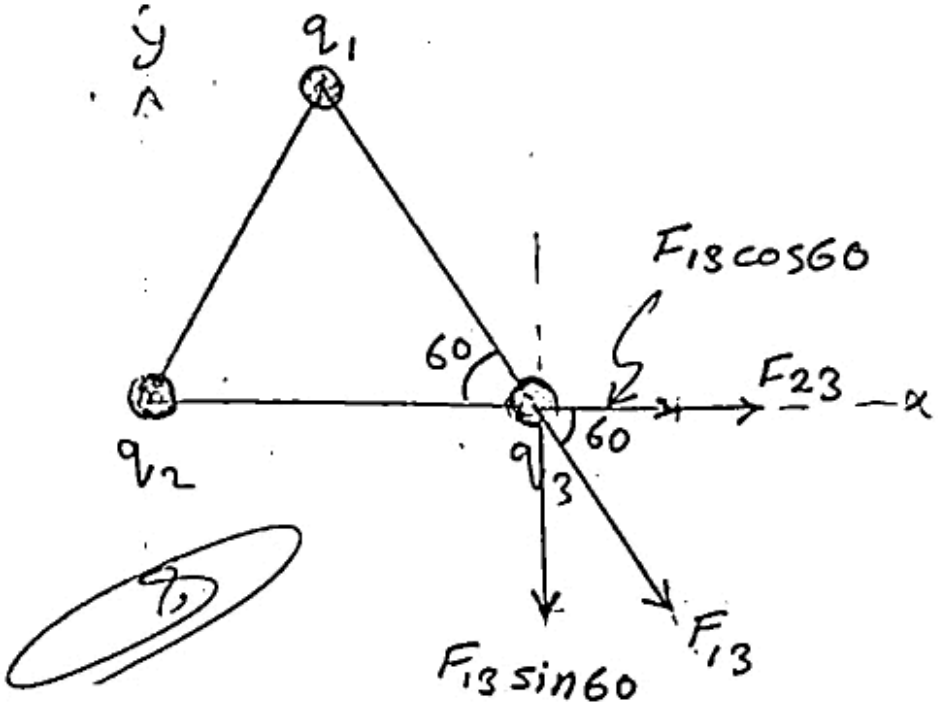


$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$= 9\times10^9 \times \frac{(1.6\times10^{-19}C)^2}{(1\times10^{-10}m)^2}$$

$$= 23.04\times10^{-9}\ N$$

(٦-١)



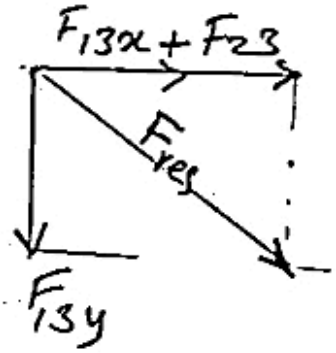
الشكل يوضح أن القوة التي تؤثر على q_3 هي F_{13} القوة التي تؤثر بها الشحنة q_1 على الشحنة q_3 القوة التي تؤثر بها الشحنة 2 على الشحنة q_3 F_{23} تقع على امتداد المحور x F_{13} يمكن أن تحلل إلى مركباتها

$\therefore F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}$ قانون كولوم

$\because q_1 = q_2 = q_3 = q$

$\Rightarrow F_{13} = F_{23} = k\frac{q^2}{(0.1m)^2} = k\frac{q^2}{0.01m^2}$ بالتعويض

$= k\frac{q^2}{0.01}$ مركبتا F_{13} التي في اتجاه x



$F_{13x} = F_{13}\cos 60 = k\frac{q^2}{0.01} \times \frac{1}{2}$

$F_{13y} = F_{13}\sin 60 = k\frac{q^2}{0.01} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\sum F_x = F_{23} + F_{13x}$

$= \frac{kq^2}{0.01} + \frac{1}{2}\frac{kq^2}{0.01}$

$= \frac{3}{2}\frac{kq^2}{0.01}$

$\sum F_y = F_{13y} = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{kq^2}{0.01}$

F_{res} محصلة القوة

$F_{res} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

$F_{res} = \sqrt{\left(\frac{3}{2}\frac{kq^2}{0.01}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{kq^2}{0.01}\right)^2}$

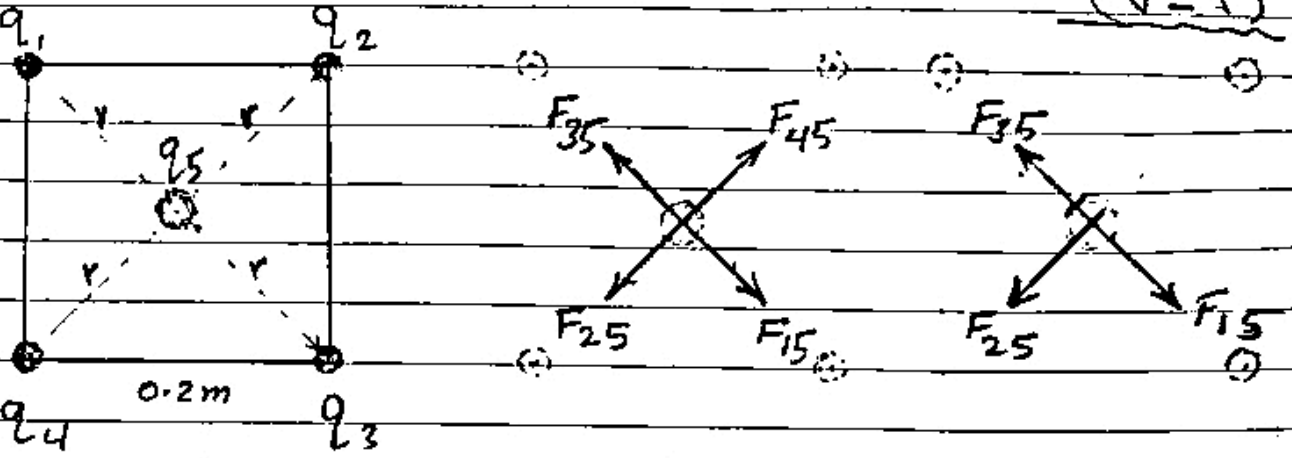
$= \sqrt{\frac{12}{4}\left(\frac{kq^2}{0.01}\right)^2}$

$= 15.6 \times 10^{11} \times q^2$

القوة التي تؤثر على كل شحنة

→

(٧-١)



(1) (2) (3)

الحل (a)

مركز المربع هو نقطة تقاطع قطريه وان قطر المربع يضيف اضعاف بكفر وعلى فرض ان قطر المربع يساوي (2r)

∴ الشحنة q_5 تبعد مسافات متساوية (r) عن الشحنات في رؤوس المربع

و F_{15} و F_{25} و F_{35} و F_{45} هي القوة التي تؤثر بها الشحنات q_1 و q_2 و q_3 و q_4 على الشحنة المركزية q_5 على التوالي

∴ $F = k\frac{qq'}{r^2}\hat{r}$ قانون كولوم

$$\Rightarrow F_{15} = F_{25} = F_{35} = F_{45} = k\frac{q(2q)}{r^2} = \frac{2kq^2}{r^2}$$ بالمقدار فقط

الشكل (2) يوضح تأثير كل قوة على شحنة المركز

و ∴ $(F_{45}$ و $F_{25})$ وكذلك $(F_{35}$ و $F_{15})$ متساويان ومتعاكسان على خط العمل نفسه لذا فان محصلة كل منهما تساوي صفر

اي ان (مجموع القوى) $F_{res} = \vec{F_{15}} + \vec{F_{25}} + \vec{F_{35}} + \vec{F_{45}} = 0$

⇐ محصلة القوة على شحنة المركز بتأثير شحنات رؤوس المربع تساوي صفر

∴ (b) في حالة رفع احد الشحنات ولتكن q_4 على سبيل الفرض فان القوى المؤثرة على شحنة المركز تقتصر على كل من F_{15} و F_{25} و F_{35} فقط وكما موضح بالشكل (3)

∴ $F_{35} = F_{15}$ بالمقدار وتعاكسهما بالاتجاه لذا فانهما F_{15} تلغي تأثير F_{35} وتبقى القوة المؤثرة الوحيدة على شحنة المركز هي F_{25} كالاتي

$$F_{25} = k\frac{q(2q)}{r^2} = \frac{2kq^2}{r^2}$$

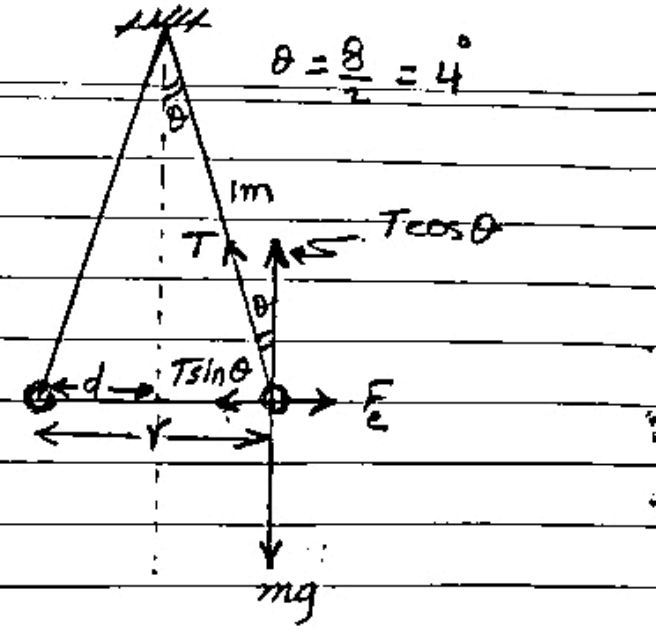
∴ $(2r)^2 = (0.2)^2 + (0.2)^2$ فيثاغورس

$$\Rightarrow r^2 = \frac{2(0.2)^2}{4}$$

$r^2 = 0.02$

$$\Rightarrow F_{25} = 9\times10^9\frac{2kq^2}{0.02}$$

$$= 9\times10^{11}q^2 \ N$$



الحل

لكي تستقر الكرة في الوضع المبين في الشكل، يلزم أن تكون محصلة جميع القوى المؤثرة عليها تساوي الصفر

$T\sin\theta = F_e$ ——— (1) أي أن

$T\cos\theta = mg$ ——— (2)

حيث T قوة الشد في الحبل

بقسمة (1) على (2)

$$\tan\theta = \frac{F_e}{mg} \quad \text{——— (3)}$$

$$\because F_e = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$= k\frac{q^2}{r^2} \quad \text{——— (4)}$$ حيث r المسافة بين الشحنتين

بالتعويض عن 4 في 3

$$k\frac{q^2}{r^2} = mg\tan\theta \quad \text{——— 5}$$

من الشكل

$$\because \sin\theta = \frac{d}{(1m)}$$

$$\Rightarrow d = l(m)\sin\theta = 0.069$$

$$\therefore r = 2d = 0.139\ m$$

$$\therefore r^2 = 0.019$$

من 5

$$q^2 = \frac{mg\tan\theta\, r^2}{k}$$

$$= \frac{10\times10^{-3}\,kg \times 9.8\,\frac{N}{kg} \times \tan 4 \times 0.019\,m^2}{9\times10^9\,\frac{N\cdot m^2}{C^2}}$$

$$= 1.48\times10^{-4}\,C^2 \Rightarrow q = 1.2\times10^{-7}\,C$$