

إعدادي ٢٠٢٠

الفيزياء

الكهربية

حل شيت كولوم

م. خالد



Center Share

Center Share

Sheet # 1

Center Share

← اقوانين استخدام ←
قانون كولوم

Center Share

↓
اوسط من فراغ

↓
اوسط فراغ

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

$$\infty F = (q \times 10^9) \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

قوة وزن الجسم

$$\infty W = m g$$

$$\downarrow$$

$$9.81 \text{ m/s}^2$$

1 → $r = ?$ $q_1 = q_2 = q_p = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ $F_e = F_w$
 $m_p = 1.672 \times 10^{-27} \text{ kg}$

« Sol »

$$\infty F_e = F_w \rightarrow \infty \frac{k q^2}{r^2} = m g \rightarrow \infty r^2 = \frac{k q^2}{m g} = \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{(1.672 \times 10^{-27})(9.81)}$$

$$\infty r = 0.1186 \text{ m}$$

Center Share

2 → $q_1 + q_2 = 50 \text{ MC} \rightarrow 1 \text{ C}$ $F = 1 \text{ N} \rightarrow r = 2 \text{ m}$

Center Share

$q_1 = ?$ & $q_2 = ?$

« Sol »

$$\infty F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \rightarrow \infty 1 = \frac{(9 \times 10^9) q_1 q_2}{4}$$

« في فراغ »

$$\infty q_1 q_2 = 4.44 \times 10^{-10} \rightarrow \infty q_1 = \frac{4.44 \times 10^{-10}}{q_2} \rightarrow \textcircled{2}$$

$$\infty \frac{4.44 \times 10^{-10}}{q_2} + q_2 = 50 \times 10^{-6} \text{ [* } q_2 \text{]} \leftarrow \textcircled{1} \text{ في } \textcircled{2}$$



2
Center Sheet

$$q_2^2 - 50 \times 10^{-6} q_2 + 4.44 \times 10^{-10} = 0$$

$$q_2 = 38.45 \mu C$$

$$q_2 = 11.55 \mu C$$

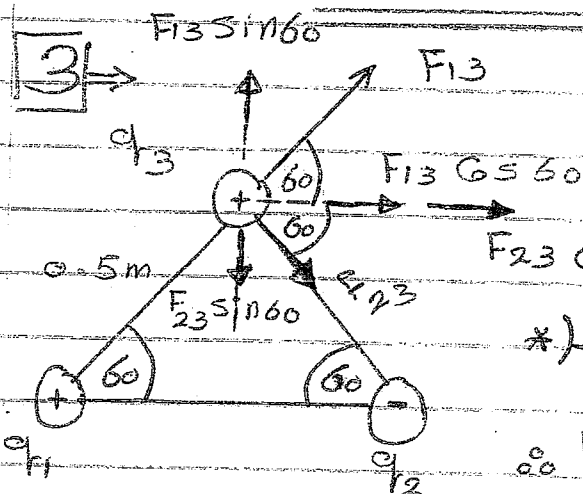
$$\text{From (1)} \rightarrow q_1 = 11.55 \mu C$$

$$q_1 = 38.45 \mu C$$

لو قال عايب قوه التناظر بين الشحنتين لو اوسط زيت $(\epsilon_r = 2.8)$ ؟

$$F = \frac{k}{\epsilon_r} \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(38.45 \times 11.55)(10^{-6})^2}{2.8 \times 4} = 0.36 \text{ N}$$

أقل من (1N) في حالة اسواء



Center Sheet

$$q_1 = 2 \mu C, q_2 = -4 \mu C$$

$$q_3 = 7 \mu C, F_T = ?$$

« Sol »

$$\rightarrow (q_1, q_3) \rightarrow$$

$$|F_{13}| = \frac{k q_1 q_3}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(2 \times 7)(10^{-6})^2}{(0.5)^2} = 0.504 \text{ N}$$

$$\vec{F}_{13} = 0.504 \cos(60) \hat{i} + 0.504 \sin(60) \hat{j} = 0.252 \hat{i} + 0.4365 \hat{j} \text{ N}$$

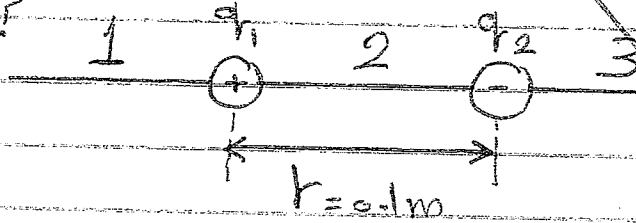
$$\rightarrow (q_2, q_3) \rightarrow |F_{23}| = \frac{k q_2 q_3}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(4 \times 7)(10^{-6})^2}{(0.5)^2} = 1.008 \text{ N}$$

3

$$\begin{aligned} \therefore F_{23} &= 1.008 \cos(60^\circ) \hat{i} - 1.008 \sin(60^\circ) \hat{j} \\ &= 0.504 \hat{i} - 0.87295 \hat{j} \text{ J N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \therefore F_T|_{q_3} &= [0.252 + 0.504] \hat{i} + [0.4365 - 0.873] \hat{j} \\ &= 0.756 \hat{i} - 0.436 \hat{j} \text{ J N} \end{aligned}$$

4 $\Rightarrow q_1 = 10 \text{ nC}$ & $q_2 = -3 \text{ nC}$ & $r = 10 \text{ cm}$
 $q_3 = ?$



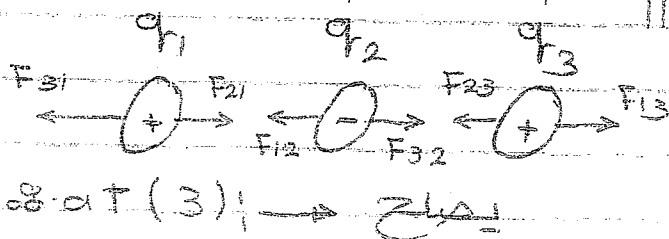
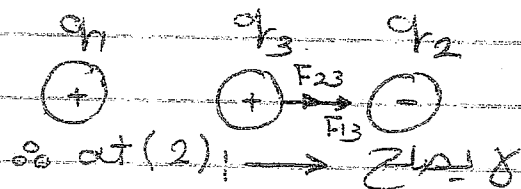
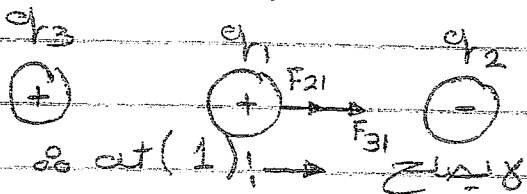
<< Sol >>

لكي تنعدم محصلة القوى على شحنة ما يجب أن يكون توزع القوى
 وليس كذلك

لاحظ: تنعدم القوى بالقرب من الشحنة الصغيرة مقداراً.

الشحنة (q3) يمكن تكون موجبة أو سالبة.

Firstly \rightarrow let ($q_3 = +ve$)



نفرض أن المسافة بين (q_2, q_3) ب (x)

دور اولي لاشئنا = لتي تجلي بچارل في جبول ← فداثا
طريق $(\sum F = 0)$ و لاشئنا جبول اقيت = (q_3)

at (q_3) : $\rightarrow \circ \circ F_{T|q_3} = F_{13} - F_{23} = 0 \rightarrow \circ \circ F_{13} = F_{23}$

$\circ \circ \frac{K q_1 q_3}{(r+x)^2} = \frac{K q_2 q_3}{x^2} \rightarrow \circ \circ \left(\frac{r+x}{x} \right)^2 = \frac{q_1}{q_2} = \frac{10 \mu C}{3 \mu C} = \frac{10}{3}$

$\circ \circ \frac{r}{x} + 1 = \sqrt{10/3} = 1.8 \rightarrow \circ \circ \frac{0.1}{x} + 1 = 1.8 \rightarrow \circ \circ \frac{0.1}{x} = 0.8$

$\circ \circ x = \frac{0.1}{0.8} = 1/8 \text{ m}$

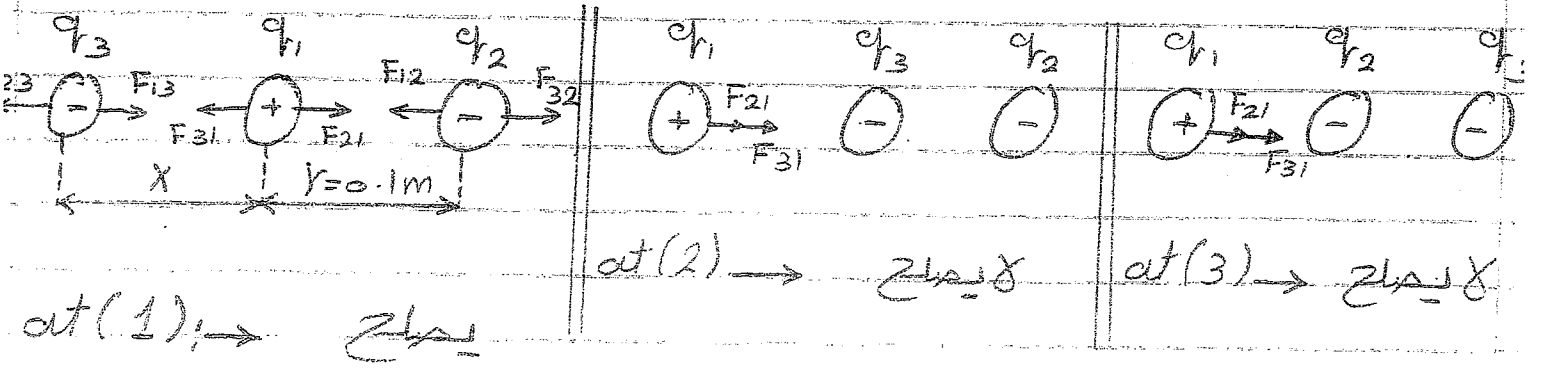
لو قال او بريقه (q_3) : هنا تنطبق ونه (q_1) او (q_2)

$\Rightarrow \circ \circ F_{T|q_1} = 0 = F_{21} - F_{31} \rightarrow \circ \circ F_{21} = F_{31}$

$\circ \circ \frac{K q_1 q_2}{r^2} = \frac{K q_1 q_3}{(r+x)^2} \rightarrow \circ \circ \left(\frac{r+x}{r} \right)^2 = \frac{q_3}{q_2}$

$\circ \circ q_3 = q_2 \left(\frac{r+x}{r} \right)^2 = (3 \times 10^{-6}) \left(1 + \frac{1/8}{0.1} \right)^2 = 14.52 \mu C$

\Rightarrow Secondly, \rightarrow let $(q_3 = -ve)$



5

Center Share

نظر من آن المسافة بين (q_3, q_1) و (x)

$$\Rightarrow \infty F_{T1} = F_{13} - F_{23} \xrightarrow{q_3} \infty F_{13} = F_{23}$$

$$\infty \frac{k q_1 q_3}{x^2} = \frac{k q_2 q_3}{(r+x)^2} \rightarrow \infty \left(\frac{r+x}{x} \right)^2 = \frac{q_2}{q_1}$$

$$\infty \frac{r}{x} + 1 = \sqrt{\frac{3}{10}} = 0.55 \rightarrow \infty \frac{0.1}{x} = 0.55 - 1 = -0.045$$

Center Share

$$\infty x = \frac{-0.1}{0.45} = -ve \text{ (لا يوافق)}$$

و هنا كان متوقع من ايجابيه حيث ان (q_3) كانت بجوار الشحنة
كبيرة

Center Share

$$\boxed{5} \Rightarrow \text{let } [q_1 = +ve \ \& \ q_2 = -ve]$$

$$\infty F = 0.108 \text{ N} \xrightarrow{\text{جذب}} r = 5. \text{ Cm} = 0.5 \text{ m}$$

$$\infty F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow \infty 0.108 = \frac{(9 \times 10^9) q_1 q_2}{(0.5)^2}$$

$$\infty q_1 q_2 = 3 \times 10^{-12} \rightarrow \infty q_1 = \frac{3 \times 10^{-12}}{q_2} \rightarrow \textcircled{1}$$

و هنا لتوزيع بيننا يسلك سيمسح إلكترونات من نتان (أي أن
الشحنة ايجابية (q') ستوزع علينا بالتساوي وحيث تنافس.

$$\infty q_1 - q_2 = q' \rightarrow \boxed{2} \rightarrow \infty q_1 = q_2 = q'/2$$

الشحنة بعد التوزيع

Center Share

$F = 0.036 \text{ N}$ \rightarrow $0.036 = \frac{(9 \times 10^9)(q'/2)^2}{(0.5)^2}$
 - تافز

$q' = 2 \times 10^{-6} \rightarrow \textcircled{3}$

$q_1 - q_2 = 2 \times 10^{-6}$ \leftarrow بالتحويل من (3) إلى (2)

$P_{\text{hom}}(1) \rightarrow \frac{3 \times 10^{-12}}{q_2} - q_2 = 2 \times 10^{-6} \rightarrow * - q_2$

$q_2^2 + 2 \times 10^{-6} q_2 - 3 \times 10^{-12} = 0$

$q_2 = 1 \mu\text{C}$

$P_{\text{hom}}(1) \rightarrow q_1 = 3 \mu\text{C}$

* (q_1) طاعت موجبة \leftarrow افز
 صحيح! \leftarrow اشحن $(+3 \mu\text{C})$

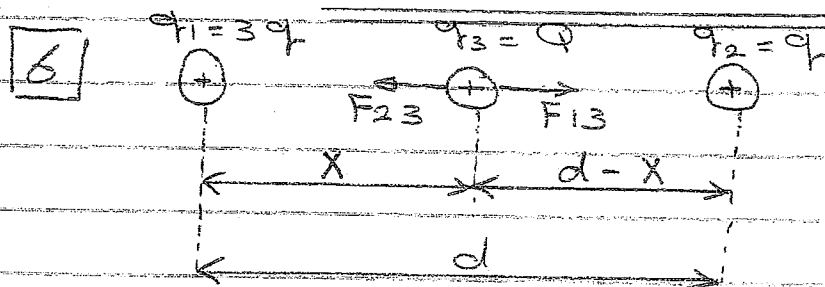
* (q_2) طاعت موجبة \leftarrow افز
 صحيح! \leftarrow اشحن $(-1 \mu\text{C})$

$q_2 = -3 \mu\text{C}$

$P_{\text{hom}}(1) \rightarrow q_1 = -1 \mu\text{C}$

Center Share

Center Share



\leftarrow لا حظ
 قبة (q_3) سواء موجبة أو سالبة، توزع إقوى هليها
 كده \rightarrow

\leftarrow نضمن أن $(q_3 = +q)$ وهي بُعد (x) من نقطة الأصل

$F_T = 0 \rightarrow F_{13} - F_{23} = 0 \rightarrow F_{13} = F_{23}$
 q_3

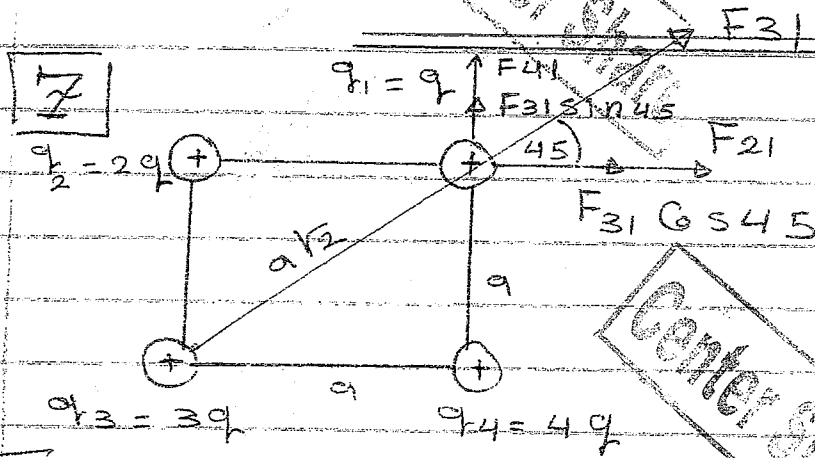
7

$$F_{13} = F_{23} \rightarrow \frac{k(3q)q}{x^2} = \frac{kq^2}{(d-x)^2}$$

$$\left(\frac{d-x}{x}\right)^2 = \frac{1}{3} \rightarrow \frac{d}{x} - 1 = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{d}{x} = \frac{1}{\sqrt{3}} + 1 = 1.577 \Rightarrow x = \frac{d}{1.577} = 0.634d$$

والنسبة (q3) مَبْلُوك بَأَيِّ كَسَاة



①

* From (q2 & q1):

$$|F_{21}| = \frac{kq_1q_2}{r_{12}^2} = \frac{kq(2q)}{a^2}$$

$$\overline{F_{21}} = k \frac{2q^2}{a^2} \hat{i} \text{ N}$$

③

* From (q4 & q1):

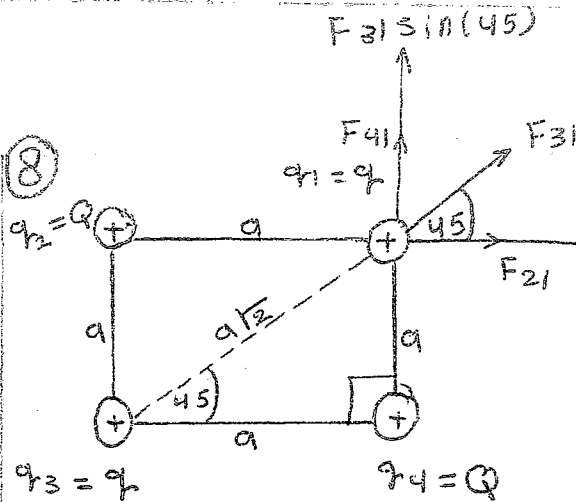
$$|F_{41}| = \frac{kq_1q_4}{r_{14}^2} = \frac{kq(4q)}{a^2} = k \frac{4q^2}{a^2} \text{ N}$$

$$|F_{31}| = \frac{kq_1q_3}{r_{13}^2} = \frac{k(q)(3q)}{2a^2} = k \frac{3q^2}{2a^2} \text{ N}$$

$$\overline{F_{31}} = F_{31} \cos(45) \hat{i} + F_{31} \sin(45) \hat{j} \quad \overline{F_{41}} = F_{41} \hat{j} = k \frac{4q^2}{a^2} \hat{j}$$

$$\begin{aligned} \vec{F}_{T/q_1} &= [F_{21} + F_{31} \cos(45)] \hat{i} + [F_{31} \sin(45) + F_{41}] \hat{j} \\ &= \left[\frac{kq^2}{a^2} \left(2 + \frac{3}{2\sqrt{2}} \right) \right] \hat{i} + \left[k \frac{q^2}{a^2} \left(4 + \frac{3}{2\sqrt{2}} \right) \right] \hat{j} \\ &= k \left(\frac{q}{a} \right)^2 [3.06 \hat{i} + 5.06 \hat{j}] \text{ N.} \end{aligned}$$

-7-



من شکل پرسه نکند خط
استعاله ان احماله هلی
اصی (q) تساوی مفر
لان بقوی الی عنی کما-تافرونی اجاه واحد.

هه هلیشان احماله تساوی مفر

لازم اعلاقه بین (Q و q) تگون با اشاره سالیه هلیشان یو جد قوی نیاید
تلاشی ایتنا فرو تمیج احماله تساوی مفر.

هه عنی قوتین قیاسیم (q) هه هشتغل هلی آی و هه قیسم نکلا (q1)
نظر من آن طول ضلع اربع (a) ا

$$\Rightarrow \because F_{21} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} = k \frac{Q q}{a^2} \quad \parallel \quad F_{41} = k \frac{q_1 q_4}{r_{14}^2} = k \frac{Q q}{a^2}$$

$$\because F_{31} = k \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} = k \frac{q^2}{2a^2}$$

$$\Rightarrow \because F_{T1} = 0 = [F_{21} + F_{31} \cos(45)] \hat{i} + [F_{41} + F_{31} \sin(45)] \hat{j}$$

$$\because 0 = [F_{21} + \frac{F_{31}}{\sqrt{2}}] \hat{i} + [F_{41} + \frac{F_{31}}{\sqrt{2}}] \hat{j}$$

بساواة ا صی ا ترکیبتین بالمفر (let $E_x = 0$)

$$\because F_{21} + \frac{F_{31}}{\sqrt{2}} = 0 \rightarrow \frac{k Q q}{a^2} + \frac{k q^2}{2a^2 \sqrt{2}} = 0$$

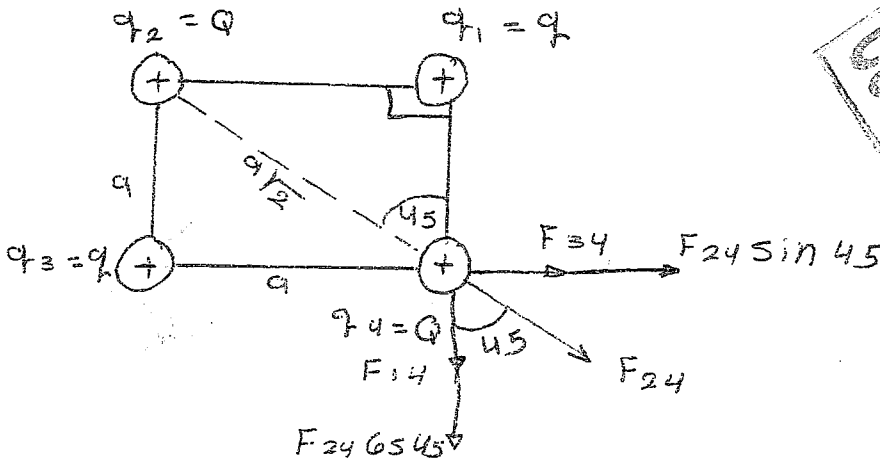
$$\because Q + \frac{q}{2\sqrt{2}} = 0 \Rightarrow \frac{q}{2\sqrt{2}} = -Q \Rightarrow \because q = -2\sqrt{2} Q$$

ب) هاشان اچصه تنعصر هلی (q) ه لملع بشرط ده $[Q = -\frac{q}{2\sqrt{2}}]$

ه هاشان اچصه تنعصر هلی، بکل (q و q) ه 180م مطلع نفس

بشرط ه "لا ا حسب اچصه هلی (q) و اسا و یسا بالصفر" ه هاشان

یكون هندي قیمة واحدة لا (q) و خلت اچصه تنعصر هلی جميع اشعات



$$F_{34} = k \frac{q_3 q_4}{r_{34}^2} = \frac{kq^2}{a^2}$$

$$F_{24} = k \frac{q_2 q_4}{r_{24}^2} = \frac{kQq}{2a^2}$$

$$\Rightarrow F_{T1} = [F_{34} + F_{24} \sin(45)] \hat{i} - [F_{14} + F_{24} \cos(45)] \hat{j}$$

$$0 = F_{34} + F_{24} \sin(45)$$

$$0 = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kQq}{2\sqrt{2}a^2} \Rightarrow q + \frac{Q}{2\sqrt{2}}$$

$$\frac{Q}{2\sqrt{2}} = -q \Rightarrow Q = -2\sqrt{2}q$$

ه زلا حظ من (P و ب) انه لا يمكن وضع قیمة لا "Q" هن تنعصر لقوی هلی جميع
بشحن في نفس الوقت

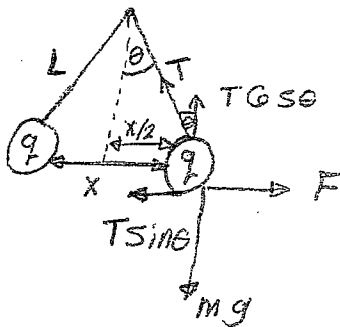
ه عمل آخر ا حسب (F_T) هلی ا حوال "Q" و هو من بقیة ل "Q" هلی حسبنا من P
لو اچصه ملعت بصفر ه هیه دي قیمة ل "Q" هلی تحالی اچصه
تساوي صفر هلی جميع اشعات

-9-

← لقوة التآلي من جميع الشحنت تتركز في نقطة واحدة ← (9) من الشحنة (2q) ←

$$\therefore F_T = k \frac{(q)(2q)}{r^2} = \frac{2kq^2}{r^2} \hat{j}$$

(20) →



∴ القوة في حالة التوازن ← مع محصلة القوى في

كلاً من اتجاهي (y & x) = صفر.

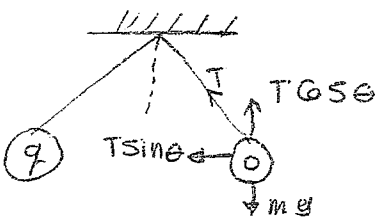
$$\rightarrow \therefore \sum F_x = 0 \rightarrow F = T \sin \theta \rightarrow (1)$$

$$\therefore \sum F_y = 0 \rightarrow mg = T \cos \theta \rightarrow (2)$$

$$\Rightarrow \text{By divid } \left(\frac{1}{2} \div 2 \right) \rightarrow \therefore \frac{F}{mg} = \tan \theta \rightarrow \therefore \frac{kq^2}{x^2 mg} = \tan \theta \rightarrow (3)$$

$$\Rightarrow \therefore \theta \ll 1 \rightarrow \therefore \tan \theta \approx \sin \theta \approx \theta \rightarrow \tan \theta = \frac{x/2}{L}$$

$$\Rightarrow \therefore \text{From (3)} \Rightarrow \therefore \frac{kq^2}{x^2 mg} = \frac{x}{2L} \rightarrow \therefore x^3 = \frac{2kq^2 L}{mg}$$



$$\therefore x = \left(\frac{2kq^2 L}{mg} \right)^{1/3}$$

← إذا كانت الشحنت متساوية في المقدار والعلامة ← فتتجاذب، أما إذا كانت متساوية في المقدار والعلامة ← فتتنافر ← (T sin theta) ← أي لم يعد يوجد قوة تناافر بين الشحنتين.

← من يلاحظ أن الشحنتين متساويتين في المقدار والعلامة ← فتتجاذب، أما إذا كانت متساوية في المقدار والعلامة ← فتتنافر ←

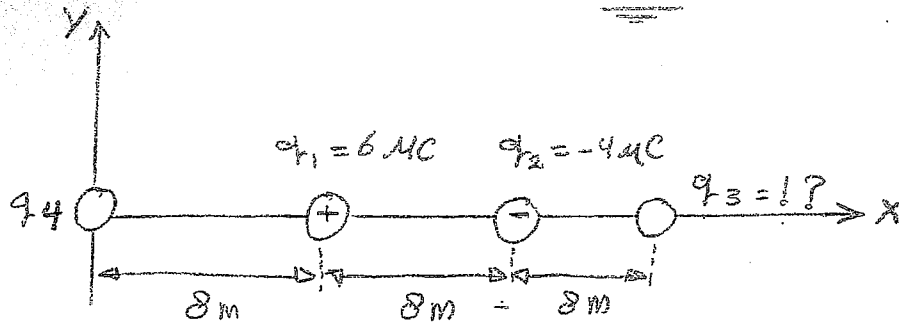
$$q_1' = q + 0 = q$$

← ثم يحدث شحن بالتوصيل فتتوزع الشحنة (q) على كلاً من الشحنتين (مبدأ توزيع الشحنة) ←

$$\therefore x' = \left[\frac{2k \left(\frac{q}{2} \right)^2 L}{mg} \right]^{1/3} \Rightarrow \therefore q = q/2$$

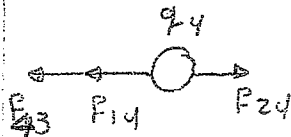
-10-

(12)



<< Sol >>

« نفر من آن (q3) موجبت الشحنة و (q4) من متفرق (خفاها +ve)



$$\Rightarrow \infty F_{T1} = 0 \rightarrow \infty F_{24} = F_{43} + F_{14}$$

$$\infty \frac{k q_2 q_4}{r_{24}^2} = \frac{k q_3 q_4}{r_{34}^2} + \frac{k q_1 q_4}{r_{14}^2}$$

$$\infty \frac{4 \times 10^{-6}}{(16)^2} = \frac{q_3}{(24)^2} + \frac{6 \times 10^{-6}}{(8)^2} \Rightarrow \infty q_3 = (24)^2 \left[\frac{4 \times 10^{-6}}{(16)^2} - \frac{6}{(8)^2} \right]$$

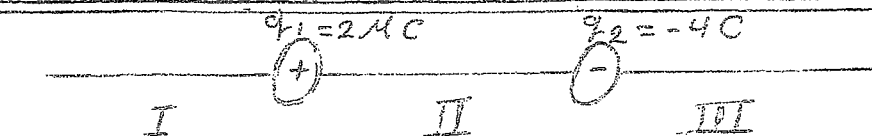
$$\infty q_3 = -45 \mu C$$

لا حظ! « حتى الاشارة السالبة « انها وكس، نفر من $[q_3 = -45 \mu C]$

« ولو كنا فرضناها من الاول سالبة « كانت « متطوع $[q_3 = 45 \mu C]$

« أي فرقك مع و أنها شحنة سالبة $[q_3 = -45 \mu C]$

(12)



ا. ق. م (9)

