SILK-30

# فيز (١٠٤)

د/ محمد رفعت

٠٥٥٣٠٢٦٣٩٧

قبل ١-٤
د/ محمد رفعت

"بسم الله الرحمن الرحيم"

# chapter 23

## "Electric fiel ds"

قانون كولوم :- تتناسب القوة الكهربية المتبادلة بين شحنتين تناسباً طردياً مع حاصل ضرب مقدار شحنتيهما وعكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين.

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

F: electric Force (N) نيوتن

$q_1$: electric charge 1 (C) كولوم

$q_2$: electric charge 2 (C) كولوم

r: distance between charges (m) المسافه

$k_e$: Constant ثابت التناسب

where: $k_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9$

$\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}$

له سماحية الفراغ

◆ مقدار الشحنه :-

أى شحنه هى مضاعفات صحيحة من شحنة الإلكترون

يرمز للشحنه الكهربية بالرمز Q ، q

"بسم الله الرحمن الرحيم"

ch(23)

# "electric Field"

# المجال الكهربائي

أنواع الشحنات :-

- شحنات موجبة (+) البروتون P
- شحنة سالبة (-) الإلكترون e

وحدة قياس الشحنه الكهربائية "الكولوم" C

| | | |
|---|---|---|
| ملي كولوم | $mC = 10^{-3}\ C$ | من الأكبر إلى الأصغر |
| ميكروكولوم | $\mu C = 10^{-6}\ C$ | |
| نانو كولوم | $nC = 10^{-9}\ C$ | |
| بيكوكولوم . | $PC = 10^{-12}\ C$ | |

$$e = -1.6 \times 10^{-19}\ C$$

$$P = 1.6 \times 10^{-19}\ C$$

كمية الشحنه الكهربائية :-

$$Q = N \cdot e$$

- Q: الشحنه بالكولوم
- N: عدد الإلكترونات
- e: شحنة الإلكترون

$$N = \frac{Q}{e}$$

- N: عدد الإلكترونات -

وحدة قياس الشحنه الكهربية هى الكولوم

| | | |
|---|---|---|
| ملى كولوم | $mC$ | $= 10^{-3}\ C$ |
| ميكروكولوم | $\mu C$ | $= 10^{-6}\ C$ |
| نانوكولوم | $nC$ | $= 10^{-9}\ C$ |
| بيكوكولوم | $PC$ | $= 10^{-12}\ C$ |

شحنة الإلكترون :-

$$\bar{e} = -1.6 \times 10^{-19}\ C$$

شحنة البروتون :-

$$\bar{P} = +1.6 \times 10^{-19}\ C$$

عدد دلكت

Q1: A Polythene piece rubbed with wool is found to have a negative charge $4\times10^{-8}$ C. (ث١ ؛ ٢٥ | ٢٠١٦ هـ)

The number of electrons transferred (from which to which) is: دلكت قطعة بولثين بصوف فظهرت عليها شحنة سالبة قدرها $4\times10^{-8}$ C . عدد الالكترونات في هذه الشحنة و طريقة انتقالها هي:

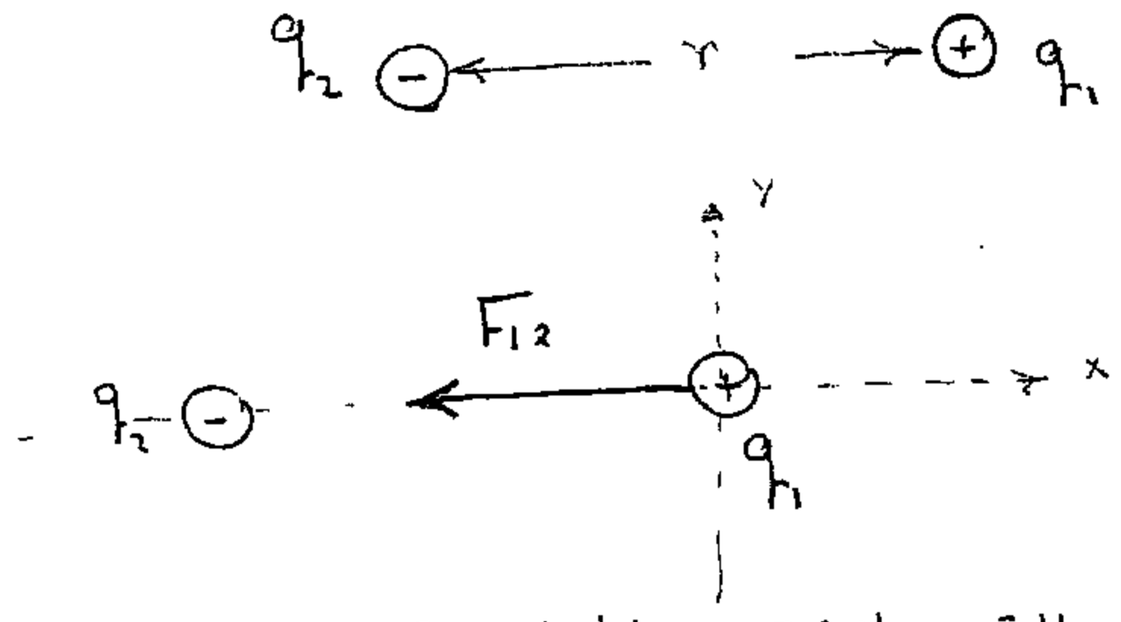
a) $2.5 \times 10^{11}$, from wool to polythene
b) $3.5 \times 10^{12}$, from unknown material to wool
c) $3.0 \times 10^{11}$, from polythene to wool
d) $4.5 \times 10^{12}$, from unknown material to polythene

$$q_T = Q = -4\times10^{-8}$$

$$Q = N \times e$$

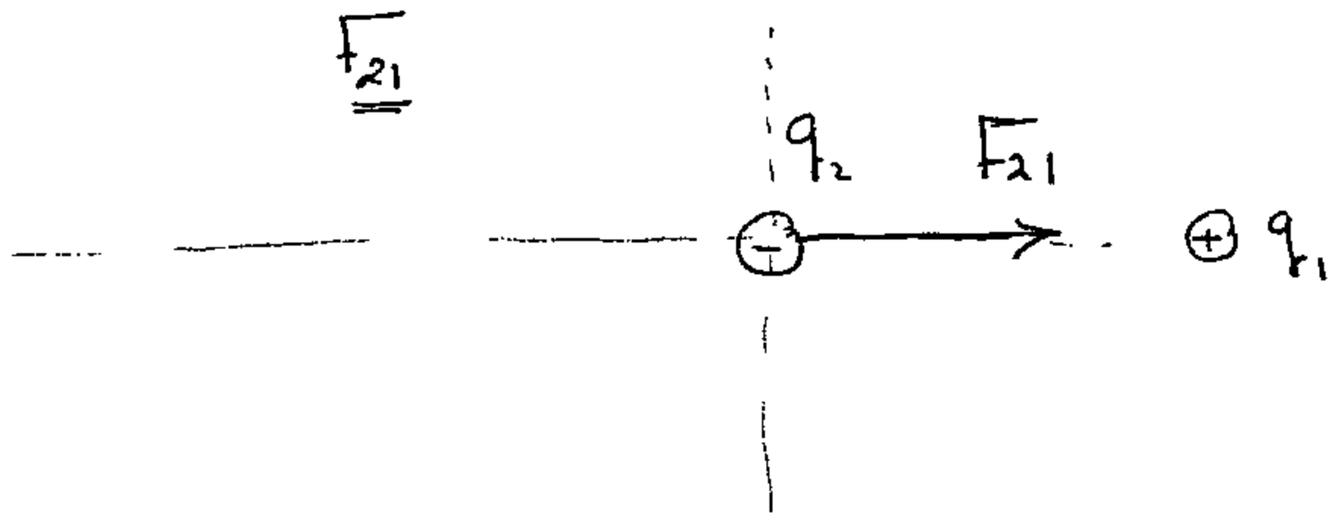
$$N = \frac{Q}{e} = \frac{-4\times10^{-8}}{-1.6\times10^{-19}} = 2.5\times10^{11}$$

## ⇐ القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنات :




$F_{12}$ : القوى المؤثرة على الشحنة $q_1$ من الشحنة $q_2$ .

⇐ القوة المؤثرة على الشحنة $q_2$ من $q_1$




$$F_{12} = k_e \cdot \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$q_1$ : مقدار الشحنة الأولى بالكولوم .

$q_2$ : " " الثانية " " .

r : المسافة بين الشحنتين بالمتر .

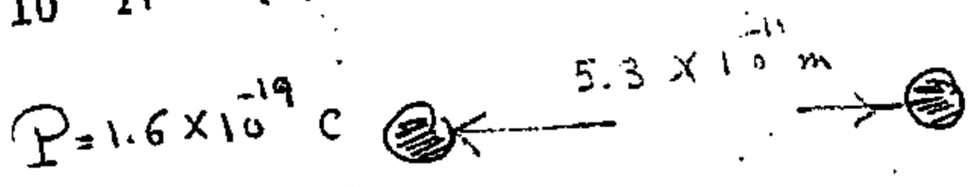
$k_e$ : ثابت $9 \times 10^9$

F : القوة المتبادلة بين الشحنتين " مقدرة بـ "

Q13- The average distance between the proton and the electron in the Hydrogen atom is $5.3\times10^{-11}$ $m$. The magnitude of the electric force is:

س13- إذا كان متوسط المسافة بين الإلكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين يساوي $5.3\times10^{-11}$ $m$، فإن مقدار القوة الكهربائية يساوي:

(A) $4.35 \times 10^{-15}\ N$ (B) $4.35 \times 10^{18}\ N$ (C) $8.2 \times 10^{-8}\ N$ (D) $4.35 \times 10^{-18}\ N$



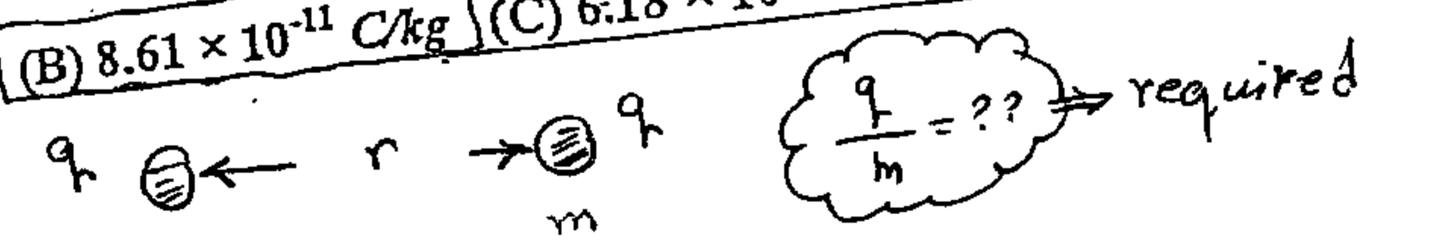

$$F = k_e \frac{|q_1|\,|q_2|}{r^2}$$

$$F = 9\times10^{9}\ \frac{(1.6\times10^{-19})\cdot(1.6\times10^{-19})}{(5.3\times10^{-11})^2} = 8.2\times10^{-8}\ N$$

Q1- Two similar, charged particles are separated by a distance $r$, and the magnitude of the gravitational force between these particles equals the magnitude of electric force between them. Given that the gravitational force $F = G\,m_1\,m_2/r^2$, the charge-to-mass ratio of a particle is:

س1- إذا كانت قوة التجاذب الكتلية متساوية مع قوة التنافر الكهربائية لجسيمين مشحونين و لهما نفس الشحنة $q$ و الكتلة $m$ عندما يكونان على بعد $r$ من بعض، عندئذ فإن نسبة الشحنة إلى الكتلة لكل منهما هي: (قوة التجاذب الكتلي تعطى بالعلاقة $F = G\,m_1\,m_2/r^2$ ؛ حيث $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

(A) $1.5 \times 10^{-12}\ C/kg$ (B) $8.61 \times 10^{-11}\ C/kg$ (C) $6.18 \times 10^{-10}\ C/kg$ (D) $8.18 \times 10^{-9}\ C/kg$




قوة التجاذب الكتلي :

$$F = G\cdot\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = G\,\frac{m^2}{r^2} \longrightarrow (2)$$

قوة التنافر الكهربائية :

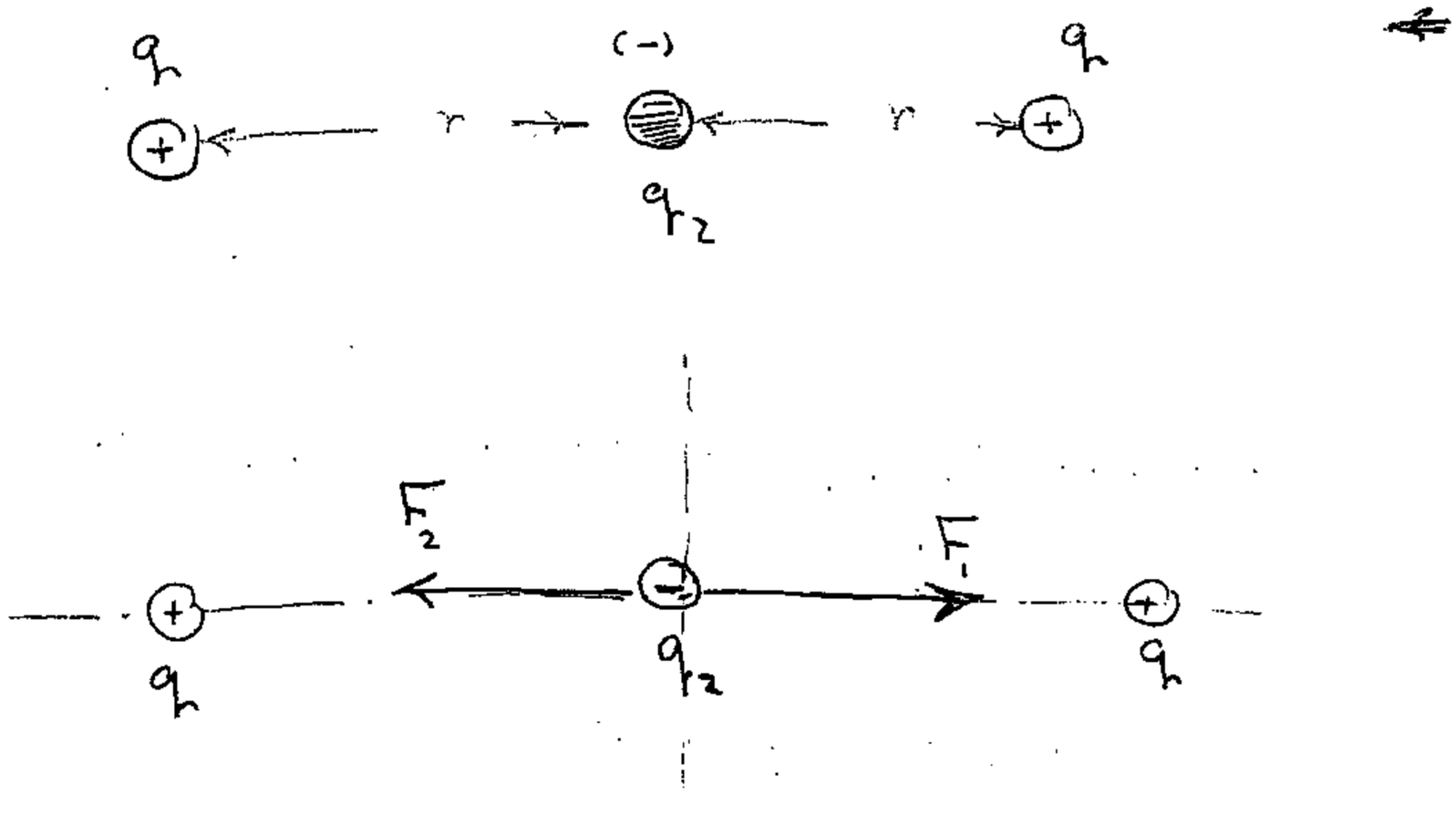
$$F = k_e\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$F = k_e\,\frac{q^2}{r^2} \longrightarrow (1)$$

بمساواة (1) مع (2)

$$k_e\cdot\frac{q^2}{r^2} = G\cdot\frac{m^2}{r^2} \Rightarrow k_e\cdot q^2 = G\cdot m^2$$

$$\frac{q^2}{m^2} = \frac{G}{k_e} \Rightarrow \left(\frac{q}{m}\right)^2 = \frac{G}{k_e} \Rightarrow \frac{q}{m} = \sqrt{\frac{G}{k_e}}$$



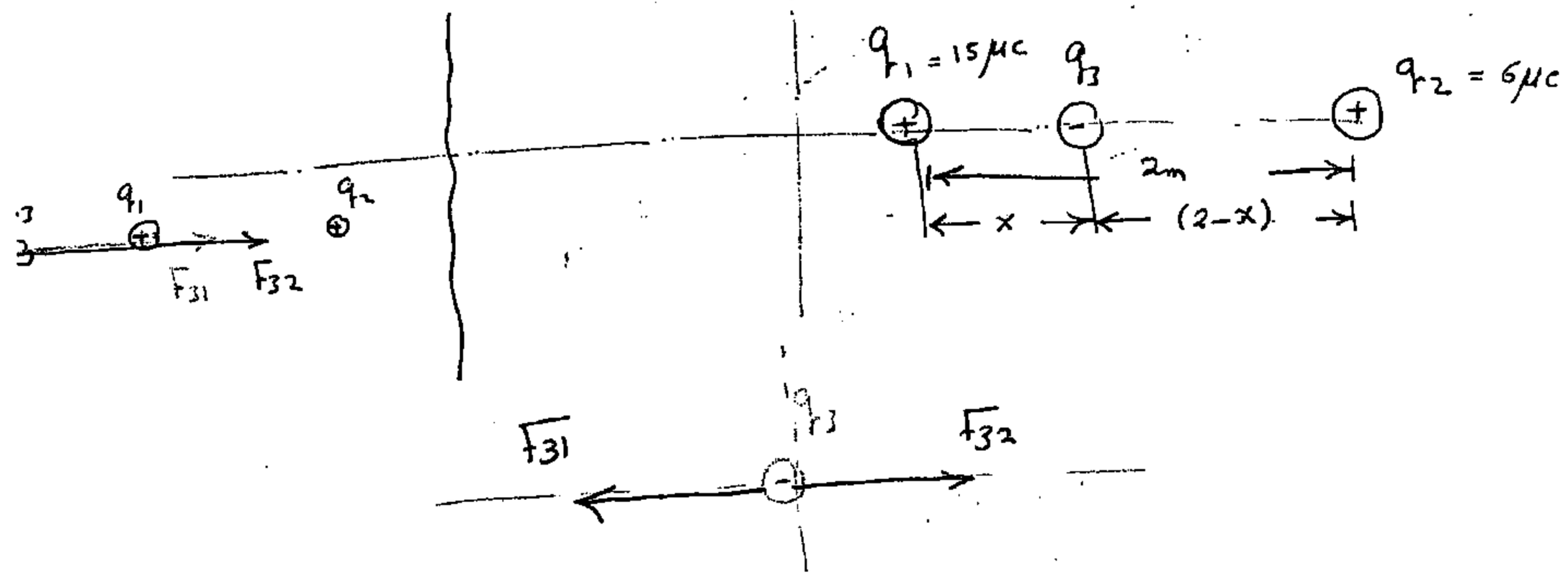

$$F_1 = k_e \cdot \frac{q \cdot q_2}{r^2}$$

$$F_2 = k_e \frac{q \cdot q_2}{r^2}$$

$$\boxed{F_1 = F_2}$$

$$F_{net} = F_1 - F_2 = \text{Zero}$$

*Example:* ثلاث شحنات نقطية تقع على محور السينات بحيث تكون المسافة بين الشحنتين الموجبتين $q_1, q_2$ أي المسافة بين $q_1$ (2m) أين يجب وضع شحنة سالبة $q_3$ على محور السينات بحيث تكون محصلة القوى المؤثرة عليها صفراً، إذا علمت أن $[q_1 = 15\mu C,\ q_2 = 6\mu C]$




$$F_{32} = k_e \frac{q_3 q_2}{(2-x)^2} = k_e \frac{q_3 (6\times10^{-6})}{(2-x)^2} \longrightarrow (1)$$

$$F_{31} = k_e \cdot \frac{q_3 \cdot q_1}{x^2} = k_e \frac{q_3 (15\times10^{-6})}{x^2} \longrightarrow (2)$$

$$\vec{F}_{net} = 0 \qquad \vec{F}_{32} - \vec{F}_{31} = 0$$

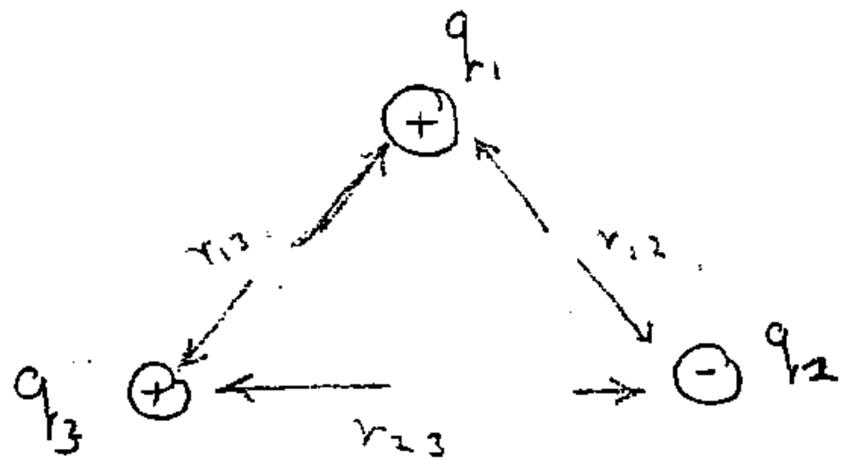
$$\vec{F}_{32} = \vec{F}_{31}$$

$$k_e \cdot \frac{q_3 (6\times10^{-6})}{(2-x)^2} = k_e \frac{q_3 (15\times10^{-6})}{x^2}$$

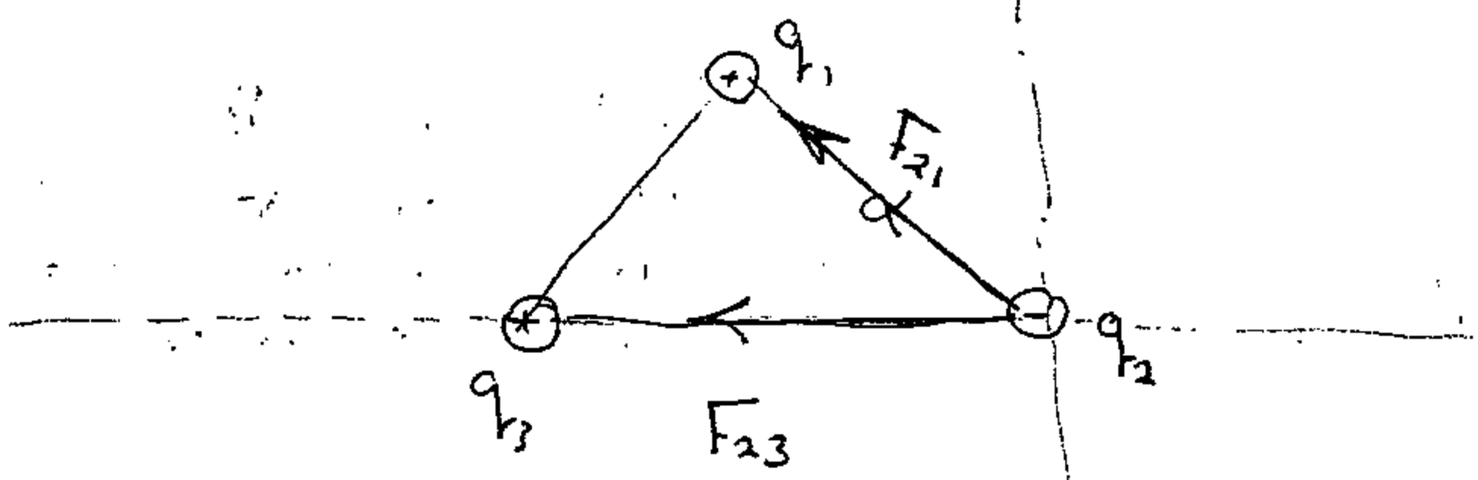
$$\frac{6}{(2-x)^2} = \frac{15}{x^2} \Rightarrow 6x^2 = 15(2-x)^2$$

$$6x^2 = 15[4 - 4x + x^2] \Rightarrow 6x^2 = 60 - 60x + 15x^2$$

$$9x^2 - 60 + 60 = 0$$

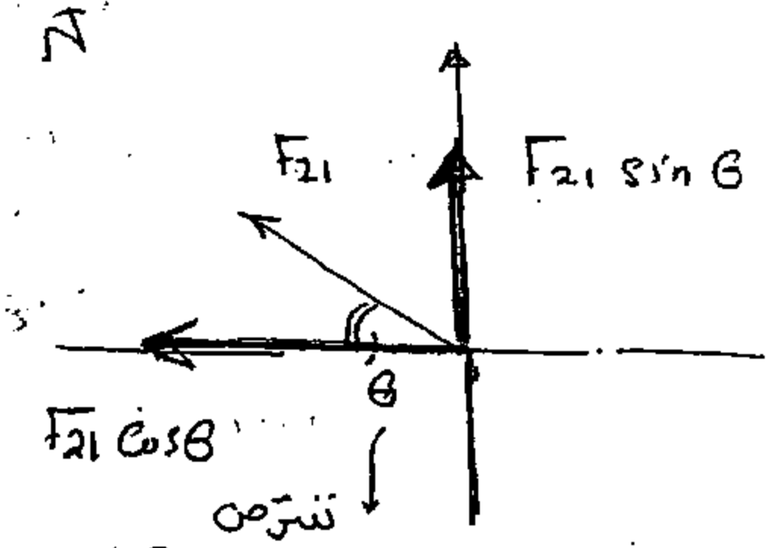



نوجد القوى المؤثره على الشحنه $(q_2)$



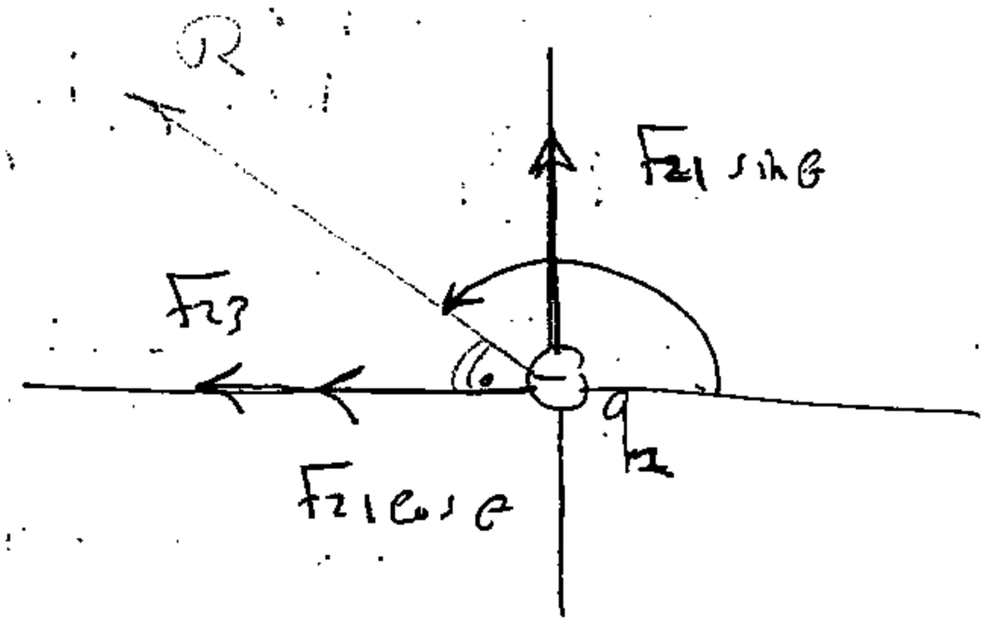

$$F_{21} = k_e \frac{|q_2||q_1|}{(r_{12})^2} = \square \ N$$

$$F_{23} = k_e \frac{|q_2||q_3|}{(r_{23})^2} = \square \ N$$




(+) $\Sigma R_x = -F_{23} - F_{21}\cos\theta = \square$

$\Sigma R_y = F_{21}\sin\theta = \square$




$$\|R\| = F_{net} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \square$$

اتجاه $x$ مع $R$ $\theta_x = \cos^{-1}\frac{R_x}{\|R\|}$

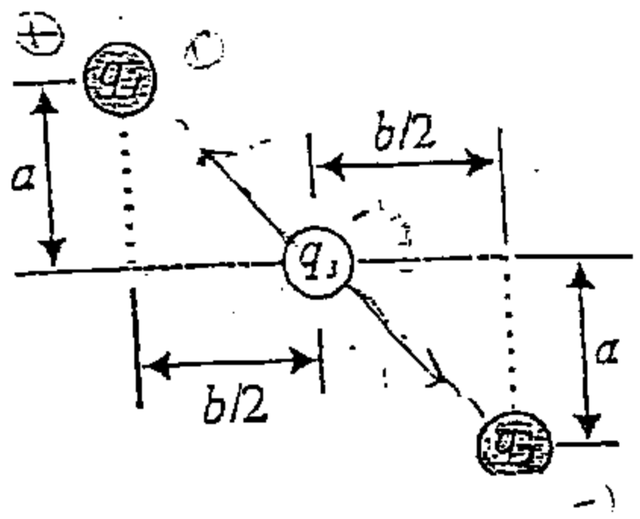
(+)

H.W

Q1- What is the electric force acting on the charge $q_3$ due to the two charges, $q_1$ and $q_2$, if $a = 1$ km, $b = 2$ km, and $q_1 = -q_2 = -1/q_3$ ?

س1- ما مقدار القوة الكهربائية على $q_3$ الناشئة من $q_1$ و $q_2$ ؟ اختبارات (ف٢/٢٠٠٩)

A 0
B $12 \times 10^3$ N
C $4.5 \times 10^3$ N
D $9 \times 10^3$ N




5

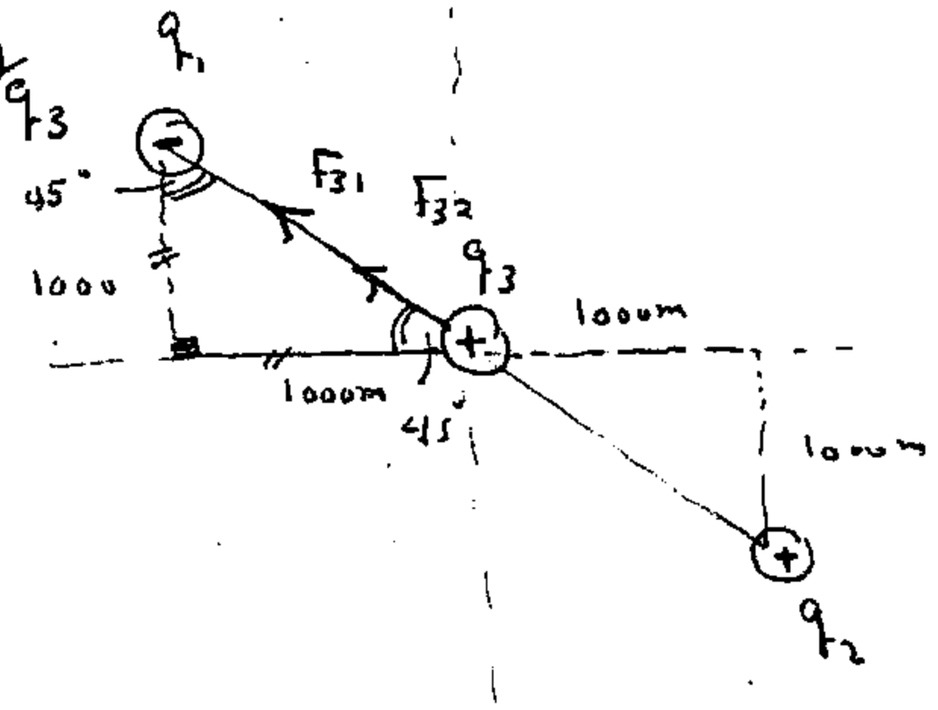
Solution

ما مقدار القوة الكهربائية الناشئة على $q_3$ الناتجة من $q_1$ و $q_2$

$a = 1km \Rightarrow a = 1000m$

$b = 2km \Rightarrow b = 2000m$

$q_1 = -q_2 = -\frac{1}{q_3}$

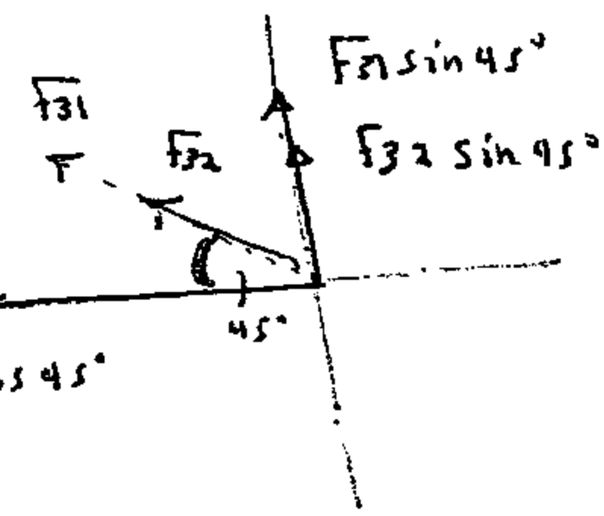



$F_{31} = k_e \frac{|q_3||q_1|}{r^2}$

$F_{31} = 9 \times 10^9 \frac{q_3 \cdot \frac{1}{q_3}}{2 \times 10^6}$

$F_{31} = \frac{9 \times 10^9}{2 \times 10^6} = 4.5 \times 10^3$ N

$F_{32} = k_e \frac{|q_3||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{q_3 \cdot \frac{1}{q_3}}{2 \times 10^6} = 4.5 \times 10^3$ N




$F_x = -F_{32}\cos 45° - F_{31}\cos 45°$

$F_x = -4.5 \times 10^3 \cos 45° - 4.5 \times 10^3 \sin 45°$

$F_x =$ [ ] N

$F_y = F_{32}\sin 45° + F_{31}\sin 45°$

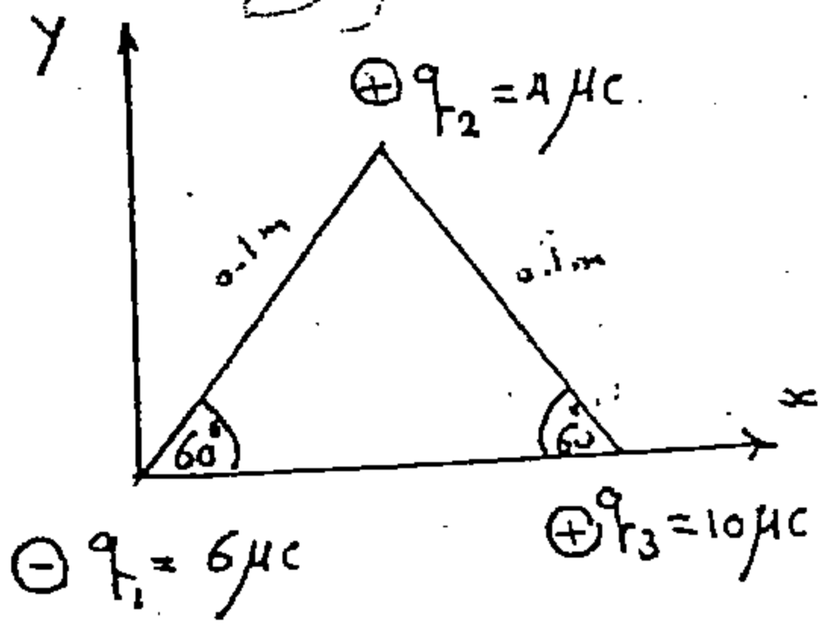
$F_y = 4.5 \times 10^3 \sin 45° + 4.5 \times 10^3 \sin 45°$

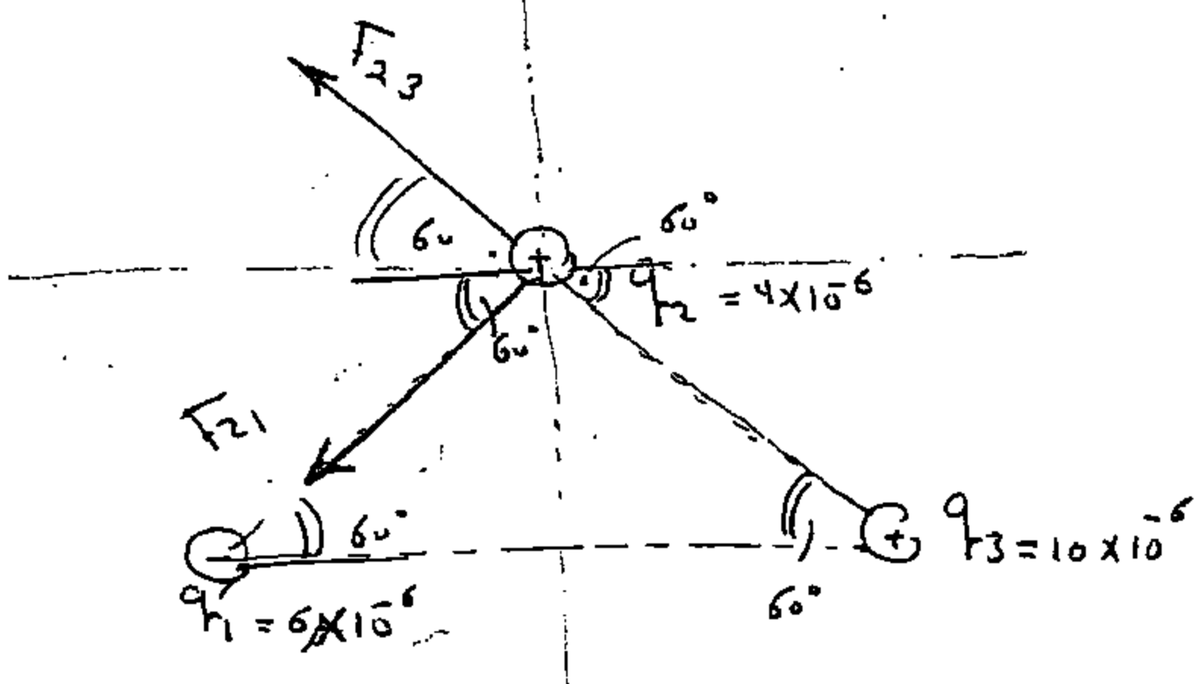
$F_y =$ [ ] N

2

$F_r = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} =$ [ $9 \times 10^3$ ] N

Example :: في المثلث المقابل أوجد مقدار واتجاه محصلة القوى الكهربية على الشحنة $q_2$



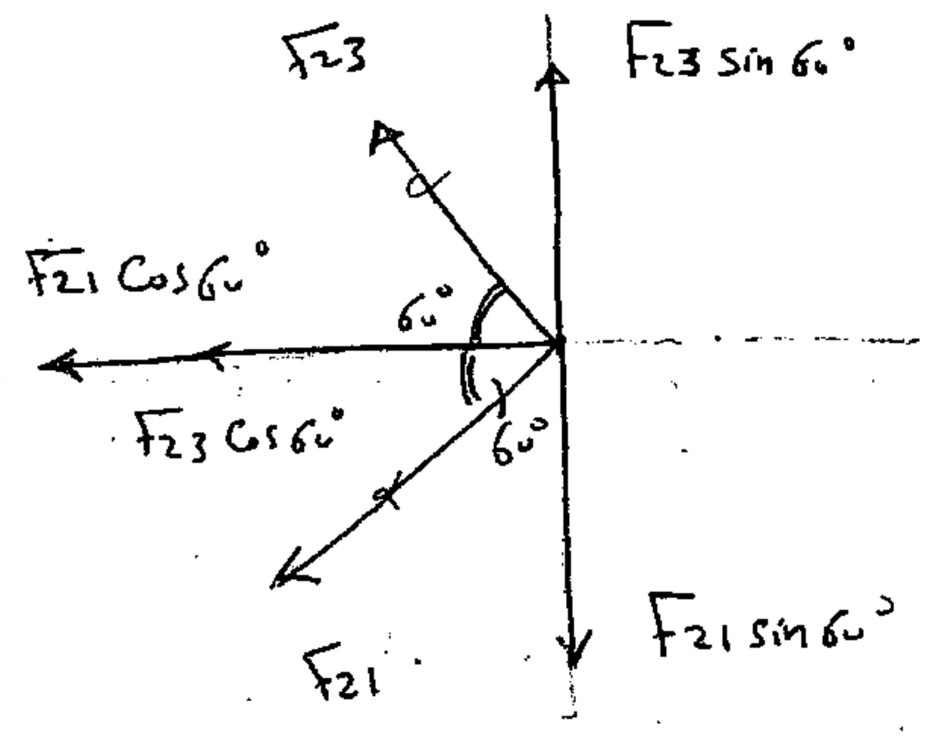




$$F_{21} = k_e \frac{|q_2||q_1|}{(0.1)^2} = 9\times10^9 \frac{(4\times10^{-6})(6\times10^{-6})}{(0.1)^2} = \boxed{\quad} \text{ N}$$

$$F_{23} = k_e \frac{|q_2||q_3|}{(0.1)^2} = 9\times10^9 \frac{(4\times10^{-6})(10\times10^{-6})}{(0.1)^2} = \boxed{\quad} \text{ N}$$

$$F_x = -F_{21}\cos60° - F_{23}\cos60°$$

$$F_x = \boxed{\quad} \text{ N}$$

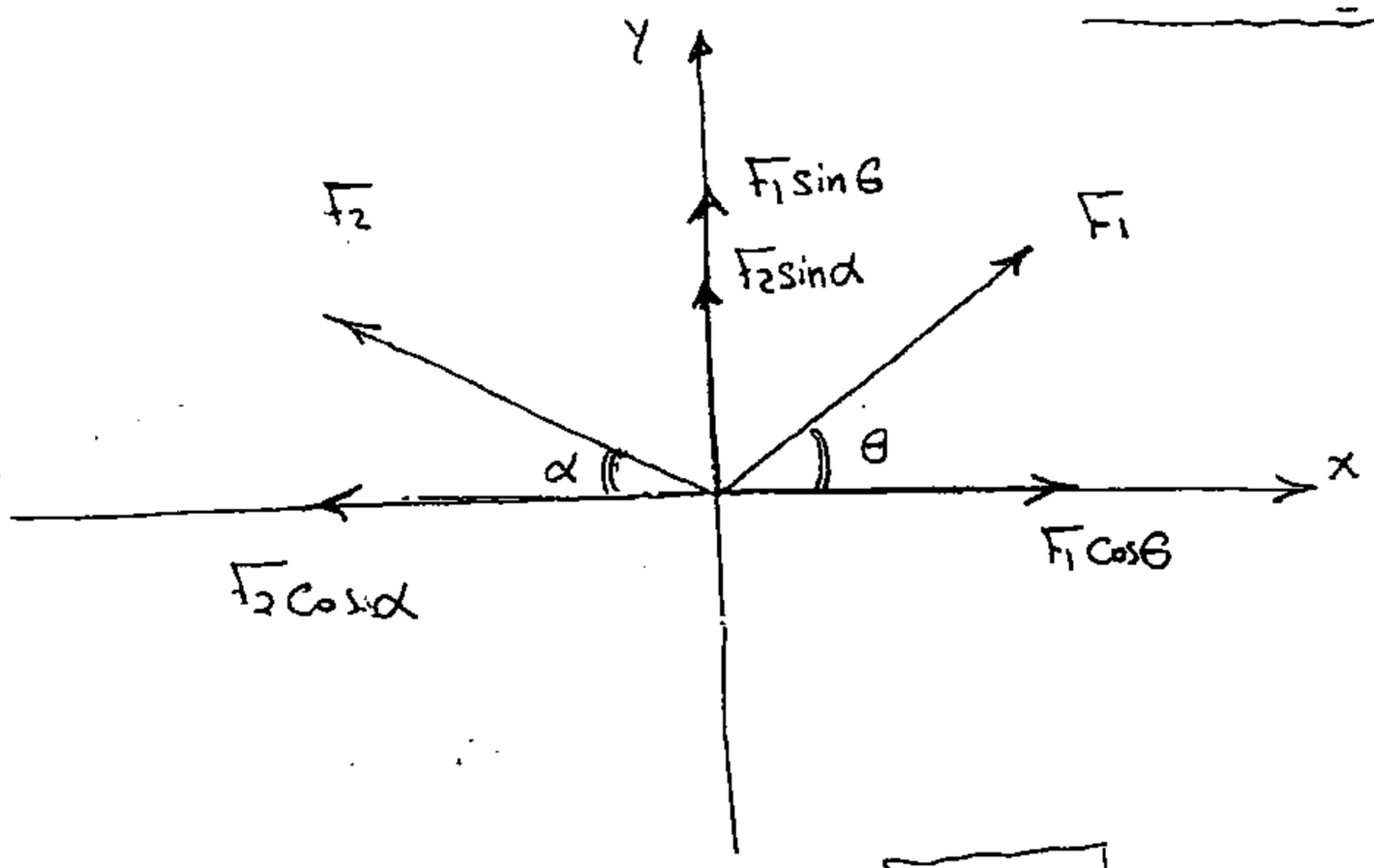



$$F_y = F_{23}\sin60° - F_{21}\sin60°$$

$$F_y = \boxed{\quad}$$

$$F_{net} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \boxed{\quad} \text{ N}$$

تحليل القوى :-

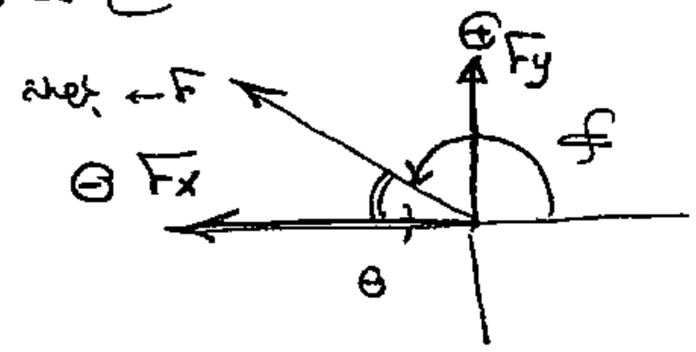



$$\sum F_x = F_1 \cos\theta - F_2 \cos\alpha = \square$$

$$\sum F_y = F_1 \sin\theta + F_2 \sin\alpha = \square$$

$$\text{حيث } F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

⇐ أوجد زاوية محصلة القوى مع محور x الموجب :-




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

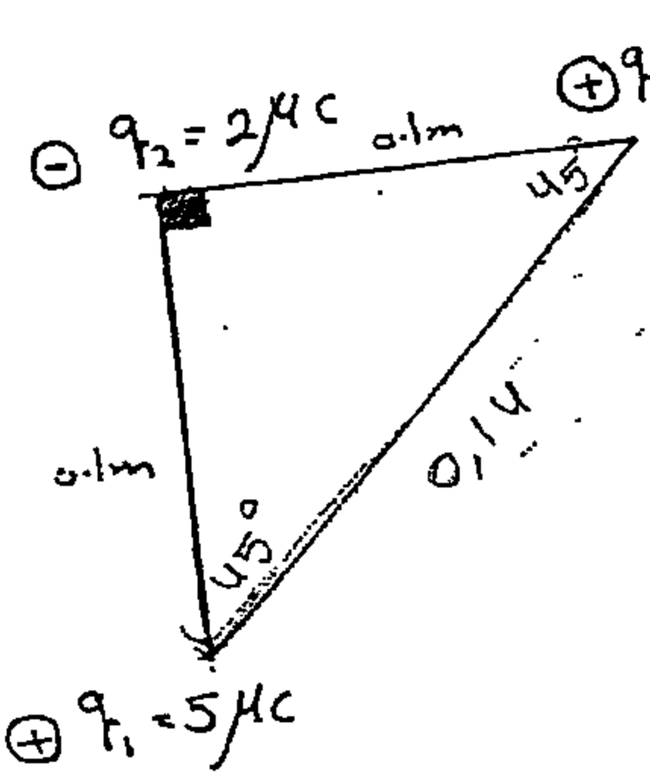
$$\phi = 180^\circ - \theta = \square$$

∴ زاوية محصلة القوى مع محور x الموجب .

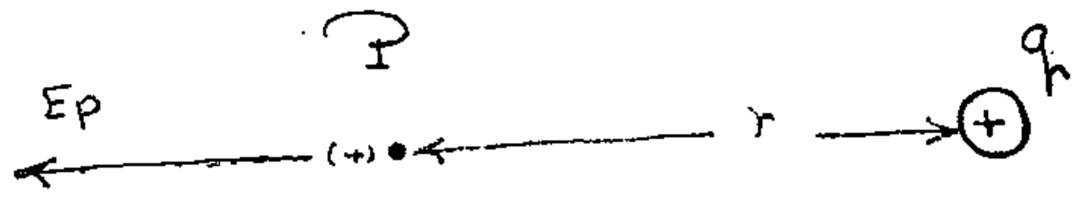
(H.W)

Example:

أوجد مقدار واتجاه القوى على الشحنة $q_3$ في الرسم المقابل



## ⇐ المجـــال الكهربائـــ :-




⇐ نفترض دائماً أن النقطة المراد حساب عندها شدة المجال موجبـــة .

$$E_p = k_e \cdot \frac{|q|}{r^2}$$

← شدة المجال الكهربائي عند النقطة P

---

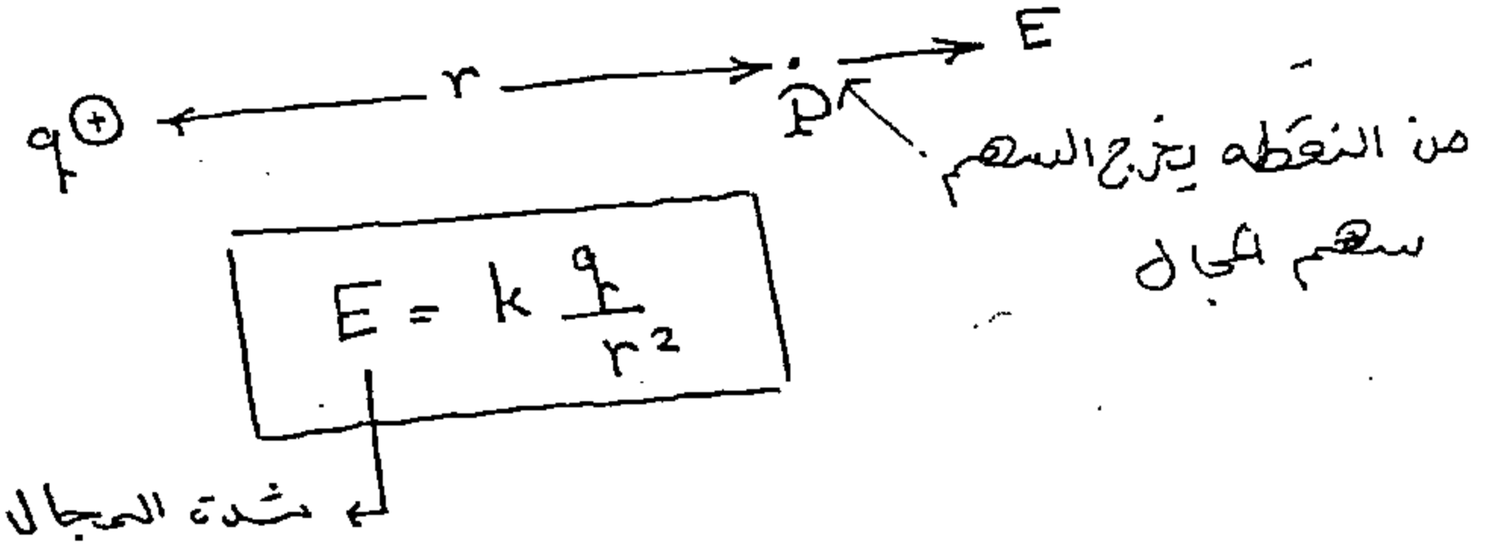
إذا طلب منك في السؤال حساب القوة الكهربائية على شحنة موضوعـــة في نقطة معلوم عندهـــا شدة المجـــال الكهربائي .

$$F = \pm q \cdot |E_p|$$

← قيمة الشحنة الموضوعة عند النقطة المعلوم عندها شدة المجال

## المجال الكهربي :- $\vec{E}$

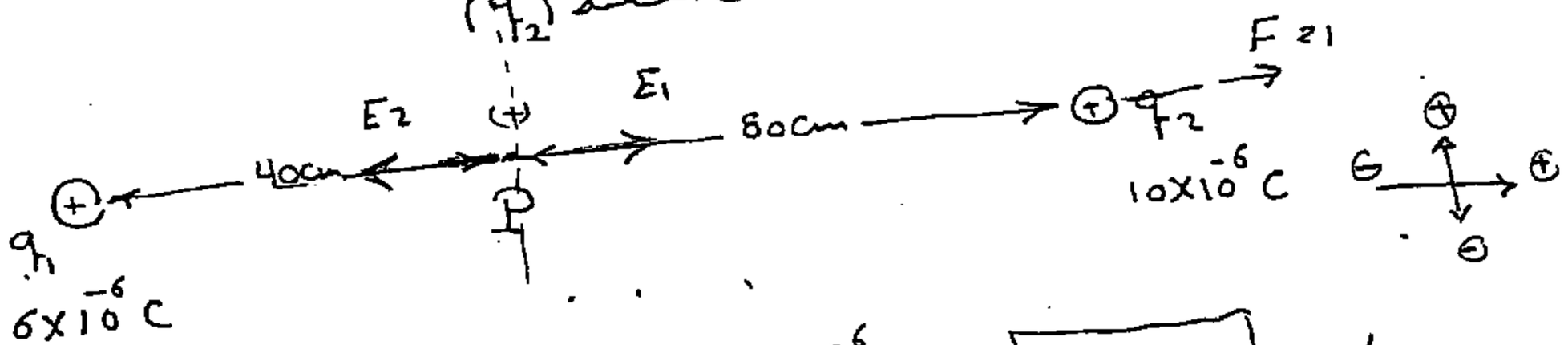
هو مقدار متجه أى أن له قيمة واتجاه عند نقطة معينه
نفرض أن النقطة المراد حساب عندها شدة المجال الكهربي هي P
نتيجة وجود شحنه مقدارها $q$ وبعده عن النقطة مسافة (r)




$$E = k \frac{q}{r^2}$$

N/C ← شدة المجال الكهربي

Example:- شحنتين على خط مستقيم المسافة بينهما 120cm، كما في الرسم
أ) أوجد مقدار واتجاه المجال الكهربي على النقطة (P).
ب) أوجد مقدار واتجاه القوة الكهربية على الشحنة ($q_2$)




$$E_1 = k_e \cdot \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9X10^9 \frac{6X10^{-6}}{40X10^{-2}} = \square \text{ N/C}$$

$$E_2 = k_e \cdot \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9X10^9 \frac{10X10^{-6}}{80X10^{-2}} = \square \text{ N/C}$$

$$E_p = E_1 - E_2 = \square \text{ N/C}$$

ملاحظة هامة :-

1) النقطة المراد حساب عندها شدة المجال الكهربي تعتبر دائماً موجبة.
2) في حالة وضع شحنه مقدارها ($\pm q_o$) عن النقطة المراد حساب عندها شدة المجال الكهربي فإننا نرمز عن $q_o$ بإشارتها عند حساب القوة الكهربية على الشحنه ($q_o$).

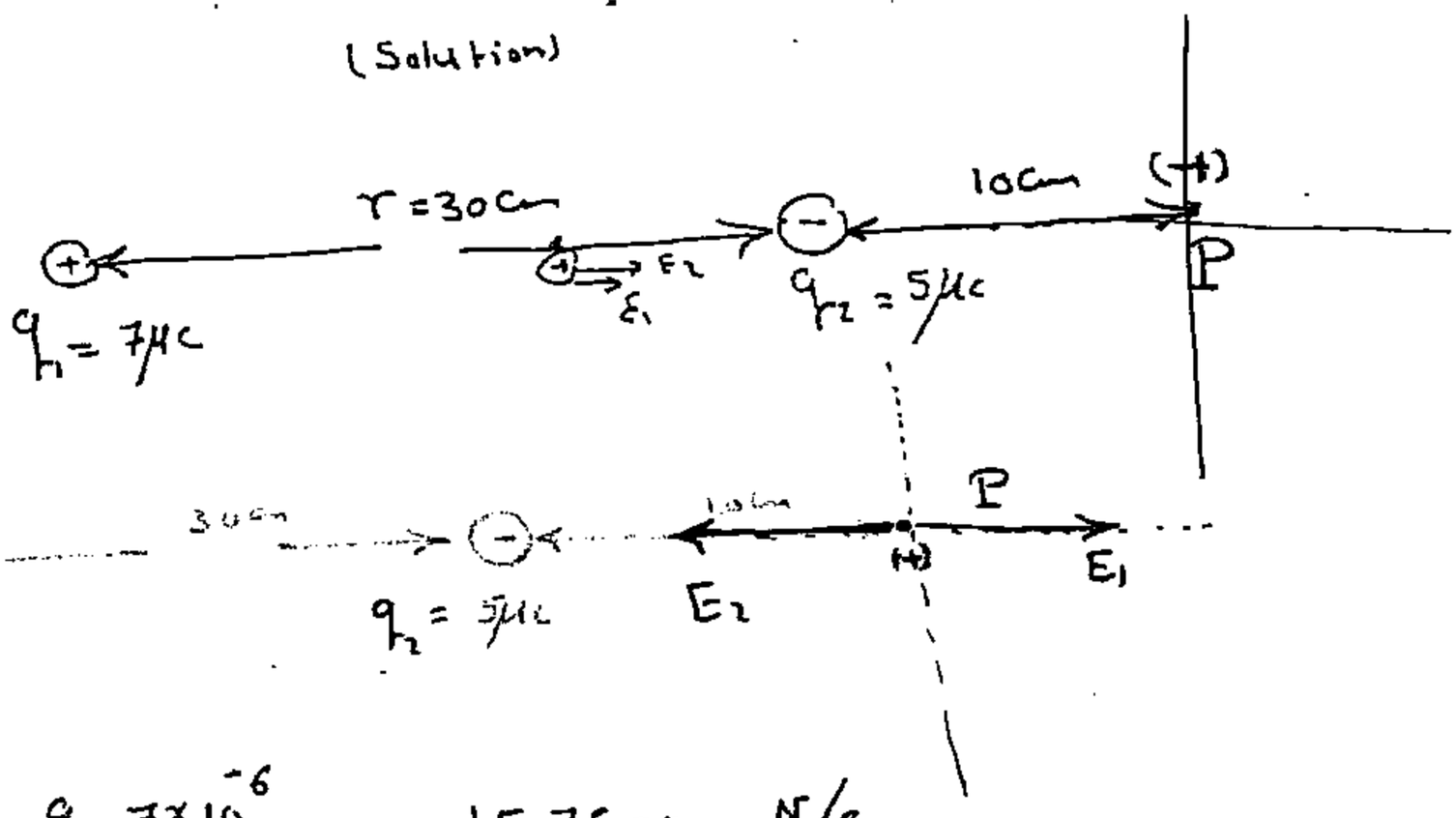
$$F = (\pm q_o)(|E_p|) = \pm N$$

* في حالة $F = \oplus$ $\Leftarrow$ $F$ في نفس إتجاه $E_p$
* في حالة $F = \ominus$ $\Leftarrow$ $F$ عكس إتجاه $E_p$

Example: شحنتان على خط مستقيم على الترتيب $q_1 = 7\mu C$ و $q_2 = 5\mu C$ سالبة بينهما 30cm احسب :-

a) المجال الكهربي عند النقطة P والتي تبعد 10cm عن الشحنه $q_2$.
b) إذا كانت النقطة P تحتوي على شحنه $q_o = 2\mu C$ احسب القوة الكهربية عندها واتجاهها.

(Solution)



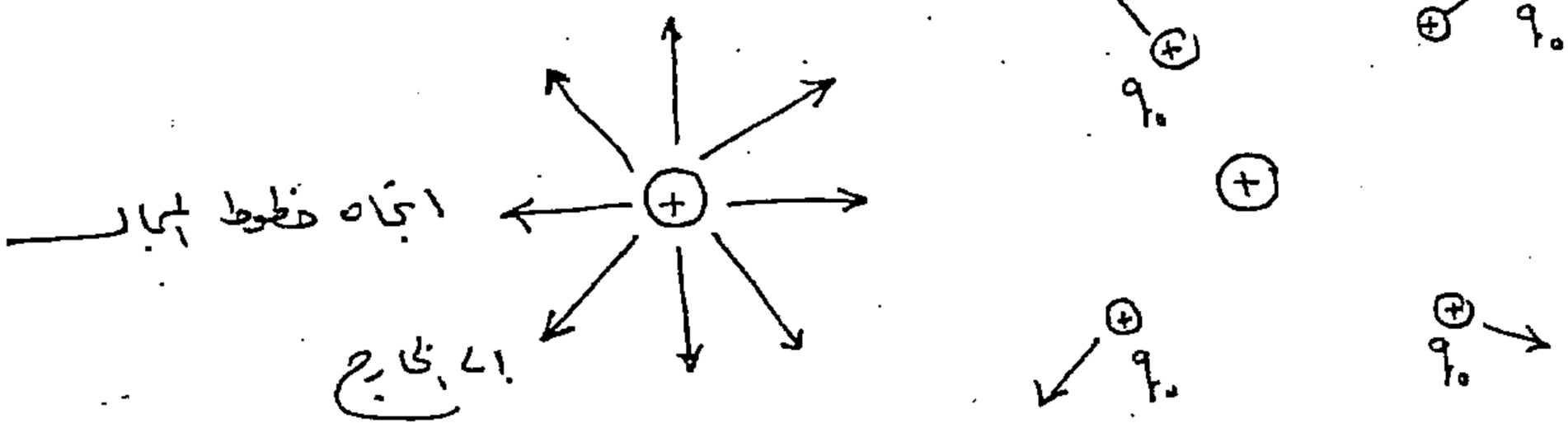

$$E_1 = 9\times10^9 \frac{7\times10^{-6}}{40\times10^{-2}} = 157500 \ N/C$$

$$E_2 = 9\times10^9 \frac{5\times10^{-6}}{10\times10^{-2}} = 450000 \ N/C$$

$$E_p = E_1 - E_2 = -292500 \ N/C$$ ← اتجاه شدة المجال

$$F = \pm q_o |E_p| = 2\times10^{-6} |292500| = 0.585 \ Newton$$ (+) ← في نفس اتجاه شدة المجال

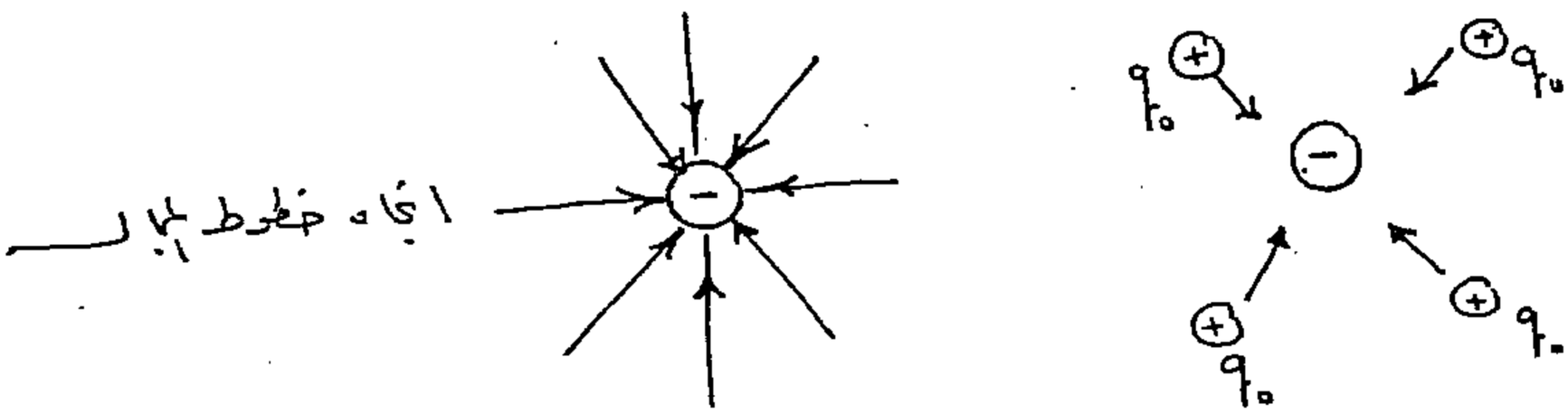
المجال الكهربي:- هو المنطقة المحيطة بالشحنه وتظهر فيها آثارها الكهربية




$q_o$: Test Charge

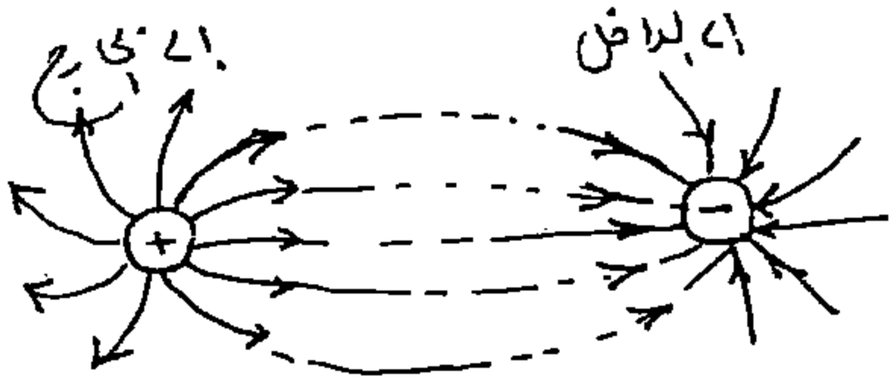
خطوط المجال الكهربائي تخرج من الشحنه الموجبه.

في الشحنه سالبة :-

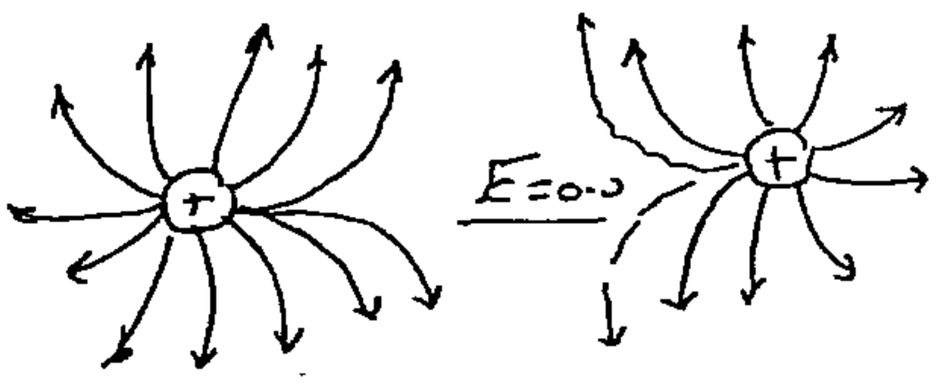



خطوط المجال الكهربائي تدخل الشحنه السالبه.

← تخطيط المجال الكهربائي لشحنتين معاً :-




منطقة انعدام المجال الكهربائي تقع خارج الشحنتين وناحية الشحنه الصغرى.




منطقة انعدام المجال الكهربائي تقع بينهما وناحية الشحنة الصغرى.

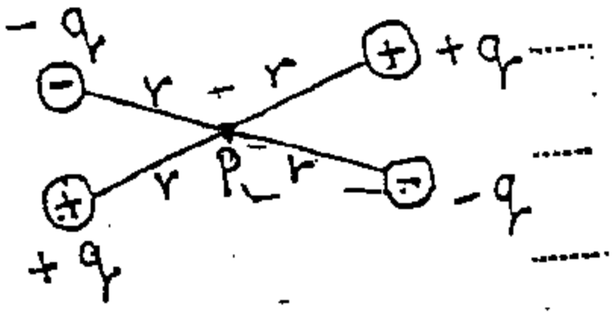
H-3

Q2: In the figure shown the resultant electric field at the point p is:

في هذا الشكل محصلة المجال الكهربائي عند النقطة p هي:

(ف ١: ص ٢٥ | ٢٥ هـ ٢)

a) $4kq/r^2$ b) zero c) $kq/r^2$ d) $2.kq/r^2$




11

H-3

H-3

Q2- What is the distance (x) at which the electric field equals zero?

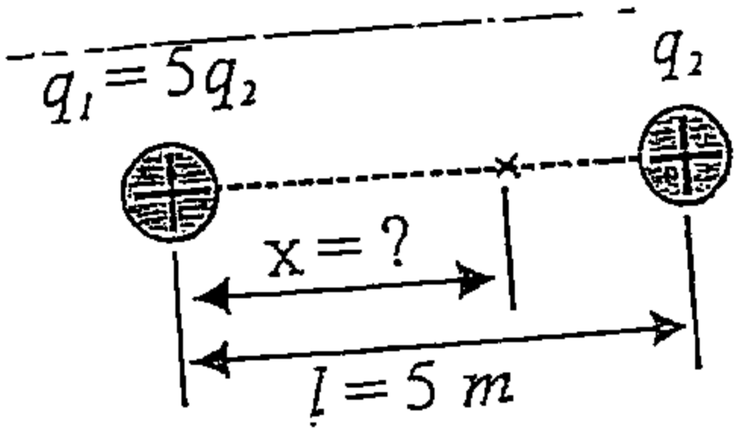
س2- ما مقدار المسافة x التي عندها المجال الكهربائي يساوي صفر؟

اختبارات (ف ٢ / ٢٥ هـ)

A 1.55 *m* B 2.50 *m*

C 3.45 *m* D 4.17 *m*

(Solution)




(02)

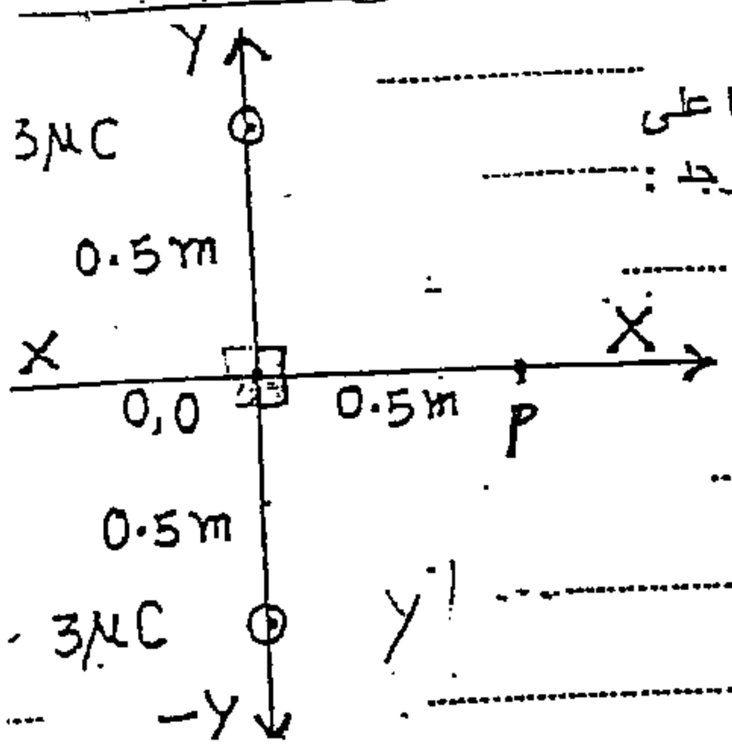
H.W

س١: اختبارات ف١: (٢٠٢٣/٢٠٢٤هـ)

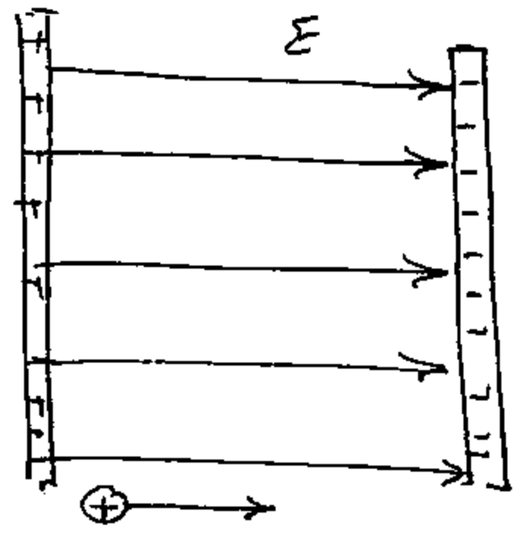
(أ) تقع شحنتان نقطيتان قدر كل واحدة منهما 3 μC على محور y إحداهما على بعد 0.5m والأخرى على بعد 0.5 m - من نقطة الأصل. أوجد :

(1) مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة p الواقعة على محور x وعلى بعد 0.5m من نقطة الأصل.

(2) أوجد مقدار واتجاه القوة الكهربائية التي تتعرض لها شحنة قدرها 4nC عندما توضع في موقع النقطة p .



## ← حركة الشحنه داخل مجال كهربائي :-




تتحرك بشكل موازي لخطوط المجال .

$$v = v_0 + at \longrightarrow (1)$$

$$\Delta x = v_0 . t + \frac{1}{2} a t^2 \longrightarrow (2)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \longrightarrow (3)$$

$$\boxed{a = \frac{qE}{m}}$$

v : السرعة النهائية لجسم m/sec

$v_0$ : السرعة او بتدائية لجسم m/sec

$\Delta x$ : المسافة المقطوعة . (m)

a : التسارع $m/sec^2$

t : الزمن المستغرق .

a : مقدار تسارع الشحنة .

q : مقدار الشحنة

E : شدة المجال الكهربائي الذي تتحرك داخله الشحنة .

m : كتلة الجسم

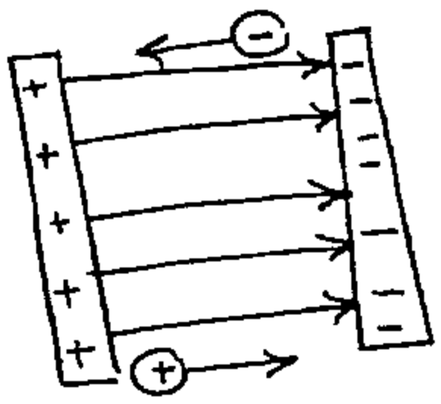
$m_p = 1.67 \times 10^{-27} kg$

$m_e = 9.11 \times 10^{-31} kg$

## ← حركة شحنة (جسيم مشحون) في مجال كهربائي منتظم :-

## Motion of charge in uniform electric field

1) الحركة يشكل موازي لخطوط المجال الكهربائي :-



يتأثر الجسيم المشحون لقوة كهربائية

$$F_e = qE \longrightarrow (1)$$

ولكل جسم له كتلة يتعرض لقوة (نيوتن)

$$F = ma \longrightarrow (2)$$

$$ma = qE$$

$$\boxed{a = \frac{qE}{m}}$$

نفرض أن الجسم بدأ الحركة من السكون :-

$$x_0 = 0.0 \Rightarrow v_0 = 0.0$$

Velocity of Particle ⇒ $v = v_0 + at$

$$v = 0 + at$$

سرعة الجزيء

$$\boxed{v = \left(\frac{qE}{m}\right) m}$$

← معادلة سرعة الجسيم

المسافة المقطوعة ⟵ $\Delta X = ??$

$$\Delta X = v_0 . t + \tfrac{1}{2} a t^2$$

$$\boxed{\Delta X = \frac{1}{2}\left(\frac{qE}{m}\right) t^2}$$

*Example : يؤثر مجال كهربائي قيمته 334 v/m على بروتون في مرج صغير ما هي قيمة التسارع الناتج عن هذا المجال ؟

$m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg.

$E = 334$ v/m

$a = ??$ $\quad m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg

$q = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{(1.6 \times 10^{-19}).(334)}{1.67 \times 10^{-27}} = \boxed{\quad} \ m/sec^2$$

Q 1 : A proton accelerates from rest in a uniform electric field of 640 N/C . At some later time its speed is $1.2 \times 10^6$ m/s . How far has it moved in this time?

اختبار (ف٢ / ٢٥ هـ).

بدأ بروتون من السكون في مجال كهربائي منتظم 640 N/C. بعد فترة من الزمن أصبحت سرعته $1.2 \times 10^6$ m/s ما هي المسافة التي قطعها في هذه الفترة؟

a) 11.7 m b) 16.9 m c) 20.7 m d) 5.6 m

عندما يتحول جسم من السكون فإن سرعته الابتدائية $v_0 = 0$

$E = 640$ N/C $\quad v = 1.2 \times 10^6$ m/sec

$\Delta x = ??$

$v = v_0 + at \longrightarrow (1)$

$\Delta x = v_0 . t + \frac{1}{2} a t^2 \longrightarrow (2)$

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \longrightarrow (3)$

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{(1.6 \times 10^{-19}).(640)}{1.67 \times 10^{-27}} = \boxed{5.13 \times 10^{10}} \ m/s^2$$

$$(1.2 \times 10^6)^2 = 2 (5.13 \times 10^{10}) . \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{(1.2 \times 10^6)^2}{2 (5.13 \times 10^{10})} = \boxed{11.7 \ m}$$

Q 1: : A proton travels in the .+ ve x – direction into a region of uniform electric field $\vec{E} = -6 \times 10^5 \hat{i}\, N/C$ . If the proton travels 7 cm before coming to rest then its initial velocity is :

اختبار (ف ١ / ٢٠٠٤)

السرعة الابتدائية لبروتون يتحرك بالاتجاه الموجب لمحور x ويتوقف بعد قطع مسافة 7 cm في مجال كهربائي منتظم $\vec{E} = -6 \times 10^5 \hat{i}\, N/C$ هي:

a) $2.84 \times 10^{-6}\ \hat{i}\, m/s$  b) $2.84 \times 10^{6}\ \hat{i}\, m/s$  c) $28.4 \times 10^{6}\ \hat{i}\, m/s$

d) $46.64 \times 10^{7}\ \hat{i}\, m/s$

$v_0 = ??$

$v = 0.0$

$\Delta x = 7 \times 10^{-2}\ m$

$E = -6 \times 10^{5}\ N/C$

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$

$0.0 = v_0^2 + 2\left(\frac{qE}{m}\right).(7 \times 10^{-2})$

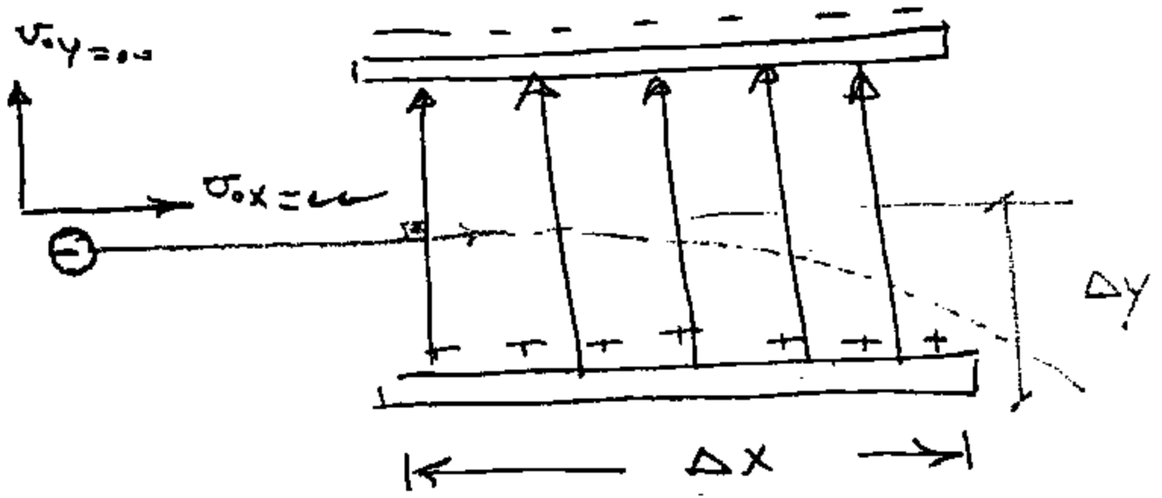
$a = \frac{qE}{m} = \frac{(1.6 \times 10^{-19})(-6 \times 10^{5})}{1.67 \times 10^{-27}}$

$a = -5.74 \times 10^{13}$

$0.0 = v_0^2 + 2(-5.74 \times 10^{13}).(7 \times 10^{-2})$

$v_0 = 2.84 \times 10^{6}\ m/sec$

## ⇐ حركة الشحنه داخل مجال بشكل عمودي ع خطوط المجال :




### x-Dim

$$v_x = v_{0x} + a_x t \longrightarrow (1)$$

ملحوظة : التسارع في إتجاه محور x يساوي الصفر

$$a_x = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{v_x = v_{0x}}$$

$$\Delta x = v_{0x} \cdot t + \frac{1}{2} a_x \cdot t^2$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta x = v_{0x} \cdot t}$$

### y-Dim

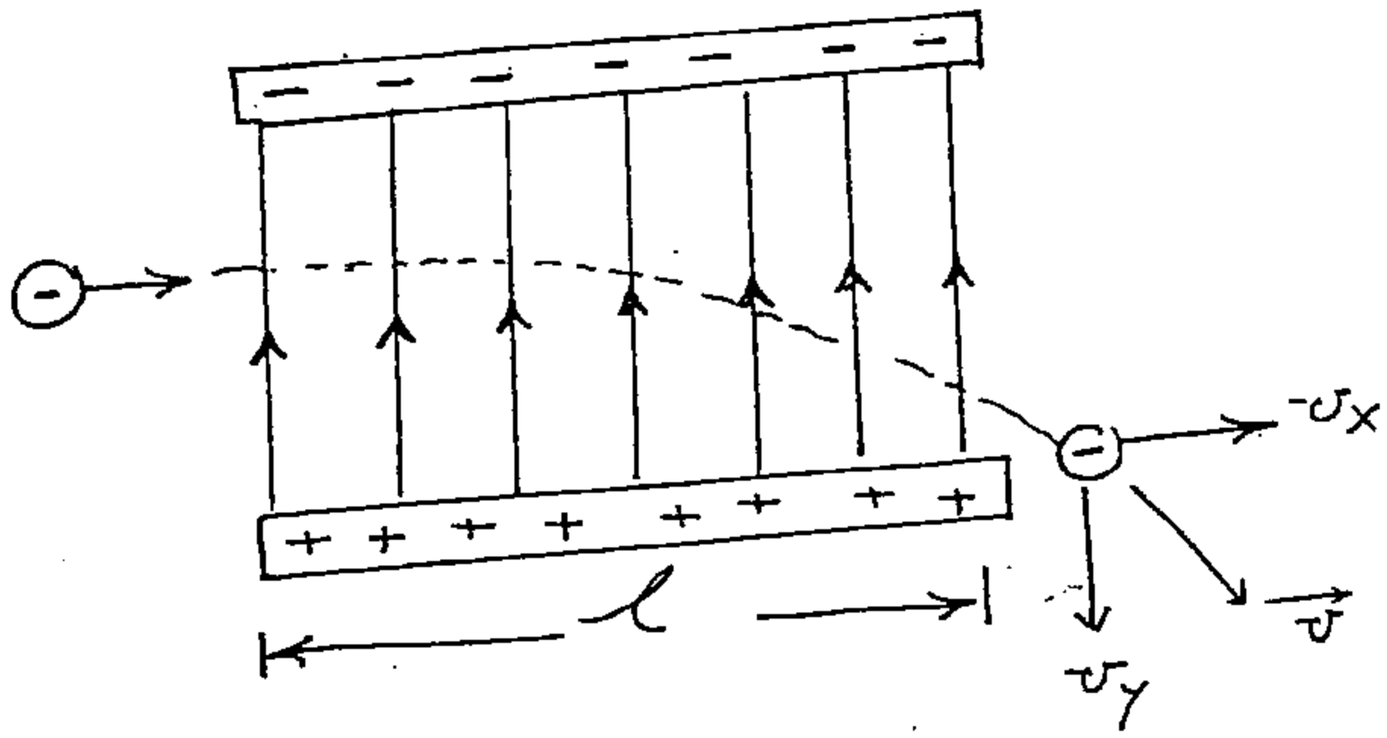
$$\boxed{a = \frac{qE}{m}}$$

$$v_y = v_{0y} + a t \longrightarrow (1)$$

$$\Delta y = v_{0y} \cdot t + \frac{1}{2} a_y \cdot t^2 \longrightarrow (2)$$

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2 a_y \Delta y \longrightarrow (3)$$

ثانياً :- حركة الجسيم المشحون بشكل عمودى على خطوط المجال الكهربائى




حركية السرعة فى الإتجاه العمودى على خطوط المجال الكهربائى :-

$$v_x = v_{oy} + a_y t$$

التسارع فى الإتجاه العمودى على المجال $a_y = 0.0$

داخل يساوى صفر .

$$\boxed{v_y = v_{ox}}$$

$$\Delta x = v_{ox} . t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

لـ المسافة المقطوعة .

$$x - x_o = v_{ox} . t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$x_o = 0.0$ ، $a_x = 0.0$

$$x = v_{ox} . t$$

$$\boxed{l = v_{ox} . t}$$

لـ معادلة الحركة المحاملة للمجال الكهربائى .

## ← الحركة الموازية لخطوط المجال :-

$$-v_y = v_{0y} + a_y . t$$

$$\boxed{v_{0y} = 0.0}$$

$$a_y = -\left(\frac{qE}{m}\right) \hat{j}$$

$$\boxed{\overrightarrow{v_y} = 0 \quad -\left(\frac{qE}{m}\right) t \, \hat{j}}$$ ← السرعة

$$\boxed{\overrightarrow{a_y} = -\left(\frac{qE}{m}\right) \hat{j}}$$ ← التسارع

$$\Delta y = v_{0y} . t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$y - y_0 = v_{0y} . t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

($y_0 = 0.0$ ، $v_{0y} = 0.0$)

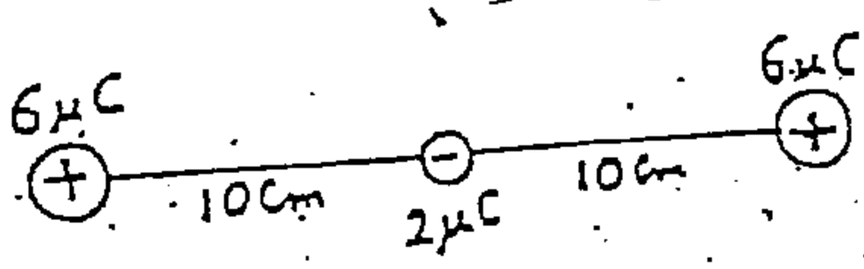
$$\boxed{y = -\frac{1}{2} \left(\frac{qE}{m}\right) t^2 \, j}$$ ← المسافة المقطوعة

~

1- القوة الكهروستاتيكية المؤثرة على الشحنة 2μC تساوي :

أ) 10.8N ب) 21.6N

ج) صفر د) 15.4N




2- يؤثر المجال الكهربي على شحنة سالبة بقوة يجعلها تتحرك :

أ) في اتجاه المجال ب) عكس اتجاه المجال

ج) عمودي على المجال د) لا تتحرك

3- شحنتان موجبتان 2q و 3q فإذا كانت المسافة بينهما 2r فإن قيمة المجال الكهربي في منتصف المسافة بينهما يساوي :

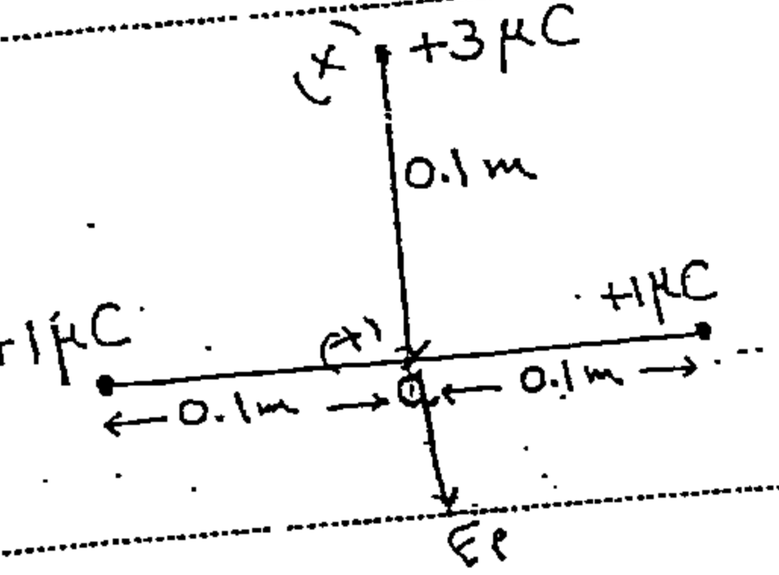
أ) $K\frac{q}{r^2}$ ويتجه مع مجال الشحنة 3q.

ب) $K\frac{q}{r^2}$ ويتجه مع مجال الشحنة 2q.

ج) $K\frac{2q}{r^2}$ ويتجه مع مجال الشحنة 3q.

د) $K\frac{5q}{r^2}$ ويتجه مع مجال الشحنة 2q.

4- شدة المجال الكهربي عند النقطة a في الشكل المرفق تساوي:

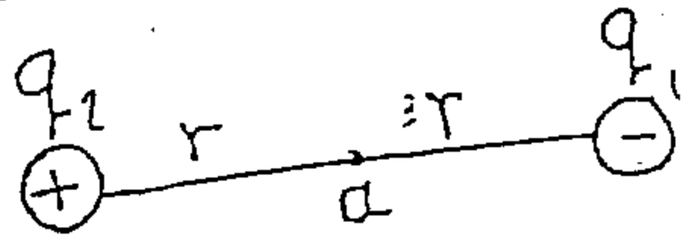



أ- $3x10^{-6}$ N/C ب- $2.7x10^{6}$ N/C

ج- $27x10^{-6}$ N/C د- $3x10^{4}$ N/C

5- المجال الكهربي عند النقطة a في السؤال السابق يكون اتجاهه بالنسبة للنقطة a إلى: أ- اليمين ب- اليسار ج- أسفل د- أعلى

6- إذا وضعت شحنة مرجعة مقدارها Q عند النقطة a ، كما في الشكل، فان القوة المؤثرة على هذه الشحنة تساوي :



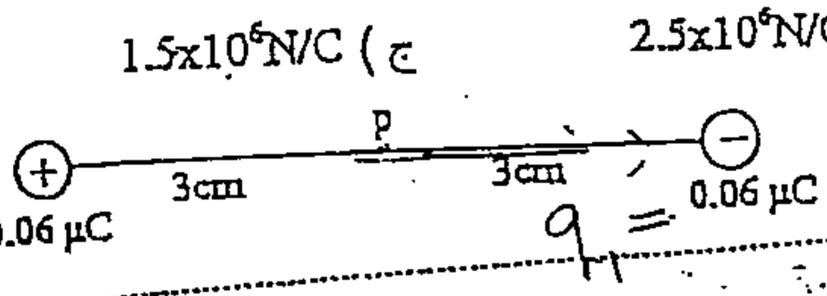

أ- صفر

ب- $F = 2K\frac{Qq}{r^2}$

ج- $F = K\frac{Qq}{r^2}$

د- $F = 4K\frac{Qq}{r^2}$

7- المجال الكهربي عند النقطة P ، الواردة في الشكل ، يساوي :




أ) $2.2x10^{6}$N/C ب) $2.5x10^{6}$N/C

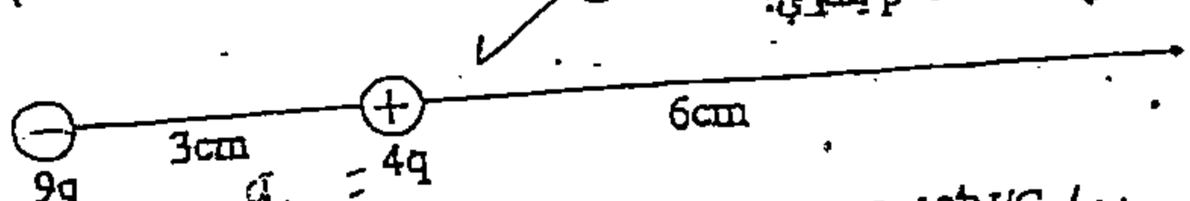
ج) $1.5x10^{6}$N/C د) $1.2x10^{6}$N/C

8- قوة الكهربية بين شحنتين مرجبتين مقدارهما 0.5q و 2q والمسافة بينهما r هي:

أ) $Kq^2/2r^2$ ب) $Kq^2/2r$

ج) $Kq^2/r^2$ د) $K8q^2/r^2$

9- إذا كانت $q = 10^{-9}$C فإن المجال الكهربي عند النقطة p يساوي:



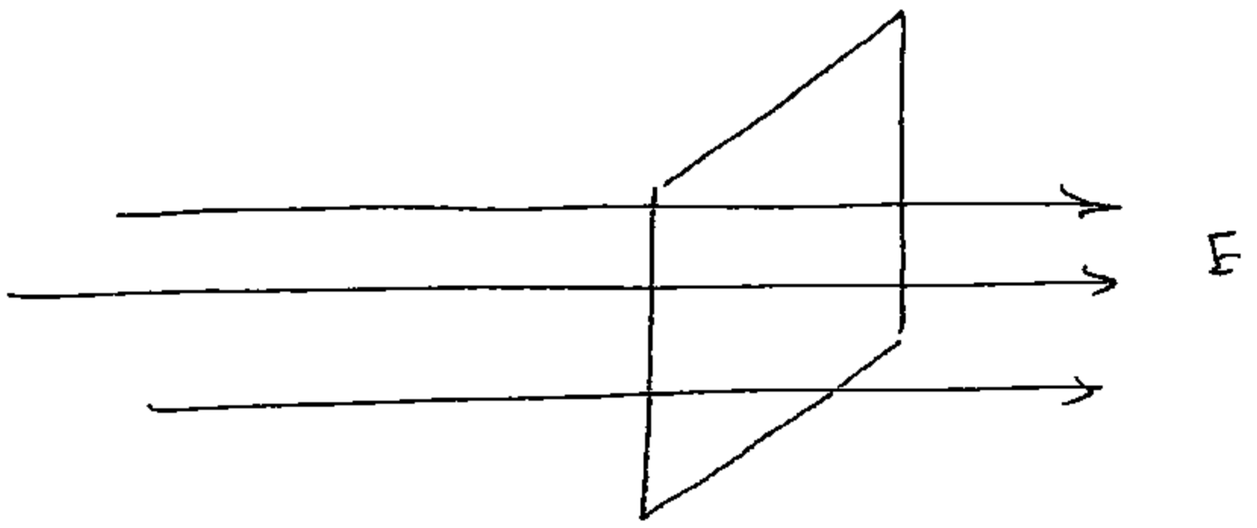

أ) صفر ب) $2x10^{4}$N/C

ج) $10^{4}$N/C د) $2x10^{3}$N/C

# " التدفق الكهربائي "

# " electric flux "

التدفق : عدد خطوط المجال التي تخترق سطح معين .



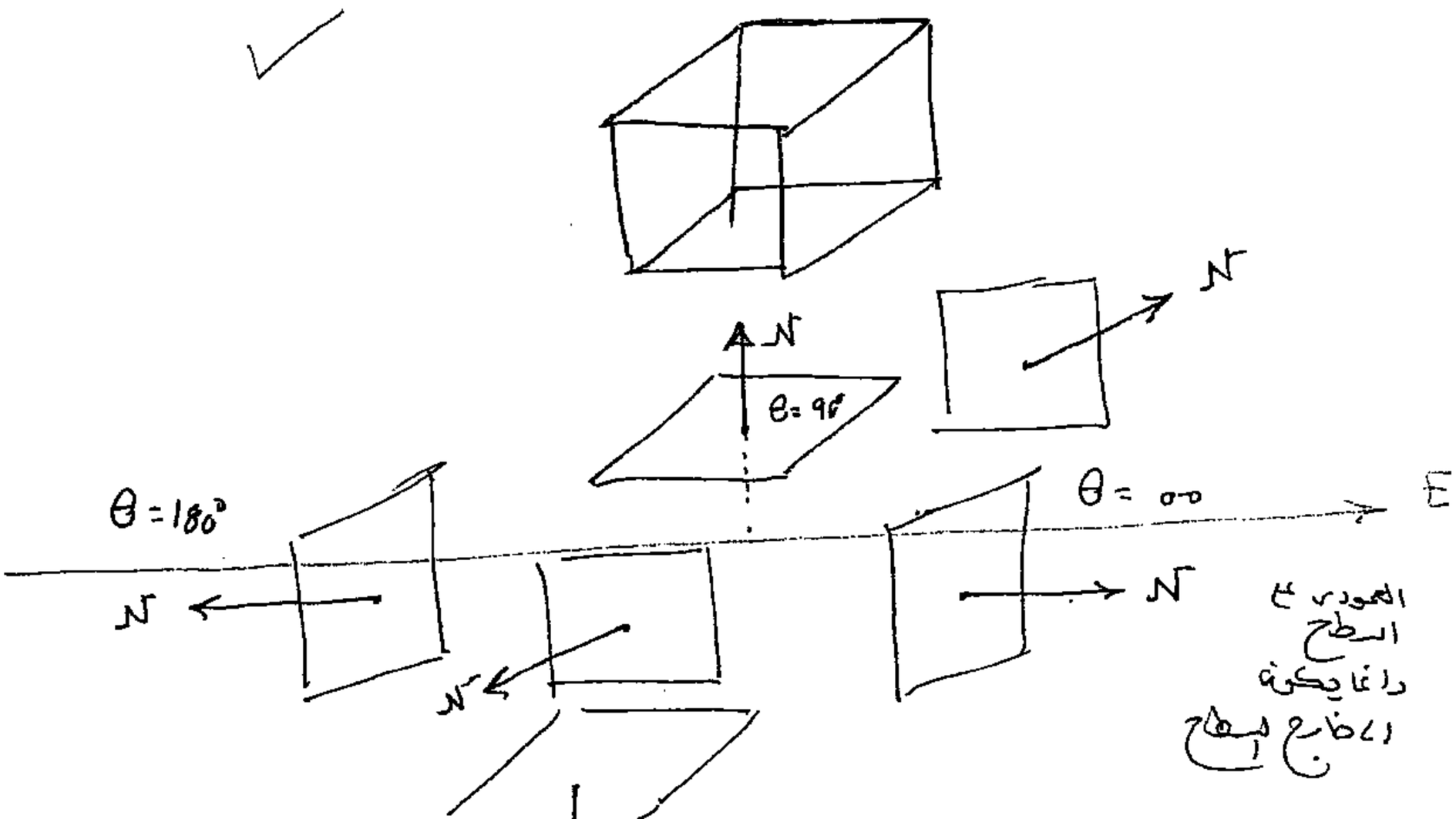

التدفق الكهربائي $\Phi = E \cdot A \cos\theta$

$\frac{N}{C} \cdot m^2$

$E$: شدة المجال الكهربائي — $\frac{N}{C}$

$A$: مساحة السطح — $m^2$

$\theta$: هي الزاوية بين شدة المجال الكهربائي والعمودي على السطح .

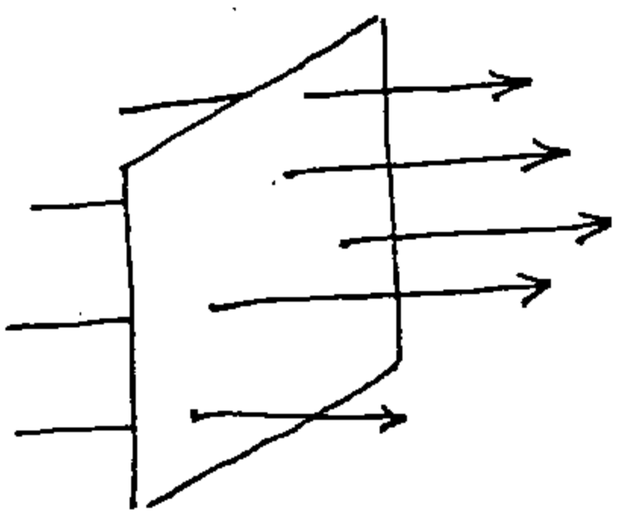


# Electric flux $\Phi$

## "التدفق الكهربي"

التدفق الكهربي :- هو عدد خطوط المجال الكهربائ التي تخترق مطحاً ما بإتجاه عودي عليه .

$$\Phi = \vec{E} \cdot \vec{A}$$

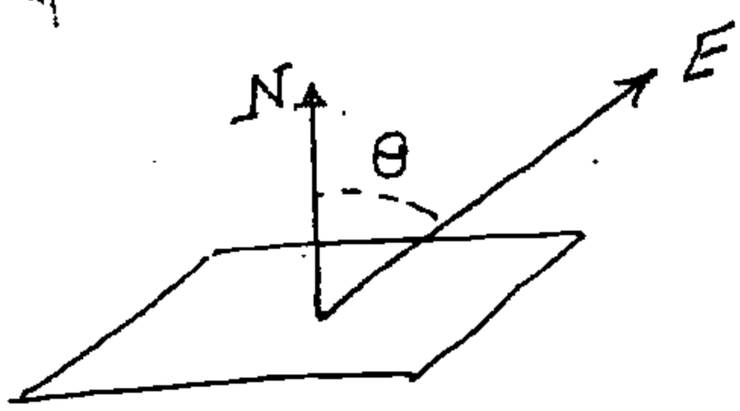


E : electric field (N/C)

A : Area ($m^2$)

unit of $\Phi = \frac{N}{C} \cdot m^2$ or $\frac{v}{m} \cdot m^2 = v \cdot m$

إذا كان المجال يصل بزاوية $\theta$ عن السطح




$$\Phi = EA\cos\theta$$

$\theta$ : هي الزاوية بين اتجاه المجال $\vec{E}$ والعمودي ع السطح .

التدفق الكهربائ عبر سطح مغلق :-

$$\Phi_c = \oint En \cdot dA$$

C: closed surface

En: شدة المجال الكهربي داخل سطح جاوس.

## ⇐ قانون جاوس :

$$\Phi = \oint \vec{E}_n \cdot \vec{dA} = \frac{q_{in}}{\varepsilon}$$

$$\Phi = \frac{q_{in}}{\varepsilon}$$

$q_{in}$ : مجموع الشحنات داخل سطح جاوس.

$\varepsilon$ : $8.85 \times 10^{-12}$

$$\Phi = E \cdot A \cos\theta$$

$\cos\theta = 1$ نفرض أن

$$\Phi = E \cdot A$$

$$E = k_e \cdot \frac{q}{r^2}$$

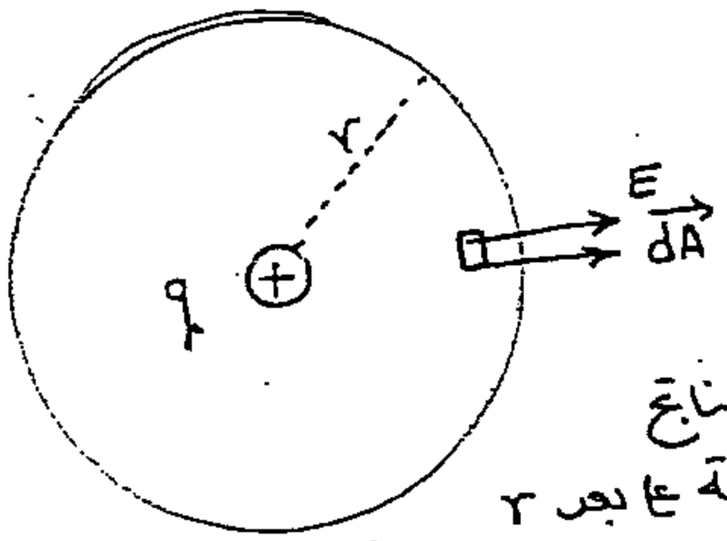
$$\Phi = k_e \cdot \frac{q}{r^2} \cdot A$$

مساحة السطح

## ← اشتقاق قانون جاوس :-

نفرض ان لدينا سطح جاوس كروي وهذا شحنه $q$ ⊕ عند مركز السطح الكروي ونريد حساب شدة المجال الكهربي على بعد $r$ منها.

$$\Phi_c = \oint \vec{E_n} \cdot \vec{dA}$$




$$E = k \cdot \frac{q}{r^2}$$

$E$ شدة المجال الناتج عن شحنة نقطية على بعد $r$

$$A = 4\pi r^2$$

$A$ مساحة سطح الكرة

$$\Phi_c = E_n \oint dA = E_n \cdot A = \left(\frac{k q}{r^2}\right)(4\pi r^2)$$

$$\Phi_c = 4\pi k q \qquad k = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0}$$

$$\Phi_c = 4\pi \cdot \frac{1}{4\pi \varepsilon_0} \cdot q$$

$$\Phi_c = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

الصيغه العامة لقانون جاوس

$$\Phi_c = \oint \vec{E_n} \cdot \vec{dA} = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

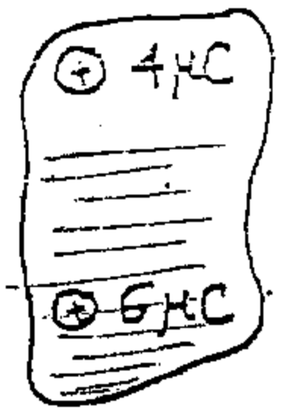
$q_{in}$ : الشحنه داخل سطح جاوس

$\varepsilon_0$ : $8.85 \times 10^{-12}\ C^2/(N.m^2)$

3. The net electric flux through the shown Gaussian surface is:

(ف ٢٣ ، ٢٤ ص ٢٤)

صافي التدفق الكهربائي من خلال سطح جاوس المبين في الشكل المقابل هو :




a) zero b) $1.13x10^6 Nm^2/C$ c) $-1.13x10^6 Nm^2/C$

$$\oint = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$\oint = \frac{10 \times 10^{-6}}{8.85 \times 10^{-12}} = 1.13 \times 10^6 \frac{N}{C} \cdot m^2$$

(ف ١ ، ٢٥/٦ ص)

Q3: Four surfaces, $S_1$ through $S_4$, together with the charges -2Q, +Q and +Q are sketched in the figure. The electric flux through each surface respectively is:

في الشكل المقابل أربع سطوح مغلقة وثلاث شحنات +Q , -2Q, +Q

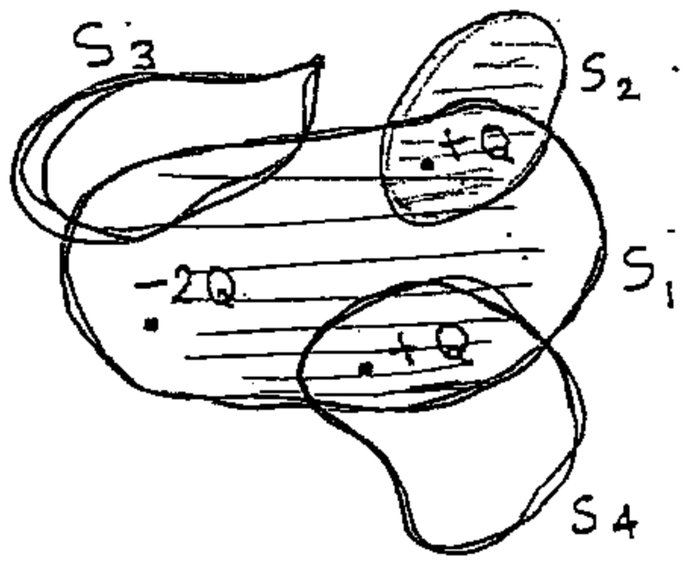
التدفق الكهربائي من كل سطح هو:

a) $\Phi_1 = +2Q/\varepsilon_0$, $\Phi_2 = Q/\varepsilon_0$, $\Phi_3 = 0$, $\Phi_4 = -Q/\varepsilon_0$

b) $\Phi_1 = -2Q/\varepsilon_0$, $\Phi_2 = 0$, $\Phi_3 = -2Q/\varepsilon_0$, $\Phi_4 = -Q/\varepsilon_0$

c) $\Phi_1 = 0$, $\Phi_2 = +Q/\varepsilon_0$, $\Phi_3 = 0$, $\Phi_4 = +Q/\varepsilon_0$

d) $\Phi_1 = -2Q/\varepsilon_0$, $\Phi_2 = 0$, $\Phi_3 = 0$, $\Phi_4 = -3Q/\varepsilon_0$




$$\oint_1 = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = \frac{+Q + Q - 2Q}{\varepsilon_0} = \text{Zero}$$

$$\oint_2 = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = \frac{+Q}{\varepsilon_0}$$

$$\oint_3 = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = \text{Zero}$$

$$\oint_4 = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = \frac{+Q}{\varepsilon_0}$$

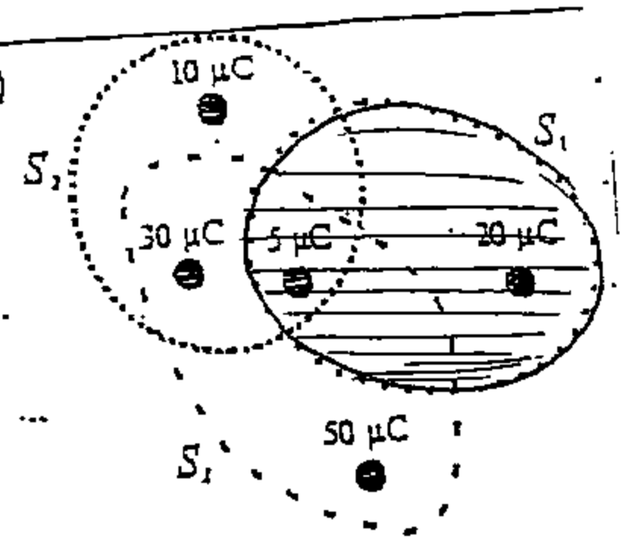
(ف٢، ٢٧/١٢ ص)

Q3- The electric flux through the surface $S_1$ is:

س3- الفيض الكهربائي خلال السطح $S_1$ يساوي:

A $0.56 \times 10^6\ N.m^2/C$ B $2.82 \times 10^6\ N.m^2/C$

C $5.00 \times 10^6\ N.m^2/C$ D $9.60 \times 10^6\ N.m^2/C$




(Q3)

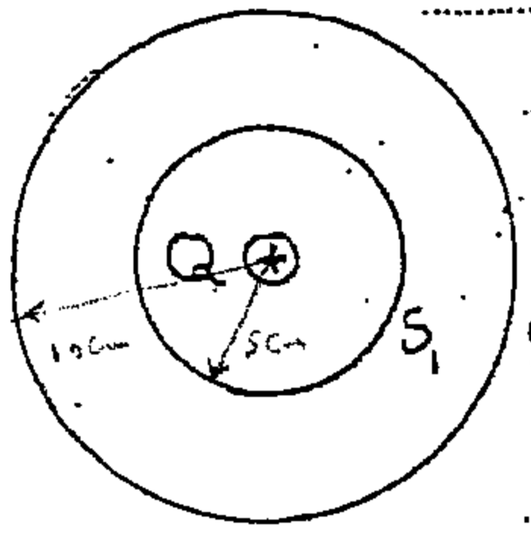
$$\Phi_1 = \frac{q_{in}}{\varepsilon}$$

$$\Phi_1 = \frac{25 \times 10^{-6}}{8.85 \times 10^{-12}} = 2.82 \times 10^6 \frac{N}{C}.m^2$$

(ف٢، ٢٠١٣/٢٤ ص)

5. Two spherical surfaces $S_1$ and $S_2$ are concentric. and have radii of 5 cm and 10 cm respectively. A charge $Q = 10$ nC is placed at their center.

If the electric flux through $S_1$ is $\phi_1$ and that through $S_2$ is $\phi_2$ then the ratio $\frac{\phi_1}{\phi_2}$ is :




$S_1$ و $S_2$ سطحان كرويان لهما نفس المركز، نصف قطر الأول 5 cm ونصف قطر الثاني 10 cm ، وضعت شحنة $Q = 10$ nC في مركزهما . إذا كانت $\phi_1$ هي التدفق الكهربائي من السطح $S_1$ و $\phi_2$ هي التدفق الكهربائي من السطح $S_2$ عندئذ فإن النسبة $\frac{\phi_1}{\phi_2}$ هي :

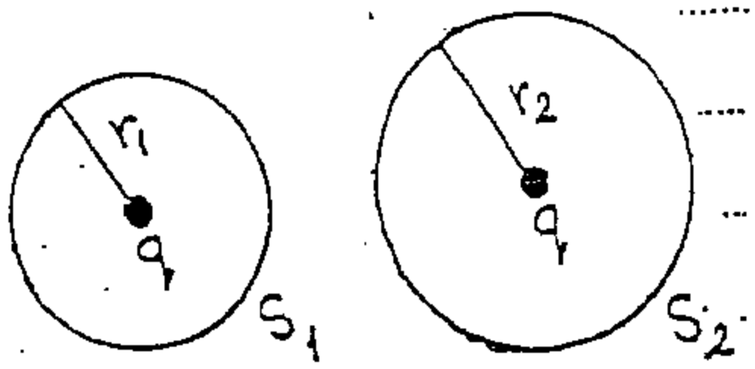
a) 0.25 b) 4 c) 0.5 d) 1

$$Q = 10\ nC \Rightarrow Q = 10 \times 10^{-9}\ C$$

$$\Phi_1 = \frac{q_{in}}{\varepsilon} = \frac{10 \times 10^{-9}}{8.85 \times 10^{-12}} =$$

$$\Phi_2 = \frac{q_{in}}{\varepsilon} = \frac{10 \times 10^{-9}}{8.85 \times 10^{-12}} =$$

(B) Find the electric flux through each of the closed spherical surfaces $S_1$ and $S_2$ shown in the figure where $q = 3\ \mu C$, $r_1 = 5$ cm , $r_2 = 10$ cm .

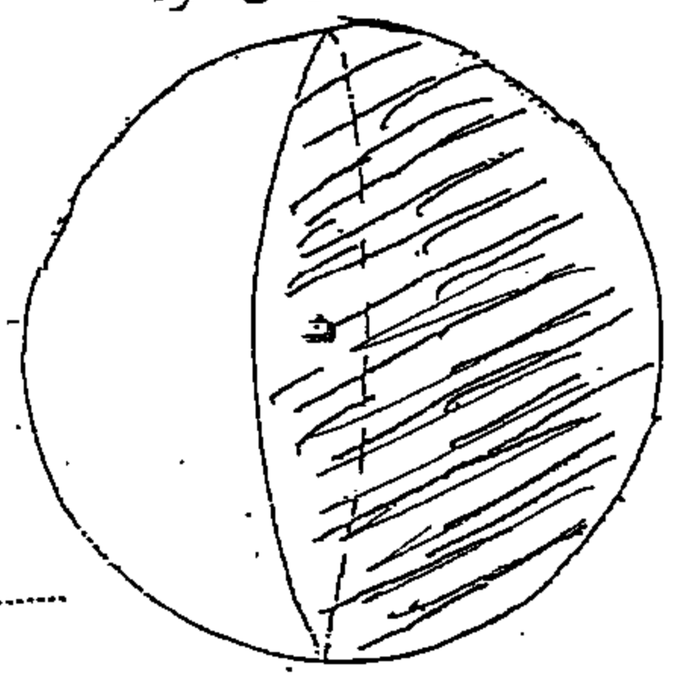



(ف١ : ٢٣/٤ هـ)

(ب) احسب التدفق الكهربائي من خلال الأسطح الكروية المغلقة $S_1$ و $S_2$ المبينة في الشكل المقابل حيث $q = 3\ \mu C$ و $r_1 = 5$ cm و $r_2 = 10$ cm

ما هي إذا كانت الشحنة، $q = 8.85\ pC$ تقع في مركز الكرة المحدودة بسطح جاوس (Gauss Surface) فما قيمة التدفق للمجال الكهربائي خلال النصف الأيمن من الكرة

(ف٢ : ٢٦/د هـ)



النصف الأيمن

a- 0.5 $Vm$

b- 1 $Vm$

c- 1.5 $Vm$

d- 2 $Vm$

$$q = 8.85 \times 10^{-12}\ C$$

خلال سطح اكبر $\Phi = \frac{q_{in}}{\varepsilon} = \frac{8.85 \times 10^{-12}}{8.85 \times 10^{-12}} = 1$

خلال نصف الكرة $\Phi = \frac{1}{2} = 0.5\ \frac{N}{C}.m$

Q 2: The electric flux through a sphere that has a radius of 0 .50 m and carries a charge of 1.0 μC at its center is:

التدفق الكهربائي من خلال سطح كرة نصف قطرها 0 .50 m تحوي شحنة في مركزها قدرها 1.0 μC هو :

a $1.13 \times 10^5$ $N.m^2/C$ b) $1.13 \times 10^5$ V/m c) 79.6 nC / $m^2$ d) zero

Q3- In figure 3, the ratio of the electric flux through the cube ($\Phi_{cube}$) to that through the sphere ($\Phi_{sphere}$) is:

س- النسبة بين التدفق (الفيض) الكهربي خلال المكعب إلى ذلك خلال الكرة تساوي:

A) 0 B) 1

C) $\sqrt{1/2}$ D) $\sqrt{2}$

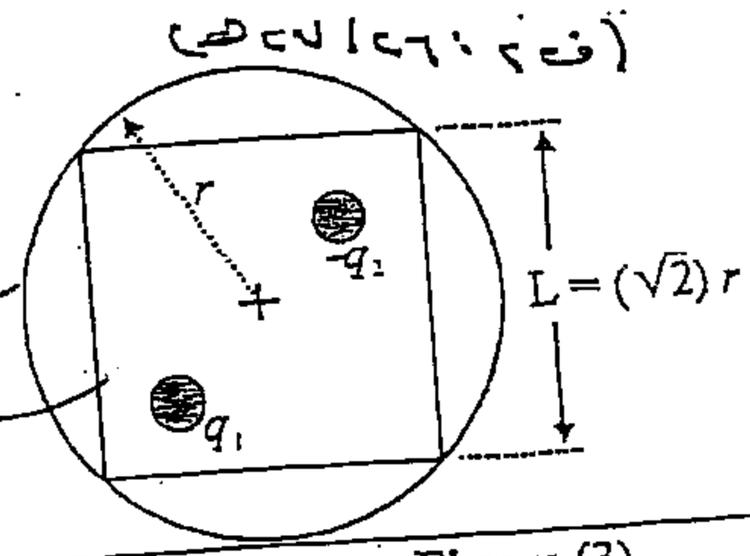


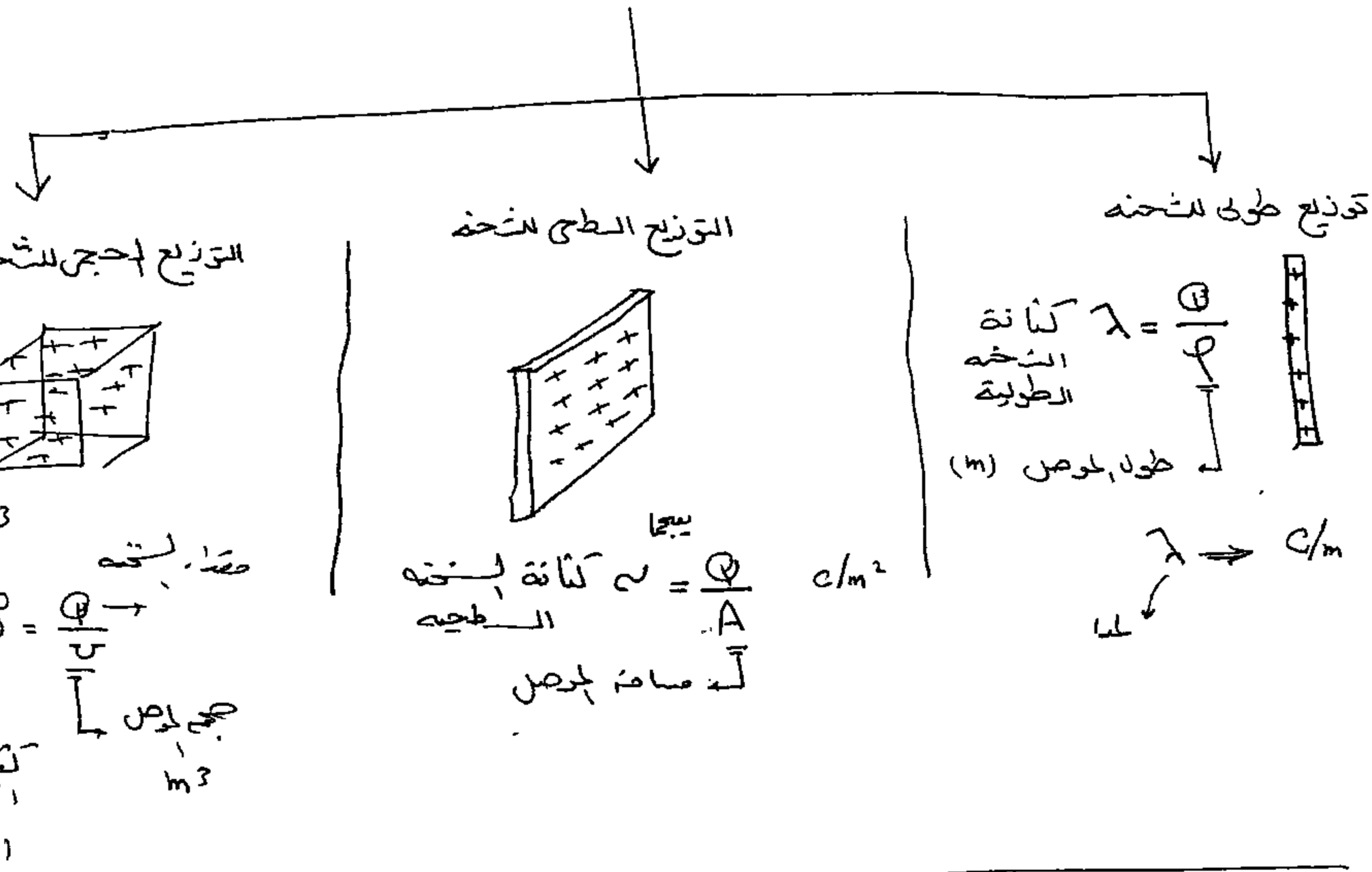

Figure (3)

$\Phi_1 = ??$ , $\Phi_2 = ??$ $\Rightarrow \frac{\Phi_1}{\Phi_2}$

$$\Phi_1 = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = \frac{q_1 - q_2'}{\varepsilon_0}$$

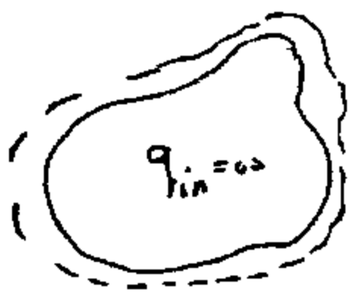
$$\Phi_2 = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = \frac{q_1 - q_2}{\varepsilon_0}$$

## ⇐ التوزيع للشحنات :




---

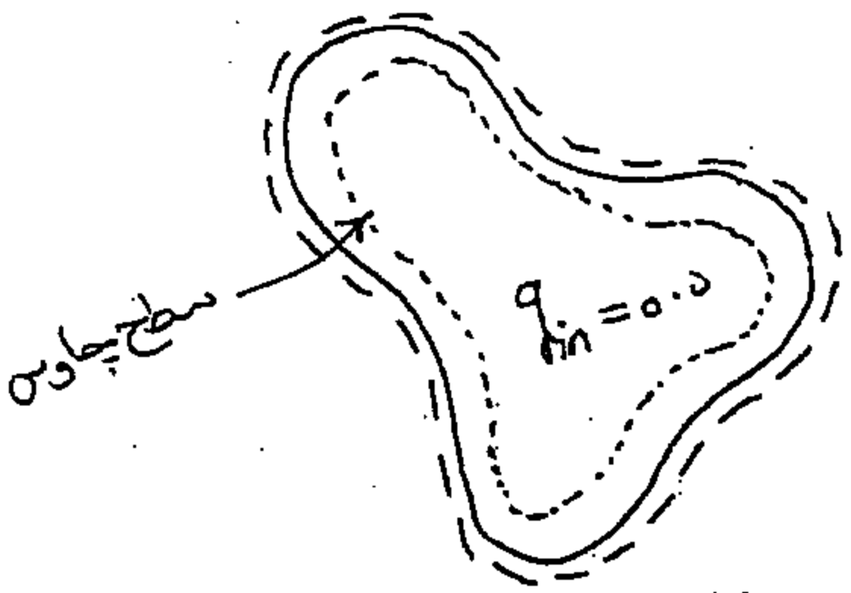
1) أى جسم موصل الشحنات تتوزع ع سطحة أى انه داخل الموصل تكون الشحنات تساوى الصفر .



الموصلات فى حالة إتزان كهروستاتيكى :-

## Conductors in electrostatic equilibrium

تستقر الشحنات على السطوح الخارجية للموصلات بسبب قوى التنافر بينهما.




نأخذ سطح جاوسى داخل الموصل

$q_{in} = 0.0$

مقطع من موصل ثلاث الأبعاد

$$\oint = \oint E_n \cdot dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = 0.0$$

$$E_n \oint dA = 0.0$$

$$E_n \cdot A = 0.0$$

$$A \neq 0.0 \Rightarrow \boxed{E_{in} = 0.0}$$

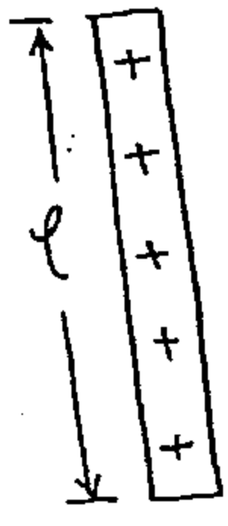
شدة المجال الكهربائى داخل الموصل = صفر

← توزيع الشحنة :-

## Charge distribution

أ) التوزيع الطولى للشحنة :-

## Length charge density




$$\boxed{\lambda = \frac{q}{\ell}} \quad C/m$$

$$q = \lambda \ell$$

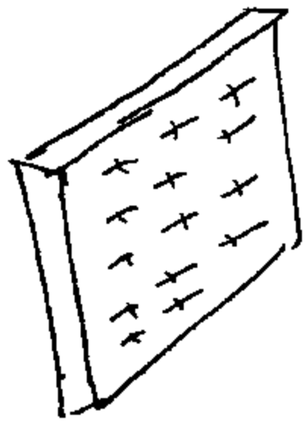
↳ طول الموصل

## تطبيقات على قانون جاوس :-

١) حساب شدة المجال الكهربائي خارج السطح الموصل.

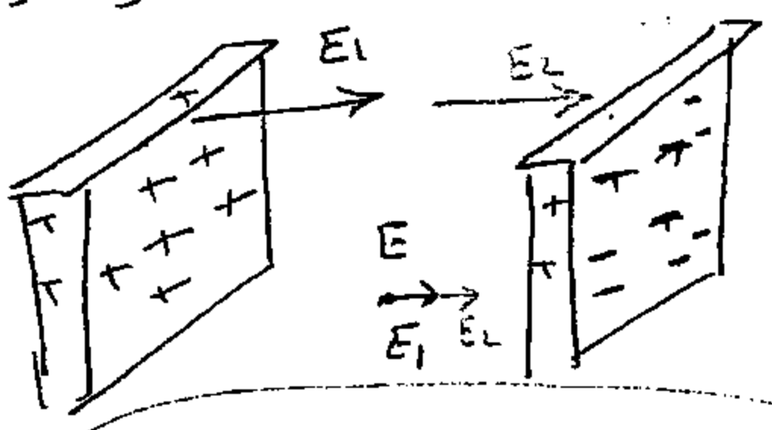
$$\sigma = \frac{Q}{A} \qquad E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

٢) حساب شدة المجال الكهربائي خارج صفيحة دقيقة مشحونة.



$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

٣) حساب شدة المجال الكهربائي بين صفيحتين دقيقتين.



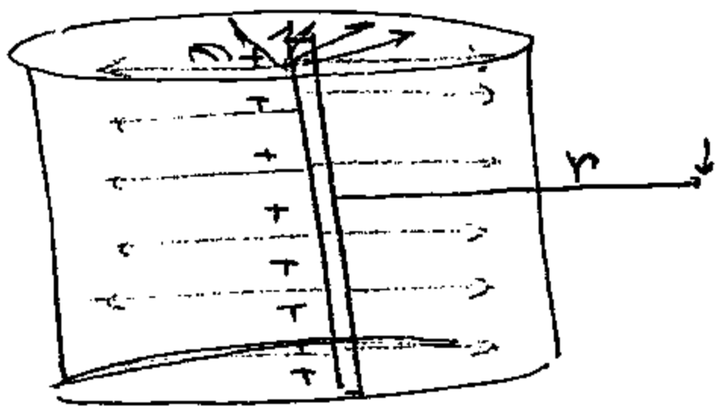

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$ المحصلة

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \qquad E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

المحصلة تساوي

$$E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

٤) حساب شدة المجال الكهربائي على بعد $r$ من سلك لانهائي الطول.




$$E = \frac{2\lambda k}{r}$$

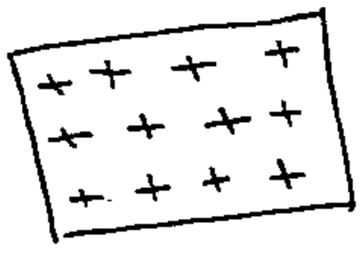
$\lambda$ مقدار كثافة الشحنة الطولية

$k_e = 9 \times 10^9$

$r$ بعد النقطة عن مركز السلك (m)

٢) التوزيع السطحي للشحنة :-

surface charge density

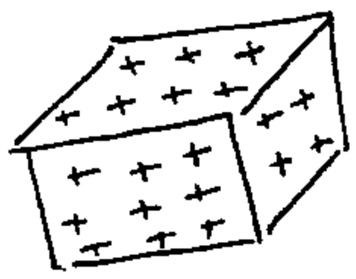


$$\sigma = \frac{q}{A} \quad C/m^2$$

$$q = \sigma A$$

٣) التوزيع الحجمي للشحنة $\rho$ :-

volume charge density

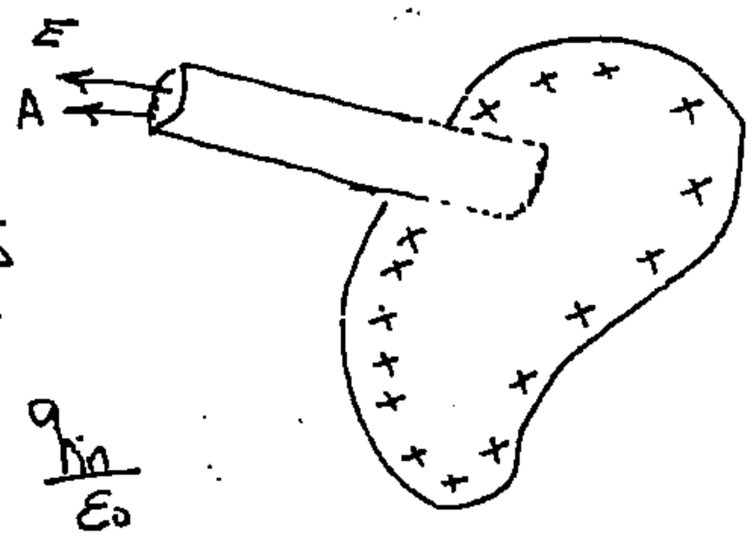


$$\rho = \frac{q}{v} \quad C/m^3$$

$$q = \rho v$$

## تطبيقات على قانون جاوس :-

١) حساب شدة المجال الكهربائي الناتج عن جسم موصل (خارجه مباشرة)




نفترض سطحاً جاوسياً عباره عن إسطوانه تخترق الموصل.

$$\oint E_n \cdot dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

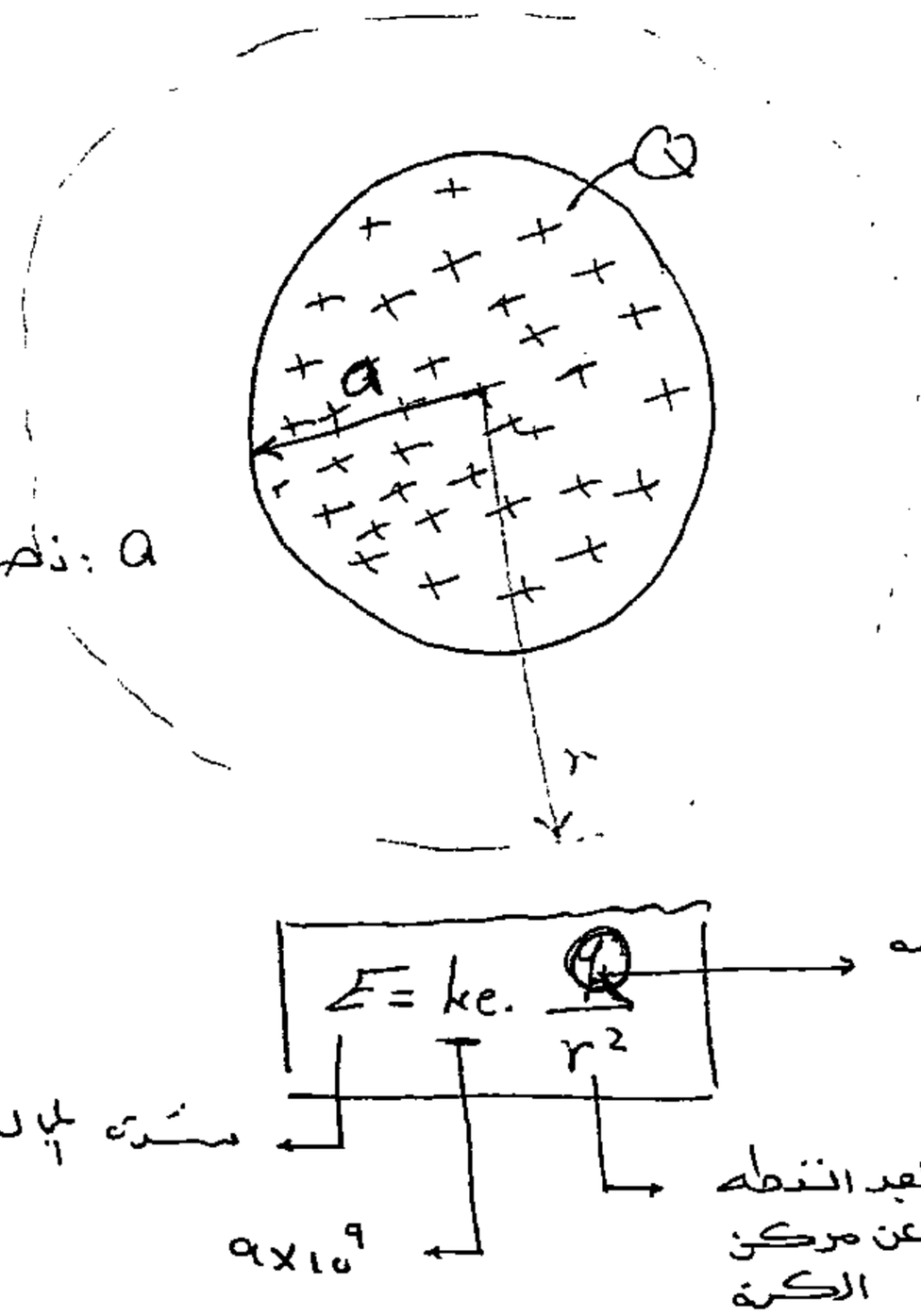
الشحنه للموصل تتوزع على السطح

$$\sigma = \frac{q}{A} \Rightarrow q = \sigma A$$

$$EA = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

٥) حساب شدة المجال الكهربائي لكرة «عبر موصلة» معزولة :

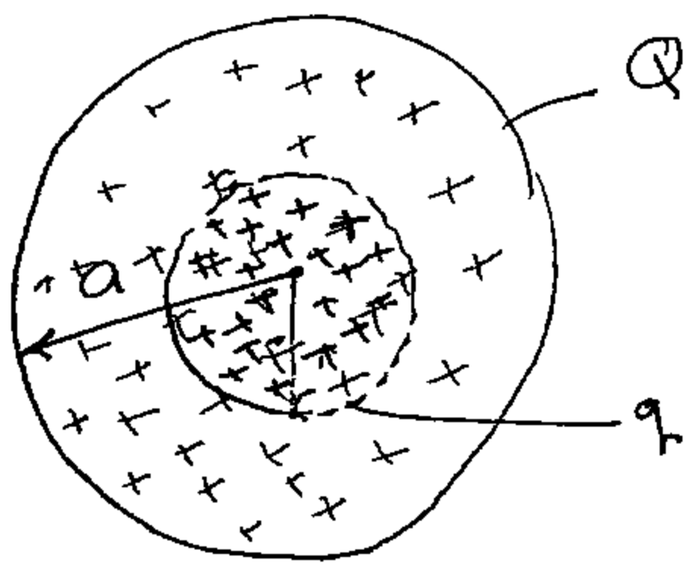



a : نصف قطر الكرة

٣ خارج الكرة

$r > a$

⇐ عند ما تكون النقطة المراد حساب عندها شدة المجال داخل الكره




$r < a$

$$E = ke. \frac{q}{r^2}$$

$q = Q . \frac{r^3}{a^3}$

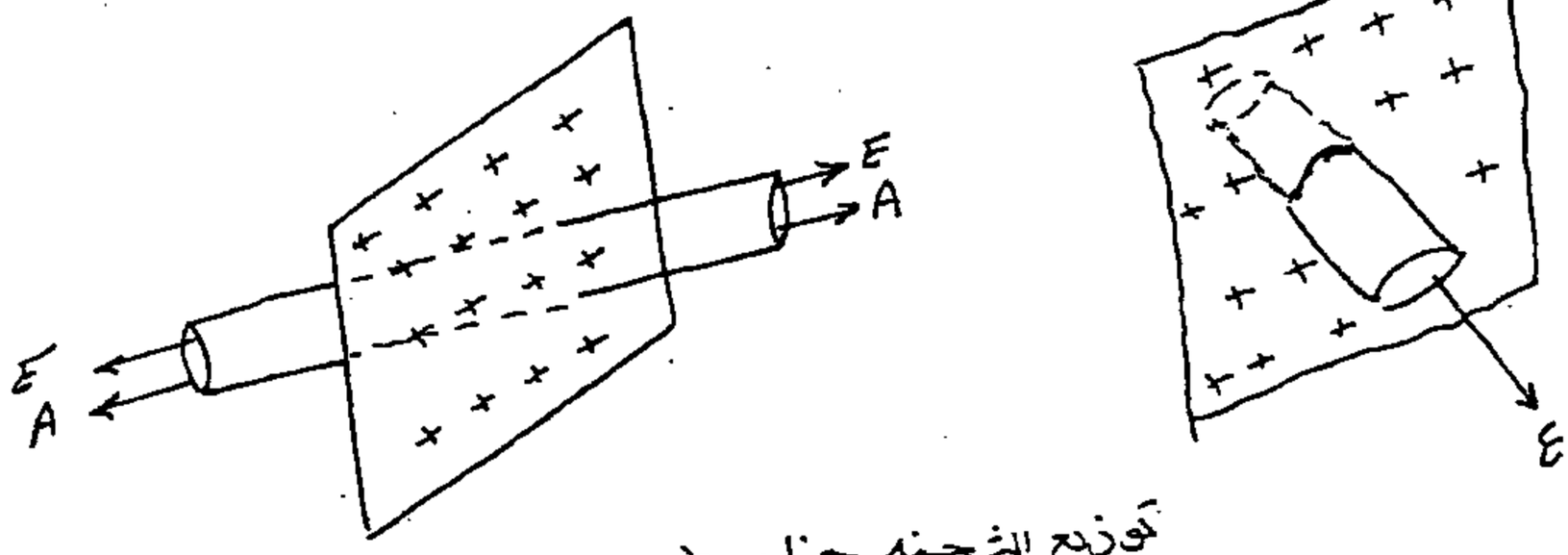
مقدار شحنه الكرة الداخلية

مقدار الشحنه الكلية

البعد المنتظم المراد حساب شدة المجال عند مركز الكرة

٢) شدة المجال خارج صفيحة رقيقة مشحونة :-

## Non Conducting Plane sheet of charge




توزيع الشحنة هنا سطحي

$$\sigma = \frac{q_{in}}{A} \Rightarrow q_{in} = \sigma A$$

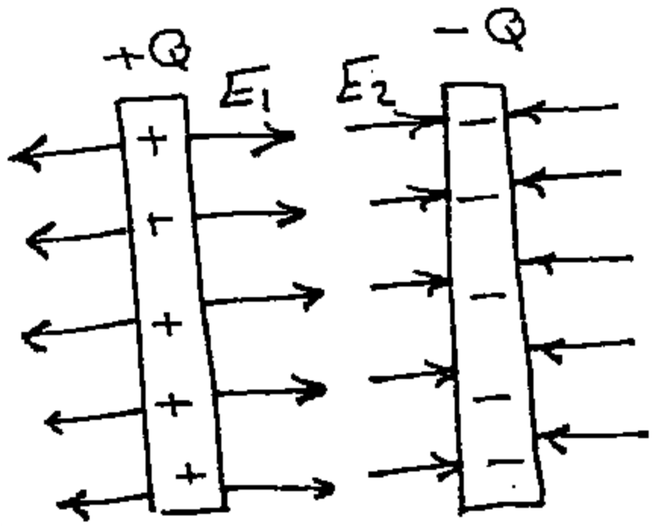
$$\oint E_n \cdot dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$E \cdot (2A) = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$$

$$\boxed{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$$

شدة المجال الكهربي بالقرب من صفيحة مشحونة غير موصلة.

٣) شدة المجال الكهربائي بين صفيحتين مشحونتين :-




في حالة الصفيحتين مختلفتين في الشحنة

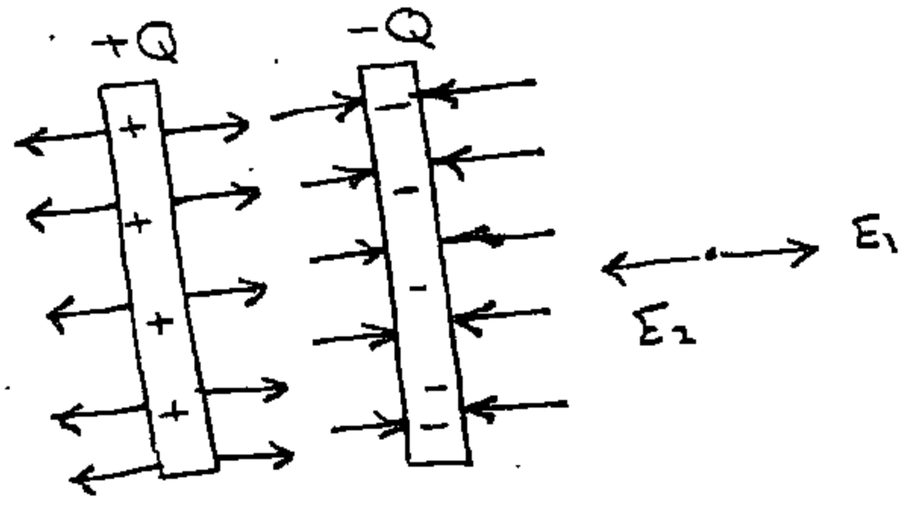
$$E = E_1 + E_2$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\boxed{E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}}$$

⇐ شدة المجال الكهربى خارج الصفيحتين المختلفتين فى الشحنة :-



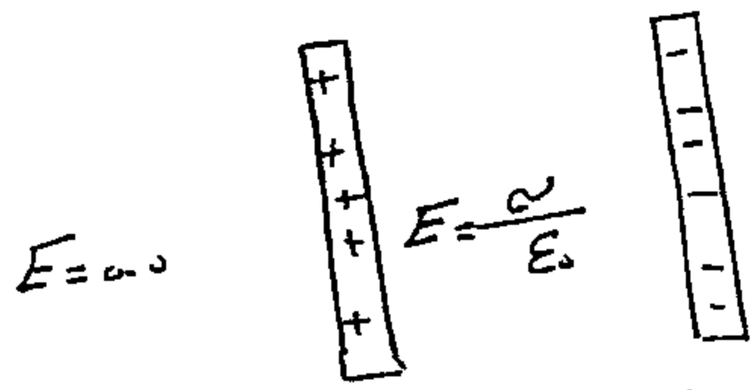

$$\oint E_n \cdot dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$E_n \oint dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

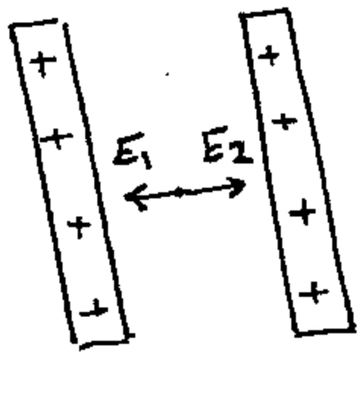
$$EA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = \frac{+Q - Q}{\varepsilon_0} = 0.0$$

$E = 0.0$ where $A \neq 0.0$

← استنتاج :-




٣) شدة المجال الكهربى بين صفيحتين متشابهتين فى الشحنة :-




$$E_{net} = E_1 - E_2$$

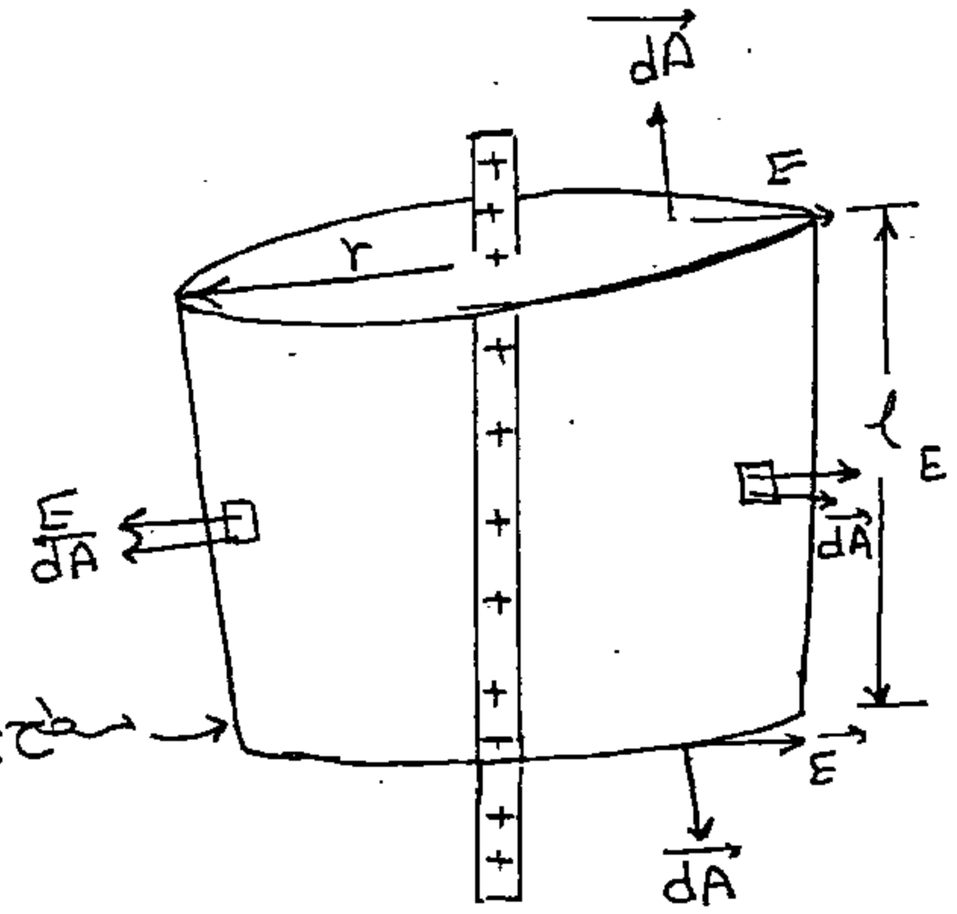
$$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 0.0$$

⇐ $E_{net} = E_1 - E_2$

فى حالة $\sigma_1 \neq \sigma_2$ باتجاه الأكبر

$$E_1 = \frac{|\sigma_1|}{2\varepsilon_0}$$

## ✦ مشدة المجال الكهربائي الناتج عن سلك لانهائي الطول مشحون بشحنة $q$ وكثافته للشحنة الطولية $\lambda$.




التدفق الكهربائي عبر السطحين السفلي والعلوي يساوي الصفر

$$\Phi = EA\cos\theta$$

$$\theta = 90^\circ$$

التدفق عبر الجوانب

$$\oint E_n \cdot dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$E \oint dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$E \cdot A = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0}$$

$$E(2\pi r l) = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda l}{2\pi r l \varepsilon_0} = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0}$$

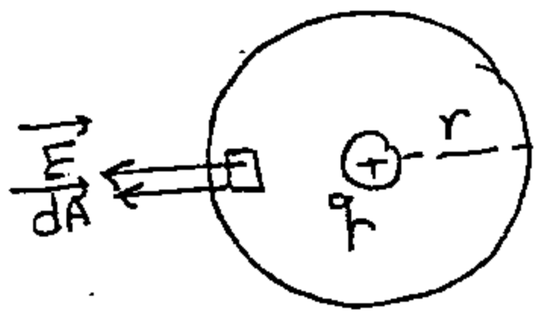
$$\lambda = \frac{q}{l} \Rightarrow q = \lambda l$$

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi r} \times 4\pi k$$

$$\boxed{E = \frac{2\lambda k}{r}}$$

## ✦ مشدة المجال الناتج عن شحنة نقطية :-



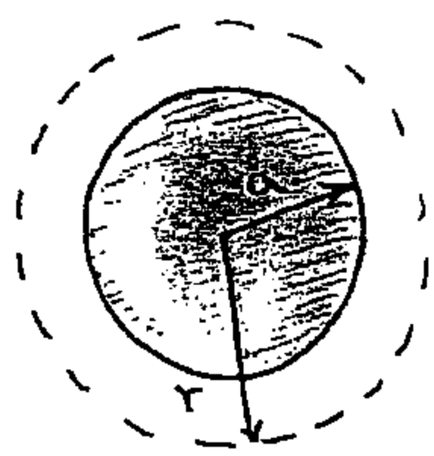

$$\oint E_n \cdot dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$E \cdot A = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} \Rightarrow E(4\pi r^2) = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \Rightarrow \boxed{E = k \cdot \frac{q}{r^2}}$$

Example:- كرة معزولة (غير موصلة) نصف قطرها a تحوي عليها شحنه بتوزيع حجمي ρ وكان مجموع الشحنه للكره Q احسب :-

أ) مقدار المجال الكهربائي عند نقطة خارج الكرة $r>a$




$$\oint E_n \cdot dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$E \oint dA = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$E\,(4\pi r^2) = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \Rightarrow \boxed{E = k\frac{Q}{r^2}}$$

قانون الشحنة النقطية $r>a$

ب) احسب مقدار المجال الكهربائي عند نقطة داخل الكرة $r<a$

∵ الكرة غير موصلة ∴ يحدث توزيع حجمي للشحنه ρ

الشحنه الكليه $Q = \rho v = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi a^3$

الشحنه داخل سطح جاوس $q_{in} = \rho v' = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$

$r<a$

$$\frac{q_{in}}{Q} = \frac{\rho \times \frac{4}{3}\pi r^3}{\rho \times \frac{4}{3}\pi a^3}$$

$$\frac{q_{in}}{Q} = \frac{r^3}{a^3} \Rightarrow \boxed{q = Q\frac{r^3}{a^3}}$$

$$\therefore \oint E_n \cdot dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$E\,(4\pi r^2) = \frac{\rho v'}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3}{\varepsilon_0 \cdot 4\pi r^2} = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0}$$

But $Q = \rho \times \frac{4}{3}\pi a^3$

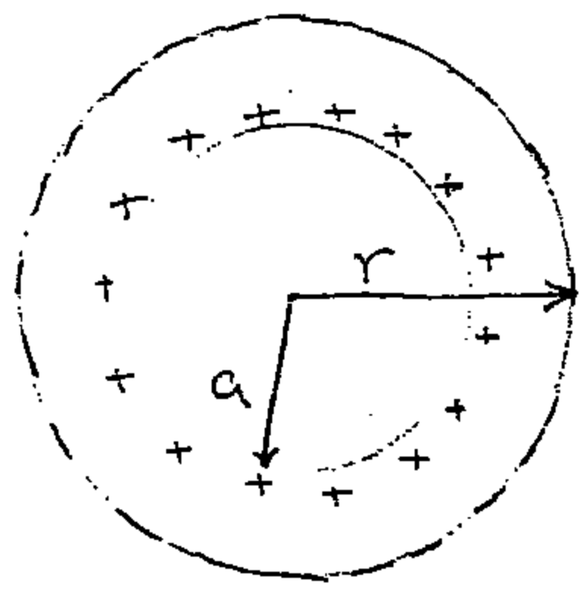
$$\Rightarrow \rho = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi a^3}$$

$$E = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0} = \left(\frac{Q}{\frac{4}{3}\pi a^3}\right) \cdot \frac{r}{3\varepsilon_0}$$

$$\boxed{E = \left(k \frac{Q}{a^3}\right) r}$$

Example :: كرة موصلة نصف قطرها a ومجموع الشحنه عليها Q
إحسب :-

أ) مقدار المجال الكهرباء عند نقطة خارج الكرة $r > a$




في حالة الكرة الموصلة فإن الشحنات توزع السطح الخارجي للموصل فقط

$$\oint E_n \, dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

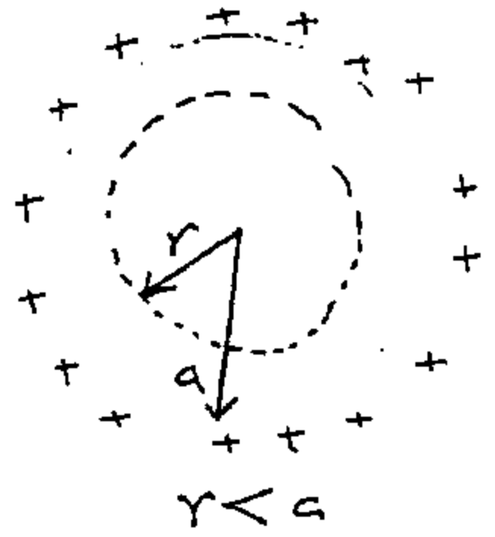
$$E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = k \frac{Q}{r^2}$$

" قانون الشحنة النقطية "

د) أحسب مقدار شدة المجال الكهربائي عند نقطة داخل الكرة $r<a$

$$\oint E_n \, dA = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$




$q_{in} = 0.0$ داخل سطح جاوس

$E_n A = 0.0 \Rightarrow A \neq 0.0$

$E_{in} = 0.0$

∴ شدة المجال الكهربي داخل الكرة المشحونة = صفر لأنها مشحونة وموصلة والشحنات إستقرت على السطح فقط.

◄ نتائج :-

1) الكرة الموصلة المشحونة ⇐ تستقر الشحنات على السطح فقط بتوزيع سطحي $\sigma$

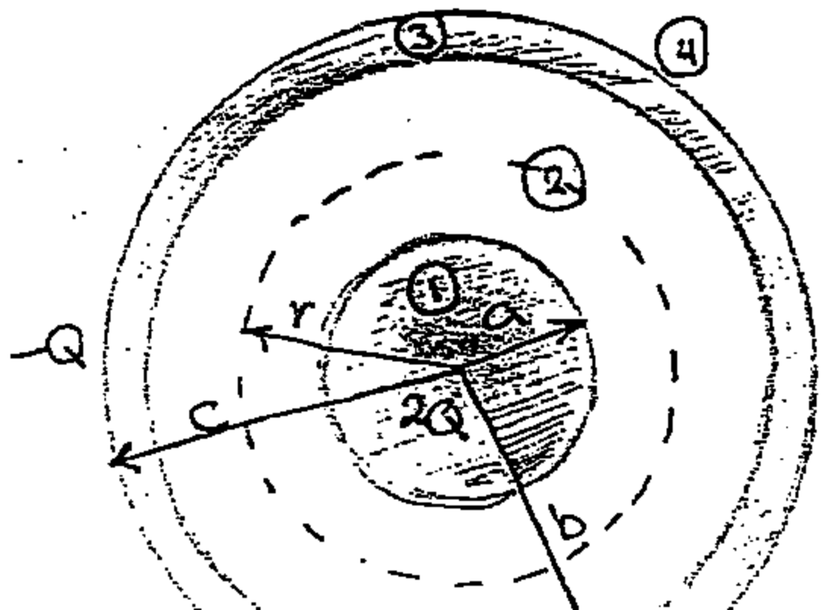
2) الكرة التي موصلة ومشحونة ⇐ تتوزع الشحنات داخلها بتوزيع حجمي $\rho$

ملحوظة :- ما ينطبق على الكرة الموصلة المشحونة ينطبق على القشرة المشحونة.

( Thin spherical shell )

◄ Example : كرة موصلة نصف قطرها a ولها شحنة $+2Q$ موضوعة في مركز قشرة كروية موصلة نصف قطرها الداخلي (b) ونصف قطرها الخارجي c وتحتها $(-Q)$ كما في الشكل

أوجد :-

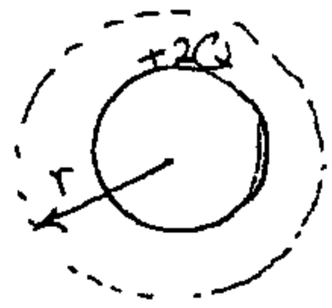


(13)

a) أوجد شدة المجال الكهربائي في المنطقة (1) حيث $r < a$

∵ الكرة موصلة فإن الشحنة $+2Q$ تتوزع على السطح فقط وبالداخل لا يوجد شحنات $E_1 = 0.0$

b) أوجد شدة المجال الكهربائي في المنطقة (2) حيث $a < r < b$




$b > r > a$

$$E_2 (4\pi r^2) = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$q_{in} = +2Q$$

$$E_2 = (4\pi r^2) = \frac{+2Q}{\varepsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{2Q}{4\pi \varepsilon_0 r^2} = 2k \frac{Q}{r^2}$$

where $Q = \sigma A \Rightarrow Q = \sigma 4\pi r^2$

c) شدة المجال الكهربائي في المنطقة (3) حيث $b < r < c$

حيث أن القشرة موصلة فإن شدة المجال داخلها = صفر $E_3 = 0.0$

d) شدة المجال عند نقطة خارج القشرة الكروية $r > c$

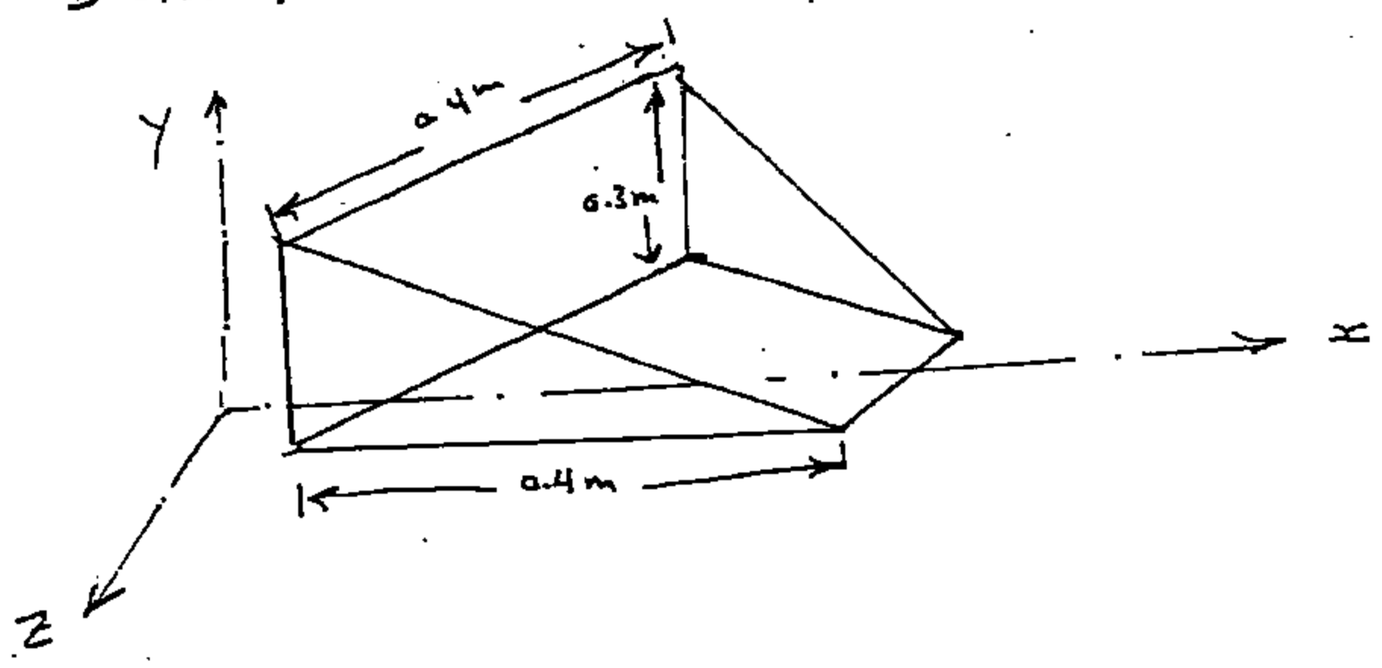
$$E_4 A = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} \qquad \text{where } q_{in} = +2Q - Q = Q$$

$$E_4 (4\pi r^2) = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$E_4 = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

في الشكل التالي احسب مقدار التدفق عبر الأسطح
ثم التدفق الكلي خلال الشكل اذا علمت أن $\vec{E} = 1500\ N/C\ \hat{i}$

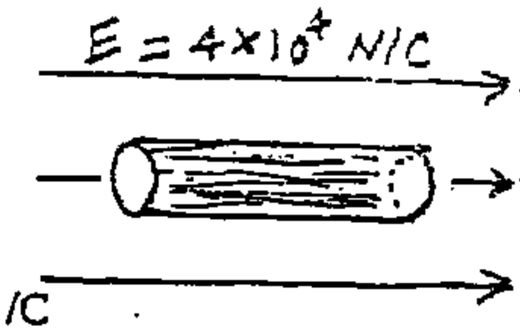
Example:



Q 13 : A cylindrical surface 5.0 cm in radius and 15 cm long is placed in a $4 \times 10^4$ N/C uniform electric field parallel to its axis. The electric flux through the cylindrical surface is :

وضع سطح أسطواني نصف قطره 5.0 cm وطوله 15 cm في مجال كهربائي منتظم شدته $4 \times 10^4$ N/C . التدفق الكهربائي من خلال السطح الأسطواني هو :

a) $1.9 \times 10^3$ $Nm^2/C$ b) $3.14 \times 10^2$ $Nm^2/C$ c) zero d) $6.28 \times 10^2$ $Nm^2/C$

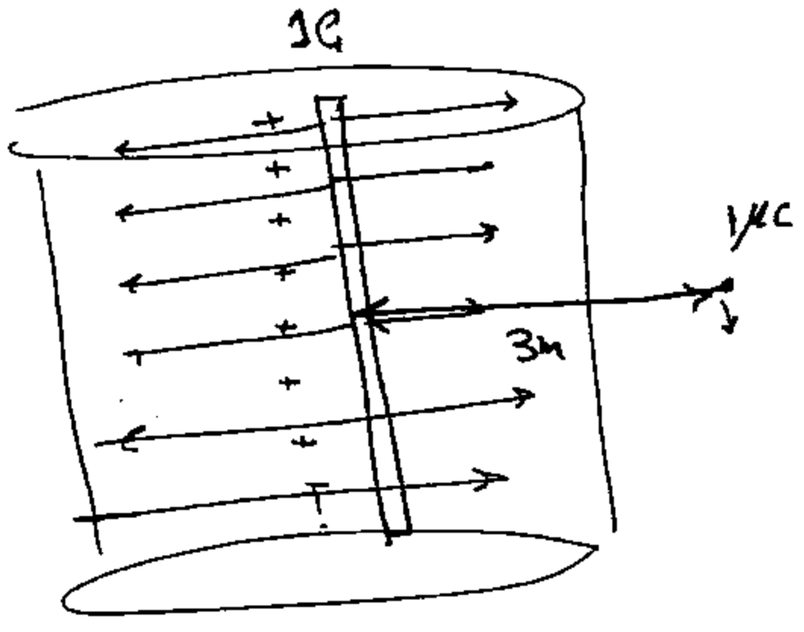



Q4- An electric charge of 1 $C$ is distributed uniformly on a long wire of 20 $km$. What is the electric force due to the charged wire on a point charge of 1 $\mu C$ located 3 $m$ away from the wire center?

س4- إذا كانت شحنة مقدارها 1 $C$ تتوزع بانتظام على سلك طويل جدا (طوله 20 $km$) فما مقدار القوة الكهربائية التي تؤثر بها هذه الشحنة على شحنة نقطية مقدارها 1 $\mu C$ تبعد مسافة 3 $m$ عن مركز السلك؟

A) 0.3 $N$ B) 0.2 $N$

C) 6.56 $N$ D) 1000 $N$




$\ell = 20 km \Rightarrow \ell = 20 \times 10^3 \ m$

$r = 3m$

$F = q\,|Ep| \Rightarrow$ Ch(1)

$E = \frac{2\lambda k}{r}$ $\quad \lambda = \frac{Q}{\ell} = \frac{1}{20 \times 10^3} = 5 \times 10^{-5}$ C/m

$E = \frac{2\,(5 \times 10^{-5}) \cdot (9 \times 10^9)}{3} = 300 \times 10^3 \ \frac{N}{C}$

Q 3 : One of the following relations cannot be a statement of Gauss's Law for some physical situation: ( $\rho$ = volume charge density ; $\ell$ = length of a cylinder )

(ف ٢٠١٦ ، ص ٢٦ هـ)

إحدى الصيغ التالية لا تمثل قانون جاوس في الكهربائية: وهي :

( ملحوظة: ترمز $\rho$ لكثافة الشحنة الحجمية ، $\ell$ لطول اسطوانة )

a) $4\pi r^2 \varepsilon_0 E = Q$ . b) $2\pi r \ell \varepsilon_0 E = Q$ . c) $\varepsilon_0 \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \rho$ . d) $\varepsilon_0 \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \int \rho \, dV$

A charged non-conducting sphere of radius $r = 8x10^{-2}\ m$ has a volume charge density $\rho = 3\mu\ C/m^3$, the electric field at a point 0.1 m away from the center of the sphere is:

(ف ٢٠١٢ ، ٢٣/٢٤ هـ)

الكثافة الحجمية للشحنة في كرة غير موصلة مشحونة هي $\rho = 3\mu\ C/m^3$ . إذا كان نصف قطر الكرة هو $r = 8x10^{-2}\ m$ فإن شدة المجال على بعد 0.1 m من مركزها هو :

a) $5.79x10^3$ N/C b) $2.17x10^{11}$ N/C . c) $5.79 \times 10^7$ N/C

$\rho = \frac{Q}{\upsilon}$

$Q = \rho \cdot \upsilon$

$\rho = 3X10^{-6}\ C/m^3$

$r > a$

$E = k_e \cdot \frac{Q}{r^2}$ $\upsilon = \frac{4}{3}\pi r^3$ حجم الكرة

$a = 8 X10^{-2}\ m$

$r = 0.1m$

$E = k_e \cdot \frac{\rho \cdot \upsilon}{r^2} = k_e \cdot \rho \cdot \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{r^2}$

- If the charge distribution on the rod between L and (Fig. 1) is uniform, then the Y-component of the tric field at $p$ is:

(ص ٢٠١٦/٢٠١٦ ، ف)

س- تتوزع شحنة (Q) بانتظام على القضيب بين L– و L (الشكل 1). قيمة مركبة المجال الكهربي في الاتجاه الصادي عند النقطة $p$ تساوي:

0

B) $k\,Q/r_p^2$

$k\,Q/r_p$

D) $k\,Q^2/r_p$

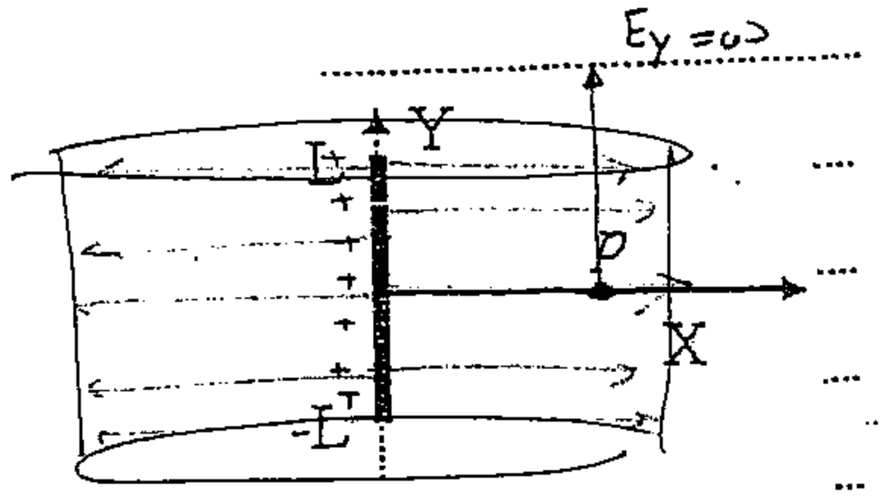
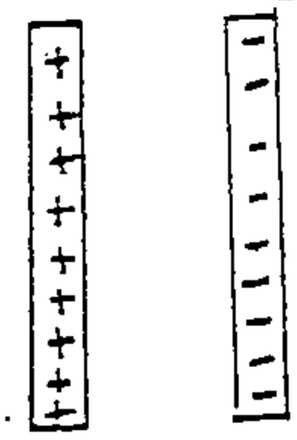



Figure (1)

Zero

2. In the figure shown the charge density $\sigma$ on one of the plates is $2.0\,\mu C/m^2$ while on the other is $-2\,\mu C/m^2$, the electric field between the plates is:

شدة المجال بين اللوحين المتوازيين المبينين في الشكل المقابل هي:




(ف٢ ٢٦/٢٤ص)

a) $1.1\times10^5\ N/C$ b) $2.2\times0^5\ N/C$ c) $1.77\times10^{-18}\ N/C$

$$E = \frac{|\sigma|}{\varepsilon_0} = \frac{2\times10^{-6}}{8.85\times10^{-12}} = 2.2\times10^5$$

Q4- An infinite, conducting plate carries a uniform charge density of $0.20\ nC/m^2$. The magnitude of the electric field near the plate surface is:

(ص ك ٢٦ ٢ ف)

س- إذا كانت كثافة الشحنة السطحية لصفيحة موصلة تساوي $0.2\ nC/m^2$ فإن مقدار المجال الكهربي بالقرب من السطح يساوي:

A) 5.65 B) 11.3

C) 45.2 D) 22.6

$$\sigma = 0.2\times10^{-9}\ C/m^2$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{0.2\times10^{-9}}{2(8.85\times10^{-12})} = 11.3$$

اختبار (ف ١ ٢٦ هـ)

Q4- If the electric field just outside a thin conducting sheet is equal to 1.5 $N/C$, the surface charge density on the conductor is:

س4- إذا كانت قيمة المجال الكهربائي على سطح مادة موصلة يساوي 1.5 $N/C$، فما مقدار كثافة الشحنة السطحية على الموصل؟

(A) 13 $pC/m^2$ (B) 27 $pC/m^2$ (C) 35 $pC/m^2$ (D) 53 $pC/m^2$

$E = 1.5\ N/C$ $\sigma = ??$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \Rightarrow \sigma = E\cdot\varepsilon_0$$

Q3- If the electric field at a point P near a very long thin charged rod is 5400 *N/C*. Given that the charge per unit length of the rod is 30 *nC/m*, then the point P is at the distance:

س3- إذا كان المجال الكهربائي الناشئ عن قضيب رفيع وطويل جداً كثافة شحنته الطولية $\lambda = 30\ nC/m$ يساوي 5400 *N/C* عند نقطة معينة P، فإن هذه النقطة تبعد عن القضيب مسافة:

(A) 4.0 *cm* (B) 6.0 *cm* (C) 8.0 *cm* **(D) 10.0 *cm***

$\lambda = 30 \times 10^{-9}\ C/m$

$E = 5400\ N/C$

$E = \frac{2\lambda k}{r} \Rightarrow r = \frac{2\lambda k}{E} = \frac{2(30\times10^{-9})\cdot(9\times10^{9})}{5400}$

$r = 0.1\ m = 10\ Cm$

---

Q 3: An insulating sphere 8 cm in radius carries a 5.7 μC charge uniformly distributed through its interior volume . The charge enclosed by spherical surface inside this sphere with radius 2 cm is:

(ض١، ٤٠/ص هـ)

تتوزع شحنة قدرها 5.7 μC بانتظام على حجم كرة عازلة نصف قطرها 8 cm . الشحنة التي يحيط بها سطح كروي نصف قطره 2 cm داخل هذه الكرة العازلة هي :

a) 0.356 μC b) 89.1 n C c) 0.57 μC d) 89.1 μC

H.W

---

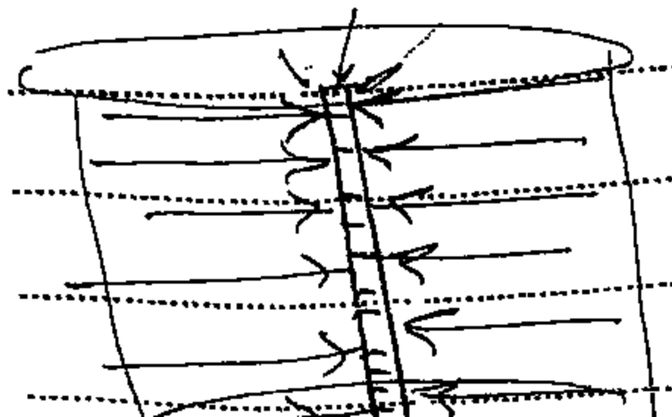
(ض١، ٥٠ /ص هـ)

Q4: The electric field a distance "x" from a uniform negative line of charge of infinite length and charge per unit length "λ" is:

المجال الكهربائي على بعد x من خط شحنات سالبة لا نهائي الطول كثافة الشحنة الطولية عليه λ هو :

a) $k\lambda/x^2$ , towards the line
b) $2k\lambda/x$ , parallel to the line
c) $2k\lambda/x$ , out of the line
d) $2k\lambda/x$ , towards the line.

١) يا من
١ كخط



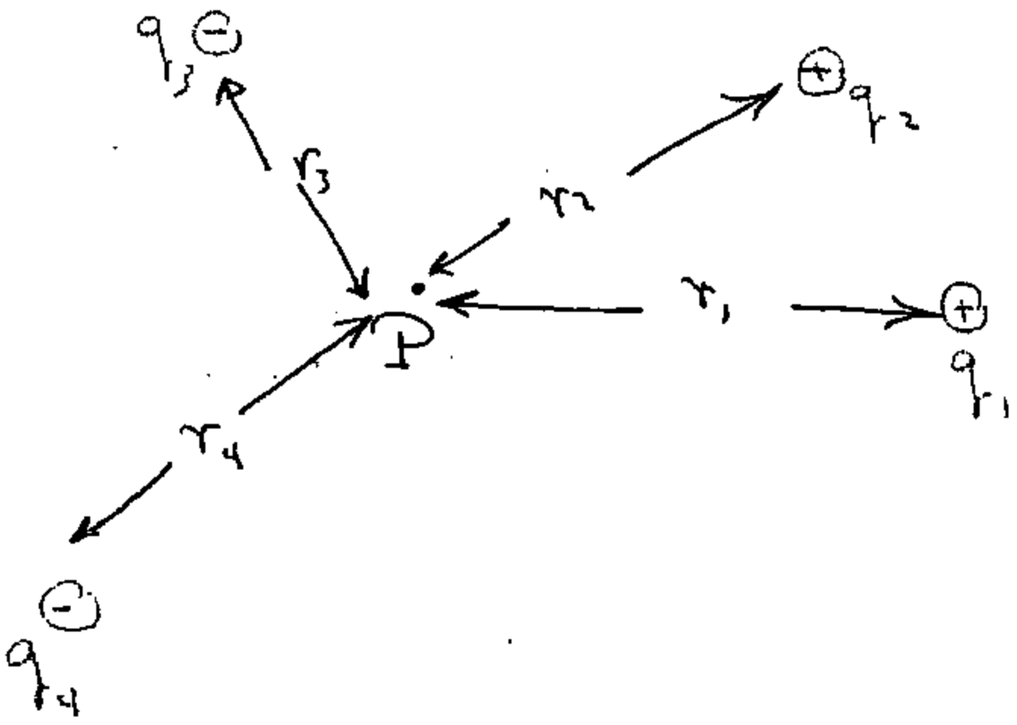
$E = \frac{2\lambda k}{x}$

"بسم الله الرحمن الرحيم"

## Ch(3)

## الجهد الكهربي

, electechic energy




$k_e = 9 \times 10^9$

محصلة اجهد الكهربائي عند النقطة P

محصلة الجهد عند نقطة P: $v_p = k_e \cdot \frac{+q_1}{r_1} + k_e \cdot \frac{q_2}{r_2} + k_e \frac{-q_3}{r_3} + k_e \frac{-q_4}{r_4}$

$$v_p = k_e \left[ \frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} - \frac{q_3}{r_3} - \frac{q_4}{r_4} \right]$$

$$\boxed{v_p = \sum_{i=1}^{n} k \frac{q_i}{r_i}}$$

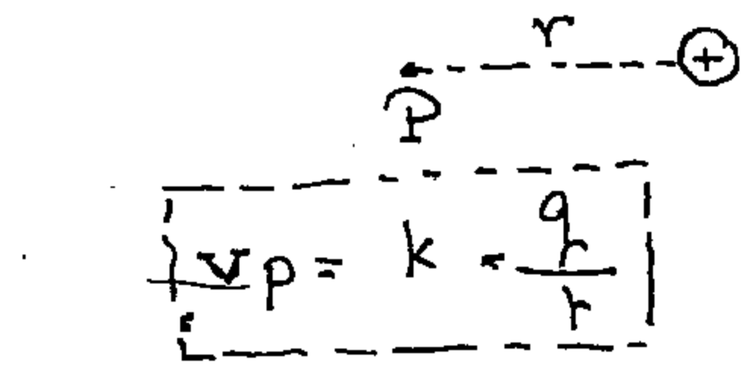
"بسم الله الرحمن الرحيم"

# "الجهد الكهربي"

Ch(2S)

## "Electric Potential"

## ➔ electric Potential For Point Charge: جهد الشحنه النقطية

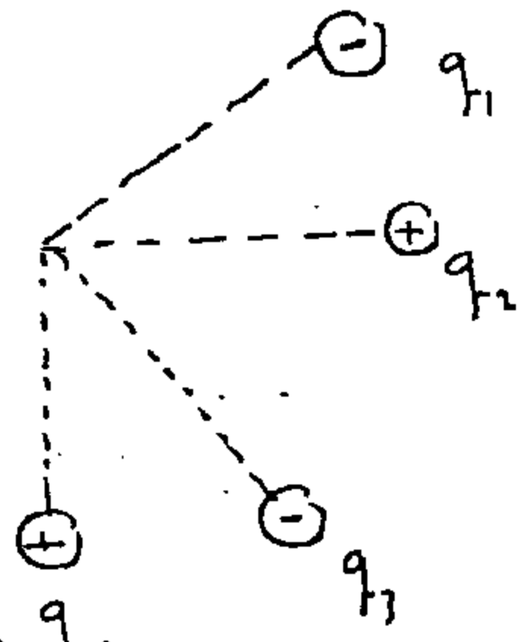



$$V_p = k \cdot \frac{q}{r} \quad \text{volt}$$

ملاحظات هامة :-

١) الجهد كمية قياسية .
٢) يتم التعويض عن قيمة الشحنه بإشارتها سواء كانت موجبة أو سالبة .
٣) الشحنه الموجبة جهدها موجب (+)
٤) الشحنة السالبه جهدها سالب .

## ✱ محصلة الجهد الناتج عن عدة شحنات في نقطة معينه :




$$V_p = \sum k \cdot \frac{q}{r}$$

$$V_p = \frac{k(-q_1)}{r_1} + \frac{k(q_2)}{r_2} + \frac{k(-q_3)}{r_3} + \cdots$$

$$V_p = k\left[\frac{-q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{-q_3}{r_3} + \frac{q_4}{r_4}\right]$$

## ق٦ الجهد بين نقطتين :-

b .

$V_b = -150$ volt

a .

$V_a = 150$ volt

$$V_{ab} = V_b - V_a = -150 - 150 = -300 \text{ volt}$$

الجهد بين a , b

$$V_{ba} = V_a - V_b = 150 - (-150) = 300 \text{ volt}$$

الجهد بين b , a

## القانون العام لفرق الجهد الكهربائي :

$$\Delta V = -\int_a^b \vec{E} \cdot \vec{dr}$$

$$\Delta V = E \cdot r \quad \Rightarrow \quad E = \frac{\Delta V}{r}$$

- $\Delta V$ : فرق الجهد
- $E$ : شدة المجال الكهربائي
- $r$ : المسافة
- وحدة $E$: volt/m
- وحدة $r$: m

أما إذا كانت الشحنة تتحرك داخل مجال كهربائي

$$\Delta V = -E \cdot r \cos\theta$$

$\theta$ : هي الزاوية بين شدة المجال الكهربائي ومتجه الإزاحة

$$W_{work} = \Delta U = q \cdot \Delta V$$

- $W_{work}$ : الشغل المبذول لنقل الشحنة كهربائيا بين نقطتين
- $q$ : مقدار الشحنة
- $\Delta V$ : فرق الجهد
- وحدة الشغل: Joule

.....Q15- The resultant electric potential (V) at a distance $r_i$ from each charge $q_i$ equals:

س15- محصلة الجهد (V) على بعد $r_i$ عن كل شحنة $q_i$ هو:

(A) $\sum k\, q_i^2/r_i$ (B) $\sum k\, q_i^2/r_i^2$ (C) $\sum k\, q_i/r_i^2$ (D) $\sum k\, q_i/r_i$

$k_e = k$

$$\sum k \cdot \frac{q_i}{r_i}$$

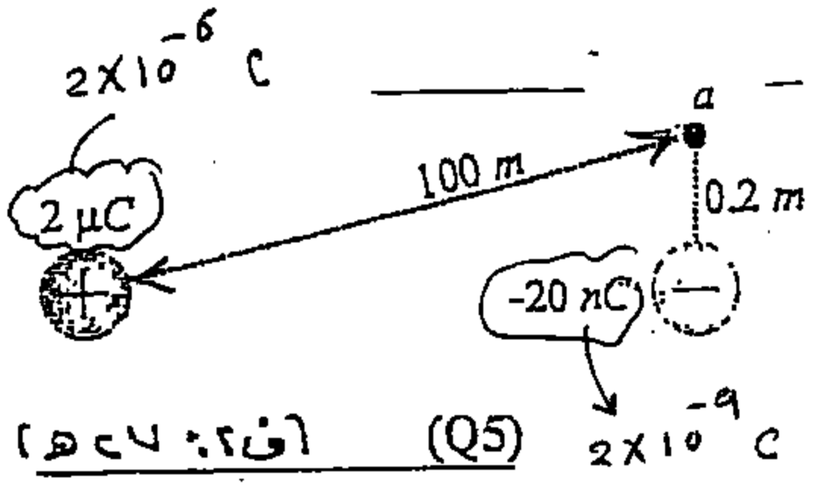
$k_e = k$

Q5- What is the electric potentiai at the point $a$ due to $q_1$ and $q_2$?

س5- ما مقدار الجهد الكهربي الناشئ من الشحنتين عند النقطة $a$؟

A) $-7.20 \times 10^2\ V$ B) $-9.00 \times 10^5\ V$

C) $-4.50 \times 10^{-6}\ V$ D) $-4.95 \times 10^{-3}\ V$



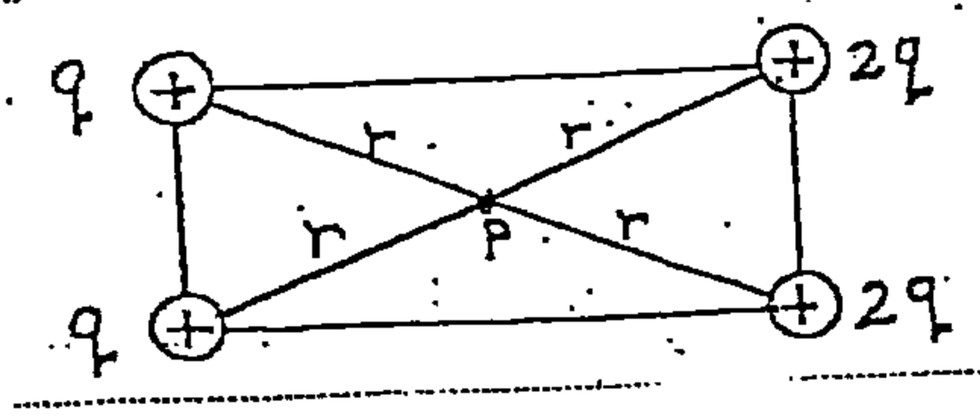

(Q5) [ف٢: ٧٦ هـ]

$$v_a = k_e\left[\frac{2\times10^{-6}}{100} - \frac{20\times10^{-9}}{0.2}\right]$$

$$v_a = k\ \left[\frac{-20\times10^{-9}}{0.2} + \frac{2\times10^{-6}}{100}\right]$$

$$v_a = 9\times10^9\left[\frac{-20\times10^{-9}}{0.2} + \frac{2\times10^{-6}}{100}\right] = -7.2\times10^2\ v$$

– قيمة الجهد الكهربي المطلق $V_p$ عند مركز المستطيل ، الشكل المجاور ، هو :




أ) $6K\frac{q}{r}$ ب) $12K\frac{q}{r}$

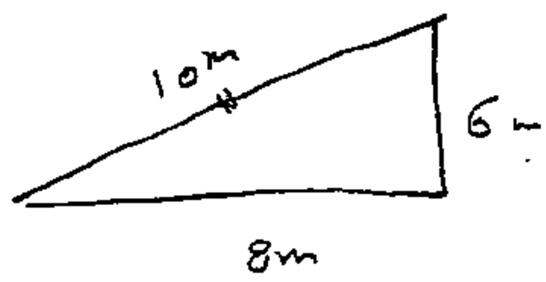
ج) $3K\frac{q}{r}$ د) صفر

$$v_p = k_e\left[\frac{+2q}{r} + \frac{+2q}{r} + \frac{q}{r} + \frac{q}{r}\right]$$

$$v_p = k_e\left[\frac{6q}{r}\right]$$

$$v_p = k_e\left[\frac{2q}{r} + \frac{q}{r} + \frac{q}{r} + \frac{2q}{r}\right]$$

$$v_p = k_e\left[\frac{6q}{r}\right] = \frac{k_e\, 6\, q}{r}$$




$$v_a = ke \left[ \frac{4\times10^{-9}}{5} + \frac{1\times10^{-9}}{5} + \frac{2\times10^{-9}}{5} + \frac{3\times10^{-9}}{5} \right]$$

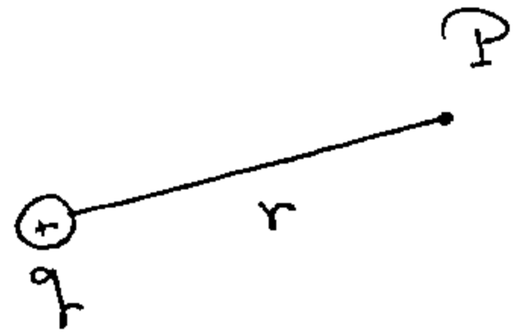
$ke \downarrow 9\times10^{9}$

$v_a =$ ☐ volt.

---

$v_p = 9\times10^{3}$ volt

$E_p = 10^{3}$ v/m




$$\boxed{\Delta v = E \cdot r} \Rightarrow r = \frac{\Delta v}{E}$$

$$r = \frac{9\times10^{3}}{10^{3}} = 9\,m$$

$$v_p = k \cdot \frac{q}{r}$$

$$9\times10^{3} = 9\times10^{9} \cdot \frac{q}{9}$$

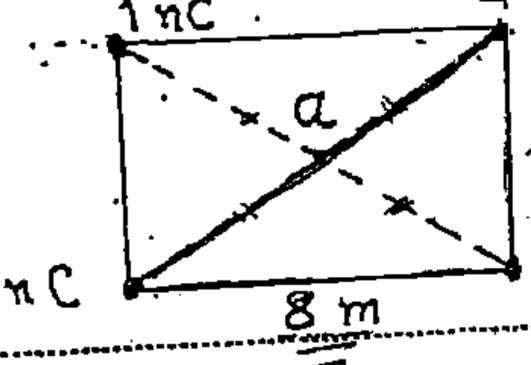
$$q = \frac{9\times10^{3}}{10^{9}} = 9\times10^{-6}\ C$$

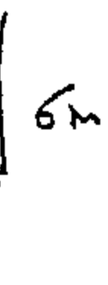
$$q = 9\,\mu C$$

ف ٢ / (٢٥٤٦)

Q 5 : The electric potential at point " a " is:
قيمة الجهد الكهربائي عند النقطة " a " هي:

a) 1.8 V  b) 18 V  c) 3.6 V  d) $1.8\times10^{3}$ V



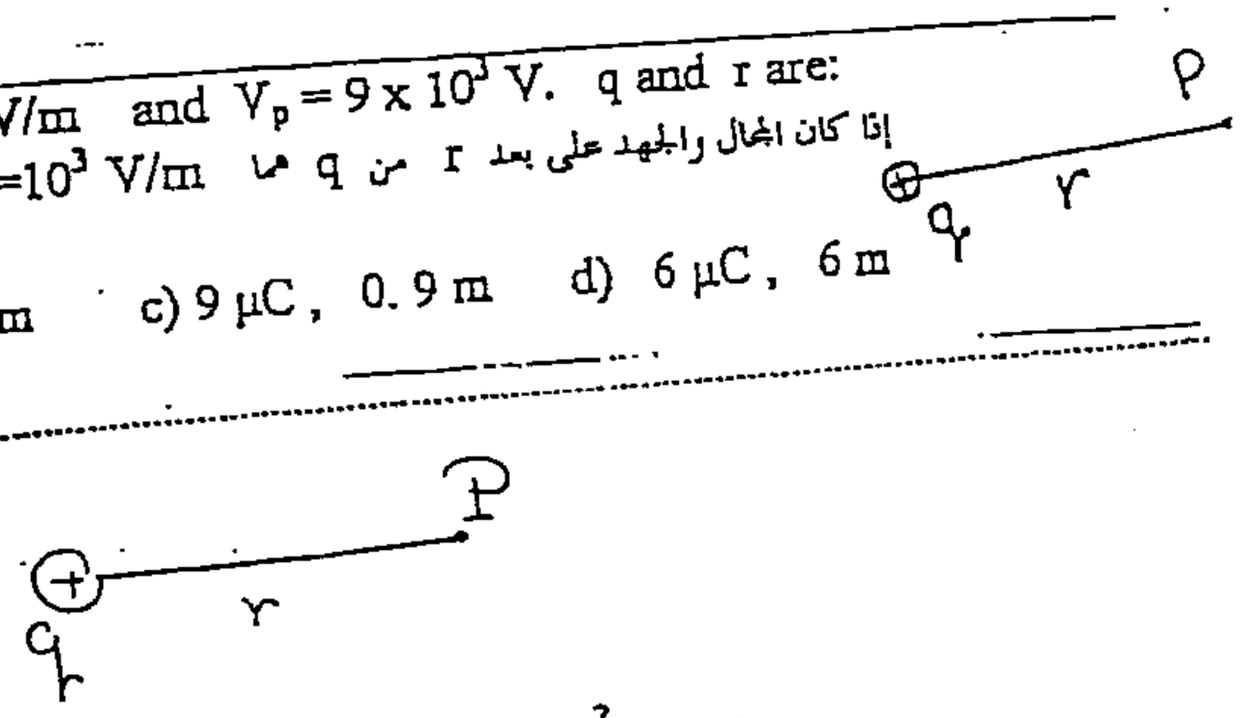




$$v_a = ke\left[\frac{8\times10^{-9}}{5} + \frac{4\times10^{-9}}{5} + \frac{1\times10^{-9}}{5} + \frac{2\times10^{-9}}{5}\right]$$

$v_a =$ ☐ volt

Q 6 : In the figure shown $E_p = 10^3$ V/m and $V_p = 9\times10^3$ V. q and r are:
إذا كان المجال والجهد على بعد r من q هما $E_p = 10^3$ V/m , $V_p = 9\times10^3$ V فإن q و r هما:
ف ١ / (٢٥٤٦) : ٦

a) 9 μC , 9 m  b) 9 nC , 9 m  c) 9 μC , 0.9 m  d) 6 μC , 6 m




$E_p = 10^3$ v/m  $v_p = 9\times10^3$ volt

$$E = \frac{v}{r} \Rightarrow r = \frac{v}{E} = \frac{9\times10^{3}}{10^{3}} = 9 \text{ m}$$

$$v_p = ke\,\frac{q}{r} \Rightarrow q = \frac{r\cdot v_p}{ke} = \frac{9\times9\times10^{3}}{9\times10^{9}} = 9\times10^{-6} \text{ C}$$

$q = 9\,\mu c$

## ➔ electric Potential energy ( U ) :-

"فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين"

فرق الجهد بين a , b

$$\Delta V = V_{ab} = V_b - V_a$$

فرق الجهد بين b , a

$$\Delta V = V_{ba} = V_a - V_b$$

### ➔ الطاقة الكامنه الكهربائية :-

$$V_a = \frac{U}{q_0}$$

جهد النقطة (a) : هي الطاقة الكهربائية اللازمة لنقل شحنه من اللانهاية الى تلك النقطة

$$V_\infty = 0$$

الشغل المبذول لنقل شحنه خلال فرق جهد كهربي

$$\boxed{Work = \Delta U = q_0 \cdot \Delta V}$$

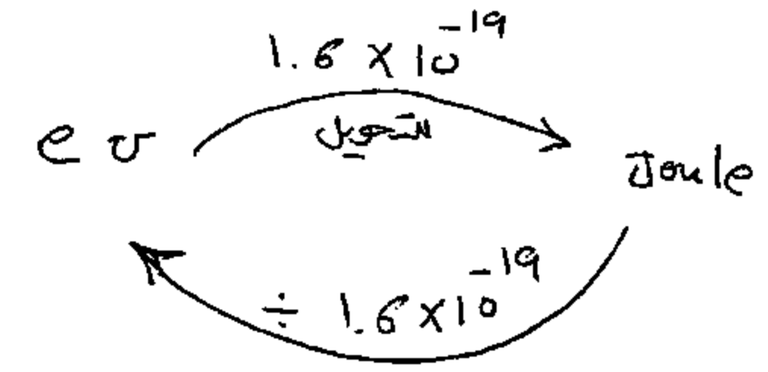
### ➔ القانون العام لفرق الجهد الكهربائي :-

$$\Delta V = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\Delta U = - q_0 \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

وحدة قياس الشغل أو الطاقة Joule

إلكترون فولت e.v




$$\frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 0.625 \times 10^{19} \text{ e.v}$$

1 Joule =

ملحوظة هامة :-

يحتوي الإلكترون فولت إحدى وحدات قياس الشغل أو الطاقة

$$1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$$

---

## ✦ التغير في الطاقة الكامنة الكهربائية :-

(+) $\Delta U$ إذا كان الشغل المبذول خارجيًا .

(-) $\Delta U$ إذا كان الشغل من الشحنة نفسها .

---

6: One joule of energy equals : (2nd دور ٢٠١٤-٢٠١٥) الجول الواحد يكافيء بوحدة الـ eV

a) $1.6 \times 10^{-19}$ eV  e) $0.625 \times 10^{-19}$ eV  c) $1.6 \times 10^{19}$ eV  d) $0.625 \times 10^{19}$ eV

---

وحتى يتاس الطاقة

$$1\ eV \rightleftarrows 1.6 \times 10^{-19}\ Joule$$

$$\div$$

$$x\ eV \leftarrow 1\ Joule$$

$$x = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 0.625 \times 10^{19}\ eV$$

---

Q 4 : The electric potential difference between points a and b i.e, $\Delta V =$ $(V_b - V_a) = -3MV$. The change in the electric potential energy and the work done on a positive $3\mu$ C charge upon moving from a to b respectively are:

إذا كان فرق الجهد بين نقطتين a و b هو $\Delta V = (V_b - V_a) = -3\ MV$ فإن التغير في طاقة وضع شحنة موجبة قيمتها $3\ \mu C$ عند انتقالها من a إلى b والشغل المبذول عليها من قبل المجال الكهربائي هما على الترتيب:

a) $\Delta U = -9\ J$ ; $W = 9\ J$  b) $\Delta U = -9 \times 10^{-3}\ J$ ; $W = 9 \times 10^{-3}\ J$

c) $\Delta U = 9J$ ; $W = -9J$  d) $\Delta U = -9 \times 10^{-3} J$ ; $W = 9 \times 10^{-3}\ J$

a ---------- b

$$\Delta V = -3 \times 10^{6}\ volt$$

$$q = 3 \times 10^{-6}\ C$$

ميجا M
ملي m
ميكرو $\mu$c

$\Delta U = ??$  $W = ??$

$$\Delta U = W = q \cdot \Delta V \Rightarrow \Delta U = q \cdot \Delta V$$

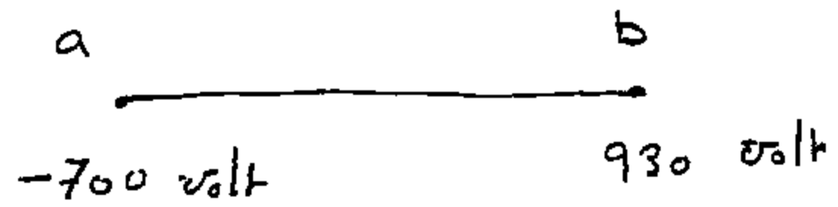
$$\Delta U = (3 \times 10^{-6})(-3 \times 10^{6}) = -9\ Joule$$

$$W = -q \cdot E \cdot s \cos\theta$$

$$W = -(3 \times 10^{-6})(-3 \times 10^{6})$$

$$W = 9\ Joule$$

$$\Delta V = -E \cdot S \cos\theta$$




$$q = 2 \times 10^{-7} C$$

$$V_{ab} = V_b - V_a$$

$$V_{ab} = 930 - (-700) = 1630 \text{ volt}$$

$$W = \Delta U = q \cdot \Delta V$$

$$\Delta U = 2 \times 10^{-7} \cdot (1630) = \boxed{\phantom{00}} \text{ Joule}$$

$$\boxed{\Delta V = -E \cdot r \cos\theta}$$

..... 2- نقطتان $a$ و $b$ الجهد الكهربي عند هما $-700V$ و $930V$ على التتابع ، الشغل اللازم لنقل شحنة قدرها $2\times10^{-7}C$ من $a$ إلى $b$ بدون فقد في الطاقة هو :

..... أ) $4.6\times10^{-4}J$ ب) $5.26\times10^{-4}J$ ج) $3.26\times10^{-4}J$ د) $2\times10^{-4}J$

930 ← −700

a b

$q = 2\times10^{-7}C$

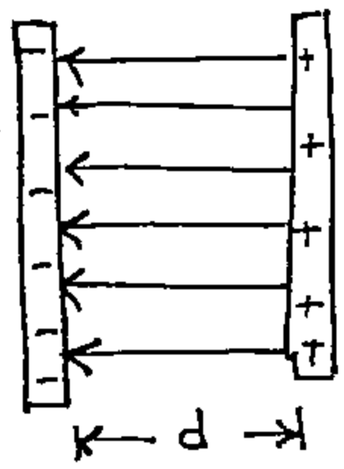
$$W = q \cdot \Delta V$$

$$W = (2\times10^{-7}) \cdot (V_B - V_a)$$

$$W = (2\times10^{-7}) \cdot (930 + 730) =$$

Joule

## ← الجهد الناتج عن المجال الكهربائي المنتظم :-

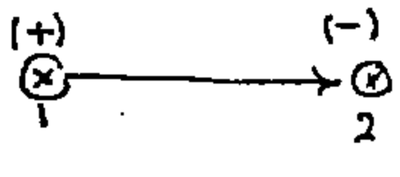


$$|\Delta V| = E \cdot d$$

d : المسافة بين اللوحين

$$E = \frac{N}{C} = \frac{V}{m}$$

## ← الجهد بين نقطتين في المجال الكهربائي المنتظم :-




$$\Delta V = -\int \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\boxed{\Delta V = -ES\cos\theta}$$

الإشارة السالبة تدل على أن الجهد النهائي أقل من الجهد الابتدائي .

$E$ : شدة المجال الكهربائي بين النقطتين (1 ، 2)

$S$ : المسافة بين النقطتين .

$\theta$ : الزاوية بين إتجاة المجال $(E)$ واتجاة الإزاحة .

$$\boxed{\Delta U = q \cdot \Delta V}$$

التغير في طاقة الوضع

$$q = 1.6 \times 10^{-19}\ C$$

$$\Delta V = -E \cdot r \cos\theta$$

$$\Delta V = -200 \cdot (5) \cos(180^\circ)$$

$$\Delta U = (1.6 \times 10^{-19}) \cdot (-200 \cdot 5 \cos 180) = \boxed{\quad} \text{ Joule}$$

$\cos(90^\circ) = 0.0$

$$\Delta V = -E \cdot r \cos\beta$$

$$\boxed{\Delta V = \text{Zero}}$$

$r = 15m$

$E = 400\ v/m$

Q6- The change in the proton's electric potential energy when moved from $a$ to $b$ in Fig. 5 is:

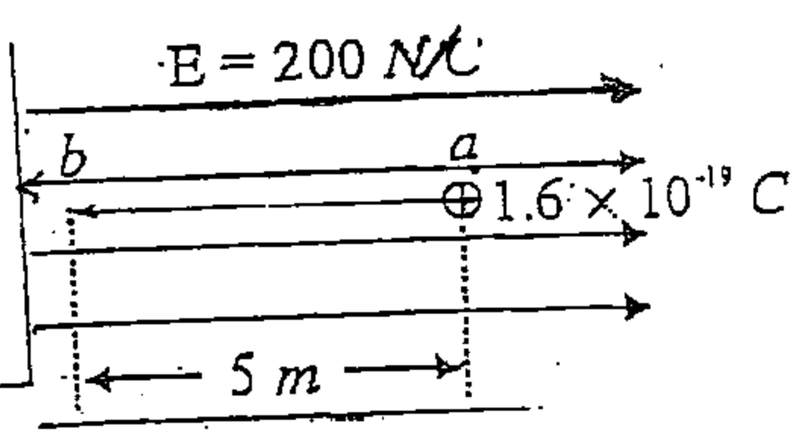
س6- التغير في طاقة وضع البروتون عندما تنتقل من $a$ إلى $b$ في الشكل 5 يساوي:

A) $8\times 10^{-19}$ J

B) $-8\times 10^{-19}$ J

C) $1.6\times 10^{-16}$ J

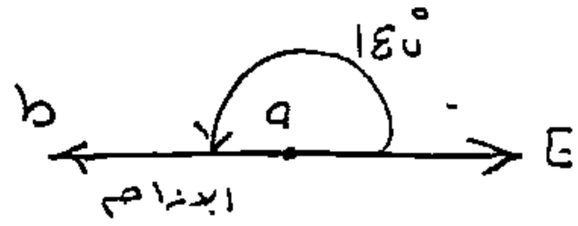
D) $-1.6\times 10^{-16}$ J




$$\Delta U = q \cdot \Delta V$$

$$\Delta V = -E \cdot S \cos\theta$$

$$\boxed{\Delta U = -q \cdot E \cdot S \cos\theta}$$




$$\Delta U = -(1.6\times10^{-19})(200)(5)\cos(180^\circ)$$

$$\Delta U = 1.6\times10^{-16} \text{ Joule}$$

---

)8- The mathematical expression of the voltage ifference between two points $a$ and $b$ as a function of ne electric field E and the displacement $r$ is:

س8- العلاقة الرياضية لفرق الجهد بين نقطتين $a$ و $b$ بدلالة المجال الكهربي بينهما E والإزاحة $r$ هي:

A) $-\int r \cdot dE$

B) $-\int E \cdot dr$

C) $-\int E^2\, dr$

D) $-\int r^2\, dE$

$$-\int \Sigma \cdot dr$$

$$-\int \Sigma \cdot dr$$

$$|\Delta V| = E \cdot r$$

$$r = \frac{|\Delta V|}{E}$$

---

Q 8 : In the figure shown ; the electric potential difference between the points a and b i.e. $(V_b - V_a)$ is :

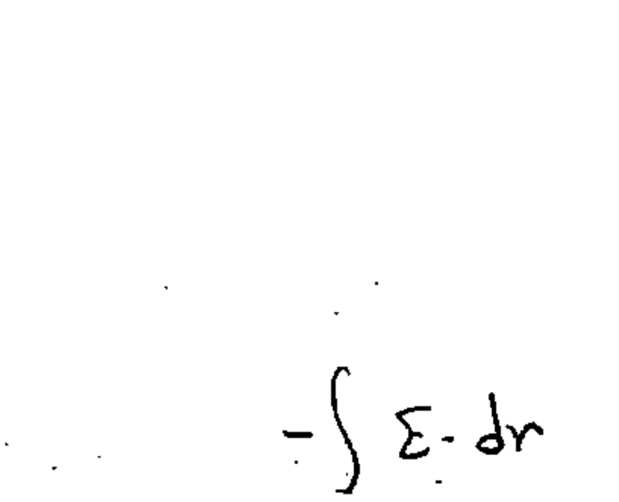
فرق الجهد بين النقطتين a و b الواقعتين على مستوى متعامد مع مجال كهربائي كما هو مبين في الشكل هو :

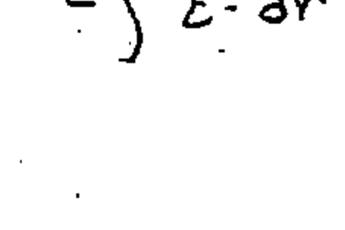
a) zero

b) 750 V

c) - 750 V

d) $75 \times 10^3$ V



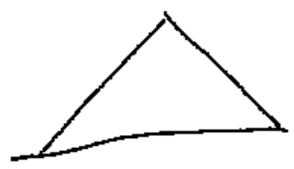




$$\Delta V = -E \cdot S \cos\theta$$

$$\theta = 90^\circ$$




$$\Delta V = 0$$



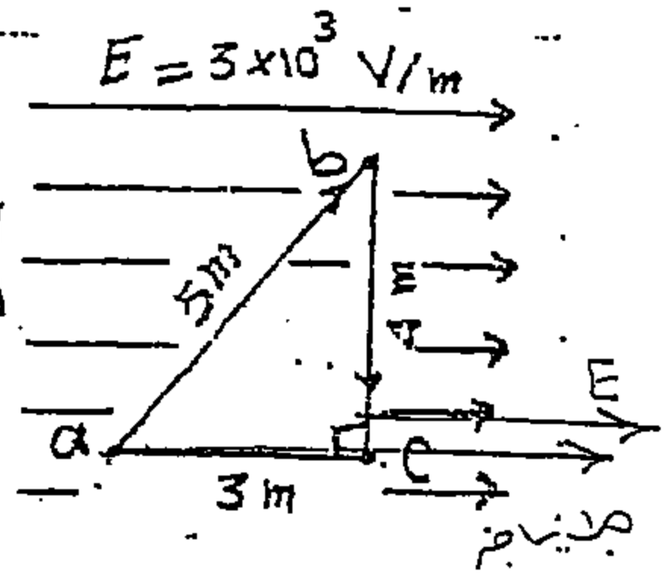
$$\Delta u = q \cdot \Delta v$$

$$\Delta u = -q \cdot E \cdot r \cos\theta$$

$$\Delta u = -(3\times10^{-9}) \cdot (4\times10^{9})(0.5)\cos(60^\circ) = \boxed{\qquad} \text{ Joul}$$

Q 5 : The change in the electric potential energy of a charge $3.2 \times 10^{-19}$ C when it is moved in a uniform electric field $E = 3 \times 10^3$ V/m from a to c through b as shown in the figure is :

التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة $3.2 \times 10^{-19}$ C عندما تنتقل من a إلى c عبر b في مجال كهربائي $E = 3 \times 10^3$ V/m كما في الشكل المقابل هو:




a) $-2.9 \times 10^{-15}$ J  b) $-4.8 \times 10^{-15}$ J  c) $-8.6 \times 10^{-15}$ J  d) zero

$q = 3.2 \times 10^{-19}$ C

$E = 3 \times 10^3$ v/m

$\Delta V = -E \cdot S \cos\theta$

$\Delta U = q \cdot \Delta V$

$\Delta U = -q \cdot E \cdot S \cos\theta$

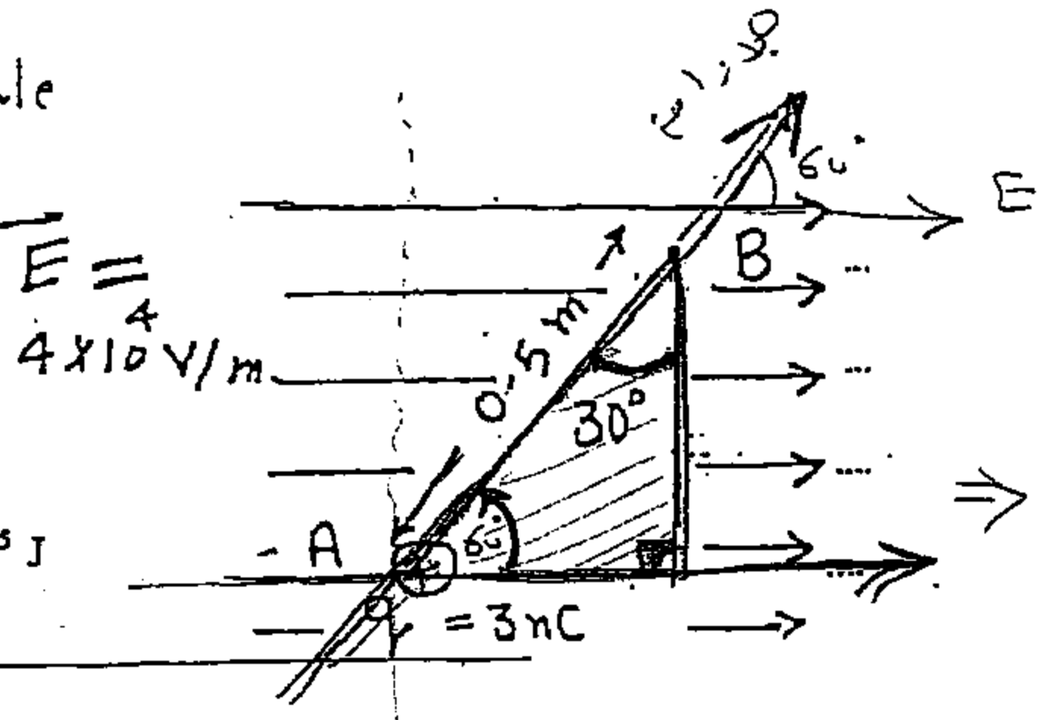
$\Delta U = -(3.2 \times 10^{-19})(3 \times 10^3)(3)\cos(0.0)$

$\Delta U = -2.9 \times 10^{-15}$ Joule

---

Q 6 : In the opposite figure the change in the electric potential energy of the charge q = 3 n C when it is moved from A to B is:

في الشكل المقابل التغير في طاقة الوضع الكهربائية عند تحريك الشحنة $q = 3$ n C من النقطة A إلى النقطة B هو :




a) $3 \times 10^{+5}$ J  b) $-3 \times 10^{-5}$ J  c) $5.196 \times 10^{-5}$ J
d) $3 \times 10^{-5}$ J  e) none of these

$q = 3nC = 3 \times 10^{-9}$ C

$E = 4 \times 10^4$ v/m

$S = 0.5$m

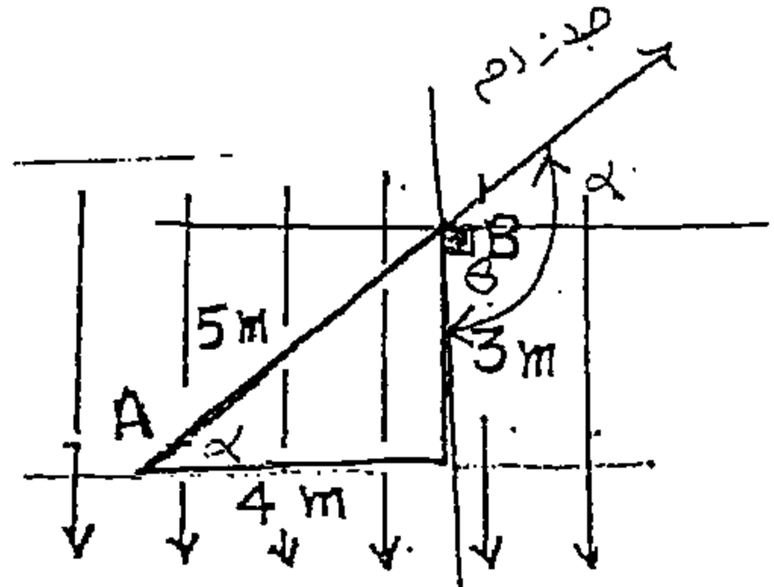
$\Delta U = -q \cdot E \cdot S\cos(60^\circ)$

$\Delta U = -3 \times 10^{-5}$ Joule

---

Q 10: Consider the figure shown .The work required to move a positive charge of 3 μC from A to B is:

الشغل اللازم لنقل شحنة 3 μC من النقطة A إلى النقطة B الموضحة في الشكل المقابل هو :




a) $75 \times 10^{-3}$ J  b) $4.5 \times 10^{-2}$ J  c) $60 \times 10^{-3}$ J  d) $4.5 \times 10^{2}$ J

$q = 3 \times 10^{-6}$

$W = \Delta U = -q E \cdot S \cos\theta$

$\alpha = \tan^{-1}\frac{3}{4}$

$\alpha = 36.86^\circ$

$\theta = 36.86 + 90^\circ = 126.86^\circ$

$E = 5 \times 10^3$ V/m

$\tan\alpha = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$

$$\underline{\underline{\Delta u}} = q + \Delta W$$

$$\Delta u = \frac{k}{\text{التغير في طاقه الحركيه}}$$

التغير في الطاقه الحركيه $\boxed{k = \frac{1}{2} m V^2}$

كتلة الجسم $kg$

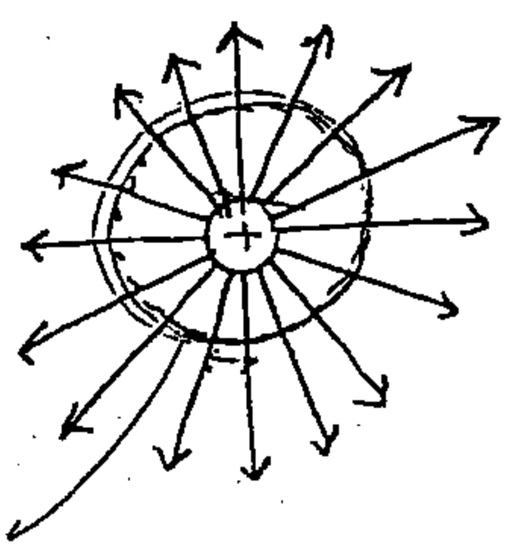
السرعه $m/sec$

## ← equipotential surface: السطح متساوي الجهد

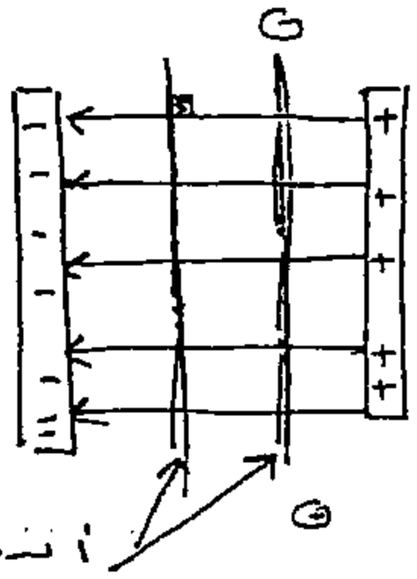
عندما يتساوى الجهد فإن $\Delta V = 0.0$

$$\Delta U = q \Delta V = 0.0$$

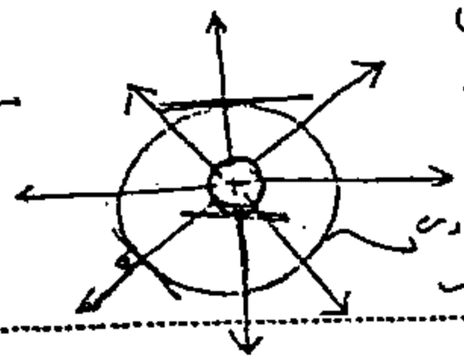
ملحوظة هامة جداً :- سطح متساوي الجهد يكون عمودي في المجال الكهربائي



سطح متساوي الجهد



سطح متساوي الجهد



سطح متساوي الجهد = صفر

---

Q14- The electric potential will be constant for:

يكون الجهد الكهربائي ثابتاً :-

(A) نقاط على سطح مكعب في مركزه شحنة
(B) نقاط على سطح كرة في مركزها شحنة
(C) نقاط على سطح بيضاوي في مركزه شحنة
(D) نقاط على سطح هرمي في مركزه شحنة

## ← حركة جسيم مشحون في المجال الكهربائي :-

عندما يتحرك جسم مشحون في مجال كهربائي تتحول الطاقة الكامنة الكهربائية الى طاقة حركية .

$$\Delta U = k$$

$$q \Delta V = \frac{1}{2} m v^2$$

$q$ : شحنة الجسيم . C

$\Delta V$ : فرق الجهد . volt

$m$ : كتلة الجسيم . kg

$v$ : سرعة الجسيم . m/s

$\Delta V = ??$

$v = 4.2 \times 10^{5}\ m/sec$

$\Delta u = k$

$\Delta u = \frac{1}{2} \cdot m v^2$

$q + \Delta V = \frac{1}{2} m v^2$

$(1.6 \times 10^{-19}) \cdot \Delta V = \frac{1}{2} (9.11 \times 10^{-31}) \cdot (4.2 \times 10^{5})^2$

$\Delta V = 0.5\ volt$

$\Delta V = ??$ $\quad q = 1.6 \times 10^{-19}\ C$

$k = 32 \times 10^{-19}$ Joule

$\Delta u = k$

$q + \Delta V = k$

$(1.6 \times 10^{-19}) \cdot \Delta V = 32 \times 10^{-19}$

$\Delta V = \frac{32 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} =$ [ ] volt

0

$\Delta u = q + \Delta V$

8. The potential difference needed to stop an electron having an initial speed of $4.2 \times 10^5$ m/s is :

فرق الجهد اللازم تطبيقه لإيقاف الكترون يتحرك بسرعة $4.2 \times 10^5$ m/s هو :

a) 10 volt  b) 0.5 volt  c) 100 m volt

$$v = 4.2 \times 10^5 \text{ m/sec}$$

$$\Delta U = k$$

$$q \cdot \Delta V = \frac{1}{2} m v^2$$

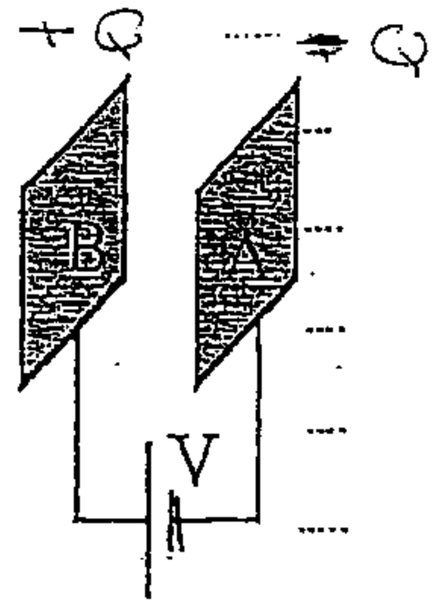
$$\Delta V = \frac{0.5\,(m)(v^2)}{q} = \frac{(0.5)\,(9.11 \times 10^{-31})\,(4.2 \times 10^5)^2}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\Delta V = 0.5 \text{ volt}$$

Q6- If an electron gains a kinetic energy of $32 \times 10^{-19}$ J when passing from A to B, what is the voltage across the battery (V)?

س6- ما مقدار فرق الجهد (V) على طرفي البطارية إذا علمت أن كل إلكترون يكتسب طاقة حركية مقدارها $32 \times 10^{-19}$ J عند انتقاله من A إلى B؟

A) 2.0 V  B) 20 V
C) 0.05 V  D) 0.5 V




(Q6)

$$\Delta V = ??$$

$$k = 32 \times 10^{-19} \text{ Joule}$$

$$\Delta U = q \cdot \Delta V = k$$

$$\Delta V = \frac{k}{q} = \frac{32 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 20 \text{ volt}$$

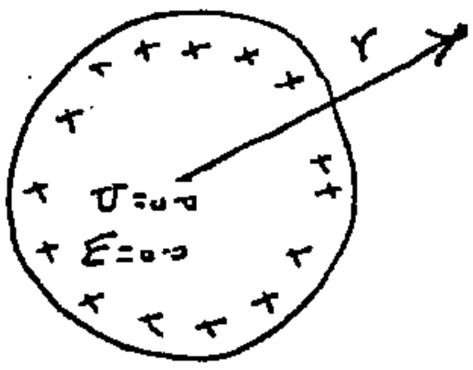
## ✱ جهد الجسم الكروى :-

1) الكرة الموصلة المشحونة والمعزولة أو القشرة الكروية المشحونة .

« تتوزع الشحنات على السطح فقط »

$E = 0.0$

$V = 0.0$



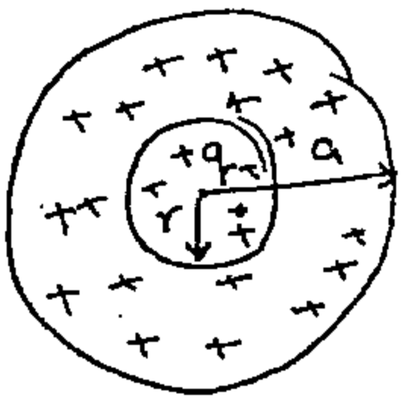

عند سطح الكرة او خارجها :-

$$V = k \frac{Q}{r} \qquad E = k \frac{Q}{r^2}$$

2) الكرة الغير موصلة :-

تتوزع الشحنة توزيع حجمى منتظم داخل الكرة

$$\rho = \frac{Q}{V} \quad C/m^3$$




الشحنة داخل الكرة الداخلية $q_r = \rho V_1$

$$q_r = \rho \cdot 4/3 \pi r^3$$

$$q_r = Q \cdot \frac{r^3}{a^3}$$

$$\frac{q_r}{Q} = \frac{r^3}{a^3}$$

الشحنة الكلية للكرة الخارجية « Q »

داخل الكرة الكبيرة

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

$$V = k \frac{Q}{r}$$

$r > a$

$$V_p = k_e \frac{Q}{r} = k_e \left(\frac{Q}{a^3}\right) r^2$$

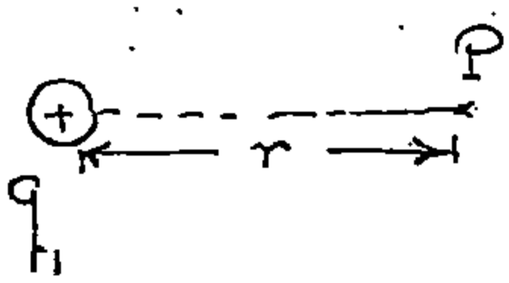
داخل الكرة الصغيرة

$$E = k \frac{q_r}{r^2}$$

$$V = k \frac{q_r}{r}$$

$r < a$

(12) ← طاقة وضع التفاعل بين عدة شحنات :-




الجهد الناتج عن الشحنه $q_1$ على بعد $r$ منها $V = k\frac{q_1}{r}$

إذا وضعت شحنه مقدارها $q_2$ في موضع النقطة P

$$\Delta U = q_2 \cdot V = q_2\, k\, \frac{q_1}{r} = k\, \frac{q_1 q_2}{r}$$

$\Delta U$ ← (-) سالبه تعني أنها قوة تجاذب ولها نفس المقدار من الطاقة لفصلها .

$$U = \frac{k q_1 q_2}{r_{12}} + k\,\frac{q_2 q_3}{r_{23}} + k\,\frac{q_1 q_3}{r_{13}}$$

طاقة وضع التفاعل بين عدة شحنات .

~

.... Q11: A thin spherical shell of radius 10 cm caries a charge of 5 μC. The potential difference between the center of the shell and a point 20 cm away from the ..... center is: (ف ١ ، ٤ / ص ص)

(١١)

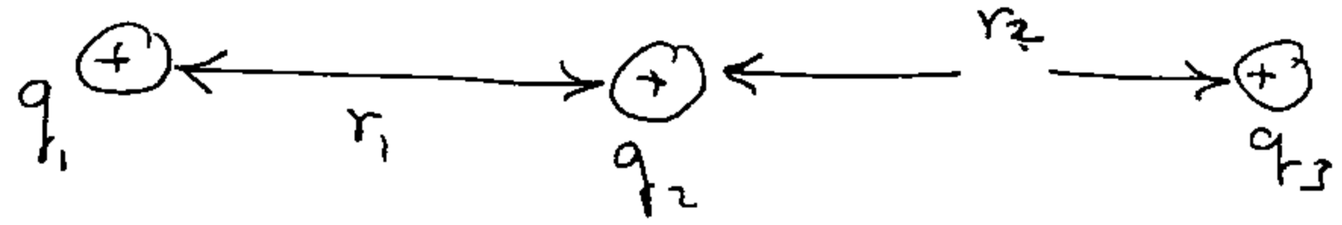
تقع شحنة 5 μC على قشرة كروية رقيقة نصف قطرها 10 cm . فرق الجهد بين مركز القشرة ونقطة تقع على بعد 20 cm ..... من المركز هو :

X

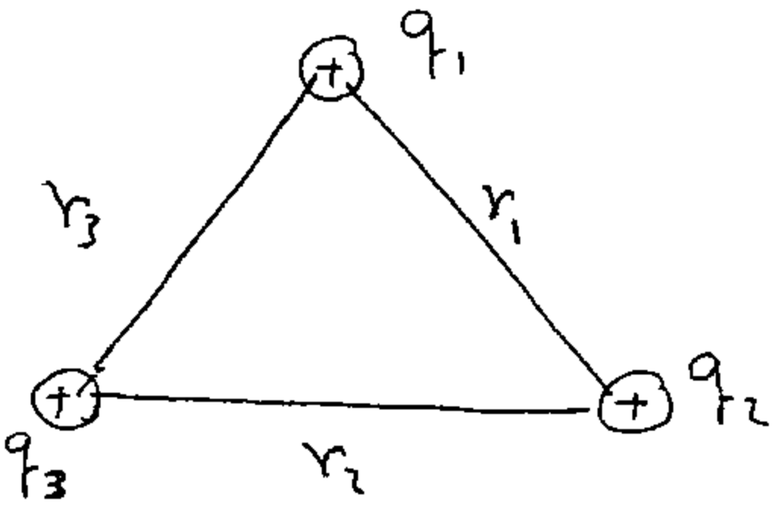
.....a) $4.50 \times 10^5$ V  b) $2.25 \times 10^5$ V  c) $4.445 \times 10^6$ V  d) $2.25 \times 10^3$ V

⇒ electric Potential ..

طاقة دفع الفاعل
بين الشحنات



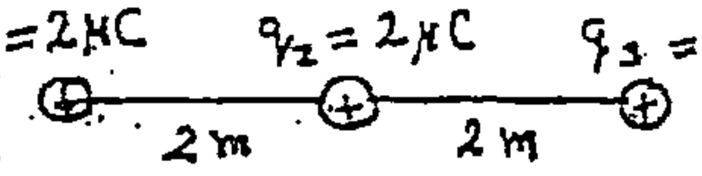

$$\Delta U = k_e \left[ \frac{q_1 q_2}{r_1} + \frac{q_2 q_3}{r_2} + \frac{q_1 q_3}{(r_1 + r_2)} \right]$$




$$\Delta U = k_e \left[ \frac{q_1 q_2}{r_1} + \frac{q_2 q_3}{r_2} + \frac{q_3 q_1}{r_3} \right]$$

Q 7 : The potential energy of interaction of the three charges shown in the figure is :

طاقة وضع تفاعل الشحن الثلاث المبينة في الشكل هي:




a ) 45 m J  b) 45 M J  c) 54 m J  d ) $45 \times 10^{21}$ J

[ 2nd (co/cL cb) ]

$$\Delta U = k_e \left[ \frac{q_1 q_2}{2} + \frac{q_2 q_3}{4} + \frac{q_2 q_3}{2} \right]$$

$$\Delta U = k_e \left[ \frac{(2\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{2} + \frac{(2\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{4} + \frac{-(2\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{2} \right]$$

$$\Delta U = 0.045 \text{ Joule}$$

$$\Delta U = 45 \text{ mJ}$$

(H.W)

(H.W)

Q 5 : The average distance between the proton and the electron in the hydrogen atom is $5.3 \times 10^{-11}$ m . The electric potential energy of interaction of the two particles is:

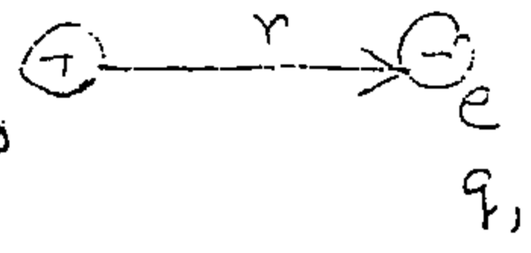
إذا كان متوسط المسافة بين البروتون والإلكترون في ذرة الهيدروجين هو $5.3 \times 10^{-11}$ m فإن طاقة وضع التفاعل الكهربائية لهما هي :

a ) $-4.35 \times 10^{-18}$ J  b) $4.35 \times 10^{-18}$ J  c) $8.2 \times 10^{-8}$ J  d ) $-4.35 \times 10^{+18}$ J

e ) none of these

(H.W)

$$r = 5.3 \times 10^{-11}$$




$$\Delta U = k_e \frac{q_1 q_2}{r}$$

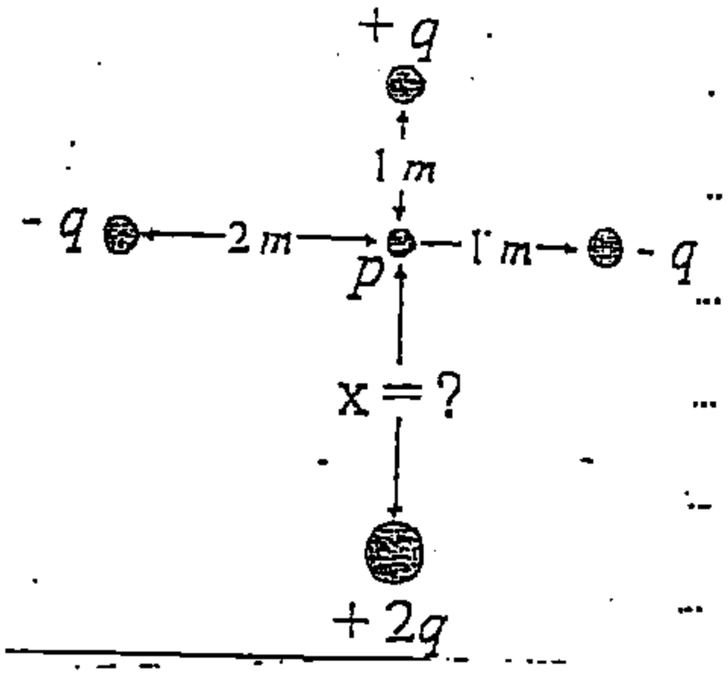
$$\Delta U = k_e \frac{(-1.6\times10^{-19})(1.6\times10^{-19})}{5.3\times10^{-11}}$$

Q5- The total electric potential at $p$ (Fig. 4) is equal to zero when the distance (x) is equal to: (خ ح/ ٧ ى ص)

س- مخصلة الجهد عند النقطة $p$ (الشكل 4) يساوي صفر عندما تكون المسافة x تساوي:

A) 4 B) 2

C) 12 D) 8




H.W

$$V_p = 0.0$$

$$\therefore V_p = k_e\left[\frac{2q}{x} - \frac{q}{1} + \frac{q}{1} - \frac{q}{2}\right]$$

$$0.0 = k_e\left[\frac{2q}{x} - \frac{q}{2}\right]$$

$$k_e \neq 0.0$$

$$\frac{2q}{x} - \frac{q}{2} = 0.0$$

$$\frac{2q}{x} = \frac{q}{2} \qquad 2x = 1$$

$$\boxed{x = 4}\ m$$

الحلول و الإجابات الصحيحة موجودة في نفس الورقة ))

النموذج الأول

١٩/٣/١٤٢٩ هـ

Physics and Astronomy Department
College of Sciences-King Saud University
Phys 104, Midterm Exam #1, Second Semester 19/3/1429 H

| | |
|---|---|
| اسم الطالب: | الرقم الجامعي: |
| اسم عضو هيئة التدريس: | الشعبة: |

$k = 9\times10^{9}\ N.m^2/C^2$, $\varepsilon_o = 8.85\times10^{-12}\ C^2/N.m^2$, $|e| = 1.6\times10^{-19}\ C$, $G = 6.67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2$
$m_p = 1.67\times10^{-27}\ kg$, $m_e = 9.11\times10^{-31}\ kg$, $g = 9.8\ m/s^2$, $\mu_o = 4\pi\times10^{-7}\ T.m/A$

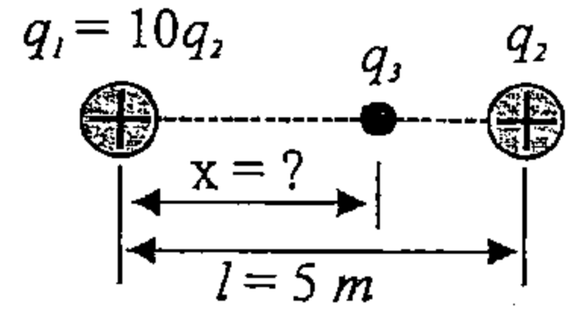
Choose the Correct Answer
All Answers are given in MKS units

Exam Duration: 1 *Hour* and 30 *Minutes*
جميع الحلول معطاة بالوحدات الدولية القياسية

س ١ - إذا كانت القوة بين شحنتين، قدر كل منهما *Coulomb* 1، هي *Newton* 1 فإن مربع المسافة بينهما:

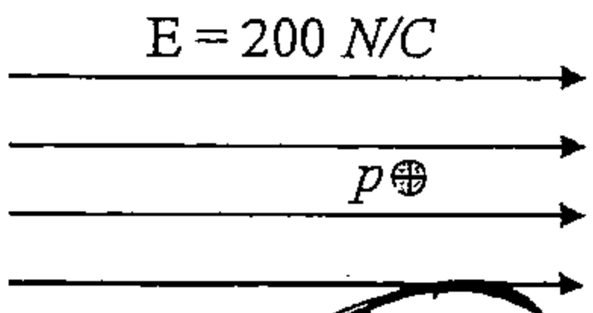
A) $10^{-9}$ B) $10^{-5}$ C) $9\times10^{9}$ D) 1

س ٢ - تنعدم القوة على $q_3$ عندما تكون x:



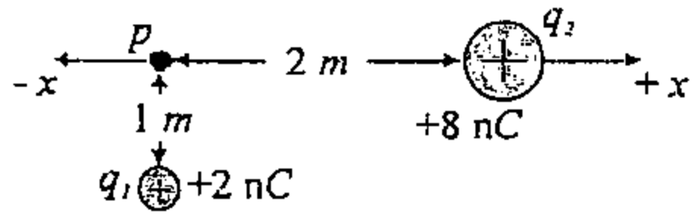

A) 3.8 B) 1.2 C) 4.54 D) 0.45

س ٣ - مقدار تسارع البروتون في الرسم أدناه يساوي:




A) $3.2\times10^{-17}$ B) $1\times10^{8}$ C) $2\times10^{10}$ D) $1.2\times10^{29}$

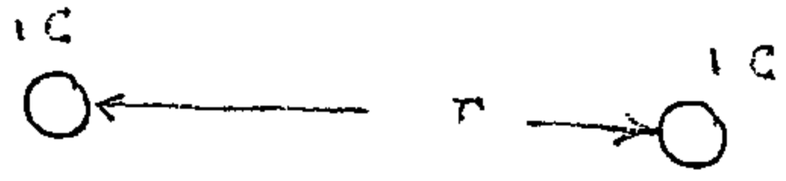
س ٤ - في الشكل أسفله مقدار محصلة المجال الكهربائي عند النقطة $p$ يساوي:




A) 0 B) 36 C) 4.5 D) 25.4

بسم الله الرحمن الرحيم

1429




/ ب

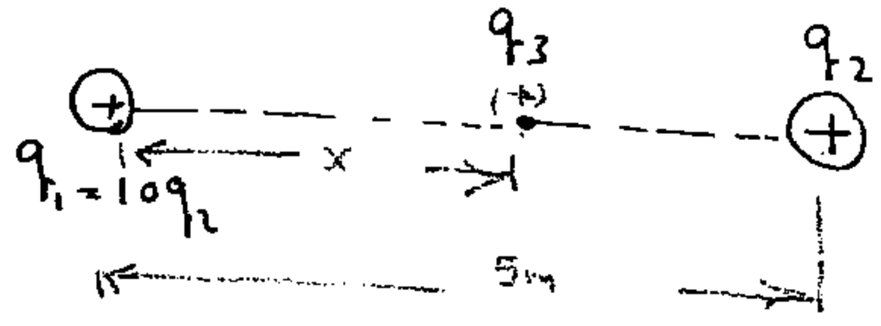
$F = 1$ Newton

قانون كولوم لإيجاد القوة المتبادلة بين الشحنات

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

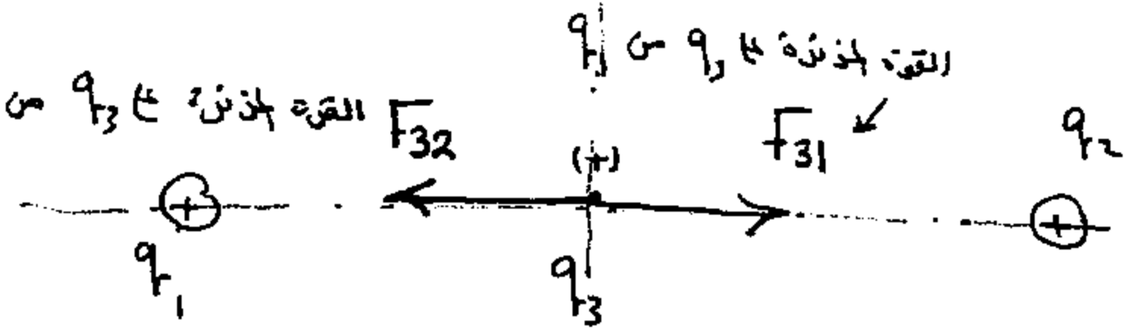
$$1 = 9\times10^9 \frac{(1)(1)}{r^2} \Rightarrow r^2 = 9\times10^9 \text{ m}$$

/ ج




نوجد محصلة القوى على الشحنة $q_3$

د) نضع الشحنة المطلوب حساب القوى المؤثرة عليها في نقطة الأصل



$$F_{31} = k \cdot \frac{|q_3||q_1|}{r^2} = 9\times10^9 \frac{q_3 \cdot 10q_2}{x^2}$$

$$F_{32} = k \cdot \frac{|q_3||q_2|}{r^2} = 9\times10^9 \frac{q_3 \cdot q_2}{(5-x)^2}$$

لحساب $F = F_{31} - F_{32}$

تنعدم القوة عندما يحدث تماثل الاتزان

$$F_{31} - F_{32} = 0$$

$$F_{31} = F_{32}$$

$$9\times10^9 \frac{q_3 \cdot 10q_2}{x^2} = 9\times10^9 \frac{q_3 \cdot q_2}{(5-x)^2}$$

$$\frac{10}{x^2} = \frac{1}{(5-x)^2}$$

$$x^2 = 10(5-x)^2$$

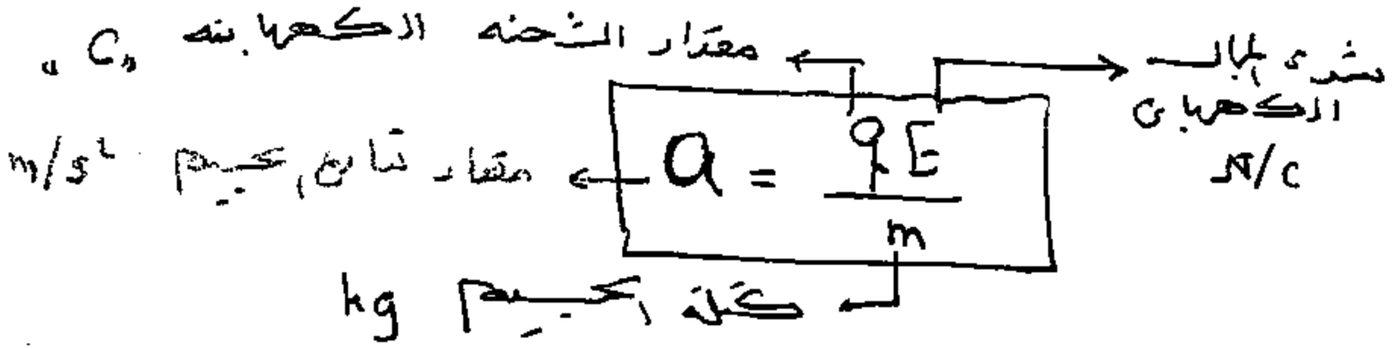
$$x^2 = 10\left[25 - 10x + x^2\right]$$

$$x^2 = 250 - 100x + 10x^2$$

$$9x^2 - 100x + 250 = 0$$

$$\boxed{x = 3.8\,m}$$

س٣ / يحاب تسارع أى جسيم يتحرك داخل مجال كهربائى



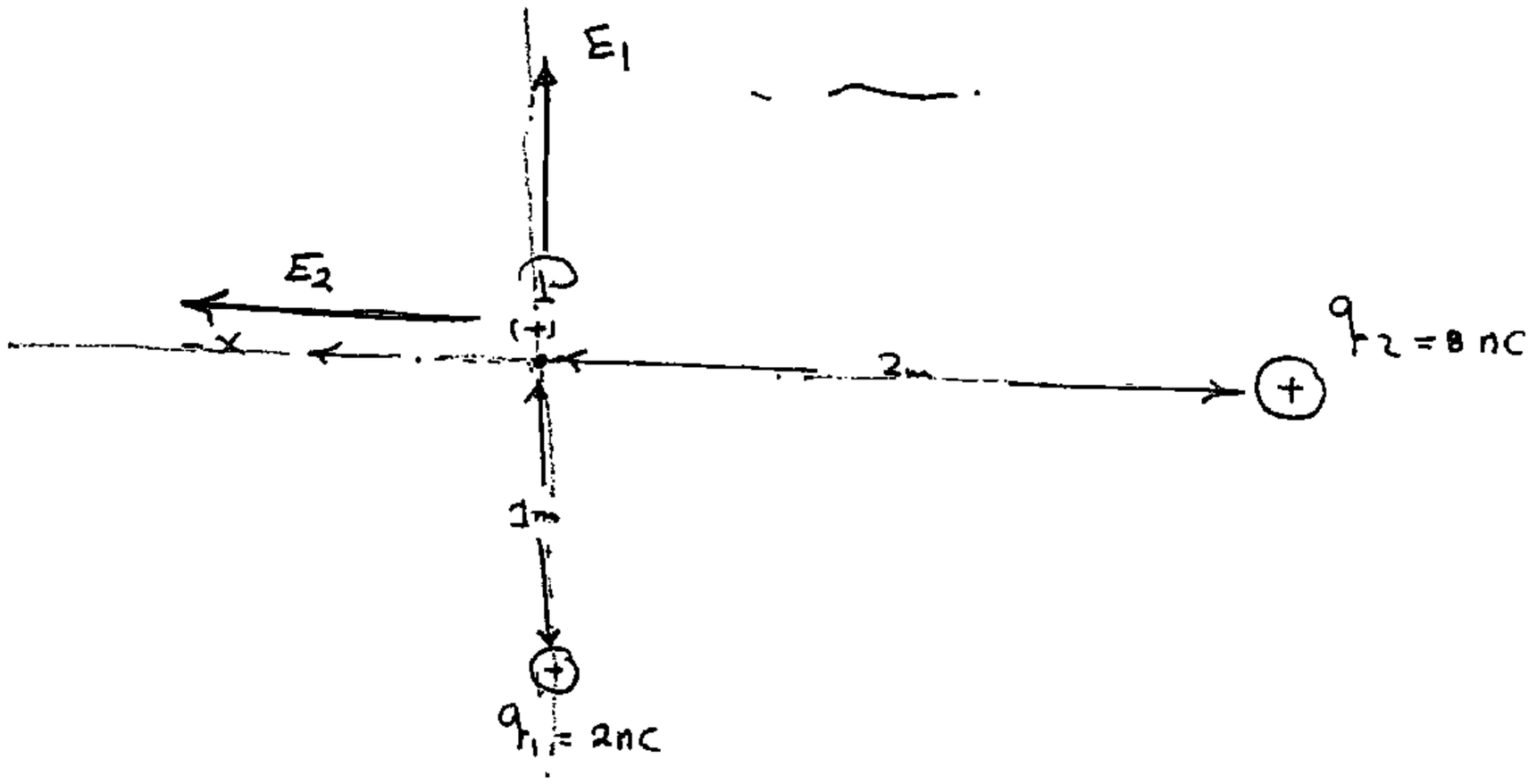

$$a = \frac{(1.6\times10^{-19}).(200)}{1.67\times10^{-27}}$$

$$a = 2\times10^{10}\ m/sec^2$$

$m_p = 1.67\times10^{-27}$ kg
كتلة البروتون

$m_e = 9.11\times10^{-31}$ kg
كتلة الإلكترون

س٤ /




يحاب محصلة المجال الكهربائى عند نقطة معينه .

١) نفترض أن النقطة موجبة الشحنه (+)

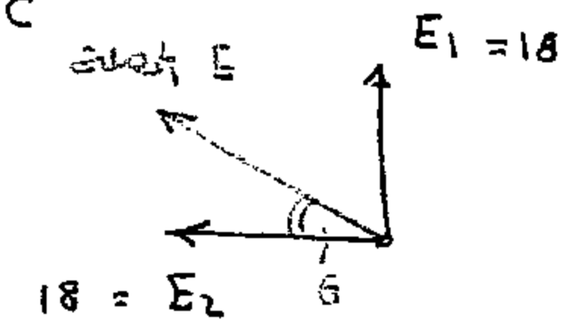
٢) نضع النقطة فى حقطة الأصل .

٤) نحدد إتجاهات المجال حسب التجاذب والتنافر .

$$E_1 = k.\frac{|q_1|}{r_1^2} = 9\times10^9\ \frac{2\times10^{-9}}{(1)} = 18\ \frac{N}{C}$$

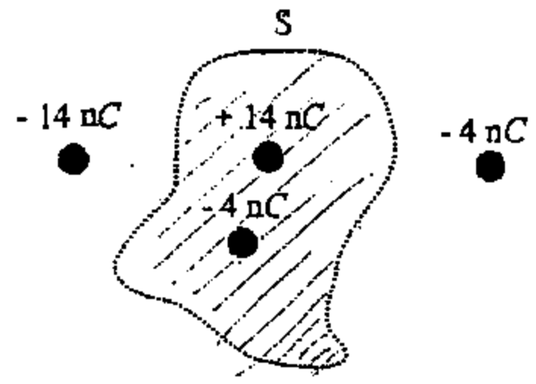
E1 شدة المجال الكهربائى

$$E_2 = k.\frac{|q_2|}{r_2^2}\ \ 9\times10^9\ \frac{8\times10^{-9}}{(2)^2} = 18\ \frac{N}{C}$$




$$E = \sqrt{(E_x)^2 + (E_y)^2}$$

س٥- قيمة الفيض (التدفق) الكهربائي ($\Phi$) خلال سطح جاوس (S) المبين بالرسم تساوي:




A) 0 B) 1130 C) $10\times10^{9}$ D) $8.85\times10^{-12}$

س٦- تتوزع شحنة Q على كرة موصلة. إذا كان المجال على سطح الكرة هو E فإن نصف قطر الكرة هو:

A) $[E / (k Q)]^{1/2}$ B) $[k E / Q]^{1/2}$ C) $[k Q / E]^{1/2}$ D) $[k / (E Q)]^{1/2}$

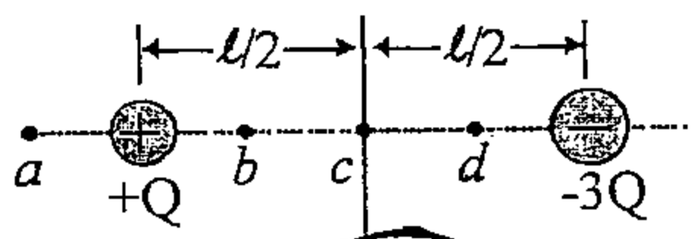
س٧- تتوزع شحنة $Q = 5\ nC$ بانتظام على سلك طوله $50.\ m$ المجال على بعد $9\ mm$ من مركز السلك يساوي:

A) 200 B) 5000 C) $555.5\times10^{3}$ D) $1111.1\times10^{3}$

س٨- المعادلة التي تصف فرق الجهد الكهربائي $\Delta V$ كدالة في المجال الكهربائي المنتظم $E$ و الإزاحة $r$ هي:
*($E$ و $r$ هي الكميات المتجهة، أما $E$ و $r$ فهي الكميات القياسية)

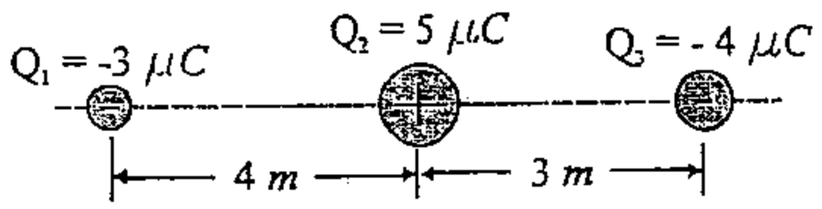
A) $E \cdot r$ B) $E\,r$ C) $-E \cdot r$ D) $-E\,r$

س٩- من الشكل، ينعدم الجهد الكهربائي ($V = 0$) عند النقطة:




A) $d$ B) $c$ C) $b$ D) $a$

س١٠- من الشكل، طاقة التفاعل (طاقة الجهد الكلية) تساوي:




A) - 2.9 B) - 8.7 C) $-26\times10^{-3}$ D) $-78\times10^{-3}$

مع تمنياتنا لكم بالتوفيق والنجاح ( :

السؤال الخامس :

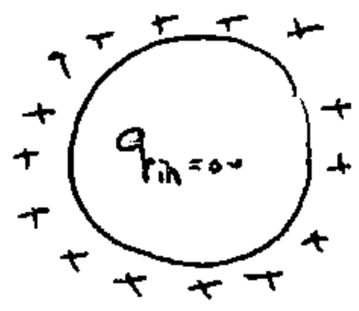
قانون جاوس لحساب التدفق الكهربائي خلال سطح مغلق

$$\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$\Phi = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = \frac{(14 \times 10^{-9}) - (4 \times 10^{-9})}{8.65 \times 10^{-12}} = 1130$$

السؤال السادس :

عند توزع الشحنات على حجم موصل فإنها تتوزع على السطح




لحساب شدة المجال الكهربائي خارج كرة موصلة

$$E = k\frac{Q}{r^2} \Rightarrow E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$$

$$E \cdot r^2 = k \cdot Q$$

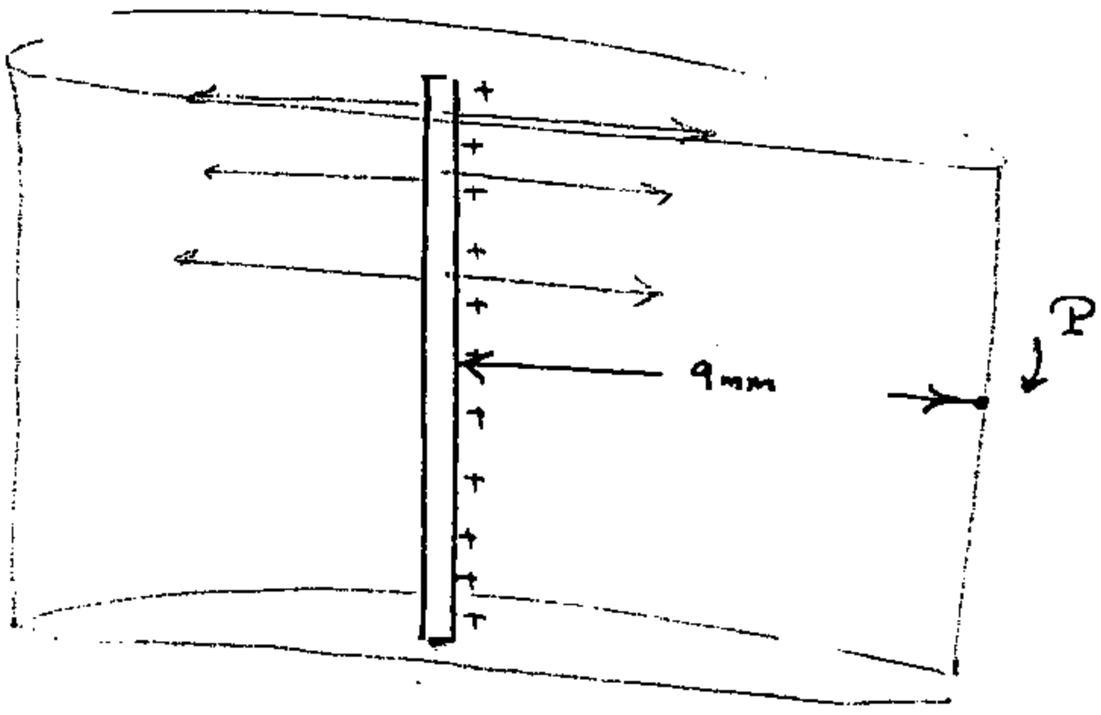
$$r^2 = \frac{k \cdot Q}{E}$$

$$r = \sqrt{\frac{k \cdot Q}{E}} = \left(\frac{k \cdot Q}{E}\right)^{\frac{1}{2}}$$

السؤال السابع :-

$$Q = 5 \times 10^{-9} \ C$$

$$l = 50 \ m$$ ← طول السلك




حساب شدة المجال الكهربائي عند بعد $r$ من سلك لانهائي الطول

$$E = \frac{2\lambda k}{r}$$

حيث $\lambda$ كثافة الشحنة الطولية $\lambda = \frac{Q}{l}$ ← طول السلك

$$\lambda = \frac{5 \times 10^{-9}}{50} = 1 \times 10^{-10} \ C/m$$

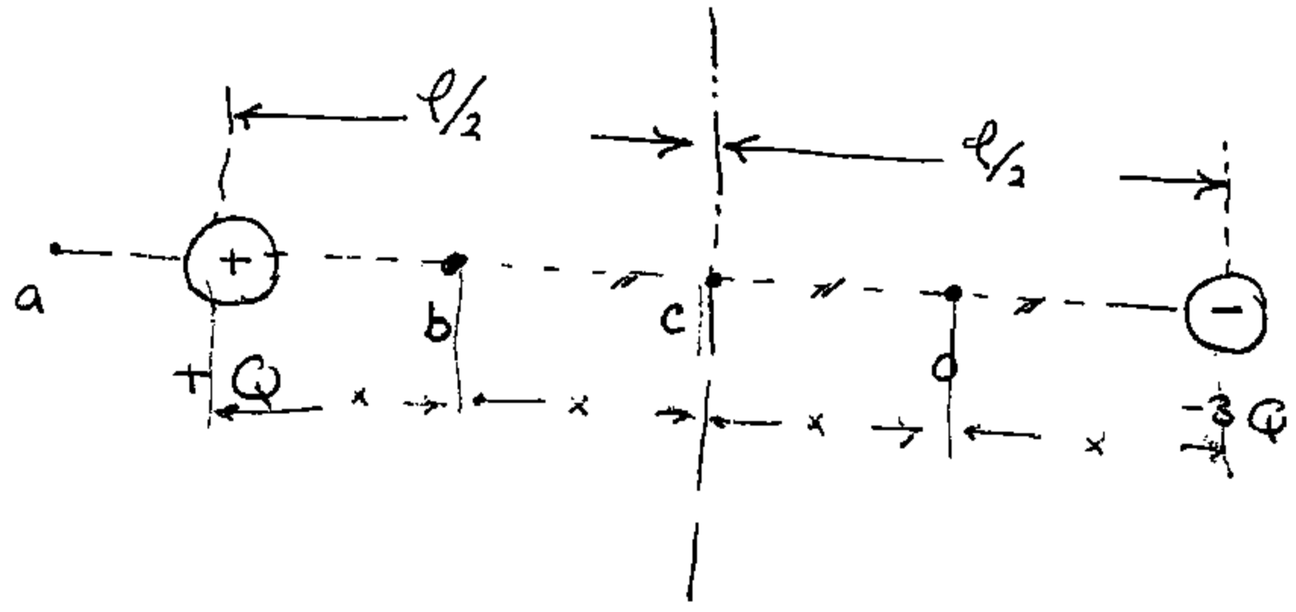
$$E = \frac{2\,(1 \times 10^{-10}).(9 \times 10^{9})}{9 \times 10^{-3}} = 200 \ \frac{N}{C}$$

السؤال الثامن :-

$$\Delta V = - \int \vec{E} . \vec{r}$$

$$\boxed{\Delta V = - E . r}$$

السؤال التالي :




الجهد الكهربائي محصلة بجمع عند نقطة $v = k\left[\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \cdots\right]$

نفرض أن الجهد نعدم عند c

$$v_1 = k \cdot \frac{-3Q}{\ell/2}$$

$$v_2 = k \cdot \frac{Q}{\ell/2}$$

ملاحظة :- النقطة التي نعدم عندها الجهد تكون قريبة للشحنة الأصغر .

نفرض أن الجهد نعدم عند b

$$v_1 = k_e \cdot \frac{-3Q}{3x} \Rightarrow -k \cdot \frac{Q}{x}$$

$$v_2 = k_e \cdot \frac{Q}{x} \Rightarrow k \cdot \frac{Q}{x}$$

$$\text{at } b \quad v = -k \cdot \frac{Q}{x} + k \frac{Q}{x} = \text{zero}$$

السؤال الخامس :

حساب طاقة التفاعل بين الشحنات

$$\Delta U = ke\left[\frac{(-3\times10^{-6})(5\times10^{-6})}{4} + \frac{(5\times10^{-6})(-4\times10^{-6})}{3} + \frac{(-3\times10^{-6})(-4\times10^{-6})}{7}\right]$$

$$\Delta U = -78\times10^{-3}$$