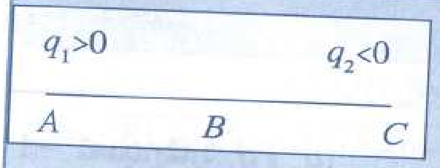
التمرين 1



توجد شحنة كهربائية q_1 في نقطة A حيث تحدث في نقطتين B و C مجالين كهرساكنين شدتاهما على التوالي:

$E_1(B) = 3,6.10^4 V/m$

$E_1(C) = 9.10^3 V/m$

نضع في النقطة C شحنة كهربائية q_2 بحيث: $q_2 = -10^{-8} C$

1- حدد مميزات القوة الكهرساكنة $\vec{F}$ المطبقة على الشحنة الكهربائية q_2.

2- مثل متجهة المجال الكهرساكن الكلي $\vec{E}(B)$ المحدث في النقطة B من طرف الشحنتين q_1 و q_2.

3- احسب شدة المجال الكهرساكن $E_2(B)$ المحدث من طرف الشحنة q_2 في النقطة B، علما أن شدة المجال الكلي في هذه النقطة هي $E(B)=7,2.10^4 V/m$.

الحل

1- مميزات القوة الكهرساكنة $\vec{F}$:

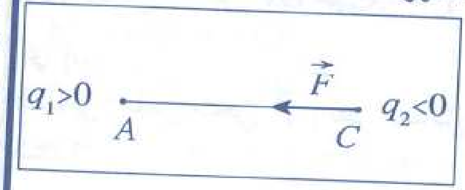
نعلم أن:

$\vec{F} = q_2 \vec{E}_1(C)$

وبما أن: $q_2<0$

فإن للمتجهتين:

$\vec{F}$ و $\vec{E}_1(C)$ منحيان متعاكسان.



إذن مميزات $\vec{F}$ هي:

نقطة التأثير: النقطة C

خط التأثير: المستقيم المار من A و C.

المنحى: عكس منحى $\vec{E}_1(C)$ (من C نحو A وفق خط التأثير).

الشدة:

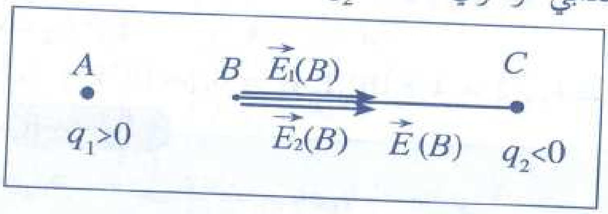
$\|\vec{F}\| = |q_2| E_1(C) = 10^{-8}.9.10^3 = 9.10^{-5} N$

2- تمثيل المجال الكلي في النقطة B:

لدينا: $\vec{E}(B) = \vec{E}_1(B) + \vec{E}_2(B)$

$\vec{E}_1(B)$: المجال المحدث من طرف q_1 في النقطة B نابذ لأن $q_1>0$

$\vec{E}_2(B)$: المجال المحدث من طرف q_2 في النقطة B انجذابي مركزي لأن $q_2<0$



3- حساب $E_2(B)$:

بما أن للمتجهتين $\vec{E}_1(B)$ و $\vec{E}_2(B)$ نفس المنحى نكتب:

$E(B)=E_1(B)+E_2(B)$

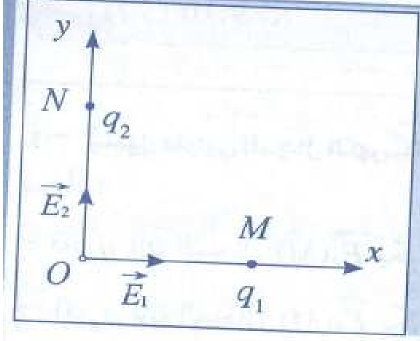
$E_2(B)=E(B)-E_1(B)$

ت ع : $E_2(B)=7,2.10^4-3,6.10^4$

$E_2(B)=3,6.10^4\ V.m^{-1}$

التمرين 2

نضع على التوالي في نقطتين M و N شحنتين كهربائيتين q_1 و q_2، فتحدثان في النقطة O أصل المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$ مجالين كهرساكنين $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ شدتاهما: $E_1=E_2=4,5.10^7 V/m$.



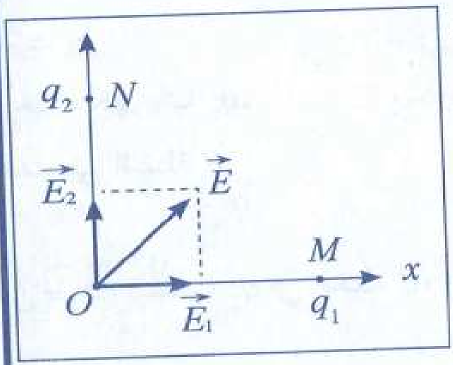
1- حدد إشارة كل من الشحنتين q_1 و q_2.

2- احسب شدة المجال الكهرساكن الكلي $\vec{E}$ المحدث في النقطة O.

3- نضع في النقطة O شحنة كهربائية نقطية $q=7.10^{-9}C$. حدد مميزات $\vec{F}$ القوة الكهرساكنة المطبقة ع
هذه الشحنة.

الحل

1- **تحديد إشارة q_1 و q_2:**



- بما أن المجال $\vec{E_1}$ انجذابي نحو النقطة M موضع q_1 فإن: $q_1<0$.
- بما أن المجال $\vec{E_2}$ انجذابي نحو النقطة N موضع q_2 فإن: $q_2<0$

2- **حساب E شدة المجال الكلي في النقطة O:**

لدينا: $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

حيث: $E^2 = E_1^2 + E_2^2$

لأن: $\vec{E_1} \perp \vec{E_2}$

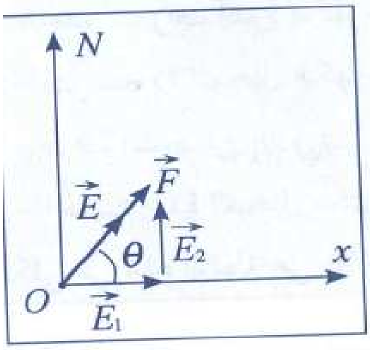
ومنه: $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$ ، أي إن: $E = \sqrt{2E_1^2}$

لأن $E_1=E_2$

إذن: $E = E_1\sqrt{2} = 4,5.10^7.1,41 = 6,36.10^7 V.m^{-1}$

3- **تحديد مميزات القوة الكهرساكنة $\vec{F}$:**

حسب تعريف القوة الكهرساكنة نكتب للمتجهتين: $\vec{F} = q.\vec{E}$



وبما أن: $q>0$ فإن: $\vec{F}$ و $\vec{E}$ لهما نفس المنحى.

مميزات $\vec{F}$ هي:

نقطة التأثير: النقطة O

خط التأثير: المستقيم المار من O والذي يكون زاوية θ مع المحور Ox حيث: $\tan\theta = \frac{E_2}{E_1} = 1$

أي إن: $\theta = 45°$

المنحى: نفس منحى $\vec{E}$ (انظر الشكل).

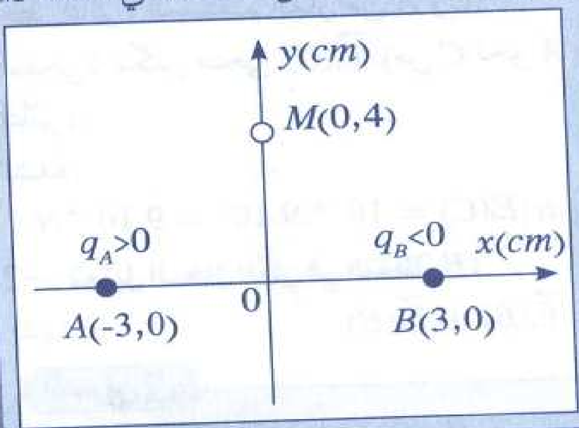
الشدة: $F = |q|.E$

ت ع: $F=7.10^{-9}.6,36.10^7$

$F=0,45N$

التمرين 3

نعتبر شحنتين نقطيتين q_A و q_B وضعتا في النقطتين A و B من معلم $(O,\vec{i},\vec{j})$. تحدث كل شحنة في النقطة M مجالا كهرساكنا شدته $E_A(M) = E_B(M) = 7200V/m$



1- مثل متجهة المجال الكهرساكن الكلي $\vec{E}(M)$ المحدث من طرف الشحنتين في النقطة M.

2- عين قيمتي الشحنتين q_A و q_B.

3- احسب شدة المجال الكهرساكن $\vec{E}(M)$ في النقطة M.

4- نضع في النقطة M شحنة نقطية $Q=-2.10^{-8}C$. حدد مميزات القوة الكهرساكنة $\vec{F}$ المطبقة على هذه الشحنة.

نعطي $K=9.10^9(S.I)$

الحل

1- **تمثيل متجهي المجال الكهرساكن $\vec{E_A}(M)$ و $\vec{E_B}(M)$:**

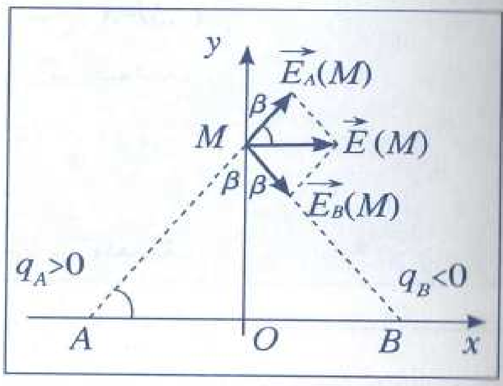
ما أن:

- $q_A>0$ فإن المجال $\vec{E_A}(M)$ يكون نابذاً.
- $q_B<0$ فإن المجال $\vec{E_B}(M)$ يكون انجذابياً.

إذن يمثل المجال الكلي في النقطة M

بحيث: $\vec{E}(M) = \vec{E_A}(M) + \vec{E_B}(M)$

(انظر الشكل أسفله).



2– تعيين قيمتي الشحنتين q_A و q_B:

* لدينا: $E_A(M)=K.\frac{|q_A|}{r_1^2}$

إذن: $|q_A|=\frac{E_A.r_1^2}{K}$

حيث: $r_1=AM$

لحساب r_1 نستعمل علاقة فيتاغورس:

$r_1^2=OA^2+OM^2$

$r_1=\sqrt{OA^2+OM^2}$

ت ع: $r_1=\sqrt{(-3)^2+(4)^2}=5cm$

$|q_A|=\frac{7200.(5.10^{-2})^2}{9.10^9}=2.10^{-9}C$

وبما أن: $q_A>0$ فإن: $q_A=2.10^{-9}C$

* لدينا: $E_B(M)=\frac{K.|q_B|}{r_2^2}$

إذن: $|q_B|=\frac{E_B(M).r_2^2}{K}$

مع: $r_2=BM$

لحساب r_2 نستعمل علاقة فيتاغورس:

$r_2^2=OB^2+OM^2$

$r_2=\sqrt{OB^2+OM^2}$

$r_2=\sqrt{3^2+4^2}=5cm$

ت ع: $|q_B|=\frac{7200.(5.10^{-2})^2}{9.10^9}=2.10^{-9}c$

وبما أن: $q_B<0$ فإن: $q_B=-2.10^{-9}c$

3– حساب شدة المجال $\vec{E}(M)$:

لدينا العلاقة: $E=\sqrt{E_A^2+E_B^2+2E_AE_B\cos\theta}$

لدينا: $E_A=E_B$

$E=\sqrt{2E_A^2+2E_A^2.\cos\theta}$

$E=\sqrt{2E_A^2(1-\cos\theta)}$

$E=E_A\sqrt{2(1-\cos\theta)}$

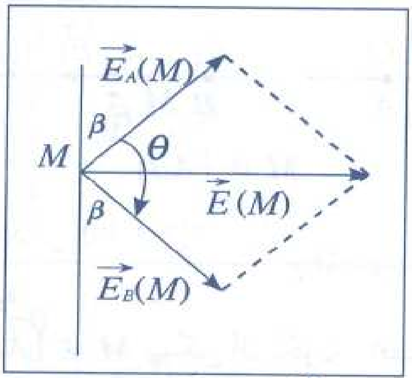
$E=E_A\sqrt{2(1-\cos(\pi-2\beta)}$

لدينا: $\tan\beta=\frac{OB}{OM}=\frac{3}{4}$

$\tan\beta=0,75\Rightarrow\beta=36,86$

$E=7200\sqrt{2(1-\cos(180-2.36,86)}$

$=11,52.10^3V/m$



4– مميزات القوة $\vec{F}$ المطبقة على الشحنة Q:

نعلم أن: $\vec{F}=Q\vec{E}(M)$

وبما أن $Q<0$ فإن $\vec{F}$ و $\vec{E}(M)$ لهما نفس الاتجاه ومنحيان متعاكسان

شدة القوة $\vec{F}$: $\|\vec{F}\|=|Q|.E(M)$

ت ع: $F=2.10^{-8}.11520=2,3.10^{-4}N$

التمرين 4

نضع على التوالي في نقطتين A و B تفصل بينهما مسافة $d=AB=60cm$ شحنتين نقطيتين q_1 و q_2 حيث: $|q_1|=4|q_2|$. تنتمي النقطتان A و B إلى نفس المحور $x'x$ حيث تنطبق A مع O أصل المعلم.

1– باعتبار الشحنتين q_1 و q_2 لهما نفس الإشارة الموجبة.

1.1– مثل في نقطة M من المستقيم AB متجهة المجال الكهرساكن المحدث من طرف كل شحنة بحيث $M\in[AB]$ و $M\notin[AB]$. ماذا تستنتج .

2.1– أعط تعبير شدة المجال الكهرساكن الكلي في النقطة M (نضع: $AM=x$).

3.1– حدد موضع النقطة M_0 حيث تكون متجهة المجال الكهرساكن منعدمة.

2– باعتبار الشحنتين q_1 و q_2 لهما إشارتان متقابلتان. (نأخذ $q_1>0$).

1.2– أعط تعبير شدة المجال الكلي في النقطة M.

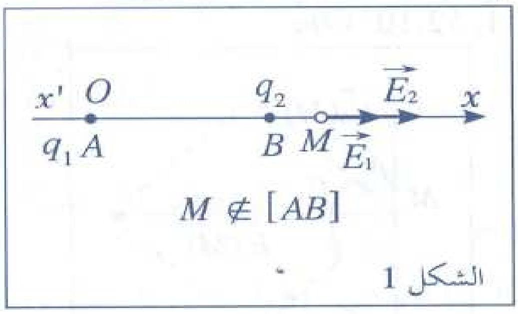
2.2– حدد موضع النقطة M_1 حيث تكون متجهة المجال الكهرساكن منعدمة.

الحل

1.1– **تمثيل المجالين $\vec{E_1}$ و $\vec{E_2}$:**

الحالة الأولى:

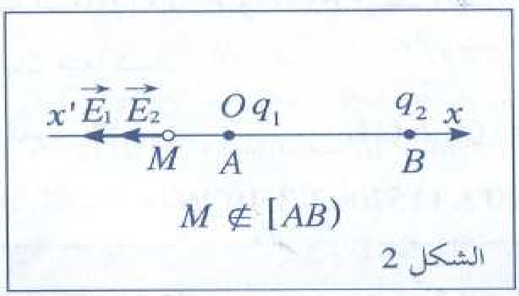
في حالة $M \notin [AB]$ يمكن أن يكون أفصول النقطة x_M موجبا. وبما أن للشحنتين q_1 و q_2 نفس الإشارة الموجبة فإن بنية المجالين تكون نابذة حيث نجد (انظر الشكل 1).



الشكل 1

الحالة الثانية:

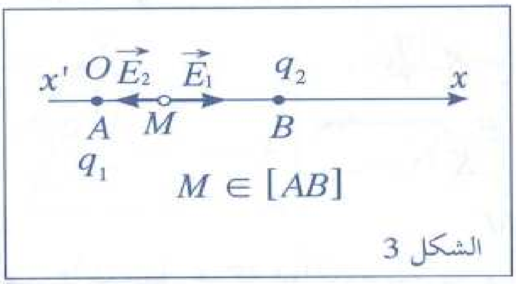
في حالة $M \notin [AB]$ يمكن أن يكون أفصول النقطة x_M سالبا. وبما أن للشحنتين q_1 و q_2 نفس الإشارة الموجبة فإن بنية المجالين تكون نابذة حيث نجد (انظر الشكل 2).



الشكل 2

الحالة الثالثة:

في حالة $M \in [AB]$ يكون أفصول النقطة x_M موجبا باعتبار A أصلا للمعلم. وبما أن للشحنتين q_1 و q_2 نفس الإشارة الموجبة فإن بنية المجالين تكون نابذة حيث نجد (انظر الشكل 3).



الشكل 3

يلاحظ في الحالتين الأولى و الثانية أن متجهة المجال الكلي المحدث من طرف الشحنتين لا يمكنه أن يكون منعدما خارج القطعة $[AB]$.

لكن عندما تكون النقطة M منتمية للقطعة $[AB]$، يمكن أن تنعدم متجهة المجال الكهرساكن الكلي.

2.1– **تعبير شدة المجال الكلي:**

نعلم أن: $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

– الشكل 1

$$E=E_1+E_2$$

مع:

$$E_1 = K\frac{q_1}{x^2} = K\frac{4q_2}{x^2}$$

$$E_2 = K\frac{q_2}{(x-d)^2}$$

إذن:

$$E = Kq_2\left(\frac{4}{x^2} + \frac{1}{(x-d)^2}\right)$$

– الشكل 2

$$E=E_1+E_2$$

مع:

$$E_1 = \frac{Kq_1}{x^2} = \frac{4Kq_2}{x^2}$$

$$E_2 = K\frac{q_2}{(d+x)^2}$$

$$E = Kq_2\left(\frac{4}{x^2} + \frac{1}{(d+x)^2}\right)$$

$$E = E_1 - E_2$$

$$E_1 = K\frac{q_1}{x^2} = \frac{4Kq_2}{x^2}$$

$$E_2 = K\frac{q_2}{(d-x)^2}$$

$$E = Kq_2\left(\frac{4}{x^2} - \frac{1}{(d-x)^2}\right)$$

3.1 - تحديد موضع النقطة M_0:

يكون المجال الكهرساكن الكلي منعدما عندما يكون لـ $\vec{E_1}$ و $\vec{E_2}$ منحيان متعاكسان حيث:

$$E = kq_2\left(\frac{4}{x_0^2} - \frac{1}{(d-x_0)^2}\right) = 0$$

$$\frac{4}{x_0^2} = \frac{1}{(d-x_0)^2}$$

$$4(d-x_0)^2 = x_0^2$$

$$2(d-x_0) = \pm x_0$$

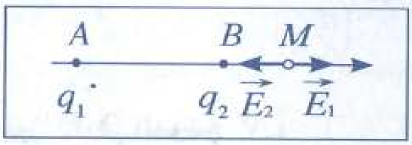
$$2d = \pm x_0 + 2x_0$$

$x_0 = \frac{2}{3}d$ أو $x_0' = 2d$ حل غير مقبول

$$x_0 = \frac{2}{3}.60 = 40cm$$

1.2- تعبير $E(M)$:

$M \notin [AB)$



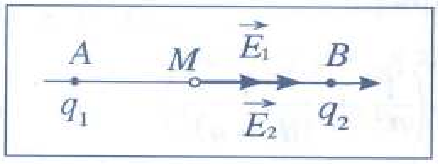
$$E = E_1 - E_2$$

$$E_1 = K\frac{q_1}{x^2} = K\frac{4|q_2|}{x^2}$$

$$E_2 = K\frac{|q_2|}{(x-d)^2}$$

إذن: $E = K|q_2|\left(\frac{4}{x^2} - \frac{1}{(x-d)^2}\right)$

- $M \in [AB]$



$$E = E_1 + E_2$$

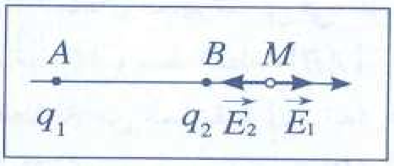
$$E_1 = K\frac{q_1}{x^2} = \frac{4K|q_2|}{x^2}$$

$$E_2 = \frac{K|q_2|}{(d-x)^2}$$

$$E = K|q_2|\left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{(d-x)^2}\right)$$

إذن: $E = K|q_2|\left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{(d-x)^2}\right)$

- $M \notin [AB)$



$$E = E_1 - E_2$$

$$E_1 = \frac{Kq_1}{x^2} = \frac{4K|q_2|}{x^2}$$

$$E_2 = \frac{K|q_2|}{(d+x)^2}$$

$$E = K|q_2|\left(\frac{4}{x^2} - \frac{1}{(d+x)^2}\right)$$

إذن: $E = K|q_2|\left(\frac{4}{x^2} - \frac{1}{(d+x)^2}\right)$

2.2- تحديد M_1:

لدينا: $E = E_1 - E_2 = 0$

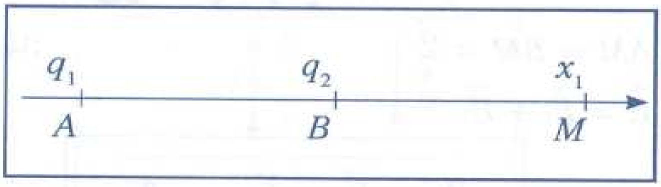
$$\frac{4}{x_1^2} - \frac{1}{(x_1-d)^2} = 0$$

إذن: $4(x_1-d)^2 = x_1^2$

حيث $x_1 > 0$

$$2(x_1-d) = x_1$$

إذن: $x_1 = 2d$



$$E = E_1 - E_2 = 0$$

$$\frac{4}{x_1^2} - \frac{1}{(d+x_1)^2} = 0$$

$$4(d+x_1)^2 = x_1^2$$

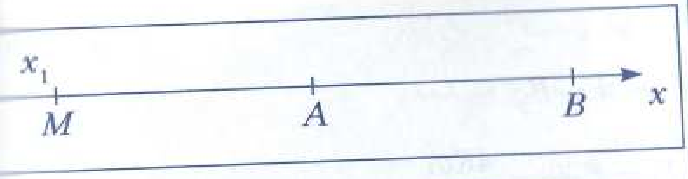
حيث: $x_1 < 0$

إذن:

$$-2(d+x_1)=x_1$$

$$3x_1=-2d$$

$$x_1=-\frac{2}{3}d$$



التمرين 5

تفصل بين شحنتين نقطيتين كهربائيتين q_1 و q_2 وضعتا على التوالي في نقطتين A و B مسافة $d=10cm$، حيث $q_1=q_2=1nC$ $\quad(1nC=10^{-9}C)$

1- احسب شدة القوة الكهرساكنة التي تطبقها كل شحنة على الأخرى.

2- عين شدة المجال الكهرساكن في كل حالة من الحالات التالية:

1.2- في النقطة M وسط القطعة $[AB]$

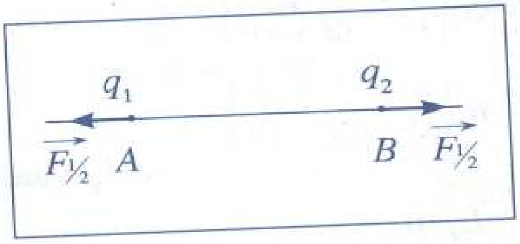
2.2- في نقطة N من المستقيم AB تبعد عن B بمسافة $a=10cm$.

3.2- في نقطة C من واسط القطعة $[AB]$ تبعد عن M بمسافة $b=5cm$.

نعطي: $k=9.10^9(SI)$

الحل

1- **حساب شدة القوة الكهرساكنة:**



تطبق الشحنة q_1 على الشحنة q_2 قوة $\vec{F}_{1/2}$

تطبق الشحنة q_2 على الشحنة q_1 قوة $\vec{F}_{2/1}$

ث:

$$F=F_{1/2}=F_{2/1}=K.\frac{|q_1|.|q_2|}{d^2}$$

ع:

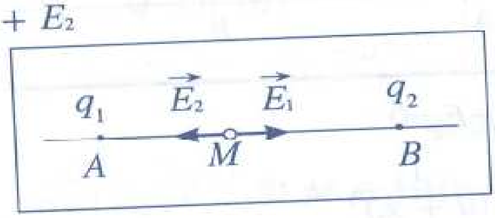
$$F=\frac{9.10^9.10^{-9}.10^{-9}}{(0,1)^2}=9.10^{-7}N$$

1- **تعيين E في الموضع M:**

لنا:

$$AM=BM=\frac{d}{2}$$

$$\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2$$



ن:

لمجال المحدث من طرف q_2 في الموضع M وهو من A.

$\vec{E}_2$ المجال المحدث من طرف q_2 في الموضع M وهو نابذ من B.

بماأن للمجالين $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ منحيين متعاكسين، وبما أن للشحنتين نفس القيمة المطلقة و تبعدان بنفس المسافة عن M، فإن:

$$E=E_1-E_2$$

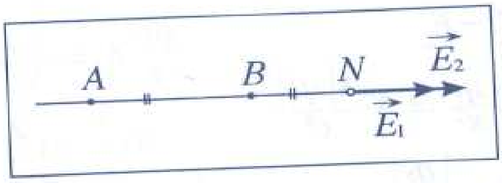
بما أن:

$$E_1=E_2=K\frac{q^2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

أي إن:

$$E=0V.m^{-1}$$

2.2- **تعيين E في الموضع N':**



حسب قانون تجميع متجهات المجال الكهرساكن نكتب:

$$E=E_1+E_2$$

مع:

$$E=K\frac{q_2}{a^2}+K\frac{q_1}{(d+a)^2}$$

وبما أن: $q_1=q_2$ فإن:

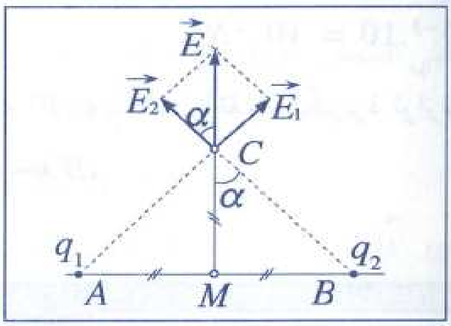
$$E=Kq_1\left(\frac{1}{a^2}+\frac{1}{(d+a)^2}\right)$$

ت ع:

$$E = 9.10^{9}.10^{-9}\left(\frac{1}{(0,1)^{2}} + \frac{1}{(0,1+0,1)}\right)$$

$$E = 1125V/m$$

3.2- في الموضع C:



بما أن C تبعد بنفس المسافة عن النقطتين A و B.

فإن:

$$E_1 = E_2 = \frac{K.q_1}{AC^2} = \frac{K.q_2}{BC^2}$$

مع:

$$AC = BC = \sqrt{AM^2 + MC^2} = \sqrt{5^2 + 5^2} = 5\sqrt{2}\,cm$$

$$E_1 = E_2 = 9.10^{9}.\frac{10^{-9}}{(5\sqrt{2}.10^{-2})^2} = 1800V.m^{-1}$$

$$\tan\alpha = \frac{MB}{CM} = 1$$

$$\alpha = 45°$$

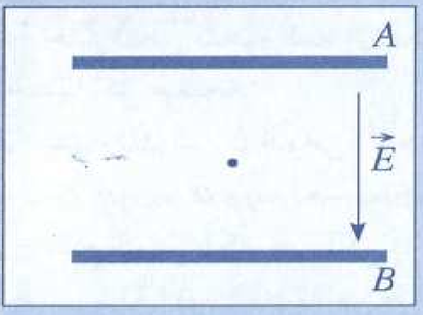
$$\cos\alpha = \frac{E_2}{E}$$

إذن: $E = E_2/\cos\alpha$

ت ع: $E=1800/\cos 45°$

$E=2545,6\ V.m^{-1}$

التمرين 6



نعتبر صفيحتين فلزيتين متوازيتين A وB تحملان شحنتين مختلفتين، حيث يسود بينهما مجال كهرساكن منتظم شدته: $E=10^5V/m$.

1- حدد نوع الشحنة التي تحملها كل صفيحة.

2- نضع داخل المجال الكهرساكن $\vec{E}$ في النقطة O، كويرة كتلتها $m=1g$ وشحنتها $q<0$.

1.2- مثل القوى المطبقة على الكويرة.

2.2- احسب قيمة الشحنة q، علما أن الكويرة توجد في حالة توازن.

3- نغير قيمة شحنة الكويرة حيث تصبح $q'=-9.10^{-8}C$. في أي منحى تنتقل الكويرة.

نعطي: $g=10N.kg^{-1}$ ؛ $K= 9.10^9(S.I)$.

الحل

1- تحديد نوع الشحنة:

نعلم أن منحى متجهة المجال الكهرساكن يكون نابذا من الشحنة الموجبة وانجذابيا نحو الشحنة السالبة،

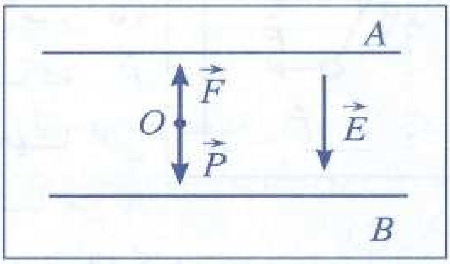
إذن: الصفيحة A تحمل شحنة موجبة، والصفيحة B تحمل شحنة سالبة.

1.2- تمثيل القوى:

تخضع الكرية إلى القوى التالية:

$\vec{P} = m\vec{g}$: وزن الكرية.

$\vec{F} = q\vec{E}$: القوة الكهرساكنة.



2.2- حساب قيمة الشحنة q:

لدينا الكويرة في توازن، إذن: $\Sigma\vec{F} = \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$

بإسقاط هذه العلاقة على المحور الرأسي نجد:

$P-F=0$

سلسلة تمارين في المجال الكهرساكن

أي إن: $F=P$

$|q|E = mg$

ومنه: $|q| = \frac{mg}{E}$

ت ع: $|q| = \frac{1.10^{-3}.10}{10^{5}}$

$|q| = 10^{-7}C$

وبما أن: $q<0$ فإن: $q = -10^{-7}C$

3– تحديد منحى انتقال الكويرة:

– تخضع الكويرة التي تحمل الشحنة q'، إلى قوة كهرساكنة شدتها F' حيث:

$F' = |q'|.E$

$F' = 9.10^{-8}.10^{5}$

$F' = 9.10^{-3}N$

قيمة وزن الكويرة هي:

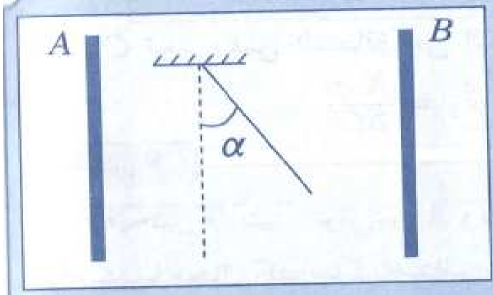
$p = mg$

$p = 10^{-3}.10 = 10^{-2}N$

حيث $F' < P$، وبالتالي تفقد الكويرة توازنها وتنتقل نحو الصفيحة B.

التمرين 7

يتكون نواس كهرساكن من كويرة كتلتها $m=10g$ معلقة بواسطة خيط عازل كهربائيا كتلته مهملة. نكهرب الكويرة بشحنة $q=10^{-6}C$
ثم نضع النواس داخل مجال كهرساكن منتظم شدته E. فينحرف الخيط بزاوية $\alpha=13°$.



1– حدد منحى متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ واستنتج نوع الشحنة التي تحملها كل صفيحة.

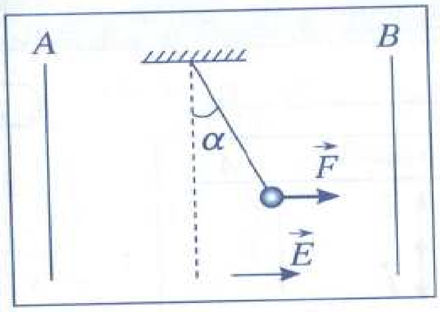
2– بدراستك لتوازن النواس، أوجد تعبير شدة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ بدلالة: m، g، α و q. احسب E.

3– نضع النواس الكهرساكن داخل مجال كهرساكن منتظم رأسي منحاه نحو الأعلى وشدته $E'=10^{5}V/m$، احسب شدة القوة المطبقة من طرف الخيط على الكويرة.

الحل

1– تحديد منحى $\vec{E}$:

انحراف كويرة النواس الكهرساكن ناتج عن قوة كهرساكنة $\vec{F}$ اتجاهها أفقي. ومنحاها من A نحو B (انظر الشكل).

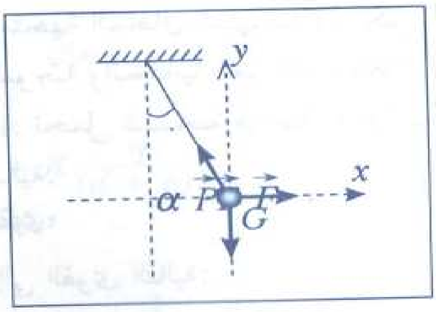


حيث: $\vec{F} = q\vec{E}$

وبما أن: $q>0$ فإن: للمتجهتين $\vec{E}$ و $\vec{F}$ نفس المنحى، إذن:

– منحى $\vec{E}$ من الصفيحة A نحو الصفيحة B. وبالتالي نابذ من A التي تحمل شحنة موجبة وانجذابي نحو B التي تحمل شحنة سالبة.

2– دراسة توازن النواس:



تخضع الكرية للقوى التالية: $\vec{P}$ و $\vec{F}$ و $\vec{T}$

عند التوازن نكتب: $\vec{P}+\vec{F}+\vec{T}=\vec{0}$

إحداثيات القوى في المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$ هي:

$$\vec{F}\begin{vmatrix}F_x=F\\F_y=O\end{vmatrix}\quad \vec{P}\begin{vmatrix}P_x=O\\P_y=-P\end{vmatrix}\quad \vec{T}\begin{vmatrix}T_x=-T\sin\alpha\\T_y=T\cos\alpha\end{vmatrix}$$

الإسقاط على المحور $\overrightarrow{Gx}$:

$$P_x+F_x+T_x=0$$
$$O+F-T\sin\alpha=0$$
$$(1)\qquad T.\sin\alpha=F$$

على المحور $\overrightarrow{Gy}$:

$$P_y+F_y+T_y=0$$
$$-P+O+T\cos\alpha$$
$$(2)\qquad T.\cos\alpha=P$$

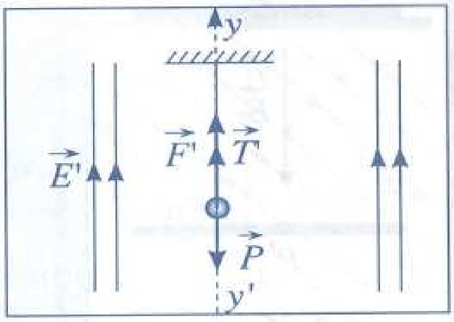
بقسمة (1) على (2) نجد:

$$\frac{F}{P}=\frac{T.\sin\alpha}{T.\cos\alpha}$$
$$\frac{|q|E}{mg}=\tan\alpha$$
$$E=\frac{mg}{|q|}.\tan\alpha$$

ت ع:

$$E=\frac{10.10^{-3}.10}{10^{-6}}.\tan 13^\circ$$
$$E=2,3.10^{4}V.m^{-1}$$

3– حساب شدة القوة $\vec{T'}$:



جرد القوى:

$\vec{P}$: وزن الكويرة

$\vec{F'}=q\vec{E'}$: القوى الكهرساكنة

$\vec{T'}$: تأثير الخيط

عند التوازن نكتب: $\vec{P}+\vec{F'}+\vec{T'}=\vec{0}$

إذن بإسقاط العلاقة على المحور y'y:

$$-P+F'+T'=0$$
$$T'=P'-F'$$

ت ع:

$$T'=mg-qE'$$
$$=10.10^{-3}.10-10^{-6}.10^{5}$$
$$T'=0N$$

التمرين 8

1 – يمثل الشكل (1) صفيحتين فلزيتين P_1 و P'_1 متوازيتين ورأسيتين، يوجد بينهما مجال كهرساكن منتظم متجهته $\vec{E_1}$ وشدته $E_1=100Vm^{-1}$.

الشكل 1

1.1– كيف هو شكل طَيْف هذا المجال؟

2.1– أعط مميزات القوة الكهرساكنة المطبقة على شحنة كهربائية نقطية $q=10^{-6}C$ توجد داخل هذا المجال.

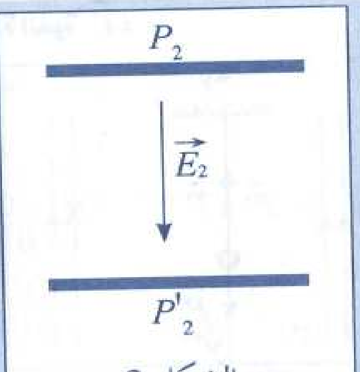
3.1– ما الذي يتغير في مميزات هذه القوة إذا عوضنا الشحنة الكهربائية q بشحنة كهربائية نقطية $q'=-q$؟

2 – نعتبر صفيحتين فلزيتين P_2 و P'_2 متوازيتين وأفقيتين يوجد بينهما مجال كهرساكن منتظم متجهته $\vec{E_2}$، وشدته $E_2=\sqrt{3}.10^{2}Vm^{-1}$. نضع الصفائح الأربع كما هو مُبين في الشكل (3) دون أن يحدث بينهما تَماس. نعتبر نقطة A داخل الحيز الذي تحده الصفائح الأربع كما هو مبين في الشكل (4).

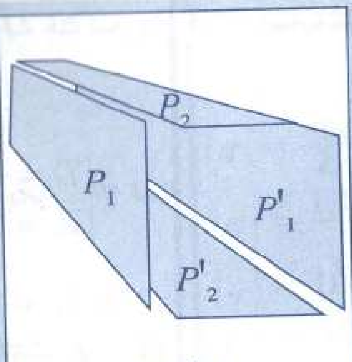
1.2– عين الشدة E_A لمتجهة المجال الكهرساكن $\vec{E_A}$ المحدث في النقطة A.

2.2– ما قيمة الزاوية α التي يُكوِّنُها اتجاها المتجهتين $\vec{E_1}$ و $\vec{E_A}$.

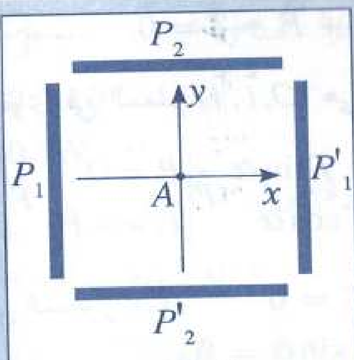
3.2– استنتج شكل طَيْف المجال الناتج عن تراكب المجالين $\vec{E_1}$ و $\vec{E_2}$ داخل الحيز الذي تحده الصفائح الأربع، أعط اتجاه خطوط المجال بالنسبة للخط الأفقي.



الشكل 2



الشكل 3

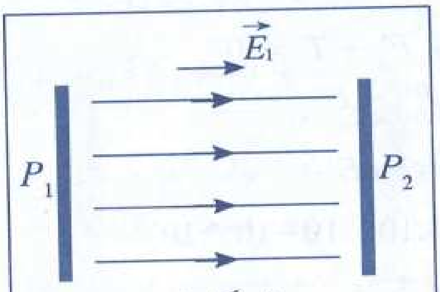


الشكل 4

الحل

1.1– شكل طيف المجال:

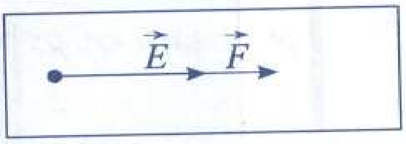
طيف المجال الكهرساكن عبارة عن خطوط أفقية عمودية على الصفيحتين وموجهة من P_1 نحو P_2 (انظر الشكل1).



الشكل1

2.1– مميزات القوة الكهرساكنة $\vec{F}$:

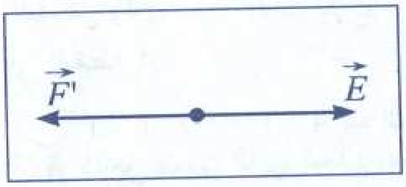
تخضع الشحنة الكهربائية الموجودة داخل مجال كهرساكن إلى قوة كهرساكنة حيث نكتب: $\vec{F} = q\vec{E}$



بما أن $q>0$ فإن $\vec{F}$ و $\vec{E}$ لهما نفس الاتجاه ونفس المنحى.

الشدة: $F = q.E = 10^{-8}.100 = 10^{-6}N$

3.1– المميزة التي تتغير:



لدينا: $\vec{F'} = q'\vec{E}$

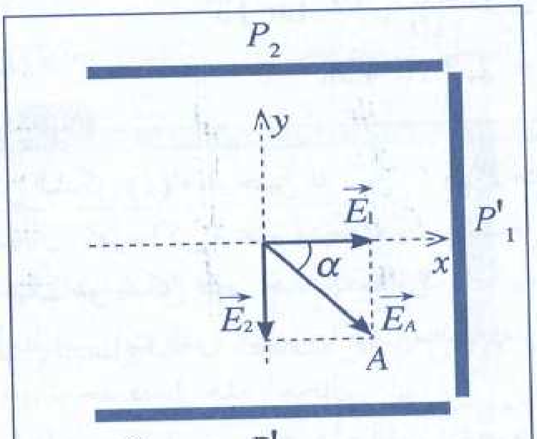
بما أن: $q'<0$ فإن منحى $\vec{F'}$ يصبح معاكسا لمنحى $\vec{E}$. بينما تحافظ القوة على نفس الاتجاه ونفس الشدة.

1.2– تعيين شدة المجال الكهرساكن:

لدينا: $\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

$$E_A = \sqrt{(100)^2 + (\sqrt{3}.10^2)^2} = 2.10^2 V.m^{-1}$$

2.2– قيمة الزاوية α:



شكل-2-

من الشكل لدينا:

$$\tan\alpha = \frac{E_2}{E_1}$$

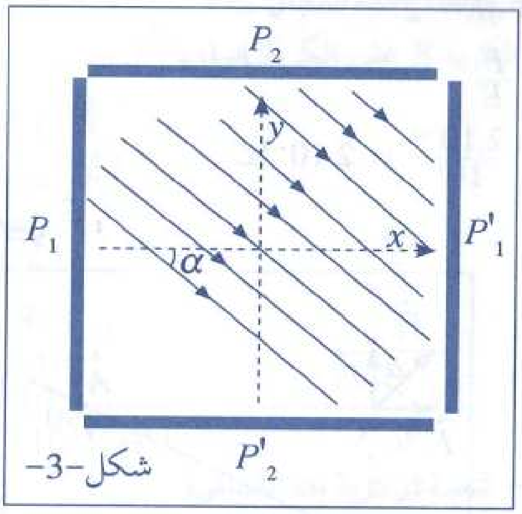
$$\tan\alpha = \frac{\sqrt{3}.10^2}{100}$$

$$\tan\alpha = \sqrt{3}$$

$$\alpha = 60°$$

3.2 – شكل خطوط المجال داخل الصفائح:

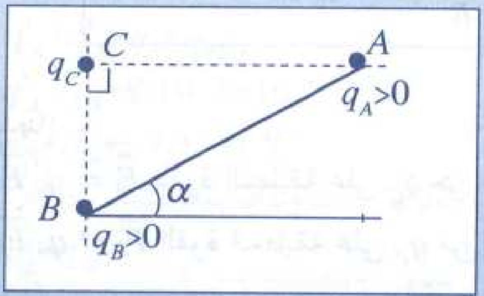
خطوط المجال الكهرساكن الناتج عن تراكب المجالين $\vec{E_1}$ و $\vec{E_2}$ متوازية فيما بينها ومائلة بالنسبة للخط الأفقي بزاوية $\alpha = 60°$، وموجهة وفق منحى $\vec{E_A}$ (انظر الشكل).



شكل-3-

التمرين 9

يهمل الاحتكاك ونضع في نقطة A من مستوى مائل بزاوية $\alpha = 30°$، كرية (A) كتلتها $m=4g$ تحمل شحنة كهربائية $q_A>0$. ونضع في نقطة B من نفس المستوى كرية (B) شحنتها $q_B>0$، حيث تحدث مجالا كهرساكنا في النقطة A شدته $E = 10^6 V/m$.(انظر الشكل)



1- اجرد القوى المطبقة على الكرية (A).

2- احسب شدة القوة الكهرساكنة المطبقة على (A). واستنتج قيمة q_A الشحنة الكهربائية للكرية (A)، إذا علمت أن هذه الأخيرة توجد في حالة توازن.

3- تحدث q_A مجالا كهرساكنا في النقطة C شدته $E_1=210^6V/m$

وتحدث الشحنة q_B في نفس النقطة C مجالا كهرساكنا $E_2=4.10^6V/m$.

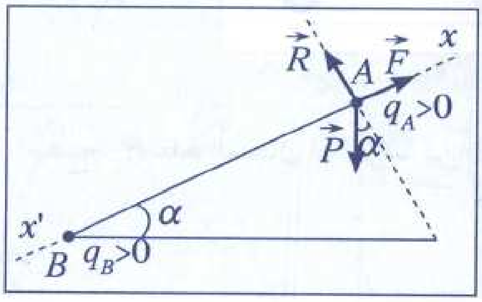
احسب F_C شدة القوة الكهرساكنة المطبقة على شحنة كهربائية $q_C=10^{-8}C$ توجد في النقطة C.

4- استنتج مميزات هذه القوة $\vec{F_C}$.

5- استنتج مميزات $\vec{E}$ المجال الكهرساكن في النقطة C.

الحل

1- جرد القوى:



$\vec{P}$: وزن الكرية (A).

$\vec{R}$: تأثير المستوى

$\vec{F}$: القوة الكهرساكنة المطبقة من طرف q_B.

2- تعيين q_A:

توجد الكرية (A) في توازن، إذن: $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0}$$

الإسقاط على المحور $(\overrightarrow{x'x})$

$$P_x + R_x + F_x = 0$$

$$-P\sin\alpha + 0 + F = 0$$

إذن:

$$F = P.\sin\alpha$$

$$F = mg.\sin\alpha = 4.10^{-3}.10\sin 30$$

$$F = 2.10^{-2}N$$

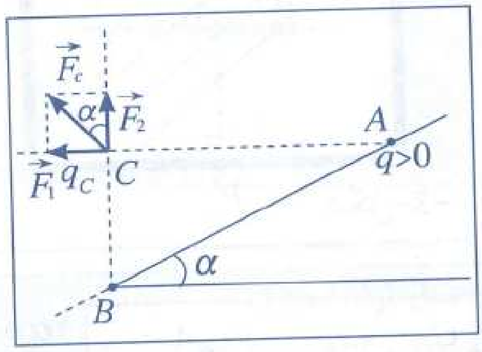
حسب تعريف شدة القوة الكهرساكنة:

$F = qE$

$q = \dfrac{F}{E}$

$q = \dfrac{2.10^{-2}}{10^{6}} = 2.10^{-8}C$

3- تعيين $\vec{F_c}$ **:**



لدينا: $\vec{F_c} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$

$\vec{F_1} = q_C\,\vec{E_1}$ القوة المطبقة على q_C من طرف q_A.

$\vec{F_2} = q_C\,\vec{E_2}$ القوة المطبقة على q_C من طرف q_B.

إذن: $\vec{F_c} = q_c\left(\vec{E_1} + \vec{E_2}\right)$

$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

$\vec{F_c} = q_c\ \vec{E}$

إذن: $\|\vec{F_c}\| = |q_c|.\|\vec{E}\|$

حيث:

$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{(2.10^6)^2 + (4.10^6)^2}$

$E = 4,47.10^6 V.m^{-1}$

ومنه نجد:

$F_e = 10^{-8}.4,47.10^6$

$F_e = 4,47310^{-2}N$

4- مميزات $\vec{F_c}$ **:**

نقطة التأثير: النقطة C

خط التأثير: المستقيم المار من C والذي يكون زاوية α مع الخط الرأسي.

$\tan\alpha = \dfrac{E_1}{E_2} = \dfrac{2.10^6}{4.10^6} = \dfrac{1}{2}$

$\alpha \approx 26,56°$

المنحى: من الأسفل نحو الأعلى وفق خط التأثير

الشدة: $F_c = 4,47.10^{-2}N$

5- مميزات $\vec{E}$ **في النقطة** C **:**

بما أن $F_c = q_c\vec{E}$ فإننا نجد بالنسبة لـ $q_c > 0$

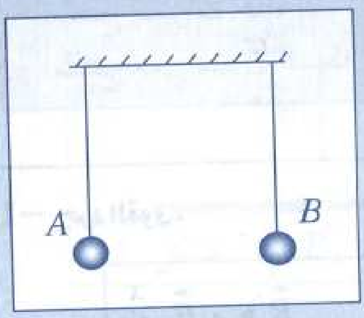
الاتجاه: المستقيم الذي يكون زاوية $\alpha = 26,56°$ مع الخط الرأسي.

الشدة: $E = 4,47.10^6 V.m^{-1}$

المنحى: من الأسفل نحو الأعلى وفق الاتجاه.

التمرين 10

نعتبر نواسين كهرساكنين متماثلين، يتكون كل منهما من كرية فلزية نقطية كتلتها $m=1g$ معلقة بخيط عازل:



نكهرب قضيبا من الإيبونيت بحكه بالفرو ونلمس به الكرية A. ونكهرب قضيبا من الزجاج بحكه بالقماش ونلمس به الكرية B.

1- ما نوع الشحنة الكهربائية التي تحملها كل كوية بعد التماس. ماذا يحدث بينهما؟

2- تحدث الكويرة A في النقطة B مجالا كهرساكنا شدته $E=10^5V/m$، علما أن شحنة q_B هي $q_B=9.10^{-10}C$:

1.2- حدد مميزات $\vec{F}$ القوة الكهرساكنة المطبقة على الكرية B.

2.2- إذا كانت الكرية A تحمل شحنة كهربائية $q_A=-10^{-8}C$. استنتج شدة E_2 المجال الكهرساكن المحدث من طرف الكويرة B في النقطة A.

3- ننجز التماس بين الكريتين، احسب شحنة كل منهما بعد التماس.

الحل

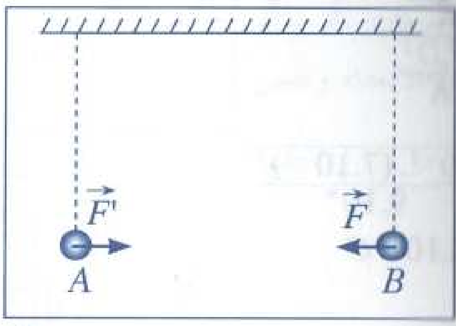
1- نوعا الشحنة:

- يحمل قضيب الإيبونيت شحنة سالبة عند حكه بالفرو، وبالتالي فإن الكرية A تحمل نفس الشحنة السالبة عند لمسها قضيب الإيبونيت.

يحمـل قضيب الزجاج شـحنة موجبة نتيجة حكه بواسطة القماش، وبالتالي تحمل الكرية B نفس الشحنة الموجبة أثناء لمسها قضيب الزجاج.

بما أن للكرتين A و B شحنتين مختلفتين، فإنه يحدث بينهما تجاذب.

1.2 — مميزات القوة $\vec{F}$:



$$\vec{F} = q_B \vec{E}$$

لدينا:

خط التأثير: المستقيم الأفقي المار من B.

المنحى: من B نحو A وفق خط التأثير

الشدة:

$$F = |q_B| \|\vec{E}\|$$
$$= 9.10^{-10}.10^{5}$$
$$F = 9.10^{-5} N$$

2.2 — استنتاج شدة المجال $\vec{E_2}$:

تطبق الكرية B على الكرية A قوة $\vec{F'}$ حيث:

$$\|\vec{F'}\| = \|\vec{F}\|$$
$$|q_A| E_2 = \|\vec{F}\|$$

إذن:

$$E_2 = \frac{\|\vec{F}\|}{|q_A|}$$
$$E_2 = \frac{9.10^{-5}}{10^{-8}}$$
$$E_2 = 9.10^{3} V.m^{-1}$$

3.2 — شحنة كل كرية بعد التماس:

لتكن q'_A شحنة الكرية A و q'_B شحنة الكرية B حيث:

$$q'_A + q'_B = q_A + q_B$$
$$q'_A + q'_B = 9.10^{-10} - 10^{-8}$$
$$q'_A + q'_B = -9{,}1.10^{-9} C$$

وبما أن شحنتي الكرتين متساويتان بعد التماس فإن:

$$q'_A = q'_B$$
$$2q'_A = -9{,}1.10^{-9} C$$
$$q'_B = -4{,}55.10^{-9} C$$

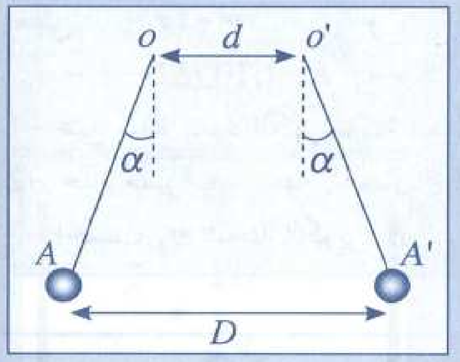
التمرين II

نواسان كهرسـاكنان متماثلان OA و $O'A'$، طـول كل واحد منهما $\ell = 10cm$ وكتلتــه $m = 10g$، يحملان نفس الشحـنة q، عند تقريب نقطة تعليقهما بمسافة $d = 5cm$، تأخذ المسافة AA' القيمة $D = 7cm$ نتيجة تباعد كريتي النواسين (انظر الشكل).

1- عين قيمة الزاوية α التي ينحرف بها كل نواس.

2- حدد مميزات القوة الكهرساكنة المطبقة على كل كرية.

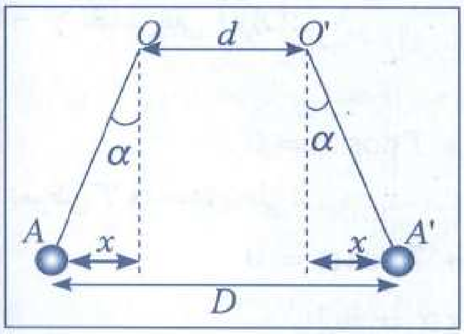
3- احسب قيمة الشحنة الكهربائية q. (نعتبر $q > 0$).



الحـل

1- تعيين قيمة الزاوية α:

بما أن للكرتين نفس الشـحنة ونفـس الكتلة فإنهمـا تبتعدان عـن موضعهما بنفس المسـافة حيث:



$$D = x + d + x$$
$$D = 2x + d$$
$$x = \frac{D - d}{2}$$
$$x = \frac{7 - 5}{2} = 1cm$$

ولدينا:

$$\sin\alpha = \frac{x}{\ell}$$

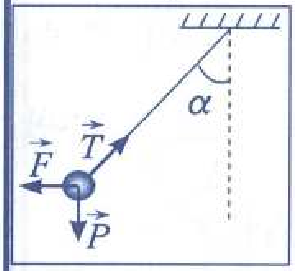
ت ع:

$$\sin\alpha = \frac{1}{10} = 0{,}1$$

إذن: $\alpha = 5,74°$

2– مميزات القوى الكهرساكنة $\vec{F}$:

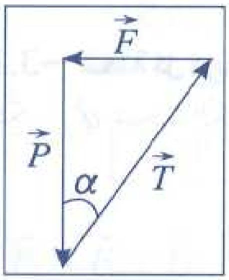
توجـد الكرية A في توازن تحت تأثير القوى التالية: $\vec{P}$ ، $\vec{T}$ و $\vec{F}$



عند التوازن:

$$\Sigma\vec{F} = \vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$$

الخط المضلعي مغلق حيث:



$$\tan\alpha = \frac{F}{P}$$

$$F = P.\tan\alpha$$

$$= mg\tan\alpha$$

ت ع:

$$F = 10.10^{-3}.10.\tan 5,7$$

$$F \approx 10^{-2}\,N$$

3– حساب q:

شدتا القوتين الكهرســاكنتين الناتجتين عن التأثير بين A و A':

بما أن: $q=q'$

فإن: $F = F' = k.\dfrac{q.q'}{D^2} = k\dfrac{q^2}{D^2}$

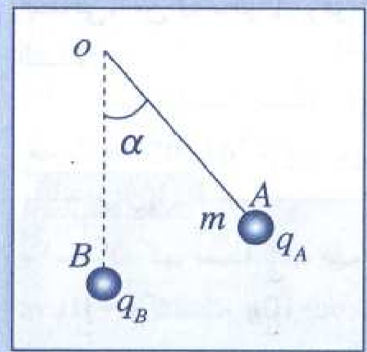
$$q^2 = \frac{F.D^2}{K}$$

ومنه: $q = \sqrt{\dfrac{F.D^2}{K}}$

ت ع: $q = \sqrt{\dfrac{10^{-2}.(7.10^{-2})^2}{9.10^9}}$

$$q = 7,4.10^{-8}C$$

التمرين 12



نعتبر نواسا كهرساكنا OA طوله ℓ وكتلة كويرته m، تحمل شحنة كهربائية q_A.

يوجد النواس بدئيا في موضع رأسي.

نقرب من الكويرة A كويرة B تحمل شحنة q_B، فينحرف النواس بزاوية $\alpha = 60°$ عندما تأخذ B موضع A البدئي.

نعطي: $m=1g$ و $q_A = 2\mu C$

$K=9.10^9(SI)$ $\ell=40cm$

1– عين شدة القوة الكهرساكنة المطبقة على الكرية A.

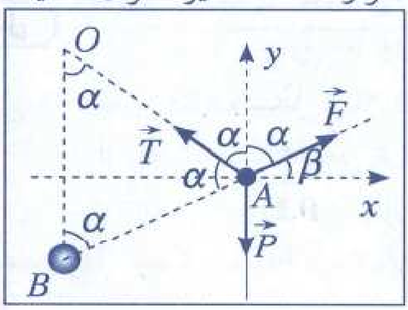
2– حدد مميزات متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ في النقطة التي توجد فيها الكرية A.

3– احسب q_B شحنة الكويرة B.

الحـل

1– تعيين شدة القوة:

توجد الكرية في حالة توازن تحت تأثير القوى التالية:



$\vec{P}$: وزن الكرية

$\vec{T}$: تأثير الخيط

$\vec{F}$: تأثير الكرية B.

بمـا أن الكرية A فـي تـوازن فإن:

$$\vec{F} + \vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$$

نسقط العلاقة في المعلم $(\vec{Ax}, \vec{Ay})$

– الإسقاط على $(\vec{Ax})$: $F_x+P_x+T_x=0$

$$F\cos\beta + 0 - T\sin\alpha$$

$$F\sin\alpha = T\sin\alpha$$

$$F=T$$

– الإسقاط على $(\vec{Ay})$:

$$F_y+P_y+T_y=0$$

$$F\cos\alpha - mg + T\cos\alpha = 0$$

نعوض T ونحصل على:

$$F\cos\alpha - mg + T\cos\alpha = 0$$

$$F\cos\alpha + T\cos\alpha = mg$$

$2F\cos\alpha = mg$

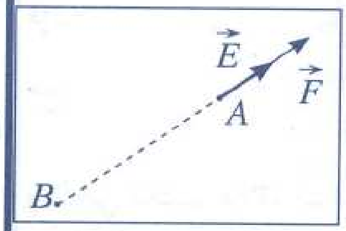
$F = \dfrac{mg}{2\cos\alpha} = \dfrac{10^{-3}.10}{2.0,5}$

$F=10^{-2}N$

2- مميزات المجال $\vec{E}$:

لدينا: $\vec{F} = q_A\vec{E}$

بما أن $q_A>0$ فإن: $\vec{F}$ و $\vec{E}$ لهما نفس الاتجاه ونفس المنحى



الشدة: $E = \dfrac{F}{q_A}$

ت ع: $E = \dfrac{10^{-2}}{2.10^{-6}}$

$E = 5.10^3 V.m^{-1}$

3- تعيين الشحنة q_B:

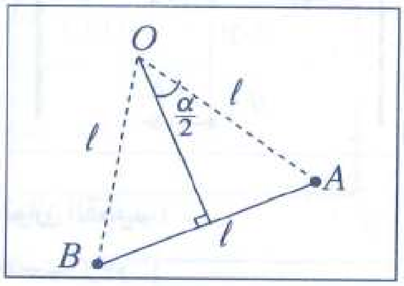
المجال الكهرساكن $\vec{E}$ المحدث من طرف q_B في النقطة A نابذ من B، إذن: $q_B>0$.

ولدينا: $E = K.\dfrac{q_B}{BA^2} = K\dfrac{q_B}{d^2}$

$q_B = \dfrac{E.d^2}{K} = \dfrac{5.10^3.0,4^2}{9.10^9}$

المثلث OAB متساوي الأضلاع ومنه نجد:

$q_B = 8,88.10^{-8}C$



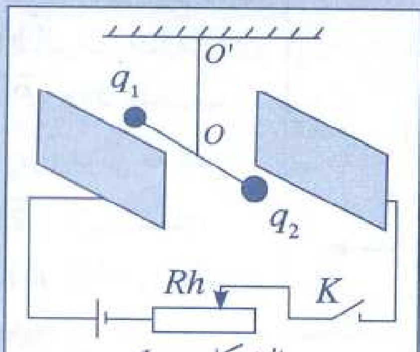
التمرين 13

تثبت على طرفي قضيب متجانس وعازل كهربائيا طوله ℓ، كويرتين تحملان شحنتين كهربائيتين نقطيتين متعاكستين $|q_1| = |q_2| = q$ بحيث q_1 سالبة و q_2 موجبة.

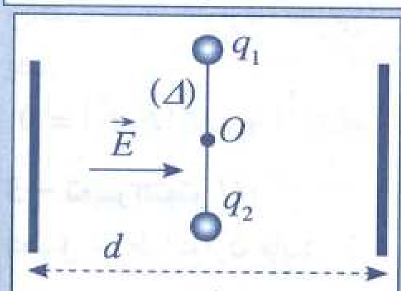
بواسطة سلك ثابتة ليه C، نعلق القضيب بين صفيحتين فلزيتين متوازيتين، حيث يوجد مجال كهرساكن منتظم أفقي شدته E (انظر الشكل -1-).

عندما تكون الدارة مفتوحة، يكون القضيب موازيا لمستوى الصفيحتين.

بعد غلق الدارة ينحرف القضيب عن موضع توازنه ويدور حول المحور (Δ) بزاوية θ ثم يستقر.



الشكل 1 -



الشكل 2

1- انقل الشكل -2- ثم مثل عليه القوى الكهرساكنة المطبقة على الكويرتين عند توازنهما.

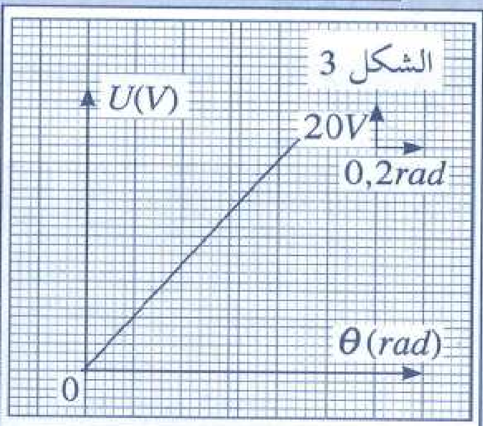
2- اكتب شرط توازن القضيب.

3- استنتج تعبير التوتر U بدلالة ℓ و d و q و C و θ، علما أن شدة المجال الكهرساكن تتناسب مع التوتر بين الصفيحتين حسب العلاقة:

$$E = \frac{U}{d}$$

4- علما أن الزاوية θ صغيرة $(\cos\theta \approx 1)$ بين أنه يمكن كتابة صيغة U كما يلي: $U = K\theta$، واستنتج تعبير الثابتة K.

5- نغير التوتر U بتغيير وضع الزالقة فتتغير الزاوية θ. يمثل المنحنى (الشكل-3-) تغيرات U بدلالة θ.



1.5- استنتج من المنحنى قيمة الثابتة K.

2.5- احسب قيمة الشحنة q.

نعطي: $C=4.10^{-4}N.m.rad^{-1}$؛

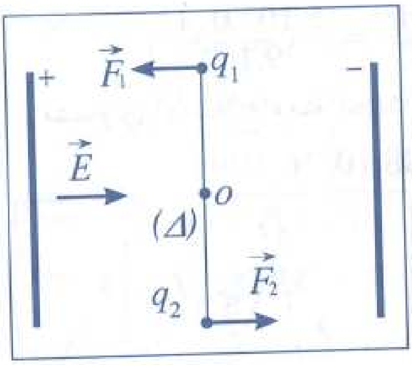
$d=20cm$ ؛ $\ell = 10cm$.

الحـل

1– تمثيل القوى الكهرساكنة:

$\vec{F_1} = q_1\vec{E}$: القوة الكهرساكنة المطبقة على الشحنة q_1.

$\vec{F_2} = q_2\vec{E}$: القوة الكهرساكنة المطبقة على الشحنة q_2.



2– شرط توازن القضيب:

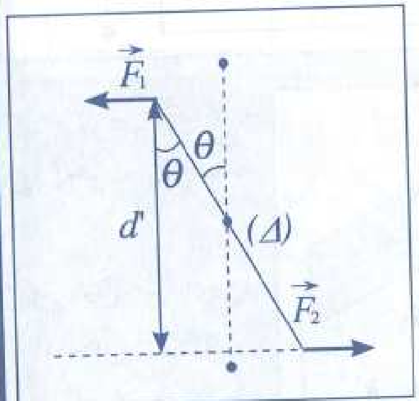
يخضع القضيب وهو في حالة توازن إلى التأثيرات التالية:

$\vec{P}$: وزن القضيب

μ_c: مزدوجة اللي

$\vec{R}$: تأثير السلك

$(\vec{F_1}, \vec{F_2})$: مزدوجة القوتين



ويكتب شرط التوازن كالتالي: $\Sigma \mathcal{M}_\Delta(\vec{f}) = 0$

إذن:

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{R}) + \mathcal{M}_\Delta(C) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{F_1}, \vec{F_2}) = 0$$

3– تعبير التوتر U:

تطبيق شرط التوازن فإن:

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) = \mathcal{M}_\Delta(\vec{R}) = 0$$

$$\mathcal{M}_\Delta(C) = -C\theta$$

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F_1}, \vec{F_2}) = F.d'$$

مع: $F = F_1 = F_2 = qE$

وبما أن: $E = \dfrac{U}{d}$

فإن: $F = q.\dfrac{U}{d}$

مع: $\cos\theta = \dfrac{d'}{l}$

$d' = l\cos\theta$

وبالتالي تكتب علاقة التوازن:

$$0 + 0 - C\theta + \frac{qU}{d}.l.\cos\theta = 0$$

$$U = \frac{C.\theta.d}{q.l.\cos\theta}$$

4– تعبير k:

بما أن: $\cos\theta = 1$

فإن العلاقة (1) تكتب: $U = \left(\dfrac{C.d}{q.l}\right).\theta$

نضع $K = \dfrac{C.d}{q.l}$ وهي نسبة ثابتة.

$$U = K\theta$$

1.5– تعيين قيمة k:

لدينا: $K = \dfrac{U}{\theta}$

من المبيان نجد: عندما تأخذ $\theta = 0,2rad$ فإن:

$U = 24V$

إذن: $K = \dfrac{24}{0,2} = 120V/rad$

2.5– حساب قيمة الشحنة q:

لدينا: $K = \dfrac{Cd}{q.l}$

إذن: $q = \dfrac{C.d}{K.l}$

ت ع: $q = \dfrac{4.10^{-4}.0,2}{120.0,1}$

$$q = 6,67.10^{-6}C$$