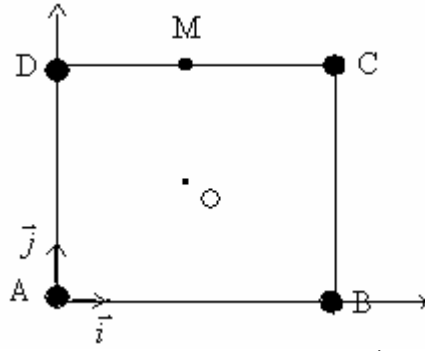


نضع على الرؤوس A و B و C و D لمربع ضلعه $a = 20\text{cm}$ شحنا كهربائية متشابهة: $q = +1\mu\text{C}$.



(1-1) حدد مميزات متجهة المجال الكهروستاتيكي في النقطة O مركز المربع.

(2-1) حدد مميزات متجهة المجال الكهروستاتيكي في النقطة M منتصف القطعة CD.

(2) نعوض الشحنتين الموجودتين في الرأسين A و C ، بشحنتين متشابهتين $q' = -1\mu\text{C}$

(1-2) حدد مميزات متجهة المجال الكهروستاتيكي في النقطة M منتصف القطعة CD.

(2-2) احسب في النقطة C شدة المجال الكهروستاتيكي المحدث من طرف الشحن الموجودة في الرؤوس A و B و D. ثم سنتج شدة القوة

الكهروستاتيكية المطبقة على الشحنة الموجودة في النقطة C.

التمرين الثاني :

شحنتان كهربائيتان q_A و q_B موجبتان ومتساويتان $q_A = q_B = +1,6 \cdot 10^{-7} \text{C}$ وضعتا بالتتابع في نقطتين A و B توجدان على نفس المستقيم

الرأسي، متباعدتين بالمسافة $AB = 2a = 20\text{cm}$.

1- احسب شدة القوة المطبقة من طرف الشحنة q_A على الشحنة q_B .

2- عين شدة المجال الكهروستاتيكي E_C في النقطة C من القطعة AB بحيث $AC = \frac{AB}{4}$.

3- نعلق قرب النقطتين A و B نواصيا كهروستاتيكية تحمل كرتيه شحنة q_0 ، فينحرف عن الخط الرأسي

بزواوية $\alpha = 17,75^\circ$ ، فتستقر كرتيه في نقطة O تنتمي إلى واسط القطعة AB. انظر الشكل.

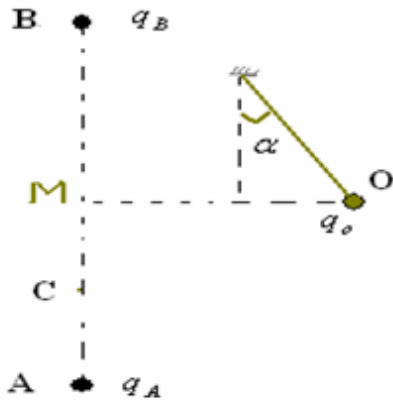
1-3- عين مميزات متجهة المجال الكهروستاتيكي E_O عند النقطة O، علما أن هذه النقطة تبعد عن

المنتصف M للقطعة AB بالمسافة $OM = a$.

3-2- احسب شدة القوة الكهروستاتيكية المطبقة على كرتيه النواصيا، علما أن كتله هذه الأخيرة $m = 1\text{g}$

و: $g = 10\text{N/kg}$

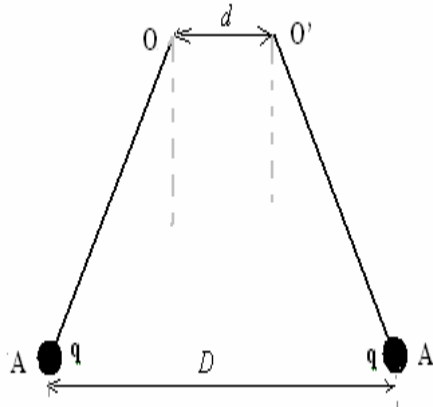
3-3- استنتج قيمة شحنة كرتيه النواصيا.



التمرين الثالث :

نواصيان كهروستاتيكيان مائلان OA و O'A'، طول كل واحد منهما $l = 10\text{cm}$ وكتلته $m = 10\text{g}$ ، يحملان نفس الشحنة الكهربائية q.

عند تقريب نقطتي تعليقهما ب $d = 5\text{cm}$ ، تأخذ المسافة AA' القيمة $D = 7\text{cm}$ ، نتيجة تباعد كورتي النواصيا. (انظر الشكل).

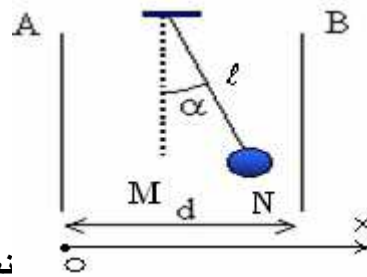


ما قيمة الشحنة q ؟

التمرين الرابع :

تحمل كرتيه نواصيا كهروستاتيكية شحنة q، يوجد النواصيا بين صفيحتين فلزييتين A و B رأسيتين ومتوازييتين تفصل بينهما المسافة $d = 10\text{cm}$.

نطبق بين الصفيحتين توترا $U_{AB} = V_A - V_B = 500\text{V}$ فينحرف النواصيا عن موضع توازنه بزواوية $\alpha = 10^\circ$. انظر الشكل.



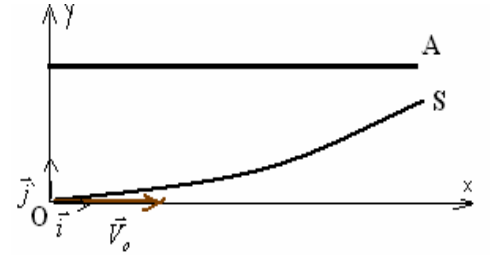
نعطي : كتلة الكرة : $m = 1g$ ، $l = 30cm$ ، $g = 10N/kg$

- (1) أعط مميزات المجال الكهروساكن المحدث بين الصفيحتين A و B.
- (2) حدد مميزات القوة الكهروساكنة المطبقة على الكرة .
- (3) حدد قيمة وإشارة الشحنة q التي تحملها كرية النواس.
- (4) احسب طاقة الوضع الكهروساكنة للكرة عند الموضع N. والنقطة M مرجع لطاقة الوضع الكهروساكنة.

التمرين الخامس :

نطبق بين صفيحتين A و B متوازيتين تفصل بينهما مسافة $d=10cm$ توترا ثابتا U_{AB} .

يدخل بروتون كتلته $m=1,76.10^{-27}kg$ المجال الكهروساكن \vec{E} المحدث بين الصفيحتين من النقطة O اصل المعلم $(0, \vec{i}, \vec{j})$ بسرعة أفقية \vec{V}_0 منظمها $V_0 = 10m/s$ ليخرج من النقطة S ذات الفصول Y_S . (انظر الشكل).



(1) ما إشارة التوتر U_{AB} ؟

(2) احسب شغل القوة الكهروساكنة المطبقة على البروتون خلال الانتقال من النقطة O إلى النقطة S .

نعطي : $|U_{AB}| = 100V$ ، $Y_S = 5cm$ ، شحنة البروتون : $q = +e = +1,6.10^{-19}C$.

(3) نختار المستوى الأفقي المار من النقطة O كمرجع لطاقة الوضع الكهروساكنة . استنتج قيمة طاقة الوضع الكهروساكنة للبروتون عند النقطة S .

(4) احسب سرعة البروتون عند النقطة S. نهمل وزن البروتون والاحتكاكات.

التمرين السادس :

توجد على الرأسين A و B لمثلث ABC قائم الزاوية في النقطة C شحنتان نقطيتان لهما إشارتان متعاكستان .

نعطي : $q_A = -10^{-8}C$ ، $AC = 20cm$ ، $BC = 60cm$.

(1) أعط مميزات متجهة المجال الكهروساكن الناتج عن الشحنة q_A في النقطة C .

(2) نضع في النقطة C شحنة نقطية موجبة q_C .

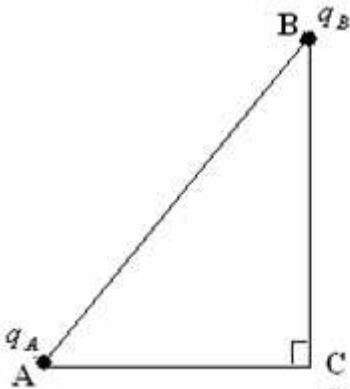
علما أن اتجاه القوة الكهروساكنة المطبقة على الشحنة q_C موازي للمستقيم المار من النقطتين A و B .

(أ) مثل متجهة المجال الكهروساكن في النقطة C .

(ب) أوجد شدة المجال الكهروساكن الناتج عن الشحنة q_B في النقطة C . واستنتج قيمة الشحنة q_B .

(ج) ما شدة القوة الكهروساكنة المطبقة على الشحنة q_C ؟ نعطي : $q_C = +10^{-6}C$.

(3) نزيل الشحنة q_C من النقطة C ، في أي موضع ينبغي وضعها لكي تتعدم شدة المجال الكهروساكن في النقطة C ؟



التمرين السابع :

نضع بين صفيحتين A و B رأسيتين ومتوازيتين ، تفصل بينهما مسافة $d=5cm$ نواسا كهرساكنا طوله $L=10cm$ تحمل كيرته شحنة $q = -0,5\mu C$.

نصل الصفيحتين بمولد للتوتر المستمر قوته الكهرومحركة $E' = 100V$ فينحرف النواس عن موضع توازنه الرأسي بزاوية $\alpha = 10^\circ$.

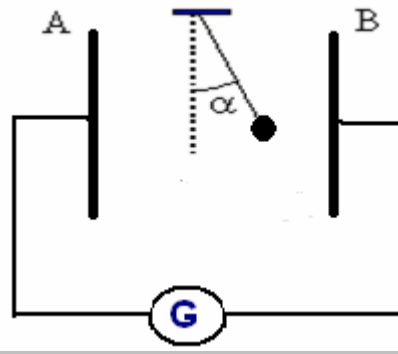
(1) ما إشارة التوتر U_{AB} المطبق بين الصفيحتين ؟ علل جوابك .

(2) أعط مميزات متجهة المجال الكهروساكنة \vec{E} المحدث بين الصفيحتين .

(3) احسب شدة القوة الكهروساكنة \vec{F}_e المطبقة على الكرة .

(4) أوجد تعبير كتلة كرية النواس m بدلالة F_e ، α ، g . ثم احسب قيمتها . نعطي : $g = 10N/kg$.

(5) احسب شغل القوة الكهروساكنة \vec{F}_e أثناء انتقال النواس من الموضع البدئي إلى الموضع النهائي .



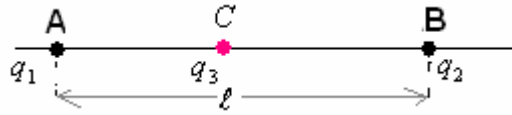
التمرين الثامن :

نضع شحنتين نقطيتين $q_1 = +0,5nC$ و $q_2 = +2nC$ على التوالي في نقطتين A و B ثابتتين وتفصل بينهما مسافة $d = 1m$. نضع في نقطة تنتمي إلى القطعة AB شحنة كهربائية $q_3 = q_1$ بحيث $q_3 = q_1$ فتتحرك هذه الأخيرة على طول القطعة AB إلى أن تستقر في نقطة C تنتمي للقطعة AB .

- (1) أوجد تعبير المسافة AC بدلالة q_1 ، q_2 و d ثم احسب قيمتها .
- نضع على رؤوس مثلث متساوي الأضلاع ، ضلعه $a = 5cm$ ثلاث شحن نقطية متشابهة $q = +10^{-8} C$.
- (2) حد تعبير شدة القوة الكهروستاتيكية المكافئة المطبقة على كل شحنة ثم احسب قيمتها .

التمرين التاسع :

نضع شحنتين نقطيتين q_1 و q_2 على التوالي في نقطتين A و B ثابتتين وتفصل بينهما مسافة $d = 20cm$. نضع في نقطة C تنتمي إلى القطعة AB شحنة كهربائية q_3 مرتبطة مع النقطة C تتحرك على طول القطعة AB . انظر الشكل .



حدد موضع النقطة C على القطعة AB في كل من الحالات التالية :

- (1) $q_1 = q_2 = q_3 = q$
- (2) $q_2 = 2q$ و $q_1 = q_3 = q$
- (3) $q_2 = 3q$ و $q_1 = q_3 = q$

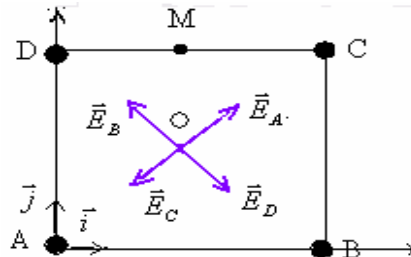
التصحيح :

(1) تصحيح التمرين الأول :

(1-1) متجهة المجال الكهروستاتيكي في النقطة O مركز المربع تساوي مجموع متجهات المجال المحدث من طرف الشحن A و B و C و D . بما أن $q = +1\mu C > 0$ فإن المتجهات $\vec{E}_A, \vec{E}_B, \vec{E}_C, \vec{E}_D$ نابتة ولها نفس المنظم. انظر الشكل

لأن: $OA^2 = OB^2 = OC^2 = OD^2 = \frac{a^2}{2}$ مبرهنة بيتاغورس .

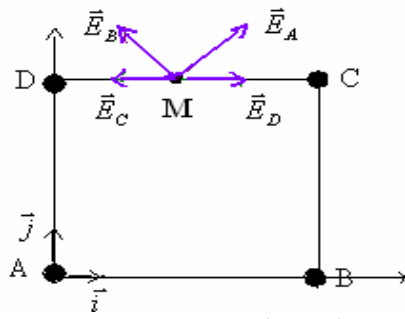
$$E_A = E_B = E_C = E_D = K \cdot \frac{|q|}{a^2/2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6}}{2 \cdot 10^{-4}} = 45 \cdot 10^6 V/m$$



$\vec{E}_A + \vec{E}_C = \vec{0}$ و $\vec{E}_B + \vec{E}_D = \vec{0}$ ، إذن $\vec{E}_A + \vec{E}_C = \vec{0}$ و $\vec{E}_B + \vec{E}_D = \vec{0}$ ، وبالتالي : $\vec{E}_O = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D = \vec{0}$

(2-1) متجهة المجال الكهروستاتيكي في النقطة M منتصف القطعة CD .

(2-1) متجهة المجال الكهروستاتيكي في النقطة M منتصف القطعة CD . بما أن $q = +1\mu C > 0$ فإن المتجهات $\vec{E}_A, \vec{E}_B, \vec{E}_C, \vec{E}_D$ نابتة ولها نفس المنظم. انظر الشكل

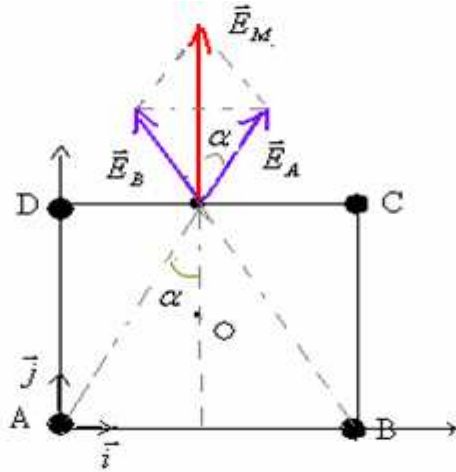


$\vec{E}_D + \vec{E}_C = \vec{0}$ إذن لهما نفس المنظم ومنحيان متعاكسان ،

مع $AM^2 = a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2$: $E_A = E_B = K \cdot \frac{|q|}{AM^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6}}{0,2^2 \times (1 + \frac{1}{4})} = 18 \cdot 10^4 V/m$ لهما نفس الشدة \vec{E}_A و \vec{E}_B

ولدينا في الشكل التالي :

من خلال الشكل : $\tan \alpha = \frac{a/2}{a} = 0,5$
 $\alpha = \tan^{-1}(0,5) = 26,56^\circ$



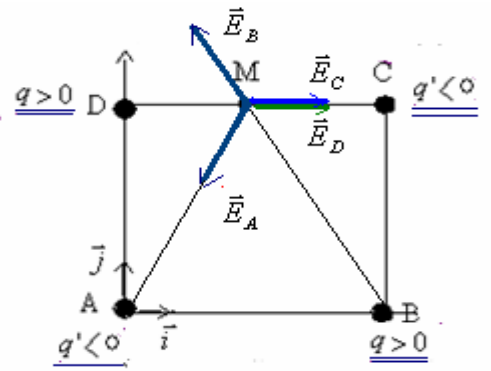
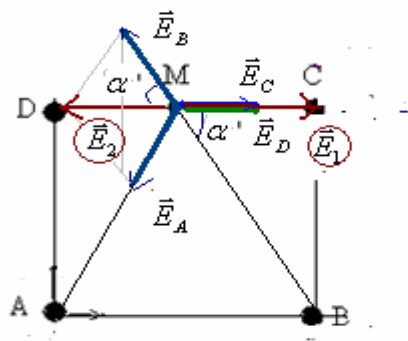
$\cos \alpha = \frac{E_M/2}{E_A}$

ومنه : $E_M = 2 \cdot E_A \cdot \cos \alpha = 2 \times 18 \times 10^4 \cdot \cos 26,56 = 322 \cdot 10^3 V/m$

(2) (1-2)

متجهة المجال الكهروستاتيكي في النقطة M منتصف القطعة CD .

بينما $\vec{E}_M = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D$ بما أن $q > 0$ فإن المتجهتين \vec{E}_B و \vec{E}_D نابذتين ولهما نفس المنظم. انظر الشكل .
 انجاذبيتين ولهما نفس المنظم. انظر الشكل .



$\tan \alpha' = \frac{a}{a/2} = 2$

$\alpha' = \tan^{-1}(2) = 63,4^\circ$

لتكن $\vec{E}_1 = \vec{E}_C + \vec{E}_D$ و \vec{E}_B و \vec{E}_D ونفس المنحى إذن : $E_1 = E_C + E_D = 2 \cdot K \cdot \frac{|q|}{(a/2)^2} = 2 \times 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6}}{0,1^2} = 18 \cdot 10^5 V/m$

ولتكن $\vec{E}_2 = \vec{E}_A + \vec{E}_B$ برسم المعين لدينا : $E_2 = 2 \cdot E_A \cdot \cos \alpha' = 2 \times K \cdot \frac{|q|}{a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} \cdot \cos \alpha' = 2 \times 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6}}{0,2^2 \cdot 1,25} \cdot \cos 63,4 \approx 1,6 \cdot 10^5 V/m$

من حيث المنظم $E_1 > E_2$ والمتجهتين لهما نفس الاتجاه ومنحيان متعاكسان إذن :

$\vec{E}_M = (\vec{E}_A + \vec{E}_B) + (\vec{E}_C + \vec{E}_D)$
 $\dots = \vec{E}_2 + \vec{E}_1$

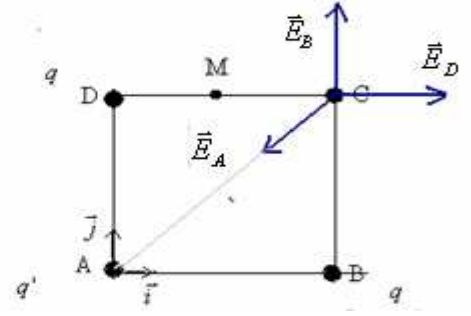
$E_M = E_1 - E_2 = (18 - 1,6) \cdot 10^5 = 164 \cdot 10^4 V/M$

منظما :

(2-2) لنحدد شدة المجال الكهروستاتيكي في النقطة C من طرف الشحن الموجودة في الرؤوس A و B و D.

بما أن $q > 0$ فإن \vec{E}_B و \vec{E}_D نابذتين وبما أن $q' > 0$ فإن \vec{E}_A انجذابية.

$$\vec{E}_C = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_D$$



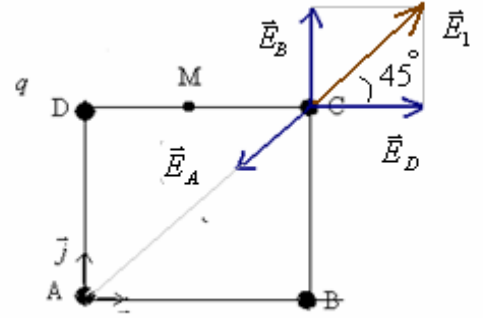
ولدينا: $E_A = K \cdot \frac{|q|}{AM^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6}}{0,2^2 \times 1,25} = 18 \cdot 10^4 V/m$

المنجبهة: $\vec{E}_1 = \vec{E}_B + \vec{E}_D$ لها نفس اتجاه وعكس منحى \vec{E}_A انظر الشكل:

ومنظمها:

$$E_1 = \sqrt{E_B^2 + E_D^2} = \sqrt{2 \times \left(\frac{K|q|}{a^2} \right)^2} = \sqrt{2 \times \left(\frac{9 \cdot 10^9 \times 10^{-6}}{(0,2)^2} \right)^2} = 318198 V/m$$

أو: $E_1 = 2 \cdot E_B \cdot \cos 45 = 2 \cdot \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{0,2^2} \cdot \cos 45 = 318198 V/m$



إن: $\vec{E}_C = \vec{E}_A + \vec{E}_1$ لها نفس منحى واتجاه \vec{E}_1 المنظم: $E_C = E_1 - E_A = 138198 V/m$

أو بطريقة أخرى: نسط العلاقة $\vec{E}_C = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_D$ في المعلم (o, \vec{i}, \vec{j})

$$E_C = \sqrt{(E_Cx)^2 + (E_Cy)^2} = 138198 V/m \quad \text{و:} \quad \begin{cases} E_Cx = -E_A \cdot \sin 45 + 0 + E_D = -18 \cdot 10^4 \sin 45 + 225 \cdot 10^3 = 97720,8 V/m \\ E_Cy = -E_A \cdot \cos 45 + E_B + 0 = -18 \cdot 10^4 \cos 45 + 225 \cdot 10^3 = 97720,8 V/m \end{cases}$$

لأن: $E_D = E_B = K \cdot \frac{|q|}{a^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6}}{0,2^2} = 225 \cdot 10^3 V/m$

وشدة القوة الكهروستاتيكية المطبقة على الشحنة q' الموجودة في النقطة C:

$\vec{F} = q' \cdot \vec{E}_C$ لها عكس منحى المتجهة \vec{E}_C لأن $q' < 0$ وشدتها: $F = |q'| \cdot E_C = 10^{-6} \cdot 138198 = 0,14 N$

(2) تصحيح التمرين الثاني:

(1) شدة القوة الكهروستاتيكية المطبقة من طرف الشحنة q_A على الشحنة q_B : $F_{A/B} = K \cdot \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-7})^2}{0,2^2} = 5,76 \cdot 10^{-3} N$

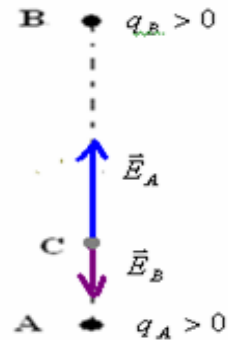
(2) متجهة المجال الكهروستاتيكي المحدث في النقطة C من طرف الشحنتين: $\vec{E}_C = \vec{E}_A + \vec{E}_B$

و $q_A > 0$ و $q_B > 0$ المتجهتين \vec{E}_A و \vec{E}_B نابذتين، انظر الشكل.

$$E_A = K \cdot \frac{|q_A|}{AC^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-7}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 576000 V/m$$

$$E_B = K \cdot \frac{|q_B|}{BC^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-7}}{(15 \cdot 10^{-2})^2} = 64000 V/m$$

$\vec{E}_C \leftarrow$ لها نفس منحى \vec{E}_A لأن $E_A > E_B$



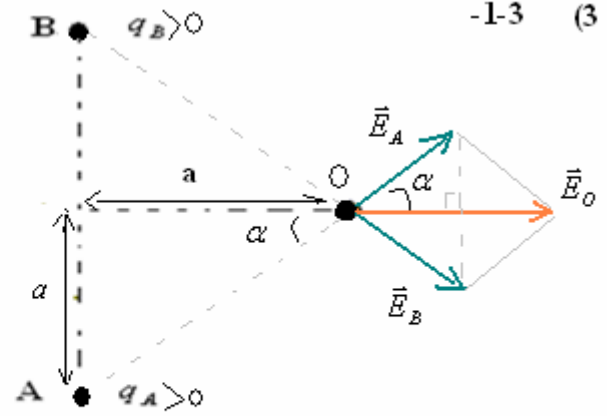
\vec{E}_A و \vec{E}_B لهما نفس الاتجاه ومنحيان متعاكسان. منظم المتجهة $\vec{E}_C = \vec{E}_A + \vec{E}_B$ هو: $E_C = E_A - E_B = 576000 - 64000 = 5,12 \cdot 10^5 V/m$

$E_A = K \cdot \frac{|q_A|}{2a^2}$: إذن $OA^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$: مع $E_A = K \cdot \frac{|q_A|}{OA^2}$

$E_O = 2E_A \cdot \cos \alpha$: ومنه $\cos \alpha = \frac{E_O}{2E_A}$: لدينا من خلال الشكل :

$\alpha = \tan^{-1} = 45^\circ \iff \tan \alpha = \frac{a}{a} = 1$

$E_C = K \cdot \frac{|q_A|}{a^2} \cos \alpha$



$E_C = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-7}}{0,1^2} \cdot \cos 45 = 101823 V/m$

ت.ع:

2-3- كرية النواس في توازن تحت تأثير ثلاث قوى : \vec{P} وزن الكرية \vec{T} : توتر الخيط \vec{F}_e : القوة الكهروساكنة .

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

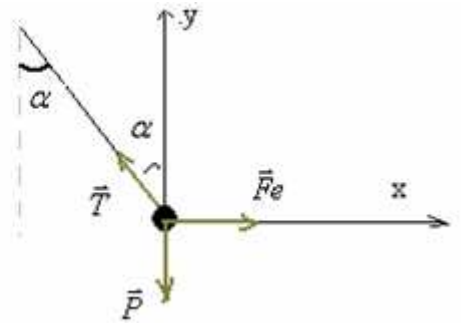
إذن :

(1) $\sin \alpha = \frac{F_e}{T} \iff 0 - T \cdot \sin \alpha + F_e = 0$ ox بإسقاط العلاقة السابقة على المحور

(2) $\cos \alpha = \frac{P}{T} \iff -P + T \cdot \cos \alpha + 0 = 0$ oy بإسقاط العلاقة السابقة على المحور

من خلال (1) و (2) نجد $\tan \alpha = \frac{F_e}{P}$ والوزن : $P = m \cdot g$

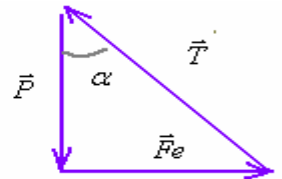
ومنه : $F_e = m \cdot g \cdot \tan \alpha = 10^{-3} \cdot 10 \cdot \tan 17,57 \approx 3,17 \cdot 10^{-3} N$



يمكن استعمال الخط المضلعي .

لأن العلاقة : $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_e = \vec{0}$ تتكافأ مع كون الخط المضلعي للقوى الثلاث مغلق.

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



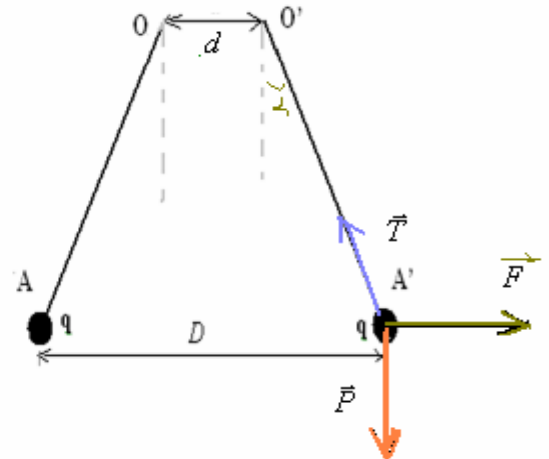
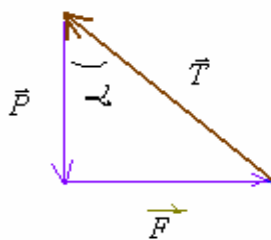
3-3 لدينا $F_e = |q_o| \cdot E_o$ $\iff F_e = \frac{3,17 \cdot 10^{-3}}{101823} \approx 3,1 \cdot 10^{-8} C$ $\iff |q_o| = \frac{F_e}{E_o} = \frac{3,17 \cdot 10^{-3}}{101823} \approx 3,1 \cdot 10^{-8} C$ $\iff q_o > 0$: إذن $q_o = +3,1 \cdot 10^{-8} C$

تصحيح التمرين الثالث :

شدة القوة الكهروساكنة المطبقة من طرف الشحنتين على بعضهما البعض : $F = F_{A/A'} = F_{A'/A} = k \cdot \frac{|q|^2}{D^2}$

كل من الكريتين في حالة نتوازن تحت تأثير ثلاث قوى : \vec{F}_e القوة الكهروساكنة \vec{T} : توتر الخيط \vec{P} : وزن الكرية .

التوازن \iff الخط المضلعي للقوى الثلاث مغلق .



$\alpha = 5,74^\circ \iff$

من خلال الشكل لدينا : $\sin \alpha = \frac{(D-d)/2}{l} = \frac{D-d}{2l} = \frac{7-5}{2 \times 10} = 0,1$

$$|q| = \sqrt{\frac{m.g.D^2 \cdot \tan \alpha}{K}} = \sqrt{\frac{10 \times 10 \times 10^{-3} \cdot 0,07^2 \cdot \tan 5,74}{9.10^9}} = 7,4.10^{-8} C \text{ ومنه } k \cdot \frac{|q|^2}{D^2} = mg \tan \alpha : \text{ أي } F = mg \cdot \tan \alpha \Leftrightarrow \tan \alpha = \frac{F}{P}$$

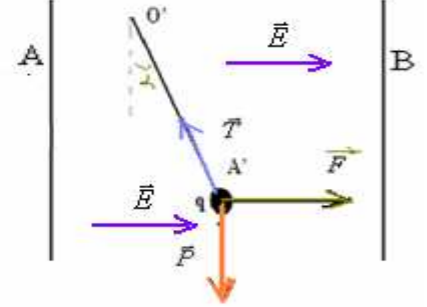
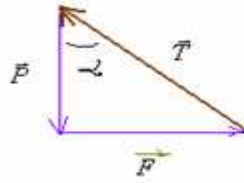
تصحيح التمرين الرابع:

(1) المجال الكهروساكن بين الصفيحتين منظم ، ومتجهة المجال \vec{E} لها المميزات التالية : الاتجاه : عمودي على مستوى الصفيحتين المنحى : موجهة نحو الجهود التناقصية (أي من الصفيحة ذات الجهد الأعلى نحو الصفيحة ذات الجهد الأدنى).
بما أن $U_{AB} = V_A - V_B = 500V > 0$ فإن $\vec{E} \Leftarrow V_A > V_B$ موجهة من الصفيحة A نحو الصفيحة B. ومنظمها :

$$E = \frac{U_{AB}}{d} = \frac{500}{0,1} = 5000V/m$$

(2) بدراسة توازن الكرة

التوازن \Leftarrow الخط المضلع للقوى الثلاث مغلق .

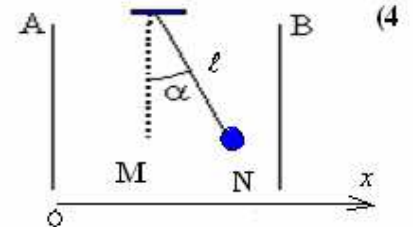


$$F = mg \cdot \tan \alpha = 10^{-3} \cdot 10 \cdot \tan 10 = 1,76 \cdot 10^{-3} N \quad \Leftarrow \quad \tan \alpha = \frac{F}{P}$$

- نقطة التأثير: مركز الكرة .
- خط التأثير: عمودي على الصفيحتين.
- المنحى: من A نحو B .
- الشدة: $F = 1,76 \cdot 10^{-3} N$

(3) من خلال تعبير القوة الكهروساكنة $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ ذات المنظم $F = |q| \cdot E$ ومنه $|q| = \frac{F}{E} = \frac{1,76 \cdot 10^{-3}}{5000} = 3,52 \cdot 10^{-7} C$

بما أن \vec{E} و \vec{F} لهما نفس المنحى فإن $q > 0$ وبالتالي $q = +3,52 \cdot 10^{-7} C$



لدينا $E_{pe} = q \cdot E \cdot x + C$ ولدينا $0 = q \cdot E \cdot x_M + C$ $\Leftrightarrow C = -q \cdot E \cdot x_M$

$$E_{pe} = q \cdot E \cdot x - q \cdot E \cdot x_M$$

إن:

طاقة الوضع عند النقطة N :

$$E_{peN} = q \cdot E \cdot (x_N - x_M)$$

$$= -q \cdot E \cdot (x_M - x_N)$$

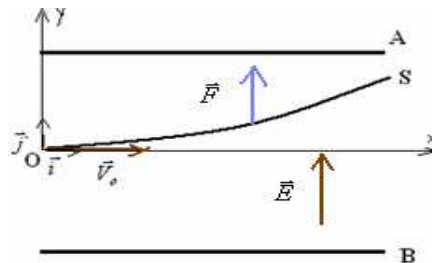
$$= -q \cdot E \cdot MN$$

$$= -q \cdot E \cdot l \cdot \sin \alpha$$

ت.ع: $E_{peN} = -3,52 \cdot 10^{-8} \times 5 \cdot 10^3 \times 0,3 \cdot \sin 10 \approx -9 \cdot 10^{-6} J$

تصحيح التمرين الخامس:

(1) بما أن الحزمة انحرفت نحو الصفيحة A فإن منحى القوة الكهروساكنة نحو الأعلى أي من B نحو A .
شحنة البروتون $q > 0$ \Leftarrow لدينا $\vec{F} = q\vec{E}$ إن المتجهة \vec{E} لها نفس منحى \vec{F} . انظر الشكل .



من جهة أخرى نعلم أن متجهة المجال الكهروساكن \vec{E} المحدث بين الصفيحتين لها نفس منحى الجهود التناقصية. (أي موجهة من الصفيحة ذات الجهد الأعلى نحو الصفيحة ذات الجهد الأدنى).
إن: $V_B > V_A$ \Leftarrow $V_A - V_B > 0$ أي $U_{AB} < 0$

$$W\vec{F}_{O \rightarrow S} = q.U_{OS} = e.(V_O - V_S) = e.E.(y_S - y_O) = e \frac{|U_{AB}|}{d} (y_S - y_O) \quad (2)$$

$$W\vec{F}_{O \rightarrow S} = 1,6 \cdot 10^{-19} \frac{100}{0,1} (0,05 - 0) = 8 \cdot 10^{-18} J \quad \text{ت.ع.}$$

$$U_{OS} = V_O - V_S = \vec{E} \cdot \vec{OS} = \begin{pmatrix} 0 \\ +E \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_S - x_O \\ y_S - y_O \end{pmatrix} = E.(y_S - y_O) \quad \text{لأن}$$

(3) في هذه الحالة المحور Oy هو المحور الموازي لمتجهة المجال وهر الذي يحدد مواضع تغير طاقة الوضع الكهرساكنة بين الصفيحتين. لدينا : $E_{pe} = q.E.y + C$ ولدينا: O مرجع لطاقة الوضع الكهرساكنة $C = 0 \iff 0 = q.E \times 0 + C$

$$E_{pe} = q.E.y \quad \text{إذن}$$

طاقة الوضع عند النقطة S :

$$E_{peS} = q.E.y_S = 1,6 \cdot 10^{-19} \frac{100}{0,1} 5 \cdot 10^{-2} = 8 \cdot 10^{-18} J$$

أوبطريقة أخرى : لدينا : $W\vec{F}_{O \rightarrow S} = -\Delta E_{pe_{O \rightarrow S}}$ ومن خلال السؤال السابق رقم (2) لدينا $W\vec{F}_{O \rightarrow S} = 8 \cdot 10^{-18} J$

$$E_{peS} = 8 \cdot 10^{-18} \quad \text{إذن} \quad E_{peO} = 0 \quad \text{ولدينا} \quad E_{peS} - E_{peO} = 8 \cdot 10^{-18} \quad \text{أي} \quad \Delta E_{pe_{O \rightarrow S}} = -8 \cdot 10^{-18} J$$

(4) بتطبيق مبهنة الطاقة الحركية على البروتون بين O و S :

$$\Delta E_{c_{O \rightarrow S}} = W\vec{F}_{O \rightarrow S} \quad \text{القوة الكهرساكنة هي الوحيدة التي تشتغل لأن الوزن مهمل والاحتكاكات كذلك.}$$

$$E_{cS} - E_{cO} = W\vec{F}_{O \rightarrow S}$$

$$V_S = \sqrt{\frac{2.W\vec{F}_{O \rightarrow S}}{m} + V_O^2} \quad \iff \quad \frac{1}{2} m.V_S^2 - \frac{1}{2} m.V_O^2 = W\vec{F}_{O \rightarrow S}$$

$$V_S = \sqrt{\frac{2 \times (8 \cdot 10^{-18})}{1,67 \cdot 10^{-27}} + 10^2} \approx 9,8 \cdot 10^3 m/s \quad \text{ت.ع.}$$

تصحيح التمرين السادس:

(1) $q_A < 0$ إذن متجهة المجال الذي تحدثه في النقطة C انجاذبية وذات المميزات التالية :

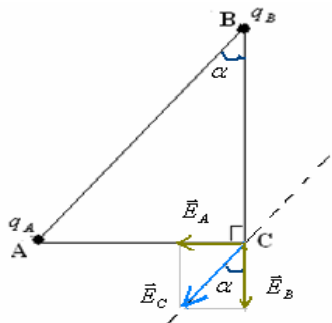
- الأصل : النقطة C \vec{E}_A

- الاتجاه : AC

- المنحى : من C نحو A

$$E_A = K \cdot \frac{|q_A|}{AC^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{|-10^{-8}|}{0,2^2} = 2250 V/m \quad \text{المنظم}$$

(2)



$$E_B = \frac{E_A \times BC}{AC} = \frac{2250 \times 60}{20} = 6750 V/m \quad \text{إذن} \quad \frac{E_A}{E_B} = \frac{AC}{BC} \quad \text{ومنه} \quad \tan \alpha = \frac{AC}{BC} \quad \text{ولدينا كذلك} \quad \tan \alpha = \frac{E_A}{E_B}$$

$$|q_B| = \frac{E_B \cdot BC^2}{K} = \frac{6750 \times 0,6^2}{9 \cdot 10^9} = 2,7 \cdot 10^{-7} C \quad \iff \quad E_B = K \cdot \frac{|q_B|}{BC^2}$$

بما أن الشحنة q_B لها عكس إشارة الشحنة q_A ذات الشحنة $q_A = -10^{-8} C$ فإن $q_B = +2,7 \cdot 10^{-7} C$

$$F = |q_C| \cdot E_c = |q_C| \times \sqrt{E_A^2 + E_B^2} = 10^{-6} \times \sqrt{2250^2 + 6750^2} \approx 7,1 \cdot 10^{-3} N \quad \text{ج) شدة القوة الكهرساكنة المطبقة على الشحنة} q_C$$

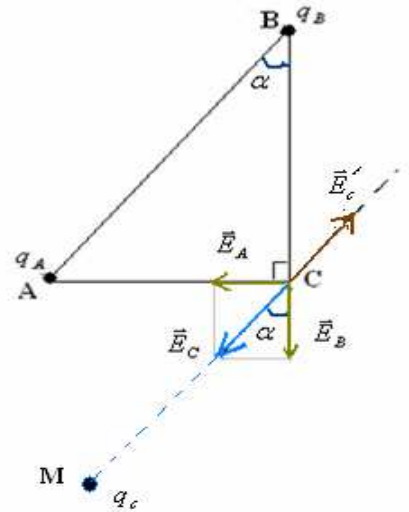
(3) لتكن \vec{E}'_c متجهة المجال الكهروساكن المحدث من طرف الشحنة q_c الموجودة في الموضع الذي الجديد بحيث تنعدم شدة المجال الكهروساكن في المقطة C.

$$E'_c = K \frac{|q_c|}{MC^2} \quad \text{مع} \quad E'_c = E_c \quad \text{ومن حيث المنظم} \quad \vec{E}'_c = -\vec{E}_c \quad \text{أي} \quad \vec{E}_c + \vec{E}'_c = \vec{0}$$

$$MC = \frac{K \cdot |q_c|}{\sqrt{E_A^2 + E_B^2}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{2250^2 + 6750^2}} \approx 1,125m = 112,5cm$$

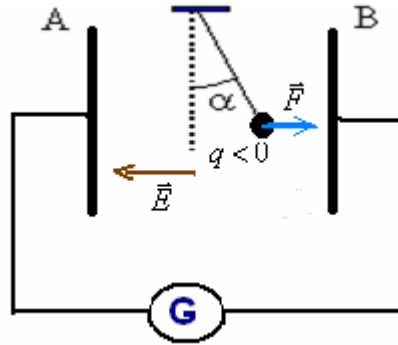
ومنه نجد : $q_c > 0$ فإن المتجهة \vec{E}'_c نابذة .

الشحنة q_c توجد في نقطة M تنتمي للمستقيم المنطبق مع اتجاه \vec{E}_c وفي الجهة السفلى منه انظر الشكل .



تصحيح التمرين السابع:

(1) منحى انحراف النواس يدلنا على منحى القوة الكهروساكنة (انظر الشكل) ونم هلال العلاقة $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ مع $q < 0$ تستنتج أن \vec{E} لها عكس منحى \vec{F} .



ونعلم أن \vec{E} لها نفس منحى الجهود التناقضية. $\leftarrow V_B > V_A$ إذن $V_A - V_B < 0$ أي $U_{AB} < 0$.

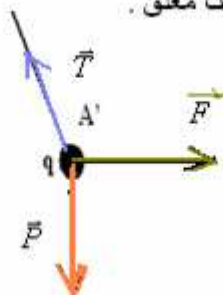
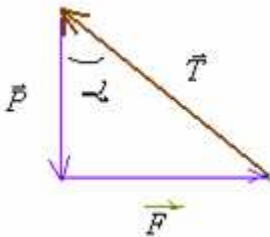
(2) المجال الكهروساكن بين الصفيحتين منظم . ومميزات متجهة المجال \vec{E} :- الاتجاه: عمودية على مستوى الصفيحتين.

- المنحى: لها نفس منحى الجهود التناقضية أي من الصفيحة B نحو الصفيحة A.

$$E = \frac{|U_{AB}|}{d} = \frac{100}{0,05} = 2000V/m \quad \text{المنظم}$$

$$F_e = |q|E = 0,5 \cdot 10^{-6} \times 2 \cdot 10^3 = 10^{-3} N \quad (3)$$

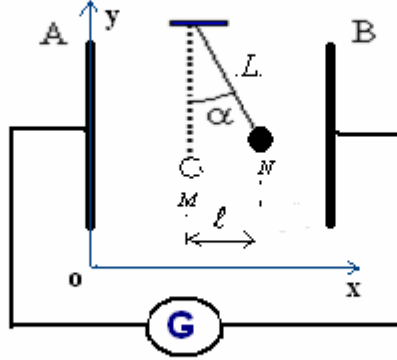
التوازن \leftarrow الخط المضلعى للقوى الثلاث مغلق .



$$\text{ومنه} \quad \tan \alpha = \frac{F_e}{P}$$

$$m = \frac{F_e}{g \cdot \tan \alpha} = \frac{10^{-3}}{10 \cdot \tan 10} = 0,567 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \quad \Leftarrow \quad F_e = mg \cdot \tan \alpha$$

$$W\vec{F}_{M \rightarrow N} = q \cdot U_{MN} = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{MN} = q \begin{Bmatrix} E_x \\ 0 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} x_N - x_M \\ y_N - y_M \end{Bmatrix} = -q \cdot E(x_N - x_M) = -q \cdot E \cdot \ell = -q \cdot E \cdot L \cdot \sin \alpha \quad (5)$$

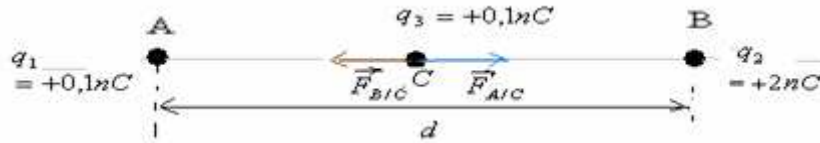


$$W\vec{F}_{M \rightarrow N} = -q \cdot E \cdot L \cdot \sin \alpha = -(-0,5 \times 10^{-6}) \times 2000 \times 0,1 \times \sin 10 = 1,74 \cdot 10^{-5} \text{ J} \quad \text{ت.ع.}$$

القوة محرّكة لانها نقلت الكرية من الموضع البدني على الموضع النهائي والشغل محرّك. (موجب).

تصحيح التمرين الثامن :

(1) تخضع الشحنة C للقوة $\vec{F}_{A/C}$ و $\vec{F}_{B/C}$ المطبقتين من طرف الشحنتين q_1 ، q_2 (المنحى و الاتجاه انظر الشكل).



$$F_{B/C} = K \cdot \frac{|q_B| \cdot |q_C|}{BC^2} = K \cdot \frac{q_2 \times q_3}{(d - AC)^2} \quad \text{و:} \quad F_{A/C} = K \cdot \frac{|q_A| \times |q_C|}{AC^2} = K \cdot \frac{q_1 \times q_3}{AC^2} \quad \text{الشدة:}$$

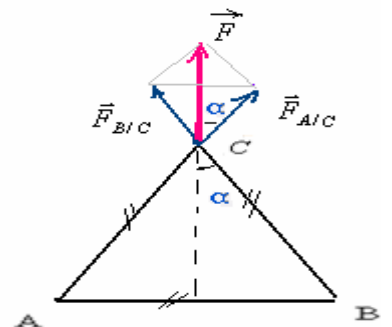
عندما تستقر الشحنة q_3 تحت تأثير هاتين القوتين : $\vec{F}_{A/C} + \vec{F}_{B/C} = \vec{0}$

$$\Leftarrow \quad F_{A/C} = F_{B/C} \quad \Leftarrow \quad \frac{(d - AC)^2}{AC^2} = \frac{q_2}{q_1} \quad \Leftarrow \quad \frac{q_1}{AC^2} = \frac{q_2}{(d - AC)^2} \quad \text{أي:} \quad K \cdot \frac{q_1 \times q_3}{AC^2} = K \cdot \frac{q_2 \times q_3}{(d - AC)^2}$$

$$AC = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}} \quad \text{أي:} \quad \frac{d}{AC} = 1 + \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} \quad \text{ومنه} \quad \frac{d}{AC} - 1 = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} \quad \text{أي:} \quad \frac{d - AC}{AC} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}$$

$$AC = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}} = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{2 \times 10^{-9}}{0,5 \times 10^{-9}}}} \approx 0,33 \text{ m} = 33 \text{ cm} \quad \text{تطبيق عددي:}$$

(2) المثلث ABC متساوي الأضلاع ، الزوايا الثلاث متساوية 60° .



$$F = 2 \cdot F_{A/C} \times \cos \alpha$$

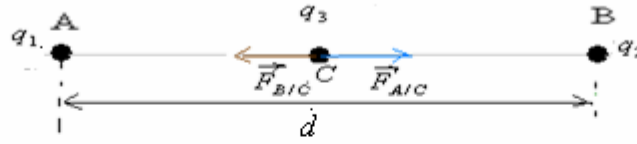
$$\dots = 2 \times \left(K \times \frac{q^2}{a^2} \right) \times \cos 30$$

$$\dots = 2 \times 9 \cdot 10^9 \times \frac{(10^{-8})^2}{0,05^2} \cdot \cos 30 \approx 6,2 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

تصحيح التمرين التاسع:

(1) تخضع الشحنة C للقوة $\vec{F}_{A/C}$ و $\vec{F}_{B/C}$ المطبقتين من طرف الشحنتين q_1 ، q_2 (المنحى والاتجاه انظر الشكل).

بما أن الشحنتان لها نفس الإشارة
فإن القوى المطبقة على بعضها
البعض تنافرية.



$$F_{B/C} = K \cdot \frac{|q_B| |q_C|}{BC^2} = K \frac{q_2 \times q_3}{(d - AC)^2} \quad ; \quad F_{A/C} = K \cdot \frac{|q_A| \times |q_C|}{AC^2} = K \frac{q_1 \times q_3}{AC^2} \quad \text{الشدة :}$$

$$F_{A/C} = F_{B/C} \quad \Leftrightarrow \quad \vec{F}_{A/C} + \vec{F}_{B/C} = \vec{0} \quad \text{عندما تستقر الشحنة } q_3 \text{ تحت تأثير هاتين القوتين :}$$

$$\Leftrightarrow \frac{(d - AC)^2}{AC^2} = \frac{q_2}{q_1} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{q_1}{AC^2} = \frac{q_2}{(d - AC)^2} \quad \text{أي } K \frac{q_1 \times q_3}{AC^2} = K \frac{q_2 \times q_3}{(d - AC)^2}$$

$$AC = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}}$$

$$\text{أي } \frac{d}{AC} = 1 + \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} \quad \text{ومنه } \frac{d}{AC} - 1 = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} \quad \text{أي } \frac{d - AC}{AC} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}$$

$$AC = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{q}{q}}} = \frac{d}{2} = 10cm \quad q_1 = q_2 = q_3 = q \quad \text{الحالة الأولى :} \quad (1)$$

$$AC = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{2q}{q}}} = \frac{20}{1 + \sqrt{2}} \approx 8,3cm \quad q_2 = 2q \quad q_1 = q_3 = q \quad \text{الحالة الثانية :} \quad (2)$$

$$AC = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{3q}{q}}} = \frac{20}{1 + \sqrt{3}} \approx 7,3cm \quad q_2 = 3q \quad q_1 = q_3 = q \quad \text{الحالة الثالثة :} \quad (3)$$

SBIRO Abdelkrim Lycée agricole d'Oulad-Taima région d'Agadir royaume du Maroc

Pour toute observation contactez moi

Sbiabdou@yahoo.fr

لا تنسوننا من صالح دعائكم ونسال الله لكم العون والتوفيق.