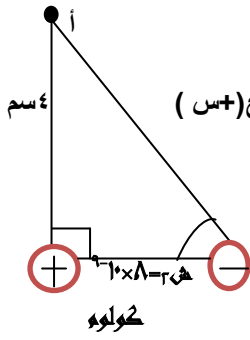


في الشكل التالي جد المجال الكهربائي عند النقطة (أ) مقداراً و اتجاهاً.



$$F_1 = \frac{10 \times 1.8}{5^2} = \frac{10 \times 1.8}{25} = 0.72 \text{ نيوتن/كولوم (ص)}$$

$$F_2 = \frac{10 \times 1.44}{5^2} = \frac{10 \times 1.44}{25} = 0.576 \text{ نيوتن/كولوم باتجاه يصنع الزاوية } \alpha \text{ مع (س)}$$

نحتاج لتحليل F_2 الى مركبتين سينية و صادية:

$$F_{2s} = F_2 \cos \alpha = 0.576 \times 1.8 = 1.0368 \text{ نيوتن/كولوم تقريبها الى } 1.0 \times 1 \text{ نيوتن/كولوم } \alpha \text{ سم}$$

$$F_{2v} = F_2 \sin \alpha = 0.576 \times 1.44 = 0.82944 \text{ نيوتن/كولوم}$$

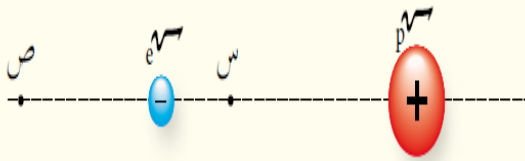
$$\text{بتطبيق فيثاغورس: } F = \sqrt{F_{2s}^2 + F_{2v}^2} = \sqrt{1.0^2 + 0.82944^2} = 1.3 \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$F = \sqrt{(10 \times 1)^2 + (10 \times 3)^2} = 10 \sqrt{10} \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{3}{1} \right) = 71.5^\circ$$

الأسئلة:

1- في الشكل المجاور حدد اتجاه المجال عند النقطتين (س) و (ص).



عند النقطة (س) يكون اتجاه المجال نحو المحور السيني السالب (المجال الناتج عن البروتون و المجال الناتج عن الالكترون بنفس الاتجاه عند س)



اما عند النقطة (ص) اتجاه المجال الناتج عن البروتون يكون باتجاه المحور السيني السالب بعكس اتجاه المجال المتولد عن الالكترون الذي يكون باتجاه المحور السيني الموجب و بما أن البروتون و الالكترون متساويين في مقدار الشحنة فإن المجال الكهربائي الناتج عن الالكترون سيكون أكبر لأن النقطة (ص) اقرب للالكترون فيكون اتجاه المجال المحصل باتجاه المحور السيني الموجب.

2- معتمدا على الشكل جد مقدار ما يلي:

(أ) المجال الكهربائي على بعد 30 سم.

من الرسم نجد أن المجال على بعد 30 سم يساوي

$$2 \times 10^2 \text{ نيوتن/كولوم}$$

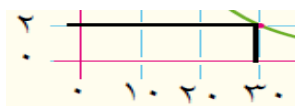
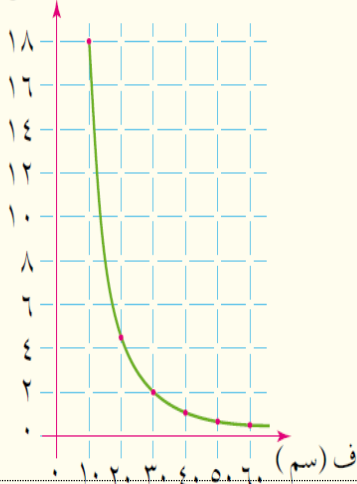
(ب) القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها 10×10^{-9} كولوم على بعد 20 سم.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times 10^{-9} \times 10^{-9} = 9 \times 10^{-9} \text{ نيوتن}$$

(ج) الشحنة المنتجة للمجال الكهربائي.

$$E = \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow Q = \frac{E r^2}{k} = \frac{2 \times 10^2 \times (0.3)^2}{9 \times 10^9} = 2 \times 10^{-9} \text{ كولوم (بالضرب المتبادل)}$$

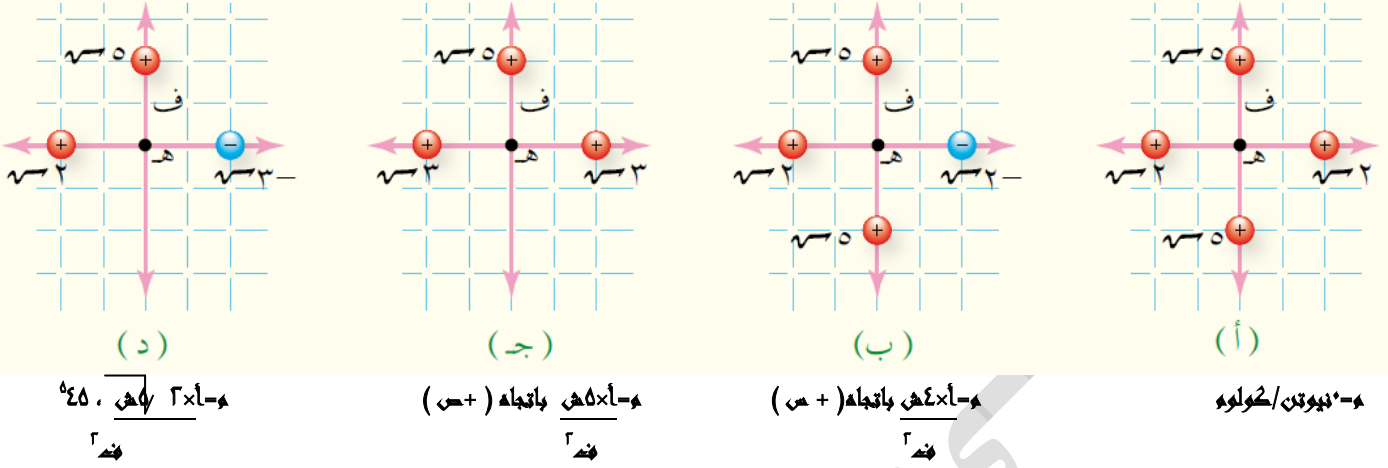
10×10^{-9} (نيوتن/كولوم)



$$E = 10 \times 9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-10} \text{ (بقسمة طرفي المعادلة على } 10^9 \text{)}$$

$$E = 10 \times 2 \times 10^{-10} \text{ كولوم}^{-2} = 2 \text{ مايكروكولوم}^{-2}$$

٣-جد مقدار و اتجاه المجال الكهربائي عند النقطة (هـ) في كل شكل من الاشكال الاتية:

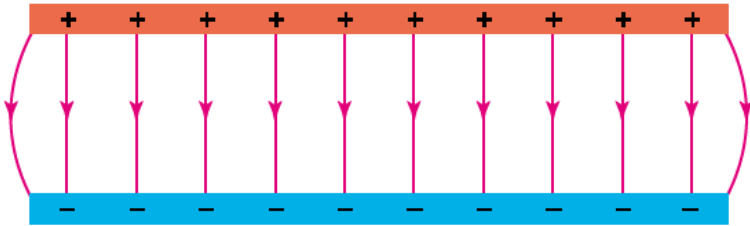


المجال الكهربائي المنتظم

هو مجال كهربائي ثابت المقدار و الاتجاه عند النقاط جميعها.

ينشأ بين صفيحتين موصلتين متوازيتين احدهما مشحونة بشحنة موجبة و الاخرى بشحنة سالبة.

يكون المجال الكهربائي منتظما في الحيز بين الصفيحتين و غير منتظم عند الأطراف.



خصائص المجال الكهربائي المنتظم :

١-خطوط مستقيمة متوازية و البعد بينها متساوي.

٢-اتجاهها يمثل اتجاه التيار الكهربائي.

٣-كثافة خطوط المجال تشير الى شدته. المجال الكهربائي المنتظم

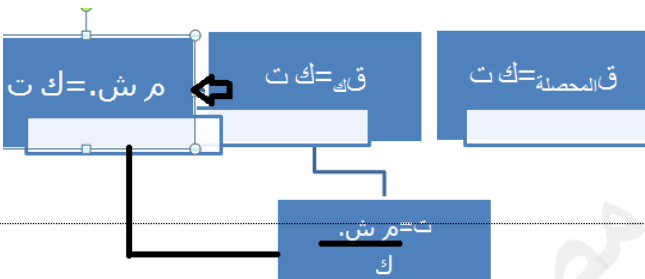
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

من العلاقة السابقة نجد ان المجال الكهربائي بين صفيحتين يعتمد على عاملين:

١-الكثافة السطحية للشحنة على الصفيحتين (σ) علاقة طردية.

٢-السماحية الكهربائية ϵ للوسط الفاصل بين الصفيحتين.

عند وضع الكترون او بروتون في مجال كهربائي منتظم فإنه يتأثر بقوة كهربائية ثابتة في المقدار و الاتجاه و لان وزن هذه الجسيمات مهمل مقارنة بالقوة الكهربائية فإن القوة المحصلة تساوي القوة الكهربائية، حيث:



ت: التسارع (م/ث^2)

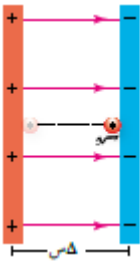
الكثافة السطحية للشحنة: هي كمية الشحنة الكهربائية لكل وحدة مساحة، رمزها (σ) تقاس بوحدة كولوم/م²

التسارع يكون باتجاه القوة الكهربائية ولان التسارع ثابت يمكن تطبيق معادلات الحركة في خط مستقيم و بتسارع ثابت:

$$I \quad E = E + \frac{1}{2} z^2 \Delta s = E + \frac{1}{2} z^2 \Delta s + 2 \Delta s$$

ع: السرعة النهائية. ع: السرعة الابتدائية. Δ : س: الازاحة. ز: الزمن.

تحرك بروتون من السكون في مجال كهربائي منتظم مقداره 5.01 نيوتن/كولوم من نقطة عند الصفيحة الموجبة الى نقطة عند الصفيحة السالبة، أصبحت سرعة البروتون 1.0×10^7 م/ث بعد أن قطعت إزاحة Δ س، اذا علمت ان كتلته 1.67×10^{-27} كغ و شحنته 1.6×10^{-19} كولوم، احسب: (أ) التسارع. (ب) الزمن اللازم لكي يصل الى الصفيحة السالبة. (ج) الازاحة بين الصفيحتين.



صفيحتان موصلتان متوازيتان مساحة كل منهما (1.0×10^{-2}) م²، احدهما موجبة الشحنة و الاخرى سالبة بش 1.77×10^{-9} كولوم، $E = 8.85 \times 10^{-12}$ كولوم²/نيوتن.م²، احسب:
(أ) المجال في الحيز بين الصفيحتين.
(ب) القوة المؤثرة في شحنة مقدارها 1.0×10^{-10} كولوم.
(ج) المجال عندما تصبح الشحنة ضعف ما كانت عليه و المساحة ثابتة.

الحل: (أ) $\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{1.77 \times 10^{-9}}{1.0 \times 10^{-2}} = 1.77 \times 10^{-7}$ كولوم/م² (الحل: أ) ت = م ش = $1.0 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-29}$ م ش

ك 1.67×10^{-27}

(ب) لحساب الزمن نستخدم المعادلة الاولى من

الحركة من السكون أي ان السرعة الابتدائية

م $\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{1.77 \times 10^{-9}}{1.0 \times 10^{-2}} = 1.77 \times 10^{-7}$ كولوم/م² (الحل: أ) ت = م ش = $1.0 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-29}$ م ش

ب) ق = م ش = $1.0 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-29}$ م ش

ق = م ش = $1.0 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-29}$ م ش

ج) $s = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow 2.5 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \times 8.85 \times 10^{-12} \times t^2 \Rightarrow t = 2.5 \times 10^{-2}$ س

س = $1.0 \times 10^{-10} \times 2.5 \times 10^{-2} = 2.5 \times 10^{-12}$ م ش

س = $1.0 \times 10^{-10} \times 2.5 \times 10^{-2} = 2.5 \times 10^{-12}$ م ش

م = $1.0 \times 10^{-10} \times 2.5 \times 10^{-2} = 2.5 \times 10^{-12}$ م ش

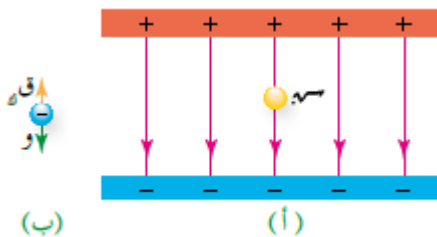
ق = $1.0 \times 10^{-10} \times 2.5 \times 10^{-2} = 2.5 \times 10^{-12}$ م ش
(ج) عندما تصبح σ الضعف فان المجال سيصبح الضعف ايضا من العلاقة $\sigma = \epsilon E$.

م = $1.0 \times 10^{-10} \times 2.5 \times 10^{-2} = 2.5 \times 10^{-12}$ م ش

جسيم كتلته 3×10^{-31} كغ و شحنته 3×10^{-19} كولوم وضع في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل فأتزن أوجد ما يلي: (أ) نوع شحنة الجسيم. (ب) مقدار المجال الكهربائي.

(ج) اذا أصبحت مسافة الصفيحتين النصف فكم يجب ان تصبح الشحنة حتى يبقى الجسيم مستقرا.

(تسارع السقوط الحر (ج) ثابت ويساوي 10 م/ث²)



(ب)

(أ)

الحل: (أ) لكي يتزن الجسم يجب أن تكون القوة المحصلة عليه صفر أي ان يتأثر بقوة معاكسة لاتجاه الجاذبية الأرضية (الوزن) لذلك يجب ان يكون اتجاه القوة الكهربائية للأعلى (+ ص) و بما ان اتجاه خطوط المجال الكهربائي باتجاه (- ص) فيجب أن يكون الجسم سالب حتى يتحرك نحو الأعلى باتجاه (+ ص).

(ب) من العلاقة ت = م ش (نضرب الطرفين بالمقدار ك) نحصل على العلاقة الرياضية م = ت ك ش

م = ت ك = $1.0 \times 10^{-10} \times 3 \times 10^{-19} = 3 \times 10^{-29}$ كولوم

$$\text{ش} = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{\rho}{\epsilon} \times 3.14 \times 10^{-10}$$

من هذه العلاقة إذا قلت المساحة (أ) إلى النصف يزداد المجال إلى الضعف و لكي يبقى الجسم متزنًا يجب أن تصبح الشحنة (ش) نصف ما كانت عليه.



الأسئلة:

1- في الشكل المجاور الجسم أ شحنته -ش. و كتلته ك :
(أ) حدد شحنة الصفيحتين؟

(ب) إذا أدخل الجسم ب شحنته -ش. و كتلته 2ك، فهل يتزن؟

(ج) إذا زادت الشحنة الكهربائية على الصفيحتين فهل يبقى الجسم (أ) متزنًا؟

الحل:

(أ) بما أن شحنة الجسم (أ) سالبة فإن اتجاه خطوط المجال ستكون باتجاهه (-) ليتحرك بعكس اتجاه وزنه إذا لا بد أن تكون الصفيحة العلوية موجبة و السفلية سالبة.

(ب) يتأثر الجسم (ب) بقوتين وزنه (و=كج) نحو الأسفل و القوة الكهربائية (ق=م ش) نحو الأعلى، عندما تتضاعف الكتلة وتبقى الشحنة ثابتة فإن الوزن يصبح أكبر من القوة الكهربائية لذلك سيتحرك الجسم (ب) نحو الأسفل باتجاه (-) ص.

(ج) المجال الكهربائي يتناسب طرديًا مع الشحنة الكهربائية فعندما تزداد الشحنة يزداد المجال الكهربائي و تصبح القوة الكهربائية أكبر ليتحرك الجسم (أ) باتجاه (+) ص و لن يبقى متزنًا.

2- في الشكل التالي أين يكون المجال الكهربائي أكبر؟

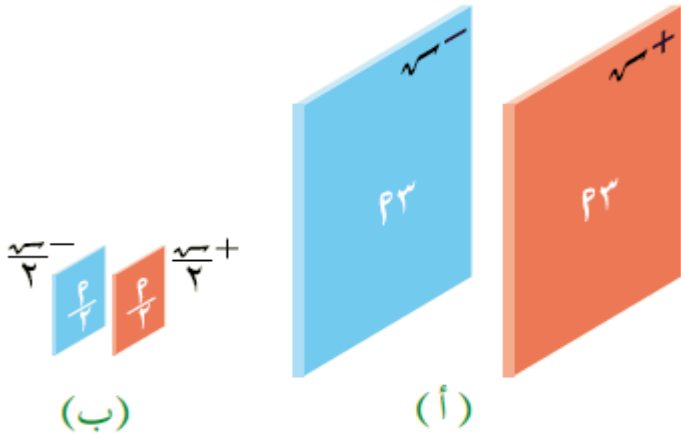
$$\sigma = \frac{\rho}{\epsilon} = \frac{\rho}{\epsilon} \times 3.14 \times 10^{-10}$$

كثافة الشحنة للصفيحتين (أ): $\sigma = \frac{\rho}{\epsilon} = \frac{\rho}{\epsilon} \times 3.14 \times 10^{-10}$

كثافة الشحنة للصفيحتين (ب): $\sigma = \frac{\rho}{\epsilon} = \frac{\rho}{\epsilon} \times 3.14 \times 10^{-10}$

$$\sigma = \frac{\rho}{\epsilon} = \frac{\rho}{\epsilon} \times 3.14 \times 10^{-10}$$

إذا المجال الكهربائي في (ب) يساوي 3 أضعاف المجال (أ).



3- الكترون و بروتون يتحركان في مجال كهربائي منتظم، إذا علمت أن ك.ك = $\frac{1}{1840}$ ك.ك_p اجب عما يلي.

(أ) أيهما أكبر مقدارًا القوة الكهربائية المؤثرة في البروتون أم المؤثرة في الكترون؟
(ب) أيهما أكبر مقدارًا تسارع الكترون أم تسارع البروتون؟

الحل: (أ) بما أن البروتون و الكترون يحملان نفس الشحنة الكهربائية و يوجدان في المجال الكهربائي ذاته فانهما سيتأثران بنفس المقدار من القوة الكهربائية. $q = e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

ملاحظة: $(\sigma = \frac{\rho}{\epsilon} \times 3.14 \times 10^{-10})$ القوة الكهربائية تعتمد على مقدار الشحنة الكهربائية و مقدار المجال الكهربائي و لا تعتمد على الكتلة.

(ب) من العلاقة $t = \frac{m}{e} \times v$ نجد أنه كلما زادت الكتلة قل التسارع لذلك فإن تسارع الكترون (الأقل كتلة) سيكون أكبر من تسارع البروتون

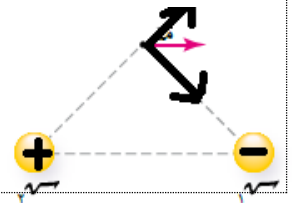
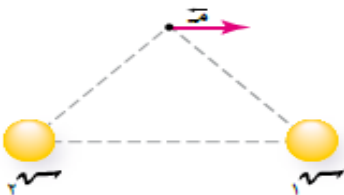
$$t_{e-} = 1840 t_{p+} \quad t_{e-} < t_{p+}$$

اجابات أسئلة الفصل صفحة 27-29:

السؤال الأول: (1) في الشكل التالي الشحنتين متساويتين مقدارًا و المجال الكهربائي باتجاه (+) س حدد شحنتيهما:

الحل: الشحنة الأولى سالبة و الثانية موجبة.

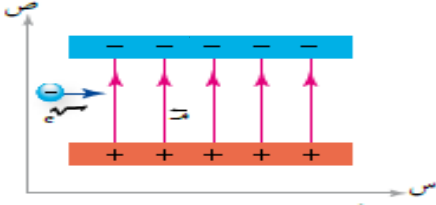
رمز الجابة الصحيحة هو (ج)



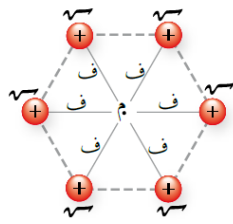
٢) في الشكل يكون اتجاه المجال الكهربائي ونوع الشحنة المولدة له:
الحل: الشحنة السالبة تتحرك بعكس اتجاه المجال الكهربائي فإذا كانت حركة الشحنة باتجاه (+س) فإتجاه المجال سيكون (-س) وبم أن المجال خارج من الشحنة فإن الشحنة موجبة.
 رمز الإجابة الصحيحة هو (د).



٣) الكترون يدخل مجال كهربائي منتظم كما في الشكل، يكتسب تسارعا باتجاه:
الحل: بما أن الاكترون سالب الشحنة سيتحرك عكس اتجاه المجال الكهربائي باتجاه (-ص)
 بالإضافة لاتجاه تأثير وزنه نحو (-ص).
 رمز الإجابة الصحيحة هو(ب).



٤) في الشكل المجاور ازيلت شحنة واحدة من الشحنات الكهربائية، فإذا كانت الشحنات جميعها متساوية (+ش) فإن المجال الكهربائي:



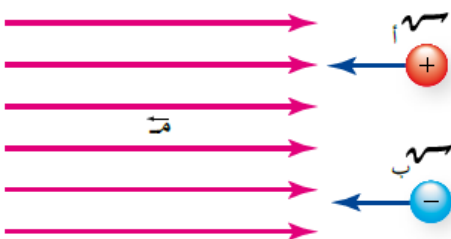
الحل: م = |ش × ١٥ = ش × ١٥
 ف ف

رمز الإجابة الصحيحة هو(ب).

٥) مجال كهربائي منتظم بين صفيحتين متوازيتين و مشحونتين بشحنتين متساويتين مقداراً و مختلفتين في النوع، إذا اصبحت مساحة الصفيحتين ضعفي ما كانت عليه و قلت شحنتهما الى النصف فإن لمجالالكهربائي يصبح:

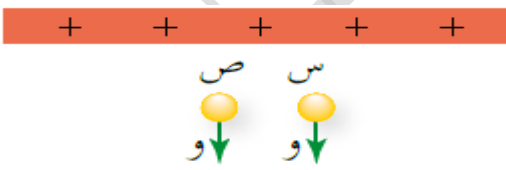
الحل: م = σ = σ = م
 ع ع
 عندما تصبح ش = ١ ش. أ. ٢ = م = ش. ب.
 ١٢ × ٢ ع. م = ١ م. رمز الإجابة الصحيحة هو (ج).

السؤال الثاني: الشكل يبين حركة جسيمان (أ) موجب و(ب) سالب قبل دخولهما مجال كهربائي منتظم، اجب عما يلي:
 (أ) ما هو اتجاه حركة كل منهما بعد دخوله المجال الكهربائي؟
 (ب) كيف يؤثر المجال الكهربائي على مقدار كل منهما؟



الحل:
 (أ) الجسيم (أ) سيتحرك مع اتجاه المجال باتجاه (+س)
 أما الجسيم (ب) سيتحرك بعكس اتجاه المجال الكهربائي باتجاه (-س).
 (ب) الجسيم (أ) ستقل سرعته لأن المجال الكهربائي أثر عليه بقوة معاكسة لاتجاه حركته أما الجسيم (ب) ستزداد سرعته لأن المجال أثر عليه بقوة كهربائية بنفس اتجاه حركته.

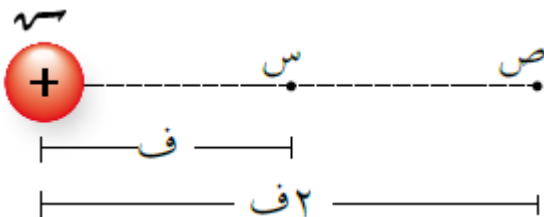
السؤال الثالث: في الشكل المجاور جسيمان س ص مشحونان و لهما نفس الوزن بقي الجسيم س ساكناً بينما تحرك الجسيم ص نحو الاعلى(+ص)، اجب عما يلي:
 (أ) ما نوع شحنة كل من الجسيمين؟
 (ب) لماذا بقي الجسيم س ساكناً بينما تحرك الجسيم ص نحو الاعلى؟



الحل:
 (أ) الجسيم (س) اتزن هذا يعني أنه تأثر بقوة معاكسة لوزنه نحو الاعلى و هي القوة الكهربائية، اتجاه المجال الكهربائي سيكون نحو الأسفل(-ص) و لكي يتحرك الجسيم (س) بعكس اتجاه المجال لكهربائي يجب أن يكون سالب الشحنة و بما ان الجسيم (ص) تحرك مع اتجاه المجال الكهربائي سيكون موجب الشحنة.

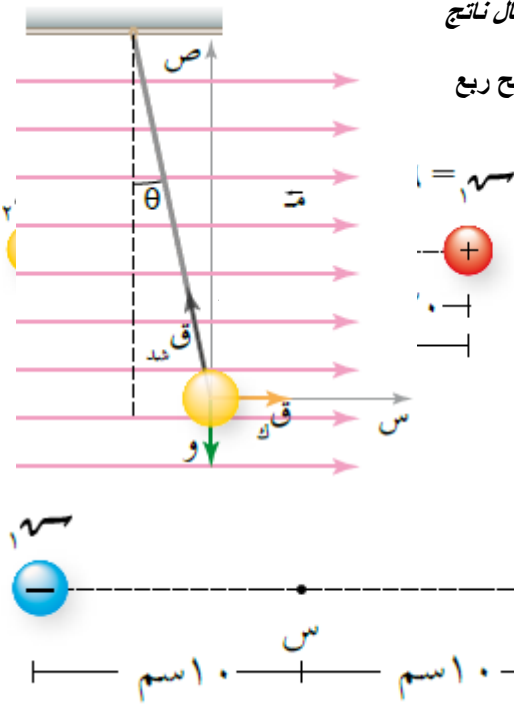
(ب) بسبب اختلاف نوع الشحنة الكهربائية للجسيمين س و ص تختلف الحالة الحركية لكل منهما عند تأثرهما بالمجال الكهربائي ذاته.

السؤال الرابع: في الشكل المجاور وضعت شحنة مقدارها ١.٠ × ١^{-١} كولوم عند النقطة س فتأثرت بقوة مقدارها ٨.٠ × ١^{-١} نيوتن، احسب:
 (أ)المجال الكهربائي عند س.
 (ب)القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها -١.٠ × ١^{-١} توضع عند ص.



الحل:
 (أ) م = ق = ق = ٨.٠ × ١^{-١} = ٨ نيوتن/كولوم.
 س ١.٠ × ١^{-١}

ب) لاحظ ان المجال الكهربائي غير منتظم و يقل كلما زاد البعد عن الشحنة المصدر لان المجال ناتج عن شحنة من العلاقة الرياضية
 $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ نجد انه عندما تزداد المسافة لتصبح الضعف عندها يقل المجال الكهربائي ليصبح ربع ما كان عليه اذا
 $E_1 = 10 \times 2 = 20$ نيوتن/كولوم



ق ص = م ص ش = $10 \times 2 = 20$ نيوتن باتجاه (- س).

السؤال الخامس: في الشكل المجاور اذا علمت أن المجال الكهربائي عند النقطة س صفر، جد مقدار ش_٢ ونوعها.

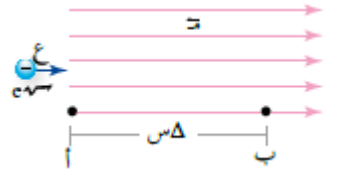
الحل: $E = E_1 - E_2 = 0$
 $\frac{10 \times 9}{30^2} - \frac{Q_2 \times 9}{10^2} = 0$
 $Q_2 = 30$ كولوم ونوعها موجب

السؤال السادس: شحنة مقدارها 2×10^{-6} كولوم وضعت على بعد ١٠ سم من النقطة س، كم الشحنة التي يجب وضعها عند النقطة ع لكي يصبح المجال الكهربائي عند النقطة س 5×10^5 نيوتن/كولوم باتجاه النقطة ع.

الحل: اتجاه المجال نحو (+ س) لكن اتجاه المجال الناتج عن ش_٢ سيكون باتجاه (- س) و لكي يصبح المجال المحصل باتجاه (+ س) يجب أن تؤثر ش_٢ بعكس اتجاه تأثير ش_١ اذا لا بد من أن تكون ش_٢ سالبة الشحنة و تؤثر بعكس اتجاه تأثير الشحن الأولى.

حل: $E = E_1 - E_2 = 5 \times 10^5$
 $\frac{2 \times 10^{-6} \times 9}{10^2} - \frac{Q_2 \times 9}{10^2} = 5 \times 10^5$
 $Q_2 = -1 \times 10^{-7}$ كولوم ونوع الشحنة سالب.

السؤال السابع: الكترون يتحرك بسرعة 3×10^8 م/ث باتجاه (+ س) أدخل مجالا كهربائيا منتظما مقداره 1×10^4 نيوتن/كولوم، اذا علمت انه بدأ حركته من النقطة (أ) وتوقف عند(ب) احسب الأزاحة التي قطعها الالكترتون.

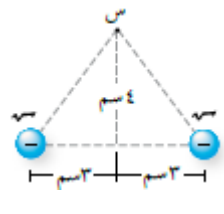


الحل: قبل دخول اللكترون داخل المجال الكهربائي كان يتحرك بسرعة ثابتة ولكن بسبب تأثيره بقوة كهربائية تغيرت هذه السرعة.
 أولا نحسب التسارع: $a = \frac{F}{m} = \frac{1 \times 10^4 \times 1.6 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}} = 1.76 \times 10^{16}$ م/ث^٢ باتجاه (- س) الالكترتون
 يتحرك بعكس اتجاه المجال الكهربائي.

نستخدم المعادلة الثالثة من معادلات الحركة في خط مستقيم و بتسارع ثابت لاحظ ان الالكترتون توقف عند(ب) اي ان السرعة النهائية(ع)تساوي صفر و التسارع سيكون سالب الاشارة لانه يتباطئ:

ع^٢ = ع^٢ + ٢ ا س
 $0 = (3 \times 10^8)^2 + 2 \times (-1.76 \times 10^{16}) \times \Delta s$
 $\Delta s = 5 \times 10^{-2}$ م = ٥ سم
 ازاحة الالكترتون $\Delta s = ٥$ مم.

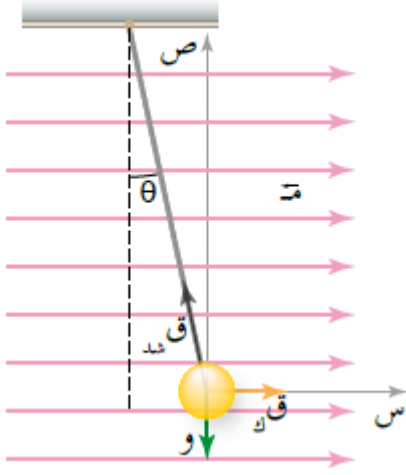
السؤال الثامن: شحنتان متماثلتان (ش = 5×10^{-10} كولوم) انظر الشكل احسب المجال عند (س).



الحل: $E = E_1 + E_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2} = \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$
 $E = \frac{2 \times 5 \times 10^{-10}}{4\pi \times 9 \times 10^9 \times 0.08^2} = 1.8 \times 10^4$ نيوتن/كولوم

السؤال التاسع: شحنتان متماثلتان (ش = 1.8×10^{-7} كولوم) احسب المجال عند (س).
 الحل: $E = E_1 + E_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_2^2}$
 $E = \frac{1.8 \times 10^{-7}}{4\pi \times 9 \times 10^9 \times 0.08^2} + \frac{1.8 \times 10^{-7}}{4\pi \times 9 \times 10^9 \times 0.08^2} = 2.88 \times 10^4$ نيوتن/كولوم باتجاه (+ س)

السؤال التاسع: كرة معلقة بخيط و موضوعة في مجال كهربائي منتظم فأتزنت كما يبين الشكل



اثبت أن $m = \frac{Q\epsilon}{g \sin \theta}$.
ش.

الحل:

نحلل قوة الشد الى مركبتين سينية و صادية (قشدص = و ، قشدهس = قك)
قشدص = قشدهس جتا theta
و = قشدهس جتا theta
قشدهس = $\frac{و}{\sin \theta}$
قشدهس = $\frac{و}{\cos \theta}$

تذكر ان قشدهس = قك اذا قك = و x ظا theta في نفس الوقت قك = م x ش.

$$م x ش = \frac{و}{\sin \theta}$$

$$ش = \frac{و}{م \sin \theta}$$

$$م = \frac{و \sin \theta}{ش}$$

$$ش = \frac{و \sin \theta}{م}$$