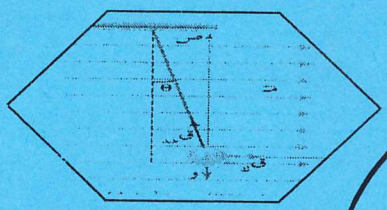
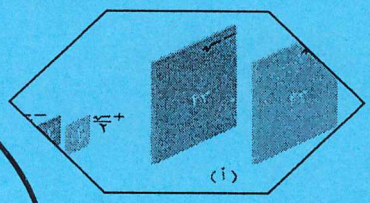
ورقة عمل رقم ٢

مسائل على المجال الكهربائي المنتظم



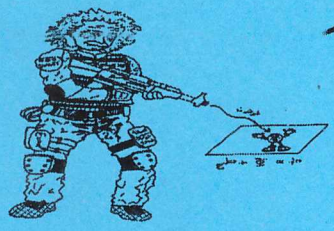


مسائل متنوعة على حركة جسيم

مشحون

وإتزان جسيم مشحون

حل يتضمن الشرح والتوضيح



للصمت ضجيج

يعلو الكلام

إعداد

أمجد دودين

أجمل ما في الإنسان روح التحدي ... أن يقاتل حتى يصل إلى ما يريد ...

الفيـــزيـــاء

المجال الكهربائي المنتظم

أفكار المسائل

- مسائل عامة على قانون المجال: $م = \frac{س}{ع} = \frac{س}{ع ف}$
- حركة جسيم مشحون: $ق = ع د$ ، $ش = م ت$ أو معادلات الحركة بتسارع ثابت
- اتزان جسيم مشحون: $ع ق = وز$ ، $ع ق_س = وز$ ، $ع ق_ص = صفر$

فكرة ماذا يحدث؟ وربطها مع الأفكار الثلاثة في الأعلى

إذا: حدوث تغير في العوامل التي يعتمد عليها المجال المنتظم

$م = \frac{س}{ع ف}$ ممكن ① أو ② أو ③

ملحوظة: ممكن أدخل مادة عازلة بين الصفيحتين أي مادة ع > ١ لكن غالبًا ① و ②

التحكم في عامل (ع) لا يتعبر في حل المسائل الصايبة سنقتصر دراستنا عليه، لكن ما ذا يحدث ممكن

تأسيس بسيط كمال الطلاب اللي بتحرق الرياضيات تحريق (مصائب الكسور)

$\frac{\frac{أ}{ب}}{\frac{جـ}{د}} = \frac{أ}{ب} \times \frac{د}{جـ}$ ⇐ $\frac{\frac{٣}{٢}}{\frac{٥}{٤}} = \frac{٣}{٢} \times \frac{٤}{٥} = \frac{١٢}{١٠}$

$\frac{أ}{\frac{ب}{د}} = \frac{أ}{ب} \times \frac{د}{١} = \frac{\frac{أ}{١}}{\frac{ب}{د}}$ ⇐ $\frac{٢}{\frac{٥}{٤}} = \frac{٢}{١} \times \frac{٤}{٥} = \frac{٨}{٥}$

حافظ عليها وامزع $\frac{أ}{١}$ القسمة الرئيسية

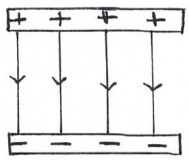
أو $أ = \frac{أ}{١}$

$\frac{أ}{ب} = \frac{أ}{ب} \times \frac{١}{جـ} = \frac{\frac{أ}{ب}}{\frac{جـ}{١}}$ ⇐ $\frac{١}{٤} = \frac{١}{٢} \times \frac{١}{٢} = \frac{\frac{١}{٢}}{\frac{٤}{١}}$

كمان حافظ عليها وامزع $\frac{جـ}{١}$

$جـ = \frac{جـ}{١}$ ∴

سؤال ① صفيحتان مشحونتان متوازيتان ، اذا علمت ان الشحنة على كل من الصفيحتين ($17,7 \times 10^{-14}$) كولوم وان مساحة الصفيحة الواحدة (2×10^{-4}) م^2



اجب عما يأتي

أولاً : احسب مقدار

١) كثافة الشحنة السطحية على كل من الصفيحتين

٢) المجال الكهربائي الناشئ بين الصفيحتين

٣) القوة الكهربائية المؤثرة في الالكترون الموضوع داخل المجال .

ثانياً :

١) اذا زادت المساحة للضعف ، وظل يبقى مقدار المجال الكهربائي كما هو فكم يجب ان تصبح الشحنة على كل من الصفيحتين .

٢) اذا قلت المساحة الى النصف والشحنة الى النصف هل يتغير مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في ذلك الالكترون . مفسراً اجابتك

الاجابة

أولاً :-

١) $\sigma = \frac{س}{م} = \frac{17,7 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-4}} = 8,85 \times 10^{-10}$ كولوم/م^2

٢) $هـ = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{8,85 \times 10^{-10}}{8,85 \times 10^{-12}} = 1 \times 10^{2}$ نيوتن/كولوم

٣) $ق = هـ \times ش = 1 \times 10^{2} \times (1,6 \times 10^{-19})$
$= 1,6 \times 10^{-17}$ نيوتن .

ثانياً :

١) $هـ = \frac{س}{\varepsilon_0 م}$ ، $هـ_{بعد} = هـ_{قبل}$

$\left.\begin{array}{l} هـ_{بعد} = \frac{س}{\varepsilon_0 م} \\ هـ_{قبل} = \frac{س}{\varepsilon_0 م} \end{array}\right\}$ $هـ_{بعد} = هـ_{قبل}$

$م_{بعد} = 2م$ فان $س_{بعد} = 2س$

يجب زيادة الشحنة للضعف ($2 \times 17,7 \times 10^{-14}$) كولوم

٢) $ق = هـ ش$

لم يتغير المجال $هـ_{بعد} = هـ_{قبل}$
وبالتالي تبقى القوة المؤثرة في الالكترون كما هي .

$م_{بعد} = \frac{1}{2} م$

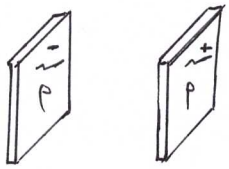
$س_{بعد} = \frac{1}{2} س$

$هـ_{بعد} = \frac{\frac{1}{2} س}{\varepsilon_0 \frac{1}{2} م} = هـ$

$هـ_{بعد} = هـ$

سؤال ② يمثل الشكل صفيحتان متوازيتان مشحونتان احداهما موجبة والأخرى سالبة .

بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل اجب عما يأتي :



ماذا يحدث للمجال الكهربائي في كل من الحالات الآتية :

١) اذا قلت الشحنة للنصف .

٢) اذا قلت المساحة للنصف .

٣) اذا زادت الشحنة أربعة اضعاف وزادت المساحة للضعف .

٤) اذا قلت الشحنة للنصف وزادت المساحة اربعة اضعاف .

٥) اذا زادت الشحنة ثلاثة اضعاف وقلت المساحة الى الثلث .

٦) اذا قلت الشحنة الى الربع وقلت المساحة الى النصف

٧) اذا زاد كل من الشحنة والمساحة للضعف

الاجابة $هـ = \frac{س}{\varepsilon_0 م}$

١) $هـ = \frac{س}{\varepsilon_0 م}$ ، $س = \frac{1}{2} س$

$هـ = \frac{\frac{1}{2} س}{\varepsilon_0 م} = \frac{\frac{س}{2}}{\varepsilon_0 م} = \frac{1}{\varepsilon_0 م} \times \frac{س}{2}$

$هـ_{بعد} = \frac{س}{\varepsilon_0 م 2} = \frac{س}{\varepsilon_0 م} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2} هـ_{قبل}$

$هـ = \frac{1}{2} هـ$ يقل للنصف

صبة صبة مع جماعة الكسور

٢) $هـ = \frac{س}{\varepsilon_0 م}$ ، $م = \frac{1}{2} م$

$هـ = \frac{س}{\varepsilon_0 \frac{1}{2} م} = \frac{س}{\frac{\varepsilon_0 م}{2}} = \frac{س}{1} \times \frac{2}{\varepsilon_0 م}$

$هـ_{بعد} = 2 \frac{س}{\varepsilon_0 م} = 2 هـ_{قبل}$

$هـ = 2 هـ$ يزداد للضعف

٣) $\text{هـ} = \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2}$ ، $\text{سـ} = ٤\ \text{سـ}$

$\text{ف}' = ٢\ \text{ف}$

$\text{هـ}' = \frac{٤\ \text{سـ}}{(٢\ \text{ف})^2} = \frac{٤\ \text{سـ}}{٤\ \text{ف}^2} = \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2} \times ١ = ١\ \text{هـ}$

$\text{هـ}' = ١\ \text{هـ}$ لم يزداد للضعف .

٤) $\text{هـ} = \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2}$ ، $\text{سـ} = \frac{١}{٢}\ \text{سـ}$

$\text{ف}' = ٤\ \text{ف}$

$\text{هـ}' = \frac{\frac{١}{٢}\ \text{سـ}}{(٤\ \text{ف})^2} = \frac{\frac{١}{٢}\ \text{سـ}}{١٦\ \text{ف}^2} = \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2} \times \frac{١}{٣٢}$

$\text{هـ}' = \frac{\text{سـ}}{٣٢\ \text{ف}^2} = \frac{١}{٣٢}\ \text{هـ}$

$\text{هـ}' = \frac{١}{٨}\ \text{هـ}$ يقل للثمن

٥) $\text{هـ} = \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2}$ ، $\text{سـ} = ٣\ \text{سـ}$

$\text{ف}' = \frac{١}{٣}\ \text{ف}$

$\text{هـ}' = \frac{٣\ \text{سـ}}{\frac{١}{٩}\ \text{ف}^2} = \frac{٣\ \text{سـ}}{\frac{١}{٩}\ \text{ف}^2} = \frac{٣\ \text{سـ}}{١} \times \frac{٩}{\text{ف}^2}$

(ن) ٣ / ١/٩ هـ فوق مايرووحوا مع بعض (م)

$\text{هـ}' = ٩ \times \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2} = ٩\ \text{هـ}$

$\text{هـ}' = ٩\ \text{هـ}$ يزداد تسع اضعاف

٦) $\text{هـ} = \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2}$ ، $\text{سـ} = \frac{١}{٤}\ \text{سـ}$

$\text{ف}' = ٢\frac{١}{٢}\ \text{ف}$

$\text{هـ}' = \frac{\frac{١}{٤}\ \text{سـ}}{(٢\frac{١}{٢}\ \text{ف})^2} = \frac{\frac{١}{٤}\ \text{سـ}}{٦\frac{١}{٤}\ \text{ف}^2} = \frac{\text{سـ}}{٤} \times \frac{٢}{\text{ف}^2}$

$\text{هـ}' = \frac{٢}{٤} \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2} = \frac{١}{٢} \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2} = \frac{١}{٢}\ \text{هـ}$

$\text{هـ}' = \frac{١}{٢}\ \text{هـ}$ يقل للنصف .

٧) $\text{هـ} = \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2}$ ، $\text{سـ} = ٢\ \text{سـ}$

$\text{ف}' = ٢\ \text{ف}$

$\text{هـ}' = \frac{٢\ \text{سـ}}{(٢\ \text{ف})^2} = \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2}$

$\text{هـ}' = \text{هـ}$ يبقى كما هو ثابتا

حركة جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم

بإهمال قوة الوزن أثناء الحركة للجسيمات الذرية الصغيرة مقارنة بالقوة الكهربائية فإن وحسب قانون نيوتن الثاني :

محصلة = قوة واحدة فقط

$$\text{ت ك} = \text{هـ شـ}$$

ملاحظات هامة لبعض أفكار المسائل

* تستخدم العلاقة ت ك = هـ شـ للمقارنة بين الجسيمات مثل أيهما أكبر تسارع

$\text{ت} = \frac{\text{هـ شـ}}{\text{ك}}$ «فكرة المقارنة»

* فكرة ماذا يحدث لـ .....

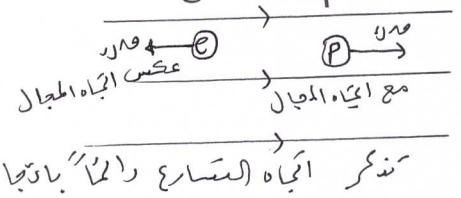
اذا (لعبة التحكم في هـ) كـ $\text{هـ} = \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^2}$

مقارنة بين البروتون (+) p والالكترون (−) e

ملاحظة :- $\text{سـ}_p = \text{سـ}_e$ بالمقدار لذلك اذا وضع جسمان لهما نفس الشحنة في نفس المجال فإنهما يتأثران بنفس المقدار من القوة الكهربائية لكن الجسم ذو الكتلة الأكبر يكون تسارعه اقل من الجسم ذو الكتلة الأقل "علاقة عكسية"

$\text{ك}_p > > > \text{ك}_e$

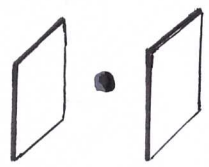
$\text{ت}_p < < < \text{ت}_e$



نتذكر اتجاه التسارع دائما باتجاه القوة .

$\text{ت} = \frac{\text{هـ شـ}}{\text{ك}}$ ، $\text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{ك}}$

سؤال ③ يمثل الشكل صفيحتان متوازيتان مشحونتان احداهما موجبة والاخرى سالبة اذا وضع جسيم مشحونة كتلته (ك) وشحنته (شـ) بين الصفيحتان



بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل اجب عما يأتي :

ماذا يحدث لكل من

القوة الكهربائية المؤثرة على الجسم

و سارعه في الاحوال الآتية :

١) اذا قلت الشحنة على الصفيحتين للنصف .

٢) اذا قلت المسافة للنصف .

٣) اذا زادت الشحنة على الصفيحتين اربعة اضعاف وزادت المسافة للضعف .

٤) اذا قلت الشحنة على الصفيحتين للنصف وزادت المسافة اربعة اضعاف .

٥) اذا زادت الشحنة ثلاثة اضعاف وقلت المسافة الى الثلث .

٦) اذا قلت الشحنة الشحنة على الصفيحتين .

٧) اذا زاد كل من شحنة الصفيحتين والمسافة الى الضعف .

الاجابة

توضيح $ق_{د} = م \times ش$ ← علاقة طردية

شحنة الجسيم ثابتة

التي يصير على المجال يصير على القوة

$ت = \frac{ق_{د}}{ك} = \frac{م \times ش}{ك}$

كتلة الجسيم ثابتة

التي يصير على $ق_{د}$ يصير على التسارع

سؤال ③ نفس سؤال ② لكن نسأل ماذا يحدث لكل من $ق_{د}$ و ت لذلك نحفزا التغير الحادث للمجال من سؤال ② ثم نجيب

يعني نتيجة لتقص الجسم ثابت الكتلة والشحنة

و علة التي يصير على $م$ ← يصير على $ق_{د}$ ← يصير على ت

$ق_{د} = م \times ش$

$ت = \frac{ق_{د}}{ك}$

١) $م' = \frac{1}{2} م$

$ق_{د}' = \frac{1}{2} م \times ش$

$ق_{د}' = \frac{1}{2} ق_{د}$ تقل الى النصف

$ت' = \frac{ق_{د}'}{ك} = \frac{\frac{1}{2} ق_{د}}{ك} = \frac{1}{2} ت$ تقل الى النصف

٢) $م' = ٢ م$

$ق_{د}' = ٢ م \times ش = ٢ ق_{د}$ تزداد للضعف

$ت' = \frac{٢ ق_{د}}{ك} = ٢ ت$ يزداد للضعف

٣) $م' = ٢ م$

$ق_{د}' = ٢ م \times ٢ ش = ٤ ق_{د}$ تزداد للضعف

$ت' = \frac{٤ ق_{د}}{ك} = ٤ ت$ يزداد للضعف

٤) $م' = \frac{1}{٨} م$

$ق_{د}' = \frac{1}{٨} م \times ش = \frac{1}{٨} ق_{د}$ تقل الى الثمن

$ت' = \frac{\frac{1}{٨} ق_{د}}{ك} = \frac{1}{٨} ت$ تقل الى الثمن

٥) $م' = ٩ م$

$ق_{د}' = ٩ م \times ش = ٩ ق_{د}$ تزداد ٩ اضعاف

$ت' = \frac{٩ ق_{د}}{ك} = ٩ ت$ يزداد ٩ اضعاف

٦) $م' = \frac{1}{٢} م$

$ق' = \frac{1}{٢} ق$ تقل الى النصف

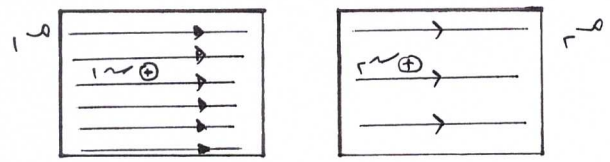
$ت' = \frac{1}{٢} ت$ تقل الى النصف

٧) $م' = م$

$ق_{د}' = ق_{د}$ تبقى ثابتة

$ت' = ت$ يبقى ثابت

سؤال (٤) يمثل الشكل المجاور مجالين كهربائيين منتظمين موضوع جسيم مشحون في كل منهما اذا علمت ان الجسيمان متماثلان في الكتلة وان كتلة الجسيم الأول ضعف كتلة الجسيم الثاني بالاعتماد على الشكل قارن بين تسارع الجسمان .



الاجابة

من الشكل وبعد خطوط المجال نستنتج ان

$م_1 = ٢ م_2$ ، $ك_1 = ٢ ك_2$

$ت_1 = \frac{م_1 ش}{ك_1} = \frac{٢ م_2 ش}{٢ ك_2}$

اذا كان $م_2 = م$ ، $ك_2 = ك$ فان $م_1 = ٢م$ ، $ك_1 = ٢ك$

$ت_2 = \frac{م_2 ش}{ك_2} = \frac{م ش}{ك}$

$ت_1 = ت_2$ لهما نفس التسارع

سؤال (٥) جسمان متماثلان في الكتلة والتسارع يقعان في مجالين منتظمين مختلفين اذا علمت ان $س_1$ اربعة امثال $س_2$ جد النسبة بين $م_1$ الى $م_2$

الاجابة

$ق_1 = ق_2$ ، $س_1 = ٤ س_2$ من السؤال

$ق_1 = ك \times ت$ ، $ق_2 = ك \times ت$

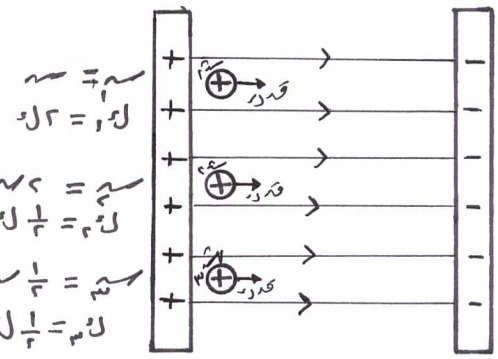
فان $ق_1 = ق_2$

$م_1 = \frac{ق_1}{س_1}$ و $م_2 = \frac{ق_2}{س_2}$

$\frac{م_1}{م_2} = \frac{\frac{ق_1}{س_1}}{\frac{ق_2}{س_2}} = \frac{ق_1}{س_1} \times \frac{س_2}{ق_2}$

$\frac{م_1}{م_2} = \frac{س_2}{س_1} = \frac{س_2}{٤ س_2} = \frac{١}{٤}$

سؤال (٥) يمثل الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم يحتوي على ثلاثة جسيمات مشحونة بدأت الحركة معاً من السكون بنفس اللحظة بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل رتب تنازلياً الأجسام الثلاث حسب وصولها أولاً للصفيحة السالبة



الاجابة

الذي يصل أولاً هو الذي يكون له أكبر تسارع

$ت_1 = \frac{م_1 ش}{ك_1} = \frac{م س}{٢ ك} = \frac{١}{٢} ت$

$ت_2 = \frac{م_2 ش}{ك_2} = \frac{م ٢س}{\frac{١}{٢} ك} = \frac{٤ م س}{ك} = ٤ت$

$ت_3 = \frac{م_3 ش}{ك_3} = \frac{م \frac{١}{٢} ش}{\frac{١}{٢} ك} = \frac{م ش}{ك} = ت$

$ت_2 > ت_3 > ت_1$

الجسيم الثاني ثم الجسيم الثالث ثم الجسيم الأول

حركة جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم بتسارع ثابت (أ)

معادلات الحركة بتسارع ثابت

(ت) ك = م ← ثابتة
م ← منتظم (ثابت)
ثابتة

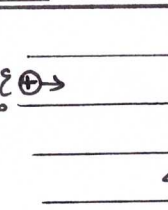
أكيد التسارع ثابت المقدار لذلك يمكن استخدام معادلات الحركة بتسارع ثابت

نستخدم أي معادلة حسب معطيات السؤال والمطلوب

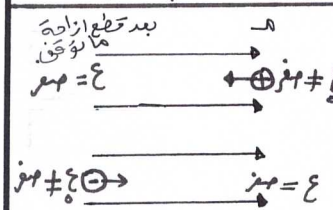
1. ع = ع₀ + ت ز — عند غياب ∆س
2. ع² = ع₀² + ٢ ت ∆س — عند غياب ز
3. ∆س = ع₀ ز + ½ ت ز² — عند غياب ع

ملاحظة :- ع₂ = ع ، ع₁ = ع₀

التسارع (الموجب)	ملاحظة هامة	التسارع (السالب) التباطؤ
ع م > ع ، ق = +		ع م < ع ، ق = −



بدأ جسم حركة من السكون
ع₀ = صفر ، ع ≠ صفر



دخل جسم منطقة مجال كهربائي بسرعة مقدارها (٢ × ١٠⁴) م/ث ثم توقف بعد قطعة مسافة ٢ ملم داخل المجال

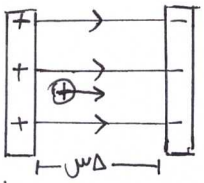
ع₀ = ٢ × ١٠⁴
ع = صفر (توقف)

هنا الجسم تسارع نحو من قيمة التسارع موجب

هنا الجسم تباطأ نحو من قيمة التسارع (التباطؤ) سالب

سؤال ٦ تحرك جسيم شحنته ٢ × ١٠⁻⁴ كولوم وكتلته ٤ × ١٠⁻¹⁴ كغ من السكون من اللوح الموجب الى اللوح السالب اذا علمت ان القوة الكهربائية المؤثرة فيه ٨ر٠ نيوتن بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل احسب

١) كثافة الشحنة السطحية على كل لوح
٢) سرعة وصول الجسيم للوح السالب
٣) زمن وصول الجسيم للوح السالب



الإجابة

١) ك = م × ع₀ | م = ق / س

س = ٤ × ١٠⁻³ / (٨٫٨٥ × ١٠⁻¹²) = ٤ × ١٠⁻¹ / ٨٫٨٥ × ١٠⁻¹ = ٤ × ١٠³ كولوم/م² حيث ق = ٤ × ١٠⁻⁴ / ١٠ = ٤ × ١٠⁻⁵

٢) ت = ق / ك = ٨ × ١٠⁻¹ / ٤ × ١٠⁻¹⁴ = ٢ × ١٠¹¹ م/ث²

عندما ع² = ع₀² + ٢ ت ∆س

ع² = صفر + ٢ × (٢ × ١٠¹¹) × ٤ × ١٠⁻³

ع² = ١٦ × ١٠⁸

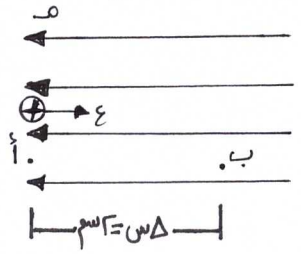
ع = ٤ × ١٠⁴ م/ث

٣) ع = ع₀ + ت ز

٤ × ١٠⁴ = صفر + ٢ × ١٠¹¹ (ز)

ز = ٢ × ١٠⁻⁷ ث

سؤال (٧) جسيم مشحون بشحنة مقدارها (٩×١٠^{-٩}) كولوم يتحرك باتجاه المحور السيني الموجب بسرعة مقدارها (٦×١٠^{٤}) م/ث أُدخل مجالاً كهربائياً منتظماً (هـ) كما في الشكل اذا بدأ الجسيم حركته تحت تأثير المجال من (أ) وتوقف عند (ب) . جد مقدار المجال الكهربائي بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل



الاجابة

ع$_{أ}$ = ٦×١٠^{٤} ع$_{ب}$ = صفر (توقف عند ب)

تباطؤ

ع$_{ب}^{٢}$ = ع$_{أ}^{٢}$ + ٢(-ت) Δس

صفر = (٦×١٠^{٤})^{٢} − ٢ت (٣×١٠$^{-٢}$)

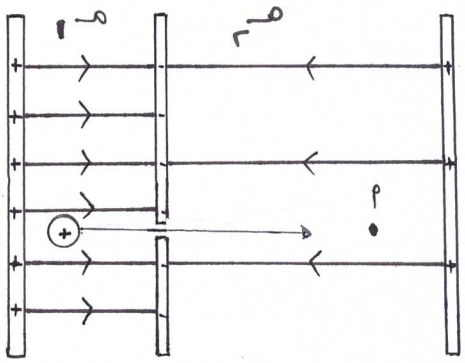
٤ ت ×١٠$^{-٢}$ = ٣٦×١٠^{٨}

ت = $\frac{٣٦\times١٠^{٨}}{٤\times١٠^{-٢}}$ = ٩×١٠^{١١} م/ث^{٢}

ت ك = هـ ش

هـ = $\frac{ت\,ك}{ش}$ = $\frac{(٨\times١٠^{-١٤})(٩\times١٠^{١١})}{٩\times١٠^{-٩}}$ = ٨×١٠^{٧} نيوتن/كولوم

سؤال (٨) تحرك جسيم شحنته (٣×١٠$^{-٤}$) كولوم وكتلة (٤×١٠$^{-١٤}$) كغ من السكون من اللوح الموجب باتجاه محور السينات الموجب في المجال الكهربائي الأول والذي مقداره (٤×١٠^{٣}) نيوتن/كولوم ثم دخل مجال كهربائي آخر (هـ$_{٢}$) فتوقف عند النقطة P . إذا علمت ان الزمن المستغرق منذ بداية حركته من السكون وصوله الى الصفيحة السالبة (٣×١٠$^{-٧}$) ث احسب الإزاحة التي حققها الجسيم منذ بداية حركته حتى لحظة توقفه معتمداً على الشكل المجاور



الاجابة

نلاحظ من الشكل و المعلومات المعطاة ان المجال الأول (هـ١) عمل على تسريع وزيادة سرعة الجسيم والمجال الثاني (هـ٢) عمل على ابطاء سرعة الجسيم و ايقافه عند P

كما نستنتج من عدد الخطوط في الشكل ان

هـ$_{٢}$ = $\frac{١}{٣}$ هـ$_{١}$ = $\frac{١}{٣}$ (٤×١٠^{٣}) = ١٠٣×١٠^{٣} نيوتن/كولوم

أولاً:- نحسب الإزاحة التي قطعها الجسيم في المجال الأول والتي تمثل المسافة بين الصفيحتين و نحسب ع لحظة وصوله الى الصفيحة السالبة (المرحلة الأولى)

ت = $\frac{هـ_{١}\,ش}{ك}$ = $\frac{(٤\times١٠^{٣})(٣\times١٠^{-٤})}{٤\times١٠^{-١٤}}$

ت = ٣×١٠^{١١} م/ث^{٢} .

ع$_{ب}^{٢}$ = ع$_{أ}^{٢}$ + ٢ت ف ⇐ ع$_{ب}^{٢}$ = صفر + ٢×٣×١٠^{١١} (٣×١٠$^{-٧}$)

ع = ٤×١٠^{٤} م/ث

نوجد الآن Δس بحسب اي معادلة مناسبة

Δس = ع$_{أ}$ ز + $\frac{١}{٢}$ ت ز^{٢}

= صفر + $\frac{١}{٢}$ (٣×١٠^{١١}) (٣×١٠$^{-٧}$)^{٢}

= ٤×١٠$^{-٣}$ م .

ع في المرحلة الأولى ع$_{أ}$ = ع = ٤×١٠^{٤} م/ث

(المرحلة الثانية) ع$_{ب}$ = صفر لان الجسيم توقف

لكن هنالك تسارع جديد لان هـ تغيرت .

ت$_{٢}$ = $\frac{هـ_{٢}\,ش}{ك}$ = $\frac{(١٠٣\times١٠^{-٢})(٣\times١٠^{-٤})}{٤\times١٠^{-١٤}}$ = ١×١٠^{١١} م/ث^{٢}

ع$_{ب}^{٢}$ = ع$_{أ}^{٢}$ + ٢ت Δس (تباطؤ)

صفر = ١٦×١٠^{٨} − ٢(١×١٠^{١١}) Δس

١٦×١٠^{٨} = ٢×١٠^{١١} Δس

Δس = ٨×١٠$^{-٣}$ م

Δس الكلي = Δس (المرحلة الأولى) + Δس (المرحلة الثانية) = ٤×١٠$^{-٣}$ + ٨×١٠$^{-٣}$ = ١٢×١٠$^{-٣}$ م

مسائل على الإتزان

تعليق إتزان نقطة مادية وهنا نتحدث عن احد حالات الاتزان وهو الاتزان السكوني .

جسم متزن — اذا علمت ان قح على الجسم تساوي صفر — مشاهده ضوء وجسم معلقة

نستدل أن فكرة السؤال مبنية على **الإتزان**

قبل النظر

A قبل النظر الى المطلوب هنالك **3 حركات**

مسابات ← ① نخطط جميع القوى المؤثرة في الجسم :

② نحلل اي قوة مائل إن وجدت

③ نكون شرطي الإتزان

ملاحظة هامة :-

لضمان التخطيط السليم لجميع القوى:

بعد اجراء الخطوتان ① ② يجب الحصول على قوى متقابلة (متعاكسة)

القوة الكهربائية ($ق_ك$)

ومنشأها المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة الكهربائية الموضوعة

$ق_ك = م \, ش$

قوة الوزن (و)

ومنشأها كتلة الجسم الموضوع في مجال الجاذبية الأرضية

$و = ج \, ك$

← تسارع السقوط الحر (يـ 10 م/ث²) ثابت نجعل

قوة الشد ($ق_ش$)

ومنشأها وجود خيط معلقة به الجسم . ولا يوجد لها قانون

اتجاهات

- $ق_ك$ ← $ش_ج$ (+) ← $ق_ك$ باتجاه خطوط المجال
  $ش_ج$ (−) ← $ق_ك$ بعكس اتجاه خطوط المجال
- **و** الوزن ← دائماً للأسفل
- $ق_ش$ ← دائماً نحو نقطة التعليق

بعد النظر

B ننظر الى المطلوب في السؤال .

ونستعين من شرطي الاتزان وأي قانون مناسب

حركة رقم 3

$ح_{ف_س} = صفر$

$ح_{ف_س} = ح_{ف_{س+}}$

$ح_{ف_ص} = صفر$

$ح_{ف_ص} = ح_{ف_{ص+}}$

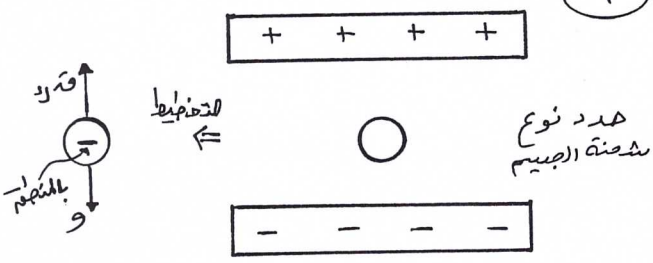
تدريبات على الخطوة A

- تحليل القوى وتحليل المائل منها ②
- كتابة شرطي الإتزان ③ ④

حركات

سؤال أكتب شرطي الإتزان في كل من الأشكال الآتية :

(١)



حدد نوع شحنة الجسم

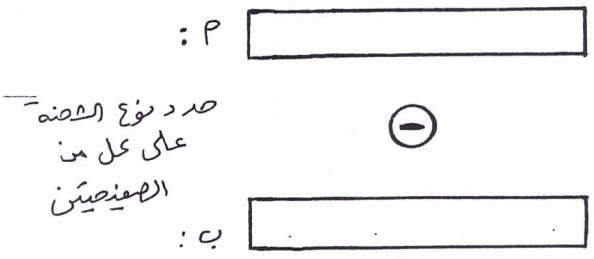
⇐ التحليل

الحل :-

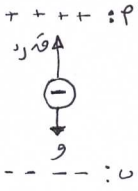
شرط الإتزان هنا على الصادات

قدر = و الشحنة سالبة ؛ حتى يتحقق الإتزان

(٢)



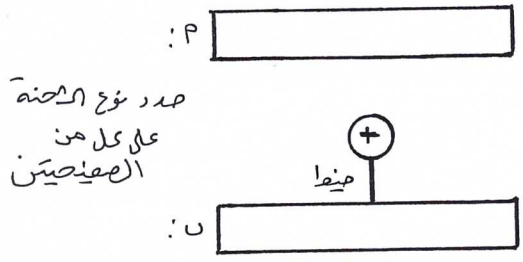
حدد نوع الشحنة على كل من الصفيحتين



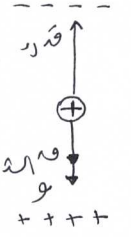
الحل :-

$ق_{در} = و$

(٣)

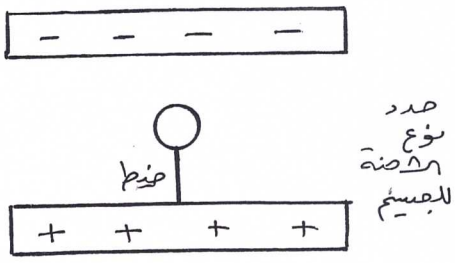


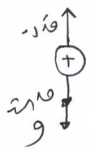
الحل :



$ق_{در} = ك جـ + و$

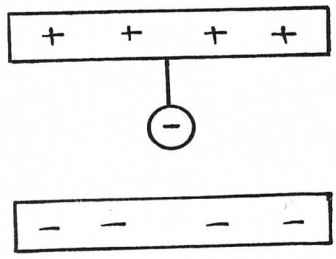
(٤)

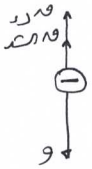




$ق_{در} = ك جـ + و$

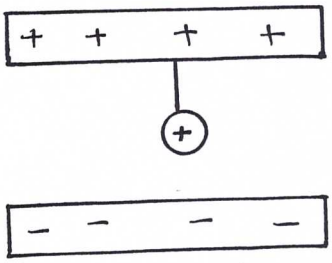
٥





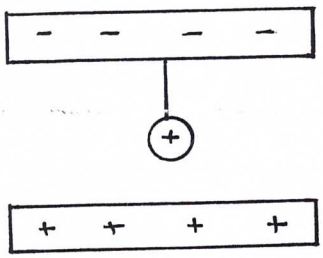
و = ق_د + ق_ش

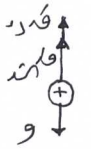
٦



ق_ش = ق_د + و

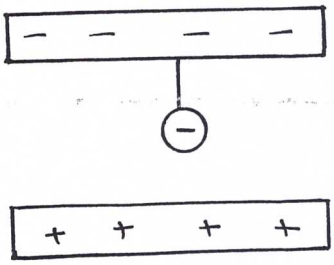
٧

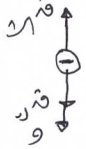




و = ق_د + ق_ش

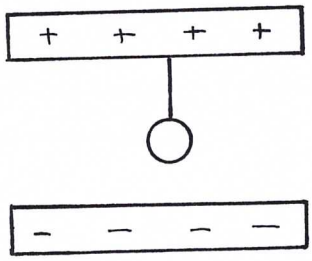
٨



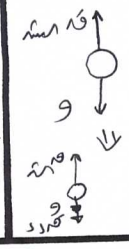


ق_ش = ق_د + و

٩



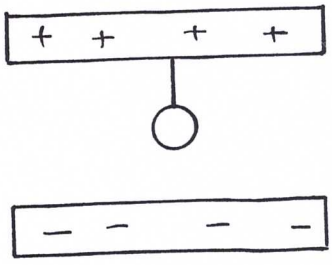
حدد نوع شحنة الجسيم



توضيح :- بما أن ق_ش > و فإن
إذاً فإنا ق_د بإتجاه حركة الوزن
لذلك ⊖ ← موجبة

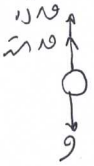
ق_ش = و + ق_د

١٠



علماً بأن و > ق_ش

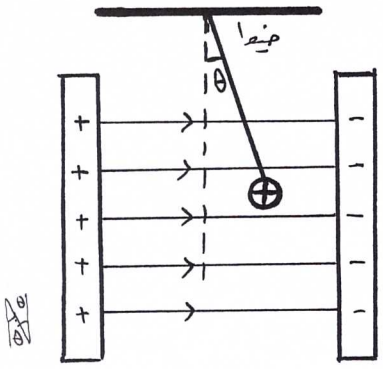
حدد نوع شحنة الجسيم

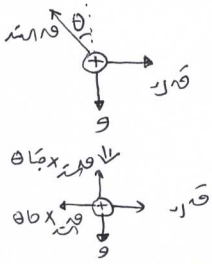


نوع الشحنة ⊖

و = ق_د + ق_ش

(١١)

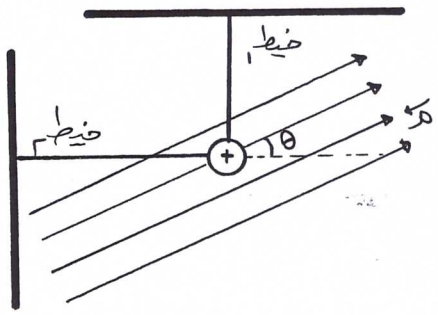


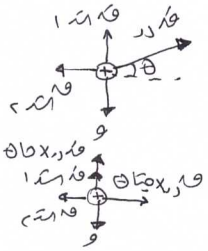


$ق_ر = ق_ت \times جا\theta$

$و = ق_ت \times جتا\theta$

(١٢)

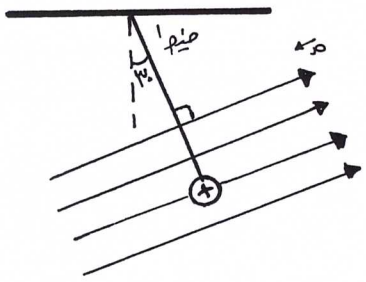




$ق_{ر_1} = ق_{ت_2} \times جتا\theta$

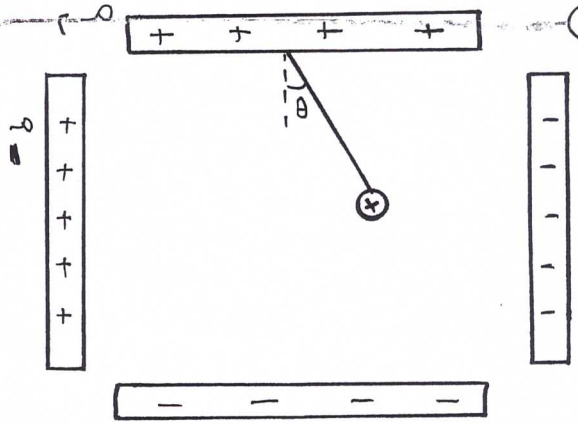
$ق_{ر_2} \times جا\theta + ق_{ت_1} = و$

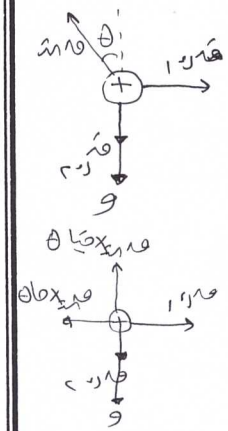
(١٣) خشبة مخ



- تابع سؤال ١٣ ص ١٤

(١٤)





$ق_{ر_1} = ق_{ت} \times جا\theta$

$ق_{ر_2} + و = ق_{ت} \times جتا\theta$

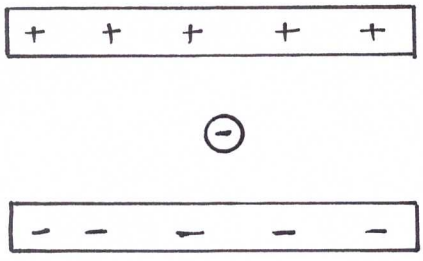
ماذا يحدث ⓝ ← فكرة ربط الاتزان مع تغير (Δs) $\Delta s = \frac{\Delta s}{\varepsilon P}$

سؤال ① يمثل الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم بين صفيحتين مشحونتين متوازيتين اذا علمت ان الجسم المشحون بشحنة سالبة والموضوع داخل المجال متزن كما في الشكل ، صف ماذا يحدث لحالته الحركية مفسراً اجابتك في كل من الحالات الآتية :

١) اذا زادت الشحنة على كل من الصفيحتين .

٢) اذا زادت مساحة الصفيحتين

٣) اذا قلت الشحنة على كل من الصفيحتين للنصف وقلت المساحة للنصف .



الاجابة

$\Delta s = 0$

$\Delta s = 0$ ⟸ $\Delta s = \frac{\Delta s}{\varepsilon P}$

اللعبة هنا

١) $\Delta s' > \Delta s \Leftarrow \Delta s' > \Delta s$ زاد المجال تزداد Δs

يتحرك الجسيم للأعلى لأن Δs تصبح أكبر من 0 بسبب زيادة المجال .

٢) $P' < P \Leftarrow \Delta s' < \Delta s$ يقل المجال تقل Δs

يتحرك الجسيم للأسفل لأن qE تصبح اكبر من Δs بسبب نقصان Δs .

٣) $\Delta s' = \frac{\frac{1}{2}\Delta s}{\varepsilon \frac{1}{2}P} = \Delta s$ يبقى المجال كما هو

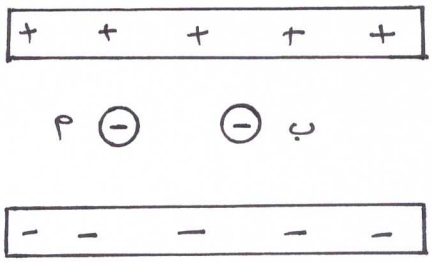
تبقى Δs كما هي

يبقى الجسم متزن لأن $\Delta s = 0$

سؤال ② جسمان متماثلان في الكتلة (م)، (ب) اذا علمت ان شحنة (م) ضعف شحنة (ب) وان الجسم (م) في حالة اتزان كما في الشكل المجاور .

أولاً :- حدد الحالة الحركية للجسيم (ب) مفسراً اجابتك

ثانياً :- اذا زادت الشحنة على كل من الصفيحتين للضعف ، حدد الحالة الحركية لكل من (م) ، (ب) مفسراً اجابتك .



الاجابة

أولاً :- (ب) يتحرك للأسفل ، تذكر $\Delta s = \Delta s$ علاقة اتزان

$qE_{م} = 2\, qE_{ب}$ لان $س_م = 2\, س_ب$

وبما ان $لـ_م = لـ_ب$ فان $و_م = و_ب$

وبما ان $qE_م = و_م$ فان $و_ب = 2\, qE_ب$

لذلك يتحرك للاسفل

$و_ب > qE_ب$

ثانياً :-

$\Delta s' = \frac{2\Delta s}{\varepsilon P} = 2\Delta s$ المجال يزداد للضعف وقد ايضا qE

وعليه $qE_م$ تزداد للضعف وتصبح اكبر من $و_م$ فيتحرك الجسيم (م) للأعلى .

$و_ب = 2\, qE_ب$ قبل

$و_ب = \frac{1}{2}(2\, qE_ب)$ بعد

$و_ب = qE_ب$

$qE_ب$ بعد $= 2\, qE_ب$ قبل

$qE_ب$ بعد $= \frac{1}{2}\, qE_ب$ قبل

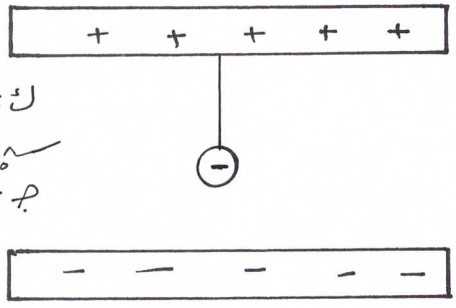
$و_ب$ قبل $= و_ب$ بعد

الجسيم (ب) يصبح متزن

" سبحان مغير الأحوال "

مسائل حسابية على الإتزان

سؤال ① صفيحتان متوازيتان مشحونتان بينهما مجال كهربائي منتظم شدته $٠,٣ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/كولوم ، علقت بالصفيحة العلوية كرة مشحونة يحيط خانزنت بالاعتماد على الشكل وبياناته احسب قوة الشد في الخيط .



ك = ٨×١٠^{-٣} كغ
ش = ٢ ميكروكولوم
جـ = ١٠ م/ث^{٢}

الاجابة

الخطوة (A) $\sum ق_{ص} = صفر$

$ق_{ش} + ق_{ك} = و$

الخطوة (B)

$ق_{الشد} = و - ق_{ك} = جـ ك - م ش$

$= ١٠ (٨ \times ١٠^{-٣}) - (٠,٣ \times ١٠^{٤})(٢ \times ١٠^{-٦})$

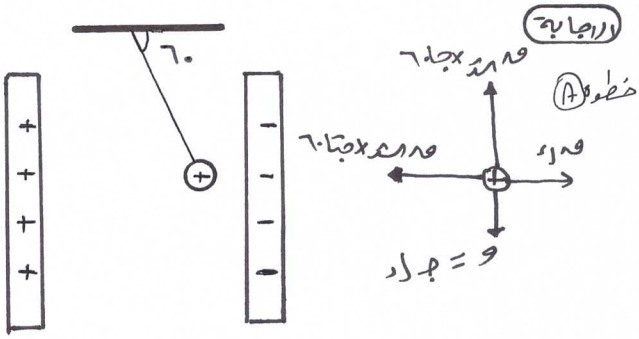
$= ٨ \times ١٠^{-٢} - ٦ \times ١٠^{-٢} = ٢ \times ١٠^{-٢}$ نيوتن.

سؤال ② صفيحتان متوازيتان إحداهما موجبة والأخرى سالبة والمسافة بينهما (٣٠) سم كما في الشكل اذا علمت ان مقدار المجال الكهربائي الناشئ بين الصفيحتين يساوي $(٠,٥ \times ١٠^{٦})$ نيوتن/كولوم

١) احسب كثافة الشحنة على احدى الصفيحتين

٢) اذا اتزنت كرة صغيرة مشحونة بشحنة مقدارها (٢×١٠^{-٦}) كولوم معلقة بخيط كما في الشكل احسب كتلة الكرة . علماً بأن جـ = ١٠ م/ث^{٢}

الاجابة



١) $ش = هـ \times ع$

$= ٠,٥ \times ١٠^{٦} \times (٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}) = ٤,٤٢٥ \times ١٠^{-٦}$ كولوم/م^{٢}

٢)

$و = ق_{ش} \times جا٦٠$ ـــــ ①

$ق_{ك} = ق_{ش} \times جتا٦٠$ ـــــ ②

خطوة (B)

① ÷ ②

$$\frac{و}{ق_{ك}} = \frac{\frac{\sqrt{٣}}{٢}}{\frac{١}{٢}} = \sqrt{٣}$$

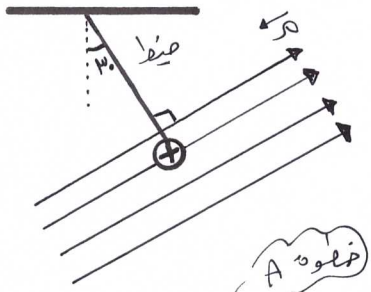
$$\frac{جـ ك}{م ش} = \sqrt{٣}$$

$$\frac{١٠ \times ك}{(٠,٥ \times ١٠^{٦})(٢ \times ١٠^{-٦})} = \sqrt{٣}$$

ك = $\sqrt{٣}$ كغ

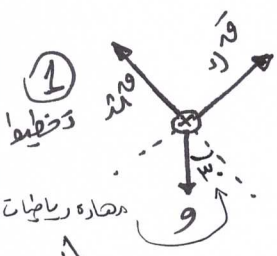
③ **سؤال** يمثل الشكل المجاور كرة صغيرة مشحونة بشحنة مقدارها (3×10^{-6}) كولوم معلقة بخيط ومتزنة في منطقة مجال كهربائي اذا علمت ان

قوة الشد المؤثرة في الكرة تساوي $(3\sqrt{2}\times10^{-2})$ نيوتن . احسب مقدار المجال الكهربائي .

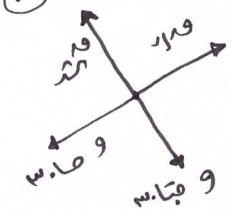


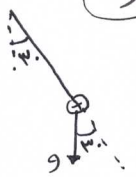
الاجابة

خطوة A



تحليل





3

ق ر = و جا٣٠ ... (1)

ق شد = و جتا٣٠ ... (2)

خطوة B

بقسمة (2) على (1)

$$\frac{ق_{شد}}{ق_{ر}} = \frac{و\ جتا٣٠}{و\ جا٣٠} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$

$$ق_{شد} = \sqrt{3}\times ق_{ر} = \sqrt{3}\ م\ (6\times10^{-2})$$

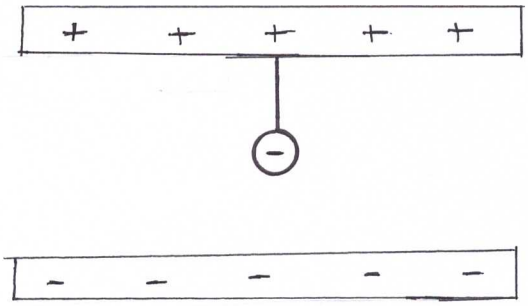
$$3\sqrt{2}\times10^{-2} = 3\sqrt{2}\times10^{-6}\ م$$

$$م = 1\times10^{4}\ \text{نيوتن/كولوم}$$

طريقة اخرى يمكن تحليل $ق_{شد}$ و $ق_{ر}$ لكن الحل أطول .

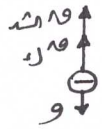
④ **سؤال** صفيحتان موازيتان مشحونتان بينهما مجال كهربائي منتظم ، علقت بالصفيحة العلوية كرة مشحونة بخيط خفيف ومتزنة بالاعتماد على الشكل وبياناته اثبت ان :

$$س = \frac{ع\ و - ق_{شد}\ ع}{ك}$$



الاجابة

خطوة A



$ق_{شد} + ق_{ر} = و$

خطوة B المطلوب : اثبات : دائماً ونحن نختار قانون مناسب

$$م = \frac{س}{ع} \qquad س = م\ ع$$

$$م = \frac{ق_{ر}}{ك} \qquad ق_{ر} = و - ق_{شد}$$

$$م = \frac{(و - ق_{شد})}{ك} \qquad س = \frac{(و - ق_{شد})\ ع}{ك}$$

$$س = \frac{و\ ع - ق_{شد}\ ع}{ك} \quad \#$$

ملاحظة

$$م = \frac{س}{ع}$$

استبعار

$$س = \frac{ك}{P}$$

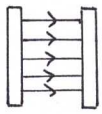
طلان !!؟

لأنها يصاحبه لربما س مع م وبالتالي $ق_{ر}$ التي هي من شروط الاتزان . مو بتخطه $ق_{شد}$ و

فرع ١ خطيط

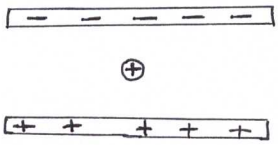
سؤال يتكون هذا السؤال من (١٠) فقرات ، لكل فقرة أربعة بدائل ، واحدة منها فقط صحيحة ، انقل الى دفترك إجابتك رقم الفقرة وبجانبه الإجابة الصحيحة لها :-

١) يمثل الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم اذا زادت الشحنة للصفحين وقلت المساحة للثلث فإن المجال يصبح :



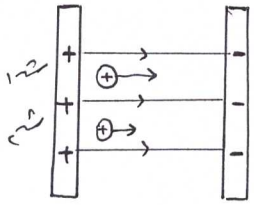
- $\frac{1}{6}$ م
- ٦ م
- $\frac{2}{3}$ م
- $\frac{3}{2}$ م

٢) يمثل الشكل المجاور جسيم متزن في مجال كهربائي منتظم اي من العبارات الآتية تبقى الجسم متزن .



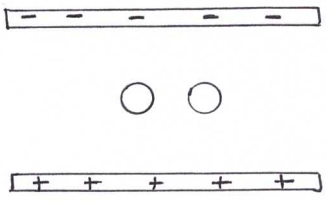
- اذا عكست الشحنات على كل من الصفيحتين .
- اذا زادت الشحنة على الصفيحتين للضعف .
- اذا قلت الشحنة على الصفيحتين للنصف وزادت المساحة للضعف .
- اذا قلت الشحنة والمساحة للنصف .

٣) جسمان متماثلان في الشحنة بدأ الحركة معاً من السكون اذا علمت ان الجسم الأول وصل الصفيحة السالبة قبل الثاني فإن :



- القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم الأول أكبر من القوة المؤثرة في الجسم الثاني .
- كتلة الجسم الثاني أكبر من كتلة الجسم الأول .
- كتلة الجسم الأول أكبر من كتلة الجسم الثاني .
- تسارع الجسم الأول اقل من تسارع الجسم الثاني .

٤) جسمان متزنان في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل اذا علمت ان كتلة الجسم الأول ضعف كتلة الجسم الثاني فإن :

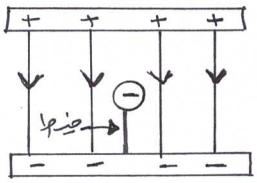


- $ش_1$ ضعف $ش_2$
- $ق_{ك1} = ق_{ك2}$
- $س_1 = \frac{1}{2} س_2$
- $و_1 = و_2$

٥) جسيم مشحون كتلته (٤×١٠^{-١٢}) يتحرك في مجال كهربائي منتظم مقداره (٢×١٠^{٦}) نيوتن/كولوم فاكتسب تسارع مقداره (٢×١٠^{١٢}) م/ث^{٢} فإن شحنة الجسيم :

- ٤×١٠^{-٦} كولوم
- $\frac{1}{4} \times ١٠^{-٦}$ كولوم
- ١٦×١٠^{-٦} كولوم
- ١×١٠^{-٦} كولوم

٦) جسيم شحنته (٧×١٠^{-٦}) كولوم متزن موضوع في مجال كهربائي منتظم مقداره (٢×١٠^{٤}) نيوتن/كولوم كما في الشكل اذا علمت ان قوة الشد في الخيط ٤×١٠^{-٢} نيوتن فإن كتلة الجسيم :

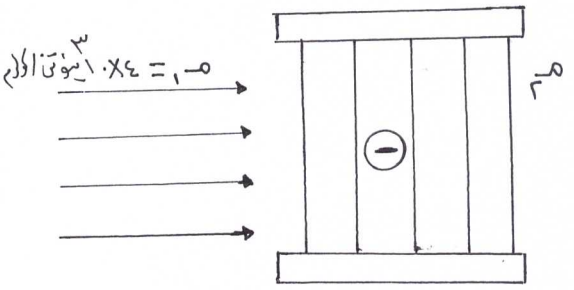


- ١×١٠^{-٢} كغ
- ١٠×١٠^{-٢} كغ
- ١٨×١٠^{-٣} كغ
- ١٨×١٠^{-٢} كغ

٧) جسيم موضوع في مجال كهربائي منتظم فتأثر بقوة كهربائية مقدارها (ق) اذا زادت مساحة كل من الصفيحتين للضعف فإن تسارع الجسيم :

- يقل الى النصف
- يصبح للربع
- يزداد للضعف
- يزداد اربعة اضعاف

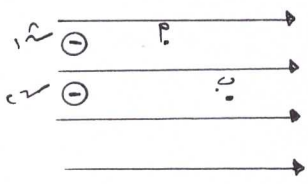
٨) بدأ جسيم مشحون بشحنة مقدارها (-٢×١٠^{-٦}) كولوم حركته من السكون في مجال كهربائي منتظم ($م_١$) فاكتسب تسارع مقداره (٢×١٠^{٨}) م/ث^٢ ثم دخل مجال كهربائي آخر كما في الشكل والمزن بالاعتماد على المعلومات على الشكل فإن مقدار واتجاه المجال ($م_٢$) بوحدة نيوتن/كولوم :



- ٢×١٠^{-٤} ، للأسفل
- ٢×١٠^{-٤} ، للأعلى
- ٤×١٠^{-١} ، للأسفل
- ٤×١٠^{-١} ، للأعلى

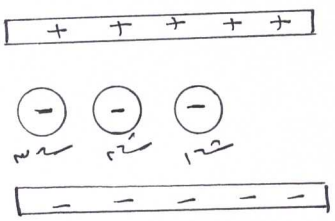
٩) جسمان متماثلان في الشحنة والسرعة دخلا منطقة مجال كهربائي منتظم كما في الشكل فتوقف الجسم الأول عند النقطة P ، والجسم الثاني عند النقطة ب .

واحدة من العبارات الآتية تعد صحيحة فيما يتعلق بالجسمان :



- القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم P أكبر من القوة المؤثرة في الجسم ب
- تسارع الجسيم (ب) أكبر من تسارع الجسيم (أ)
- كتلة الجسيم (ب) اكبر من كتلة الجسيم (أ)
- القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم P أقل من القوة المؤثرة في الجسيم ب :

١٠) ثلاث جسيمات مختلفة في الشحنة والكتلة متزنة في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل اذا علمت أن شحنة الجسيم الأول ضعف شحنة الجسيم الثاني وان شحنة الجسيم الثاني ربع شحنة الجسيم الثالث فإن :



- كتلة الجسيم الثالث ضعف كتلة الجسيم الأول .
- كتلة الجسيم الثالث نصف كتلة الجسيم الأول .
- كتلة الجسيم الثالث ثمان أضعاف كتلة الجسيم الأول .
- كتلة الجسيم الثالث ثُمن كتلة الجسيم الأول .

الإجابة

١) ٦ هـ
٢) اذا قلت الشحنة و المسافة للنصف
٣) كتلة الجسم الثاني اكبر من كتلة الجسم الأول
٤) سـ١ ضعف سـ٢
٥) ٤×١٠^{-٦} كولوم
٦) ١×١٠^{-٢} كغ
٧) يقل الى النصف
٨) ٢×١٠^{-٤} ، للأسفل
٩) كتلة الجسيم (ب) اكبر من كتلة الجسيم (م)
١٠) كتلة الجسيم الثالث ضعف كتلة الجسيم الأول

---

① $هـ = \frac{هـ^٢}{\frac{١}{٣}ط ع^٢} = \frac{٦}{ط ع^٢} = ٦ هـ$

② $ق_{ود} = و$ ، $ق_{ود} = و$
$هـ_{صـ} = و$ ، $هـ = و$
$\frac{\frac{١}{٢}سـ}{\frac{١}{٢}ط ع^٢} = و$
$\frac{سـ}{ط ع^٢} = و$
$هـ_{صـ} = و$ ، $هـ = هـ$

③ ع١ ، ع٢ اي ان ث١ ، ث٢ اي ان ك١ ، ك٢

④ اذا ك١ = ٢ك٢ و ك٣ = ك
فإن سـ٣ = ٢ سـ و سـ٣ = سـ
حتى يكون كل منهما متزناً
$هـ_٢ سـ = جـ_٢ ك$ ، $هـ سـ = جـ ك$
الجسيم الأول ، الجسيم الثاني

⑤ $ت ل = هـ سـ$
$سـ = \frac{ت ل}{هـ} = \frac{(١٠ \times ٤)^{-١٢} \times ٢ \times ١٠^{٢}}{٢ \times ١٠^{-٦}}$
$سـ = ٤ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

⑥ $ق_{ود} = هـ + ق_{هـ سـ}$
$و = ق_{ود} - ق_{هـ سـ}$
$جـ ك = هـ سـ - ق_{هـ سـ}$
$١٠ \times ك = ٧ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{٤} - ٤ \times ١٠^{-٢}$
$١٠ \times ك = ١٠ \times ١٠^{-٢}$ ، $ك = ١ \times ١٠^{-٢}$ كغ

⑦ $م = ٢م$ ← $مـ = \frac{١}{٢}م$ ← $ق_{ود} = \frac{١}{٢} ق$
$ت = \frac{ق_{ود}}{ل} \Leftarrow ت' = \frac{ق_{ود}}{ل} = \frac{\frac{١}{٢} ق}{ل}$
$ت' = \frac{١}{٢} ت$

⑧ $ت ك = هـ سـ \Leftarrow ك = \frac{٤ \times ١٠^{-٣} (٢ \times ١٠^{-٦})}{٢ \times ١٠^{٢}} = ٤ \times ١٠^{-١١}$ مغ
$ق_{ود} = و \Leftarrow هـ سـ = جـ ك$
$هـ = \frac{جـ ك}{سـ} = \frac{١٠ \times ٤ \times ١٠^{-١١}}{٢ \times ١٠^{-٦}} = ٢ \times ١٠^{-٤}$ للأسفل

⑨ الجسمان يتباطئان وبما ان $ت = \frac{ق_{ود}}{ل}$
ولهما نفس الشحنة (اي نفس القوة) وحركا بنفس السرعة فإن الجسم الذي يحقق ازاحة اقصر يكون مقدار تباطؤه اكبر (ت : أكبر) وبالتالي كتلة اقل
لذلك ك١ < ك٢

⑩ $سـ_١ = ٢ سـ_٢$ ، $سـ_٢ = \frac{١}{٤} \times ش_٣$
$سـ_١ = ٢ \times \frac{١}{٤} ش_٣ = \frac{١}{٢} ش_٣$
$\boxed{ش_٣ = ٢ سـ_١}$
ولما أنهما متزنان فإن
$ك_٣ = ٢ ك_١$ بتشبيه طرفة ④ علاقة لا يح ش اثناء الاتزان

انتهت الاجابة بالتوفيق 0797270191