لنورا محمد نور السين

الفيزياء

للصف الثاني عشر المتقدم

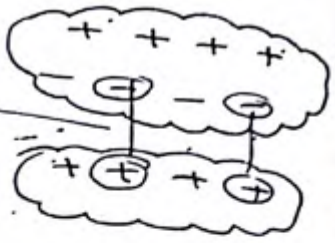
الوحدة 14

الكهرباء الساكنة

اعداد الأستاذ

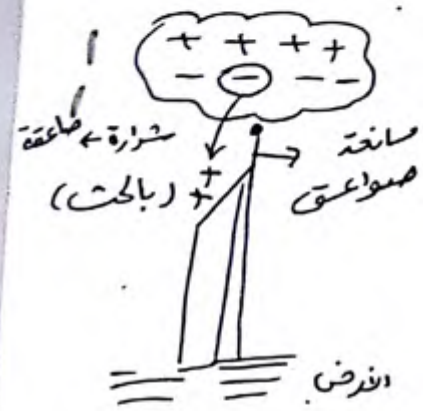
وليد النبتيتي

Scanned by CamScanner



تفريغ كهربائي ← شرارة كهربائية ← البرق
↓
حرارة ← فرق ضغط ← رعد

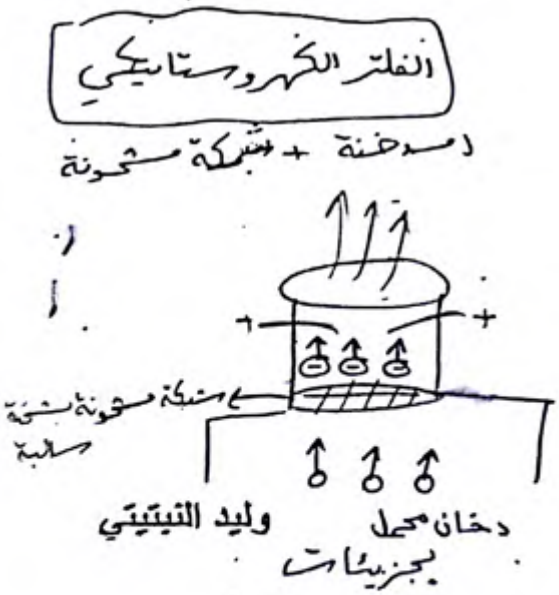
التفريغ الكهربائي : عملية انتقال و قفز الالكترونات مع البروتونات



الكهرباء ← ساكنة - كهروستاتيكية
متحركة - كهرباء تيارية

ذكر بعض الظواهر الحياتية على الكهرباء الساكنة.

1. حصول صدمة كهربائية عند: أ. لمس مقبض سيارة بعد رحلة
ب. لمس عربة التسوق
ج. السلم المتحرك
2. سماع صوت طقطقة عند: أ. لبس أو نزع كنزة صوفية
ب. التمشيط بمشط بلاستيكي
ج. المشي على سجاد من الصوف
3. الكهرباء الجوية: أ. البرق : تفريغ كهربائي بين سحابتين
ب. الصاعقة تفريغ كهربائي بين سحابة وجسم على الأرض
4. المرشح الكهروستاتيكي لرش السيارات



ما هما نوعا الشحنة الكهربائية؟

حسب تسمية بنجامين فرانكلين:

1. سالبة: مثل (شحنة ساق ابونيت بعد دلكه بالصوف، شحنة الإلكترون)
2. موجبة: مثل (شحنة ساق زجاج بعد دلكه بالحرير، شحنة البروتون)

Scanned by CamScanner

$^{23}_{11}Na$

العدد الذري = 2 = 11 = ($p^+ = e^-$)

العدد الكتلي = A = 23 ($p^+ + n^\circ$) ← متعادل

$n = 23 - 11 = 12$

ا تركيب الذرة حسب نموذج رذرفورد ؟ .

ذرة تتركب من :

1- نواة تحتوي بروتونات p موجبة , و نيوترونات n متعادلة.
2- مجموعة من الالكترونات e السالبة تدور حول النواة.

ل:

1- الذرة متعادلة كهربائيا.

- لأن عدد البروتونات الموجبة = عدد الالكترونات السالبة
- مقدار شحنة الالكترون = مقدار شحنة البروتون و تخالفه في النوع

2- الالكترونات هي القابلة للحركة وليس البروتونات.

- الالكترونات أقل ارتباطًا بالذرة من البروتونات
- كتلة الالكترون أقل بكثير من كتلة البروتون. $1m_p = 1837 m_e$

ية في تفسير أي عملية شحن نعتبر الالكترون هو القابل للحركة وليس البروتون.

المقصود بكل من:

- الايون الموجب (كاتيون): ذرة فقدت e^- أو أكثر
- الايون السالب (انيون): ذرة اكتسبت e^- أو أكثر
- الشحنة الكهربائية: محصلة الفرق بين عدد الالكترونات وعدد البروتونات
- الجسم المتعادل: جسم يحتوي على عدد من الالكترونات = عدد البروتونات
- الجسم السالب الشحنة: جسم يحتوي على عدد من الالكترونات أكبر من عدد البروتونات
- الجسم الموجب الشحنة جسم يحتوي على عدد من البروتونات أقل من الالكترونات لانه فقد إلكترونات.

وليد النبتيتي

Scanned by CamScanner

قارن بين مكونات الذرة بإكمال الجدول التالي :

	الشحنة q	الكتلة m
الإلكترون	$q_e = -1.6 \times 10^{-19} C$	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} kg$
البروتون	$q_p = +1.6 \times 10^{-19} C$	$m_p = 1.673 \times 10^{-27} kg$
النيوترون	لأنه متعادل $q_n = 0$	$m_n = 1.675 \times 10^{-27} kg$

ما هي وحدة قياس الشحنة الكهربائية ...؟ وما رمزها ...؟

الوحدة كولوم رمزها C

أكمل الفراغ فيما يلي بما ينقصه.

ملي كولوم = mC = 10^{-3} C

ميكرو كولوم = μC = 10^{-6} C

نانوكولوم = nC = 10^{-9} C

بيكوكولوم = pC = 10^{-12} C

ما هي خواص الشحنة الكهربائية ؟!

- على نوعين (موجبة وسالبة) الشحنات المتشابهة تتنافر و المختلفة تتجاذب.

الشحنة محفوظة

الشحنة مكماة

وليد التبتيتي

Scanned by CamScanner

* الفلزات تسمح بحركة الالكترونات ← مادة موصلة

الشحنة مكماة { بروتون $q = +e$ ، الكترون $q = -e$ }

- ما المقصود بمبدأ تكميم الشحنة [الشحنة المكماة] ؟

شحنة اي جسم عبارة عن مضاعفات صحيحة من الشحنة الأولية (e) و الشحنة الأولية هي أصغر شحنة يمكن أن توجد منفردة و مقدارها $e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$ ← Focus!

- ما التجربة العملية التي أثبتت مبدأ تكميم الشحنة ؟

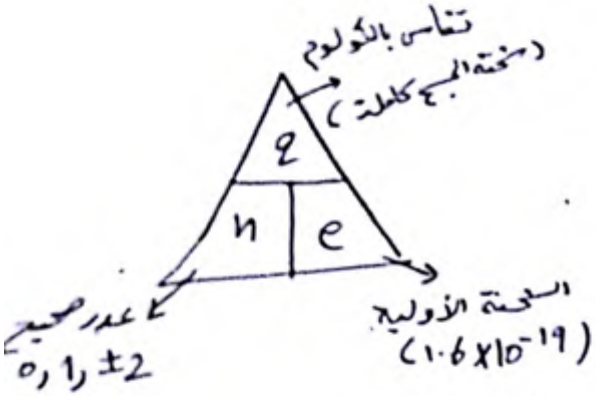
تجربة مليكان لقطرة زيت

- اكتب صيغة رياضية تعبر عن مبدأ تكميم الشحنة ؟

شحنة الجسم = عدد صحيح × الشحنة الأولية

$e \times n = q$

$\therefore q = ne$



حفظ الشحنة الكهربائية

- ما المقصود بمبدأ حفظ الشحنة ؟ الشحنة لا تفنى ولا تستحدث ولكنها تنتقل من جسم إلى آخر.

- المواد من حيث إيصاليتها للشحنات الكهربائية :

1. موصلة : مواد تسمح بحركة الالكترونات لأن لديها الكترونات حرة الحركة مثل الفلزات .

2. عازلة : مواد لا تسمح بحركة الالكترونات لأن ليس لديها الكترونات حرة مثل الخشب والبلاستيك و الزجاج .

3. شبه موصلة :

4. فائقة التوصيل : Super conductors

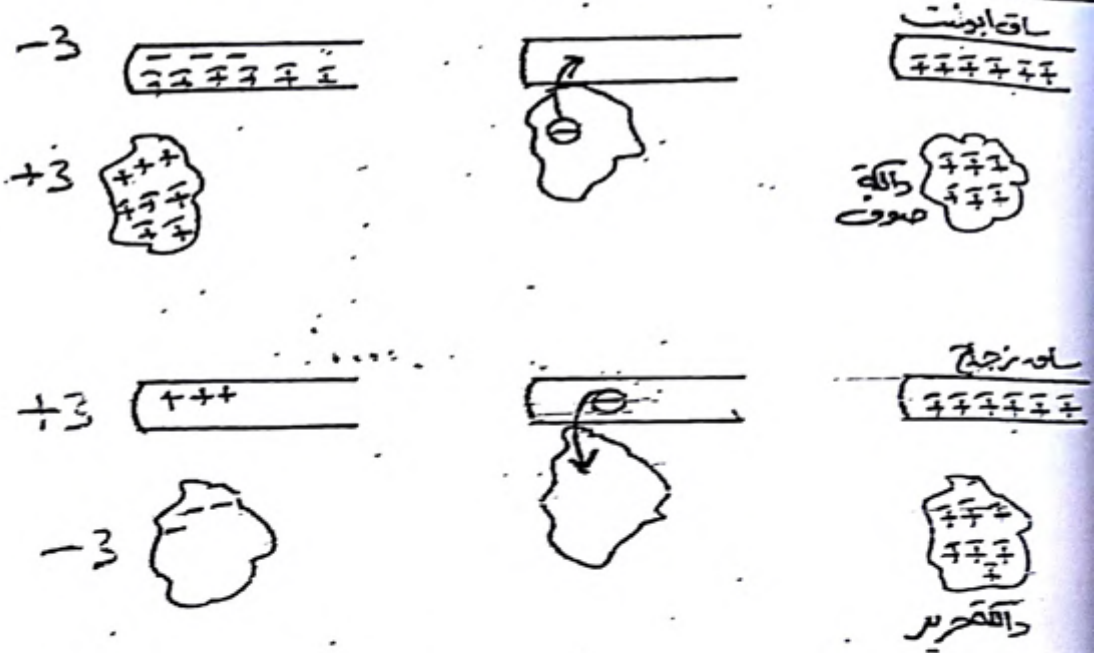
وليد التبتيتي

Scanned by CamScanner

ما هي طرق شحن الأجسام ؟

1. الدلك
2. اللمس
3. الحث
4. الاستقطاب

الشحن بالدلك



- مناسب للمواد العازلة .
- في عملية الدلك نعمل على زيادة مساحة سطح التلامس .
- تنتقل الالكترونات من أحد الجسمين إلى الآخر .
- مقدار شحنة الدلكة = مقدار شحنة الجسم المدلوك وتخالفها في النوع .
- عند دلك ساق موصلة تنتقل كل شحنة يكتسبها الموصل إلى الأرض عن طريق اليد .
- إذا أردنا شحن مادة موصلة بطريقة الدلك يجب أن تكون محاطة بمادة عازلة .

وليد التبتيتي

Scanned by CamScanner

the total amount of ... grade points earned in a semester, by

سعة الموصل الكروي = نصف قطره / ثابت كولوم

$C = \frac{R}{K}$

السعات: بعد التلامس = قبل التلامس ومن نفس النوع

* بعد عملية التوصيل تتضع السعات إلى أن تتساوى جهدهما الكهربائي

(التوصيل) الشحن بالملمس

مناسب للمواد الموصلة

شحنات الأجسام المتلامسة بعد التلامس تكون من نفس النوع

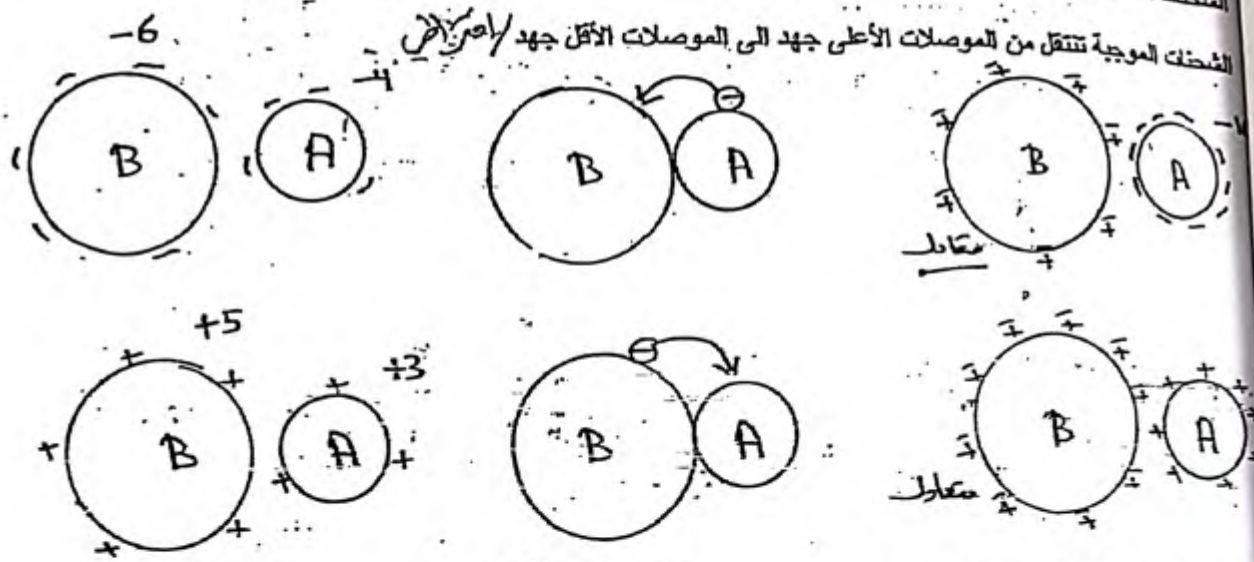
مجموع الشحنات بعد التلامس يساوي مجموعها قبل التلامس

بعد التلامس تتوزع الشحنات بين الموصلات بنسب سعاتها حتى يصبح لها نفس الجهد ونفس نوع الشحنة وليس

بالضرورة نفس مقدار الشحنة

الشحنات السالبة تنتقل من الموصلات الأقل جهد الى الموصلات الأعلى جهد

الشحنات الموجبة تنتقل من الموصلات الأعلى جهد الى الموصلات الأقل جهد / اعتبر الأرض



Induction : الشحن بالحث (التأثير) بشحنة مؤقتة

مقدار الشحنة المعيدة = مقدار الشحنة الحرة

عملية التأريض تخلصنا من الشحنات الحرة.

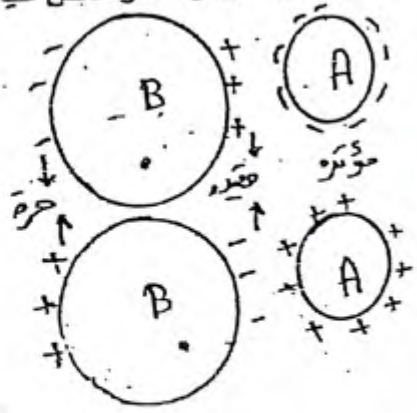
مناسب للمواد الموصلة لأن لديه الكترونات حرة الحركة

مقدار الشحنة المعيدة أقل من أو يساوي مقدار الشحنة المؤثرة وتخالفها في النوع

مقدار الشحنة المعيدة يساوي مقدار الشحنة الحرة وتخالفها في النوع

مقدار الشحنة المؤثرة لا يتغير

عند ابعاد المؤثر يعود الموصل المتأثر لما كان عليه من حيث الشحن



شحنة معيدة $q_{معيدة}$ ≤ شحنة مؤثرة $q_{مؤثرة}$

وليد النبتيتي

$q_{معيدة} = q_{حرة}$

Scanned by CamScanner

الاستقطاب Polarization : سلوك المواد العازلة

الحث أو اللمس : الأجسام الموصلة

الشحن بالحث (التأثير) بشحنة دائمة

عند وصل الموصل المتعادل بالأرض يوجد المؤثر يفقد الشحنة الحرة فقط

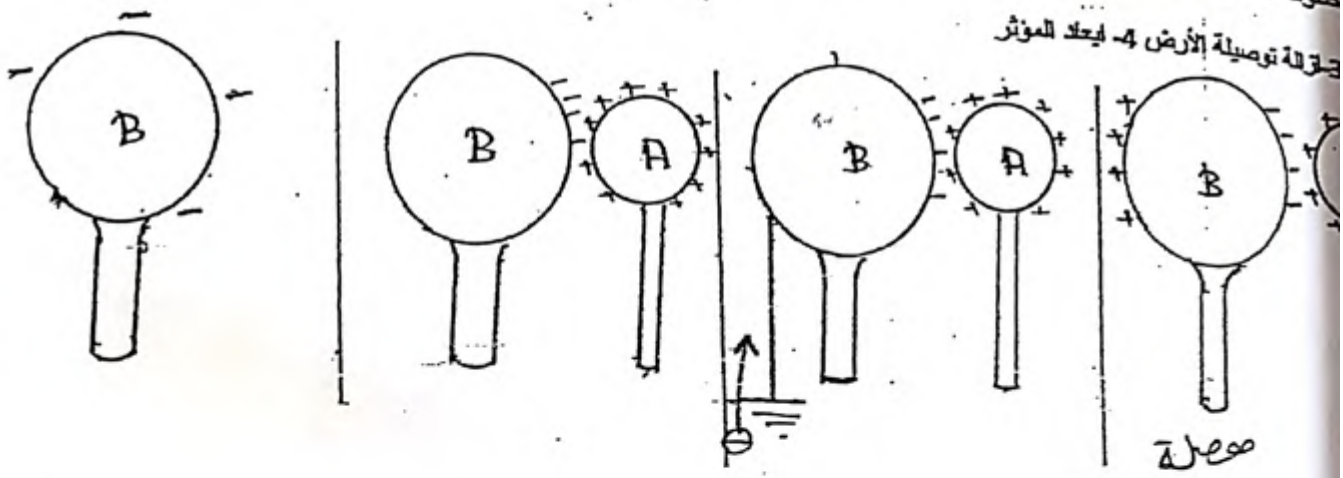
الشحنة المتبقية على الموصل بعد زوال المؤثر هي الشحنة التي كانت مقيدة ومقدارها أقل من أو يساوي مقدار الشحنة المؤثرة

ومن نوع مخالف

الأرض تعتبر مستودع للشحنات السالبة وجهدها صفر وجهد أي جسم يتصل بالأرض صفر كذلك برغم أنه قد يكون مشحون

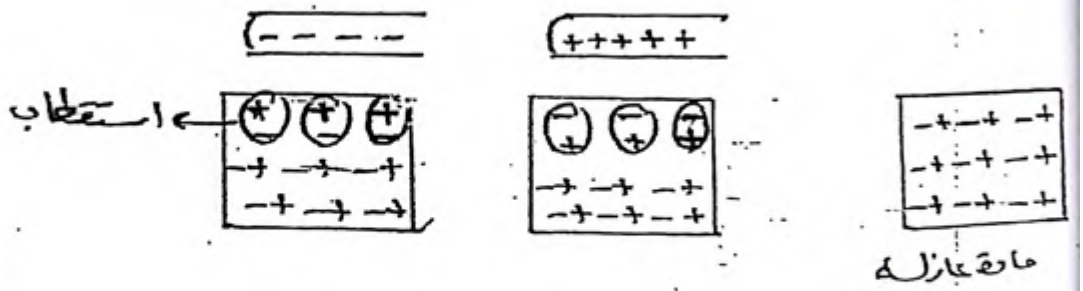
خطوات الشحن بالتأثير بشحنة تبقى : 1- تقريب موصل مشحون (المؤثر) من موصل متعادل 2- توصيل المتأثر بالأرض

إزالة توصيلة الأرض 4- ابعاد المؤثر



استقطاب المادة العازلة

إذا كان المؤثر موجب الشحنة تصطف الكترونات المادة العازلة قريبا منه والبروتونات بعيدا عنه مع بقاء الكترونات وبروتونات المادة العازلة مرتبطة معا



وليد التبتيتي

Scanned by CamScanner

أسئلة عامة حول طرق شحن الأجسام

س1 يُبيّن الشكل المجاور موصل كروي مشحون ويرتكز على حامل عازل وسطحه متصل بقرص كشاف كهربائي. فسّر الآتي:

1) عدم تأثر ورقتي الكشاف عند ملامسة سطح الموصل الكروي بجسم معيّن.

لجسم غير موصل (عازل)، ما يعني عدم انتقال الشحنة من الموصل الكروي

إلى الجسم عن طريق اللمس (التوصيل)، لذلك لم تتأثر ورقتي الكشاف. (3)

2) يقل انفراج ورقتي الكشّاف عند تقريب جسم موصل من الموصل الكروي.

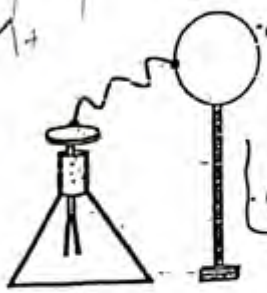
(1)

لجسم مشحون بشحنة موجبة، وذلك لأن شحنته كافت قادرة على جذب جزء من الشحنة السالبة

المتواجدة على ورقتي الكشّاف والموصل الكروي لتتجمع في جهة الموصل الكروي القريبة من

الجسم، ما يؤدي إلى نقصان قوة التنافر بين ورقتي الكشاف فيقلّ انفراج الورقتين. (2)

س2 يُبيّن الشكل المجاور موصل كروي يرتكز على حامل عازل وسطحه متصل بقرص كشاف كهربائي.



ما التغيّر الذي يطرأ على ورقتي الكشاف عند تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من

جهة اليمين للموصل الكروي؟ برّر إجابتك. الورقتان منطبقتان previously : (جسم مشحون : الجسم والكشاف)

انفراج ورقتي الكشاف بالحث، حيث يصبح طرف الموصل

القريب سالب والطرف البعيد مع الكشاف الكهربائي موجبان.

س3 - اشرح بخطوات كيفية شحن الكرة في الشكل المجاور بشحنة سالبة بطريقة الحث؟

تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من الكرة ثم توصيلها بالأرض

ثم فصل التوصيل بالكرة مع بقاء الجسم المشحون ثم فصل الجسم المشحون

مع بقاء الجسم المشحون ثم إبعاد الجسم المشحون عن الكرة.

مصدر شحنات كهربائية

س4 1) وضع إياد معدني على قبة جهاز الفاندوجراف، ربطت كرتان متماثلتان كما في الشكل المجاور. بيّن ماذا يحدث للكرتين عند تشغيل جهاز الفاندوجراف؟ فسّر إجابتك؟

الشحنات تتوزع على السطح الخارجي

الكرة الداخلية تبقى في مكانها أما الكرة الخارجية فتتنافر مع الإناء

لأن الشحنات تتوزع على السطوح الخارجية للموصلات فتشحن

الكرة الخارجية بنفس شحنة الإناء وتتنافر معه أما الداخلية

فلا تُشحَن.

س5 : قام طالب بحك ساق من البلاستيك المقوى بقطعة صوف

، فاكتسب الساق شحنة سالبة

أ- ماذا عن شحنة قطعة الصوف – علل إجابتك موجبة ، حسب مبدأ حفظ الشحنة

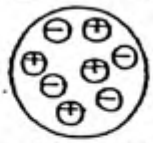
ب- عند تقريب ساق البلاستيك من قصاصات من الورق انجذبت إليه ثم تنافرت معه – فسر ذلك ؟ يكتسبها فيصبح سالب.

الصوف يفقد الكترونات فيصبح موجب والبلاستيك

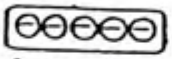
وليد النبتيتي

Scanned by CamScanner

6- في الشكل التالي لديك كرة معدنية متعادلة ومعزولة، قضيب مطاطي مشحون بشحنة سالبة.



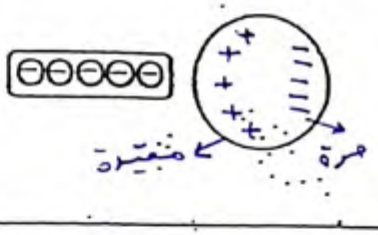
كرة معدنية متعادلة ومعزولة



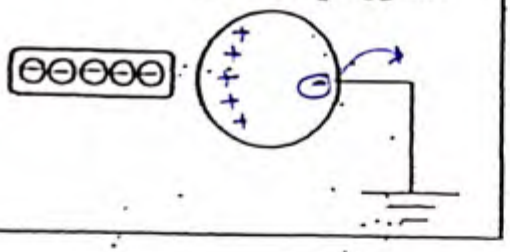
قضيب مطاطي مشحون بشحنة سالبة

أ) أعد توزيع الشحنات على الكرة في كل من الخطوات التالية : عملية التأريض تخلص الجسم من الشحنات الحرة فقط

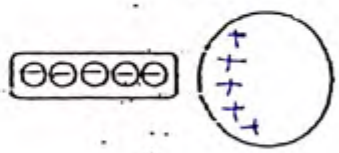
1- يعد تقريب القضيب المطاطي من الكرة.



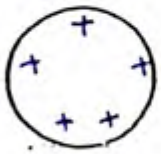
2- يعد توصيل الكرة بالأرض مع بقاء القضيب في موضعه.



3- يعد إزالة السلك مع بقاء القضيب في موضعه

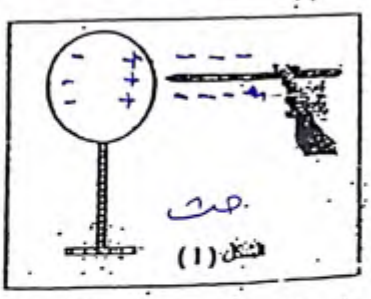


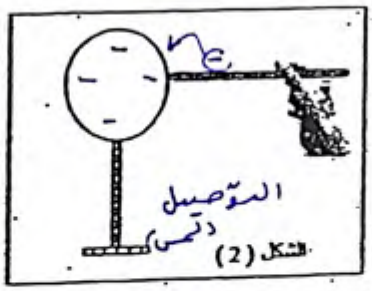
4- يعد إبعاد القضيب عن الكرة .

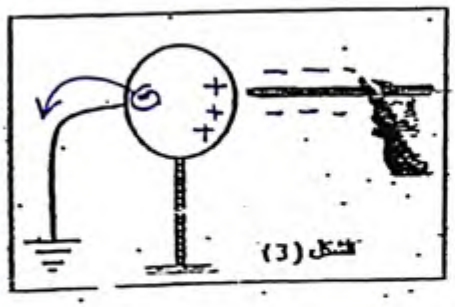


ب) ماذا يطلق على هذه العملية ؟ ~~الحث~~ الشحن بالحث بشحنة داخلة

7- أ) استخدم قضيب بلاستيكي بعد دلكه بالصوف لشحن كرة معدنية صغيرة في ثلاث تجارب كما توضح الأشكال الثلاثة الآتية، حيث وضعت الكرات الثلاث على حوامل عازلة. بفرض أن شحنة القضيب سالبة. أجب عما يلي :







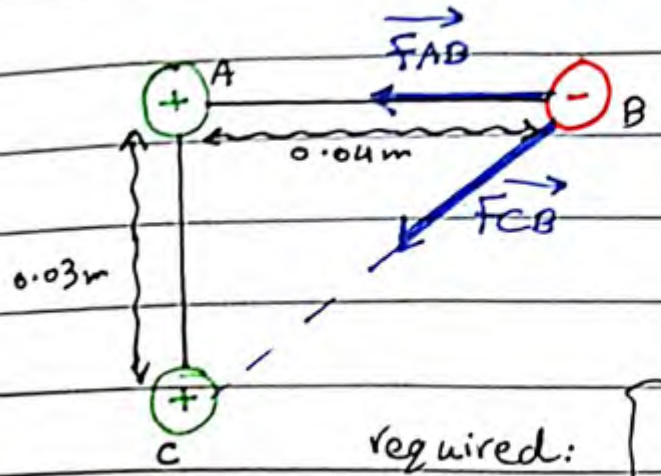
1- بين بالرسم توزيع الشحنات على الكرة في الحالات الثلاث.

2- أي من الكرات ستكون مشحونة بشحنة إضافية عند إبعاد القضيب ؟ ـــ خ

وليد النبتيتي

Scanned by CamScanner

62 كتاب الفيزياء ص 405 سؤال رقم



Given:
$A = 4.5 \times 10^{-6} C$
$B = -8.2 \times 10^{-6} C$
$C = 6 \times 10^{-6} C$

required: القوة المحصلة المؤثرة على الكرة B

الحل:

$$F_{AB} = K \frac{q_A \cdot q_B}{r^2} = 9\times10^9 \frac{(4.5\times10^{-6})(8.2\times10^{-6})}{(0.04)^2} = 207.56 \text{ N}$$ جذبًا

$$F_{CB} = K \frac{q_C \cdot q_B}{r^2} = 9\times10^9 \frac{(6\times10^{-6})(8.2\times10^{-6})}{(0.05)^2} = 177.12$$

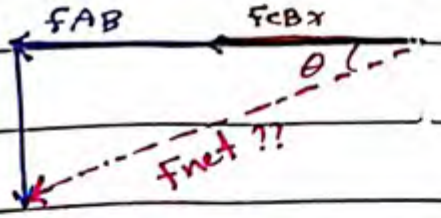
عبر فيثاغورس ← $\sqrt{(0.03)^2+(0.04)^2} = 0.05$

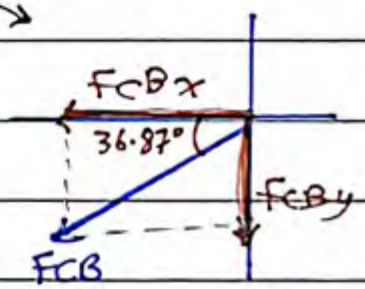
0.04, 0.03, ?θ, 0.05

$\sin\theta = \frac{0.03}{0.05}$, $\theta = \sin^{-1}(0.6) = 36.8°$

نحبة ماثلة نقوم بإيجاد مركبتيها لنح المحصلة ومن نح الاتجاه

نح رصة جبرية للمحصلة الرأسية:-





- $F_{CBx} = 177.12 \times \cos 36.87°$
  $F_{CBx} = 141.69$ N
- $F_{CBy} = 177.12 \times \sin 36.87°$
  $F_{CBy} = 106.3$ N

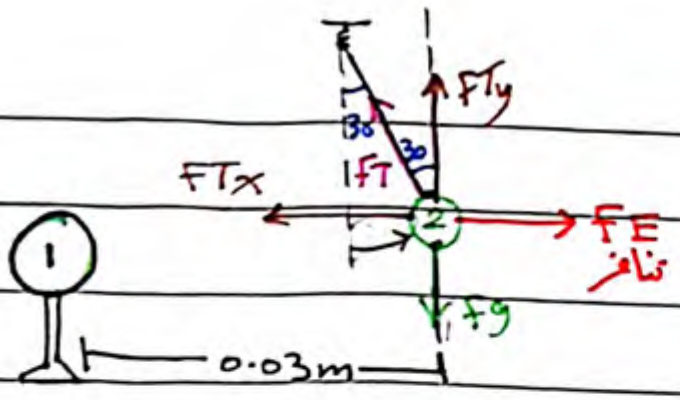
So $F_{netx} = F_{AB} + F_{CBx} = 349.26$ N
$F_{nety} = F_{CBy} = 106.3$ N

$F_{net} = \sqrt{(349.26)^2+(106.3)^2} = 365.07$ N ← مقدار

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{106.3}{349.26}\right) = 16.9°$ ← اتجاهًا

Scanned by CamScanner

سؤال رقم 63 — 400



Hint: $q_1 = q_2$ كمقدار

(a) احسب f_g كرة

$f_g = mg = 1 \times 10^{-3}\,kg \times 9.81 = 9.81 \times 10^{-3}$ ← نجاصها ونصغل

(b) $F_E = ??$ احسب — بتطبيق شرط الاتزان

$\Sigma f_{net\,x} = 0$	$\Sigma f_{net\,y} = 0$
$F_E - F_T \sin 30 = 0$	$F_T \cos 30^\circ - f_g = 0$
$F_E = F_T \sin 30^\circ$	$F_T \cos 30^\circ = f_g$
	$F_T = \frac{f_g}{\cos 30} = \frac{9.81 \times 10^{-3}}{\cos 30} = 0.011\,N$

نستخدمها الآن لحساب القوة الكهربائية

$f_E = 0.011 \times \sin 30^\circ = 5.66 \times 10^{-3}\,N$ أفقياً

(c) احسب شحنة الكريتين

$\Rightarrow$ الحل $F_E = K \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$

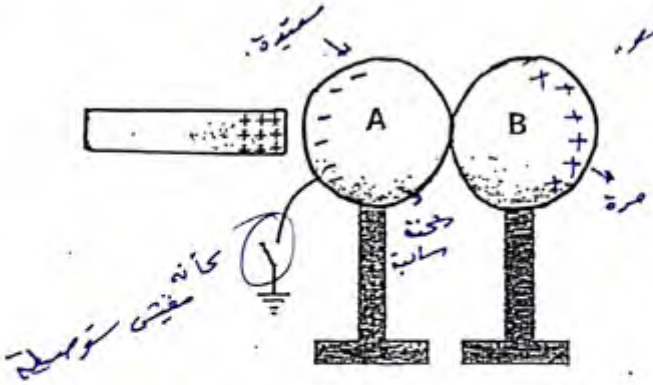
نستخدم معلومة $q_1 = q_2$ (إذاً نعتبرها q^2)

$5.66 \times 10^{-3} = \frac{9 \times 10^9 \times (q^2)}{(0.03)^2}$

$q = \pm 2.39 \times 10^{-8}$

Scanned by CamScanner

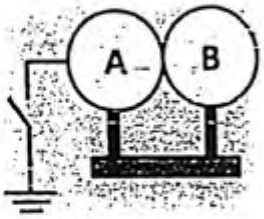
س3 يظهر الشكل المجاور موصلين كرويين متماثلين متلامسين، حيث يتصل الموصل A بالأرض بوساطة سلك توصيل ومفتاح مفتوح، كما يظهر الشكل ساق زجاجية مشحونة بشحنة موجبة وقد قُرِّبَ من الموصل A من جهة اليسار دون أن تُلامسه. أجب عما يلي:



- ارسم على الشكل توزيع الشحنات على الموصلين.
- في الجدول أدناه حدد نوع شحنة كل من الموصلين بكتابة (موجبة أو سالبة أو غير مشحون) في كل حالة من الحالات الموضحة في العمود الأول.

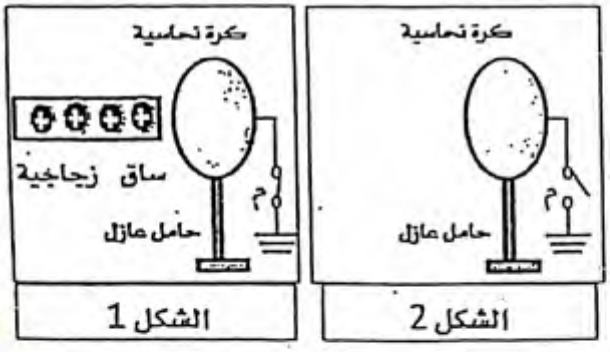
الحالة	شحنة الموصل A	شحنة الموصل B
غلق المفتاح S ثم فتحه ثم ابعاد الموصلين عن بعضهما ثم ابعاد ساق الزجاج	سالبة	متعادلة
غلق المفتاح S ثم فتحه ثم ابعاد ساق الزجاج ثم ابعاد الموصلين عن بعضهما	سالبة	سالبة

ب- حدد بأربع خطوات كيف يمكنك أن تكسب الموصلان في الشكل المجاور نفس المقدار والنوع من الشحنات الكهربائية دون لمسهما؟



الإجابة:

- الخطوة الأولى: تقريب جسم مشحون ومعزول منهما
- الخطوة الثانية: غلق المفتاح مع وجود الجسم المشحون
- الخطوة الثالثة: فتح المفتاح مع وجود الجسم المشحون
- الخطوة الرابعة: إبعاد الجسم المشحون عنهما



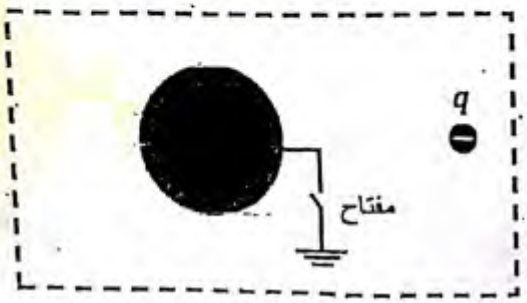
ج- بعد فتح المفتاح (م) وابعاد الساق الزجاجية عن الكرة في الشكل 1 المجاور،

ارسم توزيع الشحنة الكهربائية على الكرة في الشكل 2 المجاور

واكتب اسم طريقة شحن الكرة .

.....

د- يظهر الشكل المجاور موصلا كرويا متصل بالأرض بوساطة سلك توصيل ومفتاح مفتوح، فإذا أغلق المفتاح ثم فتح ثم أبعدت الشحنة النقطية (q) فما شحنة الموصل؟



- ☐ موجبة
- ☐ سالبة
- ☐ غير مشحون
- ☐ لا يُمكن تحديدها

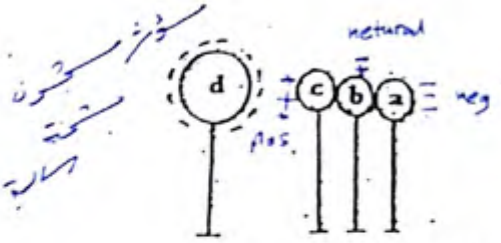
Scanned by CamScanner

12

1- ثلاثة موصلات معزولة وغير مشحونة

وضعت متلامسة كما في الشكل المجاور ، وقرب منها موصل (d) معزول ومشحون بشحنة سالبة.

إذا فصل الموصل b عن المجموعة ثم أبعد الموصل d نهائياً فإن شحنة الموصلات a,b,c ستكون بحيث أن :



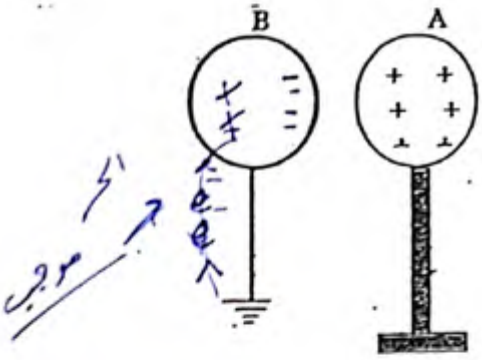
أ. a,c موجبة ، b سالبة

ب. a,c سالبان ، b موجب

ج. a,b سالبان ، c موجب

د. a سالب ، b متعادل ، c موجب

2- أثناء وجود موصل A مشحون بشحنة موجبة بالقرب من آخر B متصل بالأرض كما في الشكل فإن شحنة الموصل B تكون :



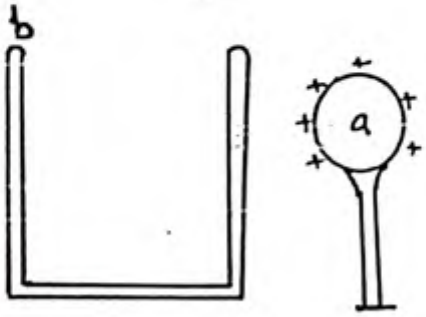
☐ سالبة على الطرف القريب و موجبة على الطرف البعيد

☐ موجبة على الطرف القريب و سالبة على الطرف البعيد

☐ سالبة على الطرف القريب و متعادلة على الطرف البعيد

☐ متعادلة على كل من الطرفين

3- يمكن نقل شحنة الموصل a بالكامل إلى الموصل b وذلك إذا :



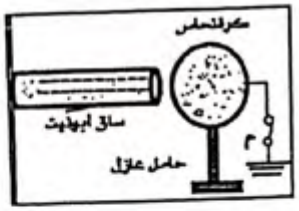
أ- لامس الموصل a الموصل b من الخارج

ب- لامس الموصل a الموصل b من الداخل

ج- أدخل الموصل a داخل الموصل b دون لمسه

د- قرب الموصل a من الموصل b دون لمسه

4- في الشكل المجاور، بعد فتح المفتاح (م) ثم إبعاد ساق الأبونيت عن الكرة :



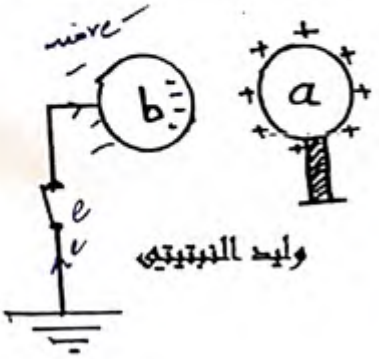
☑ تشحن الكرة بشحنة موجبة

☐ تشحن الكرة بشحنة سالبة

☐ تبقى الكرة متعادلة

☐ لا يمكن معرفة شحنة الكرة

5- قرب الموصل a الذي يحمل شحنة موجبة من آخر b متصل بالأرض، قطع الاتصال بالأرض ثم أبعد الموصل a عن b ، فإن شحنة الموصل b :



أ- صفر

ب- سالبة

ج- موجبة

Scanned by CamScanner

قانون كولوم

(القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين)

- القوة تتناسب عكسيًا مع مربع البعد
- القوة تتناسب طرديًا مع مقلوب مربع البعد

لها قراءتان → $f \propto \frac{1}{r^2}$ أو $r^2 \propto \frac{1}{f}$ أو $r \propto \frac{1}{\sqrt{f}}$

العوامل التي يتوقف عليها مقدار القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين وما أثر كل عامل

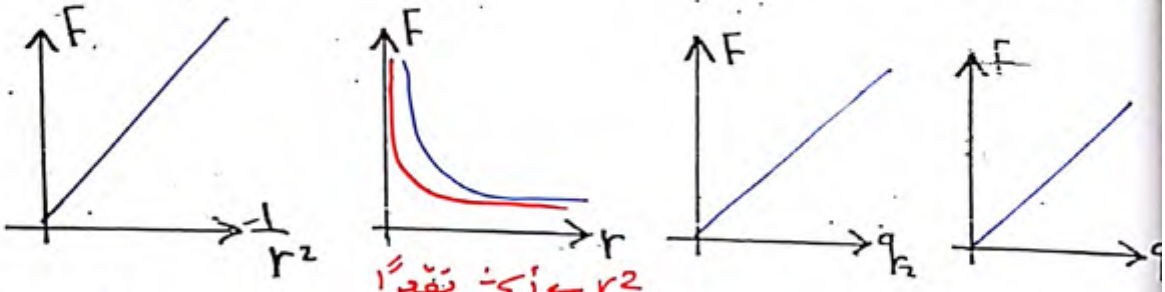
- $f \propto \frac{1}{r^2}$ عكسيًا مع مربع البعد
- $f \propto q_1 q_2$ طرديًا مع حاصل ضرب الشحنتين
- تتغير القوة بتغير الوسط.

البُعد بين الشحنتين (r)

مقدار كلٍّ من الشحنتين (q_1 ، q_2)

الوسط العازل

م المنحنى البياني في كل من الحالات التالية



تج قانون كولوم

So:

$f \propto q_1 \times q_2$

$f \propto \frac{1}{r^2}$

f يتوقف على الوسط

$f \propto \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$

↳ f ثابت كولوم $\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$

$f_e = K \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$

- لن نهتم بإشارة أو نوع الشحنة فقط المقدار
- electric force ← Fe
- وحدة ← Fe
- $K = \frac{f \cdot r^2}{q_1 \cdot q_2} = \frac{N \cdot m^2}{c^2}$ ← وحدة قياس ثابت كولوم.

الجهاز المستخدم في اثبات صحة قانون كولوم ؟

ميزان اللي

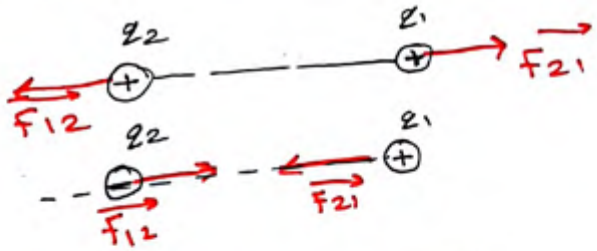
وليد النبتيتي

Scanned by CamScanner

الكولوم : الشحنة الكهربائية التي لو وضعت على بعد متر واحد من شحنة أخرى تماثلها فالهواء لكانت القوة المتبادلة بينهما 9×10^9 N .

$$F = K\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 1C \times 1C}{(1m)^2} = 9 \times 10^9 \ N$$

★ قانون كولوم : القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسيًا مع مربع البعد بينهما.



اذكر بعض التطبيقات العملية للقوى الكهروستاتيكية

① الطلاء الكهربائي عبر المرذاذ الالكتروستاتيكي

② المداخن الصناعية حيث تقوم القوة الكهروستاتيكية "تجمع الرماد المتطاير" بتجميع الناتج من المداخن فتتضمن عدم خروجه للهواء

③ الطابعات أو آلات التصوير حيث يتم شحن قطرات الحبر شحنة مخالفة لشحنة الورقة فتنتقل للحصول على صورة طبق الأصل

Scanned by CamScanner

غير مطلوب

$K_c = \frac{1}{4\pi \delta E_o}$

ما المقصود بـ K_c ؟ ما العوامل التي يتوقف عليها ؟ ما قيمتها في حالة الهواء او الفراغ ؟

ثابت كولوم ← يتوقف على :-

① نوع الوسط

② وحدات القياس .

$K = 8.99 \times 10^9 \frac{N.m^2}{c^2}$ صواب - مزاع

المعتمد

$K = 1.1 \times 10^8$ مساء

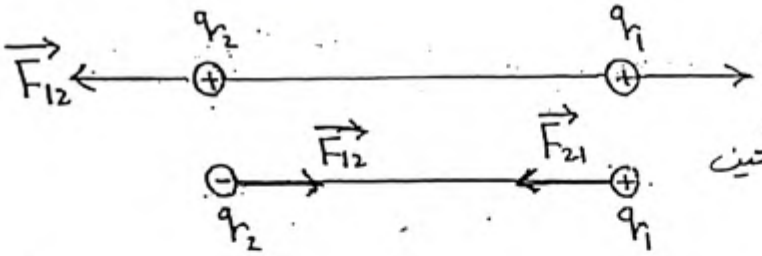
$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9$

ملاحظات

1- K_c
2- الكولوم
3- قانون كولوم
4- مسائل عوامل القوة

اتجاه القوة

أ- في حالة شحنتين نقطيتين متشابهتين ← تتنافر على امتداد الخط الواصل بين الشحنتين



ب- مختلفتين ← تجاذب على نفس الخط الواصل بين الشحنتين

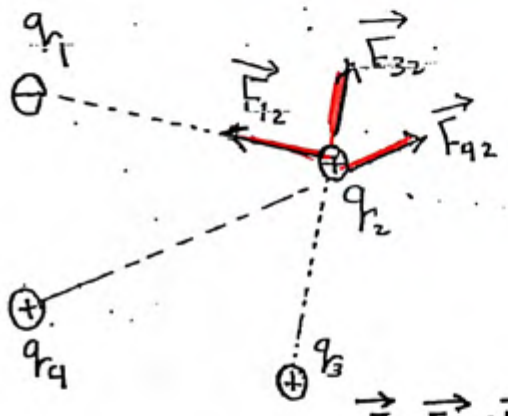
$$\vec{F_{12}} = -\vec{F_{21}}$$

قوتان متساويتان مقدارا متعاكستان اتجاها

قوتا فعل ورد فعل حسب القانون الثالث لنيوتن

ب- في حالة عدة شحنات نقطية

نحدد الشحنة المراد حساب القوة المؤثرة عليها ونعتبرها قابلة للحركة وبقية الشحنات ساكنة ثم نحسب محصلة القوى المؤثرة على الشحنة



! جمع اتجاهي

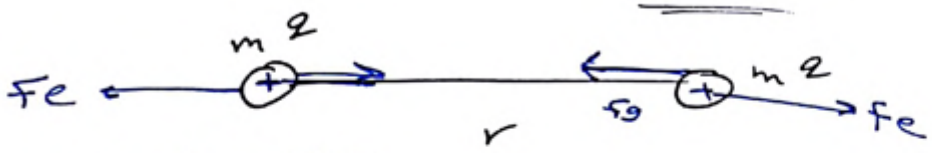
$$\vec{F_2} = \vec{F_{12}} + \vec{F_{32}} + \vec{F_{42}} + \text{--------}$$

وليد التبتيتي

Scanned by CamScanner

394

الحل :



$\Sigma F_{net} = 0.0$

الاتزان محصلة القوى = صفر ↓

$f_e = f_g$

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

بسط المعادلة على البعد

$K q^2 = G m^2$

$q^2 = \frac{G m^2}{K}$

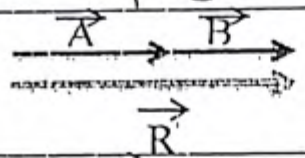
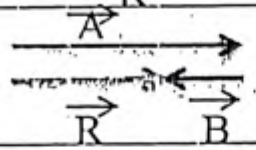
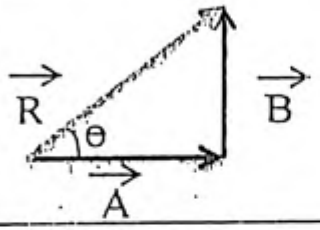
$q = \pm m \sqrt{\frac{G}{K}}$ (2)

q لا تتوقف على البعد ∴

$q = \pm 1.50 \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11}}{9 \times 10^9}}$ (3)

Scanned by CamScanner

حالات محصلة متجهين

	حالة المتجهين	الرسم	مقدار المحصلة	اتجاه المحصلة
.1	باتجاه واحد		مجموعهما $R=A+B$	باتجاههما
.2	باتجاهين متعاكسين		الفرق بينهما $R=A-B$	باتجاه الاكبر مقداراً
.3	باتجاهين متعامدين		$\mathbf{R=\sqrt{A^2+B^2}}$	$\Theta=\tan^{-1}\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$ $\Theta=\tan^{-1}\frac{\mathbf{B}}{\mathbf{A}}$

14

* <u>ملاحظات</u>: 1. أكبر قيمة لمحصلة متجهين، إذا كانا باتجاه واحد.
2. أقل قيمة ممكنة لمحصلة متجهين، إذا كانا باتجاهين متعاكسين.
3. القيم الممكنة للمحصلة: الفرق بينهما $\leq R \leq$ مجموعهما.

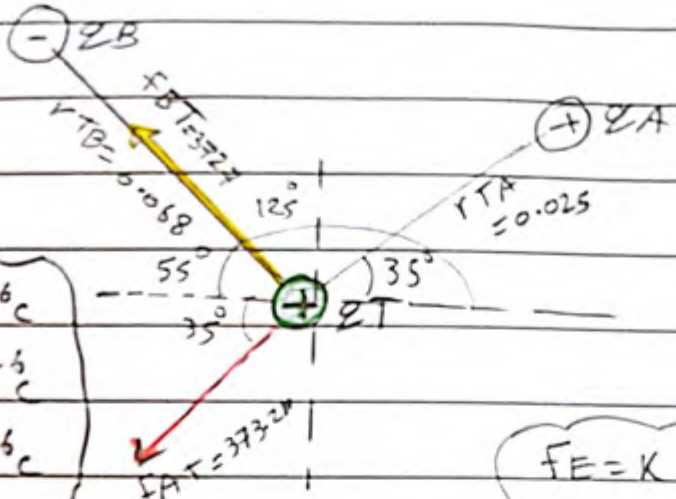
* محصلة متجهين غير متعامدين او عدة متجهات :

1. نحلل كل متجه إلى مركبتين $\overrightarrow{Ay}$, $\overrightarrow{Ax}$
2. نوجد محصلة المركبات الأفقية Rx
3. نوجد محصلة المركبات الرأسية Ry
4. المحصلة النهائية $R=\sqrt{R_x^2+R_y^2}$

وـع زاوية Θ مع محور x حسب : $\Theta=\tan^{-1}\frac{Ry}{Rx}$

إعداد: أ. وليد النبتيتي

Scanned by CamScanner



$q_A = 3.6 \times 10^{-6}\ C$

$q_T = 7.2 \times 10^{-6}\ C$

$q_B = 26.6 \times 10^{-6}\ C$

$$f_E = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$f_{AT} = 9 \times 10^9 \times \frac{(3.6 \times 10^{-6})(7.2 \times 10^{-6})}{(0.025)^2} = 373.24\ N$$ مائلة

$f_{AT_x} = f_{AT} \times \cos 35^\circ = 373.24 \times \cos 35^\circ = 305.74$ ← 382

$f_{AT_y} = f_{AT} \times \sin 35^\circ = 373.24 \times \sin 35^\circ = 214.08$ ← $\theta = 21$

$$f_{BT} = 9 \times 10^9 \times \frac{(26.6 \times 10^{-6})(7.2 \times 10^{-6})}{(0.068)^2} = 372.7\ N$$ مائلة

$f_{BT_x} = f_{BT} \times \cos 55^\circ = 372.7 \times \cos 55^\circ = 213.77$

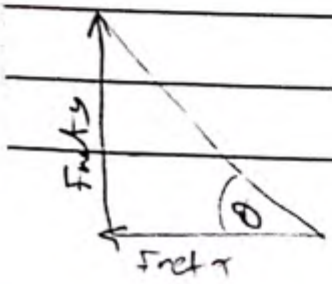
$f_{BT_y} = f_{BT} \times \sin 55^\circ = 372.7 \times \sin 55^\circ = 305.29$

$f_{net_x} = 305.74 + 213.77 = 519.51$ يمين

$f_{net_y} = -214.08 + 305.29 = 91.21$ لفوق

$F_{net\ total} = \sqrt{(x)^2 + (y)^2} = 527.45$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{91.21}{519.5}\right) = 10^\circ$ فوق اليسار



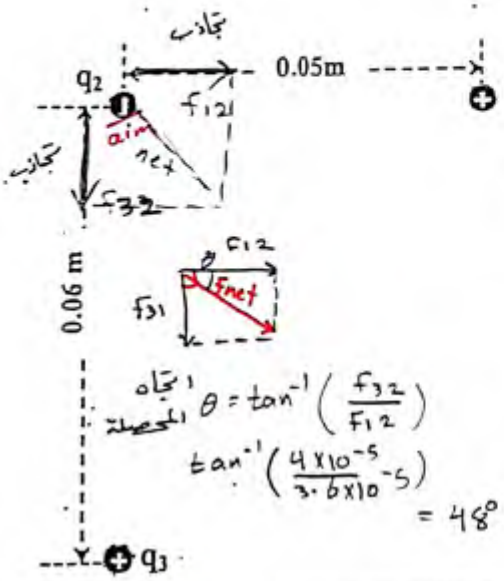
Scanned by CamScanner

السؤال الأول

وضعت ثلاث شحنات نقطية ($q_1 = +5.0\ nC$ و $q_2 = -2.0\ nC$) و $q_3 = +8.0\ nC$ في الهواء كما في الشكل المجاور ،

أجب عن الفقرتين (1 و2).

1- احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة q_2.



$$F_{12} = \frac{K q_1 q_2}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times (5\times10^{-9})(2\times10^{-9})}{(0.05)^2}$$

$$F_{12} = 3.6\times10^{-5}\ N \quad \text{يمينًا}$$

$$F_{23} = \frac{K q_2 q_3}{r^2} = \frac{9\times10^9 (5\times10^{-9})(8\times10^{-9})}{(0.06)^2}$$

$$F_{23} = 4\times10^{-5}\ N \quad \text{شمالًا}$$

$$F_{net} = \sqrt{(3.6\times10^{-5})^2 + (4\times10^{-5})^2} = 5.38\times10^{-5},\ \theta = 48^\circ$$

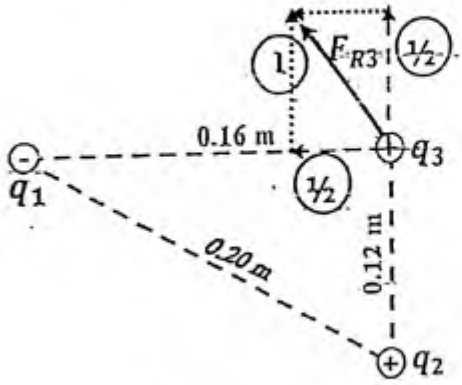
اتجاه المحصلة $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{f_{32}}{f_{12}}\right)$

$\tan^{-1}\left(\frac{4\times10^{-5}}{3.6\times10^{-5}}\right) = 48^\circ$

2- احسب مقدار شدة المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة q_2.

(2)

السؤال الثاني:



أولا: وُضعت ثلاث شحنات نقطيّة عند رؤوس مثلث، كما في الشكل المجاور.

إذا كانت ($q_2 = +1.4\times10^{-8}C$ ، $q_3 = +2.2\times10^{-8}C$) وتؤثر الشحنة q_1 على الشحنة q_3 بقوة جذب مقدارها ($1.4\times10^{-4}\ N$) ،

أجب عن الآتي:

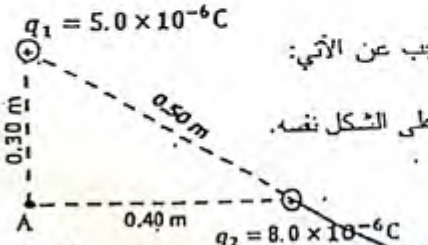
جد مقدار محصلة القوى المؤثرة في الشحنة q_3. وحدّد اتجاهها على الشكل نفسه.

تؤثر في الشحنة q_3 قوتان (F_{13} تنافر ، F_{23} جذب) وهما متعامدتان

$$F_{2,3} = k_C \frac{q_2 \times q_3}{r_{2,3}^2} = 8.99\times10^9 \times \frac{1.4\times10^{-8}\times2.2\times10^{-8}}{(0.12)^2} = 1.9\times10^{-4}\ N \quad (1)\ (2)\ (1/2)$$

$$F_{R3} = \sqrt{F_{1,3}^2 + F_{2,3}^2} = \sqrt{(1.4\times10^{-4})^2 + (1.9\times10^{-4})^2} = 2.4\times10^{-4}\ N \quad (1)\ (2)\ (1/2)$$

ثانيا: وضعت شحنتان نقطيتان موجبتان في الهواء كما في الشكل المجاور. أجب عن الآتي:



احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة q_2 وحدد اتجاهها على الشكل نفسه.

$$F_{12} = k_C \times \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

$$F_{12} = \frac{8.99\times10^9 \times 5.0\times10^{-6}\times8.0\times10^{-6}}{(0.50)^2}$$

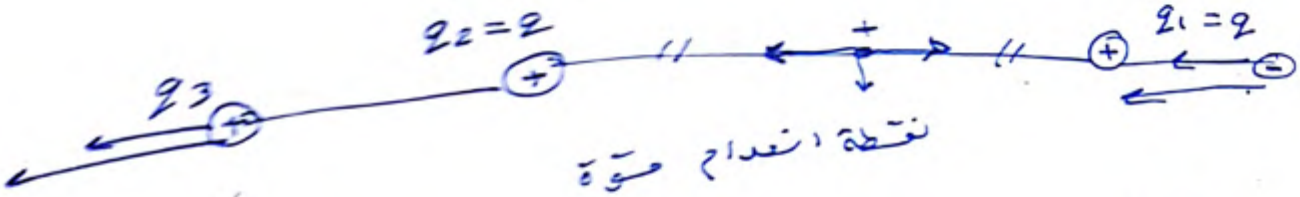
$$= 1.4\ N$$

Scanned by CamScanner

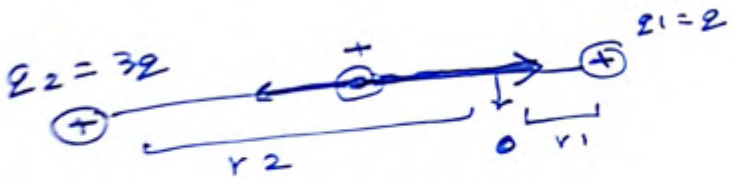
نقاط انعدام القوة (نقاط انعدام المجال)

- نقاط محصلة القوى عندها = صفر

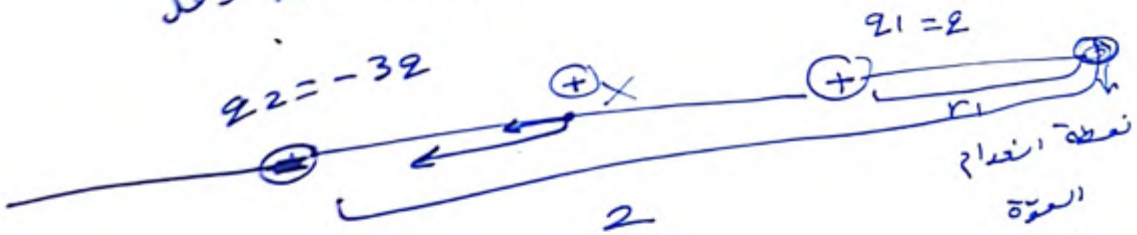
- في حالة شحنتين نقطيتين



نقطة انعدام قوة

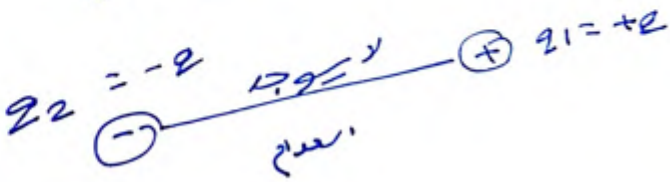


تقع النقطة أقرب للشحنة الأقل



نقطة انعدام القوة

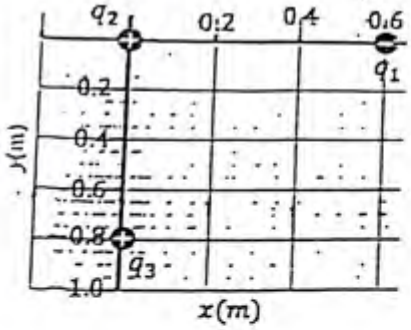
للخارج وأقرب للشحنة الأقل



انعدام

Scanned by CamScanner

س3 - وضعت الشحنات (q_1, q_2, q_3) متجاورات في الفراغ كما هو مبيّن في الشكل المجاور. إذا كانت $(q_1 = -4\times10^{-8}\ C,\ q_2 = +8\times10^{-8}\ C,\ q_3 = +6\times10^{-8}\ C)$:



- جد مقدار القوة الكهربائيّة المؤثرة في الشحنة q_2؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- إذا أبعدت الشحنة q_3 نهائياً عن الشحنة q_2 مع بقاء q_1 في مكانها فهل يزداد مقدار القوة الكهربائيّة المؤثّرة في q_2 أم يقل أم يبقى ثابتاً ؟ ولماذا ؟

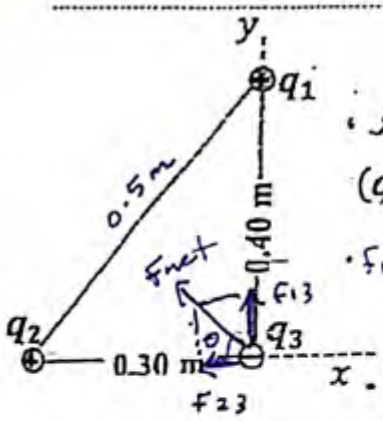
.....

.....

.....

.....

س4 وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث قائم الزاوية كما في الشكل المجاور، إذا كانت $(q_1 = 6.0\times10^{-6}C)$ و $q_3 = -8.0\times10^{-6}C$ و $(q_2 = -q_3)$، ويكان الهواء يحيط بالشحنات، أجب عن الفقرتين (1 و2).



1- احسب مقدار القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة q_3.

$F_{13} = \frac{K q_1 q_3}{r_{13}^2} =$ ☐

$F_{23} = \frac{K q_2 \cdot q_3}{(r_{23})^2} =$ ☐

$F_{net} = \sqrt{(F_{13})^2 + (F_{23})^2} =$

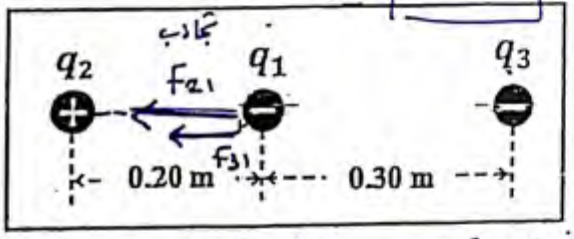
2- حدد اتجاه حركة الشحنة q_3 بالنسبة لمحور x إذا سمح لها بالحركة.

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_{13}}{F_{23}}\right) = (\ \ )$ مع محور x

q_3 تتحرك باتجاه محصلة القوى اي انها تصنع زاوية θ

☐

وضعت ثلاث شحنات نقطيّة في الفراغ كما في الشكل المجاور. إذا كانت $(q_1 = -2.0\times10^{-6}\ C)$ و $(q_2 = +1.6\times10^{-6}C)$ و $(q_3 = -2.0\times10^{-6}C)$:



جد مقدار محصلة القوى الكهربائيّة المؤثّرة في الشحنة q_1.

$F_{21} = \frac{K q_2 \cdot q_1}{r_{12}^2} = \frac{9\times10^9 \times (1.6\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{(0.2)^2} = 0.72\ N$

$F_{31} = \frac{K q_3 \cdot q_1}{r_{13}^2} = \frac{9\times10^9 (2\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{(0.3)^2} = 0.40\ N$

$F_{net} = F_{21} + F_{31} = 0.72 + 0.40 = 1.12\ N$

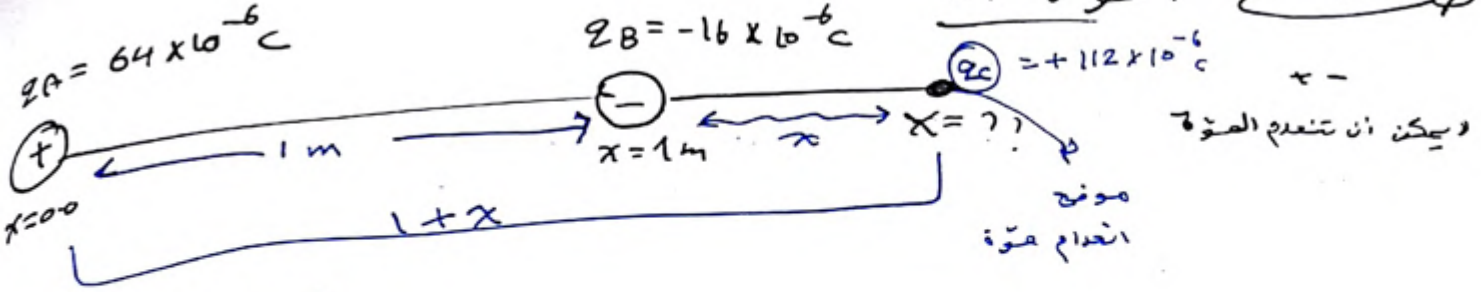
في اتجاه x السالب (جهة اليسار)

إذا أبعدت الشحنة (q_2) نهائياً عن الشحنتين (q_1, q_3)، فهل تزداد القوة الكهربائيّة المؤثّرة في الشحنة (q_1) أم تقل أم لا تتغيّر ؟ برّر إجابتك تقل.

16

Scanned by CamScanner

سؤال 61 ← 400



+ −

ويمكن أن تنعدم القوة

$\vec{F}_{AonC} = -\vec{F}_{BC}$

$F_{AC} = F_{BC}$

$$\frac{k q_A \cdot q_C}{r_{AC}^2} = \frac{k q_B \cdot q_C}{r_{BC}^2} \Rightarrow \frac{q_A}{(r_{AC})^2} = \frac{q_B}{(r_{BC})^2}$$

$$\frac{64 \times 10^{-6}}{(1+x)^2} = \frac{16 \times 10^{-6}}{x^2}$$

$$\frac{4}{(1+x)^2} = \frac{1}{x^2}$$

نأخذ جذر الطرفين

$$\frac{2}{1+x} = \frac{1}{x}$$

$$2x = 1 + x$$

$$2x - x = 1$$

$$x = 1 \text{ m}$$

البعد عن q_B

البعد عن q_A

$1 + x$

$= 1 + 1 = 2$

Scanned by CamScanner

س6 في لحظة الانشطار النووي، تنقسمُ نواةُ اليورانيوم ^{235}U التي تحتوي على 92 بروتونًا إلى نواتين جديدتين بهما عددُ البروتونات نفسُه ونصفُ قطرِ كلٍّ منهما 5.9×10^{-15} m. ما مقدارُ قوةِ التنافرِ بينهما؟

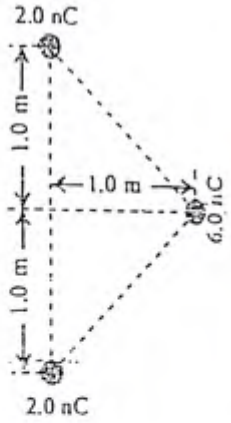
$$q_1 = q_2 = \frac{92}{2} \times 1.6 \times 10^{-19} = 73.6 \times 10^{-19}\ C$$

$$r = 2 \times 5.9 \times 10^{-15}\ m$$

$$\because Fe = 8.99 \times 10^9 \frac{(73.6 \times 10^{-19})^2}{(2 \times 5.9 \times 10^{-15})^2}$$

$$Fe = 3.5 \times 10^3\ N \quad \text{تنافر}$$

س7 وضعت ثلاثُ شحناتٍ نقطيةٍ عندَ رؤوسِ مثلثٍ كما في الشكل 1-32. جدْ مقدارَ القوةِ الكهربائيةِ التي تؤثرُ في الشحنةِ 6.0 nC.



الشكل 1-32

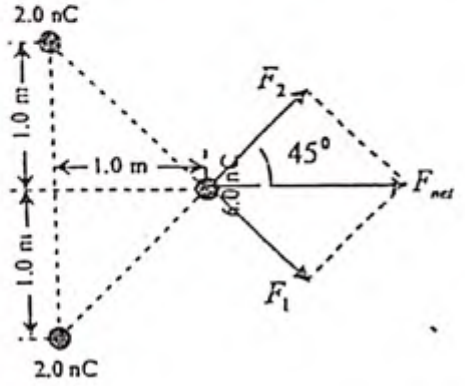
$$F_1 = F_2 = 8.99 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9} \times 6 \times 10^{-9}}{(\sqrt{2})^2} = 5.4 \times 10^{-8}\ N$$

وبما أن القوتين متعامدتان فان محصلتهما تحسب كالتالي

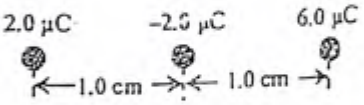
$$F_{net} = \sqrt{(5.4 \times 10^{-8})^2 + (5.4 \times 10^{-8})^2}$$

$$\because \quad F_{net} = 7.6 \times 10^{-8}\ N$$

أما اتجاه هذه القوة فهو ينصف الزاوية بين القوتين بسبب تساويهما وبالتالي يكون باتجاه اليمين لاحظ الشكل

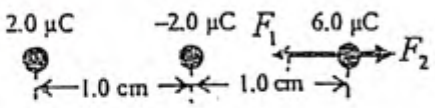


س8 وُضعت ثلاثُ شحناتٍ نقطيةٍ في الهواءِ على المحورِ x كما في الشكل 1-33. جدْ مقدارَ القوةِ التي تؤثرُ في الشحنةِ 6.0 μC.



الشكل 1-33

الشحنة $6.0\mu C$ يؤثر بها قوتان لاحظ الشكل



$$F_1 = 8.99 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(1 \times 10^{-2})^2} = 1.07 \times 10^3\ N$$

$$F_2 = 8.99 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 270\ N$$

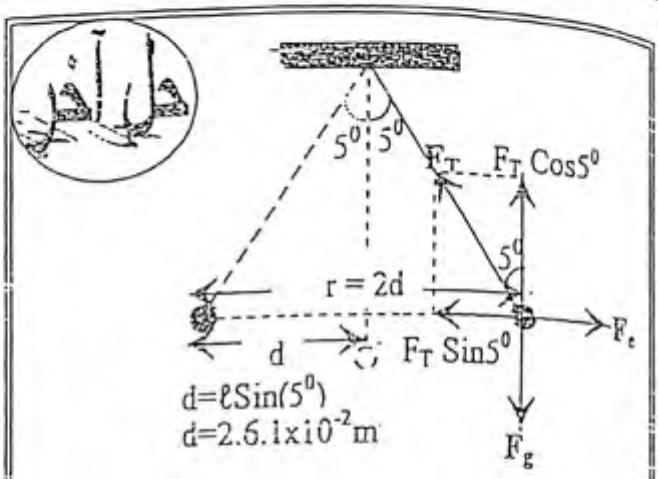
وبما أن القوتان متعاكستان فان محصلتهما حاصل طرح مقداريهما أي ان

$$F_{net} = 1.07 \times 10^3 - 270 = 800\ N \quad \text{غرباً}$$

Scanned by CamScanner

س٩

كرتان معدنيتان صغيرتان، كتلةُ كلٍّ منهما 0.20 g، تتدلّيان بالتعادل من النقطةِ نفسِها بوساطةِ خيطٍ خفيف. شُحِنَتا كهربائيًا بنفسِ نوعِ الشحنةِ ومقدارِها، فأصبحتا في حالةِ اتزانٍ بعد أن مالَ كلُّ خيطٍ بزاويةٍ 5.0° مع الرأسي. ما مقدارُ شحنةِ كلٍّ منهما إذا كانَ طولُ الخيطِ 30.0 cm؟



بما أن الكرتين اتزنتا فإن محصلة القوى = صفر

$$\Sigma F_x = F_e - F_T Sin(5^0) = 0.0$$

$$\Rightarrow F_e = F_T Sin(5^0) \cdots\cdots (1)$$

كذلك

$$\Sigma Fy = F_T Cos(5^0) - F_g = 0.0$$

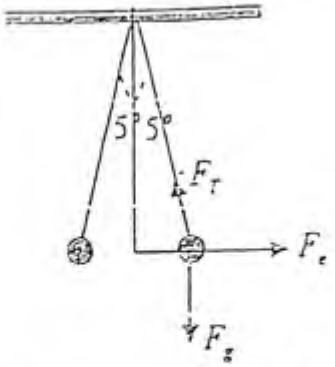
$$\Rightarrow F_g = F_T Cos(5^0) \cdots\cdots (2)$$

وبقسمة المعادلة 1 على 2 نحصل على :

$$\frac{F_e}{Fg} = \frac{F_T Sin(5^0)}{F_T Cos(5^0)}$$

$$\Rightarrow \frac{\left(K_c q^2 / r^2\right)}{mg} = \tan(5^0)$$

$$q^2 = 5.25\times10^{-17} \Rightarrow q = \pm 7.25\times10^{-9} C$$



$$\Sigma F_x = F_e - F_T\cos(85) = Zero$$

$$\because\ 8.99\times10^9 \frac{q^2}{(2\times26.2\times10^{-3})^2} = 87.2\times10^{-3} F_T$$

$$3.27\times10^{12} q^2 = 87.2\times10^{-3} F_T \text{ ------(1)}$$

$$\Sigma F_y = F_T \sin(95) - F_g = Zero$$

$$0.996 F_T = 0.2\times10^{-3}\times9.81$$

$$\because\ F_T = 1.97\times10^{-3} N \text{ ----------(2)}$$

وبتعويض 2 في 1 نحصل على :

$$q^2 = 5.25\times10^{-17} \Rightarrow q = \pm 7.25\times10^{-9} C$$

س١٠

يحتوي 1.00 g من الهيدروجين على 6.02×10^{23} ذرّة تحتوي كلٌّ منها على إلكترونٍ واحدٍ وبروتونٍ واحد. افترضْ فصلَ الإلكتروناتِ عن البروتوناتِ في الـ 1.00 g من الهيدروجين، بحيثُ توضعُ البروتوناتُ في القطبِ الشماليِّ للأرض، والإلكتروناتُ في القطبِ الجنوبي. جِدْ مقدارَ القوّةِ المحصِّلةِ الضاغطةِ على الأرض. (نصفُ قُطْرِ الأرضِ يساوي 6.38×10^6 m تقريبًا.)

$$q_1 = q_2 = 1.6\times10^{-19}\times6.02\times10^{23}$$

$$= 96.3\times10^3 C$$

$$\because F_e = 8.99\times10^9 \frac{(96.3\times10^3)^2}{(2\times6.38\times10^6)^2}$$

$$= 512\times10^{-3} N$$

س١١

القمرُ ($m = 7.36 \times 10^{22}$ kg) مقيَّدٌ في فلكِهِ بالأرضِ ($M = 5.98 \times 10^{24}$ kg) بسببِ الجاذبية. لنفرضْ أن تجاذبَهما ليسَ بسببِ الجاذبية، بل لأنهما يحملانِ شحِنتينِ مختلفتينِ في النوع، لكن متساويتينِ في المقدار. ما مقدارُ شحنةِ كلٍّ منهما لكي يتجاذبا بالقوّةِ نفسِها؟

$$F_e = F_g$$

$$K_c \frac{q^2}{r^2} = G\frac{mM}{r^2}$$

$$q^2 = \frac{6.67\times10^{-11}\times7.36\times10^{22}\times5.98\times10^{24}}{8.99\times10^9}$$

$$q^2 = 32.7\times10^{48} \Rightarrow q = \pm 5.71\times10^{13} C$$

Scanned by CamScanner

اختر انسب إجابه لكل من الاتي، بوضع إشارة (✓) في المربع امامها.

1- شحنتان متساويتان ، المسافة بينهما 1m والقوة بينهما 9000N ، هذا يدل على أن مقدار كل من الشحنتين يساوي:

أ- $10^{-6}\ \mu C$ ب- $10^{-3}\ C$ ج- $10^{3}\ C$ د- $10^{6}\ \mu C$

$9000 = \frac{9\times10^{9}\times q^2}{(1)^2}$ ، $q^2 = \frac{9000}{9\times10^9}$ ، $q = \sqrt{10^{-6}} = 1\times10^{-3}\ C$

2- القوة الكهروستاتيكية بين شحنتين موجبتين إحداهما أكبر من الأخرى تكون :

أ- مؤثرة على الشحنة الصغيرة ولا تؤثر على الكبيرة ب- أكبر على الكبيرة

ج- أكبر على الصغرى د- متساوية على كل منهما

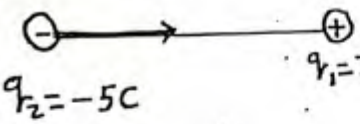
3- قيمة ثابت كولوم:

أ- تتناسب عكسياً مع مربع المسافة وطردياً مع مع $q_1 \times q_2$ ب- تتوقف على نوع الوسط والوحدات

ج- تتناسب عكسياً مع المسافة وطردياً مع مع $q_1 \times q_2$ د- ثابتة دائما

4- إذا كانت القوة المؤثرة على q_1 تساوي 30N

فإن القوة المؤثرة على q_2 تساوي:



أ- 30N جهة اليسار ب- 30N جهة اليمين

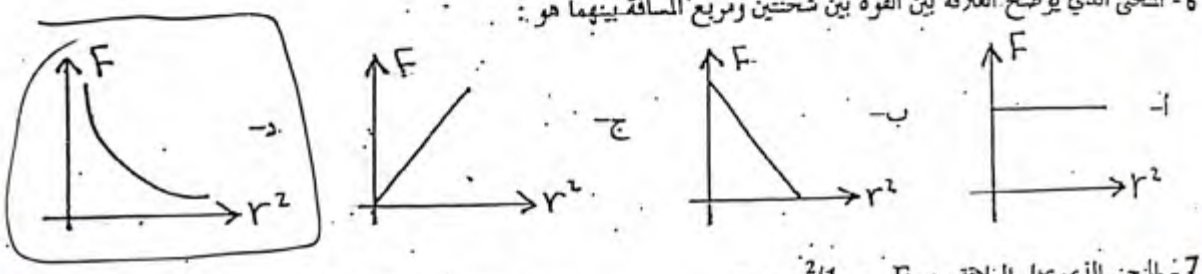
ج- 50N جهة اليمين د- 50N جهة اليسار

5- إن مقدار القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بين شحنتين لا تتوقف على :

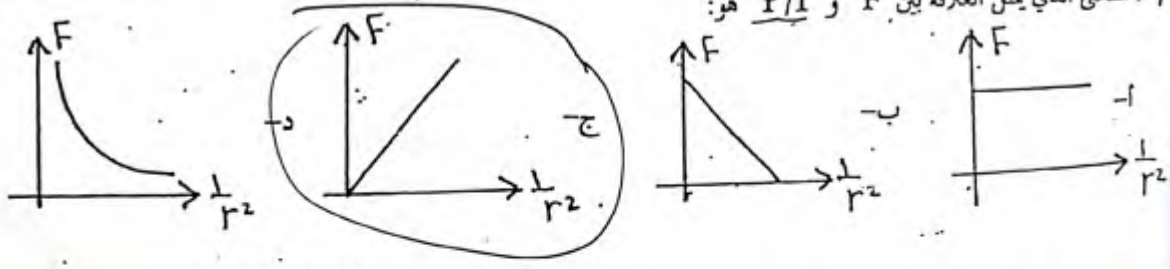
أ- مقداري كل من الشحنتين ب- المسافة بين مركزيهما

ج- نوع الوسط العازل الفاصل بينهما د- نوع كل من الشحنتين

6- المنحنى الذي يوضح العلاقة بين القوة بين شحنتين ومربع المسافة بينهما هو :



7- المنحنى الذي يمثل العلاقة بين F و $1/r^2$ هو:



8- شحنتان نقطيتان مقدار كل منهما 0.5C والمسافة بينهما 0.5m ، فإن القوة بينهما بدلالة ثابت كولوم هي:

لا تحوض قيمة ثابت كولوم

$F = \frac{K q_1 . q_2}{r^2} = K \times \frac{(0.5)(0.5)}{(0.5)^2} = K(1) = K$

أ- k/8 ب- k/4 ج- k د- 4k

9- إذا كانت القوة بين شحنتين هي 9N عندما تكون المسافة بينهما r ، فإذا أصبحت المسافة بينهما r/3 ، فإن القوة بينهما تصبح :

أ- 3N ب- 27N ج- 54N د- 81N

وليد النبتيتي

Scanned by CamScanner

تفسير حل سؤال 9

$f \propto \frac{1}{r^2}$

عامل تغير البُعد

$r_2 = \frac{1}{3} r$

(أو) $r_2 = \frac{r}{3}$ ← same.

نشيل الـ r ← نضع عامل التغير.

$f \propto \frac{1}{r^2} \propto \frac{1}{(\frac{1}{3})^2} \propto \frac{1}{(\frac{1}{9})}$

$= 9$ → عامل تغير القوة

$f_2 = 9 \; f_1$

$= 9 \times 9 = \boxed{81 \; N}$

Scanned by CamScanner

10 - شحنتان كهربائيتان موضوعتان في الهواء تتنافران بقوة مقدارها (F) عند مضاعفة مقدار كلا من الشحنتين مع بقاء المسافة بين الشحنتين ثابتة ، فإن مقدار قوة التنافر تصبح :

$f \propto q_1 \cdot q_2$ ، $2 \times 2 = 4$

4F - ج ، $2F$ - ب ، $\frac{F}{2}$ - ب ، $\frac{F}{4}$ - أ

$f_2 = 4 f_1$

11 - شحنتان نقطيتان متجاورتان ، مقدار الأولى يساوي ثلاثة أمثال الثانية ، فإن مقدار القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة الأولى يساوي : $q_1 = 3q_2$

Electric force agrees with newtons third law.

أ) مقدار القوة المؤثرة على الثانية .

ب) نفس القوة المؤثرة على الثانية .

ج) ثلاثة أمثال القوة المؤثرة على الثانية .

د) الصفر .

12 - شحنتان كهربائيتان نقطيتان ($-q_2 + q_1$) موضوعتان في الهواء والمسافة بينهما (r) ينتج بينهما قوة كهربائية (F) ، وعندما تقل المسافة بينهما الى (0.25 r) مع ثبات مقدار شحنة كل منهما فإن القوة بينهما تصبح :

$f \propto \frac{1}{r^2}$

$F \propto \frac{1}{(0.25)^2} = 16$

$f_2 = 16 f_1$

أ - 4 F تجاذب ب - 4 F تنافر ج - 16 F تجاذب د - 16 F تنافر

13 شحنتان نقطيتان متجاورتان المسافة بينهما (r)، والقوة الكهربائية المتبادلة بينهما 10N، إذا اصبحت المسافة بين الشحنتين ($\frac{r}{4}$)، فإن القوة الكهربائية المتبادلة بينهما تصبح:

$\frac{F_2}{F_1} = \frac{(r_1)^2}{(r_2)^2}$

$\frac{F_2}{10} = \frac{(r_2)^2}{(\frac{r}{4})^2} = \frac{16}{1}$

$F_1 = 16 \times 10$

160N ☑ 80N ☐ 40N ☐ 20N ☐

14 شحنتان نقطيتان موجبتان متجاورتان، القوة الكهربائية المتبادلة بينهما (1.6 N): إذا أنقص البعد بينهما إلى النصف ($\frac{1}{2}$)، فإن مقدار القوة المتبادلة بينهما تصبح: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$

0.40 N ☐ 3.2 N ☐ 0.80 N ☐ 6.4 N ☑

$\frac{F_2}{1.6} = \frac{r^2}{(\frac{1}{2}r)^2} = \frac{4}{1}$ ، $F_2 = 4 \times 1.6 = 6.4$

15 - شحنتان القوة المتبادلة بينهما F عندما كانت المسافة بينهما r فإذا حركت إحداهما حتى أصبحت القوة بينهما 9F فهذا يعني أن المسافة بينهما أصبحت :

$f \propto \frac{1}{r^2}$

So: $r \propto \frac{1}{\sqrt{f}}$

$r \propto \frac{1}{\sqrt{9}} = \frac{1}{3}$

أ. $\frac{1}{9}r$ ب. $9r$ ج. $\frac{1}{3}r$ د. $3r$

16 - شحنتان نقطيتان $q_1 = 4q$ ، $q_2 = q$

إذا كان مقدار القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى 16N فإن مقدار القوة التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الثانية تساوي : ← Newton 3rd law

أ. 16 N ب. 4 N ج. 64 N د. 1 N

17) لاثبات قانون التربيع العكسي للقوة المتبادلة بين الشحنات الكهربائية نستخدم:

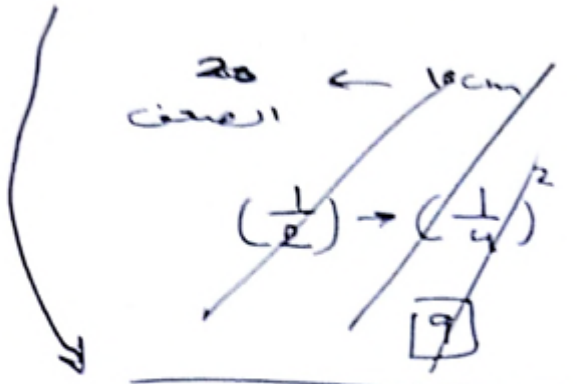
☐ الميزان الزنبركي ☑ ميزان اللي ☐ ميزان القوة ☐ الكشاف الكهربائي

18 - القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين البعد بينهما (10 cm) هي (36N) ، فإن مقدار القوة بينهما اذا اصبح البعد بينهما (20 cm) تساوي :

72 N - 9 N - 18 N - 36 N

Scanned by CamScanner

18 تفسير حل سؤال



الحل

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{r_1}{r_2}$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{(10)^2}{(20)^2} = \boxed{\frac{1}{4}}$$

$$\frac{f_2}{36} = \frac{1}{4}$$

$$4 f_2 = 36$$

$$f_2 = \frac{36}{4} = \boxed{9}$$

Scanned by CamScanner