@grade12ua_e

القوى الكهروستاتيكية

الوحدة الأولى 1

12

United Arab Emirates
Ministry of Education

الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

I ♥ PHYSICS

العام الدراسي 2018 -2019

القوى الكهروستاتيكية (الحل)

الفيزياء

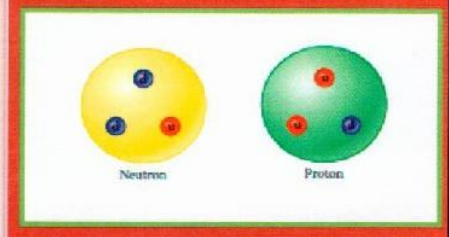
الثاني عشر – متقدم

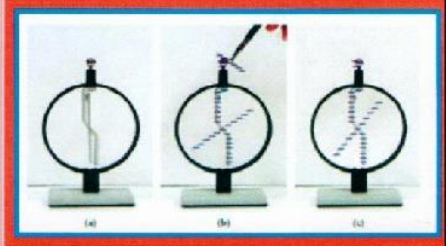
الفصل الدراسي الأول

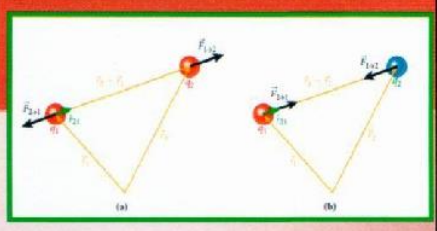
الاسم : .....

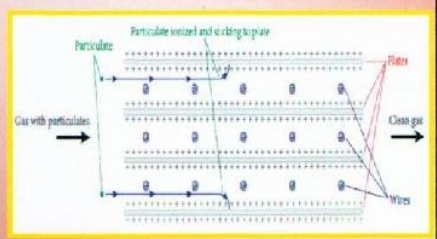
وزارة التربية والتعليم

دائرة التعليم والمعرفة





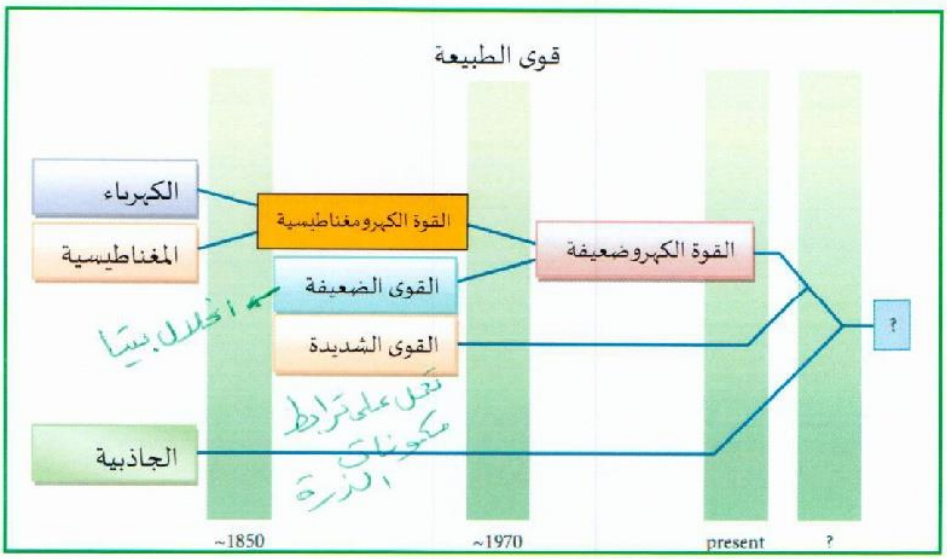




إعداد الأستاذ
أسامة إبراهيم النحوي
0554543232

الكهرومغناطيسية

الشكل التالي يبين تاريخ اتحاد القوى الأساسية على مر العصور .



الشحنة الكهربائية Electric Charge

هي خاصية فيزيائية للمادة تظهر فقط اذا احدث خلل في التعادل الكهربائي للمادة وهي نوعان موجبة وسالبة .

ملاحظات

1- في الوضع الطبيعي جميع المواد ومهما كانت حالتها صلبة او سائلة او غازية تكون متعادلة كهربائيا . فسر .

الاجابة : وذلك لان عدد البروتونات الموجبة داخل النواة يكون مساويا لعدد الالكترونات السالبة التي تدور حول النواة ومقدار شحنة البروتون الموجبة مساو لمقدار شحنة الالكترون السالبة

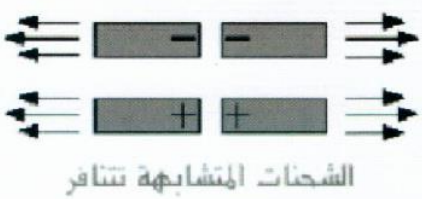
2- يمكن فصل الإلكترونات وتحريرها من الارتباط مع النواة عن طريق تزويدها بالطاقة .

3- المادة التي تكتسب الكترونات اضافية تظهر عليها الشحنة السالبة والتي تفقد بعض الكتروناتها تظهر عليها الشحنة الموجبة

4-تختلف المواد فيما بينها من حيث قابليتها الى كسب او فقد الالكترونات تبعا لمدى ارتباط الالكترونات مع النواة .

قانون الشحنات الكهربائية

الشحنات المتماثلة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب



رمزها : q ، **وحدة قياسها :** كولوم C

$I = \frac{q}{t}$ $\quad q = I \cdot t$

$1\,C = 1\,A\,s.$

إن الكولوم الواحد هو وحدة شحنة كبيرة جدا لذلك سنلجأ الى بادئات مشهورة تكون أصغر منها مثل .

الجسيم	الشحنة	القيمة
بروتون	$q_p = +e.$ ✓	$1.602 \cdot 10^{-19}$ C
الكترون	$q_e = -e$ ✓	$-1.602 \cdot 10^{-19}$ C

الميكرو كولوم ..... μC 10^{-6}

النانو كولوم ..... nC 10^{-9}

البيكوكولوم ..... pC 10^{-12}

قانون حفظ الشحنة

كمية الشحنات المفقودة = كمية الشحنات المكتسبة

الكمية الكلية للشحنة الكهربائية في نظام مغلق لا تتغير

✓ أي ان الشحنة محفوظة فهي لا تفنى ولا تستحدث بل تنتقل من جسم الى آخر .

الشحنة الأولية (الأساسية)

الشحنة الكهربائية يجب أن تكون من مضاعفات صحيحة للشحنة الأساسية وهذا ما يعرف بتكمية الشحنة " الشحنة مكماة "

ولقد تم اثبات هذا المبدا المهم عن طريق تجربة قطرة الزيت لميلكان .

رسم تخطيطي لتجربة قطرات الزيت لميلكان

وظيفة الاشعة السينية

نزع الالكترونات من قطرة الزيت لتصبح موجبه

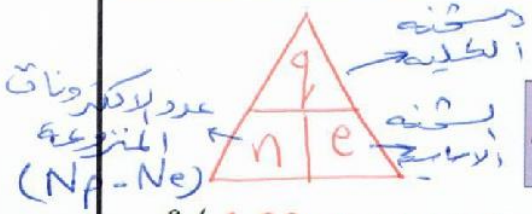
وظيفة اللوحين المشحونين

ضبط قطرة الزيت بين اللوحين لتصبح متزنه (عالقة)

استنتاج ميلكان

الشحنه مكماة (إن الشحنه من مضاعفات عدد صحيح من الشحنه الاساسيه)

* لحساب عدد الإلكترونات التي يكتسبها أو يفقدها جسم :



$$n = \frac{|q|}{q_e} = \frac{|q|}{1.602\times10^{-19}}$$

(1) احسب عدد الإلكترونات التي يجب أن يكتسبها جسم ليشحن بشحنة مقدارها ($1.00\ c$) ؟

$n = \frac{q}{e} = \frac{1.00}{1.602\times10^{-19}} = 6.24\times10^{18}$ إلكترون

(2) هل يمكن لجسم أن يشحن بشحنة موجبة مقدارها ($q = 5\times10^{-19} c$) ؟ برر اجابتك بالحساب .

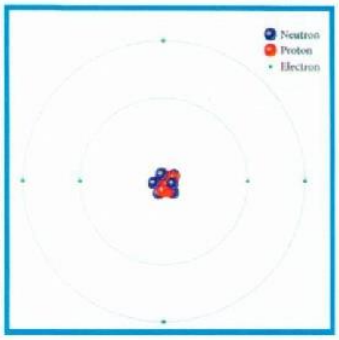
$n = \frac{q}{e} = \frac{5\times10^{-19}}{1.602\times10^{-19}} = 3.12$ إلكترون

عدد غير صحيح لذلك لا يمكن أن يشحن الجسم بهذه الشحنة .

تعلمنا سابقاً ان المادة تتكون من ذرات وان الذرة تتكون من نواة تحتوي على

بروتونات مشحونة بشحنة موجبة ونيترونات متعادلة ويحيط بهذة النواة

الالكترونات سالبة الشحنة .



إن الالكترون جسيم أولي ليس له أجزاء نصف قطره صفر تقريبا أما البروتون

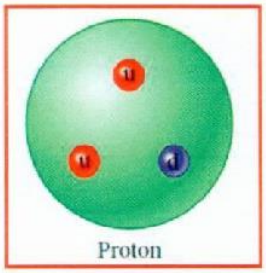
فيتكون من جسيمات مشحونة تسمى الكواركات وتربطها جسيمات غير

مشحونة تسمى الجلونات .

الكواركات العلوية شحنتها ($+\frac{2}{3}e$) .

الكواركات السفلية شحنتها ($-\frac{1}{3}e$) .

تدريب :



يتكون البروتون من اثنين من الكواركات العلوية وكوارك سفلي واحد لذلك

$q_p = +\frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = \frac{3}{3} = +1$

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

أسامة إبراهيم النحوي
0554543232

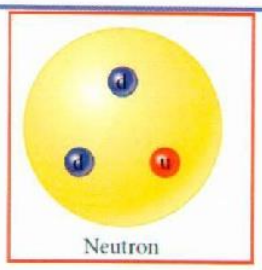
عام زايد YEAR OF ZAYED

الفيزياء

الوحدة الأولى

4

الفصل الدراسي الأول
الثاني عشر – متقدم



تدريب :

يتكون النيترون المتعادل من كوارك علوي وكواركين سفليين لذلك

q_n = صفر = $+\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3}$

ملاحظات: سفلي سفلي علوي

مجموع شحنات الكواركات داخل البروتون يساوي تماماً مقدار شحنة الالكترون

توجد جسيمات شبيهة بالالكترون وكتلتها أكبر منه تسمى الميون والتاو

$$q = e(N_p - N_e)$$

N_p عدد البروتونات المنزوعة ، N_e عدد الإلكترونات المنزوعة

مثال 1.1

إذا أردنا أن يكتسب قالب حديدي كتلته 3.25 kg شحنة موجبة مقدارها 0.100 C . فما نسبة الالكترونات التي سنحتاج الى نزعها .

لحساب عدد الالكترونات الكلي يجب أولاً حساب عدد الذرات

$N_{ذرات} = \frac{\text{عدد أفوجادرو} \times \text{الكتلة}}{\text{الكتلة الذرية (kg)}}$

$= \frac{3.25 \times 6.022 \times 10^{23}}{(56 \div 1000)}$

$= 3.50 \times 10^{25}$ ذرة

لحساب عدد الالكترونات بالذرة الـ 26

$N_{\text{الكترونات}} = 3.50 \times 10^{25} \times 26 \rightarrow$ عدد e

$= 9.09 \times 10^{26}$ إلكترون

الكتلة الذرية (g)

$^{56}_{26}Fe$

عدد الإلكترونات لكل ذرة

الالكترونات المنزوعة

$(N_p - N_e) = \frac{q}{e}$

$= \frac{0.100}{1.602 \times 10^{-19}}$

$= 6.24 \times 10^{17}$ إلكترون منزوع

النسبة هي

$\frac{\text{الالكترونات المنزوعة}}{\text{العدد الكلي للالكترونات}}$

$= \frac{6.24 \times 10^{17}}{9.09 \times 10^{26}}$

$= 6.87 \times 10^{-10}$

الاختبار الذاتي

اكتب شحنة الجسيمات الأولية أو الذرات التالية بدلالة الشحنة الأساسية $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$ C.

a) بروتون . $+1e = +1$ b) نيوترون . صفر

c) ذرة هيليوم (بروتونان ونيوترونان والكترونان) . صفر $= (+2 + 0 + -2)$ متعادلة

d) ذرة هيدروجين (بروتون واحد والكترون واحد) . صفر $= (+1 - 1)$

e) كوارك علوي . $+\frac{2}{3}e$ f) كوارك سفلي . $-\frac{1}{3}e$

g) الكترون . $-1 = -1e$ h) جسيم الفا (بروتونان ونيوترونان) $= +2 \quad (+2+0)$

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

الذرات دائماً متعادلة .

العوازل والموصلات وأشباه الموصلات والموصلات الفائقة التوصيل

(1) **الموصلات** : هي المواد التي تسمح لبعض الالكترونات بحرية الحركة خلالها .

السبب ((الميل النسبي لذرات المادة الى كسب الالكترونات أو فقدها)) .

أمثلة : المعادن والموانع والأنسجة العضوية والمحاليل الكهربائية الايونية مثل محلول ملح الطعام في الماء (NaCl)
لانه يتالف من ايونات موجبة (Na^+) و أيونات سالبة (Cl^-)

(2) **العوازل** : هي المواد التي **لا تسمح** للالكترونات بحرية الحركة خلالها .

السبب ((بسبب الارتباط القوي بين الكترونات المادة وذراتها)) .

أمثلة : الزجاج والبلاستيك والقماش .

(3) **أشباه الموصلات** : هي المواد التي يمكن ان تتغير من عازلة الى موصلة ثم عازلة مرة أخرى .

تم اكتشافها حديثا جدا واستخدمت في صناعة الكمبيوتر والالكترونيات من خلال صناعة اجهزة الترانزستور التي تستخدم في (التلفاز والكاميرات ومشغلات الالعاب والهواتف الخلوية .....)

أنواع أشباه الموصلات :

أ) **نقية** مثل الزرنيخ الجرمانيوم والسيلكون

ب) **غير نقية** ويتم صناعتها بطريقة التطعيم

(إضافة كميات دقيقة من المواد التي تعمل كمانحات الكترونات وتسمى النوع n *n-type* (شحنة سالبة)

او مستقبلات الكترونات (الفجوة) التي يتركها الالكترون بعد ارتباطه بالمستقبل يمكن ان تنتقل عبر شبه الموصل لتعمل كناقل فعال للشحنة الموجبة لذلك تسمى النوع p *p-type* (الشحنة الموجبة)

ملاحظة : على عكس الموصلات الصلبة العادية تتحرك في أشباه الموصلات **كل من** الشحنات السالبة والموجبة

(4) **الموصلات فائقة التوصيل** : هي مواد مقاومتها لتوصيل الكهرباء **صفر**

- ولا تكون المواد فائقة التوصيل الا عند درجات الحرارة المنخفضة جداً (4.2K) مثل سبيكة النوبيوم والتيتانيوم.
- تم تطوير مواد جديدة تسمى high-Tc superconductors او الموصلات فائقة التوصيل **عالية الحرارة** عند درجة حرارة النيتروجين السائل (77.3K) ويشير الرمز Tc الى درجة الحرارة الحرجة .
- لم يتم اكتشاف مواد فائقة التوصيل عند درجة حرارة الغرفة (300 K) حتى الان

الشحن الكهروستاتيكي

الكشاف الكهربائي

الكشاف الكهربائي جهاز يُظهر استجابة ملحوظه عند شحنه .

(يستخدم للكشف عن الحالة الكهربائية للجسم اي مشحون أو غير مشحون)

و (الكشف عن نوع شحنة جسم مشحون مسبقاً)

تركيبه يتكون من :

* قرص معدني متصل بساق معدنية وفي نهايتها شريطين من رقائق معدنية رفيعة جداً متصلين عند طرف واحد قابل للدوران والحركة

* يحيط بهما إطار زجاجي لتقليل تاثير الهواء على الرقائق المعدنية . كما يظهر في الشكل المجاور .

ملاحظات :

1. يعتمد مقدار دوران الموصل المتحرك على كمية شحنة الكشاف او شحنة الجسم المشحون .
2. يمكن التخلص من شحنة الكشاف عن طريق التوصيل بالارض (الارض مستودع شحنة لا يفنى) وتسمى هذة العملية بالتأريض .

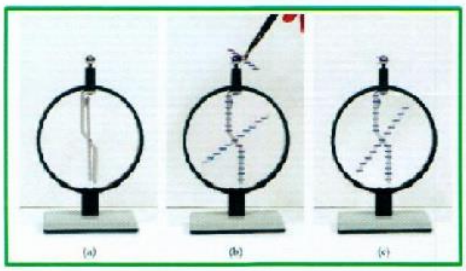
مراجعة المفاهيم :

يتحرك الموصل المتصل بمفصلة بعيداً عن الموصل الثابت عند شحن الكشاف الكهربائي لأن :

a) الشحنات المتماثلة تتنافر .
b) الشحنات المتماثلة تتجاذب .
c) الشحنات المختلفة تتجاذب .
d) الشحنات المختلفة تتنافر .

طرق شحن الأجسام بالكهرباء الساكنة

(1) **الشحن بالتوصيل او التلامس** . حيث يتم ملامسة مباشرة بين الجسم المشحون والجسم المتعادل



ملاحظات مهمة :

1. شحنة الجسمين بعد التلامس تكون من نفس النوع .
2. تقل شحنة الجسم المشحون (المؤثر) .
3. مجموع شحنتي الجسمين قبل التلامس يساوي مجموع شحنتاهما بعد التلامس (قانون حفظ الشحنة) .
4. تستخدم هذة الطريقة للمواد الموصلة والعازلة الا أنها اكثر فاعلية مع المواد الموصلة .

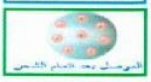
(2) الشحن بالحث هي عملية شحن الموصل بوضعه **بالقرب من** جسم آخر مشحون ويتم **بالخطوات التالية :**

(a) التاكد بأن الكشاف – او الموصل - غير مشحون - تأريض

(b) تقريب المؤثر من الكشاف الكهربائي- أو الموصل - دون ملامسته . (يتكون على طرف الموصل **القريب** من المؤثر شحنة **مقيدة** لحدوث تجاذب مع شحنة المؤثر وعلى الطرف **البعيد** شحنة **حرة**)

(c) وصلة أرضية متصلة بالكشاف مع ضرورة عدم ازالة المؤثر للتخلص من الشحنة الحرة .

(d) إزالة الوصلة الأرضية مع وجود المؤثر.



(e) إبعاد المؤثر تاركاً الكشاف مشحون بشحنة مخالفة للمؤثر .

ملاحظات مهمة :

1. شحنة المؤثر لا تقل او تتناقص .
2. الشحنة البانية الناتجة مخالفة للمؤثر.
3. تصلح هذة الطريقة لشحن المواد الموصلة فقط .
4. مقدار الشحنة على الموصل لا تساوي شحنة المؤثر الا إذا كان عبارة عن لوحين متوازيين متقابلين تفصل بينهما مسافة صغيرة جدا . أو ان الجسم يحيط إحاطة تامة بالمؤثر .

(3) الشحن بالدلك هي عملية فصل الألكترونات من مادة متعادلة عند دلكها بمادة متعادلة أخرى .

* المواد في الحالة الطبيعية متعادلة (عدد الالكترونات السالبة يساوي عدد البروتونات الموجبة)

* تستخدم هذة الطريقة لشحن الموصلات والعوازل مع ضرورة مسك الموصل بمادة عازلة حتى لا يحدث تفريغ للشحنات من الجسم الى الأرض .

* **سؤال :** كيف يتم تحديد المادة التي تشحن بشحنة موجبة او المادة التي تشحن بشحنة سالبة ؟

ج) المواد الموجودة في القسم **الأعلى** في القائمة ستكتسب شحنة **موجبة** صافية بينما ستكتسب المادة الاخرى شحنة سالبة صافية .

مثال : عند دلك قضيب بلاستيكي بفراء الأرنب فان القضيب يصبح سالبا وفراء الارنب موجباً.

ملاحظات :

1. ينتج من هذة الطريقة جسمان لهما نفس مقدار الشحنة ولكن مختلفتين في النوع .
2. كلما زادت شدة الإحتكاك زاد إنتقال الشحنة

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

القوة الكهروستاتيكية - قانون كولوم

* الشحنات الكهربائية نوعان : شحنات موجبة و شحنات سالبة .

القوى الكهربائية بين الشحنات الكهربائية

قوى تنافر : بين الشحنات المتشابهة

قوى تجاذب : بين الشحنات المختلفة

$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ [قوة الأولى على الثانية تساوي وتعاكس قوة الثانية على الأولى حسب نيوتن الثالث قانون الفعل ورد الفعل]

قانون كولوم

توصل العالم كولوم إلى أن القوة الكهربائية (F) المتبادلة بين شحنتين تعتمد على

(1) مقدار كل من الشحنتين (q_1 ، q_2)
تتناسب القوة تناسباً طردياً مع حاصل ضرب مقداريهما ($F \alpha q_1 q_2$)
عند ثبات بقية العوامل

(2) المسافة بين الشحنتين (r)
تتناسب القوة عكسياً مع مربع المسافة بين مركزي الشحنتين ($F \alpha \frac{1}{r^2}$)
عند ثبات بقية العوامل

(3) السماحية الكهربائية للحيز المطلق ϵ_0
بتغير مقدار القوة الكهربائية بتغير السماحية الكهربائية للحيز او الوسط الفاصل بين الشحنتين
عند ثبات بقية العوامل

قانون كولوم رياضياً

$$F = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

حيث K هو ثابت كولوم $k = 8.99 \cdot 10^9 \frac{N\,m^2}{C^2}$

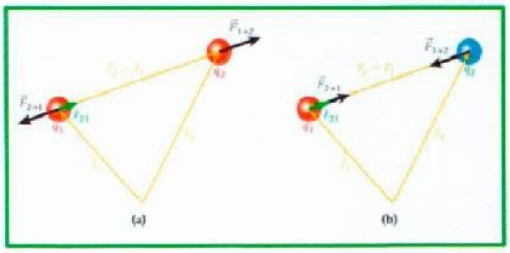
نص قانون كولوم
القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين تتناسب طردياً مع ناتج ضرب مقدار كل من الشحنتين و عكسياً مع مربع المسافة

تُمثِّل العلاقةُ بين ثابت كولوم وثابت آخر، ε_0، يُسمى **السماحية الكهربائية للحيز المطلق**

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \qquad \epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N\,m^2}.$$

لذا فإنه يمكن كتابة قانون كولوم بصيغة أخرى هي

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{|q_1 q_2|}{r^2}.$$



أسامة إبراهيم النحوي
0554543232

الفيزياء
الوحدة الأولى

9

الفصل الدراسي الأول
الثاني عشر – متقدم

في حالة وجود أكثر من شحنتين كهربائيتين | مبدأ التراكب |

أولاً	حسب جميع القوى F_1 و F_2 المؤثرة على الشحنة المطلوب حساب محصلة القوى عليها		
ثانياً	رسم مخطط القوى لتحديد اتجاهات القوى المختلفة.		
ثالثاً	حساب محصلة القوى	إذا كانت القوتان بنفس الاتجاه	$F_R = F_1 + F_2$	اتجاه F_R يكون بنفس اتجاه F_2 و F_1
		إذا كانت القوتان متعاكستان	$F_R = F_1 - F_2$	اتجاه F_R يكون بنفس اتجاه F الأكبر
		إذا كانت القوتان متعامدتان	$F_R = \sqrt{F_1 + F_2}$	اتجاه F_R يكون $\theta = \tan^{-1}(\frac{F_y}{F_x})$
		إذا كانت القوتان غير متعامدتان	تحليل المتجهات	اتجاه F_R يكون $\theta = \tan^{-1}(\frac{\sum F_y}{\sum F_x})$

المسألة 1

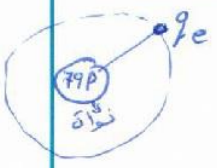
ما مقدار القوة الكهروستاتيكية المبذولة بين البروتونين داخل نواة ذرة الهليوم؟ $r = 2 \cdot 10^{-15}$ m

$$F = \frac{K q_P q_P}{r^2} = \frac{K (q_P)^2}{r^2}$$

$$= \frac{8.99 \times 10^9 \times (1.602 \times 10^{-19})^2}{(2 \times 10^{-15})^2} = 58 \text{ N}$$ تنافر

المسألة 2

ما مقدار القوة الكهروستاتيكية بين نواة الذهب والكترون نواة الذهب الموجود في مدار نصف قطره $4.88 \cdot 10^{-12}$ m؟ وشحنة نواة الذهب هي $q_N = +79e$.



لـ تحتوي 79 بروتون

$$F = \frac{K q_e q_N}{r^2} = \frac{8.99 \times 10^9 \times 1.602 \times 10^{-19} \times 79 \times 1.602 \times 10^{-19}}{(4.88 \times 10^{-12})^2}$$

$$= 7.63 \times 10^{-4} \text{ N}$$
تجاذب

يوضح الشكل ثلاث شحنات مرتبة على خط مستقيم. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة *الوسطى*؟

(a ← (b (c ↓ (d ↑

e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

يوضح الشكل ثلاث شحنات مرتبة على خط مستقيم. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة *اليمنى*؟ (لاحظ أن مقدار الشحنة اليسرى يساوي ضعف مقدارها في مراجعة المفاهيم 1.6.)

(a ← (b (c ↓ (d ↑

e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

$$F_{\text{يسار}} = \frac{K q \times 2q}{(2r)^2} = \frac{2 K q^2}{4 r^2} = \frac{1}{2} F_{\text{يمين}}$$

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1) إذا تضاعف مقدار إحدى الشحنتين مرتين فإن مقدار القوة الكهربائية بينهما :

أ) يتضاعف مرتين ب) يتضاعف أربع مرات

ج) يقل للنصف د) يقل للربع

2) إذا تضاعف مقدار كل من الشحنتين بعامل (2) فبأي عامل تتغير القوة الكهربائية :

أ) 4 ب) $\frac{1}{4}$

ج) 2 د) $\frac{1}{2}$

3) إذا أصبح البعد بين الشحنتين ضعف ما كان علية فإن مقدار القوة الكهربائية بينهما :

أ) يتضاعف ب) يتضاعف أربع مرات

ج) يقل للنصف د) يقل للربع

4) شحنتان نقطيتان القوة الكهربائية بينهما $(1.6N)$ إذا أنقص البعد بينهما إلى النصف فإن القوة بينهما تصبح :

أ) $0.4N$ ب) $3.2N$

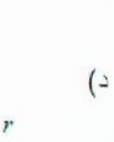
ج) $0.8N$ د) $6.4N$

5) شحنتان نقطيتان القوة الكهربائية المتبادلة بينهما $(20N)$ عندما كان البعد بينهما $(3cm)$ ، إذا أصبح البعد بين الشحنتين $(6cm)$ فإن القوة الكهربائية المتبادلة بينهما تصبح :

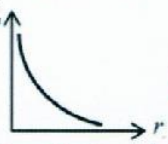
أ) $10N$ ب) $40N$

ج) $5N$ د) $80N$

6) أي الرسوم البيانية التالية صحيحة فيما يخص القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين :

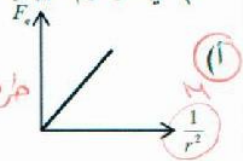
أ) 

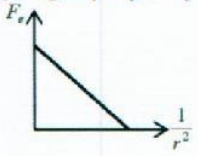
ب)

ج) 

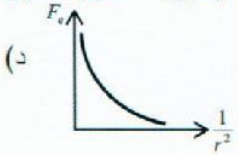
د)

7) أي الرسوم البيانية التالية صحيحة فيما يخص القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين :

أ) 

ب) 

ج)

د) 

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

أ) $20N$ ب) $40N$

ج) $80N$ د) $160N$

موضع الإتزان

هي النقطة التي تكون عندها محصلة القوى المؤثرة على الشحنة تساوي صفر

كيف نحدد موقع نقطة (موضع) الإتزان :

1) إذا كانت الشحنتان متشابهتان في النوع تكون النقطة بينهما و أقرب للشحنة الأصغر مقداراً .

2) إذا كانت الشحنتان مختلفتان نوعاً تكون النقطة خارجهما و أقرب للشحنة الأصغر مقداراً .

ملاحظات :

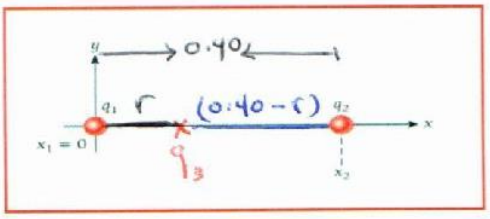
* إذا كانت الشحنتان متساويتان ومن نفس النوع تكون النقطة في منتصف البعد بينهما .

* إذا كانت الشحنتان متساويتان ومختلفتين نوعاً لا يوجد نقطة إتزان .

المسألة

يوضح الشكل 1.16 موضع جسيمين مشحونين: يقع الجسيم $q_1 = 0.15\ \mu C$ عند نقطة الأصل، ويقع الجسيم $q_2 = 0.35\ \mu C$ على محور x الموجب عند النقطة $x_2 = 0.40\ m$. أين يجب أن يكون موضع الجسيم الثالث المشحون، q_3، ليكون عند نقطة اتزان (بحيث يكون مجموع القوى المؤثرة فيه صفرًا)؟

الشحنة q_3 ستتأثر بقوتين متساويتين مقداراً متعاكستين اتجاهاً



$$F_{13} = F_{23}$$

$$\frac{K q_1 q_3}{r_{13}^2} = \frac{K q_2 q_3}{r_{23}^2}$$

$$\frac{0.15}{r^2} = \frac{0.35}{(0.40 - r)^2}$$

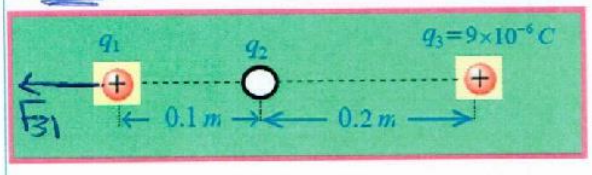
نأخذ الجذر للطرفين ونحل المعادلة

$$\frac{0.39}{r} \quad \times \quad \frac{0.59}{(0.40 - r)}$$

$r = 0.16\ m$ وهي قريبة كما توقعنا من الشحنة الصغرى q_1

في الشكل المجاور إذا علمت أن الشحنة (q_1) متزنة فاحسب مقدار الشحنة (q_2) وحدد نوعها .

لأن F_{31} نحو اليسار يجب أن تكون F_{32} نحو اليمين لذلك q_2 سالبة



$$F_{21} = F_{31}$$

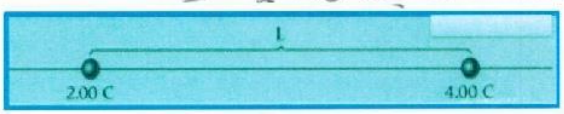
$$\frac{K q_2 q_1}{r_{21}^2} = \frac{K q_3 q_1}{r_{31}^2}$$

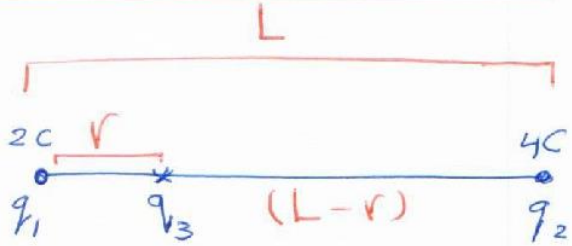
$$\frac{q_2}{(0.1)^2} = \frac{9 \times 10^{-6}}{(0.1 + 0.2)^2}$$

$q_2 = 1 \times 10^{-6}\ C$

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

1.27 وضعت شحنتان كهربائيتان على خط مستقيم كما يوضح الشكل. أين يمكن وضع شحنة ثالثة على الخط المستقيم بحيث تكون القوة المؤثرة في هذه الشحنة صفرًا؟ هل تحدث إشارة الشحنة الثالثة أو مقدارها أي فرق في الإجابة؟ لن يؤثر بأي شيء





$$F_{13} = F_{23}$$

$$\frac{k q_1 q_3}{r_{13}^2} = \frac{k q_2 q_3}{r_{23}^2}$$

$$\frac{q_1}{r_{13}^2} = \frac{q_2}{r_{23}^2}$$

يأخذ الجذر للطرفين

$$\frac{2}{r^2} = \frac{4}{(L-r)^2}$$

$$\frac{1.414}{r} = \frac{2}{L-r}$$

$$1.414L - 1.414r = 2r$$

$$3.414r = 1.414L \Rightarrow r = 0.414L$$

مراجعة المفاهيم 1.9

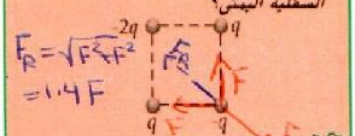
يوضح الشكل ثلاث شحنات موضوعة بالترتيب عند زوايا مربع. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة *السفلية اليمنى*؟

(d) (c) (b) (a)

e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

مراجعة المفاهيم 1.10

يوضح الشكل أربع شحنات موضوعة بالترتيب عند زوايا مربع. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة *السفلية اليمنى*؟

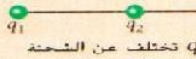


(d) (c) (b) (a)

e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

$F_{net} = F_R - F$
$1.4F - F = 0.4F$

وُضعت شحنة موجبة $+q$ عند النقطة P، على يمين الشحنتين q_1 وq_2، كما يوضح الشكل. فكانت محصلة القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة $+q$ تساوي صفرًا. حدّد ما إذا كانت كل عبارة من العبارات التالية صوابًا أم خطأً.



a) الشحنة q_2 تختلف عن الشحنة q_1 في الإشارة وتقل عنها في المقدار.

b) مقدار الشحنة q_1 أصغر من مقدار الشحنة q_2.

c) الشحنتان q_1 وq_2 متماثلتان.

d) إذا كانت الشحنة q_1 سالبة، فستكون الشحنة q_2 موجبة.

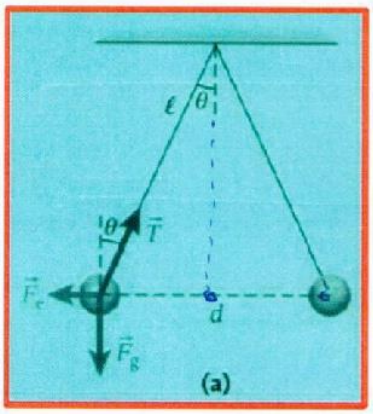
e) الشحنة q_1 أو q_2 موجبة.

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

$$F_2 = \frac{k q \times 2q}{(\sqrt{1^2+1^2})^2} = \frac{2kqq}{2r^2} = \frac{kqq}{r^2} = F$$

المسألة

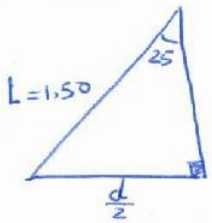
كرتان متماثلتان مشحونتان تتدليان من السقف بحبلين عازلين متساويين في الطول، $\ell = 1.50\ m$ (الشكل 1.17). وشُحنت كل كرة بشحنة مقدارها $q = 25.0\ \mu C$. ثم أصبحت الكرتان المتدليتان في وضع السكون، وصنع كل حبل زاوية مقدارها $25.0°$ مع المستوى الرأسي (الشكل 1.17a). ما كتلة كل من الكرتين؟



لحساب المسافه بين الشحنتين (d)
هنا سُميت (d) لذلك نلتزم بالتسمية

$$\sin\theta = \frac{\frac{d}{2}}{L}$$

$$\sin 25 = \frac{\frac{d}{2}}{1.50}$$

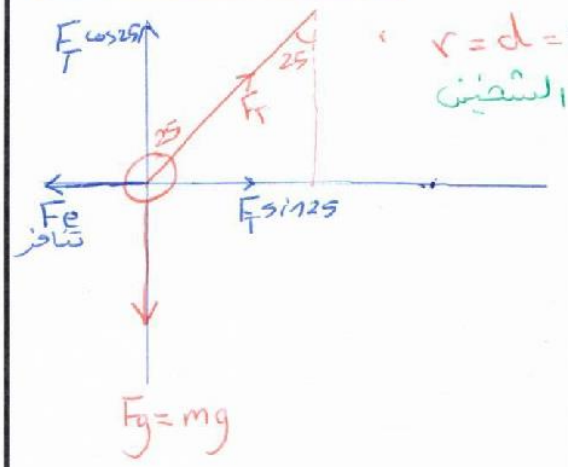


$$\frac{d}{2} = 0.63$$

$$\Rightarrow d = 1.27\ m$$

" المسافه بين الشحنتين $r = d = 1.27\ m$ "

نحلل القوى المؤثرة على إحدى الشحنتين



$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_T \sin\theta = F_e$$

$$F_T \sin\theta = \frac{k q^2}{r^2} =$$

$$F_T \sin 25 = \frac{8.99\times10^{9} \times (25\times10^{-6})^2}{(1.27)^2}$$

$$F_T = 8.24\ N$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad *$$

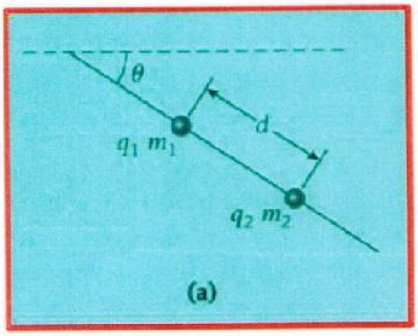
$$F_T \cos\theta = mg$$

$$m = \frac{F_T \cos\theta}{g}$$

$$= \frac{8.24 \cos 25}{9.81}$$

$$m = 0.76\ kg$$

خرزة شحنتها $q_1 = +1.28\ \mu C$ ثابتة في مكانها على سلك عازل يصنع زاوية مقدارها $\theta = 42.3°$ مع المستوى الأفقي (الشكل 1.20a). وتنزلق خرزة ثانية شحنتها $q_2 = -5.06\ \mu C$ على السلك من دون احتكاك. وعند مسافة $d = 0.380\ m$ بين الخرزتين، تبلغ القوة المحصلة المؤثرة في الخرزة الثانية صفرًا. ما مقدار الكتلة، m_2، للخرزة الثانية؟



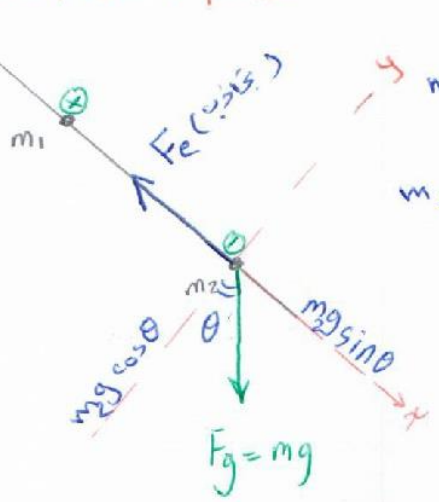
ملاحظة
نفرض أن d هي r المسافة بين الخرزتين المشحونتين.

$$\Sigma F_x = 0$$

$$m_2 g \sin\theta = Fe$$

$$m_2 \times 9.81 \sin\theta = \frac{k\,q_1 q_2}{r^2}$$

نرسم القوى المؤثرة على m_2

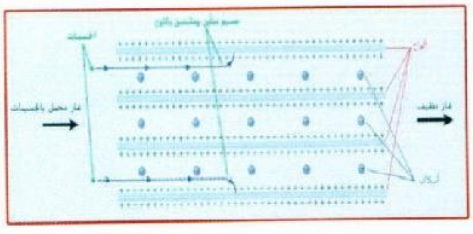


$$m_2 \times 9.81 \sin(42.3) = \frac{8.99\times10^{9} \times 1.28\times10^{-6} \times 5.06\times10^{-6}}{(0.38)^2}$$

$$m_2 \times 6.6 = 0.40$$

$$m_2 = 0.061\ kg$$

مرشح الترسيب الكهروستاتيكي



يتكون المرشح من أسلاك والواح. يكون جهد الالواح موجب مقارنة مع الجهد السالب للاسلاك.

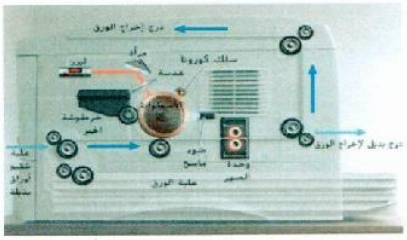
فعند مرور الغاز العادم بالقرب من الاسلاك تشحن جسيمات الغاز بشحنة سالبة وتنجذب الى الالواح الموجبة كما في الشكل المجاور وباستمرار هذة العملية يزداد وزن جزيئات الغاز فتسقط في حاويات خاصة

ويخرج الغاز من الطرف الاخر خالياً من الجسيمات الملوثة للهواء.

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

طابعة الليزر

تتكون طابعة الليزر من الأجزاء الظاهرة في الصورة



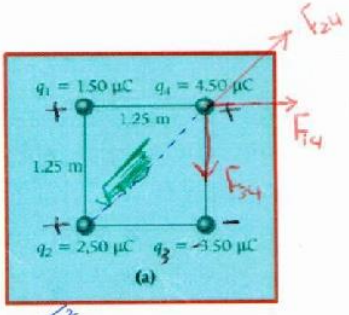
- تشحن الاسطوانة بالالكترونات السالبة باستخدام السلك العالي الجهد .
- يتم توجيه شعاع الليزر (شعاع ضيق ومحدد) على سطح الأسطوانة فيحدث تفريغ لشحنة السطح عند النقاط المحددة فقط .

((يتم التحكم بشعاع الليزر من خلال المراة والعدسة المجدبة))

- تعمل البكرة على التقاط جزيئات الحبر من خرطوشة الحبر (الحبر مادة عازلة مشحونة بشحنة سالبة) فيحدث
- تراكم لجزيئات الحبر بسبب القوى الكهروستاتيكية على سطح الاسطوانة التي تعرضت لاشعة الليزر فقط .
- بعد تلامس الاسطوانة مع الورق تنتقل جزيئات الحبر من سطح الأسطوانة الى الورقة وتزال جزيئات الحبر المتبقية ليصبح السطح متعادل عن طريق الضوء الماسح .
- تمر الورقة بوحدة الصهر لتذيب جزيئات المسحوق لتنتج صورة مثبتة بشكل دائم على الورقة .

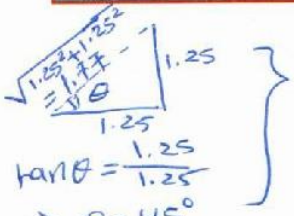
يوضح الشكل 1.23a أربعة أجسام مشحونة تقع عند زوايا مربع طول ضلعه 1.25 m.

ما مقدار واتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في q_4 والناتجة عن الشحنات الثلاث الأخرى؟

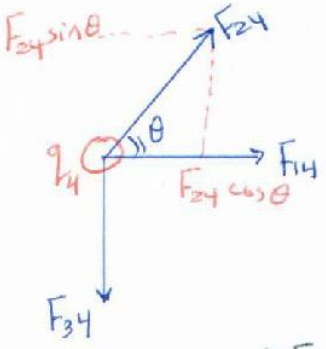


$$F_{14} = \frac{kq_1q_4}{r^2} = \frac{8.99\times10^{9}\times1.5\times10^{-6}\times4.5\times10^{-6}}{(1.25)^2} = 0.039\,N$$ نحو اليمين

$$F_{34} = \frac{kq_3q_4}{r^2} = \frac{8.99\times10^{9}\times3.5\times10^{-6}\times4.5\times10^{-6}}{(1.25)^2} = 0.091\,N$$ نحو الاسفل



$$F_{24} = \frac{kq_2q_4}{r^2} = \frac{8.99\times10^{9}\times2.5\times10^{-6}\times4.5\times10^{-6}}{(1.77)^2} = 0.032\,N$$



$$F_x = F_{14} + F_{24}\cos\theta = 0.062\,N$$

$$F_y = F_{24}\sin\theta - F_{34} = -0.068\,N$$

$$F_R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 0.092\,N$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-0.068}{0.062}\right)$$

$$\theta = -47.6^\circ$$

مراجعة المفاهيم 1.9

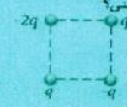
يوضح الشكل ثلاث شحنات موضوعة بالترتيب عند زوايا مربع. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة السفلية اليمنى؟

a) ↗ b) ↖ c) ↙ d) ↘

e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

مراجعة المفاهيم 1.10

يوضح الشكل أربع شحنات موضوعة بالترتيب عند زوايا مربع. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة السفلية اليمنى؟



a) ↗ b) ↖ c) ↙ d) ↘

e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

قانون كولوم وقانون نيوتن في الجذب

$$F_e = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

$$F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

قارن بين القوة الكهروستاتيكية وقوة الجاذبية من خلال الجدول التالي :

القوة الكهروستاتيكية	قوة الجاذبية
القوه تجاذب أو تنافر	دائماً تجاذب
أكبر من قوة الجاذبية	صغيرة جداً
مجالية وتخضع لقانون التربيع العكسي	مجالية وتخضع لقانون التربيع العكسي

$F_1 = \frac{kq_1q_2}{d^2}$

1.15 إذا كانت هناك مسافة فاصلة d بين جسيمَين مشحونين (شحنة كل منهما Q). فستكون هناك قوة F بينهما. ما مقدار هذه القوة إذا تضاعف مقدار كل شحنة وكانت المسافة بينهما $2d$؟

$$F_2 = \frac{k(2q_1)(2q_2)}{(2d)^2} = \frac{4}{4}\frac{kq_1q_2}{d^2} = \frac{kq_1q_2}{d^2} F_1$$

تبقى القوة كما هي .

$F_1 = \frac{kq_1q_2}{d^2}$

1.21 تفصل مسافة ابتدائية d بين كرتَين مشحونتَين. وكان مقدار القوة المؤثرة في كل كرة هو F. ثم اقتربت الكرتان إحداهما من الأخرى بحيث كان مقدار القوة المؤثرة في كل منهما $9F$. ما معامل التغير في المسافة بين الكرتَين؟

$$3 = \frac{d_1}{d_2}$$

$$d_2 = \frac{1}{3}d_1$$

تقل المسافة لمقدار الثلث

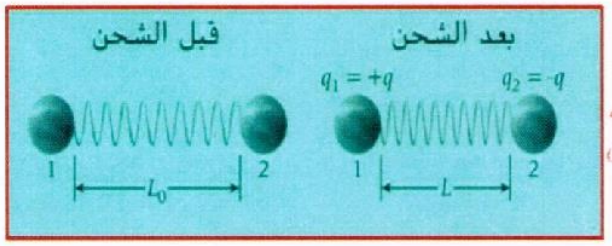
$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

$$\frac{9F}{F} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

عكسية علاقة

نأخذ الجذر

1.45 وُصِّلت كُرتان فلزيتان غير مشحونتَين، 1 و2، بواسطة زنبرك عازل (بطول طبيعي $L_0 = 1.00\ \text{m}$، وبثابت زنبرك $k = 25.0\ \text{N/m}$). كما هو موضح في الشكل. ثم اكتسبت الكرتان الشحنتين $+q$ و$-q$ فتمدد الزنبرك وأصبح طوله $L = 0.635\ \text{m}$. تذكر أن القوة التي يبذلها الزنبرك هي $F_s = k\Delta x$. حيث Δx التغير في طول الزنبرك عن طول اتزانه. أوجد الشحنة q. إذا طُلي الزنبرك بطبقة فلزية ليصبح موصلاً، فما الطول الجديد للزنبرك؟



ستتأثر الكرتان بقوتان هما F_s قوة الزنبرك المرونية و F_e قوة التجاذب بين الشحنات

لذلك :-

$$F_e = F_s$$

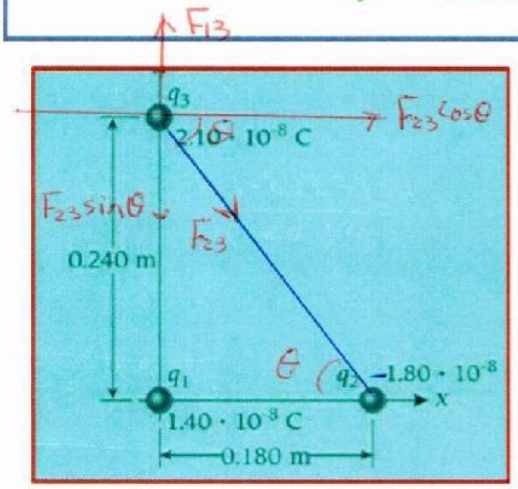
$$\frac{kq_1q_2}{r^2} = k\Delta x$$

$$\frac{8.99\times10^{9}\, q^2}{(0.635)^2} = 25\times(1-0.635)$$

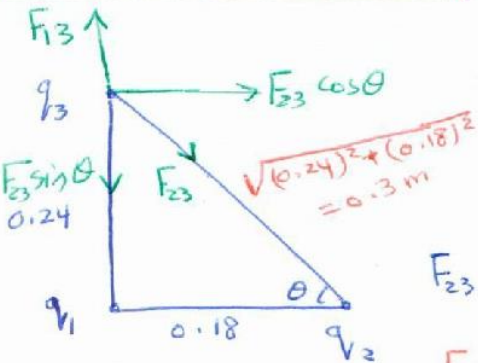
$$q^2 = 4.088\times10^{-10}$$

$$q = 2.02\times10^{-5}\ \text{C}$$

$$= 20.2\ \mu\text{C}$$



1.48 وُضعت الشحنة $q_1 = 1.40 \cdot 10^{-8}$ C عند نقطة الأصل. ووُضعت الشحنتان $q_2 = -1.80 \cdot 10^{-8}$ C و$q_3 = 2.10 \cdot 10^{-8}$ C عند النقطتين (0.180 m, 0.000 m) و(0.000 m, 0.240 m) على التوالي كما هو موضح في الشكل. أوجد محصلة القوى الكهروستاتيكية (المقدار والاتجاه) المؤثرة في الشحنة q_3.



لحساب θ

$$\tan\theta = \frac{0.24}{0.18}$$

$$\theta = 53.1^\circ$$

$$F_{23} = \frac{k q_2 q_3}{r_{23}^2}$$

$$F_{23} = \frac{8.99\times10^{9} \times 2.1\times10^{-8} \times 1.8\times10^{-8}}{(0.3)^2} = 3.78\times10^{-5}\ N$$

$$F_{13} = \frac{k q_1 q_3}{r_{13}^2} = \frac{8.99\times10^{9} \times 1.4\times10^{-8} \times 2.1\times10^{-8}}{(0.24)^2}$$

$$F_{13} = 4.59\times10^{-5}\ N \quad (y^+)$$

* $F_x = F_{23}\cos\theta = 3.78\times10^{-5}\cos(53.1)$

$$F_x = 2.27\times10^{-5}\ N$$

* $F_y = F_{13} - F_{23}\sin\theta$

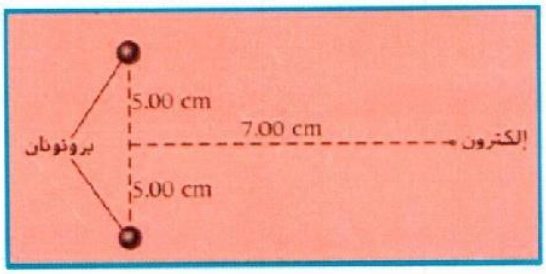
$$= 4.59\times10^{-5} - (3.78\times10^{-5}\sin(53.1))$$

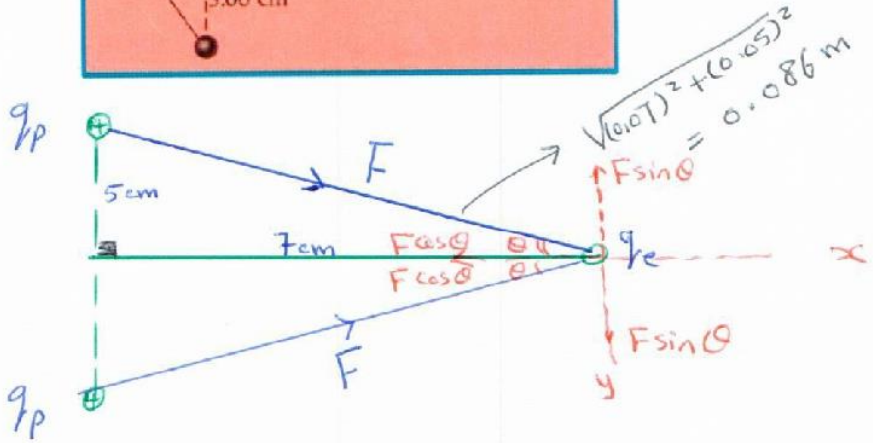
$$= 1.57\times10^{-5}\ N$$

$$F_R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 2.76\times10^{-5}\ N$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = 34.7^\circ$$

1.50 أوجد مقدار القوة الكهروستاتيكية واتجاهها المؤثرة في الإلكترون الموضح في الشكل





$$F_y = F\sin\theta - F\sin\theta = 0$$

$$F_x = 2F\cos\theta = 2 \times k\frac{q_e q_p}{r^2}\cos\theta$$

$$= \frac{2 \times 8.99\times10^{9} \times (1.602\times10^{-19})^2 \cos(35.5^\circ)}{(0.086)^2}$$

$$= 5.1\times10^{-26}\ N\ (-x)$$

θ لإيجاد

$\tan\theta = \frac{5}{7}$

$\theta = 35.5^\circ$

أسئلة الاختيار من متعدد

1.1 أي مما يلي يحدث عندما يُعطى لوح فلزي شحنة موجبة؟

a) تنتقل البروتونات (الشحنات الموجبة) من جسم آخر إلى اللوح.

b) تنتقل الإلكترونات (الشحنات السالبة) من اللوح إلى جسم آخر.

c) تنتقل الإلكترونات (الشحنات السالبة) من اللوح إلى جسم آخر، وتنتقل البروتونات أيضًا (الشحنات الموجبة) من جسم آخر إلى اللوح.

d) يعتمد ذلك على ما إذا كان الجسم الناقل للشحنة موصلًا أم عازلًا.

1.2 إذا كانت القوة المبذولة بين شحنة مقدارها 25 μC وشحنة مقدارها −10 μC تساوي 8.0 N، فما المسافة الفاصلة بين الشحنتين؟

$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$

$8 = \frac{8.99\times10^{9} \times 25\times10^{-6} \times 10\times10^{-6}}{r^2}$

$\Rightarrow r = 0.53\ m$

a) 0.28 m
c) 0.45 m
b) 0.53 m
d) 0.15 m

1.3 وُضعت شحنة Q_1 على المحور x عند النقطة $x = a$. أين يجب أن توضع الشحنة $Q_2 = -4Q_1$ لبذل محصلة قوى كهروستاتيكية مقدارها صفر على شحنة ثالثة، $Q_3 = Q_1$، موجودة عند نقطة الأصل؟

a) عند نقطة الأصل
c) عند $x = -2a$
b) عند $x = 2a$
d) عند $x = -a$

1.4 أي من الأنظمة التالية له أكبر شحنة سالبة؟

a) إلكترونان
b) ثلاثة إلكترونات وبروتون واحد
c) خمسة إلكترونات وخمسة بروتونات
d) N إلكترونات و $N - 3$ بروتونات
e) إلكترون واحد

1.5 شحنتان نقطيتان مثبتتان على المحور x: إذا كانت الشحنة $q_1 = 6.0\ \mu C$ موضوعة عند نقطة الأصل، O، حيث $x_1 = 0.0\ cm$، وكانت الشحنة $q_2 = -3.0\ \mu C$ موضوعة عن النقطة A، حيث $x_2 = 8.0\ cm$. فأين يجب أن توضع الشحنة الثالثة، q_3، على المحور x بحيث تكون محصلة القوة الكهروستاتيكية المؤثرة فيها صفرًا؟

a) 19 cm
c) 0.0 cm
e) −19 cm
b) 27 cm
d) 8.0 cm

1.6 أي من الحالات التالية تنتج أكبر محصلة قوى تؤثر في الشحنة Q؟

a) تبعُد الشحنة $Q = 1\ C$ مسافة 1 m عن شحنة مقدارها 2 C−.

b) تبعُد الشحنة $Q = 1\ C$ مسافة 0.5 m عن شحنة مقدارها 1 C−.

c) تقع الشحنة $Q = 1\ C$ في منتصف المسافة بين شحنة مقدارها 1 C− وشحنة مقدارها 1 C تفصل بينهما مسافة 2 m.

d) تقع الشحنة $Q = 1\ C$ في منتصف المسافة بين شحنتين بمقدار 2 C− تفصل بينهما مسافة 2 m.

e) تبعُد الشحنة $Q = 1\ C$ مسافة 2 m عن شحنة مقدارها 4 C−.

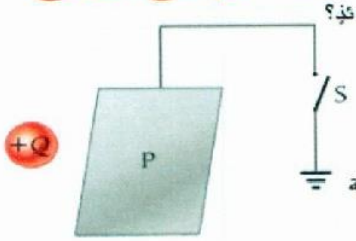
1.7 عند وضع بروتونين أحدهما بجوار الآخر من دون أن تكون هناك أي أجسام أخرى قريبة منهما،

a) يبتعدان عن بعضهما بعجلة.
b) يظلان ساكنين.
c) يقتربان إلى بعضهما بعجلة.
d) ينجذبان إلى بعضهما بسرعة ثابتة.
e) يبتعدان عن بعضهما بسرعة ثابتة.

1.8 عُلّقت كرتان فلزيتان خفيفتا الوزن إحداهما بجوار الأخرى في خيطين عازلين. إذا كانت إحداهما تحمل شحنة صافية، بينما لا تحمل الأخرى شحنة صافية، فإن الكرتين

a) ستنجذبان إلى بعضهما.
b) لن تبذلا محصلة قوة كهروستاتيكية إحداهما على الأخرى.
c) ستتنافران.
d) يعتمد أي مما سبق على إشارة الشحنة الصافية الموجودة في إحدى الكرتين.

1.9 وُصّل لوح فلزي بالأرض عن طريق موصل يعمل بمفتاح. وكان المفتاح مغلقا في البداية. وقُرّبت شحنة $+Q$ إلى اللوح من دون ملامسته. ثم فتح المفتاح ثم تم إبعاد الشحنة $+Q$. ما شحنة اللوح عندئذٍ؟



a) اللوح غير مشحون.
b) شحنة اللوح موجبة.
c) شحنة اللوح سالبة.
d) يمكن أن تكون شحنة اللوح موجبة أو سالبة، حيث يعتمد ذلك على شحنته قبل تقريب الشحنة $+Q$ إليه.

1.10 إذا قُرّبت قضيبًا بلاستيكيًا ذا شحنة سالبة إلى موصل مؤرَّض من دون ملامسته، ثم قُمتَ بفصل التأريض، فما إشارة شحنة الموصل بعد إبعاد القضيب المشحون؟

a) سالبة
b) موجبة
c) بدون شحنة
d) لا يمكن تحديدها من المعلومات المعطاة

1.11 عند دلك قضيب بلاستيكي بفراء أرنب، فإن القضيب يصبح

a) سالب الشحنة.
b) موجب الشحنة.
c) متعادلًا.
d) إما سالب الشحنة أو موجب الشحنة، حيث يعتمد ذلك على ما إذا كانت حركة الفراء أثناء الدلك في اتجاه واحد دائمًا أم إلى الأمام وإلى الخلف.

1.12 عند دلك قضيب زجاجي بوشاح من البوليسترين، فإن القضيب يصبح

a) سالب الشحنة.
b) موجب الشحنة.
c) متعادلًا.
d) إما سالب الشحنة أو موجب الشحنة، حيث يعتمد ذلك على ما إذا كانت حركة الوشاح أثناء الدلك في اتجاه واحد دائمًا أم إلى الأمام وإلى الخلف.

تعديلات على كتاب الطالب للصف 12 متقدم الفصل الأول 2018 -2019

الوحدة الأولى القوى الكهروستاتيكية

م	الصفحة	السطر	قبل التعديل	التعديل	ملاحظات
1	7	27	إلى الشحنات	إلا الشحنات	
2	11	13	يتجه من q_2 إلى q_1	يتجه من q_1 إلى q_2	
3	14	22	تبذلها القوتان	تبذلها الكرتان	
4	18	18	يكون للألواح جهد كهربائي سالب	يكون للأسلاك جهد كهربائي سلب	
5	20	23 الأيسر	السماحية الكهربائية للحيز المطلق	السماحية الكهربائية للحيز الفراغ	
6	21	5 الايمن	تشير القوة السالبة	تشير القوة الموجبة	
7	22		الرسم في السؤال 1.27	يكون للسؤال 1.26	
8	22		الرسم في السؤال 1.28	يكون للسؤال 1.27	
9	25		الخط الأحمر أعلى الرسم في سؤال 1.86	يحذف الخط الأحمر	

الصف 12 متقدم

القوانين والمعادلات والثوابت الفيزيائية الأساسية

الفصل الدراسي الأول

الوحدة الأولى : القوى الكهروستاتيكية		
الشحنة الأساسية $e = 1.602 \times 10^{-19} C$	شحنة البروتون $q_p = +e$	شحنة الالكترون $q_e = -e$
قانون كولوم	الصورة العامة للقانون $\vec{F}(\vec{r}) = kq\sum_{i=1}^{n} q_i \frac{\vec{r_i} - \vec{r}}{\lvert\vec{r_i} - \vec{r}\rvert}$	مقدار القوة الكهروستاتيكية بين شحنتين $F = k\frac{\lvert q_1 q_2\rvert}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{\lvert q_1 q_2\rvert}{r^2}$
ثابت قانون كولوم (k)	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8.99 \times 10^9 N\,m^2/C^2$	$q = e \cdot (N_p - N_e).$
السماحية الكهربائية للحيز ε السماحية الكهربائية الفراغ ε_0	$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2/N\,m^2$	

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

$F = \frac{kq^2}{r^2}$

$k = \frac{F \cdot r^2}{q^2} = \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

أسئلة إضافية للوحدة الأولى مع حلولها التفصيلية

1- مستعيناً بقانون كولوم فإن وحدة ثابت كولوم k في النظام الدولي للوحدات هي :

(أ) $\frac{N.C^2}{m^2}$ (ب) $\frac{N.m^2}{kg^2}$ (ج) $\frac{N.m^2}{C^2}$ ✓ (د) $N.m^2$

2- شحنتان الأولى مثلي الثانية وتبعدان عن بعضهما في الهواء مسافة معينة، فإذا كانت الأولى تؤثر على الثانية بقوة مقدارها F فإن الثانية تؤثر على الأولى بقوة مقدارها :

(أ) $4F$ (ب) $2F$ (ج) $\frac{F}{2}$ (د) F ✓

3. أي من الآتية يمثل الشحنة الأساسية ؟

☐ شحنة 1.6 إلكترون ☑ شحنة بروتون واحد ☐ $1.0\times10^{-6}C$ ☐ $1.6\times10^{+19}C$

4. أي الآتية يكافئ وحدة الكولوم (C) ؟

☑ A.S ☐ $A.S^{-1}$ ☐ $A.S^{-2}$ ☐ $S.A^{-1}$

5. الشحنة (+ 2 C) تعادل شحنة :

☐ 1.25×10^{19} الكترون ☑ 1.25×10^{19} بروتونا ☐ الكترونين ☐ بروتونين

6. أي القيم التالية لا يمكن أن تكون كمية لشحنة جسم ما بحدة الكولوم؟ $\frac{3.2\times10^{-20}}{1.6\times10^{-19}} = 0.2$

☐ 3.2×10^{-19} ☑ 3.2×10^{-20} ☐ 3.2×10^{-18} ☐ -3.2×10^{-19}

30- كم عدد الإلكترونات اللازمة لإنتاج شحنة كلية مقدارها 1.00 C ؟

$n = \frac{q}{e} = \frac{1.00}{1.602\times10^{-19}} = 6.24\times10^{18}$ إلكترون

33- تيار شدته 5.00 mA يكفي لأن يجعل عضلاتك تنقبض. احسب عدد الإلكترونات التي ستتدفق عبر جلدك إذا تعرضت لتيار كهذا لمدة 10.0 s .

$5\times5\times10^{-3}$

$q = I.t = 5\times10^{-3}\times10 = 0.05\,C$

$n = \frac{q}{e} = \frac{0.05}{1.602\times10^{-19}} = 3.12\times10^{17}$ إلكترون

34- احسب عدد الإلكترونات الموجودة في 1.00 kg من المياه H_2O ؟

^2_1H $^{16}_{8}O$

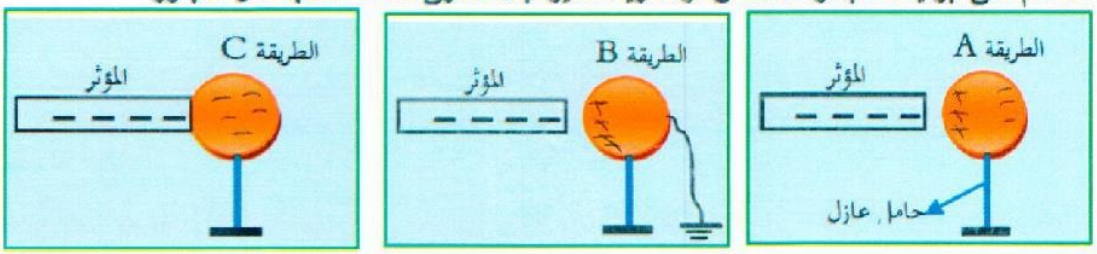
عدد الذرات $N = \frac{1.00\,kg\times6.022\times10^{23}}{0.018} = 3.35\times10^{25}$ ذرة

$(16+2(1))$ ← $\frac{}{1000}$

عدد الإلكترونات $= 3.35\times10^{25}\times10 = 3.35\times10^{26}$ إلكترون

$(8+1+1)$

استخدم ساق ابونيت سالبة وذلك لشحن كرة فلزية صغيرة بثلاث طرق مختلفة كما بالشكل المجاور

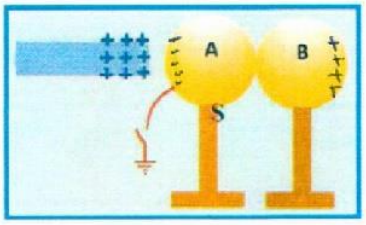


- اي الطرق الثلاث تم انتقال الشحنة من ساق الابونيت الى الكرة(..... C .....)
- ارسم مخطط لتوزيع الشحنات على الكرات الثلاث في الطرق الثلاث
- اي الطرق تشحن الكرة بطريقة الحث(..... B .....)
- اي من هذه الطرق تصبح الكرة مشحونة بشحنة اضافية وذلك بعد ابعاد الساق(..... C .....)
- وضح ماذا يحدث لشحنة الساق بعد ابعادها عن الكرة في الطرائق الثلاث

C تتعادل ..... B يبقى كما هي ..... A يبقى كما هي

- في الطريقة B افترض ان الاتصال قطع مع الارض اولا ثم ابعد الساق عن الكرة .قارن بين نوعي الشحنة على الكرة في الطريقتين BوC

B موجبة ، C سالبة .



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 قربت من الموصل (A) من جهة اليسار دون أن تلامسه .

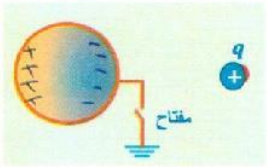
أجب عما يلي :

1- ارسم على الشكل توزيع الشحنات على الموصلين .

2- 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
عدم غلق المفتاح (S) وابعاد الموصلين عن بعضهما ثم ابعاد ساق الزجاج	سالبه	موجبه
غلق المفتاح (S) ثم فتحه ثم ابعاد الموصلين عن بعضهما ثم ابعاد ساق الزجاج	سالبه	غير مشحون
غلق المفتاح (S) ثم فتحه ثم ابعاد ساق الزجاج ثم ابعاد الموصلين عن بعضهما	سالبه	سالبة

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي



يظهر الشكل المجاور موصلاً كروياً متصلاً بالأرض بوساطة سلك توصيل ومفتاح مفتوح ، فإذا أغلق المفتاح ثم فتح ثم أبعدت الشحنة النقطية (q) .

فإن شحنة الموصل الكروي : ..... سالب

معتمدا على البيانات في الشكل المجاور ,أجب عما يلي :

1- ما نوع القوة بين الشحنتين ..... تنافر .....

2- إذا كانت الشحنة اليمنى موجبة ما نوع الشحنة اليسرى: ..... موجبه .....

3- ما مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة اليسرى ولماذا ؟ ..... 2N نحو اليسار حسب قانون الثالث لنيوتن .....

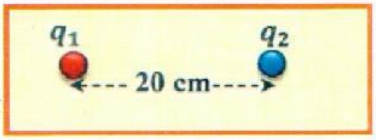
1 يؤثر في الشحنة النقطية (q_1) في الشكل المجاور قوة كهربائية (F) كم تصبح القوة المؤثرة في الشحنة (q_1) إذا أصبح البعد بين الشحنتين (2r) ؟

$\frac{1}{4}F$ ☑ $\frac{1}{2}F$ ☐ 2F ☐ F ☐

2 يؤثر في الشحنة النقطية (q_2) في الشكل المجاور قوة كهربائية (F) كم تصبح القوة المؤثرة في الشحنة (q_2) إذا أصبح البعد بين الشحنتين (3r) ؟

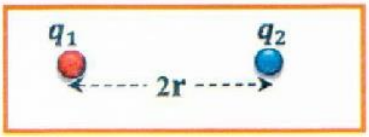
$\frac{1}{9}F$ ☑ $\frac{1}{3}F$ ☐ 9 F ☐ 3 F ☐

3 يؤثر في الشحنة النقطية (q_1) في الشكل المجاور قوة كهربائية (8.0 N) كم تصبح القوة المؤثرة في الشحنة (q_1) إذا أصبح البعد بين الشحنتين (10 Cm) ؟



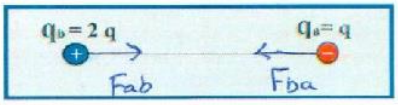
64 N ☐ 32 N ☑ 16 N ☐ 2.0 N ☐

4 يؤثر في الشحنة النقطية (q_1) في الشكل المجاور قوة كهربائية (F) كم تصبح القوة المؤثرة في الشحنة (q_1) إذا أصبح البعد بين الشحنتين (r) ؟



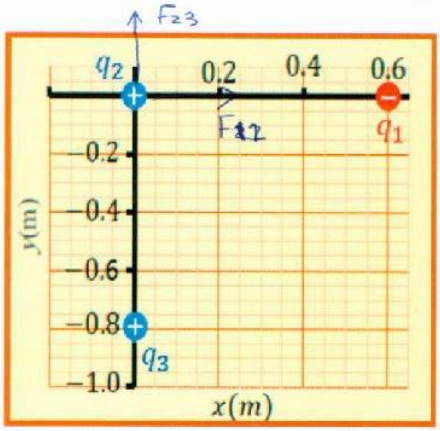
$\frac{1}{4}F$ ☐ 2 F ☐ 4 F ☑ F ☐

5 القوة الكهربائية التي تؤثر بها الشحنة (a) على الشحنة (b) تساوي 4 N ، فان القوة التي تؤثر بها الشحنة (b) على الشحنة (a) تساوي :



☑ 4 نيوتن نحو اليسار ☐ 4 نيوتن نحو اليمين ☐ 8 نيوتن نحو اليسار ☐ 8 نيوتن نحو اليمين

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

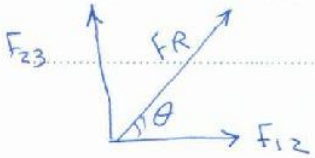


وضعت الشحنات (q_1 ، q_2 ، q_3) متجاورات كما هو مبين في الشكل المجاور . إذا كانت [$q_1 = -4\times10^{-8}C$] و [$q_2 = +8\times10^{-8}C$] و [$q_3 = +6\times10^{-8}C$]

1- جد مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (q_2)

$$F_{12} = \frac{k q_1 q_2}{r_2^2} = \frac{8.99\times10^{9}\times4\times10^{-8}\times8\times10^{-8}}{(0.6)^2} = 8\times10^{-5}\ N\ (+x)$$

$$F_{23} = \frac{8.99\times10^{9}\times6\times10^{-8}\times8\times10^{-8}}{(0.8)^2} = 6.7\times10^{-5}\ N\ (+y)$$



$$F_R = \sqrt{F_{12}^2 + F_{23}^2} = \sqrt{(8\times10^{-5})^2 + (6.7\times10^{-5})^2}$$

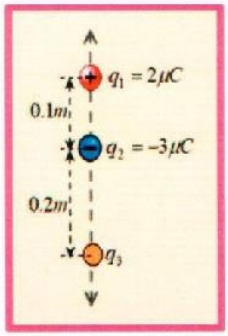
$$= 1.04\times10^{-4}\ N$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{6.7\times10^{-5}}{8\times10^{-5}}\right) = 39.9^\circ$$

2- إذا أبعدت الشحنة (q_3) نهائياً عن الشحنة (q_2) مع بقاء (q_1) في مكانها فهل يزداد مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (q_2) أم يقل أم يبقى ثابتاً ؟ و لماذا ؟

تقل : لأن القوة المؤثرة في هذه الحالة (F_{12}) و هي أقل من محصلة القوتين المتعامدتين سابقاً)

وضعت ثلاث شحنات نقطية في الهواء على المحور y كما بالشكل ، اذا كانت محصلةالقوة الكهربائية على الشحنة (q_1) تساوي 4.2N باتجاه y– أحسب مقدار الشحنة q_3 وحدد نوعها ؟



$$F_{21} = \frac{k q_2 q_1}{r_{21}^2} = \frac{8.99\times10^{9}\times2\times10^{-6}\times3\times10^{-6}}{(0.1)^2} = 5.4\ N$$

بما أن المحصلة أكل من احدى القوتين يجب أن تكون متعاكسة (q_3 سالبة)

$$F_R = F_{21} - F_{31}$$

$$4.2 = 5.4 - F_{31}$$

$$F_{31} = 1.2\ N$$

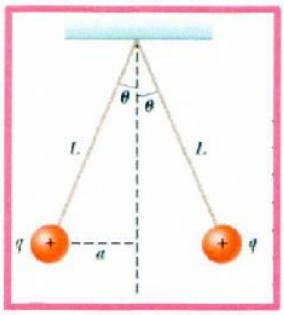
$$F_{31} = \frac{k q_3 q_1}{r_{31}^2}$$

$$1.2 = \frac{k q_3 q_1}{(0.3)^2}$$

$$q_3 = 6\times10^{-6}\ C$$

(q_3 موجبة)

كرتين صغيرتين متماثلتين مشحونتين بنفس النوع والمقدار، كتلة كل كرة $3 \times 10^{-2}\,kg$ علقتا في حالة اتزان كما في الشكل، طول كل خيط $0.15\,m$ وكانت الزاوية ($\theta = 5^{\circ}$) أوجد مقدار شحنة من الكرتين

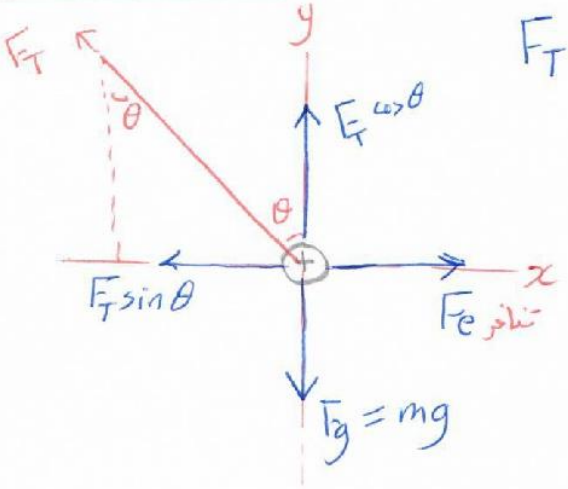


$$F_y = 0 \quad \text{---} *$$

$$F_T \cos\theta = mg$$

$$F_T \cos(5^{\circ}) = 3\times10^{-2} \times 9.81$$

$$F_T = 0.295\ N$$



$$F_x = 0 \quad \text{---} *$$

$$F_T \sin\theta = F_e$$

$$0.295 \sin(5^{\circ}) = \frac{k q^2}{r^2}$$

$$0.026 = \frac{8.99\times10^{9} \times q^2}{(0.026)^2}$$

$$q^2 = 1.96 \times 10^{-15}$$

$$q = +\,4.4 \times 10^{-8}\ C$$

لحساب a

$$\sin\theta = \frac{a}{L}$$

$$a = L\sin\theta$$

$$= 0.15 \sin 5^{\circ}$$

$$= 0.013$$

$$* \quad r = 2a$$

$$= 0.026\,m$$