



@grade12ua_e

القوى الكهروستاتيكية

12

United Arab Emirates
Ministry of Education



الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

العام الدراسي 2018- 2019

1

الوحدة الأولى

I ♥
PHYSICS

القوى الكهروستاتيكية (الحل)

الفيزياء

الثاني عشر - متقدم

الفصل الدراسي الأول

الاسم :

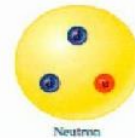
وزارة التربية والتعليم

دائرة التعليم والمعرفة

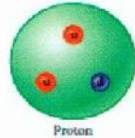
إعداد الأستاذ

أسامة إبراهيم النحوي

0554543232



Neutron



Proton



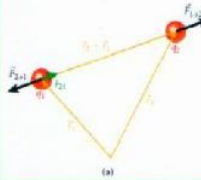
(a)



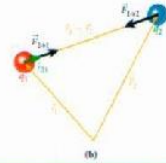
(b)



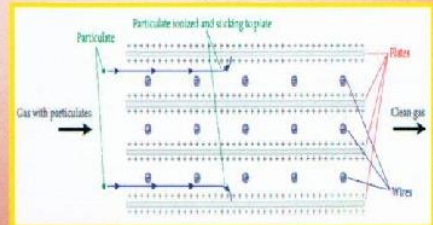
(c)



(a)

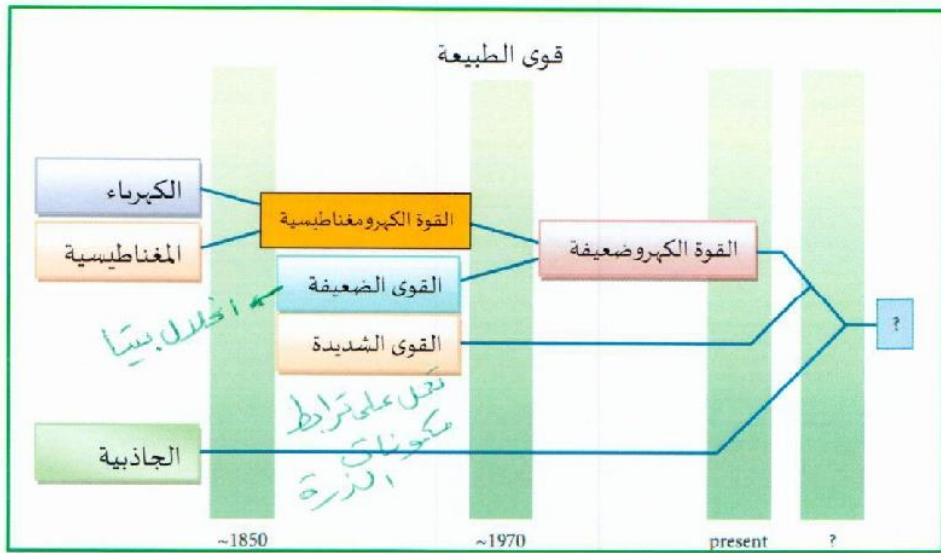


(b)



الكهرومغناطيسية

الشكل التالي يبين تاريخ اتحاد القوى الأساسية على مر العصور .



الشحنة الكهربائية Electric Charge

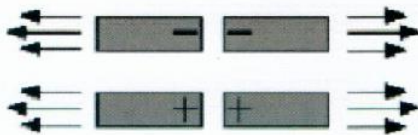
هي خاصية فيزيائية للمادة تظهر فقط اذا احدث خلل في التعادل الكهربائي للمادة وهي نوعان موجبة وسالبة .

ملاحظات

- 1- في الوضع الطبيعي جميع المواد ومهما كانت حالتها صلبة او سائلة او غازية تكون متعادلة كهربائياً . **فسر .**
الإجابة: وذلك لان عدد البروتونات الموجبة داخل النواة يكون مساوياً لعدد الالكترونات السالبة التي تدور حول النواة ومقدار شحنة البروتون الموجبة مساو لمقدار شحنة الإلكترون السالبة
- 2- يمكن فصل الإلكترونات وتحريرها من الارتباط مع النواة عن طريق تزويدها بالطاقة .
- 3- المادة التي تكتسب إلكترونات 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 تبعاً لمدى ارتباط الالكترونات مع النواة .

قانون الشحنات الكهربائية

الشحنات المتماثلة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب



الشحنات المتشابهة تتنافر



الشحنات المختلفة تتجاذب

وحدة قياسها : كولوم C

رمزها : q

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

$$q = I \cdot t$$

$$1 C = 1 A \cdot s$$

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

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

الميكرو كولوم $10^{-6} \mu C$
النانو كولوم $10^{-9} nC$
البيكوكولوم $10^{-12} pC$

قانون حفظ الشحنة كمية الشحنة بالمقدرة = كمية الشحنة 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 كمماة "

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

وظيفة الاشعة السينية

ذرع الالكترونات من قطرة الزيت

لتصبح موجية

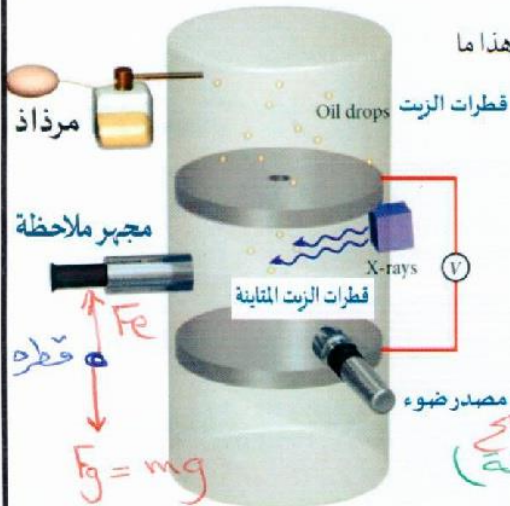
وظيفة اللوحين المشحونين

حسب قطرة الزيت بين اللوحين لتصبح مستقرة (عالقة)

استنتاج ميلكان

الشحنة كمماة (أي الشحنة من مضاعفات

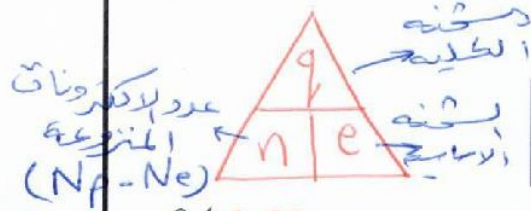
عدد صحيح من لشحنه الاساسية)



رسم تخطيطي لتجربة قطرات الزيت لميلكان



* لحساب عدد الإلكترونات التي يكتسبها أو يفقدها جسم :



$$n = \frac{|q|}{q_e} = \frac{|q|}{1.602 \times 10^{-19}}$$

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

$$n = \frac{q}{e} = \frac{1.00}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.24 \times 10^{18} \text{ إلكترون}$$

عدد صحيح لا يتواءم على 10^{18}

(2) هل يمكن لجسم أن يشحن بشحنة موجبة مقدارها ($q = 5 \times 10^{-19} \text{ c}$) ؟ برر اجابتك بالحساب .

$$n = \frac{q}{e} = \frac{5 \times 10^{-19}}{1.602 \times 10^{-19}} = 3.12 \text{ إلكترون}$$

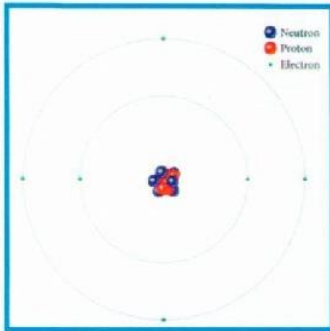
نظم على الشحنة

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

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

بروتونات مشحونة بشحنة موجبة ونيوترونات متعادلة ويحيط بهذه النواة

الإلكترونات سالبة الشحنة .



إن الإلكترون جسيم أولي ليس له أجزاء نصف قطره صفر تقريباً أما البروتون

فيتكون من جسيمات مشحونة تسمى الكواركات وترتبطها جسيمات غير

مشحونة تسمى الجلونات .

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

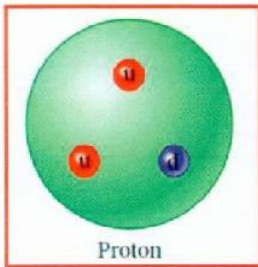
الكواركات السفلية شحنتها ($-\frac{1}{3}e$) .

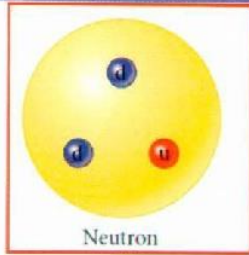
تدريب :

يتكون البروتون من اثنين من الكواركات العلوية وكوارك سفلي واحد لذلك

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

سفلي علوي علوي





تدريب:

يتكون النيوترون المتعادل من كوارك علوي وكواركين سفليين لذلك

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

ملاحظات: سفلي سفلي علوي

مجموع شحنات الكواركات داخل البروتون يساوي تماماً مقدار شحنة الإلكترون

توجد جسيمات شبيهة بالإلكترون وكتلتها أكبر منه تسمى الميون والتاو

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

عدد الإلكترونات المنزوعة n

مثال 1.1

إذا أردنا أن يكتسب قالب حديدي كتلته 3.25 kg شحنة موجبة مقدارها

0.100 C . فما نسبة الإلكترونات التي سنحتاج إلى نزعها .

لاكترونيات المنزوعة

لحسب عدد الإلكترونات الكافي يجب أن نكتب عدد الجسيمات

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

$$N = \frac{m}{N_A \times \text{كتلة الذرة (kg)}}$$

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

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

$$= 3.50 \times 10^{25} \text{ ذرة}$$

لحسب عدد الإلكترونات بالفرن 26

$$N_{\text{الإلكترونات}} = 3.50 \times 10^{25} \times 26 = 9.09 \times 10^{26}$$

الاختبار الذاتي

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

(a) بروتون . $+1e = +1$ نيوترون . صفر

(c) ذرة هيليوم (بروتونان ونيوترونان والإلكترونان) . صفر $(+2 + 0 + -2) = \text{صفر}$

(d) ذرة هيدروجين (بروتون واحد والإلكترون واحد) . صفر $(+1 - 1) = \text{صفر}$

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

(g) الإلكترون . $-1e = -1$ جسيم الفا (بروتونان ونيوترونان) $(+2 + 0) = +2$

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

الذرات دائماً متعادلة .

الكتلة الذرية (9)

56
Fe
26

عدد الإلكترونات لكل ذرة

الكتلة هي

الإلكترونات المنزوعة

العدد الكلي للإلكترونات

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

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

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 الأيونية مثل محلول ملح الطعام في الماء (NaCl) لأنه يتألف من أيونات موجبة (Na+) و أيونات سالبة (Cl-)

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

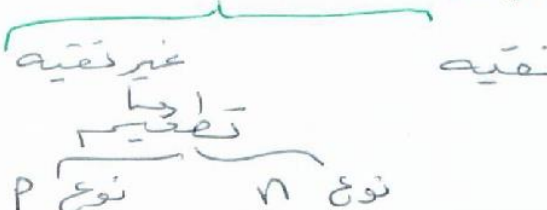
السبب ((بسبب الارتباط القوي بين الالكترونات والمادة وذراتها)) .

أمثلة : الزجاج والبلاستيك والقماش .

(3) **أشباه الموصلات** : هي المواد التي يمكن ان تتغير من عازلة الى موصله 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 الخلية)

اشباه الموصلات



أنواع أشباه الموصلات :

(أ) **نقية** مثل الزنك الجرمانيوم والسيلكون

(ب) **غير نقية** ويتم صنعها بطريقة التطعيم

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

او مستقبلات الالكترونات (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 النيوبيوم والتيتانيوم .

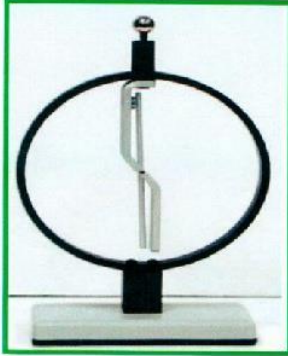
❖ تم تطوير مواد جديدة تسمى high-Tc superconductors او الموصلات فائقة التوصيل **عالية الحرارة** عند درجة حرارة

النيوتروجين 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 ملحوظة عند شحنه .

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

و(الكشف عن نوع شحنة جسم مشحون مسبقاً) باستخدام كشاف كونه

شحنه معلونه مثل سالب وثلث

تركيبه يتكون من: جسم بالكشاف فاذا زاد الأفران كوير سالب

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

* يحيط بهما إطار زجاجي لتقليل تأثير 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 هذه العملية بالتأريض .

مراجعة المفاهيم :

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

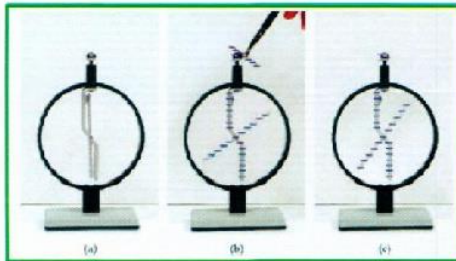
- (a) الشحنات المتماثلة تتنافر .
- (b) الشحنات المتماثلة تتجاذب .
- (c) الشحنات المختلفة تتجاذب .
- (d) الشحنات المختلفة تتنافر .

لـ اجملة صحيحة لكن غير مناسبة لسؤال .

طرق شحن الأجسام بالكهرباء الساكنة

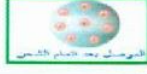
(1) الشحن بالتوصيل او التلامس . حيث يتم ملامسة مباشرة بين الجسم المشحون والجسم المتعادل

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 شحنتهما بعد التلامس (قانون حفظ الشحنة) .
4. تستخدم هذه الطريقة للمواد الموصلة والعازلة الا انها اكثر فاعلية مع المواد الموصلة .

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



(a) التأكد بأن الكشاف - او الموصل - غير مشحون - فأريض

(b) تقريب المؤثر من الكشاف الكهربائي- او الموصل - دون ملامسته . (يتكون على طرف الموصل **الفرق** من المؤثر شحنة **مقعدة** لحدوث تجاذب مع شحنة المؤثر وعلى الطرف **المعيد** شحنة **حرية**)

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

(d) ازالة 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 النهائية الناتجة مخالفة للمؤثر.
3. تصلح هذه 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 جداً . أو ان الجسم يعيط إحاطة تامة بالمؤثر .

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

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

* تستخدم هذه 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 الأخرى شحنة سالبة صافية .

مثال : عند ذلك فحبيب بلاستيكي بغراء الأرنب فإن القضيبي يصبح سالبا وفراء الأرنب موجباً.

ملاحظات :

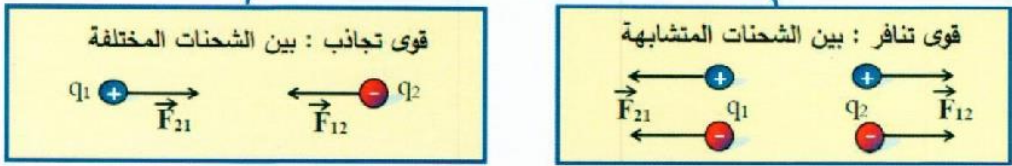


1. ينتج من هذه الطريقة جسمان لهما نفس مقدار الشحنة ولكن مختلفتين في النوع .
2. كلما زادت شدة الاحتكاك زاد انتقال الشحنة

القوة الكهروستاتيكية - قانون كولوم

* الشحنات الكهربائية نوعان : شحنات موجبة و شحنات سالبة .

القوى الكهربائية بين الشحنات الكهربائية



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

قانون كولوم

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

- (1) مقدار كل من الشحنتين (q_1, q_2)
تناسب القوة تناسباً طردياً مع حاصل ضرب مقداريهما ($F \propto q_1 q_2$)
عند ثبات بقية العوامل
- (2) المسافة بين الشحنتين (r)
تناسب القوة عكسياً مع مربع المسافة بين مركزي الشحنتين ($F \propto \frac{1}{r^2}$)
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

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

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

نص قانون كولوم

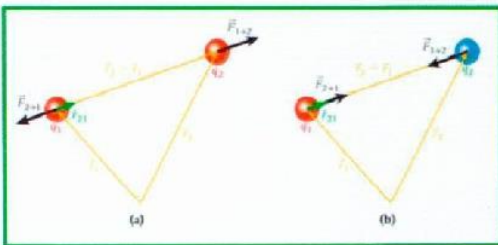
القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين تتناسب طردياً مع ناتج ضرب مقدار كل من الشحنتين و عكسياً مع مربع المسافة

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N m^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

المجال

تُمثل العلاقة بين ثابت كولوم وثابت آخر، ϵ_0 ، بسى السماحية الكهربائية للحيز المطلق



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

لذا فإنه يمكن كتابة قانون كولوم بصيغة أخرى هي

في حالة وجود أكثر من شحنتين كهربائيتين | مبدأ التراكب

أولاً	حساب 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	$F_R = F_1 + F_2$
	إذا كانت القوتان متعاكستان	$F_R = F_1 - F_2$
	إذا كانت القوتان متعامدتان	$F_R = \sqrt{F_1 + F_2}$
	إذا كانت القوتان غير متعامدتان	تحليل المتجهات
	اتجاه F_R يكون بنفس اتجاه F_1 و F_2	
	اتجاه F_R يكون بنفس اتجاه F الأكبر	
	اتجاه F_R يكون $\theta = \tan^{-1}(\frac{F_y}{F_x})$	
	اتجاه F_R يكون $\theta = \tan^{-1}(\frac{\sum F_y}{\sum F_x})$	

المسألة 1

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

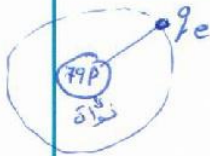


$$F = \frac{k q_p q_p}{r^2} = \frac{k (q_p)^2}{r^2}$$

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

المسألة 2

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



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

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

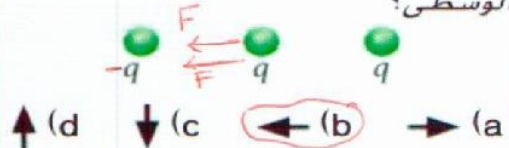
جاذب

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).



(e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

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



(e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

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

$$F = \frac{k q \times 2q}{(2r)^2} = \frac{2k q^2}{4r^2} = \frac{1}{2} F$$



اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

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

$$F \propto q$$

$$F_2 = 2F_1$$

(ب) يتضاعف أربع مرات

(أ) يتضاعف مرتين

(د) يقل للربع

(ج) يقل للنصف

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

$$F \propto q$$

$$F_2 = 2 \times 2 F_1 = 4F_1$$

(ب) $\frac{1}{4}$

(أ) 4

(د) $\frac{1}{2}$

(ج) 2

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

$$F_2 \propto \frac{1}{r^2}$$

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

(ب) يتضاعف أربع مرات

(أ) يتضاعف

(د) يقل للربع

(ج) يقل للنصف

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

$$F_2 \propto \frac{1}{r^2} = \frac{1}{(\frac{1}{2})^2} = 4F_1 = 4 \times 1.6 = 6.4$$

(ب) 3.2N

(أ) 0.4N

(د) 6.4N

(ج) 0.8N

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 :

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

(ب) 40N

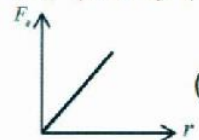
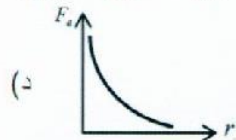
(أ) 10N

(د) 80N

(ج) 5N

$$\frac{F_2}{20} = \frac{(3)^2}{(6)^2} \Rightarrow F_2 = 5N$$

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



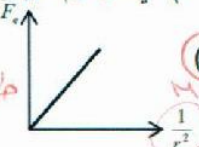
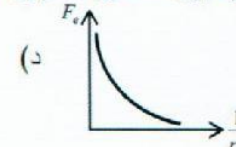
(د)

(ج)

(ب)

(أ)

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



(د)

(ج)

(ب)

(أ)

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 :

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \Rightarrow \frac{F_2}{10} = \frac{r^2}{(\frac{r}{4})^2}$$

(ب) 40N

(أ) 20N

(د) 160N

(ج) 80N

$$\frac{F_2}{10} = \frac{r^2}{\frac{r^2}{16}} \Rightarrow \frac{F_2}{10} = 16 \Rightarrow F_2 = 160$$

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 وأقرب للشحنة الأصغر مقداراً.

(2) إذا كانت الشحنتان مختلفتان نوعاً تكون النقطة خارجهما وأقرب للشحنة الأصغر مقداراً.

ملاحظات:

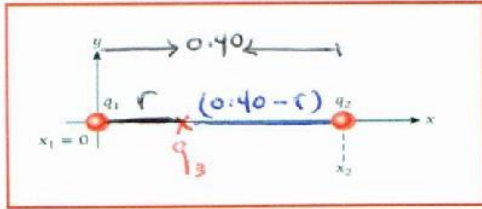
* إذا كانت الشحنتان متساويتان ومن نفس النوع تكون النقطة في منتصف البعد بينهما.

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

المسألة

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

الشحنة q_3 تتأثر بقوتين متساويتين مقداراً متعاكسين اتجاهًا



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

$$\frac{kq_1q_3}{r^2} = \frac{kq_2q_3}{(0.40-r)^2}$$

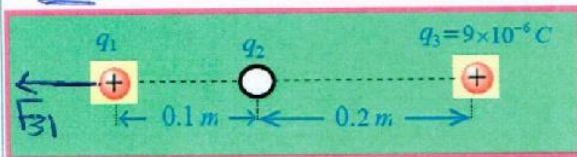
$$\frac{0.15}{r^2} = \frac{0.35}{(0.40-r)^2}$$

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

نأخذ الجذر للطرفين ونحل المعادلة

$r = 0.16 \text{ m}$ وهي قريبة كما توقعنا من الشحنة الأصغر q_1

في الشكل المجاور إذا علمت أن الشحنة (q_1) متزنة فأحسب مقدار الشحنة (q_2) وحدد نوعها. لأن F_{31} حوالياً يجب أن تكون F_{32} حوالياً كذلك q_2 سالبة



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

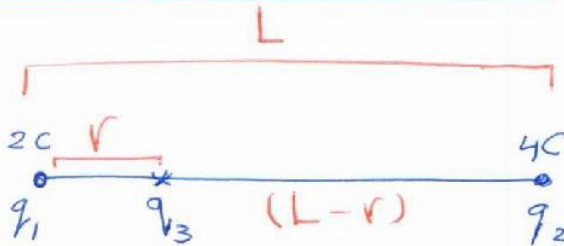
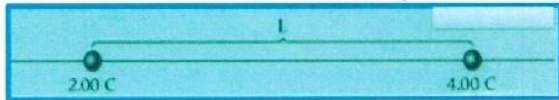
$$\frac{kq_2q_1}{r_{21}^2} = \frac{kq_3q_1}{r_{31}^2}$$

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

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

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

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 صفراً؟ هل تحدث إشارة الشحنة الثالثة أو مقدارها أي فرق في الإجابة؟



بأخذ راجد للطرفين

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

$$\frac{kq_1q_3}{r_{13}^2} = \frac{kq_2q_3}{r_{23}^2}$$

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

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

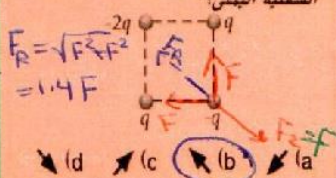
$$\frac{1.414}{r} = \frac{2}{L-r}$$

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

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

مراجعة المفاهيم 1.10

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



(a) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

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

مراجعة المفاهيم 1.9

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



(a) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

وضعت شحنة موجبة $+q$ عند النقطة P. على يمين الشحنتين q_1 و q_2 . كما يوضح الشكل. فكانت محصلة القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة $+q$ تساوي صفراً. حدد ما إذا كانت كل عبارة من العبارات التالية صواباً أم خطأ.

- (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 و q_2 متساويتان.
- (d) إذا كانت الشحنة q_1 سالبة، فتتكون الشحنة q_2 موجبة.
- (e) الشحنة q_1 أو q_2 موجبة.

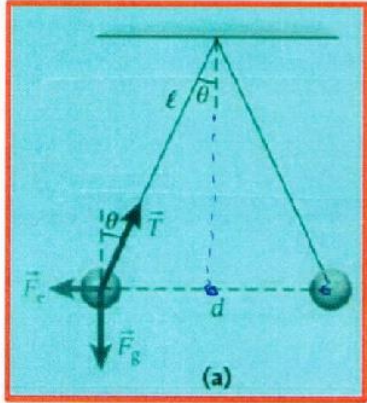
الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي

$$F_2 = \frac{kq \times 2q}{(\sqrt{2}r)^2} = \frac{2kq^2}{2r^2} = \frac{kq^2}{r^2} = F$$



المسألة

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



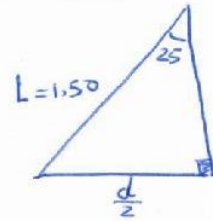
لحساب المسافة بين الشحنتين (d)
هنا سُميت (d) لذلك نلتزم بالسُمية

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

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

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

$$\Rightarrow d = 1.27 \text{ m}$$



« المسافة بين الشحنتين $r = d = 1.27 \text{ m}$ »
نحلل القوى المؤثرة على إحدى الشحنتين

$$\sum F_x = 0$$

$$F_T \sin \theta = F_e$$

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

$$F_T \sin 25 = \frac{8.99 \times 10^9 \times (25 \times 10^{-6})^2}{(1.27)^2}$$

$$F_T = 8.24 \text{ N}$$

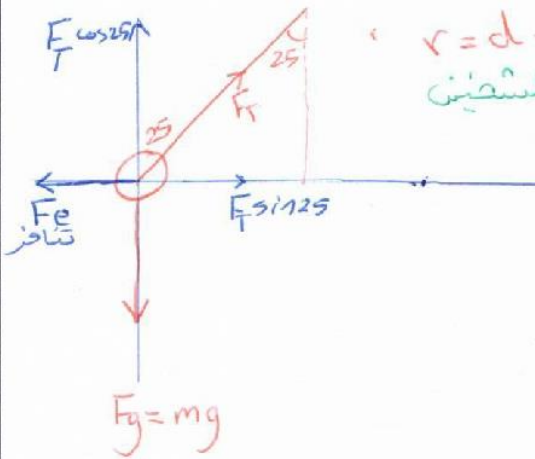
$$\sum F_y = 0 \quad *$$

$$F_T \cos \theta = mg$$

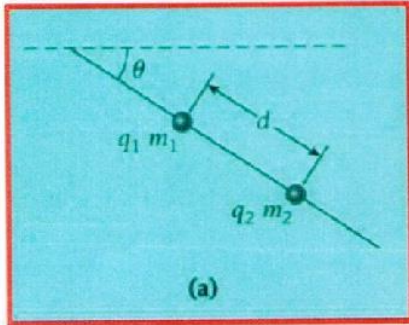
$$m = \frac{F_T \cos \theta}{g}$$

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

$$m = 0.76 \text{ Kg}$$



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



ملاحظة
نقرن أن d هي المسافة بين
الخرزتين المكونتين

$$\sum F_x = 0$$

$$m_2 g \sin \theta = F_e$$

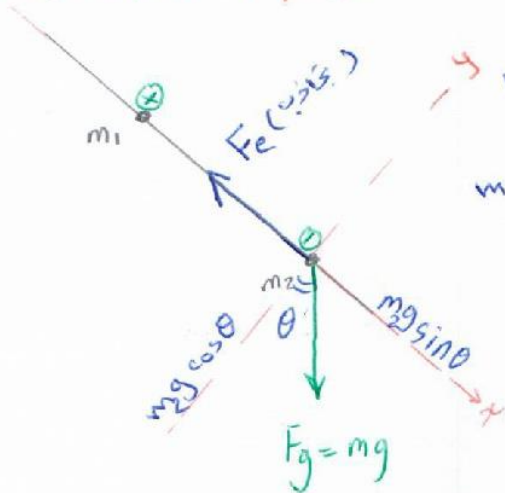
$$m_2 \times 9.81 \sin \theta = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$$

$$m_2 \times 9.81 \sin(42.3) = \frac{8.99 \times 10^9 \times 1.28 \times 10^{-6} \times 5.06 \times 10^{-6}}{(0.38)^2}$$

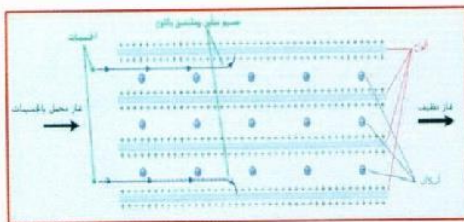
$$m_2 \times 6.6 = 0.40$$

$$m_2 = 0.061 \text{ kg}$$

نرسم القوى المؤثرة على m_2



مرشح الترسيب الكهروستاتيكي

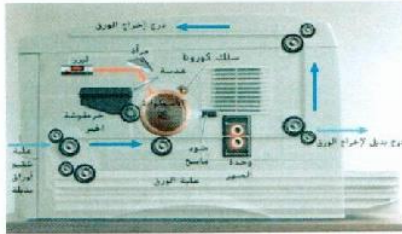


يتكون المرشح من أسلاك والواح. يكون جيد الألواح موجب مقارنة مع الجهد السالب للأسلاك. فعند مرور الغاز العادم بالقرب من الأسلاك تشحن جسيمات الغاز بشحنة سالبة وتنجذب إلى الألواح الموجبة كما في الشكل المجاور وباستمرار هذه العملية يزداد وزن جزيئات الغاز فتسقط في حاويات خاصة ويخرج الغاز من الطرف الآخر خالياً من الجسيمات الملوثة للهواء.

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

طابعة الليزر

تتكون طابعة الليزر من الأجزاء الظاهرة في الصورة

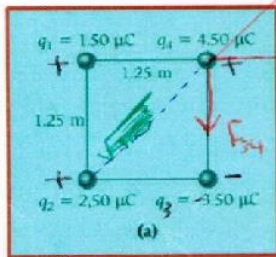


- تشحن الأسطوانة بالكهربونات السالبة باستخدام السلك العالي الجهد.
- يتم توجيه شعاع الليزر (شعاع ضيق ومحدد) على سطح الأسطوانة فيحدث تغير لشحنة السطح عند النقاط المحددة فقط.

((يتم التحكم بشعاع الليزر من خلال المرآة والعدسة المجدية))

- تعمل البكرة على التقاط جزيئات الحبر من خرطوشة الحبر (الحبر مادة عازلة مشحونة بشحنة سالبة) فيحدث تراكم لجزيئات الحبر بسبب القوى الكهروستاتيكية على سطح الأسطوانة التي تعرضت لاشعة الليزر فقط.
- بعد تلامس الأسطوانة مع الورق تنتقل جزيئات الحبر من سطح الأسطوانة إلى الورقة وتزال جزيئات الحبر المتبقية ليصبح السطح متعادال عن طريق الضوء الماسح.
- تمر الورقة بوحدة الصبر لتذهب جزيئات المسحوق لتتجمد بصورة ملبنة 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 والناجمة عن الشحنت الثلاث الأخرى؟

$$F_{14} = \frac{kq_1q_4}{r^2} = \frac{8.99 \times 10^9 \times 1.5 \times 10^{-6} \times 4.5 \times 10^{-6}}{(1.25)^2} = 0.039 \text{ N}$$

خط اليمين

$$F_{34} = \frac{kq_3q_4}{r^2} = \frac{8.99 \times 10^9 \times 3.5 \times 10^{-6} \times 4.5 \times 10^{-6}}{(1.25)^2} = 0.091 \text{ N}$$

خو الاسفل

$$F_{24} = \frac{kq_2q_4}{r^2} = \frac{8.99 \times 10^9 \times 2.5 \times 10^{-6} \times 4.5 \times 10^{-6}}{(1.77)^2} = 0.032 \text{ N}$$

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

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

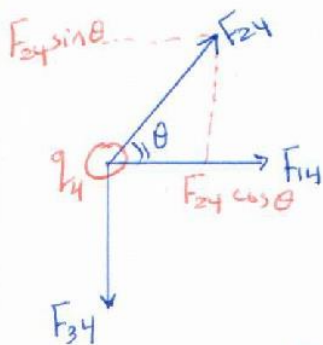
$$F_R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 0.092 \text{ N}$$

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

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

$$\sqrt{1.25^2 + 1.25^2} = 1.77$$

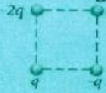
$$\tan \theta = \frac{1.25}{1.25} \Rightarrow \theta = 45^\circ$$





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.

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.

قانون كولوم وقانون نيوتن في الجذب

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

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

قارن بين القوة الكهروستاتيكية وقوة الجاذبية من خلال الجدول التالي:

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

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

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

1.15 إذا كانت هناك مسافة فاصلة d بين جسيمين 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 .

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

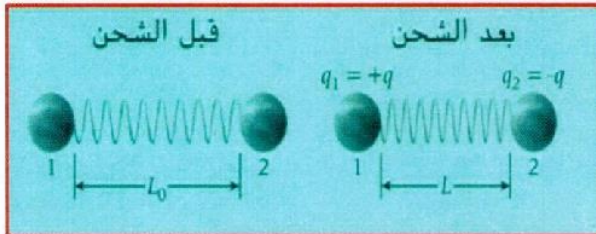
1.21 تفصل مسافة ابتدائية d بين كرتين مشحونتين. وكان مقدار القوة المؤثرة في كل كرة هو F . ثم اقتربت الكرتان إحداهما من الأخرى بحيث كان مقدار القوة المؤثرة في كل منهما $9F$. ما معامل التغير في المسافة بين الكرتين؟

$$3 = \frac{d_1}{d_2} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2} \\ \frac{9F}{F} = \frac{d_1^2}{d_2^2} \end{array} \right.$$

نقل المسافة بقدر الثلث

أخذ الجذر

1.45 وصلت كرتان فلزيتان غير مشحونتين. 1 و 2. 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 طلي الزنبرك بطبقة فلزية ليصبح موصلًا. فما الطول الجديد للزنبرك؟



تتأثر الكرتان بقوتان هما F_s قوة الزنبرك المرنة و F_e قوة التجاذب بين الشحنتين لذلك :-

$$F_e = F_s$$

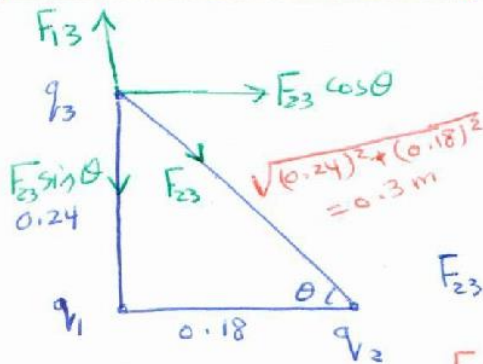
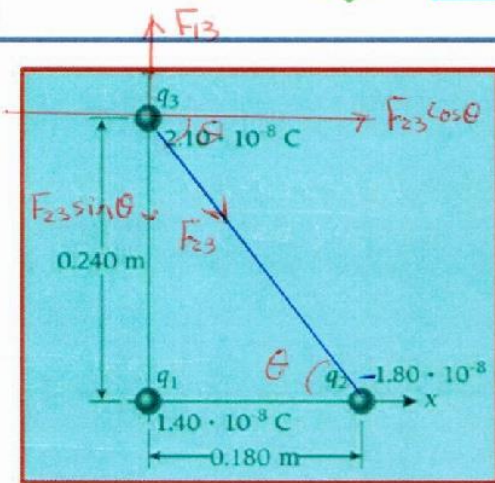
$$\frac{kq_1q_2}{r^2} = k\Delta x$$

$$\frac{8.99 \times 10^9 q^2}{(0.635)^2} = 25 \times (1 - 0.635)$$

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

$$q = 2.02 \times 10^{-5} \text{ C}$$

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



1.48 • وُضعت الشحنة $q_1 = 1.40 \cdot 10^{-8} \text{ C}$

عند نقطة الأصل. وُضعت الشحنتان

$q_2 = -1.80 \cdot 10^{-8} \text{ C}$

و $q_3 = 2.10 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ عند النقطتين

$(0.180 \text{ m}, 0.000 \text{ m})$

و $(0.000 \text{ m}, 0.240 \text{ m})$

على التوالي كما هو موضح

في الشكل. أوجد محصلة

القوى الكهروستاتيكية (المقدار

والإتجاه) المؤثرة في الشحنة q_3 .

حساب θ

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

$$\theta = 53.1^\circ$$

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

$$F_{23} = \frac{8.99 \times 10^9 \times 2.1 \times 10^{-8} \times 1.8 \times 10^{-8}}{(0.3)^2} = 3.78 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_{13} = \frac{k q_1 q_3}{r_{13}^2} = \frac{8.99 \times 10^9 \times 1.4 \times 10^{-8} \times 2.1 \times 10^{-8}}{(0.24)^2}$$

$$F_{13} = 4.59 \times 10^{-5} \text{ N (up)}$$

$$* F_x = F_{23} \cos \theta = 3.78 \times 10^{-5} \cos(53.1)$$

$$F_x = 2.27 \times 10^{-5} \text{ N}$$

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

$$= 4.59 \times 10^{-5} - (3.78 \times 10^{-5} \sin(53.1))$$

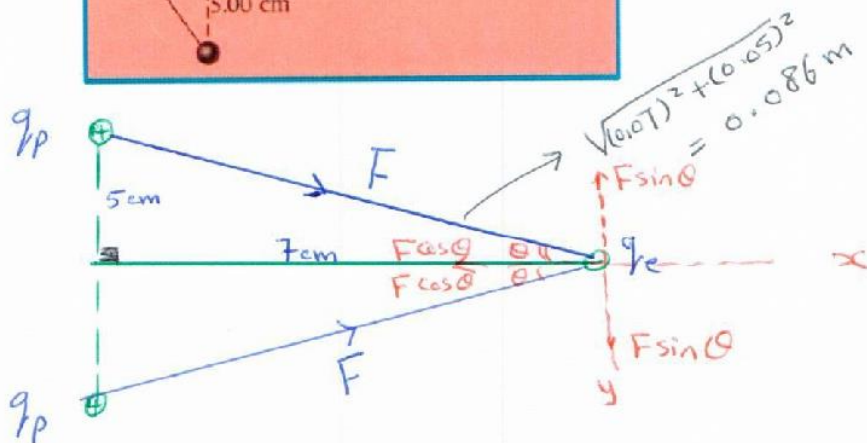
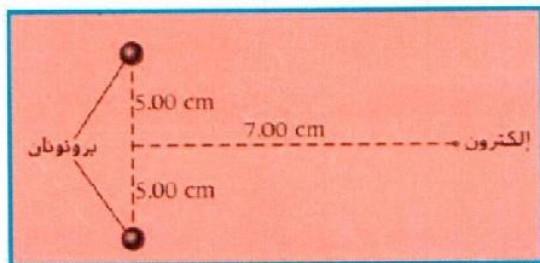
$$= 1.57 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 2.76 \times 10^{-5} \text{ N}$$

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



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



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

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


$$= \frac{2 \times 8.99 \times 10^9 \times (1.602 \times 10^{-19})^2 \cos(35.5^\circ)}{(0.086)^2}$$

$$= 5.1 \times 10^{-26} \text{ N (x)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{لعرفه } \theta \\ \tan \theta = \frac{5}{7} \\ \theta = 35.5^\circ \end{array} \right\}$$



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 أيضاً (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 $25 \mu\text{C}$ وشحنة مقدارها $10 \mu\text{C}$ - تساوي 8.0 N ، فما المسافة الفاصلة بين الشحنتين؟
 (a) 0.28 m
 (b) 0.53 m ✓
 (c) 0.45 m
 (d) 0.15 m
- 1.3 وضعت 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 تالفة، $Q_3 = Q_1$ ، موجودة عند نقطة الأصل؟
 (a) عند نقطة الأصل
 (b) عند $x = 2a$ ✓
 (c) 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 $3 - N$ بروتونات ✓
 (e) إلكترون واحد
- 1.5 شحنتان نقطيتان مثبتتان على المحور x ، إذا كانت الشحنة $q_1 = 6.0 \mu\text{C}$ موضوعة عند نقطة الأصل، O ، حيث $x_1 = 0.0 \text{ cm}$ ، وكانت الشحنة $q_2 = -3.0 \mu\text{C}$ موضوعة عن النقطة A ، حيث $x_2 = 8.0 \text{ cm}$ ، فأين يجب أن توضع الشحنة الثالثة، q_3 ، على المحور x بحيث تكون محصلة القوة الكهروستاتيكية المؤثرة فيها صفرًا؟
 (a) 19 cm
 (b) 27 cm ✓
 (c) 0.0 cm
 (d) 8.0 cm
 (e) -19 cm
- 1.6 أي من الحالات التالية تنتج أكبر محصلة قوى تؤثر في الشحنة Q ؟
 (a) تبعد الشحنة $Q = 1 \text{ C}$ مسافة 1 m عن شحنة مقدارها 2 C .
 (b) تبعد الشحنة $Q = 1 \text{ C}$ مسافة 0.5 m عن شحنة مقدارها 1 C . ✓
- 
- (c) تقع الشحنة $Q = 1 \text{ C}$ في منتصف المسافة بين شحنة مقدارها 1 C وشحنة مقدارها 1 C تفصل بينهما مسافة 2 m .
 (d) تقع الشحنة $Q = 1 \text{ C}$ في منتصف المسافة بين شحنتين بمقدار 2 C تفصل بينهما مسافة 2 m .
 (e) تبعد الشحنة $Q = 1 \text{ C}$ 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) يتبعدان عن بعضهما بعجلة. (d) يتجذبان إلى بعضهما بسرعة ثابتة.
(b) يظلان ساكنين. (e) يتبعدان عن بعضهما بسرعة ثابتة.
(c) يقتربان إلى بعضهما بعجلة.

1.8 غلّقت 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) ستجذبان إلى بعضهما.
(b) لن تبتدلا محصلة قوة كهروستاتيكية إحداهما على الأخرى.
(c) ستتنافران.
(d) يعتمد أي \pm سبق على إشارة الشحنة الصافية الموجودة في إحدى الكرتين.

1.9 وُضِلَ لوح فلزي بالأرض عن طريق موصل يعمل بمفتاح. وكان المفتاح مغلقاً في البداية. وفُزِّيت شحنة $+Q$ إلى اللوح من دون ملامسته. ثم فتح المفتاح ثم أعاد الشحنة $+Q$. ما شحنة اللوح عندئذ؟

- (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 قُربت قضيباً بلاستيكياً ذا شحنة سالبة إلى موصل مؤرّض من دون ملامسته، ثم قُصّت بفضل التأريض، فما إشارة شحنة الموصل بعد إبعاد القضيب المشحون؟

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

1.11 عند ذلك قضيب بلاستيكي بفراء أرب، فإن القضيب يصبح

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

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

- (a) سالب الشحنة.
(b) موجب الشحنة.
(c) متعادلاً.
(d) إما سالب الشحنة أو موجب الشحنة، حيث يعتمد ذلك على ما إذا كانت حركة البوشاح أثناء ذلك في اتجاه واحد دائماً 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	تبدلها القوتان	تبدلها الكرتان	
4	18	18	يكون للأشواح جهد كهربائي سالب	يكون للأشواح جهد كهربائي سالب	
5	20	23 الأيسر	السماحية الكهربائية للحيز المطلق	السماحية الكهربائية للحيز الفراغ	
6	21	5 اليمين	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		
شحنة الإلكترون $q_e = -e$	شحنة البروتون $q_p = +e$	الشحنة الأساسية $e = 1.602 \times 10^{-19} C$
مقدار القوة الكهروستاتيكية بين شحنتين $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$ $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$	الصورة العامة للقانون $\vec{F}(\vec{r}) = kq \sum_{i=1}^n q_i \frac{\vec{r}_i - \vec{r}}{ \vec{r}_i - \vec{r} }$	قانون كولوم
$q = e \cdot (N_p - N_e)$	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ $= 8.99 \times 10^9 N m^2 / C^2$	ثابت قانون كولوم (k)
	$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} C^2 / N m^2$	السماحية الكهربائية للحيز ϵ السماحية الكهربائية الفراغ ϵ_0

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

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

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 $1.0 \times 10^{-6} C$ $1.6 \times 10^{-19} C$

4. أي الآتية يكافئ وحدة الكولوم (C) ؟

A.S A.S⁻¹ A.S² S.A⁻¹

5. الشحنة (+2 C) تعادل شحنة :

1.25×10^{19} إلكترون 1.25×10^{19} بروتون إلكترونين بروتونين

6. أي القيم التالية لا يمكن أن تكون كمية لشحنة جسم ما بوحدة الكولوم ؟
 $\frac{3.2 \times 10^{-20}}{1.6 \times 10^{19}} = 0.2$
 3.2×10^{-19} 3.2×10^{-20} 3.2×10^{-18} -3.2×10^{-19}

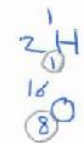
30- كم عدد الإلكترونات اللازمة لإنتاج شحنة كلية مقدارها $1.00 C$ ؟

$$n = \frac{q}{e} = \frac{1.00}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.24 \times 10^{18} \text{ إلكترون}$$

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

$$q = I \cdot t = 5 \times 10^{-3} \times 10 = 0.05 C$$

$$n = \frac{q}{e} = \frac{0.05}{1.602 \times 10^{-19}} = 3.12 \times 10^{17} \text{ إلكترون}$$



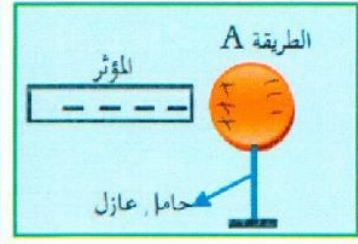
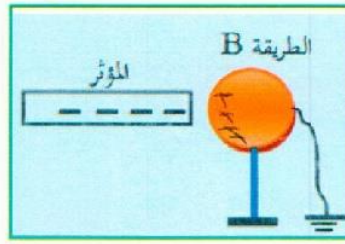
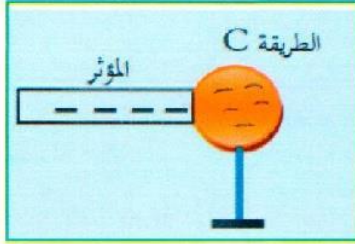
34- احسب عدد الإلكترونات الموجودة في $1.00 kg$ من المياه ؟ H_2O
 $N_{\text{إلكترون}} = \frac{1.00 kg \times 6.022 \times 10^{23}}{18} = 3.35 \times 10^{25}$

$(\frac{16+2(1)}{18}) \leftarrow N_{\text{إلكترون}} = 3.35 \times 10^{25} \times 10 = 3.35 \times 10^{26}$
(8+1+1)

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



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



• اي الطرق الثلاث تم انتقال الشحنة من ساق ابونيت 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) .

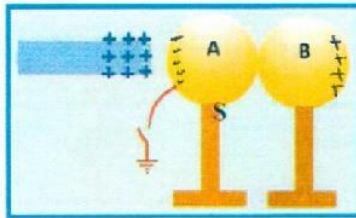
• وضع ماذا يحدث لشحنة الساق بعد ابعادها عن الكرة في الطرائق الثلاث

C تبقى B تبقى كما هي A تبقى كما هي

• في الطريقة B افترض ان الاتصال قطع مع الارض اولا ثم ابعاد الساق عن الكرة. قارن بين نوعي الشحنة على الكرة

في الطريقتين B و C

B موجبه C سالبة



يظهر الشكل المجاور موصلين كرويين متماثلين متلامسين ، حيث

يتصل الموصل (A) بالأرض بواسطة سلك توصيل ومفتاح مفتوح

كما يظهر الشكل ساق زجاجية مشحونة بشحنة موجبة وقد قربت

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

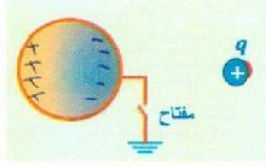
أجب عما يلي :

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



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 :

سألت

معتمدا على البيانات في الشكل المجاور ، أجب عما يلي :



1- ما نوع القوة بين الشحنتين تناظر

2- إذا كانت الشحنة اليمنى موجبة ما نوع الشحنة اليسرى: موحه

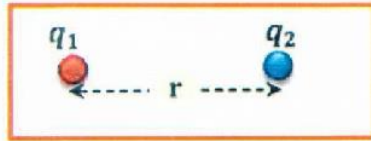
3- ما مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة اليسرى وأماذا ؟
حسب رمانون الثالث ليون



1 يؤثر في الشحنة النقطية (q₁) في الشكل المجاور قوة كهربائية

(F) كم تصبح القوة المؤثرة في الشحنة (q₁) إذا أصبح البعد بين الشحنتين (2r) ؟

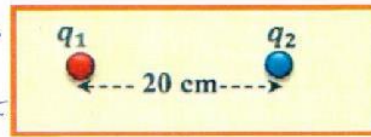
$\frac{1}{4} F$ $\frac{1}{2} F$ 2F F



2 يؤثر في الشحنة النقطية (q₂) في الشكل المجاور قوة كهربائية

(F) كم تصبح القوة المؤثرة في الشحنة (q₂) إذا أصبح البعد بين الشحنتين (3r) ؟

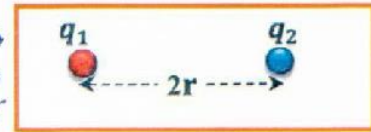
$\frac{1}{9} F$ $\frac{1}{3} F$ 9F 3F



3 يؤثر في الشحنة النقطية (q₁) في الشكل المجاور قوة كهربائية

(8.0 N) كم تصبح القوة المؤثرة في الشحنة (q₁) إذا أصبح البعد بين الشحنتين (10 Cm) ؟

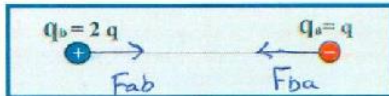
64 N 32 N 16 N 2.0 N



4 يؤثر في الشحنة النقطية (q₁) في الشكل المجاور قوة كهربائية

(F) كم تصبح القوة المؤثرة في الشحنة (q₁) إذا أصبح البعد بين الشحنتين (r) ؟

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



5 القوة الكهربائية التي تؤثر بها الشحنة (a) على الشحنة (b)

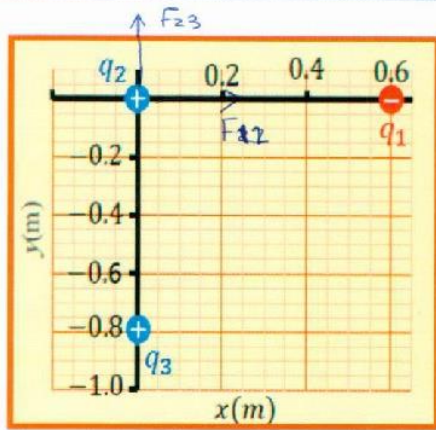
تساوي 4 N ، فإن القوة التي تؤثر بها الشحنة (b) على الشحنة (a) تساوي :

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

قلت بأنه
أي النصف $\frac{1}{2}$
ترداد 4 مرات

قلت بأنه
أي النصف $\frac{1}{2}$
ترداد لسعة 4 مرات



وضعت الشحنات (q_3 ، q_2 ، q_1) متجاورات كما هو مبين

في الشكل المجاور . إذا كانت [$q_1 = -4 \times 10^{-8} C$]

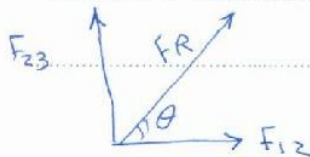
و [$q_2 = +8 \times 10^{-8} C$] و [$q_3 = +6 \times 10^{-8} C$]

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

$$F_{12} = \frac{k q_1 q_2}{r_{12}^2} = \frac{8.99 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-8} \times 8 \times 10^{-8}}{(0.6)^2}$$

$$= 8 \times 10^{-5} N \text{ (تجاذب)}$$

$$F_{23} = \frac{8.99 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-8} \times 6 \times 10^{-8}}{(0.8)^2} = 6.7 \times 10^{-5} N \text{ (تجاذب)}$$



$$F_R = \sqrt{F_{12}^2 + F_{23}^2} = \sqrt{(8 \times 10^{-5})^2 + (6.7 \times 10^{-5})^2}$$

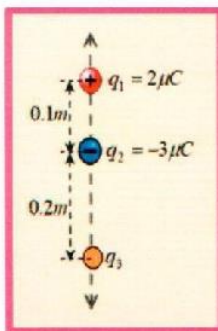
$$= 1.04 \times 10^{-4} N$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{6.7 \times 10^{-5}}{8 \times 10^{-5}} \right) = 39.9^\circ$$

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؟ ولماذا؟

نقل: 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 ، إذا كانت محصلة القوة

الكهربائية على الشحنة (q_1) تساوي 4.2N باتجاه y- أصب مقدار الشحنة q_3 وحدد نوعها؟

$$F_{21} = \frac{k q_2 q_1}{r_{21}^2} = \frac{8.99 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(0.1)^2}$$

$$= 5.4 N$$

بما أن محصلة أنزل
من إحدى لقطتين
بجانبه تكون متساوية
(شحنة q_3)

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

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

$$F_{31} = 1.2 N$$

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

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

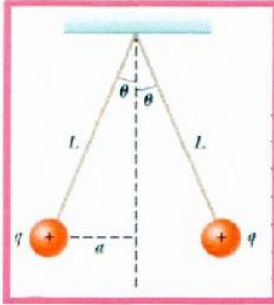
$$q_3 = 6 \times 10^{-6} C$$

q_3 (موجب)



كرتين صغيرتين متماثلتين مشحونتين بنفس النوع والمقدار، كتلة كل كرة $3 \times 10^{-2} \text{ kg}$ علقنا في حالة اتزان كما

في الشكل، طول كل خيط 0.15 m وكانت الزاوية ($\theta = 5^\circ$) أوجد مقدار شحنة من الكرتين

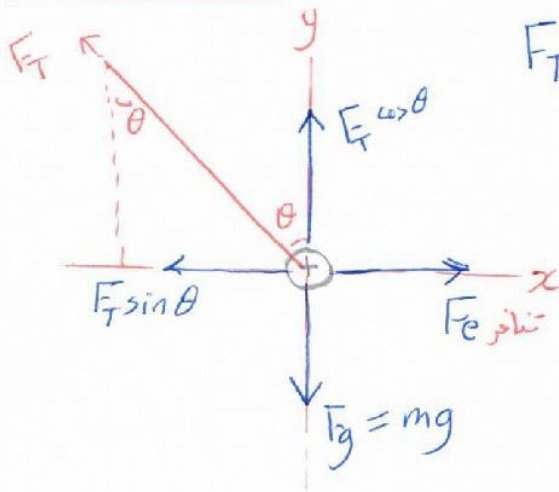


$$F_y = 0 \quad \text{---} \quad *$$

$$F_T \cos \theta = mg$$

$$F_T \cos(5^\circ) = 3 \times 10^{-2} \times 9.81$$

$$F_T = 0.295 \text{ N}$$



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

$$F_T \sin \theta = F_e$$

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

$$0.026 = \frac{8.99 \times 10^9 \times q^2}{(0.026)^2}$$

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

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

لحساب a

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

$$a = L \sin \theta$$

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

$$= 0.013$$

$$* r = 2a$$

$$= 0.026 \text{ m}$$