G12

الفيزياء

الثاني عشر

الكهرباء الساكنة

الأستاذ : محمد عاطف

050 - 3136836

الكهرباء الساكنة

الكهرباء الساكنة

تتكون الكهرباء الساكنة بتجمع شحنات كهربائية على الاجسام (منها جسم الانسان لانه موصل للكهرباء) ويتم تكونها نتيجة احتكاك المواد مع بعضها البعض خصوصا احتكاك البلاستيك اوالنايلون مع الصوف او القطن .

عندما تتولد هذه الشحنات فهي تبقى في الجسم ساكنة ولا تظهر وتكمن المشكلة عندما تنتقل هذه الشحنات الى جسم اخر موصل للكهرباء محدثة شرارة اثناء انتقالها.

من الامثلة على الكهرباء الساكنة عندما نلبس احذية بلاستيكية ونمشي على سجادة صوفية او عندما نلبس ملابس نايلون وملابس صوفية او قطنية .... اثناء الاحتكاك تتكون كهرباء ساكنة وتنتقل الى اجسادنا وتبقى في الجسم ساكنة حتى نلمس أي جسم موصل للكهرباء ((المعادن مثلا)) حيث تنتقل الكهرباء من الجسم الى المعدن مكونه شراره وصوت فرقعة خفيف مع لسعة لايدينا ،طبعا هذه ظاهرة طبيعية حيث تنتقل الشحنات من جسم الى اخر بهدف التعادل بين كمية الشحنات .

للكهرباء الساكنة خطورة علينا عندما تتجمع الاف الفولتات باجسامنا دون ان نشعر بها حيث يمثل انتقالها خطر كبير على حياتنا.

1-1 الشحنة الكهربائية

... ما هي الشحنة الكهربائية ؟ ... وما هي الكهرباء الساكنة ؟ ... متى يحدث الشحن بالدلك ؟

الشحنة الكهربائية : هي صفة تطلق على الإلكترونات والبروتونات ، حيث تحمل الإلكترونات شحنة سالبة والبروتونات شحنة موجبة ، وعندما نصف جسما بأنّه مشحون فإنّ ذلك يعني تعبيرا عن مدى الزيادة أو النقصان في عدد الإلكترونات بالنسبة لعدد البروتونات في هذا الجسم ، تذكّر أنّ : الشحنات المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب، وتبلغ شحنة الإلكترون

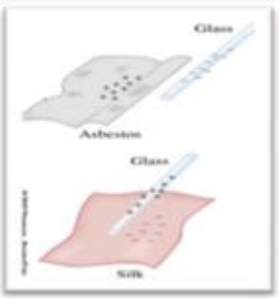
فكما درست سابقا أن أي مادة هي من مجموعة من الذرات المتراصة ، والذرة تتكون من نواة و حولها سحابة من الإلكترونات ، وبداخل النواة بروتونات ونيترونات ، واكتشف أنّ الإلكترونات والبروتونات تحملان صفات كهربائية .

الكهرباء الساكنة : هي تراكم الجسيمات المشحونة (الشحنات) على سطوح الأجسام.

الشحن بالدلك : هو احتكاك جسمان ببعضهما مما يسبب انتقال الإلكترونات من احدهما إلى الآخر ، فيصبح لأحدهما فائض من الألكترونات فيقال عنه مشحون بشحنة سالبة ، ويصبح للأخر نقص في الشحنات فيقال عنه مشحون بشحنة موجبة (وقد لاحظ قدماء الإغريق جذب حجر الكهرمان بعد دلكه قصاصات الريش)،

نشاط ٢ :

دلّك المسطرة بالصوف و تقريب المسطرة من الأوراق ، ثم الإجابة على الأسئلة التالية :



... ما هي القوى المؤثرة على قصاصات الأوراق قبل تقريب المسطرة ؟

... ما هي القوة المؤثرة على قصاصات الأوراق بعد تقريب المسطرة ؟

القوى المؤثرة على قصاصات الأوراق قبل تقريب المسطرة هي : قوة الجاذبية الأرضية إلى الأسفل و قوة دفع سطح الطاولة للقصاصات (قوة ردّ فعل) إلى الأعلى ولا تتحرك القصاصات تحت تأثير هاتين القوتين لأنها في حالة اتزان، **القوة المؤثرة على قصاصات الأوراق بعد تقريب المسطرة (المشحونة بالدلك) هي :** قوة الجاذبية الأرضية إلى الأسفل و قوة دفع سطح الطاولة للقصاصات (قوة ردّ فعل) إلى الأعلى و قوة جذب كهربائية إلى الأعلى بسبب جذب المسطرة (المشحونة بشحنة سالبة) للشحنات الموجبة في قصاصات الأوراق ، وبعد التصاق القصاصات بالمسطرة فإنها تسقط أو تتطاير لاكتسابها شحنات مشابهة لشحنات المسطرة .

... خلاصة النشاط ٢ : توجد قوة كهربائية تنشأ بسبب الدلك (احتكاك جسمين مختلفين ببعضهما).

نشاط ٣ :

كل مجموعة شريطين شفافين لاصقين (طول كل منهما 20cm) ،

... ماذا تلاحظ عند لصق الشريطين على سطح الطاولة ثم سحبهما وتقريبهما من بعض ؟ (علل)

يتنافر الشريطين عن بعضهما (لأنهما اكتسبا نفس الشحنة).

... ماذا تلاحظ عند دلك الشريطين بيدك بلطف ؟ (علل) .

تفرّغ شحنات الشريط في اليد (إزالة الشحنات من الشريط) .

... ماذا يحدث عند لصق الشريطين على سطح الطاولة بحيث يكونا على بعضهما ثم سحبهما وتفريقهما ؟ وماذا يحدث عند تقريب مسطرة مشحونة بشحنة سالبة منهما ؟ وماذا يحدث عند تقريب مسطرة مشحونة بشحنة موجبة منهما ؟ وماذا تستنتج ؟

يتجاذب الشريطين مع بعضهما (لأنهما اكتسبا شحنة مختلفة) ، تنجذب المسطرة المشحونة بشحنة سالبة إلى احدهما وتتنافر من الآخر ، والعكس بالعكس مع المسطرة المشحونة بشحنة موجبة .

... خلاصة النشاط ٣ : هناك نوعان من الشحنات الكهربائية : الشحنات الموجبة والشحنات السالبة ، وتؤثر الأجسام المشحونة فيما بينها بقوى تجاذب وتنافر .

MOHAMED ATEF 050 3136836

نشاط ٤ :

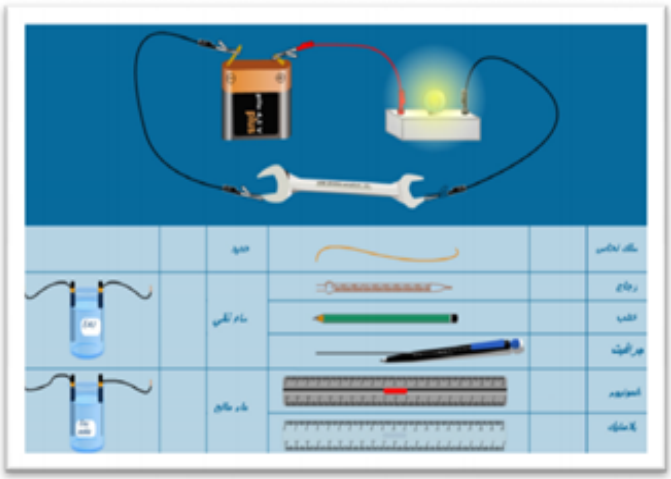
... هل يمكن إزالة الشحنات من أي جسم مشحون ؟ على سبيل المثال : إذا دلك بلاستيك بالصوف ، ماذا سيحدث ؟ هل يمكن إزالة شحنة البلاستيك أو الصوف ؟

لا يمكن إزالة الشحنات من أي جسم مشحون ، لأن الذي يحدث هو انتقال الالكترونات فقط ، وعند دلك البلاستيك بالصوف فإن البلاستيك سيكتسب شحنات سالبة (بسبب انتقال الالكترونات إليها) وبالتالي يصبح الصوف موجبة الشحنة (أما المجموع الكلي للشحنة على الجسمين فيبقى هو نفسه أي أنّ الشحنة محفوظة لا تزداد و لا تزال)

حفظ الشحنة الكهربائية : لا يمكن إنتاج الشحنة الكهربائية ولا إنقاصها (فهي محفوظة) ، والشحن ليس إلا فصل للشحنات الكهربائية وبمعنى آخر نقل الإلكترونات.

نشاط ٥ :

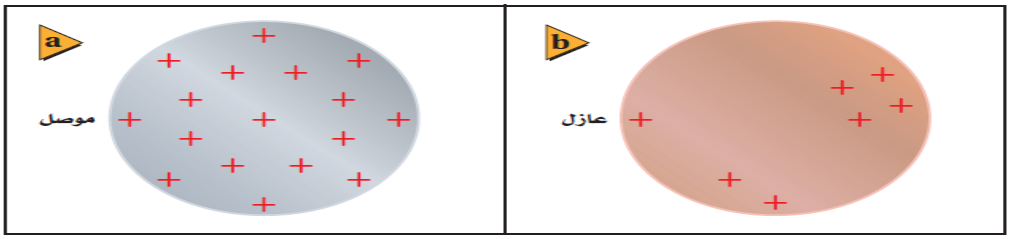
يطلب المعلم من أحد الطلاب تنفيذ تجربة أمام زملاءه لدائرة بسيطة مكونة من (مصباح وبطارية وسلك توصيل ومجموعة من المواد المختلفة) لدراسة توصيلها ، كما في الصورة المجاورة ، و في حال عدم توفر الأدوات



سيلاحظ الطلاب مجموعة من المواد الموصلة مثل : سلك النحاس ، الجرافيت والألمونيوم والحديد والماء المالح ، كما سيلاحظون مجموعة من المواد العازلة مثل : الزجاج والخشب والبلاستيك والماء النقي .

ليتوصل الطلاب أنّ **المادة الموصلة :** هي التي تسمح بانتقال الشحنات من خلالها أو تتوزع على سطحها ، بينما **المادة العازلة :** هي المادة التي لا تسمح بانتقال الشحنات من خلالها أو تجعلها تبقى في جزء منها .

معلومة تحت ظروف معيّنة يمكن أنّ تنتقل شحنات خلال مادة معروفة بأنها عازلة، مثل انتقال الشحنات في الهواء تحت ظرف التفريغ الكهربائي.



الشكل 4—1 تتوزع الشحنات التي توضع على موصل على كامل سطحه الخارجي (a). بينما تبقى الشحنات على العازل في المكان الذي توضع فيه (b).

1–1 مراجعة

1. **الأجسام المشحونة** بعد دلك مشط بسترة مصنوعة من الصوف يمكنه جذب قصاصات ورق صغيرة. لماذا يفقد المشط هذه القدرة بعد عدة دقائق؟
2. **أنواع الشحنات** من خلال التجارب التي مرت في هذا الجزء، كيف يمكنك أن تعرف أيّ الشريطين B أو T موجب الشحنة؟
3. **أنواع الشحنات** كرة البيلسان كرة صغيرة مصنوعة من مادة خفيفة، مثل البوليسترين، وتكون عادة مطلية بطبقة من الجرافيت أو الألومنيوم. كيف يمكنك أن تحدّد ما إذا كانت كرة البيلسان المعلقة بخيط عازل متعادلة كهربائيًّا، أو ذات شحنة موجبة، أو ذات شحنة سالبة؟
4. **فصل الشحنات** يُشحن قضيب مطاط بشحنة سالبة عند دلكه بالصوف. ماذا يحدث لشحنة الصوف؟ ولماذا؟
5. **شحن الموصلات** افترض أنك علّقت قضيبًا فلزيًّا طويلًا بخيوط حرير بحيث أصبح القضيب معزولاً، ثم لامست أحد طرفي القضيب الفلزي بقضيب زجاجي مشحون. صِفْ كيف يُشحن القضيب الفلزي، وحدد نوع الشحنات عليه.
6. **الشحن بالدلك** يمكنك شحن قضيب مطاط بشحنة سالبة بدلكه بالصوف. ماذا يحدث عند دلك قضيب نحاس بالصوف؟
7. **التفكير الناقد** يمكن أن يفترض أحدهم أن الشحنة الكهربائية نوع من الموائع تتدفق من أجسام لديها فائض في المائع إلى أجسام لديها نقص فيه. لماذا يكون نموذج التيار الثنائي الشحنة أفضل من نموذج المائع الأحادي؟

1. يفقد شحنته في الوسط المحيط به.
2. قرّب قضيبًا زجاجيًّا مشحونًا بشحنة موجبة إلى كل من الشريطين، فيكون الشريط الذي يتنافر معه موجب الشحنة.
3. أحضر جسمًا مشحونًا بشحنة معلومة، ولتكن سالبة، وقربة إلى كرة البيلسان، إذا تنافرت الكرة معه فإن شحنتها تكون مشابهة لشحنة الجسم المقرّب، وإذا انجذبت إليه فإن شحنتها تكون مخالفة لشحنة الجسم أو متعادلة. بَعد ذلك قرّب قضيبًا زجاجيًّا مشحونًا بشحنة موجبة إلى كرة البيلسان فإذا تنافرا فإن شحنة الكرة تكون موجبة، أما إذا انجذب أحدهما إلى الآخر فإن الكرة تكون متعادلة الشحنة.
4. يصبح الصوف موجب الشحنة.
5. يجذب قضيب الزجاج الإلكترونات من القضيب الفلزي، لذا يصبح الفلز موجب الشحنة، وتتوزع الشحنات عليه بانتظام.
6. النحاس مادة موصلة، لذا يبقى متعادلاً ما بقي ملامسًا ليدك.
7. يمكن لنموذج التيار الثنائي الشحنة أن يوضح التنافر والتجاذب بطريقة أفضل، وهو يوضح أيضًا كيف يمكن أن تشحن الأجسام عند دلك بعضها ببعض.

1–2 القوة الكهربائية Electric Force

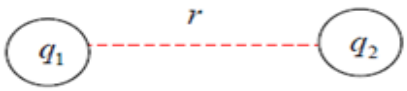
1 - قانون كولوم Coulomb's Law :

القوة ← مسبب التغير في الحركة.

قانون كولوم

$F = k_c(\frac{q_1 q_2}{r^2})$ **N**

[القوة الكهربائية قوة مجالية]



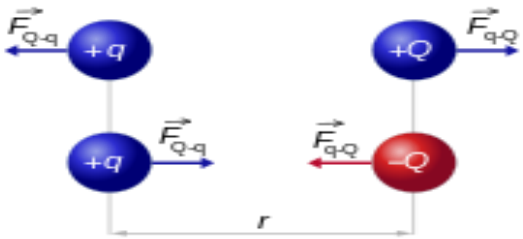
تتناسب القوة الكهربائية طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين.

أنواعها : 1) تجاذب .(بين الشحنات المختلفة نوعا)

2) تنافر .(بين الشحنات المتشابه)

خصائصها : 1) مجالية . (بين الشحنات المختلفة نوعا) لأنها لا تعتمد على التماس المباشر

2) متبادلة . (كل من الشحنات توثر علي الاخري)



$$|\vec{F}_{Q\text{-}q}| = |\vec{F}_{q\text{-}Q}| = k\frac{|q| \times |Q|}{r^2}$$

اتجاهها :

ينطبق علي الخط الواصل بين الشحنتين او امتداده كما في الشكل .

العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية :

1- مقدار كل من الشحنتين (القوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الشحنتان)

2-البعد بين الشحنتين (القوة تتناسب عكسيا مع مربع البعد بين الشحنتان)قانون التربيع العكسي

3-نوع الوسط الفاصل

ملاحظات :

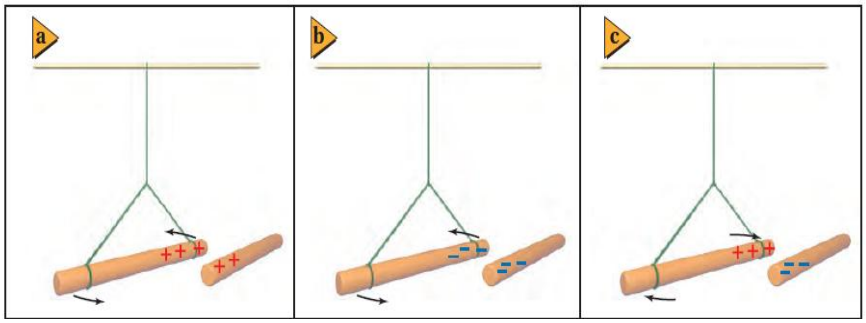
1) قانون كولوم ينطبق علي الشحنات النقطية والكروية فقط .

2-قوة الاولي علي الثانية تساوي وتعاكس قوة الثانية علي الاولي حسب نيوتن الثالث فانون الفعل ورد الفعل [$F_{12}= -F_{21}$]

3- يعتمدثابت كولومkc

- الوسط الفاصل بين الشحنتين

- وحدات القياس المستخدمة



مراجعة

1-إذا تضاعفت المسافة بين بالونين مشحونين بشحنتين سالبتين فإن قوة التنافر بين البالونين تتغير إلى:

(أ) ربع ما كانت عليه. (ب) نصف ما كانت عليه. (ج) أربعة أضعاف ما كانت عليه. (د) ضعف ما كانت عليه.

2-مستعيناً بقانون كولوم فإن وحدة ثابت كولوم 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) $N.m^2$

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

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

4- شحنتان كهربائيتان مقدار كل منهما $2\mu C$ والأخرى $9\mu C$ وتبعدان عن بعضهما في الفراغ مسافة $12cm$

أجيب عما يلي:

(أ) أحسب القوة الكهروستاتيكية التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الثانية.

(ب) أحسب مقدار القوة الكهروستاتيكية التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الأولى.

(ج) هل هي قوة تنافر أم تجاذب؟!!!

(د) أي من قوانين نيوتن تخضع له هذا القوى؟!!!

قانون نيوتن الثالث (لكل فعل رد فعل يساوية في المقدار ويعاكسه في الاتجاه).

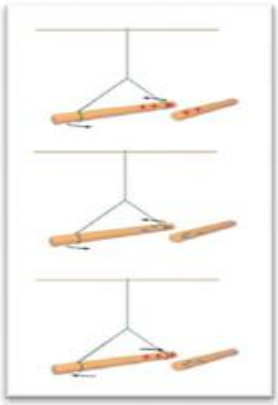
5-قارن بين القوة الكهربائية والقوة الجذبية

	القوة الكهربائية	القوة الجذبية
أوجه الشبه	قوة مجالية	قوة مجالية
	كلاهما يطبق قانون التربيع العكسي (تتناسب عكسياً مع مربع المسافة الفاصلة)	
أوجه الاختلاف	قوى جذب وقوى تنافر لأن شحنة الاجسام الكهربائية تكون أما موجبة أوسالبة	قوى جذب فقط (لان الكتلة دائماً موجبة)
	القوة الكهربائية أكبر بكثير من القوة الجذبية	

نشاط ١:

يقسم المعلم الطلاب إلى مجموعات وي ُعطي كل مجموعة ساقين من المطاط الصلب (الأبونيت) و ساقين من الزجاج وصوف وحامل ، ويطلب منهم ملأ الجدول التالي بـ : (تجاذب أو تنافر) ، مع التعليل .

إلى	تقريب ساق الأبونيت	تقريب ساق زجاج
ساق الأبونيت المعلق		
ساق الزجاج المعلق		



سيلاحظ الطلاب تنافر ساقي الأبونيت وتنافر ساقي الزجاج ، وتجاذب ساقي الأبونيت والزجاج .

ثم يطلب المعلم من الطلاب تلخيص سلوك الشحنات ، ويساعدهم بطرح الأسئلة التالية :

... كم نوع للشحنات الكهربائية ؟ وما العلاقة بينها ؟

... ما تأثير الشحنات في بعضها؟ هل يجب أنّ تكون متلامسة حتى تؤثر في بعضاها ؟ ومتى تزداد ؟

حتى يتوصلوا إلى النتائج التالية :

- هناك نوعان من الشحنات الكهربائية (موجبة وسالبة) .
- الشحنات المتشابهة تتنافر وا لمختلفة تتجاذب .
- تؤثر الشحنات بعضها في بعض بقوى عن بعد .
- تكون القوة أكبر عندما تكون الشحنات متقاربة .

8. تفصل مسافة مقدارها 0.30 m بين شحنتين؛ الأولى سالبة مقدارها -2×10^{-4} C، والثانية موجبة مقدارها 8.0×10^{-4} C. ما القوة المتبادلة بين الشحنتين؟

9. إذا أثرت الشحنة السالبة 6.0×10^{-6} C بقوة جذب مقدارها 65 N في شحنة ثانية تبعد عنها مسافة 0.050 m فما مقدار الشحنة الثانية؟

10 وضعت كرة A شحنتها $+2.0\times10^{-6}$ C عند نقطة الأصل، في حين وضعت كرة B مشحونة بشحنة سالبة مقدارها 3.6×10^{-6} C عند الموقع +0.60 m على المحور x. أما الكرة C المشحونة بشحنة مقدارها $+4.0\times10^{-6}$ C فقد وضعت عند الموقع +0.80 m على المحور x. احسب القوة المحصلة المؤثرة في الكرة A.

الكشّـاف الكهربائـي

نشاط ٢:

... ماذا تلاحظ عند ملامسة قرص الكشاف الكهربائي لساق من الأبونيت أو ساق من الزجاج بعد دلكهما بالصوف ؟ (مع التعليل)

يلاحظ انفراج ورقتي الكشاف وتنافرهما بسبب شحنهما بالشحنة السالبة التي انتقلت إلى القرص من ساق الأبونيت (بعد الملامسة) ومن ثمّ توزعت على جميع سطوح فلز الكشاف [**ويحدث نفس الشيء عند ملامسة ساق موجب حيث تنفرج ورقتي الكشاف**] ثم يُوضح المعلم أنّ هذا الشحن يُسمى الشحن بالتوصيل .

الشحن بالتوصيل : هو شحن جسم بملامسته جسما آخر مشحوناً .

الشكل 6–1 الكشاف الكهربائي؛ جهاز يستخدم للكشف عن الشحنات الكهربائية. في الكشاف الكهربائي المتعادل تكون الورقتان معلقتين رأسيًّا بحرية، وتلامس إحداهما الأخرى.

... ماذا تلاحظ عندما يكون الكشاف مشحونا بشحنة سالبة ثم يتم ملامسته بساق من الأبونيت (السالب) ؟ وماذا تلاحظ عندما يكون الكشاف مشحونا بشحنة سالبة ثم يتم ملامسته بساق من الزجاج (الموجب) ؟ ماذا تستنتج ؟

سيلاحظ في الحالة الأولى : يزداد انفراج الورقتين ، وسيلاحظ في الحالة الثانية : يقل انفراج الورقتين .

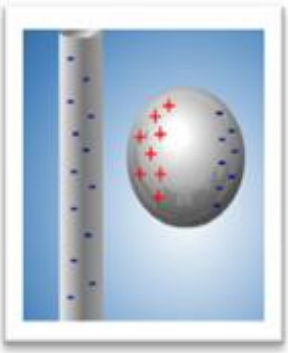
نستنتج أنّه يمكن تحديد شحنة جسم متعادل من خلال تقريب جسم مشحون معلوم الشحنة .

الشكل 7–1 تكون ورقتا الكشاف الكهربائي المشحون بشحنة سالبة منفرجتين (a). يدفع القضيب ذو الشحنة السالبة الإلكترونات من القرص إلى الورقتين فيزداد انفراجهما (b). يجذب القضيب ذو الشحنة الموجبة بعض الإلكترونات من الورقتين إلى القرص فيقل انفراجهما (c).

الشحن بالحث

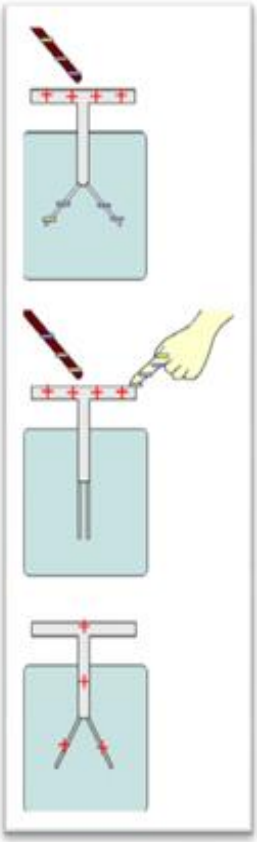
نشاط ٣:

... ما يحدث للبالون (المتعادل) عندما يُقرب منه ساق الأبونيت بعد دلكه بالصوف ؟ (مع التعليل وتوضيح ماذا يحدث للشحنات في البالون) .



سيلاحظ انجذاب البالون تجاه الأبونيت ، بسبب جذب الشحنات السالبة لساق الأبونيت للشحنات الموجبة في البالون ،كما يحدث أيضا تنافر للشحنات السالبة في البالون مع الأبونيت ، وهذا يعني أنّ الشحنات الموجبة في البالون انتقلت إلى الطرف القريب من ساق الأبونيت وأنّ الشحنات السالبة في البالون انتقلت إلى الطرف البعيد عن ساق الأبونيت أي أنّه تم (فصل الشحنات في البالون ، وعملية الشحن هي فصل للشحنات الكهربائية وليس إنتاجها) ، وهذا ناتج عن قوة التجاذب بين ساق الأبونيت والبالون .

نشاط ٤ :



... ما يحدث عند تقريب ساق أبونيت مشحون من قرص الكشاف ؟ (مع التعليل)

[كما لاحظ الطلاب في النشاط قبل السابق] سيلاحظون انفراج ورقتي الكشاف (حتى بدون تلامس ساق الأبونيت مع قرص الكشاف) بسبب تنافر الشحنات السالبة في الكشاف مع الشحنات السالبة في ساق الأبونيت وانتقالها نحو ورقتي الكشاف .

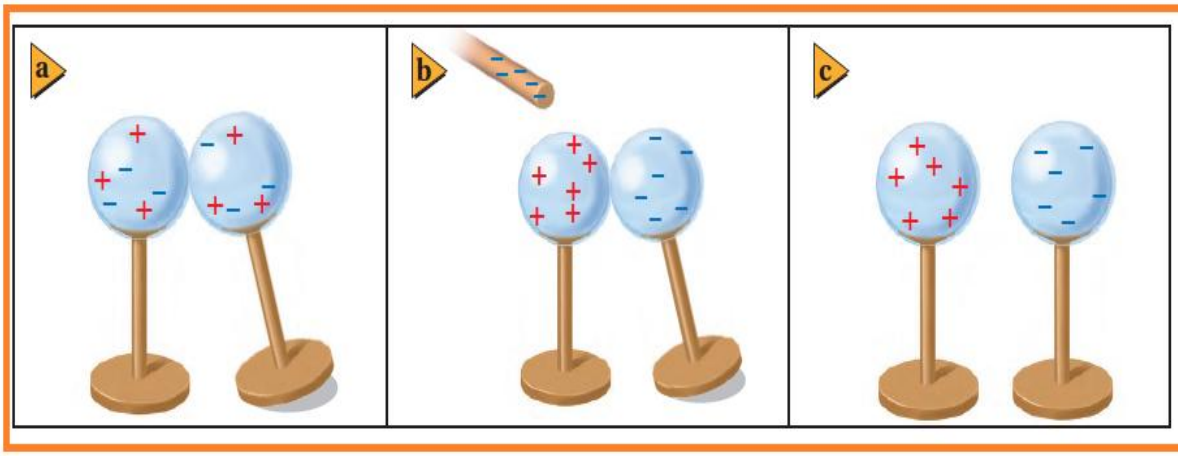
... هذا تتوقع أنّ يحدث عند لمس القرص بالإصبع مع بقاء ساق الأبونيت قريبا من الكشاف الكهربائي ، ثم إبعاد ساق الأبونيت واليد معا؟ (مع التعليل) .

عند لمس القرص بالإصبع سيتم تفريغ الشحنة المشابهة لشحنة ساق الأبونيت خارج الكشاف الكهربائي (يحدث تقارب لورقتي الكشاف) ، وعند إبعاد ساق الأبونيت سيصبح الكشاف مشحونا بالشحنة الموجبة (يحدث انفراج ورقتي الكشاف) ، ويسمى هذا الشحن بشحن الأجسام بالحث .

الشحن بالحث : هو حث جسم مشحون لشحنات موصل متعادل على الانفصال، وذلك بتقريب الجسم المشحون من الموصل ، مما يؤدي إلى انفصال شحنات الموصل المراد شحنه ، فتتجمع الشحنات الموجبة عند احد الطرفين وتتجمع الشحنات السالبة عند الطرف الآخر .

هو شحن جسم باستخدام شحنة أخرى دون تلامس،فتُحث الشحنات في الجسم بفعل التجاذب والتنافر، وبإزالة نوع من الشحنات يبقى الجسم مشحونا .

الشحن بالحث

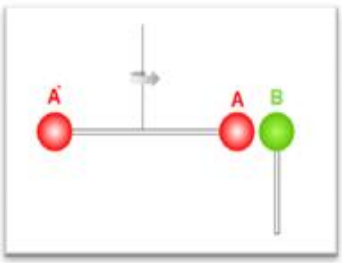


الشكل 8–1 من طرائق شحن الأجسام الشحنُ بالحث، حيث يبدأ بتلامس كرتين متعادلتين (a)، ثم يقرّب قضيب مشحون إليهما (b). ثم تفصل الكرتان إحداهما عن الأخرى أولاً، ثم يُبعد القضيب المشحون(c). تتساوى الشحنات على الكرتين في المقدار، ولكنها تختلف في النوع.

نشاط ٦ :

العوامل المؤثرة على القوة الكهربائية بين جسمين مشحونين (الشريط اللاصق و المسطرة المشحونة) .

نموذجا لمجسما مبسطا (لميزان اللي) الذي استخدمه كولوم لدراسة القوة بين شحنتين ، وذلك من خلال : [عصا طولها ٣٠ سم تقريبا في طرفيها كرتين A و A وتربط العصا من وسطها بسلك ، بالإضافة إلى عصا أخرى في إحدى طرفيها كرة B] كما في الشكا المجاو :



... ماذا يحدث عندما تشحن الكرتين A و B بنفس الشحنة (على اعتبار أنّ العصا حرّة الحركة أفقيا مع إهمال احتكاك الهواء) سيحدث لي (التفاف) للسلك بسبب تنافر الكرتين فتدور العصا أفقيا .

... ما هي القوى المؤثرة على الكرة A وما معنى اتزانها بعد التنافر ؟ تقع الكرة A تحت تأثير قوتين هما : قوة تنافر كهربائية مع الكرة B وقوة معاكسة بسبب لي (التفاف) السلك، واتزان الكرة A يعني تساوي هاتين القوتين

وبالتالي من خلال قياس مقدار القوة اللازمة للّي (الفتل) كن كولوم من قياس قوة التنافر الكهربائية في عدة حالات غير فيها المسافة بين الشحنتين ومقدار كل منهما ، فتوصل إلى القانون :

نص قانون كولوم تتناسب القوة الكهربائية المتبادلة بين جسمين مشحونين تناسبا طرديا مع حاصل ضرب مقداري شحنتيهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما .

معلومات :

- وحدة الشحنة هي (الكولوم) : ويبلغ الكولوم الواحد شحنة : 6.24×10^{18} إلكترون
- والشحنة الأساسية هي شحنة الإلكترون أو البروتون وتبلغ : $1.6\times10^{-19}\ C$
- القوة الكهربائية قوة متجهة . - تبلغ شحنة البرق بين 5 C إلى 25 C - تحتوي العملة المعدنية على مليون كولوم $10^6\ C$

2–1 مراجعة

13. **القوة والشحنة** كيف ترتبط القوة الكهربائية بالشحنة؟ صِف القوة عندما تكون الشحنات متشابهة، وعندما تكون مختلفة.

14. **القوة والمسافة** كيف ترتبط القوة الكهربائية مع المسافة؟ وكيف تتغير القوة إذا زادت المسافة بين شحنتين إلى ثلاثة أمثالها؟

15. **الكشّاف الكهربائي** عند شحن كشّاف كهربائي ترتفع ورقتاه الفلزيتان لتشكّلا زاوية معينة، وتبقى الورقتان محافظتين على تلك الزاوية. لماذا لا ترتفع الورقتان أكثر من ذلك؟

16. **شحن كشّاف كهربائي** اشرح كيف يمكن شحن كشّاف كهربائي بشحنة موجبة باستخدام:

a. قضيب موجب.

b. قضيب سالب.

17. **جذب الأجسام المتعادلة** ما الخاصيتان اللتان تفسّران انجذاب جسم متعادل إلى كل من الأجسام المشحونة بشحنة موجبة والأجسام المشحونة بشحنة سالبة؟

13. تتناسب القوة الكهربائية طرديًّا مع مقدار كل شحنة. الشحنات المتشابهة تتنافر، والشحنات المختلفة تتجاذب.

14. تتناسب القوة عكسيًّا مع مربع المسافة بين الشحنتين. القوة الجديدة ستساوي $\frac{1}{9}$ القوة الأصلية.

15. في أثناء ابتعاد الورقتين إحداهما عن الأخرى تتناقص القوة الكهربائية بينهما إلى أن تتزن مع قوة الجاذبية.

16. a. لمس القضيب للكشّاف الكهربائي.
b. قرّب القضيب إلى الكشّاف الكهربائي، ثم اعمل على تأريض الكشّاف الكهربائي ثم أزِل التأريض وأبعد القضيب عن الكشّاف الكهربائي.

17. قوة التجاذب بين الشحنات المختلفة المتقاربة أكبر من قوة التنافر بين الشحنات المتشابهة المتباعدة.

18. **الشحن بالحث** ماذا يحدث عند شحن كشّاف كهربائي بالحث، وإبعاد قضيب الشحن قبل فصل تأريض القرص؟

19. **القوى الكهربائية** كرتان A وB مشحونتان، المسافة بين مركزيهما r. إذا كانت شحنة الكرة A تساوي $+3\ \mu C$ وشحنة الكرة B تساوي $+9\ \mu C$ فقارن بين القوة التي تؤثر بها الكرة A في الكرة B والقوة التي تؤثر بها الكرة B في الكرة A.

20. **التفكير الناقد** افترض أنك تختبر صحة قانون كولوم باستخدام كرة بلاستيكية صغيرة موجبة الشحنة وكرة فلزية كبيرة موجبة الشحنة. فوفق قانون كولوم، تتناسب القوة مع $\frac{1}{r^2}$؛ حيث تمثل r المسافة بين مركزي الكرتين. وعند تقريب الكرتين إحداهما إلى الأخرى وُجد أن القوة بينهما أصغر مما هو متوقع من قانون كولوم. وضح ذلك.

18. يبقى الكشّاف الكهربائي متعادلاً.

19. القوتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.

20. بعض الشحنات على الكرة الفلزية ستتنافر مع الشحنات على الكرة البلاستيكية، ممّا يؤدي إلى تحركها إلى الجهة البعيدة عن الكرة البلاستيكية، وهذا يجعل المسافة الفعلية بين الشحنات أكبر من المسافة بين مركزي الكرتين.

إتقان المفاهيم

22. إذا مشّطت شعرك في يوم جاف فسوف يُشحن المشط بشحنة موجبة. هل يمكن أن يبقى شعرك متعادلاً؟ وضّح إجابتك.

22. لا. فوفق مفهوم حفظ الشحنة فإن شعرك يجب أن يصبح سالب الشحنة.

23. أعدّ قائمة ببعض المواد العازلة والمواد الموصلة.

23. ستختلف إجابات الطلاب، ولكنها قد تتضمن: العوازل: الهواء الجاف والخشب والبلاستيك والزجاج والملابس والماء المنزوع الأيونات. والموصلات: الفلزات وماء الصنبور وجسمك.

24. ما الخاصية التي تجعل الفلز موصلًا جيدًا، والمطاط عازلًا جيدًا؟

24. تحتوي الفلزات على إلكترونات حرة، أما المطاط فيحتوي على إلكترونات مرتبطة.

25. **غسّالة الملابس** عندما نخرج الجوارب من مجفّف الملابس تكون أحيانًا ملتصقة بملابس أخرى. لماذا؟

25. شُحنت بالدلك مع الملابس الأخرى، لذا فهي تنجذب إلى الملابس المتعادلة أو التي لها شحنة مخالفة.

26. **الأقراص المدمجة** لماذا يجذب قرص مدمج الغبار إذا مسحته بقطعة قماش نظيفة؟

26. إن عملية دلك القرص المدمج CD تؤدي إلى شحنه، فيجذب جسيمات متعادلة، كجسيمات الغبار.

27. **عملات معدنية** مجموع شحنة جميع إلكترونات عملة مصنوعة من النيكل يساوي مئات الآلاف من الكولوم. هل يخبرنا هذا بشيء عن صافي الشحنة على هذه العملة؟ وضح إجابتك.

27. لا، إن صافي الشحنة هو الفرق بين الشحنات الموجبة والسالبة. فيبقى صافي الشحنة على قطعة النقد صفرًا.

28. كيف تؤثر المسافة بين شحنتين في القوة المتبادلة بينهما؟ وإذا قلّت المسافة و بقي مقدار الشحنتين كما هو فماذا يحدث للقوة؟

28. تتناسب القوة الكهربائية عكسيًّا مع مربع المسافة بين الشحنتين. فعندما تقل المسافة ويبقى مقدار الشحنتين كما هو دون تغيير فإن القوة تزداد بما يتناسب مع مربع المسافة.

29. اشرح كيف يمكنك شحن موصل بشحنة سالبة إذا كان لديك قضيب موجب الشحنة فقط.

29. حرّك الموصل بحيث يصبح قريبًا من القضيب، ولكن دون أن يلامسه. صِل الموصل بالأرض بوجود القضيب المشحون، ثم أزل التأريض قبل إزالة القضيب المشحون. فيكتسب الموصل شحنة سالبة.

تطبيق المفاهيم

30. فيم تختلف شحنة الإلكترون عن شحنة البروتون وفيم تتشابهان؟

30. شحنة البروتون تساوي تمامًا مقدار شحنة الإلكترون، ولكنها مختلفة عنها في النوع.

31. كيف يمكنك أن تحدّد ما إذا كان جسم ما موصلاً أم لا، باستخدام قضيب مشحون وكشّاف كهربائي؟

31. استخدم عازلًا معروفًا لتمسك إحدى نهايتي الجسم بالقرب من الكشّاف الكهربائي. المس النهاية الأخرى للجسم بالقضيب المشحون، إذا انفرجت ورقتا الكشّاف الكهربائي فإن الجسم يكون موصلًا.

32. قُرّب قضيب مشحون إلى مجموعة كرات بلاستيكية صغيرة جدًّا، فانجذبت بعض الكرات إلى القضيب، إلا أنها لحظة ملامستها للقضيب اندفعت مبتعدة عنه في اتجاهات مختلفة. وضّح ذلك.

32. بدايةً، تنجذب الكرات المتعادلة إلى القضيب المشحون، وعندما تلامس الكرات القضيب تكتسب شحنة مشابهة لشحنته، لذا فإنها تتنافر معه.

33. **البرق** يحدث البرق عادة عندما تنتقل الشحنات السالبة في الغيوم إلى الأرض. فإذا كان سطح الأرض متعادلاً فما الذي يوفر قوة الجذب المسؤولة عن سحب الإلكترونات نحو الأرض؟

33. الشحنة في الغيمة تتنافر مع الإلكترونات على الأرض في المنطقة المقابلة لها، مما يؤدي إلى فصل الشحنة، فتصبح شحنة هذه المنطقة القريبة من الغيمة موجبة، مما يؤدي إلى ظهور قوة تجاذب.

34. وضّح ما يحدث لورقتي كشّاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة عند تقريب قضيب مشحون بالشحنات التالية منه، مع مراعاة عدم لمس القضيب للكشّاف الكهربائي:

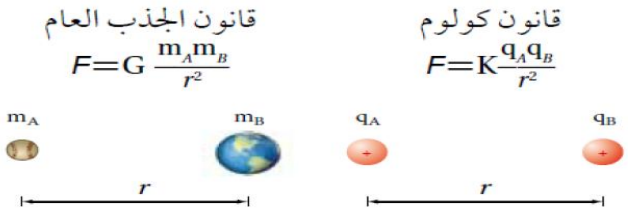
a. شحنة موجبة.

b. شحنة سالبة.

34. a. يزداد انفراج ورقتي الكشّاف.

b. يقل انفراج ورقتي الكشّاف.

35. يبدو أن قانون كولوم وقانون نيوتن في الجذب العام متشابهان، كما هو موضح في **الشكل 13–1**. فيم تتشابه القوة الكهربائية وقوة الجاذبية؟ وفيم تختلفان؟



الشكل 13–1 (الرسم ليس وفق مقياس رسم)

35. التشابه: يعتمد التربيع العكسي على المسافة، تتناسب القوة طرديًا مع حاصل ضرب كتلتين أو شحنتين. الاختلاف: هناك إشارة واحدة فقط للكتلة لذا فإن قوة الجاذبية دائمًا قوة تجاذب، أما الشحنة فلها إشارتان لذا فإن القوة الكهربائية يمكن أن تكون إما قوة تجاذب أو قوة تنافر.

36. قيمة الثابت K في قانون كولوم أكبر كثيرًا من قيمه الثابت G في قانون الجذب العام. علامَ يدل ذلك؟

36. القوة الكهربائية أكبر كثيرًا.

37. وَصَف هذا الفصل طريقة كولوم لشحن كرتين A و B، بحيث تكون الشحنة على الكرة B نصف الشحنة على الكرة A تمامًا. اقترح طريقة تطبقها لتصبح شحنة الكرة B مساوية لثلث شحنة الكرة A.

37. بعد شحن الكرتين A و B بشحنتين متساويتين اجعل الكرة B تلامس كرتين أخريين غير مشحونتين ومماثلتين لها في الحجم، وتلامس كل منهما الأخرى. ستتوزّع الآن شحنة الكرة B بالتساوي على الكرات الثلاث، بحيث تحمل كل منها ثلث الشحنة الكلية.

38. قاس كولوم انحراف الكرة A عندما كان للكرتين A و B الشحنة نفسها، وتبعد إحداهما عن الأخرى مسافة مقدارها r. ثم جعل شحنة الكرة B تساوي ثلث شحنة الكرة A. كم يجب أن تكون المسافة الجديدة بين الكرتين بحيث تنحرف الكرة A بمقدار مساوٍ لانحرافها السابق؟

38. لنحصل على القوة نفسها بثلث مقدار الشحنة الأصلية يجب تقليل المسافة بين الشحنتين بحيث تكون $d^2=\frac{1}{3}$، أو تساوي 0.58 مرة ضعف المسافة الابتدائية بينهما.

39. يؤثر جسمان مشحونان أحدهما في الآخر بقوة مقدارها 0.145 N عندما كانا على بُعد معيّن أحدهما من الآخر. فإذا قُرِّب أحدهما إلى الآخر بحيث أصبحت المسافة بينهما رُبع المسافة السابقة فما مقدار القوة المؤثرة في كل منهما؟

39. أكبر من القوة الأصلية 16 مرة.

40. القوى الكهربائية بين الشحنات كبيرة جدًا عند مقارنتها بقوى الجاذبية بينها، ومع ذلك لا نشعر عادة بالقوى الكهربائية بيننا وبين المحيط من حولنا، إلا أننا نشعر بتأثيرات قوى الجاذبية مع الأرض. فسّر ذلك.

40. قوى الجاذبية قوى جذب فقط. أما القوى الكهربائية فهي إما قوى جذب أو قوى تنافر، وبإمكاننا الشعور فقط بالمجموع المتجهي لها، والذي يكون عادة صغيرًا

إتقان حل المسائل

2—1 القوة الكهربائية

41. شحنتان كهربائيتان، q_A و q_B، تفصل بينهما مسافة r، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها F. حلّل قانون كولوم، وحدّد القوة الجديدة التي تنتج تحت الظروف التالية:

a. مضاعفة الشحنة q_A مرتين.
b. تقليل الشحنتان q_A و q_B إلى النصف.
c. مضاعفة r ثلاث مرات.
d. تقليل r إلى النصف.
e. مضاعفة q_A ثلاث مرات و r مرتين.

2—1 القوة الكهربائية

41. a. $2F$ b. $\frac{1}{4}F$ c. $\frac{1}{9}F$ d. $4F$ e. $\frac{3}{4}F$

42. البرق إذا نقلت صاعقة برق قوية شحنة مقدارها 25 C إلى الأرض فما عدد الإلكترونات المنقولة؟

$$(-25\ \text{C})\left(\frac{1\ \text{electron}}{-1.60\times10^{-19}\ \text{C}}\right) = 1.6\times10^{20}\ \text{electrons}$$

43. الذرات إذا كانت المسافة بين إلكترونين في ذرة 1.5×10^{-10} m فما مقدار القوة الكهربائية بينهما؟

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2} = \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(1.60\times10^{-19}\ \text{C})(1.60\times10^{-19}\ \text{C})}{(1.5\times10^{-10}\ \text{m})^2}$$
$$= 1.0\times10^{-8}\ \text{N, away from each other}$$

44. شحنتان كهربائيتان مقدار كل منهما 2.5×10^{-5} C، والمسافة بينهما 15 cm. أوجد القوة التي تؤثر في كل منهما؟

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2} = \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.5\times10^{-5}\ \text{C})(2.5\times10^{-5}\ \text{C})}{(1.5\times10^{-1}\ \text{m})^2}$$
$$= 2.5\times10^2\ \text{N, toward the other charge}$$

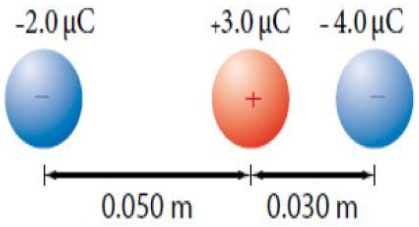
45. إذا كانت القوة التي تؤثر في كل من الشحنتين $+8\times10^{-5}$ C و $+3\times10^{-5}$ C تساوي 2.4×10^2 N فاحسب مقدار المسافة بينهما.

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2}$$
$$d = \sqrt{\frac{Kq_Aq_B}{F}} = \sqrt{\frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(8.0\times10^{-5}\ \text{C})(3.0\times10^{-5}\ \text{C})}{2.4\times10^2\ \text{N}}}$$
$$= 0.30\ \text{m}$$

46. إذا أثرت شحنتان موجبتان متماثلتان كل منهما في الأخرى بقوة تنافر مقدارها 6.4×10^{-9} N، عندما كانت إحداهما تبعد عن الأخرى مسافة 3.8×10^{-10} m فاحسب مقدار شحنة كل منهما.

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2} = \frac{Kq^2}{d^2}$$
$$q = \sqrt{\frac{Fd^2}{K}} = \sqrt{\frac{(6.4\times10^{-9}\ \text{N})(3.8\times10^{-10}\ \text{m})^2}{9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2}} = 3.2\times10^{-19}\ \text{C}$$

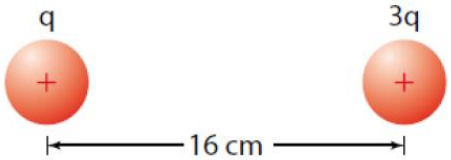
47. تُسحب شحنة موجبة مقدارها 3.0 μC بشحنتين سالبتين، كما هو موضح في **الشكل 14—1**. فإذا كانت إحدى الشحنتين السالبتين −2.0 μC تبعد مسافة 0.05 m إلى الغرب، وتبعد الشحنة الأخرى −4.0 μC مسافة 0.030 m إلى الشرق فما مقدار واتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة الموجبة؟



الشكل 14—1

$$F_1 = \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.0\times10^{-6}\ \text{C})(2.0\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.050\ \text{m})^2}$$
$$= 22\ \text{N west}$$
$$F_2 = \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.0\times10^{-6}\ \text{C})(4.0\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.030\ \text{m})^2}$$
$$= 120\ \text{N east}$$
$$F_{net} = F_2 + F_1 = (1.2\times10^2\ \text{N}) - (2.2\times10^1\ \text{N})$$
$$= 98\ \text{N, east}$$

48. يوضح **الشكل 15–1** كرتين مشحونتين بشحنتين موجبتين، شحنة إحداهما تساوي ثلاثة أضعاف شحنة الأخرى، والمسافة بين مركزيهما 16 cm. إذا كانت القوة المتبادلة بينهما 0.28 N فما مقدار الشحنة على كل منهما؟



الشكل 15–1

$$F = K\frac{q_A q_B}{d^2} = K\frac{q_A 3q_A}{d^2}$$

$$q_A = \sqrt{\frac{Fd^2}{3K}} = \sqrt{\frac{(0.28\ \text{N})(0.16\ \text{m})^2}{3(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)}} = 5.2\times10^{-7}\ \text{C}$$

$$q_B = 3q_A = 1.5\times10^{-6}\ \text{C}$$

49. **الشحنة على عملة نقدية** ما مقدار الشحنة المقيسة بالكولوم للإلكترونات الموجودة في قطعة نقدية مصنوعة من النيكل؟ استخدم الطريقة التالية لتجد الإجابة:

a. أوجد عدد الذرات في قطعة النقد إذا كانت كتلة هذه القطعة 5 g، و 75% منها نحاس، أما الـ 25% المتبقية منها فمن النيكل، لذا تكون كتلة كل مول من ذرات العملة 62 g.

b. أوجد عدد الإلكترونات في قطعة النقد، علمًا أن متوسط عدد الإلكترونات التي لكل ذرة يساوي 28.75.

c. أوجد شحنة الإلكترونات بالكولوم.

A coin is $\frac{5\ \text{g}}{62\ \text{g}} = 0.08$ mole.

a. Thus, it has $(0.08)(6.02\times10^{23}) = 5\times10^{22}$ atoms

b. $(5\times10^{22}\ \text{atoms})(28.75\ \text{electrons/atom}) = 1\times10^{24}$ electrons

c. $(1.6\times10^{-19}\ \text{coulombs/electron})(1\times10^{24}\ \text{electrons}) = 2\times10^{5}$ coulombs

مراجعة عامة

50. إذا لامَسَت كرة فلزية صغيرة شحنتها $1.2\times10^{-5}\ \text{C}$ كرة مماثلة متعادلة، ثم وضعت على بعد 0.15 m منها فما القوة الكهربائية بين الكرتين؟

$$F = K\frac{q_A q_B}{d^2} = (9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)\frac{(6.0\times10^{-6}\ \text{C})(6.0\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.15\ \text{m})^2} = 14\ \text{N}$$

51. **الذرات** ما القوة الكهربائية بين إلكترون وبروتون يبعد أحدهما عن الآخر $5.3\times10^{-11}\ \text{m}$؟ هذه المسافة تساوي نصف القطر التقريبي لذرة الهيدروجين.

$$F = K\frac{q_A q_B}{d^2} = (9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)\frac{(1.60\times10^{-19}\ \text{C})(1.60\times10^{-19}\ \text{C})}{(5.3\times10^{-11}\ \text{m})^2} = 8.2\times10^{-8}\ \text{N}$$

52. تؤثر قوة مقدارها 0.36 N في كرة صغيرة شحنتها 2.4 μC، وذلك عند وضعها على بُعد 5.5 cm من مركز كرة ثانية مشحونة بشحنة غير معروفة. ما مقدار شحنة الكرة الثانية؟

$$F = K\frac{q_A q_B}{d^2}$$

$$q_B = \frac{Fd^2}{Kq_A} = \frac{(0.36\ \text{N})(5.5\times10^{-2}\ \text{m})^2}{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.4\times10^{-6}\ \text{C})} = 5.0\times10^{-8}\ \text{C}$$

53. كرتان متماثلتان مشحونتان، المسافة بين مركزيهما 12 cm. فإذا كانت القوة الكهربائية بينهما 0.28 N فما شحنة كل كرة؟

$$F = K\frac{q_A q_B}{d^2}, \text{ where } q_A = q_B$$

$$q = \sqrt{\frac{Fd^2}{K}} = \sqrt{\frac{(0.28\ \text{N})(1.2\times10^{-1}\ \text{m})^2}{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)}}$$

$$= 6.7\times10^{-7}\ \text{C}$$

54. في التجربة المستخدم فيها جهاز كولوم، يبعد مركز كرة شحنتها $3.6\times10^{-8}\,C$ مسافة $1.4\,cm$ عن مركز كرة ثانية غير معلومة الشحنة. فإذا كانت القوة بين الكرتين $2.7\times10^{-2}\,N$ فما شحنة الكرة الثانية؟

$$F = K\frac{q_A q_B}{d^2}$$

$$q_B = \frac{Fd^2}{Kq_A} = \sqrt{\frac{(2.7\times10^{-2}\,N)(1.4\times10^{-2}\,m)^2}{(9.0\times10^{9}\,N\cdot m^2/C^2)(3.6\times10^{-8}\,C)}}$$

$$= 1.6\times10^{-8}\,C$$

55. إذا كانت القوة بين بروتون وإلكترون $3.5\times10^{-10}\,N$ فما المسافة بين الجسيمين؟

$$F = K\frac{q_A q_B}{d^2}$$

$$d = \sqrt{K\frac{q_A q_B}{F^2}}$$

$$= \sqrt{(9.0\times10^{9}\,N\cdot m^2/C^2)\frac{(1.60\times10^{-19}\,C)(1.6\times10^{-19}\,C)}{3.5\times10^{-10}\,N}} = 8.1\times10^{-10}\,m$$

التفكير الناقد

56. **تطبيق المفاهيم** احسب نسبة القوة الكهربائية إلى قوة الجاذبية بين الإلكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين؟

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{K\frac{q_e q_p}{d^2}}{G\frac{m_e m_p}{d^2}} = \frac{Kq_e q_p}{Gm_e m_p}$$

$$= \frac{(9.0\times10^{9}\,N\cdot m^2/C^2)(1.60\times10^{-19}\,C)^2}{(6.67\times10^{-11}\,N\cdot m^2/kg^2)(9.11\times10^{-31}\,kg)(1.67\times10^{-27}\,kg)} = 2.3\times10^{39}$$

57. **حلّل واستنتج** وضعت الكرة A التي تحمل شحنة مقدارها $+64\,\mu C$ عند نقطة الأصل، ووضعت كرة ثانية B تحمل شحنة مقدارها $-16\,\mu C$ عند النقطة $+1.00\,m$ على محور x. أجب عن الأسئلة التالية:

a. أين يجب وضع كرة ثالثة C شحنتها $+12\,\mu C$ بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة فيها صفرًا؟

$$F_{AC} = K\frac{q_A q_C}{d_{AC}^2} = K\frac{q_B q_C}{d_{BC}^2} = F_{BC}, \text{ so}$$

$$\frac{q_A}{d_{AC}^2} = \frac{q_B}{d_{BC}^2}, \text{ and } 16d_{AC}^2 = 64d_{BC}^2, \text{ or}$$

$$d_{AC}^2 = 4d_{BC}^2, \text{ so } d_{AC} = 2d_{BC}$$

$+2.00\,m$ على المحور x

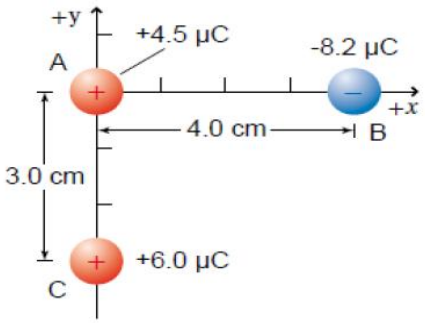
b. إذا كانت شحنة الكرة الثالثة C تساوي $+6\,\mu C$ فأين يجب وضعها على أن تبقى محصلة القوى المؤثرة فيها صفرًا؟

b. الشحنة الثالثة q_c، تُختصر من المعادلة، لذا فإن مقدارها و نوعها لا يكون مهمًا.

c. إذا كانت شحنة الكرة الثالثة $-12\,\mu C$، فأين يجب وضعها على أن تبقى محصلة القوى المؤثرة فيها صفرًا؟

c. كما في الفرع b، يكون مقدار الشحنة الثالثة q_c ونوعها ليس مهمًا أيضًا.

58. وضعت ثلاث كرات مشحونة، كما هو موضح في الشكل **16–1**. أوجد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة B.



$F_1 = F_{A \text{ on } B}$

$$= \frac{Kq_Aq_B}{d^2} = \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(4.5\times10^{-6}\ \text{C})(-8.2\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.040\ \text{m})^2}$$

$= -208\ \text{N} = 208\ \text{N, to left}$

The distance between the other two charges is

$\sqrt{(0.040\ \text{m})^2 + (0.030\ \text{m})^2} = 0.050\ \text{m}$

$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{0.030\ \text{m}}{0.040\ \text{m}}\right)$

$= 37°$ below the negative x-axis, or $217°$ from the positive x-axis.

$F_2 = F_{C \text{ on } B}$

$$= \frac{Kq_Cq_B}{d^2} = \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C})(8.2\times10^{-6}\ \text{C})(6.0\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.050\ \text{m})^2}$$

$= -177\ \text{N} = 177\ \text{N at } 217° \text{ from the positive } x\text{-axis } (37° + 180°)$

The components of F_2 are:

$F_{2x} = F_2 \cos\theta = (177\ \text{N})(\cos 217°) = -142\ \text{N} = 142\ \text{N to the left}$

$F_{2y} = F_2 \sin\theta = (177\ \text{N})(\sin 217°) = -106\ \text{N} = 106\ \text{N down}$

The components of the net (resultant) force are:

$F_{\text{net},x} = -208\ \text{N} - 142\ \text{N} = -350\ \text{N} = 350\ \text{N, to left}$

$F_{\text{net},y} = 106\ \text{N, down}$

$F_{\text{net}} = \sqrt{(350\ \text{N})^2 + (106\ \text{N})^2} = 366\ \text{N} = 3.7\times10^2\ \text{N}$

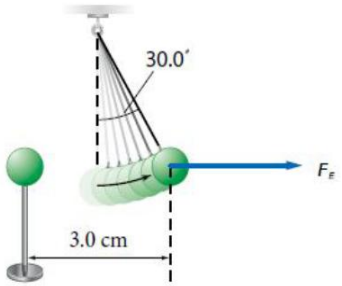
$\theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{106\ \text{N}}{350\ \text{N}}\right)$

$= 17°$ below the negative x-axis

$F_{\text{net}} = 3.7\times10^2\ \text{N at } 197° \text{ from the positive } x\text{-axis}$

$F = 3.7\times10^2\ \text{N}$، في اتجاه يصنع زاوية $197°$ بالنسبة لمحور x الموجب.

59. يوضح الشكل **17–1** كرتي بيلسان، كتلة كل منهما 1.0 g، وشحنتاهما متساويتان، إحداهما معلّقة بخيط عازل، والأخرى قريبة منها ومثبتة على حامل عازل، والبعد بين مركزيهما 3.0 cm. فإذا اتزنت الكرة المعلّقة عندما شكّل الخيط العازل الذي يحملها زاوية مقدارها $30.0°$ مع الرأسي فاحسب كلًّا مما يأتي:



الشكل 17–1

a. F_g المؤثرة في الكرة المعلّقة.

$F_g = mg = (1.0\times10^{-3}\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2) = 9.8\times10^{-3}\ \text{N}$

b. F_E المؤثرة في الكرة المعلّقة.

b. F_E

$\tan 30.0° = \frac{F_E}{F_g}$

$F_E = mg \tan 30.0°$

$= (1.0\times10^{-3}\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)(\tan 30.0°)$

$= 5.7\times10^{-3}\ \text{N}$

c. الشحنة على كل من الكرتين.

$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2}$

$F = \frac{Kq^2}{d^2}$

$q = \sqrt{\frac{Fd^2}{K}} = \sqrt{\frac{(5.7\times10^{-3}\ \text{N})(3.0\times10^{-2}\ \text{m}^2)}{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)}} = 2.4\times10^{-8}\ \text{C}$

60. وضعت شحنتان نقطيتان ساكنتان q_A و q_B بالقرب من شحنة اختبار موجبة، q_T، مقدارها $+7.2\ \mu C$. فإذا كانت الشحنة الأولى q_A موجبة وتساوي $3.6\ \mu C$ وتقع على بُعد $2.5\ cm$ من شحنة الاختبار q_T عند زاوية $35°$، وكانت الشحنة q_B سالبة ومقدارها $-6.6\ \mu C$ وتقع على بُعد $6.8\ cm$ من شحنة الاختبار عند زاوية $125°$:

a. فحدّد مقدار كل قوة من القوتين اللتين تؤثران في شحنة الاختبار q_T.

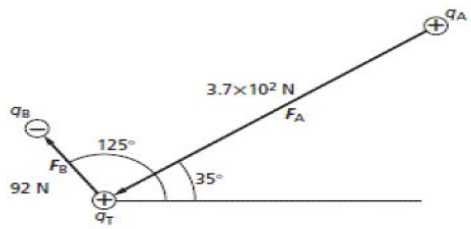
$$F_A = \frac{Kq_Tq_A}{d^2} = \frac{(9.0\times10^9\ N\cdot m^2/C^2)(7.2\times10^{-6}\ C)(3.6\times10^{-6}\ C)}{(0.025\ m)^2}$$

$$= 3.7\times10^2\ N, \text{ away (toward } q_T)$$

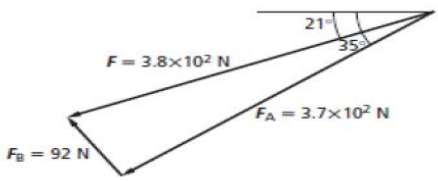
$$F_B = \frac{Kq_Tq_A}{d^2} = \frac{(9.0\times10^9\ N\cdot m^2/C^2)(7.2\times10^{-6}\ C)(6.6\times10^{-6}\ C)}{(0.068\ m)^2}$$

$$= 92\ N, \text{ toward (away from } q_T)$$

b. ارسم مخطّط القوة.



c. حدّد بالرسم القوة المحصلة المؤثرة في شحنة الاختبار q_T.



الكتابة في الفيزياء

61. **تاريخ العلم** ابحث في الأجهزة المختلفة التي كانت تستخدم في القرنين السابع عشر والثامن عشر في دراسة الكهرباء الساكنة. قد تتطرق مثلاً إلى قارورة ليدن وآلة ويمشورست. ناقش كيف تم بناؤهما ومبدأ عمل كل منهما.

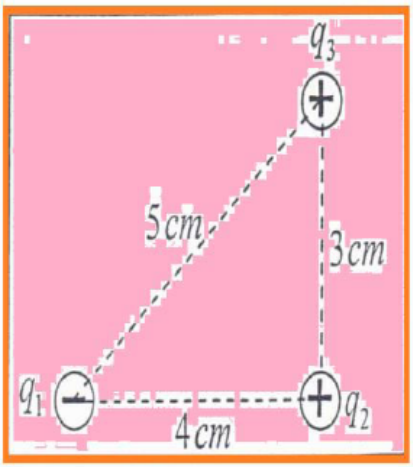
61. يجب أن تتضمن الإجابات المعلومات التالية: اخترعت قارورة ليدن في منتصف أربعينيات القرن الثامن عشر، وكانت أول مكثف يتم استخدامه. وقد استخدمت خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر لتخزين الشحنات للكهرباء المتعلقة بالتجارب والعروض. أما آلة ويمشورت فقد استخدمت في القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين لتوليد وتفريغ الشحنات الكهربائية الساكنة. واستُبدل بها مولد فان دي جراف في القرن العشرين.

62. هناك قوى بين جزيئات الماء تؤدي إلى أن يكون الماء أكبر كثافة عندما يكون سائلًا بين $0°C$ و $4°C$ مقارنة بحالته عندما يكون صلبًا عند $0°C$. هذه القوى في طبيعتها ما هي إلا قوى كهرسكونية. ابحث في القوى الكهرسكونية بين الجزيئات، ومنها قوى فان درفال وقوى الاستقطاب، وصِف أثرها في المادة.

62. يجب أن يصف الطلاب التفاعل بين الشحنات الموجبة والسالبة على المستوى الجزيئي. وعليهم أن يلاحظوا أن شدة هذه القوى هي المسؤولة عن الاختلافات في درجتي الانصهار والغليان، وعن خصوصية تمدّد الماء بين $0°C$ و $4°C$.

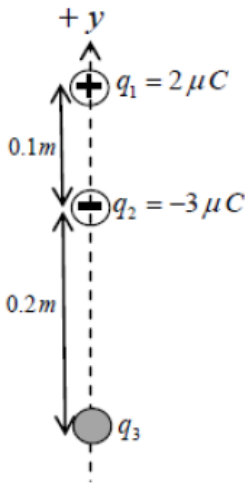
وضعت ثلاث رؤوس مثلث كما يظهر في الشكل إذا كانت (q_1=-8nC) و(q_2=2nC) و(q_3=5nC)
احسب مقدار القوة الكهربائية التي توثر في الشحنة (q_2) وحدد اتجاهها ؟

الحل :

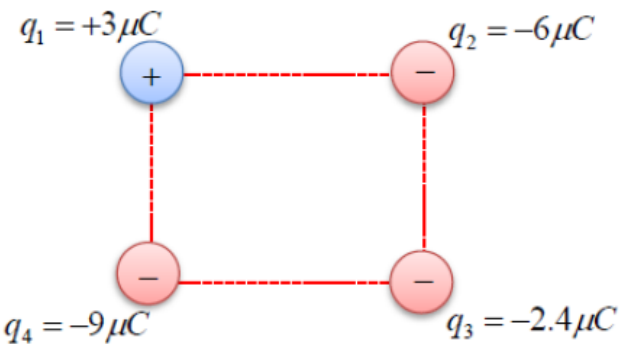


وضعت ثلاث شحنات على المحور y كما فى الشكل وإذا كانت محصلة القوة الكهربية على الشحنة q_1 تساوى 4.2N باتجاه y– أحسب مقدار الشحنة q_3 وحدد نوعها ؟

الحل:-



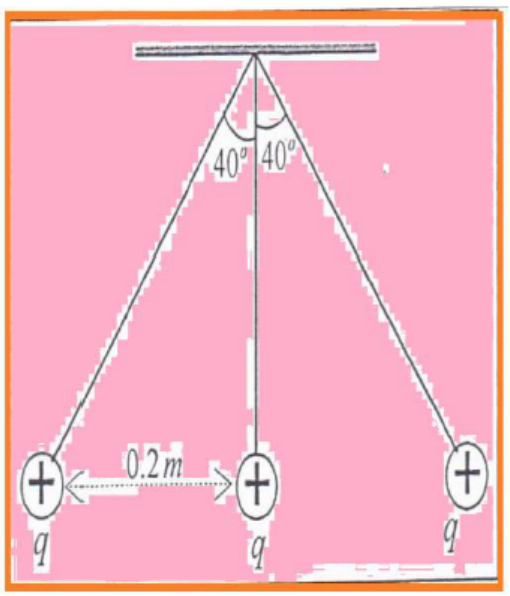
- توزعت أربع جسيمات صغيرة ومشحونة على رؤوس مربع طول ضلعه 15cm كما في الشكل المجاور. أحسب القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم ذي الشحنة q_3 .



إذا كانت إحدي الشحنات (q_1) في السؤال متزنة فهذا يعني ان ($F_R=0$) وان ($F_{12}=F_{13}$) متساويان فى المقدار ومتعاكسان فى الإتجاه.

س13) في الشكل المجاور إذا علمت ان الشحنة (q_1) متزنة فاحسب مقدار الشحنة (q_2) وحدد نوعها .

ثلاثة كرات صغيرة كتلة كل منهما (m) وشحنة كل منهما ($q=2uC$) علقت كل منهما بخط عازل وخفيف لا يمتط ثم ثبتت أطراف الخيوط الثلاثة بنقطة ثابتة فاستقرت الكرات متزنة كما في الشكل احسب كتلة كل كرة .



الحل :

اختر الاجابة الصحيحة فيما يلي :

1) إذا تضاعف مقدار احدي الشحنتين مرتين فإن مقدار القوة الكهرائية بينهما :

أ) يتضاعف مرتين ب) يتضاعف اربع مرات ج) يقل للنصف د) يقل للربع

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

أ) 4 ب) 1/4 ج) 2 د) 1/2

3) إذا اصبح بين البعد الشحنتين نصف ما كان عليه فإن مقدار القوة الكهربائية بينهما :

أ) يتضاعف ب) يتضاعف اربع مرات ج) يقل للنصف د) يقل للربع

4) شحنتان نقطيتان القوة الكهربائية المتبادلة بينهما (20N) عندما كان البعد بينهما (3cm) ، إذا اصبح البعد بين الشحنتين (6cm) فان القوة الكهربائية المتبادلة بينهما :

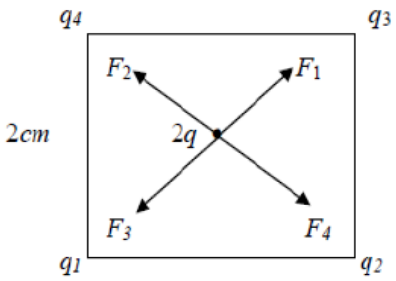
أ) 10N ب) 40N ج) 5N د) 80N

5) تباعدت شحنتان من مسافة (1cm) الي (3cm) باي عامل تتغير القوة الكهربائية بينهما :

أ) 3 ب) 1/3 ج) 9 د) 1/9

6) شحنتان نقطيتان موجبتان القوة الكهربائية المتبادلة بينهما (1.6N) إذا انقص البعد بينهما الي النصف فان مقدار القوة المتبادلة بينهما تصبح :

أ) 0.4N ب) 3.2N ج) 0.8N د) 6.4N



أربعة شحنات نقطية مقدار كل منها q موضوعة عند اركان مربع طول ضلعه 2cm

1 ـ جد القوة الكهربية المؤثرة علىشحنة 2q موضوعة عند مركز المربع؟

2 ـ كم تصبح مقدار القوة الكهربيةإذا أزيلت أحدى الشحنات؟

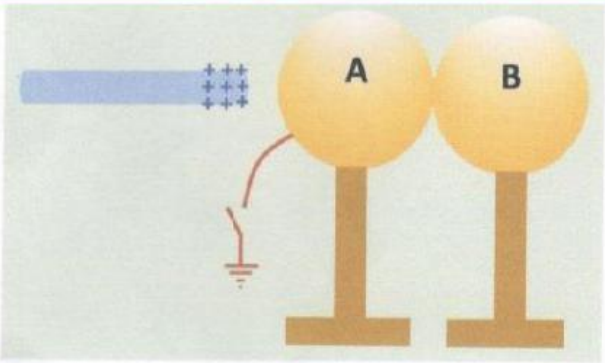
MR: mohamed atef
Tel: 0503136836

تمارين عامة علي الوحدة الأولي

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

تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من الكرة .
توصيل الكرة بالأرض (تأريض الكرة) مع وجود الجسم المشحون
فصل الاتصال بالارض ثم ابعاد الساق فتصبح الكرة مشحونة بشحنة سالبة
ملاحظة : تقبل الاجابة المعبرة بالرسوم التخطيطية الصحيحة

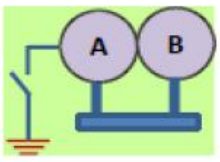
2 - يُظهر الشكل المجاور موصلين كرويين متماثلين متلامسين، حيث يتصل الموصل A بالأرض بوساطة سلك توصيل ومفتاح مفتوح، كما يُظهِرُ الشكل ساق زجاجية مشحونة بشحنة موجبة وقد قُرِّبت من الموصل A من جهة اليسار دون أن تُلامسه. أجب عما يلي:



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

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

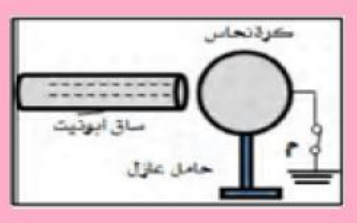
3 - حدد بأربع خطوات يمكنك أن تكسب الموصلان في الشكل المجاور نفس المقدار والنوع من الشحنات الكهربائية دون لمسهما؟



الإجابة :

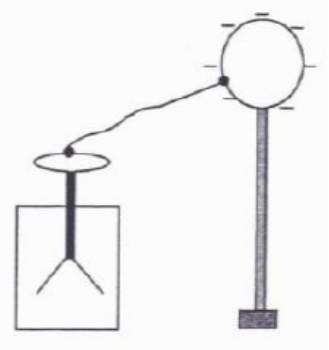
• الخطوة الأولى: تقريب جسم مشحون ومعزول منهما	• الخطوة الثانية: غلق المفتاح مع وجود الجسم المشحون
• الخطوة الثالثة: فتح المفتاح مع وجود الجسم المشحون	• الخطوة الرابعة: إبعاد الجسم المشحون عنهما

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



- ■ تشحن الكرة بشحنة موجبة
- ☐ تبقى الكرة متعادلة
- ☐ تشحن الكرة بشحنة سالبة
- ☐ لا يمكن معرفة شحنة الكرة

5- يبين الشكل المجاور موصل كروي مشحون ويتركز علي حامل عازل وسطحه متصل بقرص كشاف كهربائي ، فسر ذلك :



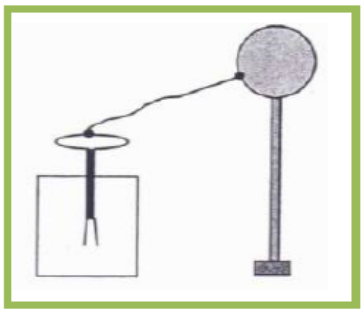
1) عدم تاثر ورقتي الكشاف عند ملامسة سطح الموصل الكروي بجسم معين .

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

الحل :

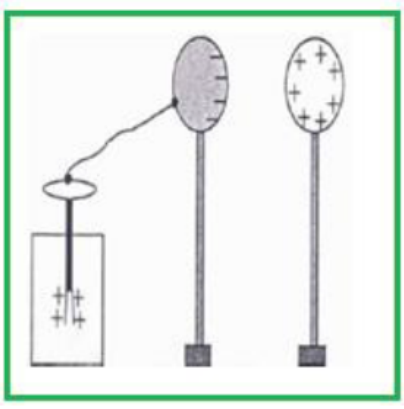
1) الجسم غير موصل (عازل) ما يعني عدم انتقال الشحنة من الموصل الكروي الي قرص الكشاف عن طريق اللمس(التوصيل) لذلك لم تتاثر ورقتي الكشاف .

2) الجسم مشحون بشحنة موجبة وذلك لان شحنته كانت قادرة علي جذب جزء من الشحنة السالبة المتواجدة علي ورقتي الكشاف والموصل الكروي لتتجمع في جهة الموصل الكروي القريبة من الجسم .



6- يبين الشكل المجاور موصل كروي يرتكز علي حامل وسطحه متصل بقرص كشاف كهربي ، ما التغير الذي يطرأ علي ورقتي الكشاف عند تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من جهة اليمين للموصل الكروي ؟ برر إجابتك .

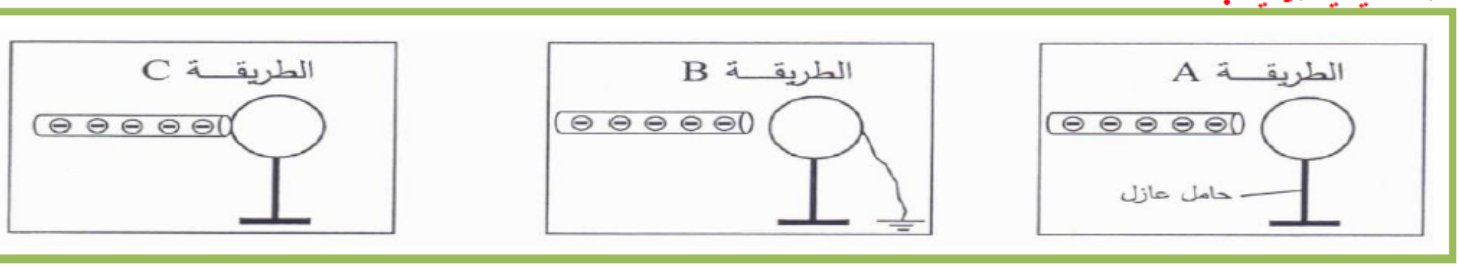
الحل :



تنفرج ورقتي الكشاف ، لان الشحنة الموجبة التي تم تقريبها تكون علي الطرف الايمن للموصل الكروي شحنة سالبة مقيدة في حين تتجمع الشحنة الموجبة الحرة علي ورقتي الكشاف فتنفرجان كما في الشكل .

7-ايهما يعتبر دليلاً قطعياً علي ان جسماً ما مشحون تجاذبه مع جسم اخر ام تنافره معه فسر اجابتك .

8- استخدمت ساق ابونيت بعد دلكها بقطعة صوف لشحن كرة فلزية صغيرة بثلاث طرائق مختلفة موضحة في الاشكال التخطيطية الاتية :



1) في اي الطرائق الثلاث يتم انتقال الشحنة من ساق الابونيت الي الكرة .

2) ارسم مخططا لتوزيع الشحنات علي الكرات في كل طريقة .

3) في اي من هذه الطرائق الثلاث اصبحت الكرة مشحزنة بشحنة اضافية وذلك بعد ابعد الساق عنها .

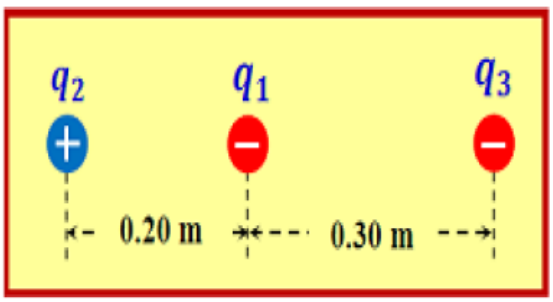
4) في اي طريقة تشحن الكرة بطريقة الحث .

5) وضح ما حدث للشحنة علي الساق بعد ابعادها عن الكرة في كل طريقة من الطرائق الثلاث .

6-نفترض ان الاتصال قطع بالارض اولا ثم ابعد الساق عن الكرة قارن بين

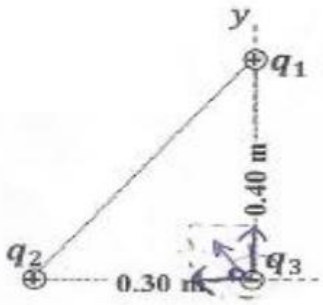
نوعي الشحنة علي الكرة في الطريقطين B وC .

9- وضعت ثلاث شحنات نقطيّة في الفراغ كما في الشكل المجاور . إذا كانت $(q_1 = -2.0 \times 10^{-6}\,C)$ و $(q_2 = +1.6 \times 10^{-6}C)$ و $(q_3 = -2.0 \times 10^{-6}C)$:



- جد مقدار محصلة القوى الكهربائية المؤثّرة في الشحنة q_1 .

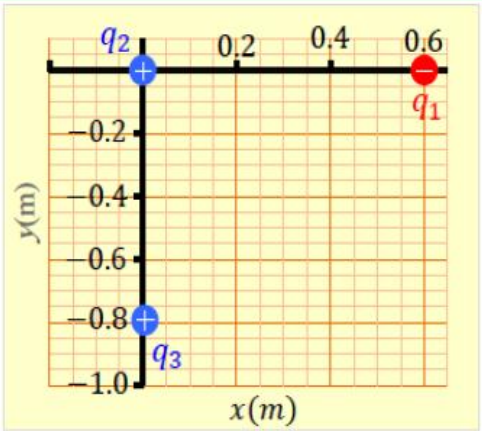
- إذا أبعدت الشحنة (q_2) نهائياً عن الشحنتين $(q_1 \, ، \, q_3)$ ، فهل تزداد القوة الكهربائيّة المؤثّرة في الشحنة (q_1) أم تقل أم لا تتغيّر ؟ برّر إجابتك



10- وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث قائم الزاوية كما في الشكل المجاور ، إذا كانت $(q_1 = 6.0 \times 10^{-6}\text{C})$ و $q_3 = -8.0 \times 10^{-6}\text{C}$ و $(q_2 = -q_3)$ وكان الهواء يحيط بالشحنات، أجب عن الفقرتين (1 و2).

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

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



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

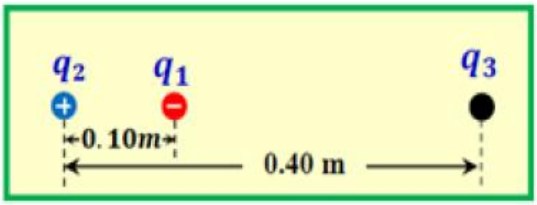
- **جد مقدار القوة الكهربائيّة المؤثرة في الشحنة q_2؟**

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

12- بأي عامل يتغير مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين عند زيادة البعد بينهما إلى مثلي ما هو عليه؟

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

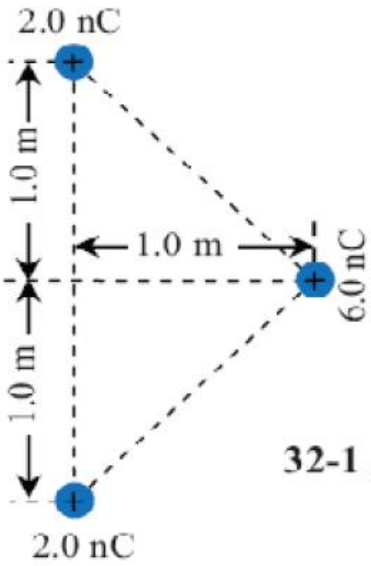
13- في الشكل المجاور الشحنات النقطيّة الثلاث موضوعة في الفراغ، إذا كانت $q_1 = -2.0 \times 10^{-6}\text{C}$ و $q_2 = +4.0 \times 10^{-6}\text{C}$ ،وكانت محصلة القوى الكهربائية المؤثرة في الشحنة q_1 تساوي صفراً.



- جد كمية الشحنة q_3 .

- إذا زيدت كمية كل من الشحنتين q_2 و q_3 إلى مثلي ما كان عليه فهل تبقى الشحنة q_1 في حالة اتزان؟ برّر اجابتك.

14- وضعَت ثلاثُ شحناتٍ نقطيةٍ عندَ رؤوسِ مثلَّثٍ كما في **الشكل 32-1**. جدْ مقدارَ القوةِ الكهربائيةِ التي تؤثِّرُ في الشحنةِ 6.0 nC.



الشكل 32-1

15- شحنتان نقطيّتان تقعان على المحورِ y، حيث تقعُ الشحنةُ الأولى $q_1 = -9.0\ \mu\text{C}$ عندَ الموضعِ $y = +6.0\ \text{m}$ وتقعُ الشحنةُ الثانيةُ $q_2 = -16\ \mu\text{C}$ عندَ الموضعِ $y = -4.0\ \text{m}$. أين يمكنُ أن نضعَ شحنةً ثالثةً بحيثُ تكونُ محصِّلةُ القوى المؤثِّرةِ فيها صفرًا؟

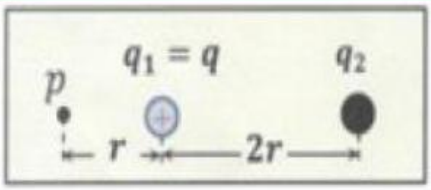
15. في لحظةِ الانشطارِ النوويّ، تنقسمُ نواةُ اليورانيوم ^{235}U التي تحتوي على 92 بروتونًا إلى نواتَيْن جديدتَيْن بهما عددُ البروتوناتِ نفسُه ونصفُ قطرِ كلٍّ منهما 5.9×10^{-15} m. ما مقدارُ قوَّةِ التنافرِ بينهما؟

$$q_1 = q_2 = \frac{92}{2} \times 1.6 \times 10^{-19} = 73.6 \times 10^{-19}\ C$$
$$r = 2 \times 5.9 \times 10^{-15}\ m$$
$$\because Fe = 8.99 \times 10^{9} \frac{(73.6 \times 10^{-19})^2}{(2 \times 5.9 \times 10^{-15})^2}$$
$$Fe = 3.5 \times 10^{3}\ N \quad \text{تنافر}$$

16- القمرُ ($m = 7.36 \times 10^{22}$ kg) مقيَّدٌ في فلكِهِ بالأرضِ ($M = 5.98 \times 10^{24}$ kg) بسببِ الجاذبية. لنفرِضْ أن تجاذبَهما ليسَ بسببِ الجاذبية، بل لأنهما يحملانِ شحنتَيْنِ مختلفتَيْن في النوع، لكن متساويتَيْنِ في المقدار. ما مقدارُ شحنةِ كلٍّ منهما لكي يتجاذبا بالقوَّةِ نفسِها؟

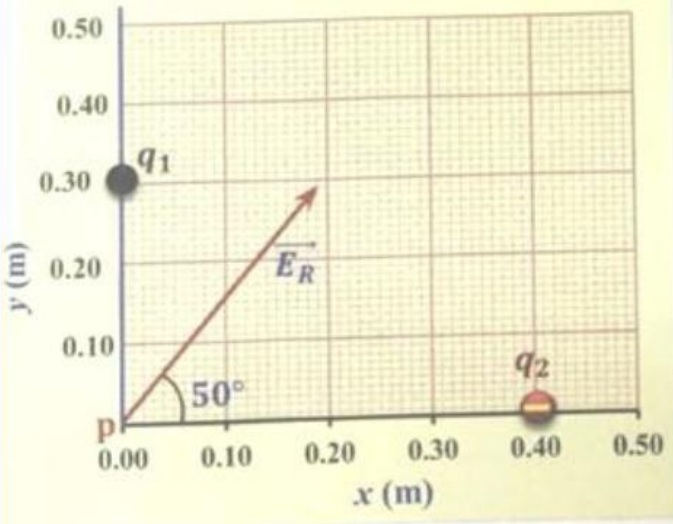
$$F_e = F_g$$
$$K_c \frac{q^2}{r^2} = G \frac{mM}{r^2}$$
$$q^2 = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.36 \times 10^{22} \times 5.98 \times 10^{24}}{8.99 \times 10^{9}}$$
$$q^2 = 32.7 \times 10^{48} \Rightarrow q = \pm 5.71 \times 10^{13}\ C$$

17- يُظهر الشكل المُجاور شُحنتان نُقطيتان يحيط بهما الهواء. إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة p تساوي صفراً، فما كمية الشحنة q_2؟



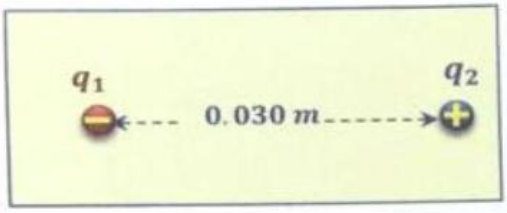
- ☐ $-2q$
- ☐ $-3q$
- ☐ $-4q$
- ☐ $-9q$

18- وضعت الشحنتان النقطيتان (q_1 ، q_2) في الهواء على محاور الاحداثيات كما في الشكل المجاور، حيث ($\vec{E}_R$) تمثل شدة المجال الكهربائي المحصل الناشئ عنهما عند النقطة p (0,0) ، فإذا كانت ($q_2 = -8.0 \times 10^{-9} C$) حسب كمية الشحنة q_1 وحدد نوعها .



19- وضعت الشحنتان النقطيتان (q_1 ، q_2) في الهواء كما في الشكل المجاور، إذا كانت $(q_1 = -6.0 \times 10^{-9}C)$ و $(q_2 = +7.0 \times 10^{-9})$.

احسب القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة q_1 وحدد اتجاهها على الرسم.



20- قمنا بدلك القضبان الموضحة على الشكل الموالي فأصبحت تحمل شحنات كهربائية كما هو موضح في الأسفل:

$q_1 = -4.8\times10^{-12}c$ $q_2 = +3.2\times10^{-10}c$ $q_3 = -3.2\times10^{-12}c$ $q_4 = -3.2\times10^{-10}c$

1 – ما هي القضبان المصنوعة من الزجاج وتلك المصنوعة من الإيبونيت (البلاستيك)؟

2- أي منها فقد إلكترونات وكم عددها . شحنة الإلكترون هي $e^- = -1.6\times10^{-19}C$.

3- أي من القضبان تتنافر مع القضيب 3؟

4- إذا تلامس القضيبان 1 و2 في أي جهة تنتقل الالكترونات ولماذا ؟

1- القضيب المصنوع من الزجاج هو الرقم 2 لأن شحنته موجبة.

القضبان 1 ، 3 و4 مصنوعة من الإيبونيت أو البلاستيك لأنها تحمل شحنة سالبة.

2- القضيب المصنوع من الزجاج (الرقم 2) هو الذي فقد إلكترونات لأن شحنته موجبة.

القضبان 1 ، 3 و4 اكتسبت إلكترونات لأنها تحمل شحنة سالبة.

عدد الإلكترونات المفقودة:

$+1,6\ x10^{-19}c$ ⟶ 1

$+3.2\times10^{-10}c$ ⟶ n

$n = 2 \times10^{+9}$

3- القضبان التي تتنافر مع القضيب 3هي تلك التي لديها شحنة سالبة وهي 1 و 4

4- إذا تلامس القضيبان 1 و2 فإن الالكترونات تنتقل من القضيب رقم1 إلى القضيب رقم 2

لأن القضيب رقم 1 لديه وفرة من الإلكترونات التي أعطت له شحنة سالبة أما القضيب الثاني فشحنته الموجبة تدل على نقص في عدد إلكتروناته

MOHAMED ATEF 050 3136836

21- ثلاثة قضبان A, B, C مصنوعة من مواد مختلفة A من الزجاج، B مصنوع من البلاستيك، C من النحاس نمسك في كل مرة أحدها باليد مباشرة وندلك طرفه الآخر بقطعة قماش.

1- أذكر نوع الشحنة التي تظهر على كل قضيب.

نلمس بالقضيب C كرية تحمل شحنة كهربائية سالبة.

2- في أي اتجاه تنتقل الإلكترونات؟

نضع في كل مرة أحد القضبان A, B, C على حامل من البلاستيك بحيث يلمس طرفها الجزء المعدني من الكاشف الكهربائي ثم نقرب من طرفها الآخر مصاصة مشروبات مدلوكة.

3- ماذا تلاحظ في كل مرة.

4- ماذا تلاحظ لو كان الحامل الذي توضع فوقه القضبان من النحاس

1-نوع الشحنة التي تظهر على كل قضيب.

A تظهر عليه شحنة موجبة لأنه من الزجاج

B تظهر عليه شحنة سالبة لأنه من البلاستيك

C لا تظهر عليه شحنة لأنه مادة ناقلة إذ بمجرد دلكه تنتقل الشحنات التي يكتسبها عبر اليد.

2- عندما نلمس بالقضيب C كرية تحمل شحنة كهربائية سالبة تنتقل الإلكترونات من الكرية إلى السلك المعدني.

3- في حالة الزجاج والبلاستيك لا نلاحظ حدوث أي شيء

- في حالة السلك النحاسي تتباعد ورقتا الألمنيوم لأن الشحنات انتقلت عبر السلك النحاسي (النحاس مادة ناقلة)

4- لو كان الحامل الذي توضع فوقه القضبان من النحاس فلا نلاحظ حدوث أي شيء لأن الشحنات التي تنتقل في حالة النحاس ستسري عبر الحامل النحاسي نحو الأرض

22- نضع قضيبا معدنيا AB على حامل عازل ثم نعلق كرية من البولستران المغلف بالألمنيوم ملامسة للنهاية B كما يبينه الشكل المقابل.

نمسك القضيب C باليد مباشرة وندلكه بقطعة قماش ثم نلمس به النهاية Aفتبتعد الكرية.

1- من بين المواد التالية، ما هي المواد التي يمكن أن يكون قد صنع منها القضيب C: الزجاج، الحديد، البلاستيك، الألمنيوم.

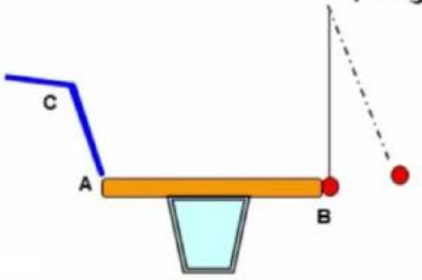
2- فسر سبب ابتعاد الكرية ؟

عند دلك القضيب C بقطعة القماش شُحن بشحنة كهربائية قدرها $q = -64 \times 10^{-5}$ coulomb

3- ما هي المادة التي صنع منها القضيب C ؟

4 – هل اكتسب هذا القضيب أم فقد الكترونات؟ لماذا؟

5- أحسب عدد هذه الإلكترونات.



1. المواد التي يمكن أن يكون قد صنع منها القضيب c هي الزجاج أو البلاستيك.

2-ابتعدت الكرية لأنها شحنت بشحنة مماثلة لشحنة القضيب المعدني.

3- المادة التي صنع منها القضيب c هي البلاستيك لأنه شحن بشحنة سالبة.

4- هذا القضيب اكتسب إلكترونات لأن شحنته سالبة.

5- عدد هذه الإلكترونات.

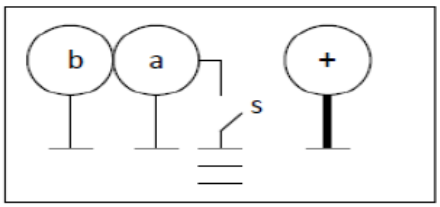
$q = n \times (- 1.6 \times 10^{-19})$ ومنه.

$$n = \frac{64 \times 10^{-5}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 40 \times 10^{14}$$

اختبار قصير علي الشحنات الكهربائية

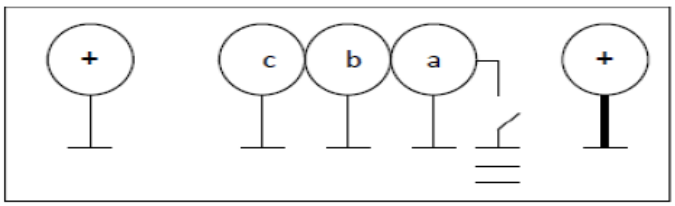
1-في الشكل المقابل إذكر شحنة كل من الموصلين المعزولين (a ، b) قبل غلق المفتاح و بعد غلق المفتاح (s) :



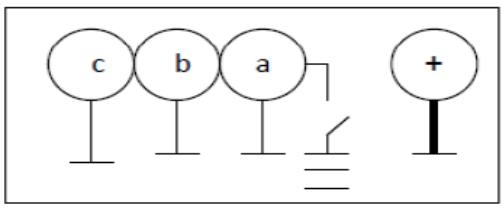
حالة المفتاح	q_a	q_b
قبل الغلق		
بعد ا لغلق		

2 – في كل شكل من الأشكال التالية :

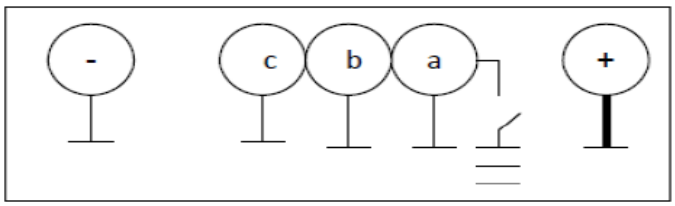
أذكر نوع شحنة الموصلات (a ، b ، c) المعزولة قبل وبعد قفل المفتاح:



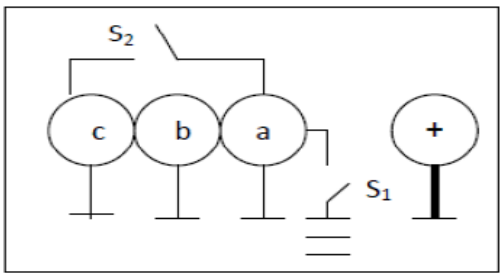
حالة المفتاح	q_a	q_b	q_c
مفتوح			
مغلق			



حالة المفتاح	q_a	q_b	q_c
مفتوح			
مغلق			



حالة المفتاح	q_a	q_b	q_c
مفتوح			
مغلق			



حالة المفتاح		q_a	q_b
S_1	S_2		
مفتوح	مفتوح		
مفتوح	مقفل		
مقفل	مفتوح		
مقفل	مقفل		

MOHAMED ATEF 050 3136836

أذكر أهم تطبيقات الكهرباء الساكنة؟

1- تجميع السناج من المداخن

2- شحن قطرات الطلاء الصغيرة جدا بالحث واستعمالها قي طاء السيارات بصورة منظمة جدا

3- ألة التصور الفوتغرافي لحدوث تجاذب بين الحبر والورقة

ماهي المشكلات الناتجه عن الكهرباء الساكنة؟

1- تجمع الشحنات الساكنة علي فيلم يكون سبب في جذب الغبار عليه مسببا تلفه

2-تتعطل الألات اليكترونية عند تفريغ الشحنة الساكنة فيها

MR: mohamed atef
Tel: 0503136836

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

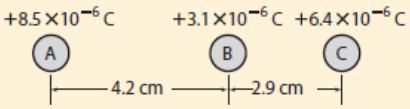
1. ما عدد الإلكترونات المنتقلة من كشّاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة إذا كان صافي شحنته 7.5×10^{-11} C؟

(A) 7.5×10^{-11} إلكترون
(B) 2.1×10^{-9} إلكترون
(C) 1.2×10^{8} إلكترون
(D) 4.7×10^{8} إلكترون

2. إذا كانت القوة المؤثرة في جسيم شحنته 5.0×10^{-9} C نتيجة تأثير جسيم آخر يبعد عنه 4 cm تساوي 8.4×10^{-5} N فما شحنة الجسيم الثاني؟

(A) 4.2×10^{-13} C
(B) 2.0×10^{-9} C
(C) 3.0×10^{-9} C
(D) 6.0×10^{-5} C

3. إذا وُضِعت ثلاث شحنات A وB وC، على خط واحد، كما هو موضح أدناه، فما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة B؟



(A) 78 N في اتجاه A
(B) 78 N في اتجاه C
(C) 130 N في اتجاه A
(D) 210 N في اتجاه C

4. ما شحنة كشّاف كهربائي إذا كان عدد الإلكترونات الفائضة عليه 4.8×10^{10} إلكترون؟

(A) 3.3×10^{-30} C
(B) 4.8×10^{-10} C
(C) 7.7×10^{-9} C
(D) 4.8×10^{10} C

5. القوة الكهربائية المتبادلة بين جسمين مشحونين تساوي 86 N. إذا حُرّك الجسمان بحيث أصبحا على بُعد يساوي ستة أمثال البعد الذي كانا عليه سابقًا فما القوة الجديدة التي يؤثر بها كل منهما في الآخر؟

(A) 2.4 N
(B) 14 N
(C) 86 N
(D) 5.2×10^{2} N

6. جسمان مشحونان بالمقدار نفسه من الشحنة، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها 90 N، فإذا استبدلنا بأحدهما جسمًا آخر له الحجم نفسه إلا أن شحنته أكبر من الجسم السابق ثلاث مرات فما القوة الجديدة التي يؤثر بها كل منهما في الآخر؟

(A) 10 N
(B) 30 N
(C) 2.7×10^{2} N
(D) 8.1×10^{2} N

7. إذا كانت كتلة جسيم ألفا 6.68×10^{-27} kg وشحنته 3.2×10^{-19} C فما النسبة بين القوة الكهروسكونية وقوة الجاذبية بين جسيمين من جسيمات ألفا؟

(A) 1
(B) 4.8×10^{7}
(C) 2.3×10^{15}
(D) 3.1×10^{35}

8. تسمى عملية شحن جسم متعادل عن طريق ملامسته بجسم مشحون ..... .

(A) التوصيل
(B) الحث
(C) التأريض
(D) التفريغ

9. دلك أحمد بالونًا بقطعة صوف، فشُحِن البالون بشحنة سالبة ومقدارها 8.9×10^{-14} C. ما القوة المتبادلة بين البالون وكرة فلزية مشحونة بـ 25 C وتبعد 2 km عنه؟

(A) 8.9×10^{-15} N

(B) 5.0×10^{-9} N

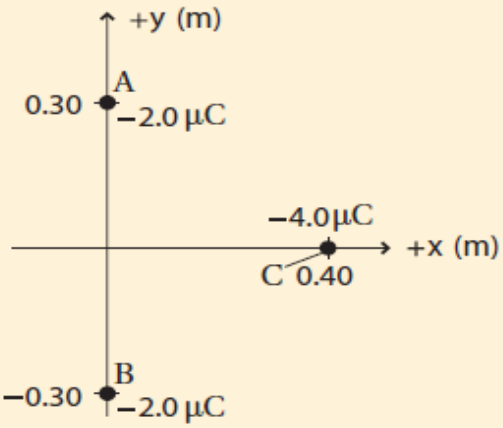
(C) 2.2×10^{-12} N

(D) 5.6×10^{4} N

الأسئلة الممتدة

10. بالرجوع إلى الرسم أدناه، ما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة C من قبل الشحنتين A وB؟ ضمّن إجابتك رسمًا بيانيًّا يوضّح متجهات القوى.

$F_{\text{المحصلة}}$ و $F_{C\text{ في }B}$ و $F_{C\text{ في }A}$



MR: mohamed atef
Tel: 0503136836