

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 او النايلون 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 لا يدينا ،طبعاً هذه ظاهرة طبيعية حيث تنتقل الشحنات من جسم الى اخر بهدف التعادل بين كمية الشحنات .
للكهرباء الساكنة خطورة علينا عندما تتجمع الالف 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 جسماً بأنه مشحون فإن ذلك يعني تعبيراً عن مدى الزيادة أو النقصان في عدد الإلكترونات بالنسبة لعدد البروتونات في هذا الجسم ، تذكر أن : الشحنات المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب، وتبلغ شحنة الإلكترون

فكما درست سابقاً أن أي مادة هي من مجموعة من الذرات المترابطة ، والذرة تتكون من نواة و حولها سحابة من الإلكترونات ، وبداخل النواة بروتونات ونيوترونات ، واكتشف أن الإلكترونات والبروتونات تحملان صفات كهربائية .

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

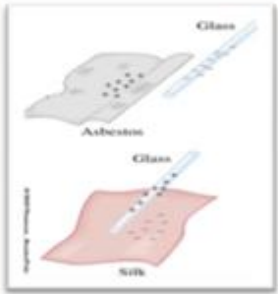
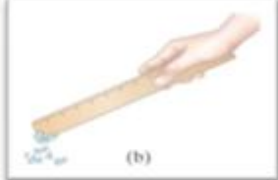
الشحن بالدلك : هو احتكاك جسمين ببعضهما مما يسبب انتقال الإلكترونات من احدهما إلى الآخر ، فيصبح لأحدهما فائض من الألكترونات فيقال عنه مشحون بشحنة سالبة ، ويصبح للآخر نقص في الشحنات فيقال عنه مشحون بشحنة موجبة (وقد لاحظ قدماء الإغريق جذب حجر الكهرمان بعد دلكه قصاصات الريش)،

نشاط ٢ :

دلك المسطرة بالصوفه وتقريب 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 الطاولة للقصاصات (قوة رد 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 رد فعل) إلى الأعلى وقوة 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 ذلك الشريطين بيدك بلطف ؟ (علل) .

تفرغ 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 أحدهما وتنافر 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 .



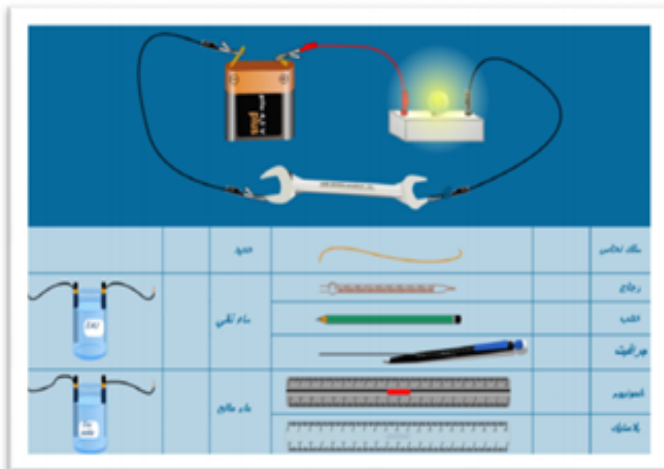
نشاط ٤:

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

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

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

نشاط ٥:



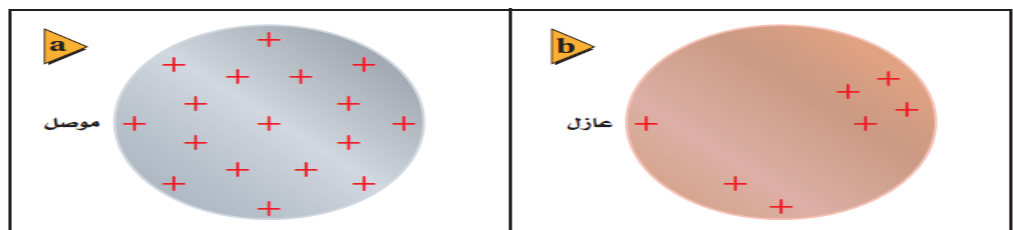
يطلب المعلم من أحد الطلاب تنفيذ تجربة أمام زملاءه لدائرة بسيطة مكونة من (مصباح وبطارية وسلك توصيل ومجموعة من المواد المختلفة) لدراسة توصيلها ، كما في الصورة المجاورة ، وفي حال عدم توفر الأدوات

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

ليتوصل الطلاب أن **٢ المادة الموصلة :** هي التي تسمح بانتقال الشحنات من خلالها أو تتوزع على سطحها ، بينما **٢ المادة العازلة :** هي المادة التي لا تسمح بانتقال الشحنات من خلالها أو تجعلها تبقى في جزء منها .

٢ معلومة تحت ظروف معينة أنه يمكن أن تنتقل شحنات خلال مادة معروفة بأنها عازلة، مثل انتقال الشحنات في الهواء تحت ظرف التفريغ الكهربائي.

الشكل 1-4 : 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 ذلك مشط بستره 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 أي 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 تحدد ما إذا كانت كرة البيلسان المعلقة بخيط عازل متعادلة كهربائياً، أو ذات شحنة موجبة، أو ذات شحنة سالبة؟
4. **فصل الشحنات** يُشحن قضيب مطاط بشحنة سالبة عند ذلك بالصوف. ماذا يحدث لشحنة الصوف؟ ولماذا؟
5. **شحن الموصلات** افترض أنك علقت قضيباً فلزياً طويلاً بخيوط حرير بحيث أصبح القضيب معزولاً، ثم لامست أحد طرفي القضيب الفلزي بقضيب زجاجي مشحون. صف كيف يُشحن القضيب الفلزي، وحدد نوع الشحنات عليه.
6. **الشحن بالدلك** يمكنك شحن قضيب مطاط بشحنة سالبة بذلك بالصوف. ماذا يحدث عند ذلك 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. **قرب قضيباً زجاجياً مشحوناً بشحنة موجبة إلى كل من الشريطين، فيكون الشريط الذي يتنافر معه موجب الشحنة.**
3. **أحضر جسماً مشحوناً بشحنة معلومة، ولتكن سالبة، وقربة إلى كرة البيلسان، إذا تنافرت الكرة معه فإن شحنتها تكون مشابهة لشحنة الجسم المقرب، وإذا انجذبت إليه فإن شحنتها تكون مخالفة لشحنة الجسم أو متعادلة. بعد ذلك قرب قضيباً زجاجياً مشحوناً 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 ملامساً ليده.**
7. **يمكن لنموذج التيار الثنائي الشحنة أن يوضح التنافر والتجاذب بطريقة أفضل، وهو يوضح أيضاً كيف يمكن أن تشحن الأجسام عند ذلك بعضها ببعض.**

1-2 القوة الكهربائية Electric Force

1 - قانون كولوم COULOMB'S LAW :

القوة ← مسبب التغير في الحركة.

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

$$F = k_c \left(\frac{q_1 q_2}{r^2} \right) \quad \text{N}$$

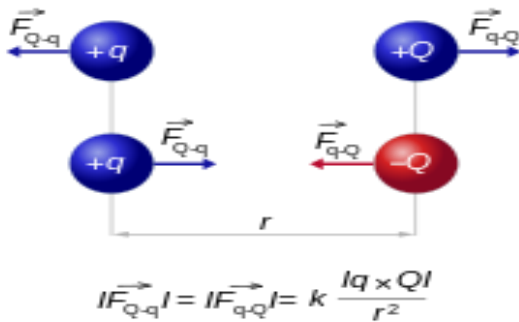
(القوة الكهربائية قوة مجالية)

أنواعها : (1) تجاذب . (بين الشحنتان المختلفتين نوعاً)

(2) تنافر . (بين الشحنتان المتشابهتين)

خصائصها : (1) مجالية . (بين الشحنتان المختلفتين نوعاً) لأنها لا تعتمد على التماس المباشر

(2) متبادلة . (كل من الشحنتان تؤثر على الأخرى)



اتجاهها :

ينطبق على الخط الواصل بين الشحنتين أو امتداده كما في الشكل .

العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية :

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

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

3- نوع الوسط الفاصل

ملاحظات :

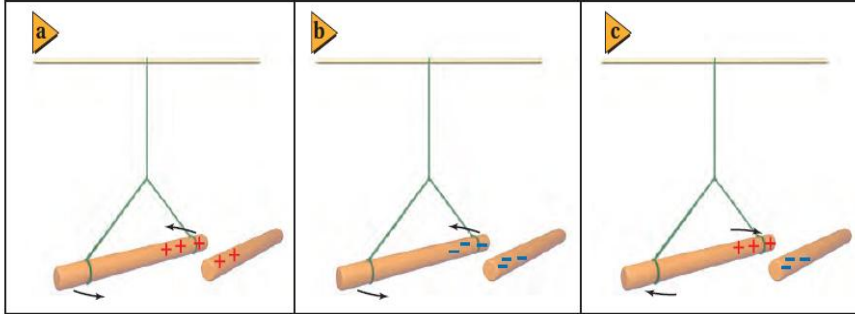
(1) قانون كولوم ينطبق على الشحنتان النقطية والكروية فقط .

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

3- يعتمد ثابت كولوم k_c

- 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- مستعينا 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: $2F$ مقدارها

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

4- شحنتان كهربائيتان مقدار كل منهما $2\mu C$ والأخرى $9\mu C$ وتبعدان عن بعضهما

في الفراغ مسافة $12cm$

أجب 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 الجاذبية

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

نشاط 1:

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

إلى	تقريب ساق الأيونيت	تقريب ساق زجاج
ساق الأيونيت المعلق		
ساق الزجاج المعلق		

سيلاحظ الطلاب تنافر ساقَي الأيونيت وتنافر ساقَي الزجاج ، وتجاذب ساقَي الأيونيت والزجاج .

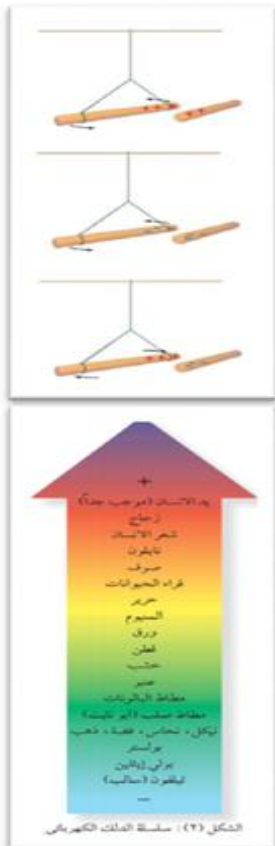
ثم يطلب المعلم من الطلاب تلخيص سلوك الشحنات ، ويساعدهم بطرح الأسئلة التالية :

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

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

حتى يتوصلوا إلى النتائج التالية :

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



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

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

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



الكشاف الكهربائي.



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

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

الشحن بالتوصيل: هو شحن جسم بملامسته جسماً آخر مشحوناً.

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

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

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

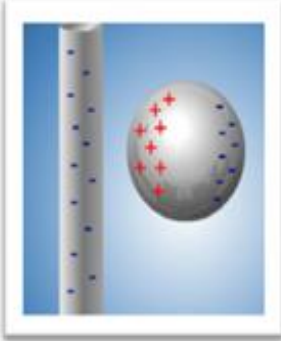


الشكل 1-7 تكون ورقتا الكشاف الكهربائي المشحون بشحنة سالبة منفرجتين (a). يدفع القضيبي ذو الشحنة السالبة الإلكترونات من القرص إلى الورقتين فيزداد انفرجهما (b). يجذب القضيبي ذو الشحنة الموجبة بعض الإلكترونات من الورقتين إلى القرص فيقل انفرجهما (c).

الشحن بالحث



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

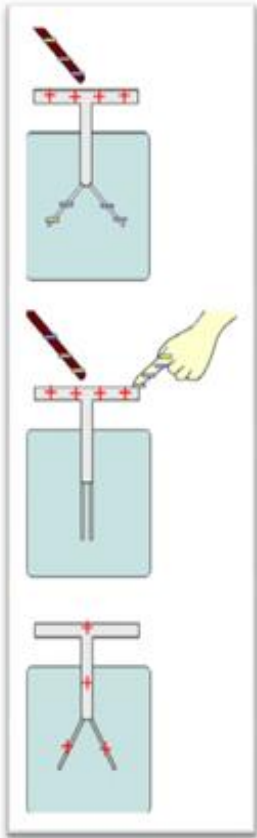


سيلاحظ انجذاب البالون تجاه الأبونيت ، بسبب

جذب الشحنات السالبة لساق الأبونيت للشحنات الموجبة في البالون ، كما يحدث أيضا تنافر للشحنات السالبة في البالون مع الأبونيت ، وهذا يعني أن الشحنات الموجبة في البالون انتقلت إلى الطرف القريب من ساق الأبونيت وأن الشحنات السالبة في البالون انتقلت إلى الطرف البعيد عن ساق الأبونيت أي أنه تم فصل الشحنات في البالون ، وعملية الشحن هي فصل للشحنات الكهربائية وليس إنتاجها ، وهذا ناتج عن قوة التجاذب بين ساق الأبونيت والبالون .



... 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 .

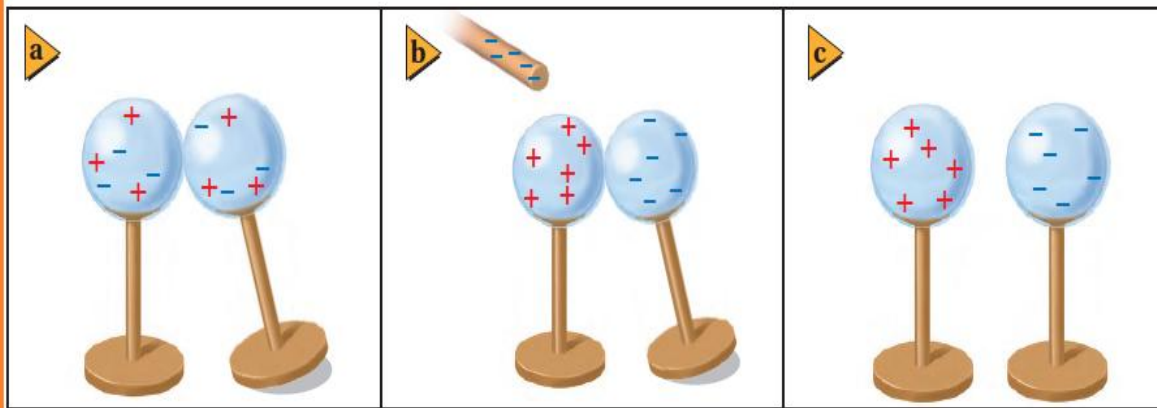
... ماذا تتوقع أن يحدث عند لمس القرص بالإصبع مع بقاء ساق الأبونيت قريبا من الكشاف الكهربائي ، ثم إبعاد ساق الأبونيت واليد معا ؟ (مع التعليل) .

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 .

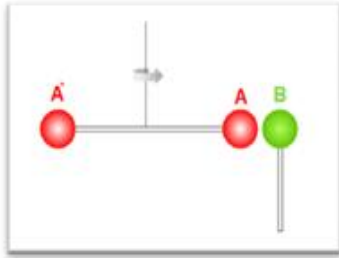
الشحن بالحث : هو حث جسم مشحون لشحنات موصل متعادل على الانفصال، وذلك بتقريب الجسم المشحون من الموصل ، مما يؤدي إلى انفصال شحنات الموصل المراد شحنته ، فتتجمع الشحنات الموجبة عند أحد الطرفين وتتجمع الشحنات السالبة عند الطرف الآخر .

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

الشحن بالاحتكاك



الشكل 1-8 من طرائق شحن الأجسام الشحن بالاحتكاك، حيث يبدأ بتلامس كرتين متعادلتين (a)، ثم يقرب 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 6: العوامل المؤثرة على القوة الكهربائية بين جسمين مشحونين (الشريط اللاصق و المسطرة المشحونة).

نموذجاً لمجسماً مبسطاً (لميزان اللي) الذي استخدمه كولوم لدراسة

القوة بين شحنتين ، وذلك من خلال : [عصا طولها 30 سم تقريباً في طرفيها كرتين A و A' وترتبط العصا من وسطها بسلك ، بالإضافة إلى عصا أخرى في إحدى طرفيها كرة B] كما في الشكل المجاور :

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

... 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 عاكسة بسبب لي (التفاف) السلك، واتزان الكرة A يعني تساوي هاتين القوتين

وبالتالي من خلال قياس مقدار القوة اللازمة للّي (القتل) يمكن 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 تناسباً طردياً مع حاصل ضرب مقداري شحنتيهما وعكسياً 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 : $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- القوة الكهربائية قوة متجهة . - تبلغ شحنة البرق بين 5 C إلى 25 C - تحتوي العملة المعدنية على مليون كولوم 10^6 C



1-2 مراجعة

13. **القوة والشحنة** كيف ترتبط القوة الكهربائية بالشحنة؟
صف 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. **الكشاف الكهربائي** عند شحن كشاف كهربائي ترتفع ورقته الفلزييتان لتشكلاً زاوية معينة، وتبقى الورقتان محافظتين على تلك الزاوية. لماذا لا ترتفع الورقتان أكثر من ذلك؟

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

a. قضيب موجب.

b. قضيب سالب.

17. **جذب الأجسام المتعادلة** ما الخاصيتان اللتان تفسران

انجذاب جسم متعادل إلى كل من الأجسام المشحونة بشحنة موجبة والأجسام المشحونة بشحنة سالبة؟

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

19. **القوى الكهربائية** كرتان A و B 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. **التفسير 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.

13. **تناسب القوة الكهربائية** طردياً مع مقدار كل شحنة. الشحنات المتشابهة تنافر، والشحنات المختلفة تتجاذب.

14. **تناسب القوة عكسياً** 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 للكشاف الكهربائي.**

b. قَرَّبَ القضيب إلى الكشاف الكهربائي، ثم اعمل على تأريض الكشاف الكهربائي ثم أزل التأريض وأبعد القضيب عن الكشاف الكهربائي.

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

18. **يبقى الكشاف الكهربائي متعادلاً.**

19. **القوتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.**

20. **بعض الشحنات على الكرة الفلزية** ستتناثر مع الشحنات على الكرة البلاستيكية، مما 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 مشطت شعرك في يوم جاف فسوف يُشحن المشط بشحنة موجبة. هل يمكن أن يبقى شعرك متعادلاً؟ وضح إجابتك.

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

23. أعد 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 موصلاً جيداً، والمطاط عازلاً جيداً؟

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

25. غسالة الملابس عندما نخرج الجوارب من مجفف الملابس تكون أحياناً ملتصقة بملابس أخرى. لماذا؟

25. سُحنت 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 ذلك 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 نخبرنا 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 صفراً.

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

28. تتناسب القوة الكهربائية عكسياً 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. حرك الموصل بحيث يصبح قريباً من القضيب، ولكن دون أن يلامسه. صل 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 وفيما تشابهان؟

30. شحنة البروتون تساوي تمامًا مقدار شحنة

الإلكترون، ولكنها مختلفة عنها في النوع.

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

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

32. قُرب قضيب مشحون إلى مجموعة كرات بلاستيكية صغيرة جدًا، فانجذبت بعض الكرات إلى القضيب، إلا أنها لحظة ملامستها للقضيب اندفعت مبتعدة عنه في اتجاهات مختلفة. وضح 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. وضح ما يحدث لورقتي كشاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة عند تقريب قضيب مشحون بالشحنات التالية منه، مع مراعاة عدم لمس القضيب للكشاف الكهربائي:

a. شحنة موجبة.

b. شحنة سالبة.

34. a. يزداد انفراج ورقتي الكشاف.

b. يقل انفراج ورقتي الكشاف.

38. قاس كولوم انحراف الكرة A عندما كان للكرتين A و B الشحنة نفسها، وتبعد إحداها 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.

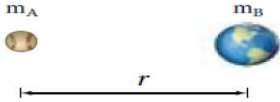
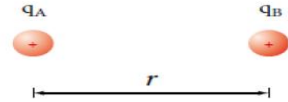
39. يؤثر جسمان مشحونان أحدهما في الآخر بقوة مقدارها 0.145 N عندما كانا على بُعد معين أحدهما من الآخر. فإذا قُرب أحدهما إلى الآخر بحيث أصبحت المسافة بينهما ربع المسافة السابقة فما مقدار القوة المؤثرة في كل منهما؟

39. أكبر من القوة الأصلية 16 مرة.

40. القوى الكهربائية بين الشحنات كبيرة جدًا عند مقارنتها بقوى الجاذبية بينهما، 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

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

قانون الجذب العام	قانون كولوم
$F = G \frac{m_A m_B}{r^2}$	$F = K \frac{q_A q_B}{r^2}$
	

الشكل 1-13 (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 قيم الثابت G في قانون الجذب العام. علام يدل ذلك؟

36. القوة الكهربائية أكبر كثيرًا.

37. وُصِف 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 لثالث 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. ستتوزع الآن شحنة الكرة B بالتساوي على الكرات الثلاث، بحيث تحمل كل منها ثلث الشحنة الكلية.

! تقان حل المسائل

1-2 القوة الكهربائية

41. شحنتان كهربائيتان، q_A و q_B ، تفصل بينهما مسافة r ، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها F . حُلّ قانون كولوم، وحدد القوة الجديدة التي تنتج تحت الظروف التالية:
- مضاعفة الشحنة q_A مرتين.
 - تقليل الشحنتان q_A و q_B إلى النصف.
 - مضاعفة r ثلاث مرات.
 - تقليل r إلى النصف.
 - مضاعفة q_A ثلاث مرات و r مرتين.

1-2 القوة الكهربائية

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

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

$$(-25 \text{ C}) \left(\frac{1 \text{ electron}}{-1.60 \times 10^{-19} \text{ C}} \right) = 1.6 \times 10^{20} \text{ electrons}$$

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

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

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

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.5 \times 10^{-5} \text{ C})(2.5 \times 10^{-5} \text{ C})}{(1.5 \times 10^{-1} \text{ m})^2} = 2.5 \times 10^2 \text{ N, toward the other charge}$$

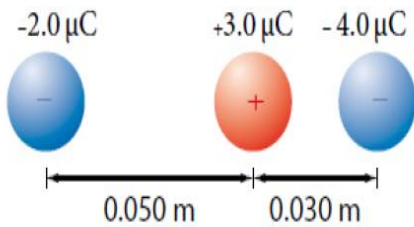
45. إذا كانت القوة التي تؤثر في كل من الشحنتين $8 \times 10^{-5} \text{ C}$ و $3 \times 10^{-5} \text{ C}$ تساوي $2.4 \times 10^2 \text{ N}$ فاحسب مقدار المسافة بينهما.

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{Kq_Aq_B}{F}} = \sqrt{\frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(8.0 \times 10^{-5} \text{ C})(3.0 \times 10^{-5} \text{ C})}{2.4 \times 10^2 \text{ N}}} = 0.30 \text{ m}$$

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

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

47. تُسحب شحنة موجبة مقدارها $3.0 \mu\text{C}$ بشحنتين سالبتين، كما هو موضح في الشكل 1-14. فإذا كانت إحدى الشحنتين السالبتين $-2.0 \mu\text{C}$ تبعد مسافة 0.05 m إلى الغرب، وتبعد الشحنة الأخرى $-4.0 \mu\text{C}$ مسافة 0.030 m إلى الشرق فما مقدار واتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة الموجبة؟



الشكل 1-14

$$F_1 = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.0 \times 10^{-6} \text{ C})(2.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.050 \text{ m})^2} = 22 \text{ N west}$$

$$F_2 = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.0 \times 10^{-6} \text{ C})(4.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.030 \text{ m})^2} = 120 \text{ N east}$$

$$F_{\text{net}} = F_2 + F_1 = (1.2 \times 10^2 \text{ N}) - (2.2 \times 10^1 \text{ N}) = 98 \text{ N, east}$$

مراجعة عامة

50. إذا لامست كرة فلزية صغيرة شحنتها $1.2 \times 10^{-5} \text{ C}$

كرة مماثلة متعادلة، ثم وضعت على بعد 0.15 m
منها فما القوة الكهربائية بين الكرتين؟

$$F = K \frac{q_A q_B}{d^2} = (9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(6.0 \times 10^{-6} \text{ C})(6.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.15 \text{ m})^2} = 14 \text{ N}$$

51. الذرات ما القوة الكهربائية بين إلكترون وبروتون
يبعد أحدهما عن الآخر $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$ ؟ هذه
المسافة تساوي نصف القطر التقريبي لذرة
الهيدروجين.

$$F = K \frac{q_A q_B}{d^2} = (9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{(5.3 \times 10^{-11} \text{ m})^2} = 8.2 \times 10^{-8} \text{ N}$$

52. تؤثر قوة مقدارها 0.36 N في كرة صغيرة شحنتها
 $2.4 \mu\text{C}$ ، وذلك عند وضعها على بعد 5.5 cm
من مركز كرة ثانية مشحونة بشحنة غير معروفة.
ما مقدار شحنة الكرة الثانية؟

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

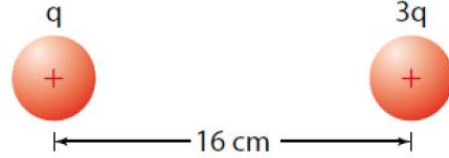
$$q_B = \frac{Fd^2}{Kq_A} = \frac{(0.36 \text{ N})(5.5 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{(9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)(2.4 \times 10^{-6} \text{ C})} = 5.0 \times 10^{-8} \text{ C}$$

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

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

$$q = \sqrt{\frac{Fd^2}{K}} = \sqrt{\frac{(0.28 \text{ N})(1.2 \times 10^{-1} \text{ m})^2}{(9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)}} = 6.7 \times 10^{-7} \text{ C}$$

48. يوضح الشكل 1-15 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 1-15

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

$$q_A = \sqrt{\frac{Fd^2}{3K}} = \sqrt{\frac{(0.28 \text{ N})(0.16 \text{ m})^2}{3(9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)}} = 5.2 \times 10^{-7} \text{ C}$$

$$q_B = 3q_A = 1.5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

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

- 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 .
- أوجد عدد الإلكترونات في قطعة النقد، علماً
أن متوسط عدد الإلكترونات التي لكل ذرة
يساوي 28.75 .
- أوجد شحنة الإلكترونات بالكولوم.

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

$$\text{Thus, it has } (0.08)(6.02 \times 10^{23}) = 5 \times 10^{22} \text{ atoms. a}$$

$$(5 \times 10^{22} \text{ atoms})(28.75 \text{ electrons/atom}) = 1 \times 10^{24} \text{ electrons. b}$$

$$(1.6 \times 10^{-19} \text{ coulombs/electron})(1 \times 10^{24} \text{ electrons}) = 2 \times 10^5 \text{ coulombs. c}$$

57. **حل واستنتج** وضعت الكرة A التي تحمل شحنة مقدارها $64 \mu\text{C}$ عند نقطة الأصل، ووضعت كرة ثانية B تحمل شحنة مقدارها $16 \mu\text{C}$ عند النقطة 1.00 m على محور x. أجب عن الأسئلة التالية:
a. أين يجب وضع كرة ثالثة C شحنتها $12 \mu\text{C}$ بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة فيها صفراً؟

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

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

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

2.00 m على المحور x

b. إذا كانت شحنة الكرة الثالثة C تساوي $6 \mu\text{C}$ فأين يجب وضعها على أن تبقى محصلة القوى المؤثرة فيها صفراً؟

b. الشحنة الثالثة q_c ، تُختصر من المعادلة، لذا فإن مقدارها ونوعها لا يكون مهماً.

c. إذا كانت شحنة الكرة الثالثة $12 \mu\text{C}$ ، فأين يجب وضعها على أن تبقى محصلة القوى المؤثرة فيها صفراً؟

c. كما في الفرع b، يكون مقدار الشحنة الثالثة q_c ونوعها ليس مهماً أيضاً.

54. في التجربة المستخدم فيها جهاز كولوم، يبعد مركز كرة شحنتها $3.6 \times 10^{-8} \text{ C}$ مسافة 1.4 cm عن مركز كرة ثانية غير معلومة الشحنة. فإذا كانت القوة بين الكرتين $2.7 \times 10^{-2} \text{ N}$ فما شحنة الكرة الثانية؟

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

$$q_B = \frac{Fd^2}{Kq_A} = \sqrt{\frac{(2.7 \times 10^{-2} \text{ N})(1.4 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{(9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)(3.6 \times 10^{-8} \text{ C})}}$$

$$= 1.6 \times 10^{-8} \text{ C}$$

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

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

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

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

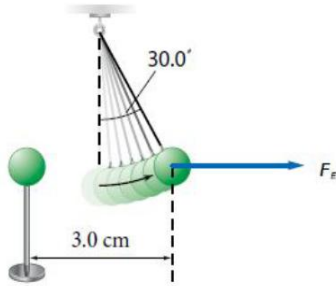
التفكير الناقد

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

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

$$= \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{(6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2)(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})} = 2.3 \times 10^{39}$$

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



الشكل 1-17

a. F_g المؤثرة في الكرة المعلقة.

$$F_g = mg = (1.0 \times 10^{-3} \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2) = 9.8 \times 10^{-3} \text{ N}$$

b. F_E المؤثرة في الكرة المعلقة.

b. F_E

$$\tan 30.0^\circ = \frac{F_E}{F_g}$$

$$\begin{aligned} F_E &= mg \tan 30.0^\circ \\ &= (1.0 \times 10^{-3} \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(\tan 30.0^\circ) \\ &= 5.7 \times 10^{-3} \text{ N} \end{aligned}$$

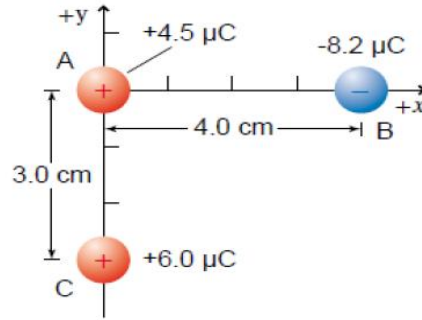
c. الشحنة على كل من الكرتين.

$$F = \frac{Kq_A q_B}{d^2}$$

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

$$q = \sqrt{\frac{Fd^2}{K}} = \sqrt{\frac{(5.7 \times 10^{-3} \text{ N})(3.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2)}{(9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)}} = 2.4 \times 10^{-8} \text{ C}$$

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



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

$$= \frac{Kq_A q_B}{d^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)(4.5 \times 10^{-6} \text{ C})(-8.2 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.040 \text{ m})^2}$$

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

The distance between the other two charges is

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

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

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

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

$$= \frac{Kq_C q_B}{d^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)(8.2 \times 10^{-6} \text{ C})(6.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.050 \text{ m})^2}$$

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

The components of F_2 are:

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

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

The components of the net (resultant) force are:

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

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

$$F_{\text{net}} = \sqrt{(350 \text{ N})^2 + (106 \text{ N})^2} = 366 \text{ N} = 3.7 \times 10^2 \text{ N}$$

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

$= 17^\circ$ below the negative x-axis

$$F_{\text{net}} = 3.7 \times 10^2 \text{ N at } 197^\circ \text{ from the positive x-axis}$$

$F = 3.7 \times 10^2 \text{ N}$ ، في اتجاه يصنع زاوية 197°
بالنسبة لمحور x الموجب.

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 ويمشورست 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 سائلاً بين 0°C و 4°C مقارنة بحالته عندما يكون صلباً عند 0°C . هذه القوى في طبيعتها ما هي إلا قوى كهروستاتيكية. ابحث في القوى الكهروستاتيكية بين الجزيئات، ومنها قوى فان ديرفال وقوى الاستقطاب، ووصف 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 تمدد الماء بين 0°C و 4°C .

60. وضعت شحنتان نقطيتان ساكنتان q_A و q_B بالقرب من شحنة اختبار موجبة، q_T ، مقدارها $+7.2\ \mu\text{C}$. فإذا كانت الشحنة الأولى q_A موجبة وتساوي $3.6\ \mu\text{C}$ وتقع على بُعد $2.5\ \text{cm}$ من شحنة الاختبار q_T عند زاوية 35° ، وكانت الشحنة q_B سالبة ومقدارها $-6.6\ \mu\text{C}$ وتقع على بُعد $6.8\ \text{cm}$ من شحنة الاختبار عند زاوية 125° :
a. فحدّد مقدار كل قوة من القوتين اللتين تؤثران في شحنة الاختبار q_T .

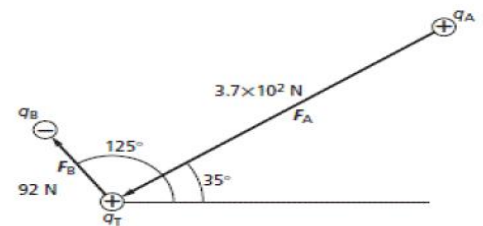
$$F_A = \frac{Kq_Tq_A}{d^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(7.2 \times 10^{-6} \text{ C})(3.6 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.025 \text{ m})^2}$$

$$= 3.7 \times 10^2 \text{ N, away (toward } q_T)$$

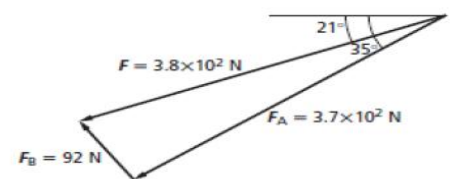
$$F_B = \frac{Kq_Tq_B}{d^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(7.2 \times 10^{-6} \text{ C})(6.6 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.068 \text{ m})^2}$$

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

b. ارسم مخطّط القوة.

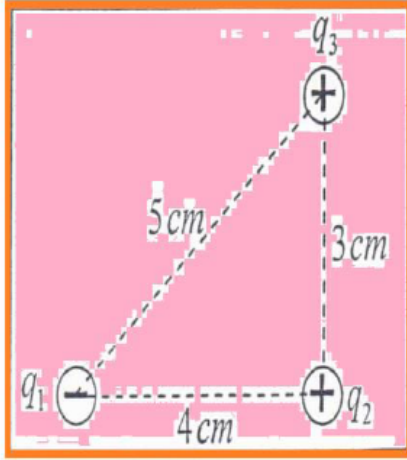


c. حدّد بالرسم القوة المحصلة المؤثرة في شحنة الاختبار q_T .



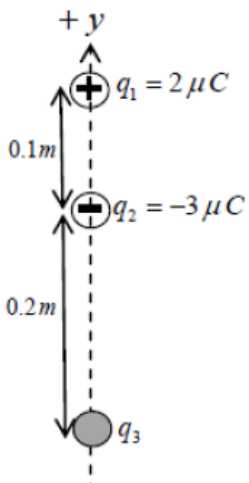
وضعت ثلاث رؤوس مثلث كما يظهر في الشكل إذا كانت $(q_1 = -8 \text{ nC})$ و $(q_2 = 2 \text{ nC})$ و $(q_3 = 5 \text{ nC})$ احسب مقدار القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة (q_2) وحدد اتجاهها ؟

الحل :

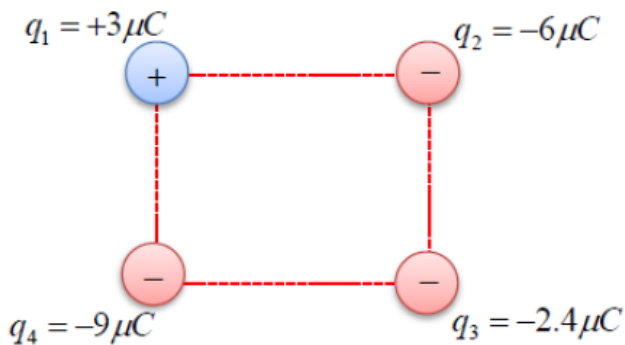


وضعت ثلاث شحنات على المحور y كما في الشكل وإذا كانت محصلة القوة الكهربائية على الشحنة q_1 تساوي 4.2 N باتجاه -y احسب مقدار الشحنة q_3 وحدد نوعها ؟

الحل :-

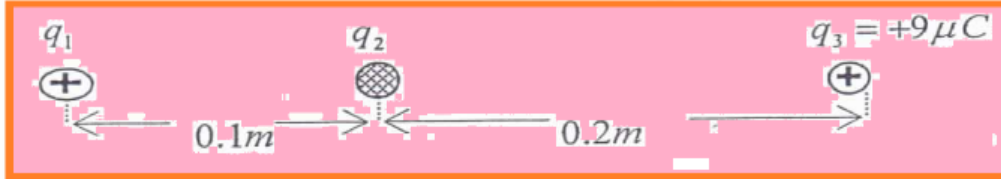


- توزعت أربع جسيمات صغيرة ومشحونة على رؤوس مربع طول ضلعه 15 cm كما في الشكل المجاور. احسب القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم ذي الشحنة q_3 .



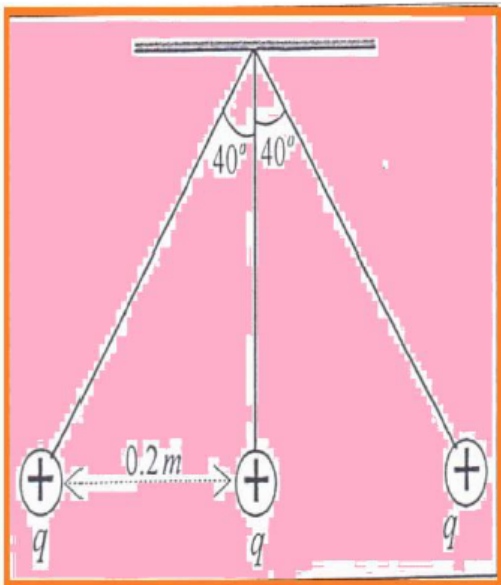
إذا كانت إحدى الشحنات (q_1) في السؤال متزنة فهذا يعني ان ($F_R=0$) وان ($F_{12}=F_{13}$) متساويان في المقدار ومتعاكسان في الإتجاه.

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 ($q=2\mu C$) علقت كل منهما بخط عازل وخفيف لا يمتد 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 الكهربية 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 الكهربية :

(أ) 4 (ب) 1/4 (ج) 2 (د) 1/2

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

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

(4) شحنتان نقطيتان القوة الكهربية المتبادلة بينهما (20N) عندما كان البعد بينهما (3cm) ، إذا اصبح البعد بين

الشحنتين (6cm) فان القوة الكهربية المتبادلة بينهما :

(أ) 10N (ب) 40N (ج) 5N (د) 80N

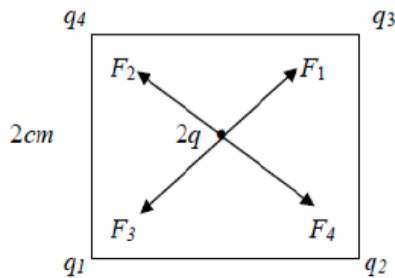
(5) تباعدت شحنتان من مسافة (1cm) الي (3cm) باي عامل تتغير القوة الكهربية بينهما :

(أ) 3 (ب) 1/3 (ج) 9 (د) 1/9

(6) شحنتان نقطيتان موجبتان القوة الكهربية 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 شحنت نقطية مقدار كل منها q موضوعة عند اركان مربع طول ضلعه 2cm

1 - جد القوة الكهربية المؤثرة على شحنة $2q$ موضوعة عند مركز المربع؟

2 - كم تصبح مقدار القوة الكهربية إذا أزيلت إحدى الشحنت؟

MR: mohamed atef

Tel: 0503136836

تمارين عامة علي الوحدة الأولى

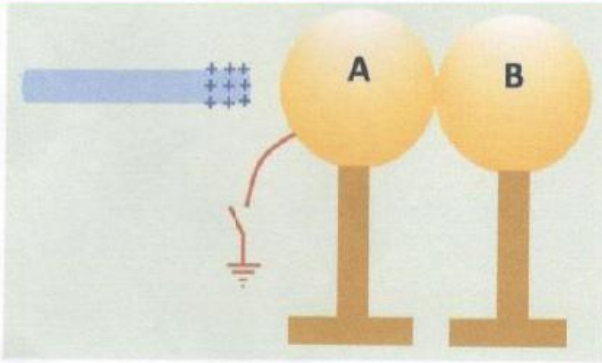
كرة فلزية متعادلة



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 بالأرض ثم ابعاد الساق فتصبح الكرة مشحونة بشحنة سالبة
ملاحظة : تقبل الاجابة المعبرة بالرسوم التخطيطية الصحيحة

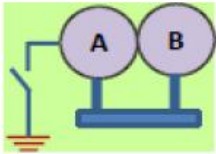
2 - يُظهر الشكل المجاور موصلين كرويين متماثلين



متلامسين، حيث يتصل الموصل A بالأرض بواسطة
سلك توصيل ومفتاح مفتوح، كما يُظهر الشكل ساق
زجاجية مشحونة بشحنة موجبة وقد قُرِبت من الموصل
A من جهة اليسار دون أن تلامسه. 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

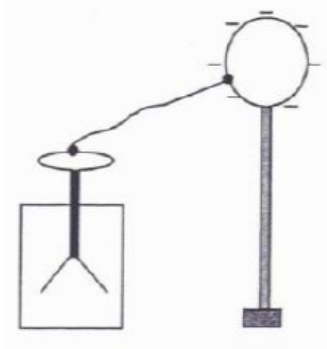
4- في الشكل المجاور: بعد فتح المفتاح (م) ثم إبعاد ساق الأبونيت عن الكرة :



- ☒ تشحن الكرة بشحنة موجبة
☐ تشحن الكرة بشحنة سالبة
☐ تبقى الكرة متعادلة
☐ 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 تأثر ورقتي الكشاف عند ملامسة سطح الموصل الكروي بجسم معين .

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

الحل :

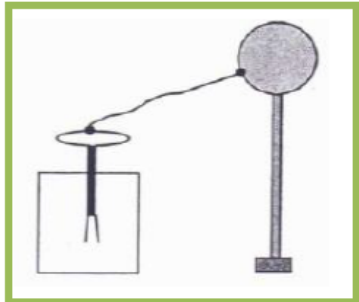
(1) الجسم غير موصل (عازل) ما يعني عدم انتقال الشحنة من الموصل الكروي

الي قرص الكشاف عن طريق اللمس (التوصيل) لذلك لم تتأثر ورقتي الكشاف .

(2) الجسم مشحون بشحنة موجبة وذلك لأن 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 كهربائي ، ما التغير الذي يطرأ علي ورقتي الكشاف عند تقريب جسم

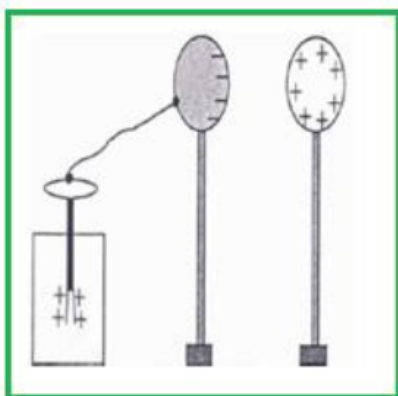
مشحون بشحنة موجبة من جهة اليمين للموصل الكروي ؟ برر إجابتك .

الحل :

تتفرج ورقتي الكشاف ، لأن الشحنة الموجبة التي تم تقريبها تكون علي الطرف

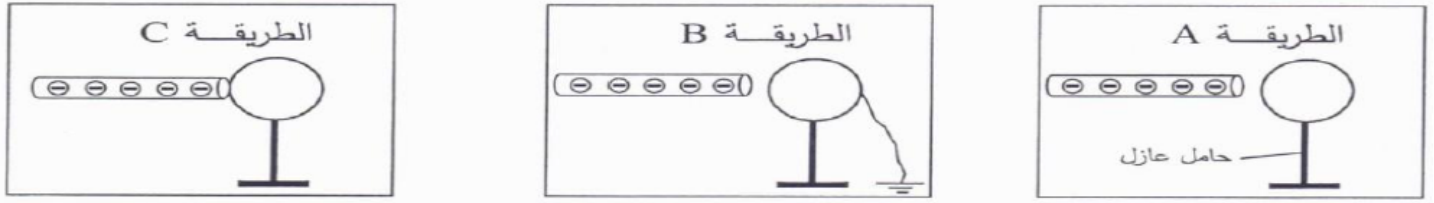
الايمن للموصل الكروي شحنة سالبة مقيدة في حين تتجمع الشحنة الموجبة الحرة

علي ورقتي الكشاف فتتفرجان 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 .

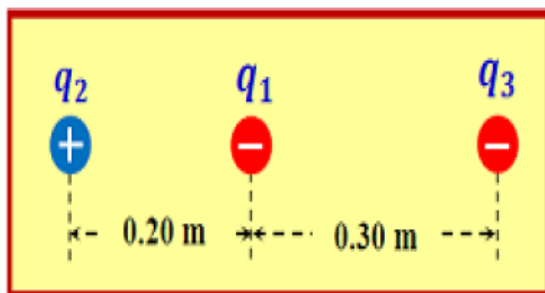
(3) في اي من هذه الطرائق الثلاث اصبحت الكرة مشحونة بشحنة اضافية وذلك بعد ابعاد الساق عنها .

(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 ابعاد الساق عن الكرة قارن بين

. C و B نوعي الشحنة علي الكرة في الطريقتين



و. وضعت ثلاث شحنات نقطية في الفراغ كما في الشكل المجاور . إذا

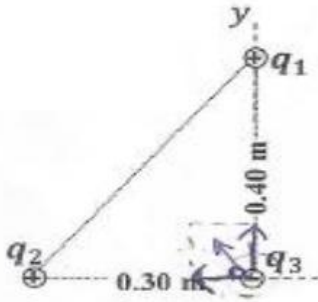
كانت $(q_1 = -2.0 \times 10^{-6} \text{ C})$ و $(q_2 = +1.6 \times 10^{-6} \text{ C})$

و $(q_3 = -2.0 \times 10^{-6} \text{ C})$:

• جد مقدار محصلة القوى الكهربائية المؤثرة في الشحنة q_1 .

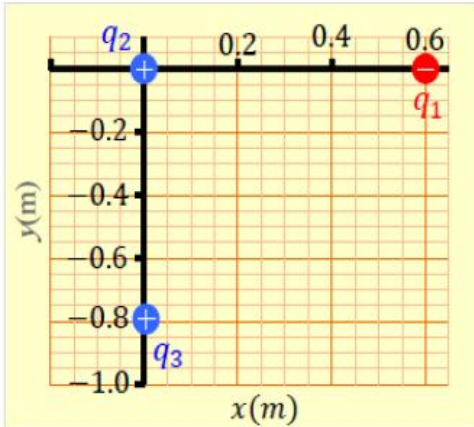
• إذا أبعدت الشحنة (q_2) نهائياً عن الشحنتين (q_1, q_3) ، فهل تزداد القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (q_1) أم تقل

أم لا تتغير ؟ 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 و 2).
- 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 مبين في الشكل المجاور. إذا كانت ($q_1 = -4 \times 10^{-8} \text{C}$ ، $q_2 = +8 \times 10^{-8} \text{C}$ ، $q_3 = +6 \times 10^{-8} \text{C}$) :

- جد مقدار القوة الكهربائية 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 الكهربائية المؤثرة في q_2 أم يقل أم يبقى ثابتاً ؟ ولماذا ؟

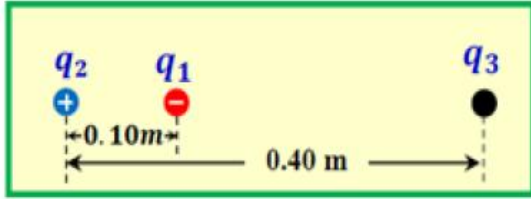
- 12- بأي عامل يتغير مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين عند زيادة البعد بينهما إلى مثلي ما هو عليه؟

4 ☐

$\frac{1}{4}$ ☐

$\frac{1}{2}$ ☐

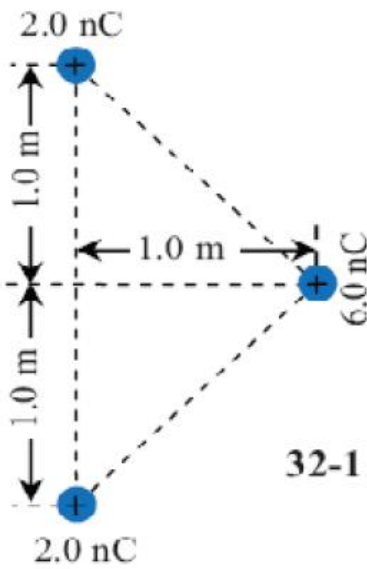
2 ☐



13- في الشكل المجاور الشحنات النقطية 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 زادت 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- وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث كما في الشكل 32-1. جد مقدار القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة 6.0 nC.

الشكل 32-1

15- شحنتان نقطيتان تقعان على المحور y ، حيث تقع الشحنة الأولى $q_1 = -9.0 \mu\text{C}$ عند الموضع $y = +6.0 \text{ m}$ وتقع الشحنة الثانية $q_2 = -16 \mu\text{C}$ عند الموضع $y = -4.0 \text{ m}$. أين يمكن أن نضع شحنة ثالثة بحيث تكون محصلة القوى المؤثرة فيها صفراً؟

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

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

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

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

15. في لحظة الانشطار النووي، تنقسم نواة اليورانيوم ^{235}U التي تحتوي على 92 بروتوناً إلى نواتين جديدتين بهما عدد البروتونات نفسه ونصف قطر كل منهما $5.9 \times 10^{-15} \text{ m}$. ما مقدار قوة التنافر بينهما؟

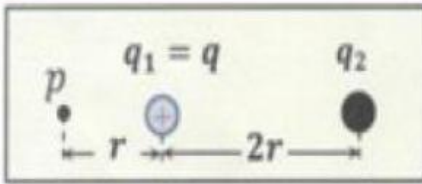
$$F_g = F_e$$

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

$$q^2 = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 7.36 \times 10^{22} \times 5.98 \times 10^{24}}{8.99 \times 10^9}$$

$$q^2 = 32.7 \times 10^{48} \Rightarrow q = \pm 5.71 \times 10^{13} \text{ C}$$

16- القمر ($m = 7.36 \times 10^{22} \text{ kg}$) مقيّد في فلكه بالأرض ($M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$) بسبب الجاذبية. لنفرض أن تجاذبهما ليس بسبب الجاذبية، بل لأنهما يحملان شحنتين مختلفتين في النوع، لكن متساويتين في المقدار. ما مقدار شحنة كل منهما لكي يتجاذبا بالقوة نفسها؟



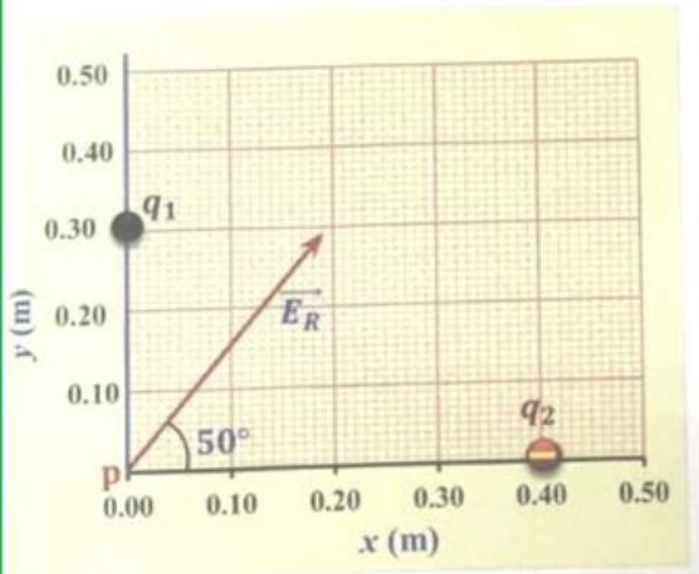
17- يُظهر الشكل المجاور شحنتان نقطيتان يحيط بهما الهواء. إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة p تساوي صفراً، فما كمية الشحنة q_2 ؟

☐ $-3q$

☐ $-2q$

☐ $-9q$

☐ $-4q$

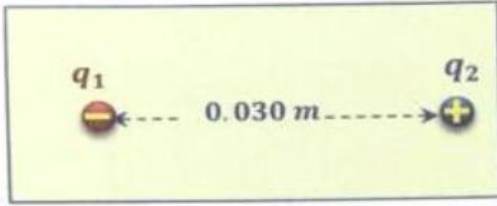


18- وضعت الشحنتان النقطيتان (q_1 ، q_2) في الهواء على محاور الإحداثيات كما في الشكل المجاور، حيث ($\vec{E}_R$) تمثل شدة المجال الكهربائي المحصل الناشئ عنهما عند النقطة p (0,0)، فإذا كانت ($q_2 = -8.0 \times 10^{-9} \text{ C}$) حسب كمية الشحنة q_1 وحدد نوعها.

19- وضعت الشحنتان النقطيتان (q_1 ، q_2) في الهواء كما في الشكل المجاور، إذا كانت

($q_1 = -6.0 \times 10^{-9} \text{C}$) و ($q_2 = +7.0 \times 10^{-9} \text{C}$).

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



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



$q_1 = -4.8 \times 10^{-12} \text{C}$ $q_2 = +3.2 \times 10^{-10} \text{C}$ $q_3 = -3.2 \times 10^{-12} \text{C}$ $q_4 = -3.2 \times 10^{-10} \text{C}$

1 - ما هي القضبان المصنوعة من الزجاج وتلك المصنوعة من الإيونييت (البلاستيك)؟

2- أي منها فقد إلكترونات وكم عددها . شحنة الإلكترون هي $e = -1.6 \times 10^{-19} \text{C}$.

3- أي من القضبان تتنافر مع القضيب 3؟

4- إذا تلامس القضبان 1 و 2 في أي جهة تنتقل الإلكترونات ولماذا ؟

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

القضبان 1 ، 3 و 4 مصنوعة من الإيونييت أو البلاستيك لأنها تحمل شحنة سالبة.



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

القضبان 1 ، 3 و 4 اكتسبت إلكترونات لأنها تحمل شحنة سالبة.

عدد الإلكترونات المفقودة:

$+1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ → 1

$+3.2 \times 10^{-10} \text{C}$ → n

$n = 2 \times 10^9$

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



4- إذا تلامس القضبان 1 و 2 فإن الإلكترونات تنتقل

من القضيب رقم 1 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

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 ذلك 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

21- ثلاثة قضبان A, B, C مصنوعة من مواد مختلفة A من الزجاج، B مصنوع من البلاستيك، C من النحاس نلمس 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.

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



22- نضع قضيباً معدنياً AB على حامل عازل ثم نعلق كرية من البولستران المغلف بالألمنيوم ملاصقة للنهاية B كما يبينه الشكل المقابل.

نمسك القضيب C باليد مباشرة ونحركه بقطعة قماش ثم نلمس به النهاية A فتبتعد الكرية.

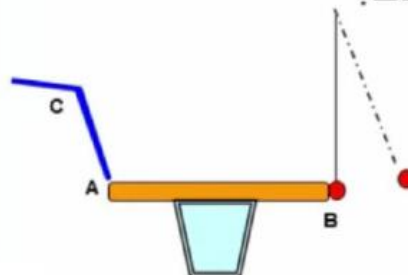
1- من بين المواد التالية، ما هي المواد التي يمكن أن يكون قد صنع منها القضيب C: الزجاج، الحديد، البلاستيك، الألمنيوم.

2- فسر سبب ابتعاد الكرية ؟
عند ذلك القضيب C بقطعة القماش شُحن بشحنة كهربائية قدرها $q = -64 \times 10^{-5} \text{ coulomb}$

3- ما هي المادة التي صنع منها القضيب C ؟

4 - هل اكتسب هذا القضيب أم فقد الإلكترونات؟ 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 شُحن بشحنة سالبة.

4- هذا القضيب اكتسب إلكترونات لأن شحنته سالبة.

5- عدد هذه الإلكترونات.

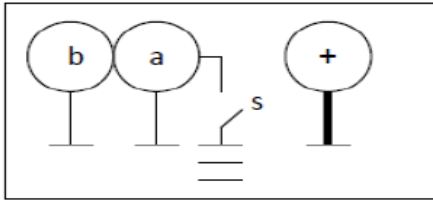
$$q = n \times (-1.6 \times 10^{-19}) \text{ ومنه.}$$

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

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

اختبار قصير على الشحنات الكهربائية

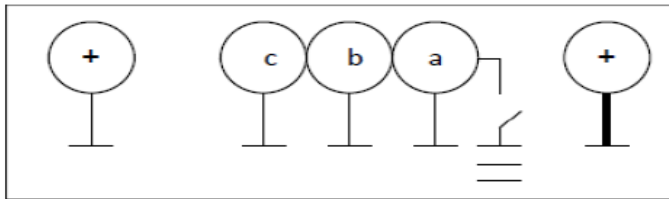
1- في الشكل المقابل إذكر شحنة كل من الموصلين المعزولين (a ، b) قبل غلق المفتاح و بعد غلق المفتاح (s) :



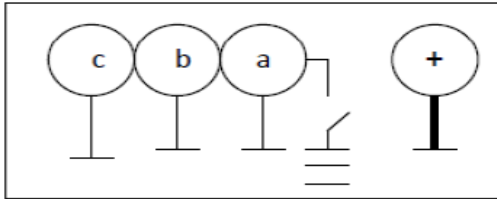
حالة المفتاح	q_a	q_b
قبل الغلق		
بعد الغلق		

2 - في كل شكل من الأشكال التالية :

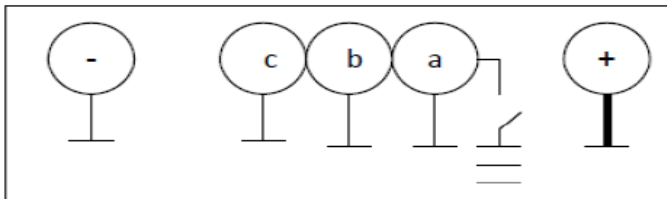
أذكر نوع شحنة الموصلات (a ، b ، c) المعزولة قبل وبعد قفل المفتاح:



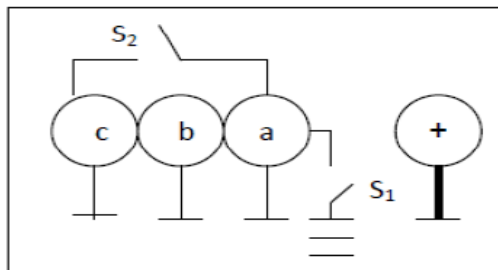
حالة المفتاح	q_a	q_b	q_c
مفتوح			
مغلق			



حالة المفتاح	q_a	q_b	q_c
مفتوح			
مغلق			



حالة المفتاح	q_a	q_b	q_c
مفتوح			
مغلق			



q_b	q_a	حالة المفتاح	
		S_2	S_1
		مفتوح	مفتوح
		مغلق	مفتوح
		مفتوح	مغلق
		مغلق	مغلق

أذكر أهم تطبيقات الكهرباء الساكنة؟

- 1- تجميع السناج من المداخل
- 2- شحن قطرات الطلاء الصغيرة جدا بالحث واستعمالها في طلاء السيارات بصورة منظمة جدا
- 3- آلة التصوير الفوتغرافي لحدوث تجاذب بين الحبر والورقة

ماهي المشكلات الناتجة عن الكهرباء الساكنة؟

- 1- تجمع الشحنات الساكنة علي فيلم يكون سبب في جذب الغبار عليه مسببا تلفه
- 2- تتعطل الآلات اليكترونية عند تفريغ الشحنة الساكنة فيها

MR: mohamed atef

Tel: 0503136836

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

5. القوة الكهربائية المتبادلة بين جسمين مشحونين تساوي 86 N. إذا حُرِّك الجسمان بحيث أصبحا على بُعد يساوي ستة أمثال البعد الذي كانا عليه سابقاً 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 جسماً 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 الكهروستاتيكية 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

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

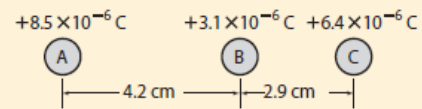
- (A) 7.5×10^{-11} إلكترون
(B) 2.1×10^{-9} إلكترون
(C) 1.2×10^8 إلكترون
(D) 4.7×10^8 إلكترون

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 وُضعت ثلاث شحنات A و B و C، 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 كشاف 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

9. ذلك أحمد بالونًا بقطعة صوف، فشحن البالون بشحنة سالبة ومقدارها $8.9 \times 10^{-14} \text{ C}$. ما القوة المتبادلة بين البالون وكرة فلزية مشحونة بـ 25 C وتبعد 2 km عنه؟

$8.9 \times 10^{-15} \text{ N}$ (A)

$5.0 \times 10^{-9} \text{ N}$ (B)

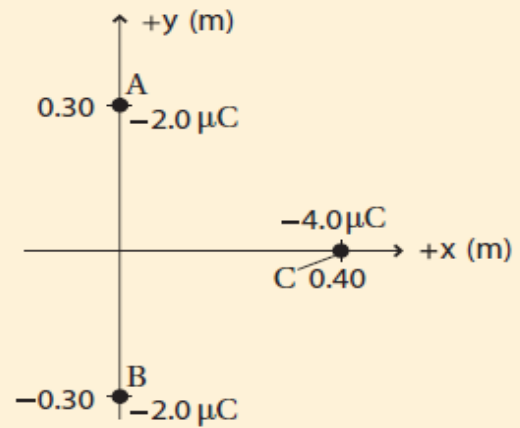
$2.2 \times 10^{-12} \text{ N}$ (C)

$5.6 \times 10^4 \text{ N}$ (D)

الأسئلة الممتدة

10. بالرجوع إلى الرسم أدناه، ما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة C من قبل الشحنتين A و B؟ ضمّن إجابتك رسمًا بيانيًا يوضح متجهات القوى.

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



MR: mohamed atef

Tel: 0503136836