الشحـنة الكهربائيـة

رمزها : q , **وحدة قياسها :** كولوم C

أجزاء الكولوم : ميكروكولوم $(\mu C = 10^{-6} C)$, نانوكولوم $(nC = 10^{-9} C)$

أنواعها :1) موجبة مثل شحنة البروتون 2) سالبة مثل شحنة الإلكترون .

علل : بالرغم أن الذرة تحوي بروتونات موجبة وإلكترونات سالبة إلا أنها متعادلة كهربائياً (شحنتها الكلية صفر) ؟

لأن عدد البروتونات والإلكترونات متساوي ومقدار شحنتيهما متساوي أيضاً .

الجسيم	الشحنة
الإلكترون	$-1.6\times10^{-19}\,C$
البروتون	$+1.6\times10^{-19}\,C$
النيوترون	0

خصائص الشحنة الكهربائية :

1) الشحنات المتشابه تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب .

2) الشحنة محفوظة . أي لا تفنى ولا تستحدث ومجموعها الكلي يبقى ثابت .

3) الشحنة مكماة .أي أن شحنة أي جسم (q) تساوي مضاعفات صحيحة للشحنة الأولية $(e = q_e = 1.6\times10^{-19}\,C)$.

$$q = \pm n e \;\Rightarrow\; n = \frac{|q|}{e}$$

n : عدد صحيح موجب يمثل عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة .

علل يُشحن الجسم بشحنة كهربائية عندما يفقد أو يكتسب الإلكترونات فقط ؟

لأن البروتونات ثابتة نسبياً في النواة أما الإلكترونات خارج النواة فيسهل انتقالها.

** **إذا فقد الجسم المتعادل إلكترونات يصبح موجباً وإذا اكتسب إلكترونات يصبح سالباً .**

تقسم المواد من حيث مقدراتها على نقل الشحنة إلى :

1) **مواد موصلة** . تنتقل الشحنات خلالها بسهوله مثل : النحاس , الحديد , جسم الإنسان , الأرض .....

2) **مواد عازلة** . لا تنتقل الشحنات خلالها بسهولة مثل : الحرير , الزجاج , البلاستيك , الصوف .....

3) **مواد شبة موصلة** مثل السيليكون والجرمانيوم 4) **مواد فائقة التوصيل** .

طرق شحن الأجسام : 1) الدلك 2) اللمس (أو التوصيل) 3) الحث (أو التأثير) 4) الاستقطاب .

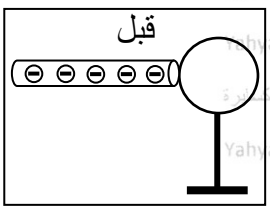
الشحن بالـدلك

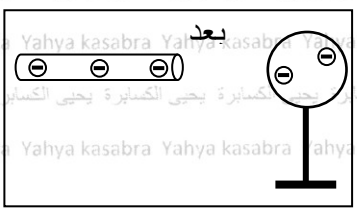
مثال عليه : دلك ساق أبونيت بقطعة صوف . (الأبونيت يصبح سالب والصوف موجب) .

* شحنة الدالك تساوي وتخالف شحنة المدلوك لأن عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الالكترونات المكتسبة .

* عند استخدام هذه الطريقة مع الموصل يجب مسكه بعازل حتى لا تنتقل الشحنات المتكونة عليه إلى الجسم ثم إلى الأرض

الشحن باللمس (التوصيل)





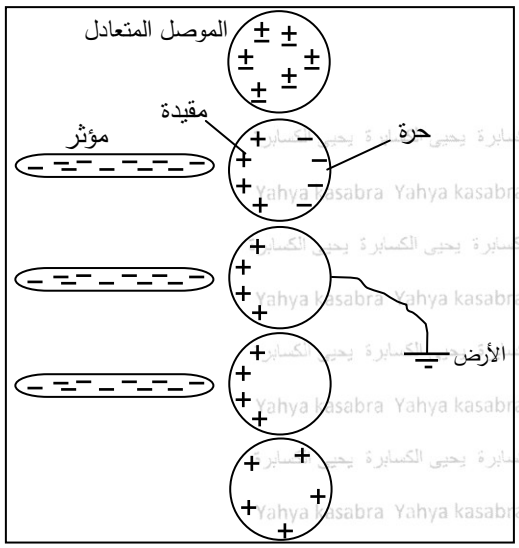
* شحنة الجسمين بعد التلامس تكون من نفس النوع .

* تقل شحنة الجسم المشحون أصلاً (المؤثر) .

* مجموع شحنتي الجسمين قبل اللمس يساوي مجموع شحنتيهما بعد اللمس (لأن الشحنة محفوظة) .

* تصلح لشحن المواد الموصلة والعازلة إلا أنها أكثر فاعلية مع المواد الموصلة .

الشحن بالتأثير (أو الحث)



هو عملية شحن **الموصل** بوضعه قرب جسم آخر مشحون .

1) تقريب المُؤثر من الموصل دون ملامسة .

يتكون على طرف الموصل القريب من المؤثر شحنة مقيدة لتجاذبها مع شحنة المؤثر وعلى الطرف البعيد شحنة حرة .

2) التأريض .

(وصل الموصل بالأرض أو لمسه باليد بوجود المؤثر للتخلص من الشحنة الحرة) .

3) قطع الاتصال مع الأرض بوجود المؤثر .

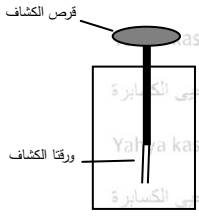
4) إبعاد المؤثر .

* التوصيل بالأرض وقطع الاتصال بالأرض يجب أن يتم بوجود المؤثر وإلا سيتعادل الموصل ولا يُشحن .

خصائصه :

1) يصلح لشحن المواد الموصلة فقط 2) لا تنقص شحنة المؤثر 3) الشحنة النهائية الناتجة تكون مخالفة لشحنة المؤثر

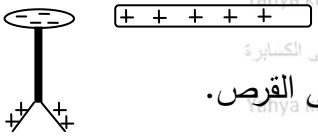
سؤال) قُرب ساق معدني مشحون موجب من قرص كشاف كهربائي متعادل كما في الشكل دون أن يلامسه :



1) ماذا يحدث لورقتي الكشاف مع التفسير .

2) إذا أُبعد الساق المعدني ماذا يحدث لورقتي الكشاف .

3) إذا قُرب الساق المعدني المشحون من جديد من القرص وتم لمس القرص ثم قطع التلامس وأبعد الساق ماذا يحدث لورقتي الكشاف .



الحل :

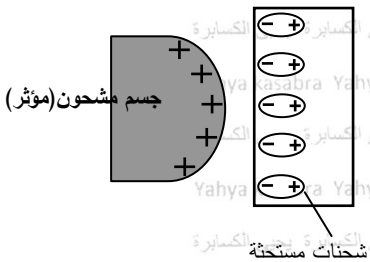
1) تنفرج الورقتان لأن الشحنة الحرة (الموجبة) تتجمع عليهما في حين الشحنة المقيدة تتجمع على القرص.

2) تعود الورقتان دون انفراج .

3) عند لمس القرص تتعادل شحنة الورقتين مع الأرض وتنقبض الورقتان وعند إبعاد الساق تتوزع شحنة القرص السالبة على القرص والساق والورقتين وتعود الورقتان للإنفراج من جديد ولكن أقل من ذي قبل .

الشحن بالاستقطاب

هو إعادة اصطفاف الشحنات داخل الجزيئات على سطح المادة **العازلة** بتأثير شحنة المؤثر .



- تصلح لشحن المواد العازلة فقط .
- الشحنة الكلية للجسم المستقطب = صفر

*** ما وجه الشبه بين الاستقطاب والحث ؟** عدم التلامس مع المؤثر .

*** ما وجه الاختلاف بين الاستقطاب والحث ؟**

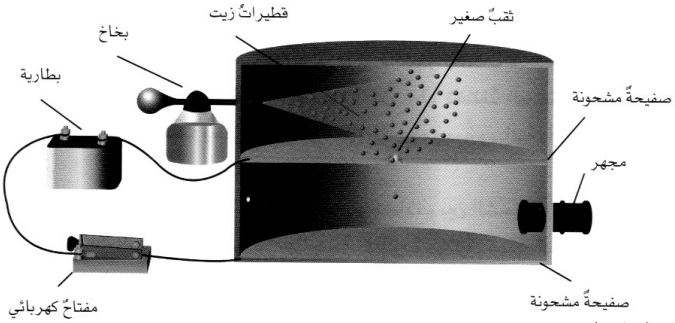
1) الحث لشحن المواد الموصلة بينما الاستقطاب لشحن المواد العازلة .

2) في الحث يكون للموصل شحنة محصلة أما في الاستقطاب فتكون الشحنة المحصلة صفر .

كيف تفسر انجذاب قصاصات الورق غير المشحونة لمشط مشحون ؟

لأن شحنة المشط تُولد شحنة مستحثة على سطح الورقة فتنجذب نحوه .

تجربة مليكان



الهدف منها : قياس شحنة الإلكترون .

الجهاز المستخدم : كما في الشكل .

الاستنتاج : الشحنة الكهربائية مكماة .

كيف أثبت مليكان أن الشحنة مكماة ؟

وجد أن شحنة قطيرات الزيت تساوي دائماً أعداداً صحيحة من شحنة الإلكترون .

أسئلة مراجعة

س1) أجب عما يلي :

1) إذا مسكت ساق نحاسية ودلكتها بقطعة صوف ثم قربتها من ساق أبونيت دُلكت بالصوف أيضاً فإنهما لا تتجاذبان ولا تتنافران ؟

2) لماذا يكون المرذاذ الإلكتروستاتيكي أكثر فاعلية من المرذاذ العادي ؟

3) يمكن شحن معادن كالنحاس والفضة بواسطة الحث بينما لا يمكن ذلك مع المواد البلاستيكية اشرح السبب

4) أيهما يعتبر دليلاً قطعياً على أن جسماً ما مشحون , تجاذبه مع جسم آخر أم تنافره معه .فسر إجابتك .

5) هل يدل تجاذب بالون مشحون بشحنة سالبة مع الجدار على أن شحنة الجدار موجبة ؟ فسر إجابتك .

6) ما المبدأ الذي كشفته تجربة مليكان حول طبيعة شحنة الإلكترون .

7) بعض الأجسام التي على الأرض ليس لها شحنة محصلة علماً أنها تحتوي على كمية هائلة من الإلكترونات كيف يكون ذلك ممكناً

8) إذا حصل تجاذب بين جسم متدلٍ وجسم آخر مشحون هل تستطيع أن تستنتج أن الجسم المتدلي مشحون .

9) فسر: عندما تدلك بجواربك الصوفية سجادة الغرفة بقوة ثم تلمس قبضة الباب المعدنية تتعرض لصدمة كهربائية

الحل :

1) لأن الشحنة المتكونة على النحاس تنتقل بسهولة إلى جسم الإنسان ومنه إلى الأرض .

2) لأنه يوفر كمية كبيرة من الطلاء المستخدم .

3) لأن البلاستيك مادة عازلة لا تنقل الشحنات بسهولة

4) التنافر , لأن التجاذب قد يكون نتيجة شحنة سطحية مستحثة .

5) لا , لأن شحنة البالون تستحث شحنة سطحية على الجدار فيتجاذبا

6) الشحنة مكماة .

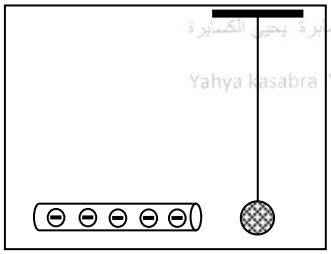
7) يتعادل كل إلكترون مع بروتون .

8) لا , قد يكون الجسم المتدلي متعادل واسْتُحث عليه شحنة سطحية بواسطة الجسم المشحون .

9) لأن جسم السيارة موجب الشحنة يجذب القطيرات سالبة الشحنة .

عن عثمان رضي الله عنه، قال: قال رسولُ الله صلى الله عليه وسلم: (مـا مِـن امـرئٍ مسـلمٍ تَحضُـرُه صـلاةٌ مكتوبـة، فيُحسِـنُ وُضـوءها وخُشوعَها ورُكوعَها؛ إلا كانتْ كفَّارَةً لما قبلها من الذُّنوب، ما لم يُؤْتِ كبيرةً، وذلك الدَّهرَ كلَّه) رواه مسلم .

س2) قربت ساق أبونيت مشحونة بشحنة سالبة من كرة نخاع بيلسان متعادلة ومعلقة بحامل كما في الشكل فلوحظ انجذاب الكرة نحو الساق ثم ابتعادها عنه , فسر ذلك ؟



الحل :

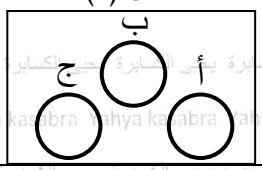
في البداية شحنة الساق تستحث شحنة سطحية على الكرة فتجذبها وعندما تلامس الكرة الساق تشحن باللمس بشحنة سالبة فتتنافر مع الساق .

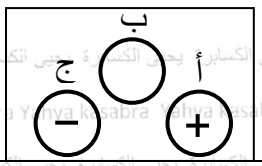
س3) في الشكل (1) الكرات الثلاث موصلة ومتعادلة , إذا أبعدت الكرة (ب) بعازل فحدد شحنة كل كرة على الشكل (2) ؟

الحل :

الشكل (1)

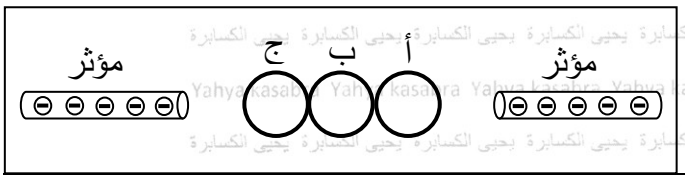
الشكل (2)





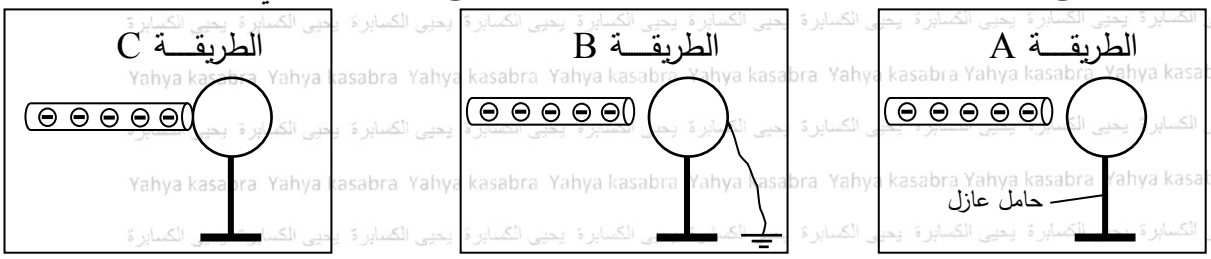
س4) في الشكل الكرات موصلة ومتعادلة , والمؤثران متماثلان تماماً إذا أبعدت الكرة (ب) بعازل فحدد شحنة كل كرة

الحل :



أ : موجبة ب : سالبة ج) موجبة

س5) استخدمت ساق أبونيت سالبة لشحن كرة فلزية صغيرة بثلاث طرائق مختلفة كما في الأشكال التخطيطية الآتية



1) في أي الطرائق الثلاث يتم انتقال الشحنة من ساق الأبونيت إلى الكرة .

2) ارسم مخططاً لتوزيع الشحنات على الكرات في كل طريقة .

3) في أي من هذه الطرائق الثلاث أصبحت الكرة مشحونة بشحنة إضافية وذلك بعد إبعاد الساق عنها .

4) في أي طريقة تشحن الكرة بطريقة الحث .

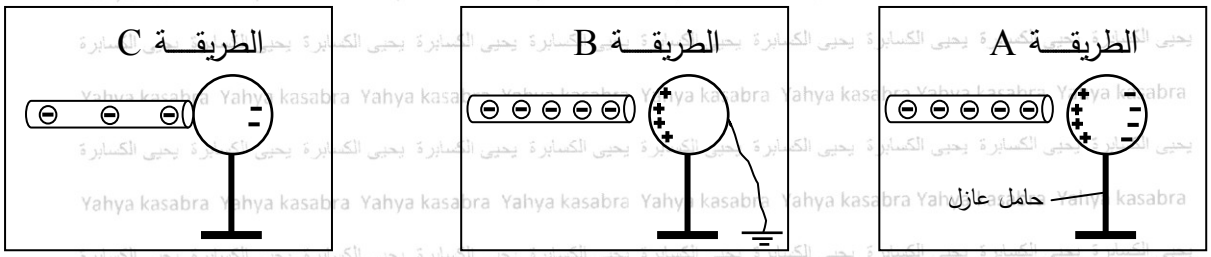
5) وضح ما حدث للشحنة على الساق بعد إبعادها عن الكرة في كل طريقة من الطرائق الثلاث .

6) في الطريقة B افترض أن الاتصال قطع بالارض أولاً ثم أبعد الساق عن الكرة قارن بين نوعي الشحنة على الكرة في الطريقتين B و C .

الحل :

1) C

2)



3) C 4) B 5) A : لا تتأثر B : لا تتأثر C : تقل 6) B : موجبة C : سالبة

س6) أ) بالون مشحون بشحنة سالبة تساوي $(6\mu C)$ ما عدد الإلكترونات الزائدة التي يحملها .

ب) ما الشحنة الكلية لـِ (7×10^{13}) إلكترون و (4×10^{13}) بروتون ؟

الحل :

أ) $$q = \pm ne \Rightarrow n = \frac{|q|}{e} = \frac{6\times10^{-6}}{1.6\times10^{-19}} = 3.75\times10^{13}$$

ب) $$q = \pm ne = -(7\times10^{13} - 4\times10^{13})\times1.6\times10^{-19} = -4.8\times10^{-6}\,C$$

س7) يحتوي جرام واحد من النحاس على (9.48×10^{21}) ذرة وداخل كل ذرة يوجد (29) إلكتروناً :

1) ما عدد الإلكترونات في واحد جرام من النحاس 2) ما الشحنة الكلية لهذه الإلكترونات .

الحل :

1) $n = 29\times9.48\times10^{21} = 2.75\times10^{23}$ 2) $q = \pm ne = -2.75\times10^{23}\times1.6\times10^{-19} = -44000\ C$

س8) جسم شحنته $(-3\times10^{-12}\,C)$, ما عدد الإلكترونات التي يجب أن يفقدها أو يكتسبها الجسم لتصبح شحنته $(+1.8\times10^{-12}\,C)$ ثم حدد هل الجسم يكسب أم يفقد الإلكترونات ؟

الحل :

$$\Delta q = 1.8\times10^{-12} - (-3\times10^{-12}) = 4.8\times10^{-12}\,C$$

$$\Delta q = \pm ne \Rightarrow n = \frac{\Delta q}{e} = \frac{4.8\times10^{-12}}{1.6\times10^{-19}} = 3\times10^{7}$$ يفقد لأن (Δq) موجبة .

س9) كرتان موصلتان ومتماثلتان شحنة الأولى $(-8\,\mu C)$وشحنة الثانية $(+2\,\mu C)$تلامست الكرتان ثم فصلتا

1) ما شحنة كل منهما بعد التلامس ولماذا ؟ 2) احسب عدد الإلكترونات التي انتقلت بين الكرتين وحدد اتجاه حركتها ؟

الحل :

1) $q = \frac{(-8+2)}{2} = -3\,\mu C$ (لأن الشحنة محفوظة أي أن مجموع الشحنتين قبل التلامس يساوي مجموعهما بعد التلامس)

2) بما أن التغير في مقدار كل من الشحنتين يساوي $(\Delta q = 5\,\mu C)$ فإن : $n = \frac{\Delta q}{e} = \frac{5\times10^{-6}}{1.6\times10^{-19}} = 3.125\times10^{13}$

الإلكترونات انتقلت من الموصل الأول إلى الموصل الثاني لأن الشحنة السالبة للموصل الأول قلت .

س10) اختر الإجابة الصحيحة :

وضع جسم سالب الشحنة على مقربة من موصل غير مشحون ومتصل بالأرض أجب عن الفقرتين التاليتين

1) ما اسم عملية الشحن هذه .

أ) الدلك ب) الحث ج) التوصيل د) الاستقطاب

2) ما نوع الشحنة التي يكتسبها الموصل :

أ) لا يمكن تحديدها ب) موجبة ج) سالبة د) موجبة من جهة وسالبة من الجهة المقابلة

3) ماذا يحدث عندما يدلك قضيب مطاطي بقطعة فراء تعطيه شحنة سالبة ؟

أ) تنتزع البروتونات من القضيب ب) يصبح الفراء سالباً أيضاً ج) تضاف الإلكترونات إلى القضيب د) يبقى الفراء متعادلاً

4) بعد دلك قضيب زجاجي بالحرير صار القضيب موجباً إذ :

أ) انتزعت الإلكترونات من القضيب ب) أضيفت البروتونات إلى القضيب ج) انتزعت البروتونات من القضيب د) بقي الحرير متعادلاً

5) أيها يُسهل أكثر نقل الشحنة :

أ) غير الموصلات ب) شبة الموصلات ج) الموصلات د) العوازل

6) أيها يصف العوازل الكهربائية :

أ) الشحنات على سطحها لا تتحرك ب) تتحرك الشحنات فيها بحرية أكثر

ج) لها قوة شد عالية د) هي موصلة جيدة للحرارة

7) طريقة شحن الموصل بمجاورته لجسم آخر مشحون ومن ثم توصيل الموصل بالأرض تسمى :

أ) الشحن بالتماس ب) الشحن بالأستقطاب ج) الحث د) التعادل

8) يمكن شحن الموصلات والعوازل بواسطة :

أ) التوصيل بالأرض ب) الاستقطاب ج) الحث د) التوصيل

9) بعكس شحن العوازل يمكن شحن الموصلات بواسطة :

أ) التوصيل بالأرض ب) الحث ج) الاستقطاب د) الاتصال

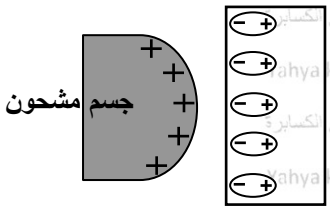
10) تحدث قوة التنافر بين شحنتين عندما :

أ) تختلف إشارتا الشحنتين ب) يتساوى مقدارا الشحنتين ج) تتشابه إشارتا الشحنتين د) يختلف مقدارا الشحنتين

11) الشحنة الكهربائية :

أ) توجد فقط في الموصلات ب) توجد فقط في العوازل ج) محفوظة د) غير محفوظة

12) يوضح الشكل المجاور الشحن بوساطة :



أ) التوصيل بالأرض ب) الاستقطاب ج) الاتصال د) الحث

13) يمكن إحداث شحنة سطحية على العوازل بواسطة :

أ) التوصيل بالأرض ب) الاستقطاب ج) الحث د) التوصيل

14) أكدت تجربة روبرت ميلكان :

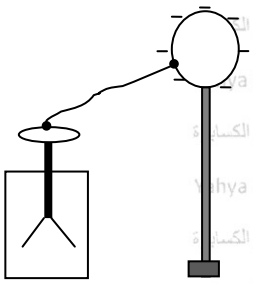
أ) مبدأ تكمية الشحنة ب) تساوي جهود النقاط على السطح نفسه للموصل

ج) انعدام المجال داخل الموصل د) صحة اعتماد مقدار القوة الكهربائية على أنواع الشحنات

الإجابة :

1) ب 2) ب 3) ج 4) أ 5) ج 6) أ 7) ج 8) د 9) ب 10) ج 11) ج 12) ب 13) ب 14) أ

س11) في الشكل موصل كروي مشحون ويرتكز على عازل وسطحه متصل بقرص كشاف كهربائي , فسر الآتي :



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

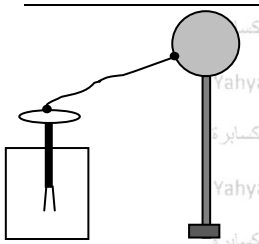
2) يقل انفراج ورقتي الكشاف عند تقريب جسم موصل من الموصل الكروي .

الحل :

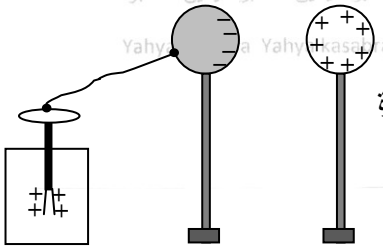
1) الجسم غير موصل (عازل) ما يعني عدم انتقال الشحنة من الموصل الكروي إلى قرص الكشاف عن طريق اللمس (التوصيل) لذلك لم تتأثر ورقتي الكشاف .

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

س12) يبين الشكل المجاور موصل كروي يرتكز على حامل عازل وسطحه متصل بقرص كشاف كهربائي , ما التغير الذي يطرأ على ورقتي الكشاف عند تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من جهة اليمين للموصل الكروي ؟ برر إجابتك .



الحل :



تنفرج ورقتي الكشاف , لأن الشحنة الموجبة التي تم تقريبها تكون على الطرف الأيمن للموصل الكروي شحنة سالبة مقيدة في حين تتجمع الشحنة الموجبة الحرة على ورقتي الكشاف فتنفرجان كما في الشكل .

القوة الكهربائية (F_e)

هي القوة التي تُؤثر بها الشحنات الكهربائية على بعضها البعض .

عن علي رضي الله عنه قال : رأيت رسول الله صلى الله عليه وسلم أخذ حريرا , فجعله في يمينه , وذهبا فجعله في شماله , ثم قال : (إن هذين حرام على ذكور أمتي) رواه أبو داوود بإسناد حسن .

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

2) تنافر . (بين الشحنات المتشابه)

خصائصها : 1) مجالية . (تؤثر عن بُعد دون تماس)

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

3) تجاذب وتنافر .

**** تحسب من قانون كولوم :**

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

يُعطى في الامتحان

r : البعد بين الشحنتين (بالمتر) .

k_c : ثابت كولوم حيث أن $k_c = 8.99\times10^9\ N m^2/C^2$

$|q_1|$: مقدار الشحنة الأولى $|q_2|$: مقدار الشحنة الثانية .

نص قانون كولوم :

مقدار القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين يتناسب طردياً مع ناتج ضرب الشحنتين وعكسياً مع مربع البعد بينهما

اتجاهها :

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

العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية :

1) مقدار كل من الشحنتين . $(F \propto q_1 q_2)$ [القوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين]

2) البعد بين الشحنتين . $(F \propto \frac{1}{r^2})$ [القوة تتناسب عكسياً مع مربع البعد بين الشحنتين]

3) نوع الوسط الفاصل بين الشحنتين .

ملاحظات :

1) قانون كولوم ينطبق على الشحنات النقطية والكروية فقط .

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

3) ثابت كولوم (k_c) يعتمد على :

أ) الوسط الفاصل بين الشحنتين .

ب) وحدات القياس المستخدمة .

س13) معتمداً على البيانات في الشكل المجاور, أجب عما يلي :

1) ما نوع القوة بين الشحنتين .

2) إذا كانت الشحنة اليمنى موجبة ما نوع الشحنة اليسرى .

3) ما مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة اليسرى ولماذا ؟

الحل :

1) تنافر .

2) موجبة .

3) $2N$ غرباً , لأن لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار معاكس له في الاتجاه (نيوتن الثالث) .

س14) أجب عما يلي :

1) ما هي العوامل التي يعتمد عليها ثابت كولوم .

2) قارن بين القوة الكهربائية وقوة الجاذبية بذكر بعض أوجه الشبه وبعض أوجه الاختلاف .

3) أرسم العلاقة البيانية بين القوة الكهربائية والبعد بين الشحنتين .

4) ما المقصود بعبارة " أثبت كولوم قانون التربيع العكسي للقوة المتبادلة بين الشحنات الكهربائية" .

الحل :

1) أ) الوسط الفاصل بين الشحنتين . ب) وحدات القياس المستخدمة .

2)

القوة الكهربائية	قوة الجاذبية
مجالية	مجالية
كبيرة	صغيرة جداً
تجاذب وتنافر	تجاذب فقط

عن حذيفة رضي الله عنه قال : نهانا النبي أن نشرب في آنية الذهب والفضة , وان نأكل فيها , وعن لبس الحرير والديباج , وأن نجلس عليه . رواه البخاري .

3)

4) تعني أن القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين تتناسب عكسياً مع مربع البعد بينهما .

س15) موصلان كرويان ومتماثلان وضعا في الهواء بحيث كانت المسافة بين مركزيهما $(0.3m)$ شحن أحدهما بشحنة $(12\times10^{-9}\,C)$ وشحن الآخر بشحنة $(-18\times10^{-9}\,C)$:

1) احسب مقدار القوة الكهربائية التي يُؤثر بها أحد الموصلين على الموصل الآخر وحدد نوعها .

2) على أي بعد بين الموصلين تصبح القوة الكهربائية بين الموصلين $(7.77\times10^{-6}\,N)$ ؟

الحل :

1) قوة تجاذب $F_e = k_c\frac{q_1q_2}{r^2} = 8.99\times10^9\times\frac{12\times10^{-9}\times18\times10^{-9}}{0.3^2} = 2.16\times10^{-5}N$

2) $r = \sqrt{\frac{k_cq_1q_2}{F_e}} = \sqrt{8.99\times10^9\times\frac{12\times10^{-9}\times18\times10^{-9}}{7.77\times10^{-6}}} = 0.5m$

س16) شحنتان نقطيتان لهما نفس المقدار ونفس النوع وضعتا في الهواء على بعد $(0.03m)$ **من بعضهما فكانت القوة الكهربائية المتبادلة بينهما** $(40\,N)$ **:**

1) ما نوع القوة بين الشحنتين .

2) قارن بين قوة الشحنة الأولى على الثانية وقوة الثانية على الأولى ؟ فسر إجابتك .

3) احسب مقدار كل من الشحنتين .

> عن أبي هريرة -رضى الله عنه- أن رسول الله قال: "إذا قام أحدكم من مجلس، ثم رجع إليه، فهو أحق به" رواه مسلم

الحل :

1) قوة تنافر .

2) متساويتان مقداراً ومتعاكستان اتجاهاً حسب قانون نيوتن الثالث (لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه)

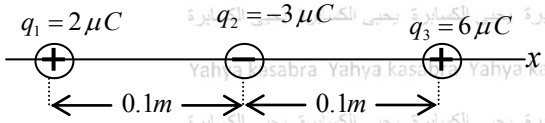
3) $F_e = k_c \frac{q_1 q_2}{r^2} = k_c \frac{q^2}{r^2} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{r^2 F_e}{k_c}} = \sqrt{\frac{0.03^2 \times 40}{8.99\times10^9}} = 2\times10^{-6} C$

حساب محصلة قوتين F_R **(مبدأ التراكب)**

- **نحسب أولاً** (F_1) **و** (F_2) **ثم نحدد اتجاههما على الشكل .**
- $(F_R = F_1 + F_2)$ **القوتان بنفس الاتجاه .** (اتجاه F_R بنفس اتجاه F_1 و F_2)
- $(F_R = F_1 - F_2)$ **القوتان متعاكستان .** (اتجاه F_R بنفس اتجاه F الأكبر)
- $(F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2})$ **القوتان متعامدتان .** (اتجاه F_R يصنع زاوية θ مع محور (x) حيث $\theta = \tan^{-1}(\frac{F_y}{F_x})$)

س17) وضعت ثلاث شحنات نقطية في الهواء على المحور (x) **كما في الشكل احسب القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة** (q_3) **؟**

الحل :



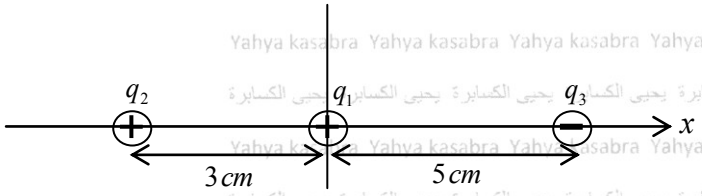
$$F_{13} = 8.99\times10^9 \times \frac{6\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{0.2^2} = 2.7N \quad (+x)$$

$$F_{23} = 8.99\times10^9 \times \frac{6\times10^{-6}\times3\times10^{-6}}{0.1^2} = 16.2\,N \quad (-x)$$

$$F_R = 16.2 - 2.7 = 13.5\,N \quad (-x)$$

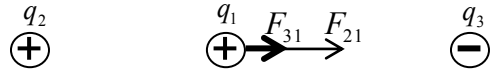
س18) ثلاث شحنات نقطية (q_3, q_2, q_1) **تقع على المحور** (x) **عند المواضع** $(x=0)$**و** $(x=-3cm)$ **و** $(x=5cm)$ **على الترتيب احسب القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة الموضوعة عند نقطة الأصل** (q_1) **علماً بإن** $(q_1 = 6\mu C)$ **و** $(q_2 = 1.5\mu C)$ **و** $(q_3 = -2\mu C)$ **؟**

الحل :



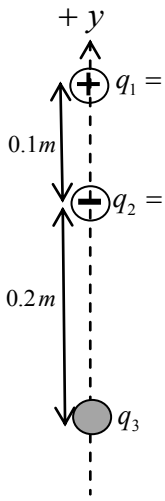
$$F_{21} = 8.99\times10^9 \times \frac{6\times10^{-6}\times1.5\times10^{-6}}{0.03^2} = 90\,N \quad (+x)$$

$$F_{31} = 8.99\times10^9 \times \frac{6\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{0.05^2} = 43.2\,N \quad (+x)$$



$$F_R = 90 + 43.2 = 133.2\,N \quad (+x)$$

س19) وضعت ثلاث شحنات نقطية على المحور (y) كما في الشكل إذا كانت محصلة القوة الكهربائية على الشحنة (q_1) تساوي $(4.2\,N)$ باتجاه $(-y)$, احسب مقدار الشحنة (q_3) وحدد نوعها ؟



الحل :

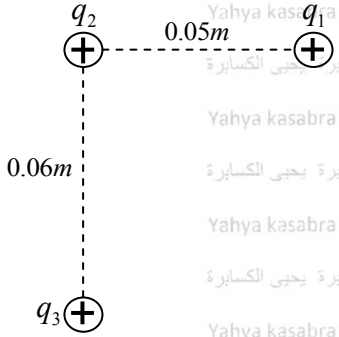
$$F_{21} = 8.99\times10^{9}\times\frac{2\times10^{-6}\times3\times10^{-6}}{0.1^{2}}$$
$$= 5.4\ N \quad (-y)$$

بما ان (F_R) أقل من (F_{21}) وبنفس اتجاهها فهذا يعني أن (F_{21}) أكبر وتعاكس (F_{31}) .

$$F_R = F_{21} - F_{31}$$
$$4.2 = 5.4 - F_{31}$$
$$F_{31} = 1.2\ N \quad (+y)$$
$$F_{31} = K_c\times\frac{|q_3||q_1|}{r^{2}}$$
$$1.2 = 8.99\times10^{9}\times\frac{2\times10^{-6}\times q_3}{0.3^{2}}$$
$$q_3 = 6\times10^{-6}\,C \qquad \text{موجبة}$$

عن حذيفة رضى الله عنه قال: كان النبي إذا أخذ مضجعه من الليل وضع يده تحت خده، ثم يقول: "اللهم باسمك أموت وأحيا" وإذا استيقظ قال: "الحمد لله الذي أحيانا بعد ما أماتنا وإليه النشور" .رواه البخاري

س20) وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث كما يظهر في الشكل إذا كانت $(q_1 = +5\ nC)$ و $(q_2 = +2nC)$ و $(q_3 = +8nC)$ فأجب عما يلي :



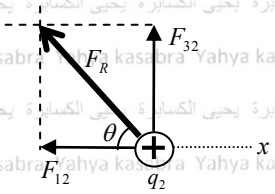
1) احسب مقدار القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة (q_2) .

2) حدد اتجاه حركة الشحنة (q_2) بالنسبة لمحور (x) إذا سُمح لها بالحركة .

الحل :

1)
$$F_{12} = 8.99\times10^{9}\times\frac{2\times10^{-9}\times5\times10^{-9}}{0.05^{2}} = 3.6\times10^{-5}\,N \quad (-x)$$
$$F_{32} = 8.99\times10^{9}\times\frac{2\times10^{-9}\times8\times10^{-9}}{0.06^{2}} = 4\times10^{-5}\,N \quad (+y)$$
$$F_R = \sqrt{(3.6\times10^{-5})^{2} + (4\times10^{-5})^{2}} = 5.4\times10^{-5}\,N$$

2)
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_{23}}{F_{21}}\right)$$
$$= \tan^{-1}\left(\frac{4\times10^{-5}}{3.6\times10^{-5}}\right)$$
$$\theta = 48^{o}$$



أي أن الشحنة تتحرك باتجاه يصنع زاوية (132^{o}) مع محور (x) .

الشحنة المتزنة :

إذا كان في السؤال إحدى الشحنات متزنة , (q_1) مثلاً فهذا يعني أن :

* محصلة القوة عليها تساوي صفراً $(F_R = 0)$.

* $(F_{21} = F_{31})$ ومتعاكستان في الاتجاه .

س21) معتمداً على البيانات في الشكل المجاور احسب مقدار الشحنة (q_2) وحدد نوعها إذا علمت أن الشحنة (q_1) متزنة .

الحل :

بما أن (q_1) متزنة فإن :

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

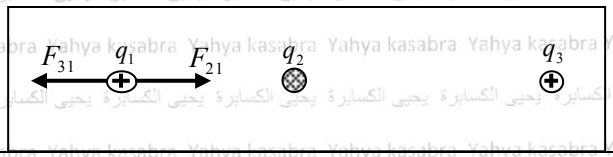
$$k_c \frac{q_2 q_1}{r_{12}^2} = k_c \frac{q_3 q_1}{r_{13}^2}$$

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

$$\frac{q_2}{0.1^2} = \frac{9\times10^{-6}}{0.3^2} \Rightarrow q_2 = 1\times10^{-6}\,C$$

عن عثمانَ بنِ عفانَ رضيَ اللهُ عنهُ قال : قالَ رسولُ اللهِ صَلّى اللهُ عَلَيْهِ وسَلَّم : (خَيركُم مَنْ تَعَلَّمَ القُرْآنَ وَعلَّمهُ) رواه البخاري

2) سالبة . حتى تكون (F_{21}) عكس (F_{31}) كما في الشكل .



س22) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

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

أ) يتضاعف مرتين ب) يتضاعف أربع مرات

$$F_2 \propto q_1 = 2F_1$$

ج) يقل للنصف د) يقل للربع

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

أ) 4 ب) $\frac{1}{4}$

$$F_2 \propto q_1\, q_2 = 2\times2 = 4F_1$$

ج) 2 د) $\frac{1}{2}$

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

أ) يتضاعف

ب) يتضاعف أربع مرات

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

ج) يقل للنصف

د) يقل للربع

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

أ) $0.4N$

ب) $3.2N$

$$F_2 \propto \frac{1}{r^2} = \frac{1}{(\frac{1}{2})^2} = 4F_1 = 4\times1.6 = 6.4\,N$$

ج) $0.8N$

د) $6.4N$

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

$$\frac{F_2}{F_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2 \Rightarrow \frac{F_2}{20}=(\frac{3}{6})^2 \Rightarrow F_2=5N$$

أ) $10N$ ب) $40N$

ج) $5N$ د) $80N$

6) تباعدت شحنتان من مسافة $(1cm)$ إلى $(3cm)$ بأي عامل تتغير القوة الكهربائية بينهما :

$$\text{العامل}=\left(\frac{F_2}{F_1}\right)=(\frac{r_1}{r_2})^2=(\frac{1}{3})^2=\frac{1}{9}$$

أ) 3 ب) $\frac{1}{3}$

ج) 9 د) $\frac{1}{9}$

7) بأي معامل تتغير القوة الكهربائية بين شحنتين إذا تغيرت المسافة بينهما بمعامل يساوي 2

أ) 4 ب) $\frac{1}{4}$

ج) $\frac{1}{2}$ د) 2

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

أ) $20N$ ب) $40N$

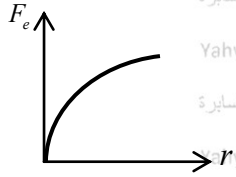
ج) $80N$ د) $160N$

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

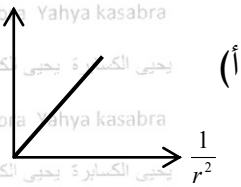
أ)

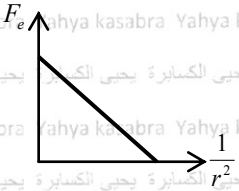
ب)

ج)

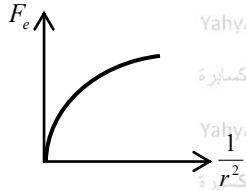
د) 

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

أ) 

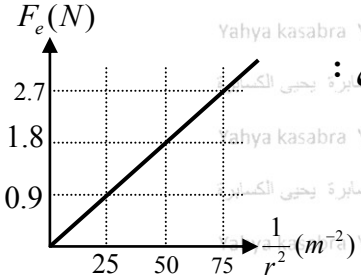
ب) 

ج)

د) 

الحل : 1) أ 2) أ 3) د 4) د 5) ج 6) د 7) ب 8) د 9) ج 10) أ

س23) الشكل المجاور يمثل العلاقة البيانية بين القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين متساويتين ومقلوب مربع البعد بينهما , معتمداً على الشكل أجب عما يلي :



1) احسب ميل الخط البياني .

2) ماذا يمثل ميل الخط .

3) احسب مقدار كل من الشحنتين .

4) احسب مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين عندما يكون البعد بينهما $(0.5m)$.

الحل :

1) الميل $= \frac{(2.7-1.8)}{(75-50)} = 0.036$

2) الميل $= K_c q^2$ (إذا كانت الشحنتان غير متساويتين فإن : الميل $= K_c q_1 q_2$)

3) $K_c q^2 = 0.036$

$$q^2 = \frac{0.036}{8.99\times10^9} = 4\times10^{-12}$$

$$q = 2\times10^{-6}\ C$$

أو : $F_e = K_c q^2 \times \frac{1}{r^2}$

$$0.9 = 8.99\times10^9 \times q^2 \times 25$$

$$q^2 = 4\times10^{-12}$$

$$q = 2\times10^{-6}\ C$$

4) $F_e = \frac{K_c q^2}{r^2}$

$$= \frac{8.99\times10^9 \times (2\times10^{-6})^2}{0.5^2} = 0.144\ N$$

عن أبي سعيد الخدرى رضى الله عنه أن جبريل أتى النبى ، فقال : يا محمد اشتكيت ؟ قال : " نعم " قال : بسم الله ارقيك ، من كل شيء يؤذيك، ومن شر كل نفس أو عين حاسد، الله يشفيك، بسم الله أرقيك" ((رواه مسلم)

أسئلة مراجعة

س1) اختر انسب إجابة لكل من الآتي :

1) بأي معامل يتغير مقدار القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين إذا أنقص البعد بينهما إلى الثلث :

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

2) بأي عامل يتغير مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين عند زيادة البعد بينهما إلى مثلي ما هو عليه

أ) 2 ب) $\frac{1}{2}$ ج) $\frac{1}{4}$ د) 4

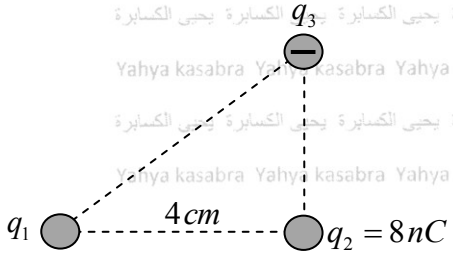
3) أي من الآتية وحدة ثابت كولوم في النظام الدولي للوحدات :

أ) $N.C^2/m^2$ ب) $N.m^2/C^2$ ج) $N.m^2/C$ د) $C/(N.m^2)$

الإجابة :

1) أ ب) ج 3) ب

س2) وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث قائم الزاوية كما في الشكل , إذا كانت القوة التي تؤثر بها الشحنة (q_2) على الشحنة (q_3) تساوي $(1\times10^{-4}\ N)$ وكانت محصلة القوة على الشحنة (q_2) تساوي $(1.35\times10^{-4}\ N)$ باتجاه شمال غرب :



1) حدد نوع كل من الشحنتين (q_2) و (q_1) ؟

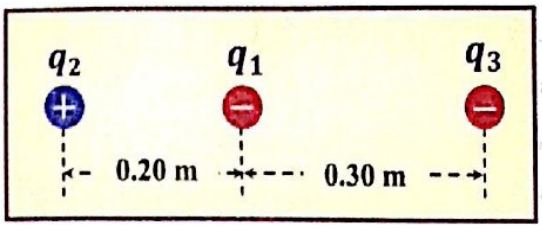
2) احسب مقدار الشحنة (q_1) .

الإجابة :

1) q_1 : سالبة , q_2 : موجبة .

2) $q_1 = 2\times10^{-9}\ C$

س3) وضعت ثلاث شحنات نقطية في الفراغ كما في الشكل المجاور , إذا كانت $(q_1 = -2.0\times10^{-6}\,C)$ **و** $(q_2 = +1.6\times10^{-6}\,C)$ **و** $(q_3 = -2.0\times10^{-6}\,C)$



1) احسب مقدار محصلة القوى الكهربائية المؤثرة في الشحنة (q_1) .

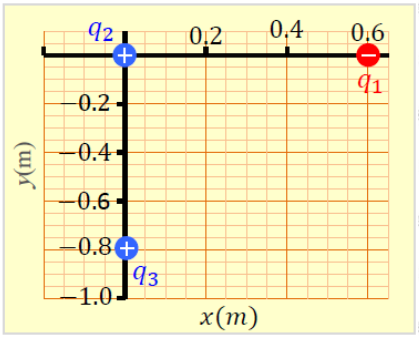
2) إذا أبعدت الشحنة (q_2) **نهائياً عن الشحنتين** $(q_1\ ,\ q_3)$ **فهل تزداد القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة** (q_1) **أم تقل أم لا تتغير ؟ برر إجابتك .**

الإجابة :

1) $1.12\,N$

2) تقل , لأن محصلة القوة تكون مساوية لمقدار (F_{31}) فقط بينما كانت قبلاً تساوي $(F_{21}+F_{31})$.

س4) وضعت الشحنات $(q_1\ ,\ q_2\ ,\ q_3)$ **متجاورات في الفراغ كما هو مبين في الشكل المجاور , إذا كانت** $(q_1 = -4\times10^{-8}\,C)$, $(q_2 = +8\times10^{-8}\,C)$, $(q_3 = +6\times10^{-8}\,C)$ **:**



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

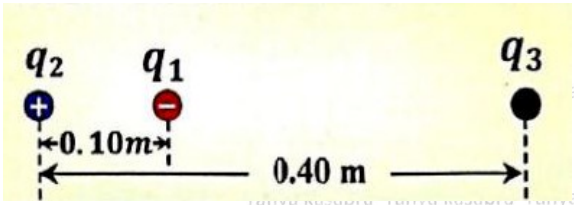
2) إذا أبعدت الشحنة (q_3) **نهائياً عن الشحنة** (q_2) **مع بقاء** (q_1) **في مكانها فهل يزداد مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في** (q_2) **أم يقل أم يبقى ثابتاً , ولماذا ؟**

الإجابة :

1) $1.05\times10^{-4}\,N$

2) تقل , لأن محصلة القوة تكون مساوية لمقدار (F_{12}) فقط بينما كانت قبلاً تساوي $(\sqrt{F_{12}^2+F_{32}^2})$.

س5) في الشكل المجاور الشحنات النقطية الثلاث موضوعة في الفراغ , إذا كانت $(q_1 = -2.0\times10^{-6}\,C)$ **و** $(q_2 = +4.0\times10^{-6}\,C)$ **وكانت محصلة القوى الكهربائية في الشحنة** (q_1) **تساوي صفراً :**



1) جد كمية الشحنة (q_3) .

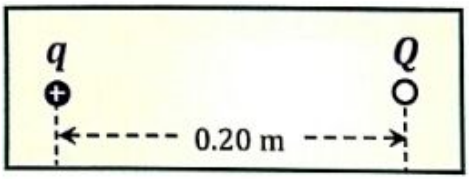
2) إذا زيدت كمية كل من الشحنتين $(q_2\ ,\ q_3)$ **إلى مثلي ما كان عليه فهل تبقى الشحنة** (q_1) **في حالة اتزان ؟ برر إجابتك .**

الإجابة :

1) $3.6\times10^{-5}\,C$

2) نعم . لأن مقدار كل من القوتين (F_{21}) و (F_{31}) سيزيد إل مثلي ما كان عليه وتبقيان متساويتان مقداراً ومتعاكستان اتجاهاً ومحصلتهما تساوي صفراً .

س6) تؤثر الشحنة (Q) **في الشحنة** $(q = 3.3\times10^{-7}\,C)$ **بقوة كهربائية تساوي** $(5\times10^{-3}\,N)$ **باتجاه اليسار كما هو مبين في الشكل المجاور , إذا كان الهواء يحيط بالشحنتين :**



1) ما نوع الشحنة (Q) .

2) احسب كمية الشحنة (Q) .

الإجابة :

1) موجبة

2) $6.73\times10^{-8}\,C$.