

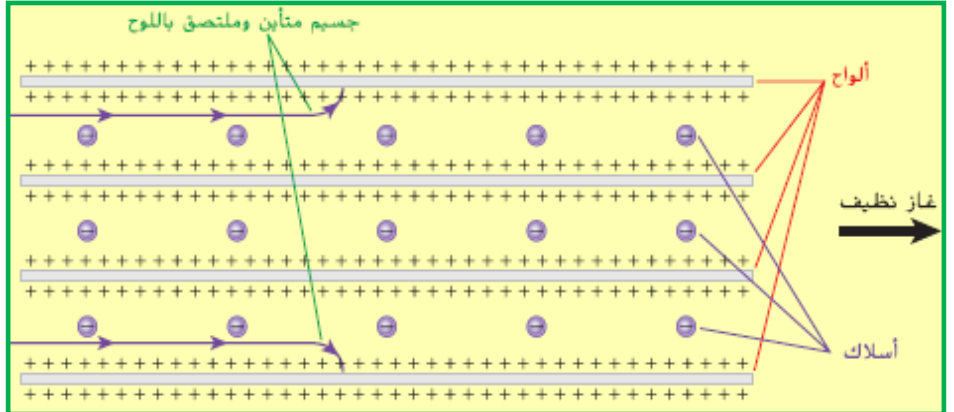
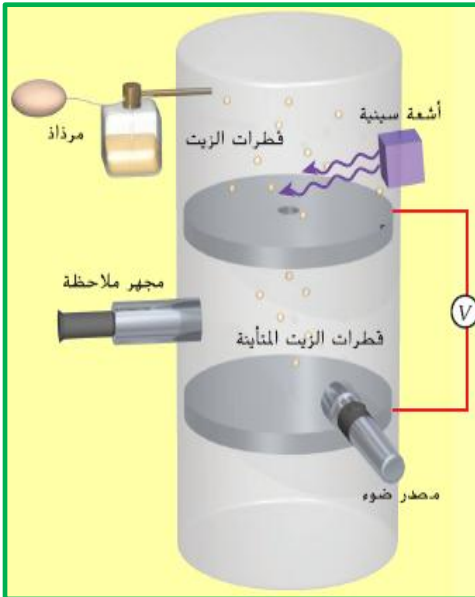
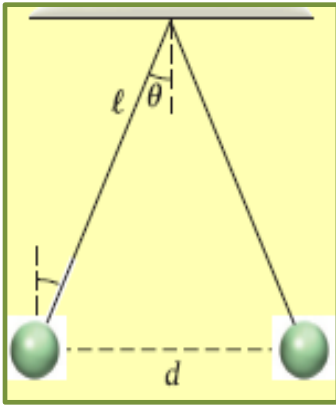
# فيزياء

## الصف الثاني عشر متقدم

### الفصل الدراسي الاول

العام 2020

الوحدة الاولى / القوى الكهروستاتيكية



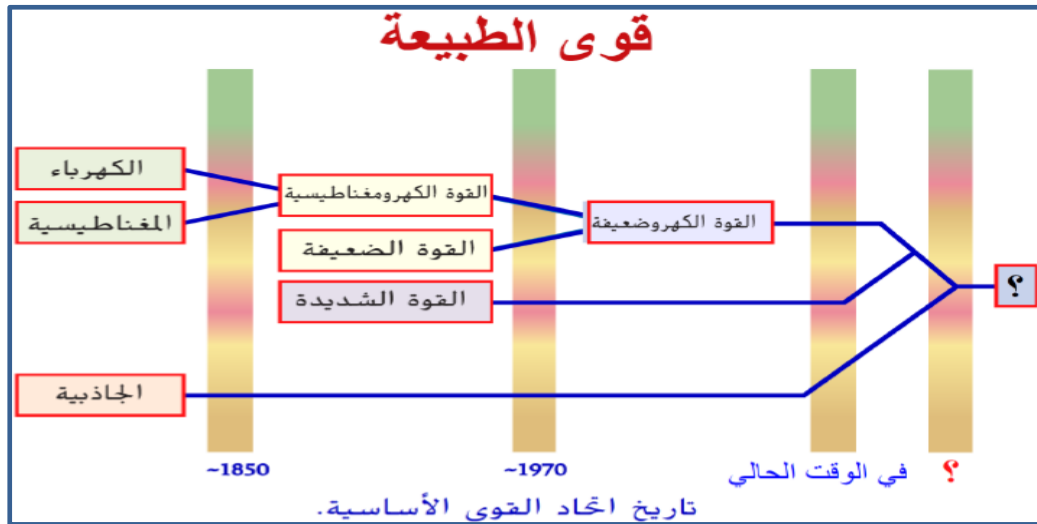
أ / محمد عبدالودود

0505010532

## 1.1 الكهرومغناطيسية

## • القوى الأساسية في الطبيعة:

- 1- القوة الكهربائية ( تنشأ بين الشحنات الكهربائية ) ، القوة المغناطيسية ( تنشأ بين الأقطاب المغناطيسية )
- 2- القوة الضعيفة ( تعمل أثناء انحلال بيتا  $(\beta)$  الذي ينبعث فيه الكترون و نيوترينو تلقائيا من بعض النوى )
- 3- القوة الشديدة ( الموجودة داخل نواة الذرة )
- 4- قوة الجاذبية ( تنشأ بين الأجسام المادية )



## 1.2 الشحنات الكهربائية

\* المادة في الحالة الطبيعية متعادلة .

( لأن عدد البروتونات الموجبة في نواة الذرة يساوي عدد الإلكترونات السالبة التي تدور حول النواة )

\* تشحن المادة بالكهرباء عندما تفقد الذرات أو تكتسب الكترونات . و يعتمد ذلك على قوة ارتباط الإلكترونات بالنواة .

( شحنة موجبة إذا فقدت الذرة إلكترونات و شحنة سالبة إذا اكتسبت الذرة إلكترونات )

- الشحنات الكهربائية نوعان : موجبة و سالبة .
- الشحنات المتشابهة تتنافر و المختلفة تتجاذب (قانون الشحنات الكهربائية)
- الكهرباء قسمان :
- \* **كهرباء ساكنة** ( الشحنات مستقرة على الأجسام الموصلة و العازلة ) .
- \* **كهرباء تيارية** ( الشحنات تتحرك خلال الموصلات )

\* **الشحنة مكماة :** ( أي أن شحنة الجسم عبارة عن مضاعفات صحيحة لشحن أولية .

( الشحنة الأولية  $e = q_e = 1.6 \times 10^{-19} C$  ) حيث  $C$  تسمى كولوم ( وحدة الشحنة الكهربائية )

- لحساب عدد الإلكترونات التي يفقدها الجسم أو يكتسبها

حيث (  $n$  عدد الإلكترونات ) و (  $q_e$  مقدار شحنة الإلكترون  $q_e = 1.6 \times 10^{-19} C$  )

$$q = \pm n q_e$$

$$n = \frac{|q|}{q_e} = \frac{|q|}{1.6 \times 10^{-19}}$$

- تقاس كمية الشحنة الكهربائية (q) بوحدة الكولوم C وتكافئ A.S
  - شحنة الإلكترون  $q_e = -e$  بينما شحنة البروتون  $q_p = +e$   $e = 1.6 \times 10^{-19} C$
  - شحنة الكولوم شحنة كبيرة لذا يمكن ان نستخدم
- $\mu C = 10^{-6} C$        $nC = 10^{-9} C$        $pC = 10^{-12} C$

**قانون حفظ الشحنة لفرانكلين:** الكمية الكلية للشحنة الكهربائية في نظام مغلق ثابتة لا تتغير.

بمعنى ان الشحنة محفوظة فهي لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن تنفصل لتنتقل من جسم لآخر .

(1) احسب عدد الإلكترونات التي يجب أن يكتسبها جسم لي شحن بشحنة مقدارها  $(q = -6.4 \times 10^{-6} C)$  ؟

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

### اختر الاجابة الصحيحة

1. ما عدد الإلكترونات المنتقلة من كشاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة إذا كان صافي شحنته  $7.5 \times 10^{-11} C$  ؟  
 (A)  $7.5 \times 10^{-11}$  إلكترون (B)  $2.1 \times 10^{-9}$  إلكترون (C)  $1.2 \times 10^8$  إلكترون (D)  $4.7 \times 10^8$  إلكترون
2. ما شحنة كشاف كهربائي إذا كان عدد الإلكترونات الفائضة عليه  $4.8 \times 10^{10}$  إلكترون ؟  
 (A)  $3.3 \times 10^{-30} C$  (B)  $4.8 \times 10^{-10} C$  (C)  $7.7 \times 10^{-9} C$  (D)  $4.8 \times 10^{10} C$
3. أي من الآتية يمثل الشحنة الأساسية ؟  
 □ شحنة 1.6 إلكترون □ شحنة بروتون واحد □  $1.0 \times 10^{-6} C$  □  $1.6 \times 10^{+19} C$
4. أي الآتية يكافئ وحدة الكولوم (C) ؟  
 □ A.S □  $A.S^{-1}$  □  $A.S^{-2}$  □  $S.A^{-1}$
5. الشحنة  $(+2 C)$  تعادل شحنة :  
 □  $1.25 \times 10^{19}$  إلكترون □  $1.25 \times 10^{19}$  بروتونا □ الكترونين □ بروتونين
6. أي القيم التالية لا يمكن أن تكون كمية لشحنة جسم ما بحدة الكولوم ؟  
 □  $3.2 \times 10^{-19}$  □  $3.2 \times 10^{-20}$  □  $3.2 \times 10^{-18}$  □  $-3.2 \times 10^{-19}$

### \*الشحنة الاولى (الاساسية)

الشحنة الكهربائية يجب أن تكون من مضاعفات صحيحة للشحنات الاساسية

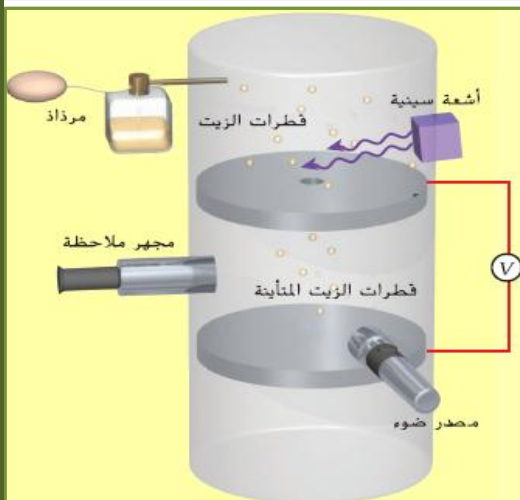
اي ان الشحنة كمماة

وتم اثبات ذلك من خلال تجربة قطرة الزيت لميليكان

وظيفة الاشعة السينية بالتجربة هي نزع الالكترونات من قطرة الزيت لتصبح موجبة

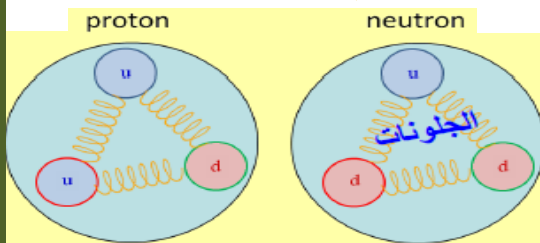
وظيفة اللوحين المشحونين هو جعل قطرة الزيت متزنة بين اللوحين

الاستنتاج : الشحنة الكهربائية كمماة .



**تركيب الذرة**

- تتكون الذرة من نواة تحتوي على بروتونات ( + ) ونيوترونات ( ± ) تحيط بها الإلكترونات ( - )
- كتلة الإلكترون أصغر بكثير من كتلة النيوترون و البروتون ( تتركز معظم كتلة الذرة في النواة )
- يمكن بسهولة نسبية نزع الإلكترونات من الذرات ( الإلكترونات هي ناقلات الكهرباء وليس البروتونات )
- الإلكترون جسيم أولي نقطي ليس له أجزاء ( نصف قطره يقارب الصفر )
- يتكون البروتون والنيوترون من جسيمات مشحونة تسمى **الكواركات** .
- ترتبط الكواركات ببعضها عن طريق جسيمات غير مشحونة تسمى **الجلونات**.
- تبلغ شحنة الكواركات (  $\pm \frac{1}{3}$  أو  $\pm \frac{2}{3}$  ) من شحنة الإلكترون ولا يمكن أن توجد هذه الجسيمات بشكل مستقل.
- يشير المقدار (  $+\frac{2}{3}e$  ) إلى شحنة الكوارك العلوي و المقدار (  $-\frac{1}{3}e$  ) إلى شحنة الكوارك السفلي .
- يتكون البروتون من ( 2 كوارك علوي و 1 كوارك سفلي )  $q_p = 2\left(+\frac{2}{3}e\right) + 1\left(-\frac{1}{3}e\right) = +e$
- يتكون النيوترون من ( 1 كوارك علوي و 2 كوارك سفلي )  $q_n = 1\left(+\frac{2}{3}e\right) + 2\left(-\frac{1}{3}e\right) = 0$
- توجد جسيمات شبيهة بالإلكترون وكتلتها أكبر بكثير تسمى **الميون و التاو**



يمكن التعبير عن الشحنة ( q ) لأي جسم بدلالة مجموع عدد البروتونات (  $N_p$  ) ناقص مجموع عدد الإلكترونات (  $N_e$  ) التي يتكون منها

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

**تدريب**

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

(a) بروتون

(b) نيوترون

(c) ذرة هليوم (بروتونان ونيوترونان وإلكترونان)

(d) ذرة هيدروجين (بروتون واحد وإلكترون واحد)

(e) كوارك علوي

(f) كوارك سفلي

(g) إلكترون

(h) جسيم ألفا (بروتونان ونيوترونان)

– إذا فقد جسم متعاد  $3.125 \times 10^{19} e$  احسب مقدار الشحنة التي يجب ان يكتسبها الجسم بالكولوم

### 1.3 العوازل والموصلات وأشباه الموصلات والموصلات فائقة التوصيل

الموصلات: مواد جيدة التوصيل للكهرباء ( و تتفاوت فيما بينها بين الجيد والردئ )، تركيبها الالكتروني يسمح لبعض الالكترونات بحرية الحركة خلالها.

مثل : ( المعادن كالنحاس، محلول ملح الطعام المائي (NaCl) ( أيونات )، الأنسجة العضوية ( غير جيدة للتيارات الصغيرة ) )

العوازل: مواد عديمة التوصيل للكهرباء ( و تتفاوت فيما بينها بين الجيد والردئ ) ، الالكترونات ليست حرة الحركة بسبب ارتباطها القوي بذرات المادة.

مثل : ( الزجاج، البلاستيك، القماش،..... )

أشباه الموصلات: هي أساس كل الصناعات الإلكترونية الدقيقة، وتتغير هذه المواد من موصلة إلى عازلة والعكس.

← نوعا أشباه الموصلات

1- أشباه الموصلات النقية ( البلورات النقية كيميائيا مثل زرنيخ الجاليوم، الجرمانيوم، السيليكون،... )

2- أشباه الموصلات غير النقية ( بتطعيم النقية بمواد أخرى تعمل إما مانحات للإلكترونات أو مستقبلات لها )

ومنها نوعان :

★ النوع n ( أشباه الموصلات المطعمة بمانحات الإلكترونات حيث n تشير الى الشحنة السالبة negative )

★ النوع p ( أشباه الموصلات المطعمة بمستقبلات الإلكترونات حيث p تشير الى الشحنة الموجبة positive )

• ناقلات التيار في أشباه الموصلات هي الشحنات الموجبة ( الفجوات ) والسالبة ( الالكترونات )

الموصلات الفائقة التوصيل : مواد مقاومتها لتوصيل الكهرباء صفر ، لا يحدث فقد للطاقة خلال مرور التيارات

الكهربائية خلالها، ويشترط أن تكون هذه المواد عند درجة حرارة منخفضة جدا.

مثل : ( سبيكة النيوبيوم والتيتانيوم عند درجة الحرارة ( 4.2 K ) )

• درجة الحرارة الحرجة ( $T_c$ ): أعلى درجة حرارة تسمح بالموصلية الفائقة.

الموصلات الفائقة التوصيل عالية الحرارة تكون عند درجة حرارة النيتروجين السائل ( 77.3 K )

لم تكتشف مواد فائقة التوصيل حتى الان عند درجة حرارة الغرفة ( 300 K ).

### 1.4 الشحن الكهروستاتيكي

هو عملية شحن الجسم بشحنة ساكنة عن طريق التوصيل ، الحث ، الدلك .

ملاحظات :- يوفر مصدر الطاقة (البطارية) الشحنات الموجبة والسالبة .

- يمكن شحن القضبان العازلة بالشحنات الموجبة أو السالبة بواسطة البطارية .

ويمكن التخلص من الشحنات الفائضة عن طريق التوصيل بالأرض عملية التأريض.



**الكشاف الكهربائي /** جهاز يظهر استجابة ملحوظة عند شحنة .**الوظيفة 1-** الكشف عن الحالة الكهربائية للجسم (مشحون أو غير مشحون)

2- الكشف عن نوع شحنة جسم مشحون مسبقا وذلك باستخدام كشاف مشحون بشحنة معلومة  
وعند لمس الكشاف بالجسم اذا زاد انفراج الرقائق المعدنية للكشاف يكون للجسم نفس شحنة  
الكشاف والعكس صحيح .

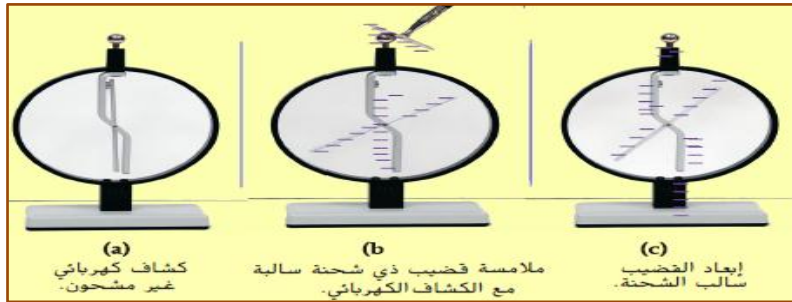


**تركيب الكشاف الكهربائي** \* قرص معدني متصل بساق معدنية وفي نهايتها شريطين من رقائق معدنية رفيعة جدا متصلين عند طرف واحد قابل للدوران ويعتمد مقدار الدوران على كمية شحنة الكشاف أو شحنة الجسم المشحون .  
\* اطار زجاجي يحيط بالمكونات لتقليل تأثير الهواء على الرقائق المعدنية .

**طرق شحن الاجسام بالكهرباء الساكنة**

- 1- الشحن بالتوصيل (التلامس): يتم الشحن عن طريق ملامسة الجسم المشحون والجسم المتعادل .
  - شحنة الجسمين بعد التلامس تكون من نفس النوع .
  - مجموع شحنتي الجسمين قبل التلامس = مجموع شحنتيهما بعد التلامس .

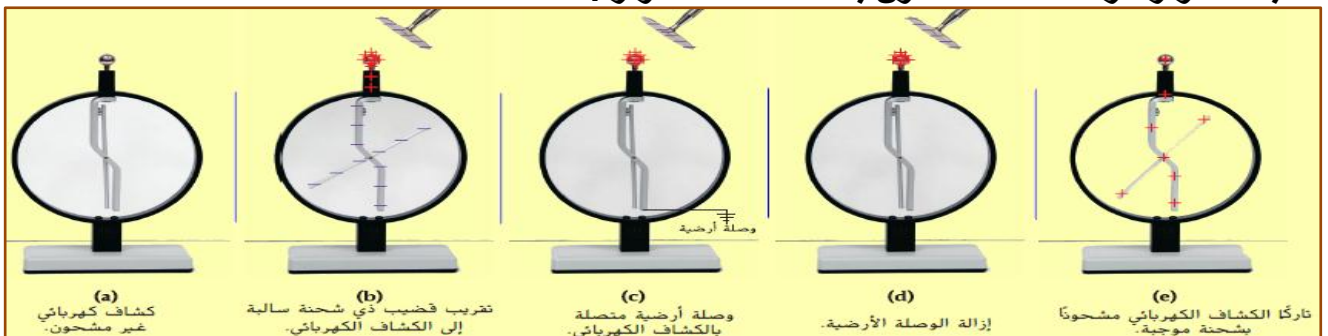
شحن الجسم العازل بطريقة التوصيل	شحن الجسم الموصل بطريقة التوصيل
تبقى الشحنات على العازل في مكان التلامس فقط	تتوزع الشحنات بانتظام على اجزاء الموصل



- 2- الشحن بالحث (التأثير): عملية شحن الموصل بوضعه بالقرب من جسم آخر مشحون .

الخطوات أ- جعل الكشاف أو الموصل غير مشحون عن طريق التأريض .

- ب- تقريب المؤثر من الكشاف الكهربائي أو الموصل دون ملامسته فيتكون على طرف الموصل القريب من المؤثر شحنة مقيدة لحدوث تجاذب بينها وبين شحنة المؤثر وعلى الطرف البعيد شحنة حرة .
- ج- توصيل الكشاف أو الموصل بالأرض للتخلص من الشحنات الحرة مع عدم ازالة المؤثر ، ثم ازالة وصلة التأريض .
- د- ابعاد المؤثر تاركا الكشاف مشحون بشحنة مخالفة للمؤثر .



### \* مميزات الشحن بالحث

- يصلح في حالة المواد الموصلة فقط
- شحنة المؤثر لا تقل
- مقدار الشحنة علي الموصل لا تساوي شحنة المؤثر الا اذا كان عبارة عن لوحين متوازيين متقابلين بينهما مسافة صغيرة او ان الجسم يحيط تماما بالمؤثر .

3- الشحن بالدلك : هي عملة فصل الالكترونات من مادة متعادلة عند دلكها بمادة متعادلة اخرى.

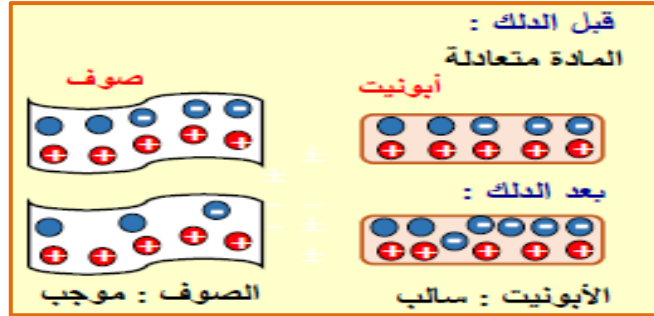
### \* مميزات الشحن بالدلك - تصلح هذه الطريقة لشحن الموصلات والعوازل مع ضرورة الامساك بالموصل بمادة عازلة

حتى لا يحدث تفريغ للشحنات الي الارض.

- ينتج جسمان لهما نفس مقدار الشحنة ولكنهما مختلفان في النوع .

- كلما زادت شدة الاحتكاك زاد انتقال الشحنات .

- يعتمد نوع الشحنة التي يكتسبها الجسم أثناء الدلك علي نوعية تلك المواد كما هو موضح بالشكل

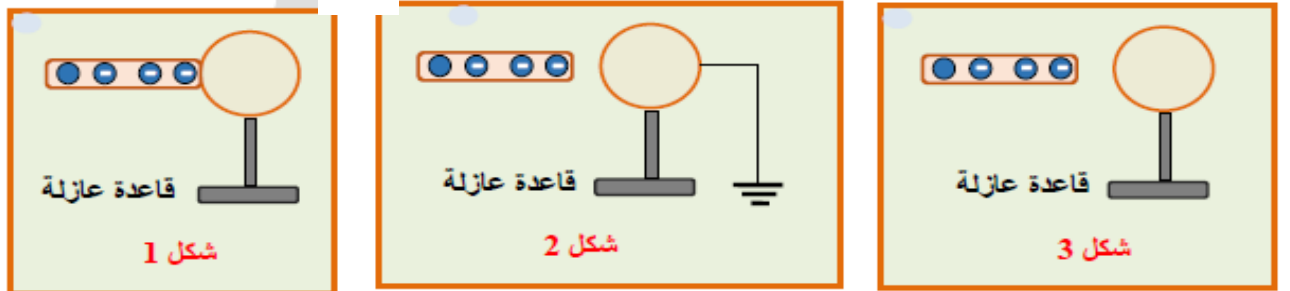


### اختر الاجابة الصحيحة

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

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

### تدريبات



\* حدد على الكرات توزيع الشحنات في كل شكل .

\* في أي الطرق يتم انتقال للشحنة من الساق إلى الكرة ؟ {

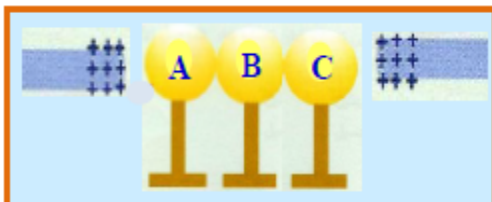
\* في أي الطرق يصبح للكرة شحنة ( اضافية ) بعد ابعاد الساق المشحونة ؟ {

\* في أي الطرق يتم شحن الكرة بالتوصيل ؟ {

\* في أي الطرق يتم شحن الكرة بالحث ؟ {

\* في الشكل المجاور . المؤثران متماثلان تماماً . والكرات موصلة

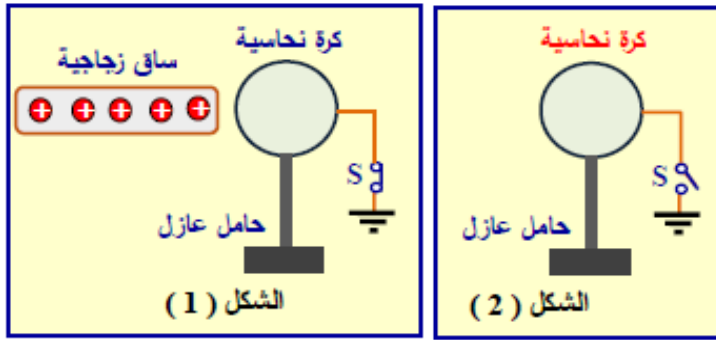
و متعادلة . إذا أبعدت الكرة ( B ) ، فحدد شحنة كل كرة .



في الشكل المجاور . بعد فتح المفتاح ( S )  
و ابعاد الساق الزجاجية عن الكرة  
1- مانوع شحنة الجسم .

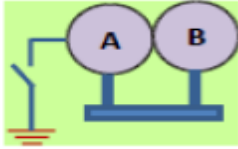
2- ارسم توزيع الشحنة الكهربائية على الكرة  
في الشكل ( 2 ) المجاور .

3- اكتب اسم طريقة شحن الكرة .

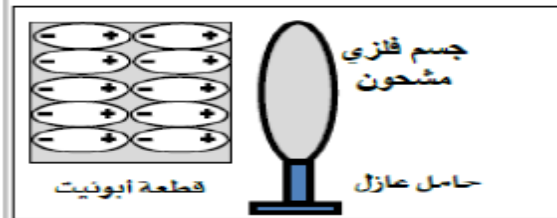


- بالاستعانة بالشكل :

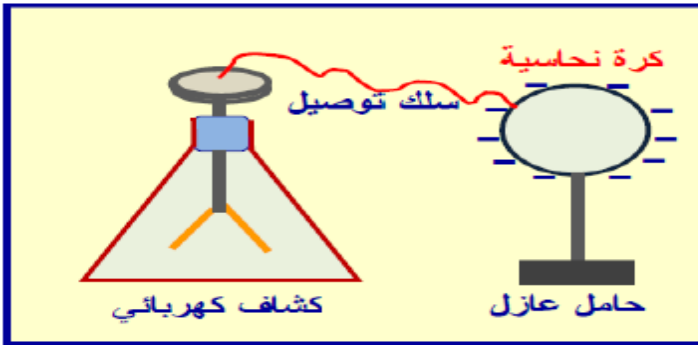
- حدد بأربع خطوات كيف يمكنك أن تكتسب الموصلان في الشكل المجاور نفس المقدار والنوع من الشحنات الكهربائية دون لمسهما ؟



- وضع جسم قلبي مشحون - بالقرب من قطعة من الالبونيت  
فشحنت كما في الشكل المجاور  
• ارسم الشحنة الكهربائية على الجسم القلبي ، وما اسم الطريقة التي شحنت بها قطعة الالبونيت ؟

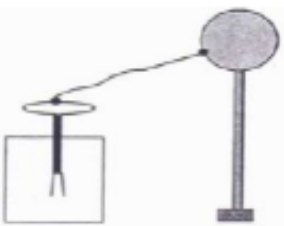


- يبين الشكل المجاور موصل كروي مشحون ويرتكز على حامل عازل وسطحه متصل بقرص  
كشاف كهربائي فسر ما يلي :  
• عدم تأثر ورقتي الكشاف عند ملامسة سطح الموصل الكروي بجسم معين



- يقل انفراج ورقتي الكشاف عند تقريب جسم موصل من الموصل الكروي

- يبين الشكل المجاور موصل كروي يرتكز على حامل 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 .

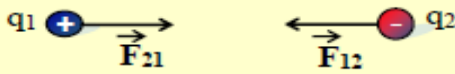




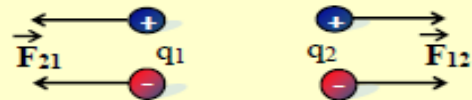
## 1.5 القوى الكهروستاتيكية – قانون كولوم

## القوى الكهربية بين الشحنات الكهربائية

قوى تجاذب : بين الشحنات المختلفة



قوى تنافر : بين الشحنات المتشابهة



## قانون كولوم

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

(3) نوع الوسط العازل بين الشحنتين

يتغير مقدار القوة الكهربائية بتغير نوع الوسط العازل و الفاصل بين الشحنتين عند ثبات بقية العوامل

(2) المسافة بين الشحنتين ( r )

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

## قانون كولوم

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

$$k = 8.99 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

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

## نص قانون كولوم

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

 $\epsilon_0$  : يسمى السماحية الكهربائية للحيز المطلق.

**الثابت  $K_c$  :** يسمى ثابت كولوم و يعتمد مقداره على نوع الوسط العازل بين الشحنتين و وحدات القياس في النظام الدولي للوحدات المسافة بالمتر و الشحنة بالكولوم و القوة بالنيوتن و الفراغ ( الهواء ) وسط عازل

$$K = 8.99 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2 \text{ الثابت يساوي}$$

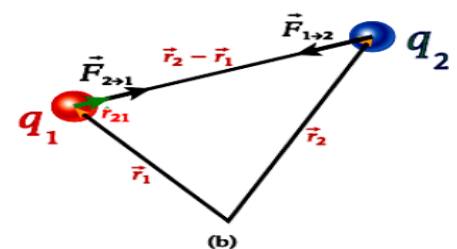
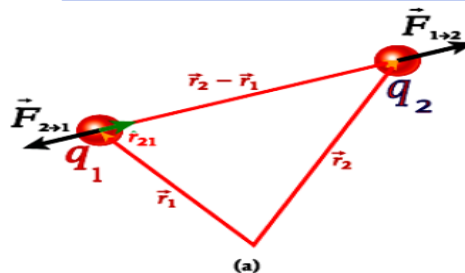
$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2} \text{ قيمة الثابت } \epsilon_0 \text{ هي للهواء}$$

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

تمثيل متجهات القوى الكهروستاتيكية التي تؤثر بها شحنتان إحداهما على الأخرى:

(a) شحنتان متماثلتان؛

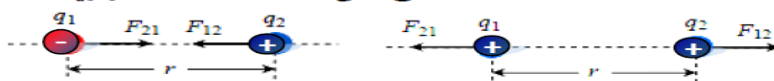
(b) شحنتان مختلفتان.

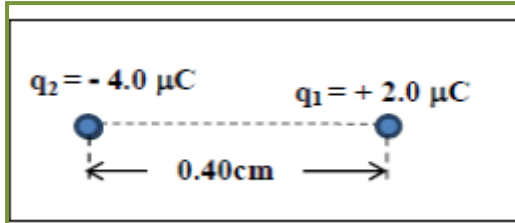


ملحوظات : - القوة الكهربائية كمية متجهة ( لها مقدار و لها اتجاه ) .

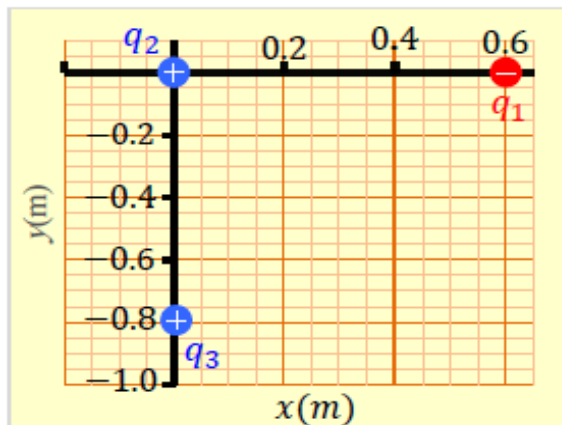
- متساويتان مقداراً و في اتجاهين متعاكسين .

- خط عمل القوة ينطبق على الخط الواصل بين مركزي الشحنتين .





- وضعت شحنتان نقطيتان في الهواء كما في الشكل المجاور اعتماداً على الشكل أجب عن الفقرتين التاليتين :
- احسب القوة الكهربائية المؤثرة على الكترون يقع في منتصف المسافة بين الشحنتين ثم حدد اتجاهها.

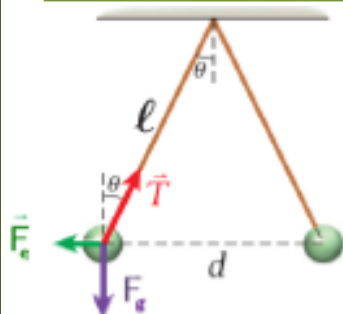


- في الشكل المجاور وضعت الشحانات النقطية الثلاث (  $q_1 = -5\mu C$  ,  $q_2 = +3.0\mu C$  ,  $q_3 = +6.0\mu C$  ) في الهواء, اعتماداً على الشكل أجب عن الفقرتين التاليتين:
- احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (  $q_2$  ) وحدد اتجاهها .

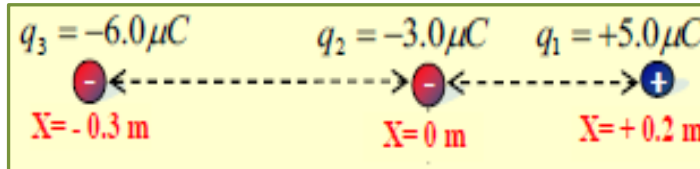
- إذا أبعدت الشحنة  $q_3$  عن  $q_2$  مع بقاء  $q_1$  في مكانها، فهل يزداد مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في  $q_2$  أم يقل أم يبقى ثابتاً ؟ برر ذلك.

- أحسب القوة المؤثرة على الشحنة  $q_1$  وحدد اتجاهها

كرتان متماثلتان مشحونتان تتدليان من السقف بحبلين عازلين متساويين في الطول.  $\ell = 1.50 \text{ m}$  وشُحنت كل كرة بشحنة مقدارها  $q = 25.0 \mu\text{C}$ . ثم أصبحت الكرتان المتدليتان في وضع السكون. وصنع كل حبل زاوية مقدارها  $25.0^\circ$  مع المستوى الرأسي. ما كتلة كل من الكرتين؟



- كرتان صغيرتان من نخاع البيلسان وزن كل منهما (  $0.05 \text{ N}$  ) علقت كل من الكرتين بطرف خيط خفيف طوله (  $0.60 \text{ m}$  ) ثم ثبت طرفا الخيطين إلى النقطة نفسها وعند شحن الكرتين بشحنين متماثلتين تنافرتا بحيث صارت الزاوية بين الخيطين (  $30^\circ$  )  
أحسب كمية الشحنة على كل من كرتي نخاع البيلسان .



في الشكل المجاور :  
 احسب مقدار القوة التي تؤثر في الشحنة  
 الثانية ( $q_2$ ) . وحدد اتجاهها .

### موضع الاتزان

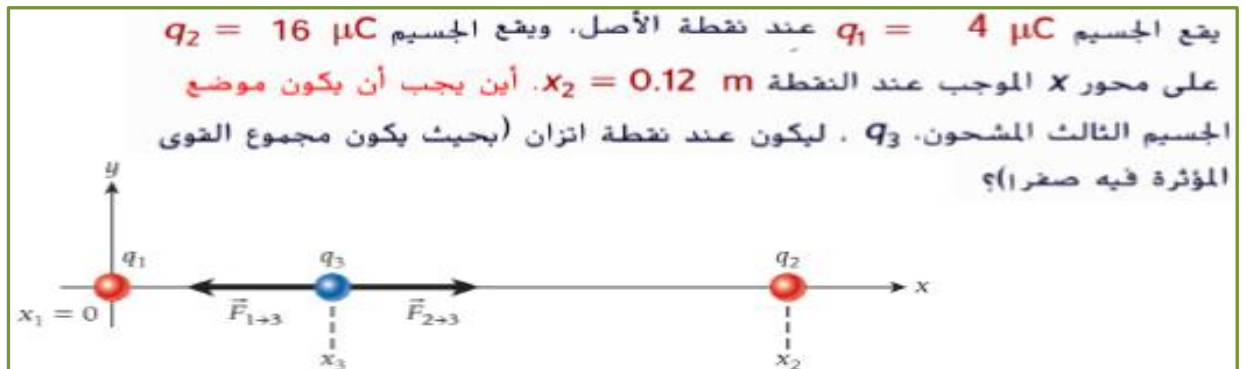
**موضع الاتزان :** النقطة التي إذا وضعت فيها شحنة ثالثة فإنها لا تتأثر بقوة ( محصلة القوى المؤثرة فيها صفراً .

\* لشحنتين من نفس النوع : تقع النقطة على الخط الواصل بينهما و أقرب إلى الشحنة الأقل مقداراً .

( لشحنتين متساويتين مقداراً فإن النقطة تقع في منتصف المسافة بينهما )

\* لشحنتين مختلفتين نوعاً : تقع النقطة على امتداد الخط الواصل بينهما (خارجهما) أقرب إلى الشحنة الأقل مقداراً .

( لشحنتين متساويتين مقداراً فإنه لا يوجد نقطة اتزان )



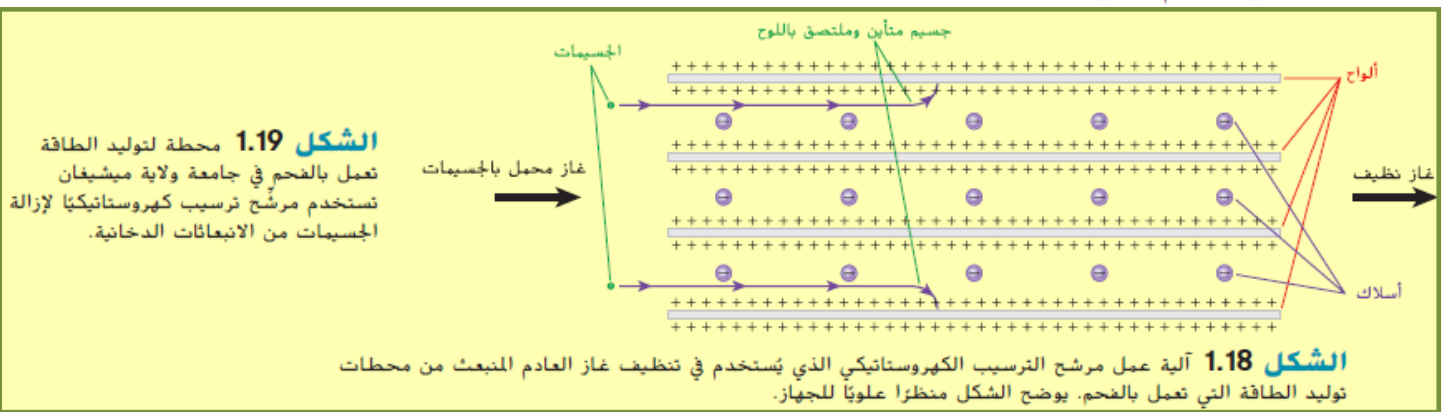
## التطبيقات على السحب الكهروستاتيكي واليومى الكهروستاتيكيه

### 1- مرشح الترسيب الكهروستاتيكي



من تطبيقات الشحن الكهروستاتيكي والقوى الكهروستاتيكية إزالة الانبعاثات الدخانية من محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم. يُستخدم جهاز **مرشح الترسيب الكهروستاتيكي (ESP)** لإزالة الرماد والجسيمات الأخرى التي تنتج عن احتراق الفحم لتوليد الطاقة. ويوضح الشكل 1.18 آلية عمل هذا الجهاز.

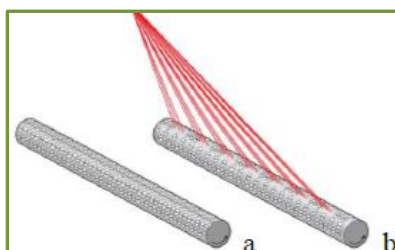
يتكون مرشح الترسيب الكهروستاتيكي من أسلاك وألواح، ويكون للألواح جهد كهربائي سالب عالٍ مقارنة بالجهد الكهربائي الموجب لمجموعة الألواح. (مصطلح الجهد الكهربائي المستخدم هنا هو المصطلح الدارج؛ وفي الوحدة 3، سنحدّد مفهوم هذا المصطلح من حيث فرق الجهد الكهربائي). في الشكل 1.18، يدخل غاز العادم الناتج عن احتراق الفحم من يسار مرشح الترسيب الكهروستاتيكي. وتُحمل الجسيمات المارة بالقرب من الأسلاك شحنة سالبة، لذا تنجذب هذه الجسيمات إلى الألواح موجبة الشحنة وتلتصق بها. ويستمر مرور الغاز عبر مرشح الترسيب الكهروستاتيكي ليخرج من الجانب الآخر خاليًا من الرماد والجسيمات الأخرى. ثم تُهزّ الألواح لإسقاط المادة المتراكمة عليها في حاوية موجودة أسفل الألواح. وتُستخدم هذه المادة في أغراض كثيرة، منها مواد البناء والأسمدة. يوضح الشكل 1.19 مثالاً لخطة توليد طاقة تعمل بالفحم تستخدم مرشح ترسيب كهروستاتيكيًا.



### - طابعة الليزر

تُعد طابعة الليزر مثالًا آخر للأجهزة التي تستخدم القوى الكهروستاتيكية. ويوضح الشكل 1.21 آلية عمل هذه الطابعة. توضح الأسهم الزرقاء مسار الورقة. حيث تُسحب الورقة من علبة الورقة أو تُلقَم يدويًا عبر علبة تلقيم الأوراق البديلة. ثم تمر الورقة فوق أسطوانة حيث يوضع مسحوق الحبر على سطح الورقة، ثم تمر بوحدة صهر تذيب جزيئات مسحوق الحبر لتثبتها بشكل دائم على الورقة.

يكون جسم الأسطوانة فلزيًا ومطليًا بمادة معينة حساسة للضوء. ويعمل السطح الحساس للضوء كعازل يحتفظ بالشحنة في غياب الضوء، لكن يفرغ الشحنة بسرعة إذا سُلط الضوء عليه. كما تدور الأسطوانة بحيث تكون سرعة حركة سطحها متماثلة مع سرعة الورقة المتحركة. يوضح الشكل 1.22 المبدأ الأساسي لآلية عمل الأسطوانة.



(a) الأسطوانة المشحونة بالكامل في طابعة الليزر. ستنتج هذه الأسطوانة صفحة فارغة. (b) أسطوانة يتم تسجيل سطر واحد من البيانات عليها بواسطة ضوء الليزر. حيث تتعادل الشحنة السالبة عند أي نقطة يسقط عليها ضوء الليزر. فتجذب النقاط مفرغة الشحنة مسحوق الحبر الذي ينتج صورة على الورقة.



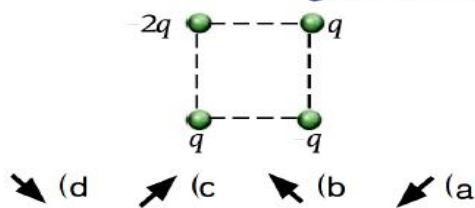
## 1.6 قانون كولوم وقانون نيوتن في الجذب

قانون كولوم	قانون نيوتن للجذب الكوني
$F_e = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$ قانون التربيع العكسي	$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ قانون التربيع العكسي
قوي تجاذب أو تنافر لأن الشحنتين يمكن ان يكونا متشابهين او مختلفين في النوع	قوي تجاذب فقط لأنه يوجد نوع واحد من الكتل
تناسب القوي طرديا مع حاصل ضرب الشحنتين	تناسب القوي طرديا مع حاصل ضرب الكتلتين
تناسب القوي عكسيا مع مربع المسافة بين الشحنتين	تناسب القوي عكسيا مع مربع المسافة بين الكتلتين
اكبر بكثير من قوي التجاذب	صغيرة جدا بالنسبة للقوى الكهروستاتيكية

س/ اوجد النسبة بين القوة الكهروستاتيكية الى قوة الجاذبية بين الكترونين .

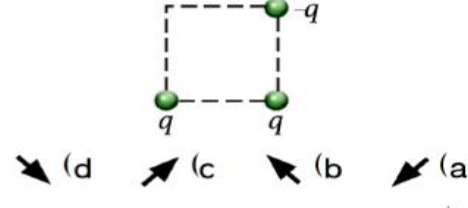
## مراجعته المماهه

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



(e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

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



(e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

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

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

## تمارين على الوحدة

أولاً : اختر أنسب تكملة لكل من العبارات التالية

1- شحنتان نقطيتان موجبتان متجاورتان ، القوة الكهربائية المتبادلة بينهما (1.6N) إذا أنقص البعد بينهما إلى النصف فإن مقدار القوة المتبادلة بينهما ستصبح:

0.4N ، 3.2 N ، 0.80 ، 6.4N

2- شحنتان نقطيتان متجاورتان المسافة بينهما (r) ، والقوة الكهربائية المتبادلة بينها 10N ، إذا أصبحت المسافة بين الشحنتين  $(\frac{r}{4})$  ، فإن القوة الكهربائية المتبادلة بينهما ستصبح :

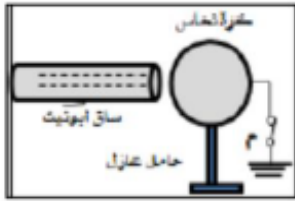
20N ، 40N ، 80N ، 160N

3- طريقة شحن الموصل بمجاورته لجسم آخر مشحون ومن ثم توصيل الموصل بالأرض تسمى :  
الشحن بالتماس ، الشحن بالحث ، الشحن بالاستقطاب ، بالتوصيل بالأرض

4- شحنت قطعة من مادة ما بطريقة الاستقطاب ، نستنتج من ذلك أن القطعة :  
من المواد الموصلة ، من المواد العازلة ، اكتسبت شحنات كهربائية ، فقدت شحنات كهربائية

5- أي مما يلي لا يمكن بواسطتها شحن ساق من الالبونيت ؟  
طريقة الدلك ، طريقة الحث ، طريقة الاستقطاب ، طريقتي الاستقطاب والدلك

6- إذا كان جسم مشحون بشحنة كهربائية سالبة، فإن شحنته يمكن أن تعادل شحنة :  
+3 e ، - 3e ، +1.6 e ، - 1.6e



7- في الشكل المجاور بعد فتح المفتاح (م) ثم إبعاد ساق الالبونيت عن الكرة  
تبقى الكرة متعادلة ، تشحن الكرة بشحنة موجبة ،  
لا يمكن معرفة شحنة الكرة ، تشحن الكرة بشحنة سالبة

8- أي مما يلي يدل على التعبير الصحيح لمفهوم كمية الشحنة الكهربائية ؟

شحنة الجسم عدد صحيح من الشحنة +1C ، شحنة الجسم عدد غير صحيح من الشحنة الأولية  
شحنة الجسم عدد صحيح من الشحنة - 1C ، شحنة الجسم عدد صحيح من الشحنة الأولية

9- شحنتان نقطيتان متجاورتان المسافة بينهما (r) ، والقوة الكهربائية المتبادلة بينها 30N ، إذا أصبحت المسافة بين الشحنتين  $(\frac{r}{3})$  ، فإن القوة الكهربائية المتبادلة بينهما ستصبح :

20N ، 10N ، 90N ، 270N

10- إذا تباعدت شحنتان نقطيتان من مسافة 1 cm إلى مسافة 4 cm فإن عامل التغير للقوة بينهما:

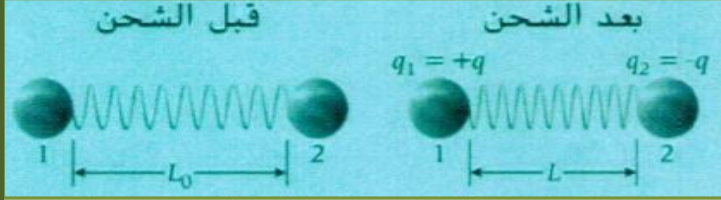
$\frac{1}{16}$  ،  $\frac{1}{4}$  ، 16 ، 4

11- شحنتان نقطيتان موجبتان متجاورتان ، القوة الكهربائية المتبادلة بينهما (4.8N) إذا زيد البعد بينهما إلى الضعف وأصبحت كل شحنة ضعف ما كانت عليه، فإن مقدار القوة المتبادلة بينهما ستصبح :

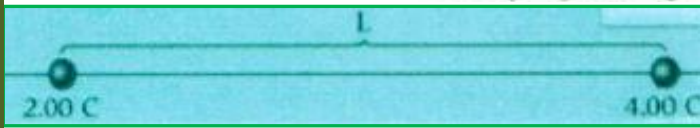
1.2 N ، 4.8 N ، 9.6 N ، 1.2 N

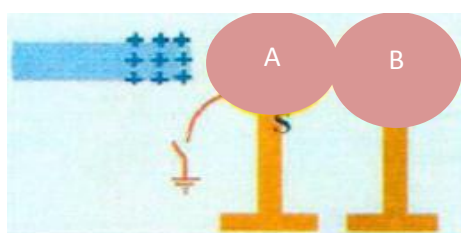
## ثانيا/ مسائل

- 1.45 • وُصِّلَت كَرَتَانِ فلزيتان غير مشحونتين، 1 و 2، بواسطة زنبرك عازل (بطول طبيعي  $L_0 = 1.00 \text{ m}$ ، وبثابت زنبرك  $k = 25.0 \text{ N/m}$ )، كما هو موضح في الشكل. ثم اكتسبت الكرتان الشحنتين  $+q$  و  $-q$  فتمدد الزنبرك وأصبح طوله  $L = 0.635 \text{ m}$ . تذكر أن القوة التي يبذلها الزنبرك هي  $F_s = k\Delta x$ ، حيث  $\Delta x$  التغير في طول الزنبرك عن طول اتزانه. أوجد الشحنة  $q$ . إذا طُلي الزنبرك بطبقة فلزية ليصبح موصلاً، فما الطول الجديد للزنبرك؟



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





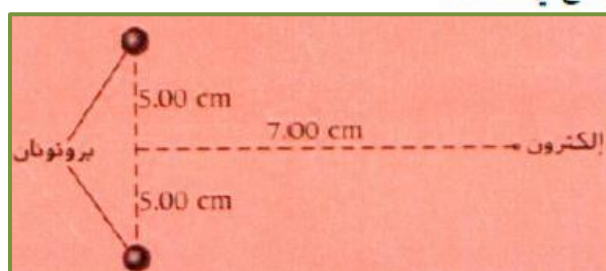
يظهر الشكل المجاور موصلين كرويين **متماثلين** متلامسين ، حيث يتصل الموصل (A) بالأرض بواسطة سلك توصيل و**مفتاح مفتوح** كما يظهر الشكل ساق زجاجية مشحونة بشحنة موجبة وقد قربت من الموصل (A) من جهة اليسار دون أن تلامسه .  
أجب عما يلي :

1- ارسم على الشكل توزيع الشحنات على الموصلين .

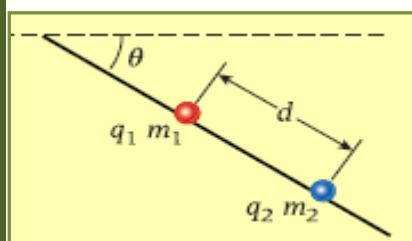
2- في الجدول أدناه حدد **نوع شحنة** كل من الموصلين بكتابة ( موجبة أو سالبة أو غير مشحون ) في كل حالة من الحالات الموضحة في العمود الأول .

الحالة	شحنة الموصل A	شحنة الموصل B
عدم غلق المفتاح (S) وابعاد الموصلين عن بعضهما ثم ابعاد ساق الزجاج		
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		

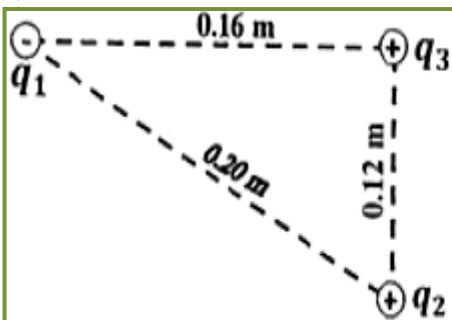
1.50 أوجد مقدار القوة الكهروستاتيكية واتجاهها المؤثرة في الإلكترون الموضح في الشكل



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







- وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث، كما في الشكل المجاور إذا كانت (  $q_3 = +2.2 \times 10^{-9} \text{ C}$  ,  $q_2 = +1.4 \times 10^{-8} \text{ C}$  ) وتؤثر الشحنة  $q_1$  على الشحنة  $q_3$  بقوة جذب مقدارها (  $1.4 \times 10^{-4} \text{ N}$  )  
أجب عن الآتي :
- جد مقدار محصلة القوى المؤثرة في الشحنة  $q_3$  , وحدد اتجاهها على الشكل نفسه.

يوضح الشكل أربعة أجسام مشحونة تقع عند زوايا مربع طول ضلعه  $1.25 \text{ m}$ . ما مقدار واتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في  $q_4$  والناجمة عن الشحنات الثلاث الأخرى؟

