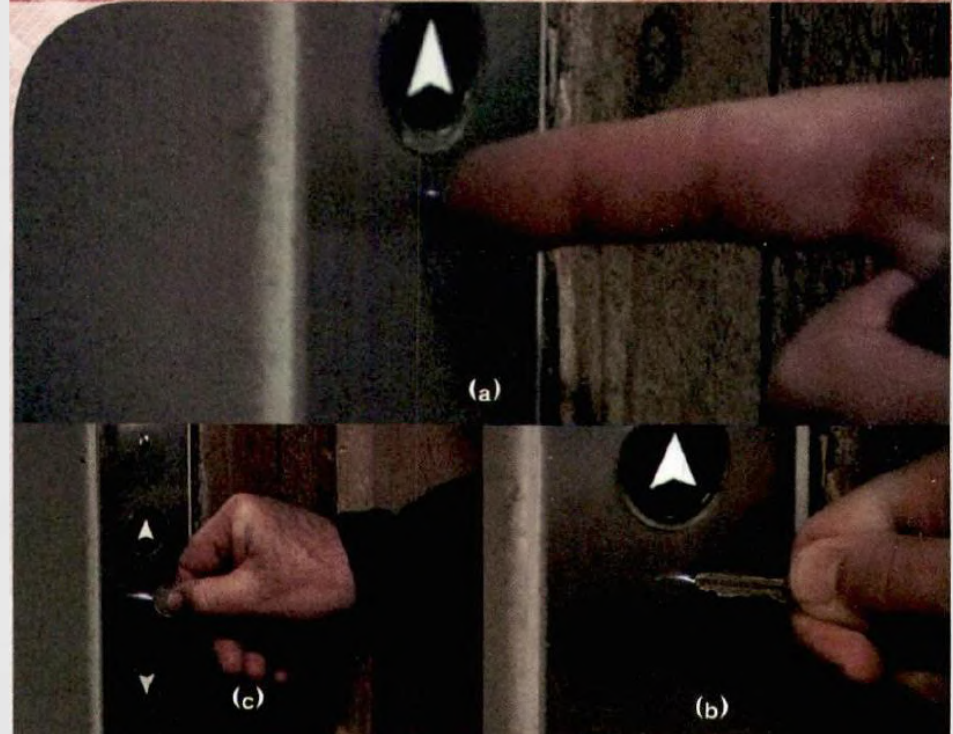


1

القوى الكهروستاتيكية

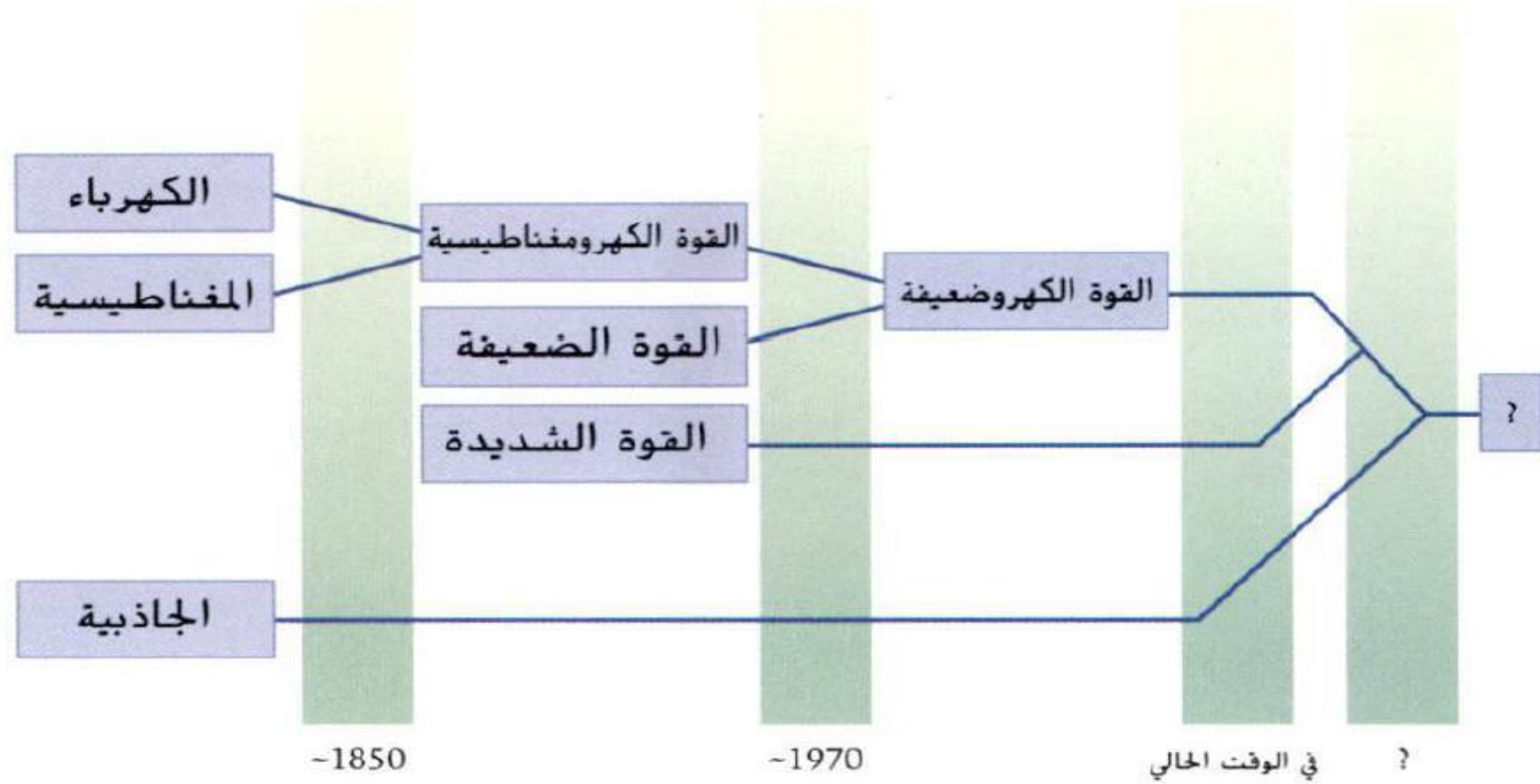
١،١ الكهرومغناطيسية

قناة قطوف فيزيائية



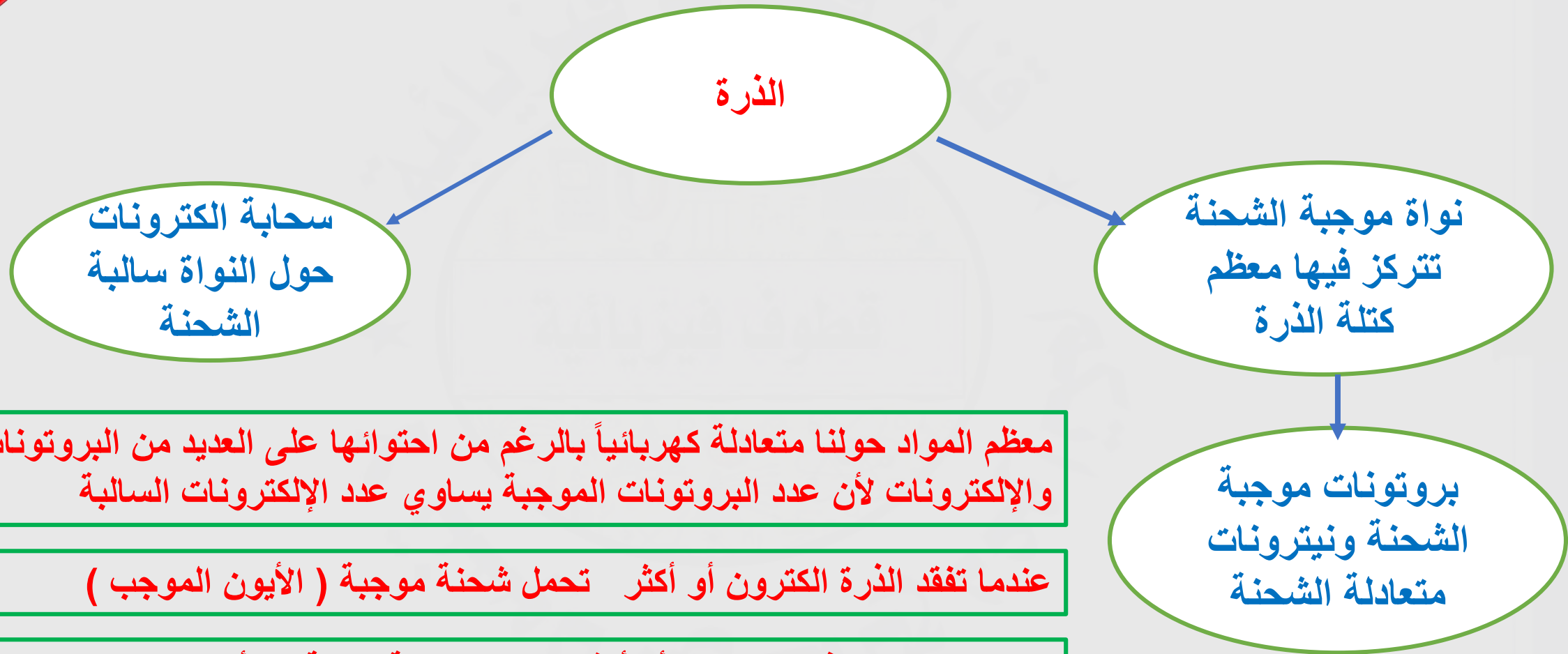


قوى الطبيعة





القوة الكهروستاتيكية : حالات تكون فيه الشحنة ثابتة في مكانها ولا تتحرك



معظم المواد حولنا متعادلة كهربائياً بالرغم من احتوائها على العديد من البروتونات والإلكترونات لأن عدد البروتونات الموجبة يساوي عدد الإلكترونات السالبة

عندما تفقد الذرة إلكترون أو أكثر تحمل شحنة موجبة (الأيون الموجب)

عندما تكتسب الذرة إلكترون أو أكثر تحمل شحنة سالبة (الأيون السالب)

تُعتبر الإلكترونات هي ناقلات الكهرباء في الذرة لسهولة انتزاعها من الذرة

المواد

موصلات فائقة التوصيل

مقاومتها لتوصيل الكهرباء صفر

لا يحدث فقد في الطاقة

تكون عند درجات الحرارة المنخفضة جداً

سبيكة النيوبيوم التيتانيوم عند درجة حرارة الهليوم المسال
4.2 K

درجة الحرارة الحرجة T_c
هي أعلى درجة حرارة تسمح
بالموصلية الفائقة

أشباه موصلات

أساس صناعة
الكمبيوتر والترانزستور
والمنتجات الإلكترونية

مثال :
الزرنيخ - الجاليوم -
السيليكون

عوازل

مواد رديئة التوصيل
للكهرباء بسبب صعوبة
حركة الإلكترونات الحرة
خلالها

مثال :
الزجاج - البلاستيك -
القماش

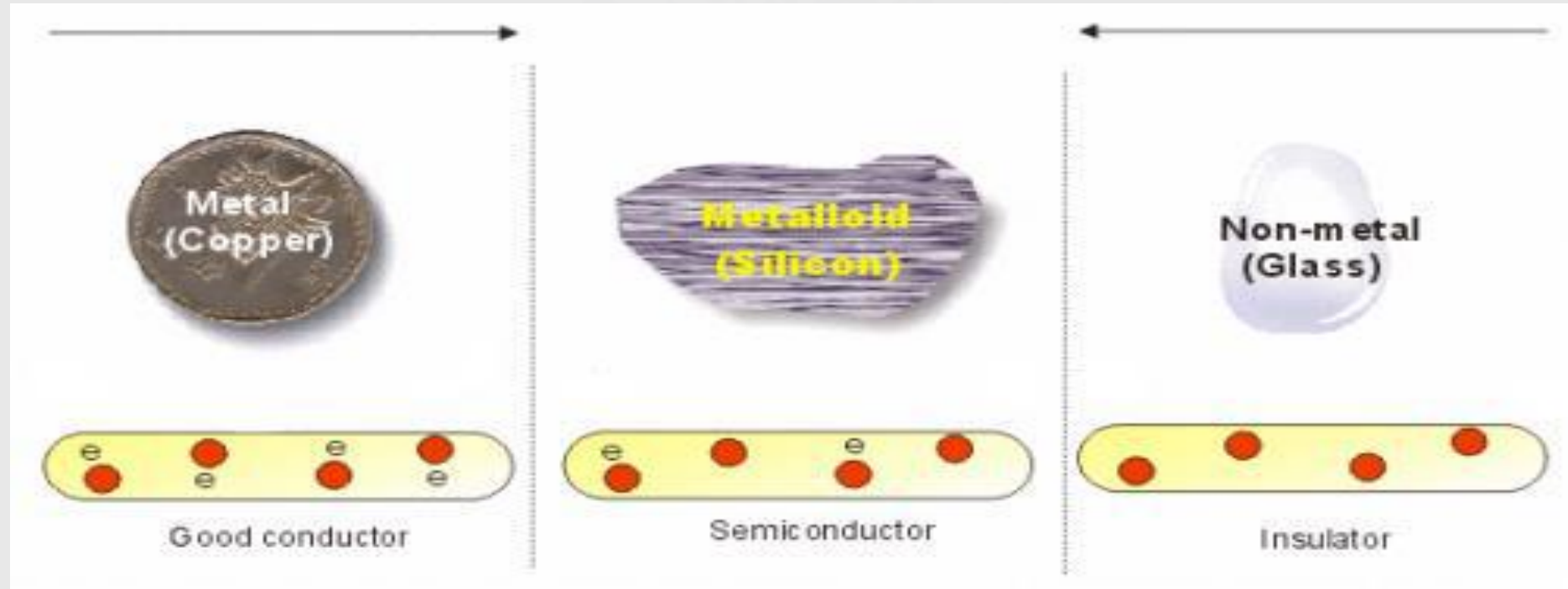
موصلات

مواد جيدة التوصيل للكهرباء
بسبب حرية حركة الإلكترونات
الحرة خلالها

مثال : النحاس : يستخدم في
صناعة الموصلات الكهربائية

محاليل الأملاح الذائبة مثل
محلول كلوريد الصوديوم (ملح
الطعام)

النسيج العضوي ليس موصلاً جيداً
لكنه يوصل الكهرباء بما يكفي لجعل
التيارات الكبيرة خطرة جداً





أشباه الموصلات

غير نقية : بسبب تطعيمها بشوائب
لكي تزيد توصيليتها الكهربائية

نقية

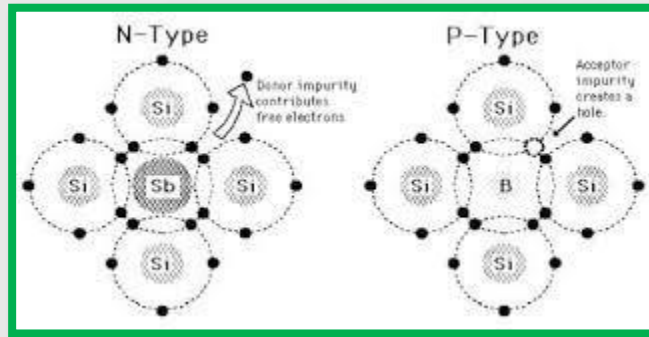
N- type

P- type

حاملات الشحنة عبارة
عن إلكترونات سالبة

تكون الشوائب مانحات
للإلكترونات

تكون الشوائب خماسية
التكافؤ

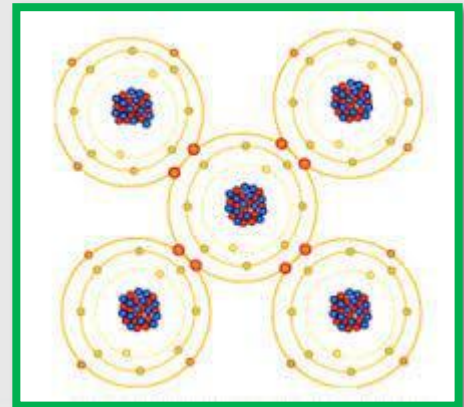


حاملات الشحنة عبارة
عن فجوات موجبة

تكون الشوائب
مستقبلات للإلكترونات

تكون الشوائب ثلاثية
التكافؤ

يتم زيادة توصيليتها
بإثارتها مثل رفع درجة
الحرارة

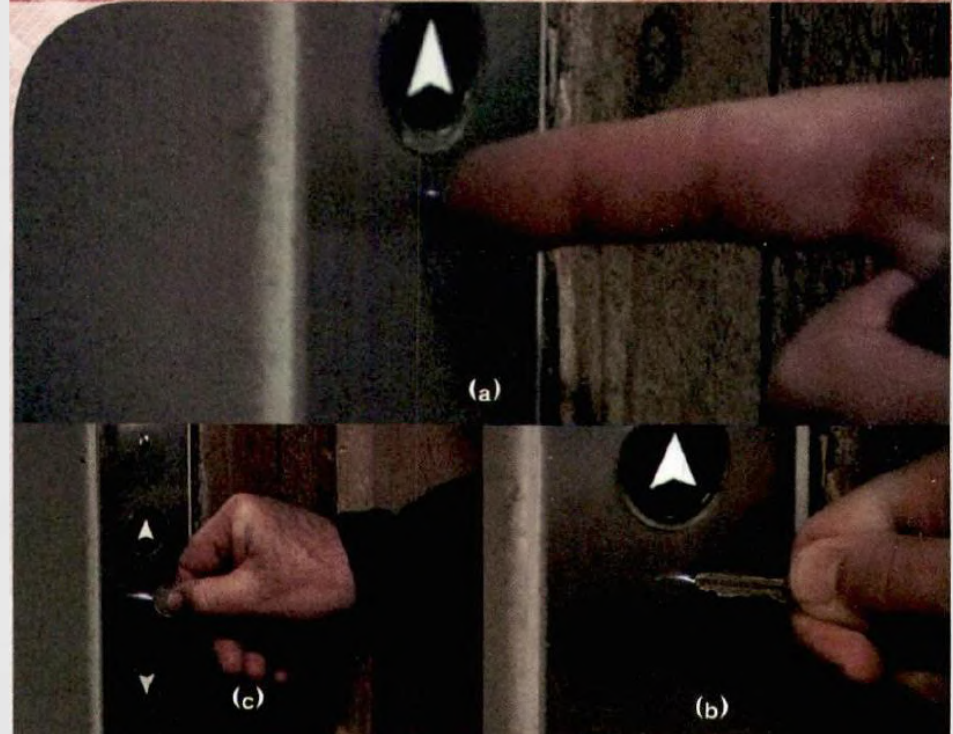


1

القوى الكهروستاتيكية

القوة الكهروستاتيكية مثال ٣٧

قناة قطوف فيزيائية





1.37• تم تطعيم عينة من السيليكون بالفوسفور بنسبة 1 لكل $1.00 \cdot 10^6$. يعمل الفوسفور كممانح للإلكترونات، حيث يمنح إلكترونًا حرًا لكل ذرة. وتبلغ كثافة السيليكون 2.33 g/cm^3 . وتبلغ كتلته الذرية 28.09 g/mol .

(a) احسب عدد الإلكترونات الحرة (الموصلة) لكل وحدة حجم في السيليكون المَطَّعم.
(b) قارن النتيجة من الجزء (a) مع عدد الإلكترونات الموصلة لكل وحدة حجم في سلك من النحاس. مفترضًا أن كل ذرة نحاس تنتج إلكترونًا واحدًا حرًا (موصلاً). علمًا بأن كثافة النحاس 8.96 g/cm^3 . وكتلته الذرية 63.54 g/mol .

$$a) \quad n_{\text{atoms of Si /cm}^3} = \frac{N_A}{V} ; \quad V = \frac{m}{\rho}$$

$$n_{\text{atoms of Si /cm}^3} = \frac{N_A \rho}{M} = \frac{(6.022 \times 10^{23})(2.33)}{28.09} = 4.995 \times 10^{22} \text{ atom/cm}^3$$

$$n_{e/\text{cm}^3} = \frac{(4.995 \times 10^{22})}{1.0 \times 10^6} = 4.995 \times 10^{16} e/\text{cm}^3$$

$$b) n_{\text{atoms-Cu/cm}^3} = \frac{N_A \rho}{M} = \frac{(6.022 \times 10^{23})(8.96)}{63.54} = 8.49 \times 10^{22} \text{ atom/cm}^3$$

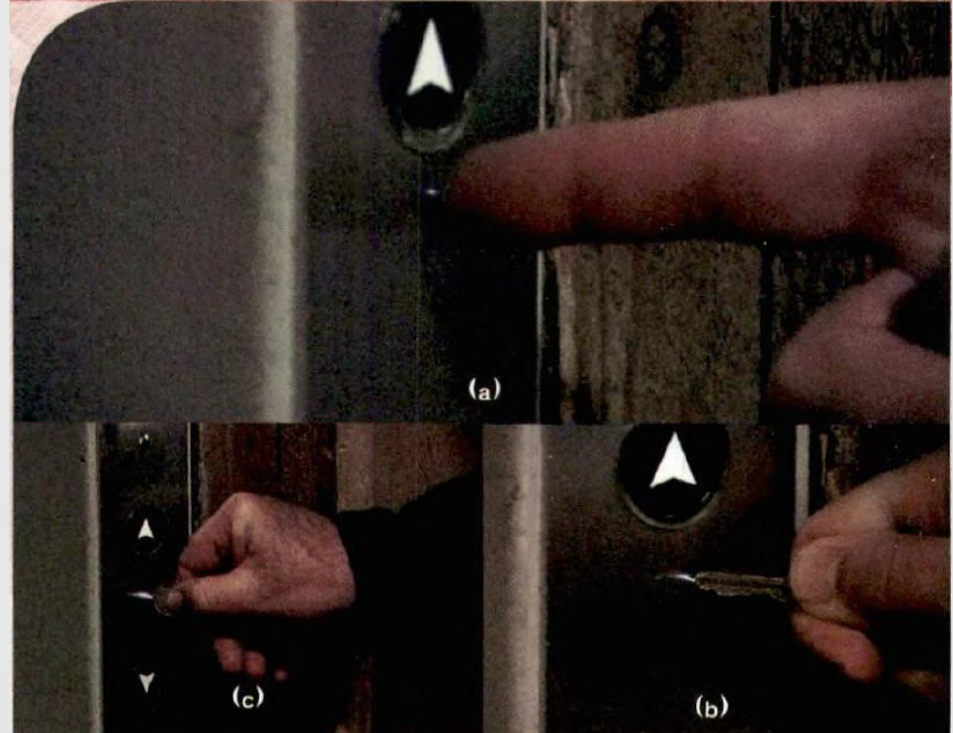
$$\frac{4.995 \times 10^{18}}{8.49 \times 10^{22}} = 5.88 \times 10^{-7}$$

1

القوى الكهروستاتيكية

1.2 الشحنة الكهربائية

قناة قطوف فيزيائية





الشحنة الكهربائية

تقاس الشحنة بوحدة الكولوم ($1 C = 1 A.s$)

الشحنة كمّاء

الشحنة تساوي مضاعفات لرقم ثابت = شحنة الإلكترون = شحنة البروتون = الشحنة الأساسية

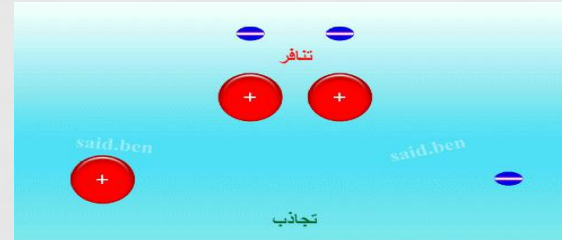
$$q_e = -1.602 \times 10^{-19} C$$

$$q_p = +1.602 \times 10^{-19} C$$

الشحنة محفوظة

الكمية الكلية للشحنة في نظام مغلق ثابتة لا تتغير

الشحنات المتشابهة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب



نوعان : موجبة وسالبة

الشحنة الموجبة تنتج عند فقد الذرة إلكترون أو أكثر

الشحنة السالبة تنتج عند اكتساب الذرة إلكترون أو أكثر

تجربة قطرة الزيت لمليكان

www.zdsoft.com

$$q = e (N_p - N_e)$$
$$N = \pm \frac{q}{1.602 \times 10^{-19}}$$

١- هل توجد شحنة مقدارها $-2.5 e$ ؟

لا لأن الشحنة مكماة (مضاعفات صحيحة للشحنة الأولية)

٢- هل توجد شحنة مقدارها $-2.5 C$ ؟

$$N = \pm \frac{q}{e} = \frac{2.5}{1.602 \times 10^{-19}} = 1.56 \times 10^{19} e$$

$$N = \pm \frac{q}{e} = \frac{1.00}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.24 \times 10^{18} e$$

مراجعة المفاهيم 1.1

كم عدد الإلكترونات اللازمة لإنتاج شحنة مقدارها $1.00 C$ ؟

$$6.24 \cdot 10^{18} (d) \quad 1.60 \cdot 10^{19} (a)$$

$$6.66 \cdot 10^{17} (e) \quad 6.60 \cdot 10^{19} (b)$$

$$3.20 \cdot 10^{16} (c)$$



جسيمات أخرى في الذرة (دون ذرية)

الميون والتاو

جسيمات شبيهة
بالإلكترونات وكتلتها
أكبر منه

جلونات

جسيمات غير مشحونة
تربط الكواركات ببعضها
البعض

كواركات

جسيمات مشحونة
تبلغ شحنتها
 $\pm \frac{1}{3} e$, $\pm \frac{2}{3} e$

لا توجد بشكل مستقل

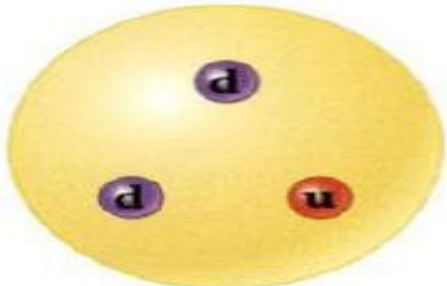


تكوين البروتون والنيوترون

النيوترون (متعادل)

يتكون النيوترون من:

كواركين سفليين شحنة كلاً منها $(-\frac{1}{3}e)$
وكوارك واحد علوي شحنته $(+\frac{2}{3}e)$



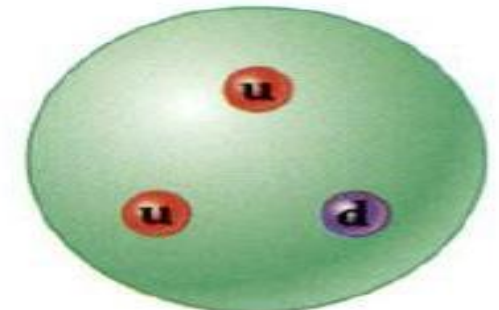
نيوترون

$$q_n = +\frac{2}{3}e - \frac{1}{3}e - \frac{1}{3}e = 0$$

البروتون (موجب الشحنة)

يتكون البروتون من:

كواركين علويين شحنة كلاً منها $(+\frac{2}{3}e)$
وكوارك واحد سفلي شحنته $(-\frac{1}{3}e)$



بروتون

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



$$a) + e$$

$$b) 0$$

$$c) 0$$

$$d) 0$$

$$e) + \frac{2}{3} e$$

$$f) - \frac{1}{3} e$$

$$g) - e$$

$$h) + 2 e$$

سؤال الاختبار الذاتي 1.1

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

(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)



الشحنة الكلية

مثال 1.1

المسألة

إذا أردنا أن يكتسب قالبٌ حديدي كتلته 3.25 kg شحنةً موجبة مقدارها 0.100 C، فما نسبة الإلكترونات التي سنحتاج إلى نزعها؟

لحساب عدد الإلكترونات الكلية في الذرة
تذكر العلاقات :

$$1 \text{ mol} = 6.022 \times 10^{23} \text{ atom}$$

$$n_{\text{mol}} = \frac{\text{الكتلة (g)}}{\text{الكتلة المولية (g)}}$$

عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة = العدد الذري Z

لحساب عدد الإلكترونات المفقودة أو
المكتسبة في الذرة نطبق العلاقة :

$$N = \pm \frac{q}{e} = \frac{0.100}{1.602 \times 10^{-19}} \\ = 6.24 \times 10^{17} e$$

$$N = \frac{m \times N_A \times Z}{M} = \frac{3.25 \times 6.022 \times 10^{23} \times 26}{0.056} \\ = 9.09 \times 10^{26} e$$

$$\frac{6.24 \times 10^{17}}{9.09 \times 10^{26}} = 6.86 \times 10^{-10}$$

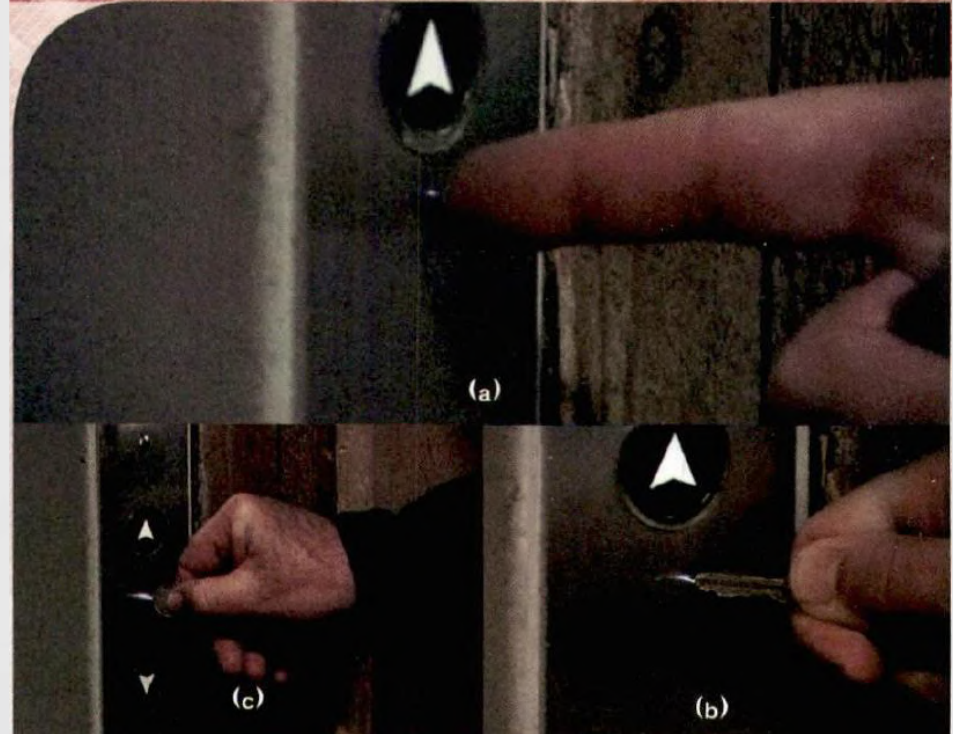
1

القوى الكهروستاتيكية

تتميز على الشحنة الكهربائية
حل المسائل رقم :

٣٠ و ٣١ و ٣٢ و ٣٣ و ٣٤ و ٣٥ و ٣٦

قناة قطوف فيزيائية





1.30 كم عدد الإلكترونات اللازمة لإنتاج شحنة كلية مقدارها C 1.00؟

$$N = \pm \frac{q}{e} = \frac{1.00}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.24 \times 10^{18} e$$

1.31 إن الفاراداي وحدة شحنة كثيرا ما نصادفها في التطبيقات الكهروكيميائية، ويرجع اسمها إلى عالم الفيزياء والكيمياء البريطاني مايكل فاراداي. وهي تساوي مولا واحدا فقط من الشحنات الأولية. احسب عدد الكولومات في 1.000 فاراداي.

$$1 \text{ mol} = 6.022 \times 10^{23} \text{ atom}$$

$$1 F = 6.022 \times 10^{23} e$$

$$q = N e = 6.022 \times 10^{23} \times 1.602 \times 10^{-19} = 96472 C$$



1.32 توجد وحدة أخرى للشحنة وهي الوحدة الكهروستاتيكية (esu). وتعرّف كالتالي: تبذل شحنتان نقطيتان، مقدار كل منهما 1 esu وتفصل بينهما مسافة 1 cm، قوة مقدارها 1 داین تماماً إحداهما على الأخرى:
 $1 \text{ داین} = 1 \text{ g cm/s}^2 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ N}$

(a) حدّد العلاقة بين وحدة esu ووحدة الكولوم.
(a) حدّد العلاقة بين وحدة esu والشحنة الأولية.

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

$$1 \times 10^{-5} \text{ N} = \frac{(9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2})(1 \text{ ssu}^2)}{(10^{-4} \text{ m}^2)}$$

$$1 \times 10^{-5} = \frac{(9 \times 10^9 \text{ C}^{-2})(1 \text{ esu}^2)}{(10^{-4})} : 1 \text{ esu} = \sqrt{\frac{(1 \times 10^{-5})(10^{-4})}{(9 \times 10^9 \text{ C}^{-2})}} = 3.33 \times 10^{-10} \text{ C}$$

$$b) \quad N = \pm \frac{q}{e} = \frac{3.33 \times 10^{-10}}{1.602 \times 10^{-19}} = 2.08 \times 10^9 e$$



1.33 تيار شدته 5.00 mA يكفي لأن يجعل عضلاتك تنقبض. احسب عدد الإلكترونات التي ستندفق عبر جلدك إذا تعرّضت لتيار كهذا لمدة 10.0 s.

$$q = i t = (5.00 \times 10^{-3})(10.0) = 5.00 \times 10^{-2} C$$

$$N = \pm \frac{q}{e} = \frac{5.00 \times 10^{-2}}{1.602 \times 10^{-19}} = 3.12 \times 10^{17} e$$

1.34 كم عدد الإلكترونات الموجودة في 1.00 kg من المياه؟

$$N = \frac{m \times N_A \times Z}{M} = \frac{1.00 \times 6.022 \times 10^{23} \times 10}{0.018} = 3.35 \times 10^{26} e$$



1.35• تقذف الأرض دائما بالأشعة الكونية التي يتكون معظمها من البروتونات. وتسقط هذه البروتونات على الغلاف الجوي للأرض من كل الاتجاهات بمعدل 1245 بروتونا لكل متر مربع في الثانية. إذا افترضنا أن عمق الغلاف الجوي للأرض يبلغ 120.0 km، فما مقدار الشحنة الكلية التي تسقط على الغلاف الجوي في مدة مقدارها 5.000 min؟ افترض أن نصف قطر سطح الأرض يساوي 6378. km.

$$A = 4\pi r^2 = 4\pi(6378 \times 10^3 + 120 \times 10^3)^2 = 5.31 \times 10^{14} m^2$$

$$1245 \text{ بروتون} \rightarrow 1m^2 \rightarrow 1s$$

$$N ?? \rightarrow 5.31 \times 10^{14} m^2 \rightarrow 5 \times 60s$$

$$N = 1245 \times 5.31 \times 10^{14} \times 5 \times 60 = 1.98 \times 10^{20} P$$

$$q = Ne = 1.98 \times 10^{20} \times 1.6 \times 10^{-19} = 31.7C$$



1.36* أثناء إجراء أحد الطلاب تجربة شبيهة بتجربة قطرة الزيت للمليكان، كانت مقادير الشحنات التي قاسها كالتالي:

$$\begin{array}{lll} 3.26 \cdot 10^{-19} \text{ C} & 5.09 \cdot 10^{-19} \text{ C} & 1.53 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\ 6.39 \cdot 10^{-19} \text{ C} & 4.66 \cdot 10^{-19} \text{ C} & \end{array}$$

أوجد شحنة الإلكترون باستخدام هذه المقاييس.

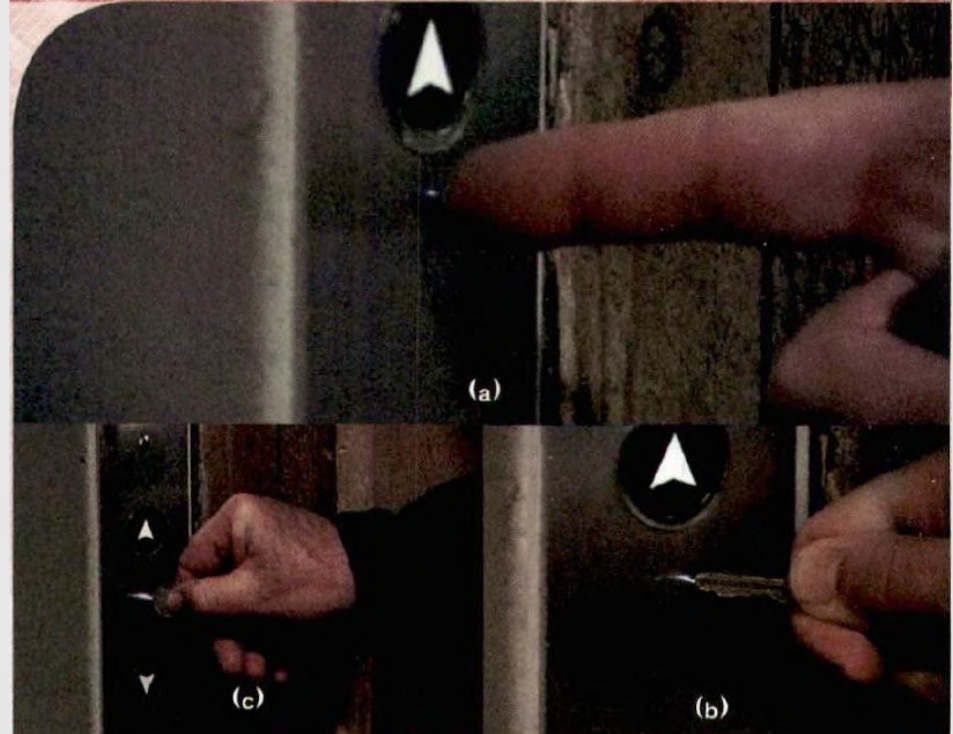
| q | $n = \frac{q}{\text{اقل مقدار}}$ | n | $e = \frac{q}{n}$ | متوسط الشحنة |
|----------------------------------|----------------------------------|-----|----------------------------------|-----------------------------------|
| $1.53 \times 10^{-19} \text{ C}$ | 1 | 1 | $1.53 \times 10^{-19} \text{ C}$ | $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ |
| $5.09 \times 10^{-19} \text{ C}$ | 3.3 | 3 | $1.7 \times 10^{-19} \text{ C}$ | |
| $3.26 \times 10^{-19} \text{ C}$ | 2.13 | 2 | $1.63 \times 10^{-19} \text{ C}$ | |
| $4.66 \times 10^{-19} \text{ C}$ | 3.05 | 3 | $1.55 \times 10^{-19} \text{ C}$ | |
| $6.39 \times 10^{-19} \text{ C}$ | 4.18 | 4 | $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ | |
| | | | | |

1

القوى الكهروستاتيكية

1.4 الشحن الكهروستاتيكي

قناة قطوف فيزيائية

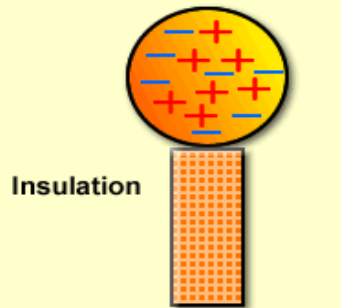




الشحن الكهروستاتيكي شحن الجسم بشحنة ساكنة

الحث (التأثير)

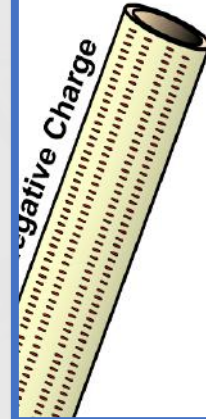
Vivax Solutions



Electrons and
Protons are mixed

التوصيل (التلامس)

Conduction

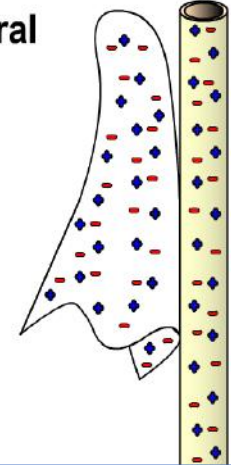


Becomes
Negative

Electrons transfer to the object
making it the same charge

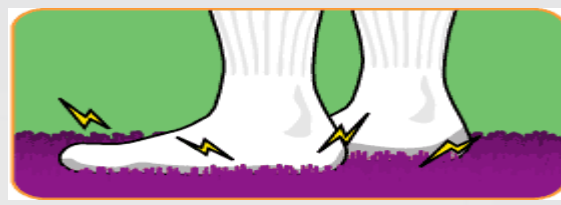
الدلك

Neutral
Rag



Neutral
PVC Pipe

الشحن بالدلك



عند دلك جسمين معاً فإن :

- أحد الجسمين يفقد إلكترونات ويحمل شحنة موجبة
- الجسم الآخر يكتسب إلكترونات ويحمل شحنة سالبة

قانون حفظ الشحنة

عدد الإلكترونات المفقودة = عدد الإلكترونات المكتسبة

مثال :

عند دلك المطاط بقطعة من الحرير فإن :

- الحرير يميل إلى فقد إلكترونات ويحمل شحنة موجبة
- المطاط يميل إلى اكتساب إلكترونات ويحمل شحنة سالبة





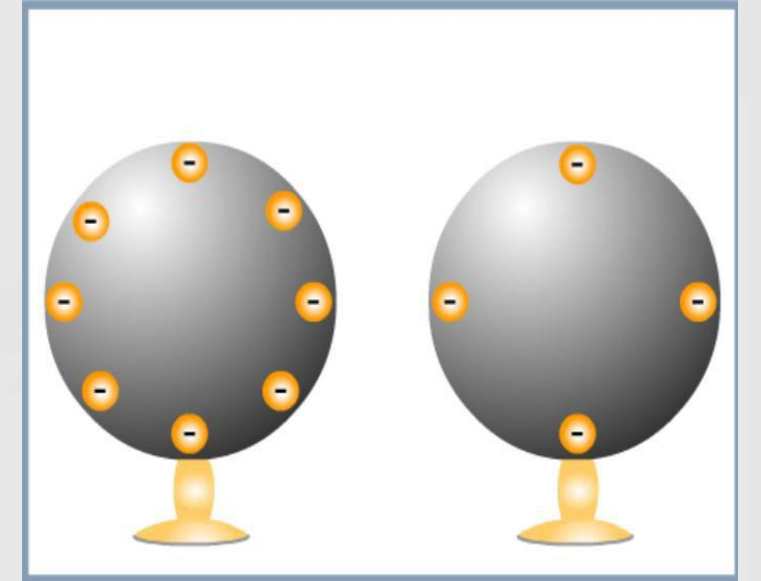
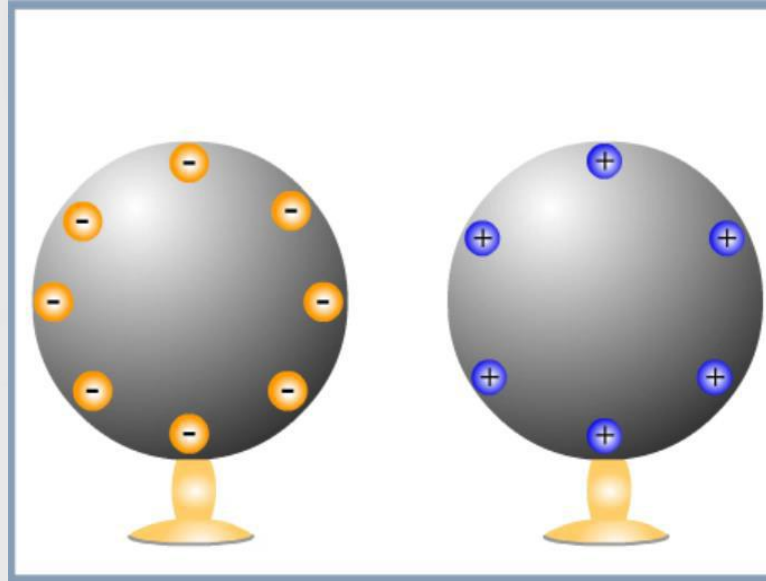
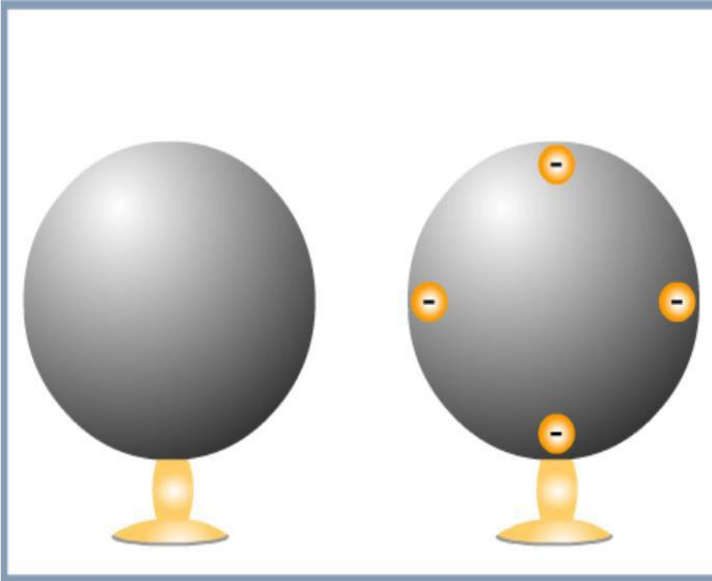
الشحن بالتوصيل

شحن موصل عند تلامسه المباشر مع جسم آخر

تنتقل الشحنة بين جسمين مختلفين في الجهد حتى يتساويا في الجهد .
إذا كان الموصلين متماثلين : يتساويان في الجهد والشحنة بعد التلامس

قانون حفظ الشحنة

مجموع شحنة الجسمين قبل التلامس = مجموع شحنة الجسمين بعد التلامس





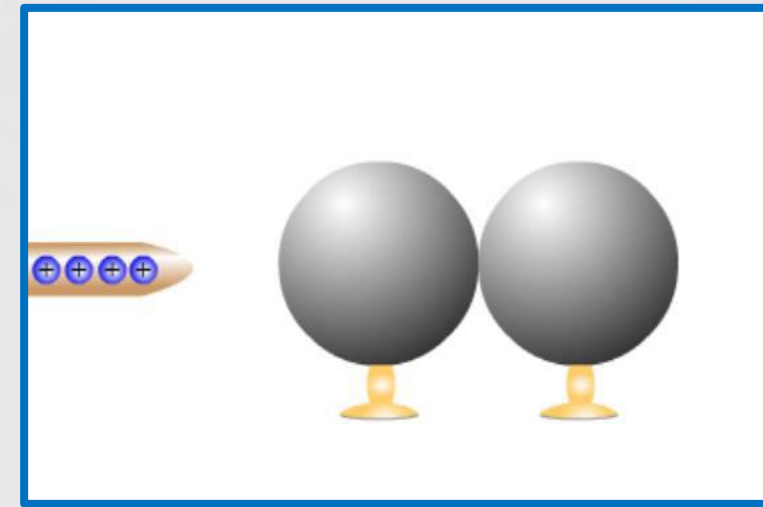
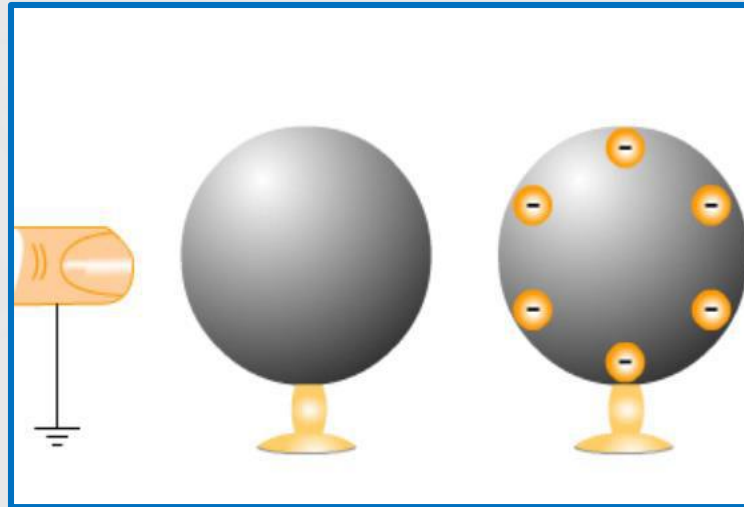
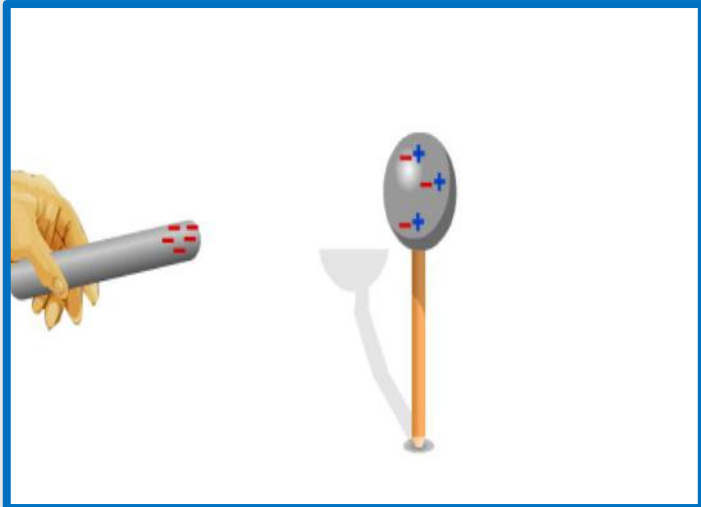
الشحن بالحث (بالتأثير)

شحن موصل عند تقريب مؤثر منه والتخلص من الشحنات الزائدة بالتأريض

لا تتغير شحنة المؤثر

يشحن الجسم بشحنة مخالفة لشحنة المؤثر

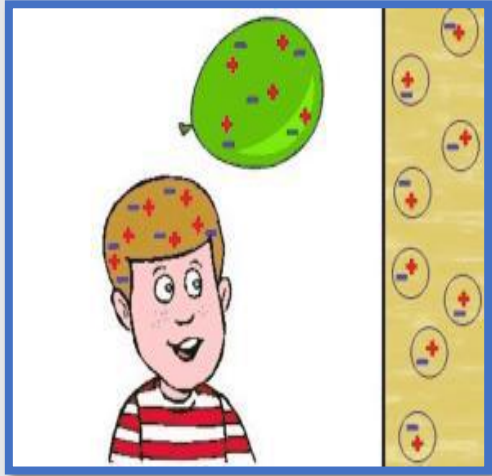
يتم فصل التأريض أولاً ثم إبعاد المؤثر





الاستقطاب ؟

ماذا يحدث عند تقريب جسم مشحون من عازل غير مشحون ؟
مثل تقريب بالون مشحون من جدار غير مشحون
أو تقريب قلم مشحون من قصاصات ورق صغيرة





الكشاف الكهربائي

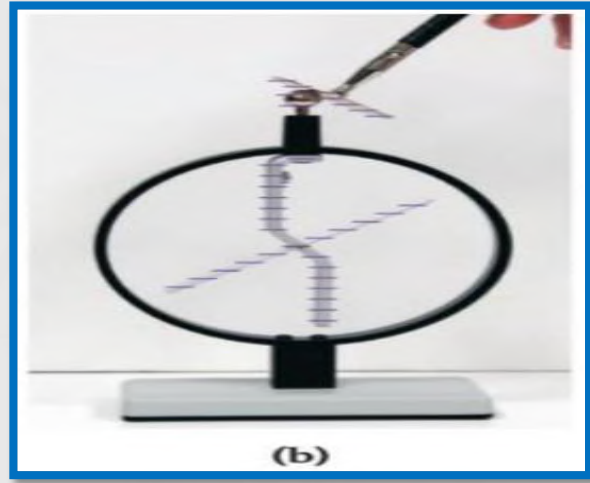
يُستخدم في التعرف على الأجسام المشحونة وتحديد نوع شحنة هذه الأجسام



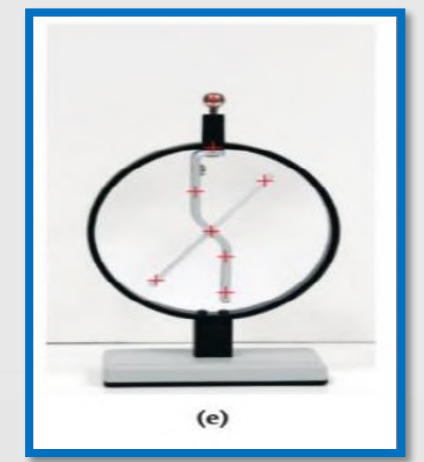


الكشاف الكهربائي

شحن الكشاف بالتوصيل



شحن الكشاف بالحث

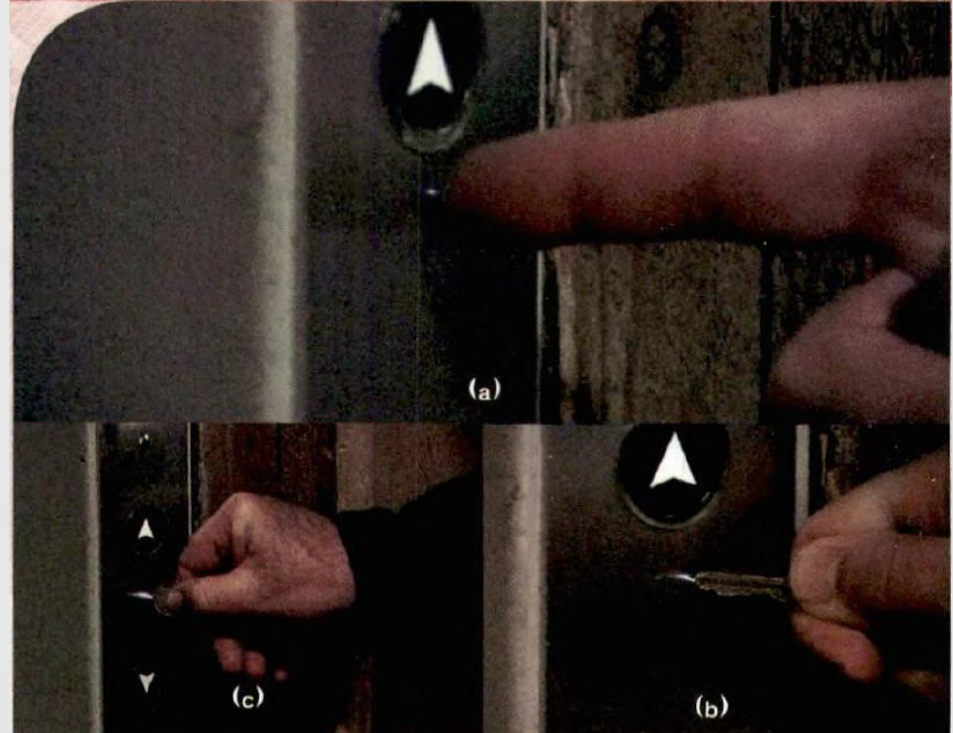


1

القوى الكهروستاتيكية

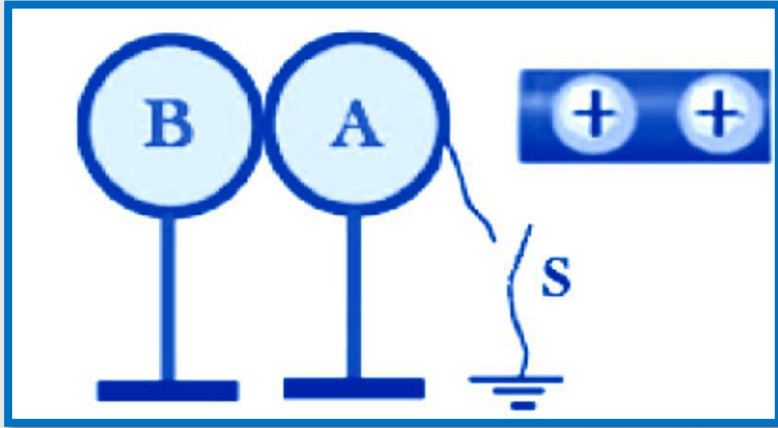
تماسين على الشحن الكهروستاتيكي

قناة قطوف فيزيائية





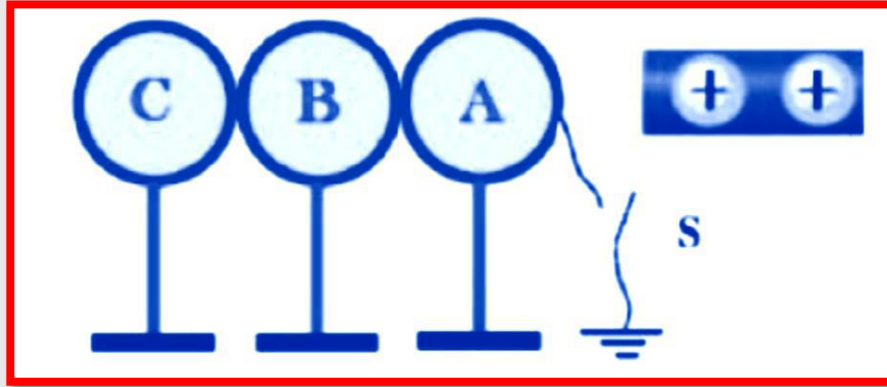
١- من خلال الرسم المقابل : أكمل الجدول التالي :



| q_B | q_A | |
|-----------|-------|-----------------|
| موجبة | سالبة | قبل غلق المفتاح |
| غير مشحون | سالبة | بعد غلق المفتاح |



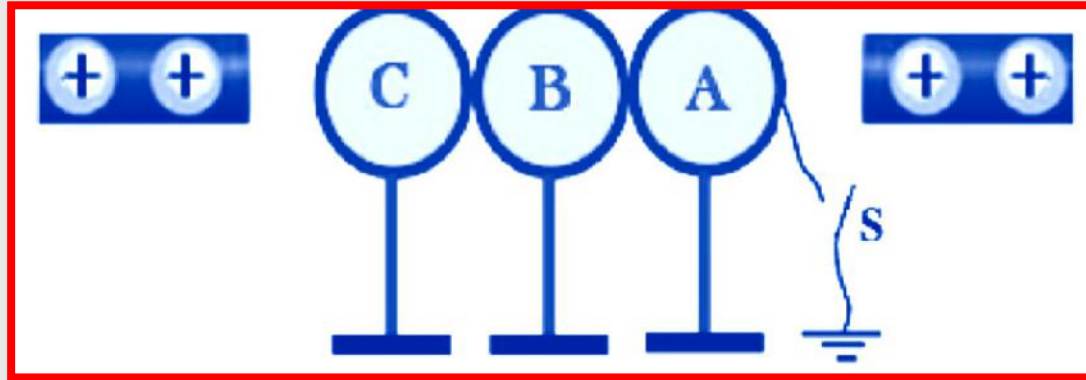
٢- من خلال الرسم المقابل : أكمل الجدول التالي :



| q_C | q_B | q_A | |
|-----------|-----------|-------|-----------------|
| موجبة | غير مشحون | سالبة | قبل غلق المفتاح |
| غير مشحون | غير مشحون | سالبة | بعد غلق المفتاح |



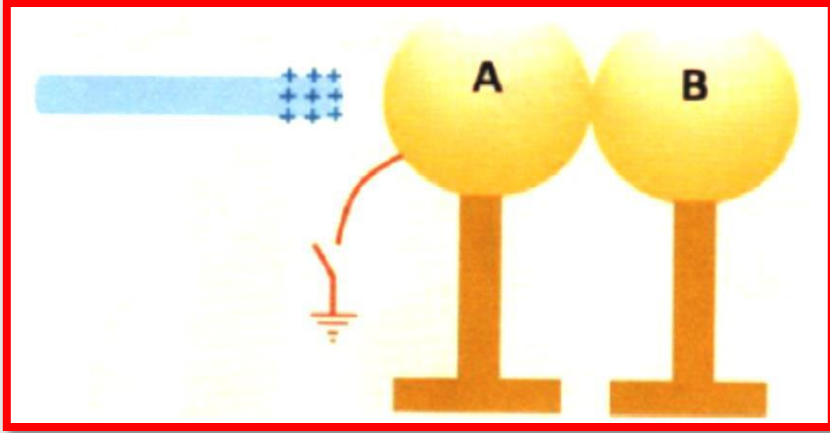
٣- من خلال الرسم المقابل : أكمل الجدول التالي :



| q_C | q_B | q_A | |
|-------|-----------|-------|-----------------|
| سالبة | موجبة | سالبة | قبل غلق المفتاح |
| سالبة | غير مشحون | سالبة | بعد غلق المفتاح |



٤ - من خلال الرسم المقابل : أكمل الجدول التالي :



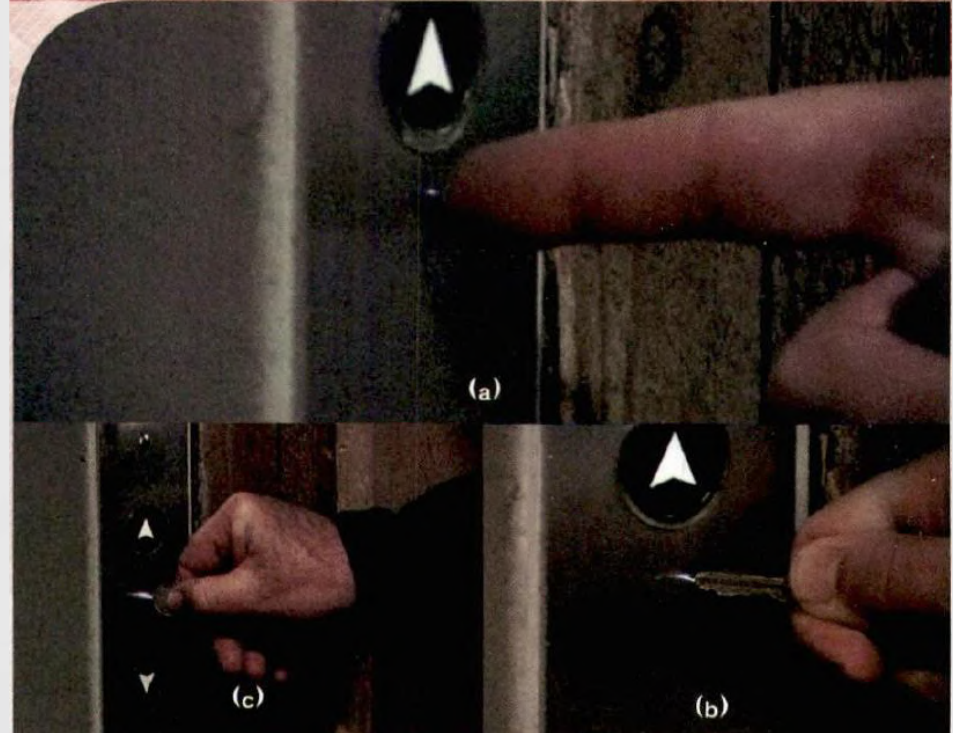
| q_B | q_A | |
|-----------|-------|---|
| غير مشحون | سالبة | ١ - غلق المفتاح ثم فتحه ثم إبعاد الموصلين عن بعضهما ثم إبعاد المؤثر |
| سالبة | سالبة | ٢ - غلق المفتاح ثم فتحه ثم إبعاد المؤثر ثم إبعاد الموصلين عن بعضهما |

1

القوى الكهروستاتيكية

قانون كولوم

قناة قطوف فيزيائية



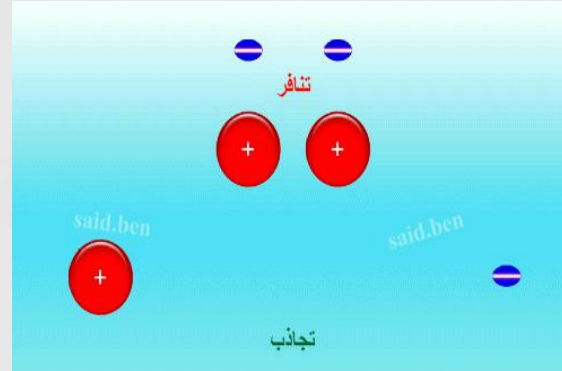


القوة الكهروستاتيكية

نوع القوة

قوة مجالية
قوتان متساويتان في المقدار
ومتعاكستين في الاتجاه

الاتجاه



المقدار

قانون كولوم

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

$k = 8.99 \times 10^9$ هو ثابت كولوم

وحدة قياسه

$$N \cdot m^2 / C^2$$

$$N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} : \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$



Wet van Coulomb

$Q_1 = 4 \mu\text{C}$
 $Q_2 = 4 \mu\text{C}$
 $r = 0.16 \text{ m}$ (afstand tussen de ladingen)
 $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

$$F = k \frac{|Q_1| |Q_2|}{r^2} = 5.62 \text{ N}$$

menu

تعتمد القوة المتبادلة بين الشحنات على :

✓ نوع الوسط الفاصل .

✓ مقدار كلٍّ من الشحنتين (علاقة طردية)

✓ المسافة الفاصلة بينهما (علاقة عكسية تخضع لقانون التربيع العكسي)

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

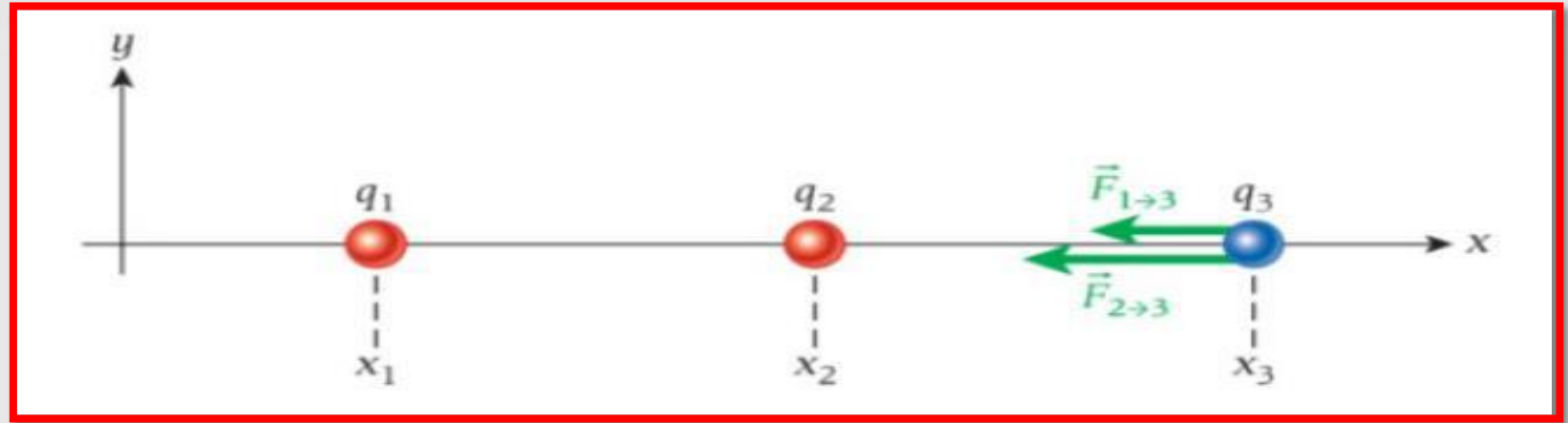


$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

مراجعة المفاهيم 1.3

إذا وضعت شحنتين بحيث تفصل بينهما مسافة r ، ثم ضاعفت كلا من الشحنتين وضاعفت المسافة بينهما، فكيف سيتغير مقدار القوة المبذولة بين الشحنتين؟

- (a) ستكون القوة الجديدة ضعف هذا المقدار.
- (b) ستكون القوة الجديدة نصف هذا المقدار.
- (c) سيزيد مقدار القوة الجديدة بأربعة أضعاف.
- (d) سيقبل مقدار القوة الجديدة بأربعة أضعاف.
- (e) ستكون القوة الجديدة بالمقدار نفسه.



$$F_{23} = 1.25 F_{13}$$

$$k \frac{|q_2 q_3|}{r_{23}^2} = 1.25 k \frac{|q_1 q_3|}{r_{13}^2}$$

$$\frac{q_2}{1} = 1.25 \frac{q_1}{4}$$

$$q_2 = 0.3 q_1$$

$$q_1 > q_2$$

مراجعة المفاهيم 1.5

إذا افترضنا أن طول كل متجه من المتجهين في الشكل 1.15 يتناسب مع مقدار القوة الذي يمثله، فما الذي يشير إليه المتجهان بخصوص مقداري الشحنتين q_1 و q_2 ؟ (تلميح: المسافة بين x_1 و x_2 هي نفسها المسافة بين x_2 و x_3).

a) $|q_1| < |q_2|$

b) $|q_1| = |q_2|$

c) $|q_1| > |q_2|$

(d) لا يمكن تحديد الإجابة من المعلومات المعطاة في الشكل.

مراجعة المفاهيم 1.4

ما الذي تدل عليه القوى المؤثرة في الشحنة q_3 في الشكل 1.15 بخصوص إشارات الشحنتات الثلاث؟

(a) كل الشحنتات الثلاث موجبة.

(b) كل الشحنتات الثلاث سالبة.

(c) الشحنة q_3 صفر.

(d) الشحنتان q_1 و q_2 مختلفتان.

(e) الشحنتان q_1 و q_2 متماثلتان، والشحنة q_3 مختلفة عنهما.



ماذا يطرأ على مقدار القوة الكهروستاتيكية في الحالات التالية ؟

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

١- زاد مقدار إحدى الشحنتين للضعف .

تزداد القوة الكهروستاتيكية للضعف

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

٢- زاد مقدار كلا الشحنتين ثلاثة أضعاف .

تزداد القوة الكهروستاتيكية تسع أضعاف

٣- زاد مقدار كلا الشحنتين ثلاثة أضعاف وقلت المسافة بينهما للثالث .

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

تزداد بعامل ٨١



٤- شحنتان نقطيتان القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بينهما (10 N) عندما كانت المسافة الفاصلة بينهما (1.5 cm) . ما مقدار القوة المتبادلة بينهما عندما تصبح المسافة الفاصلة بينهما (2.5 cm) ؟

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$\frac{10}{F_2} = \frac{2.5^2}{1.5^2}$$

$$F_2 = 3.6\text{ N}$$

٥- شحنتان نقطيتان مقدار إحداهما ضعف مقدار الأخرى ، المسافة الفاصلة بينهما (1.5 cm) والقوة الكهروستاتيكية المتبادلة بينهما (2.0 N) . ما مقدار كلا الشحنتين ؟

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

$$2.0 = \frac{9 \times 10^9 \times (2q^2)}{(1.5 \times 10^{-2})^2}$$

$$q = 1.58 \times 10^{-7}\text{ C} = 158\text{ nC}$$



٦- في الشكل المقابل : ما مقدار واتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة اليسرى ؟

لليسار $2N$

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

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

تبقى كما هي

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؟

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

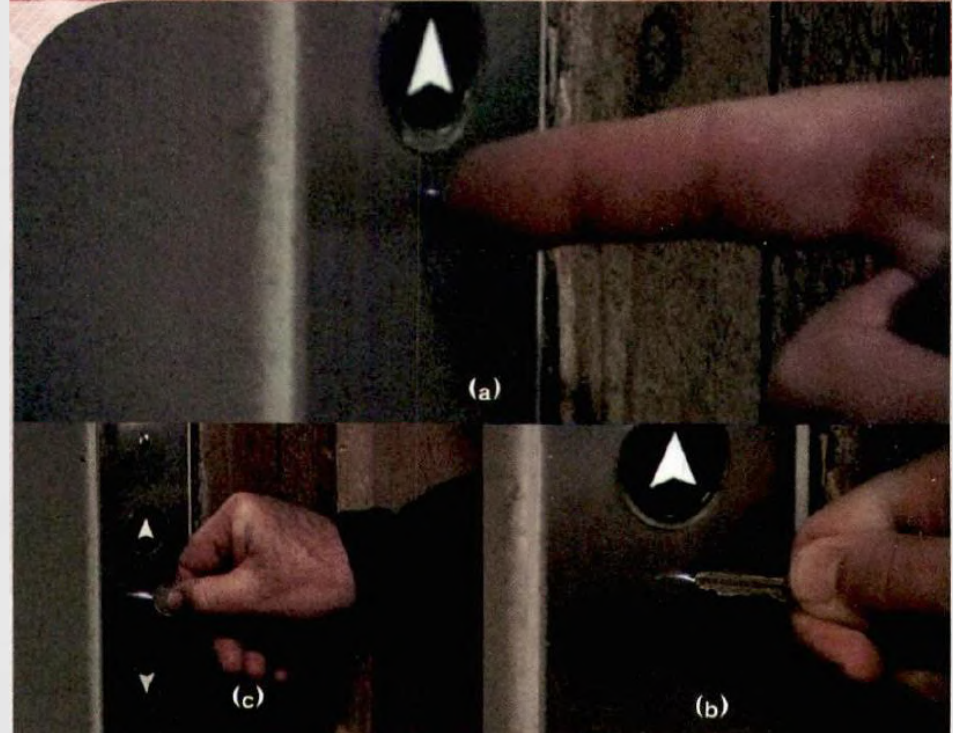
تقل المسافة للثالث

1

القوى الكهروستاتيكية

القوة الكهروستاتيكية
حل المسائل: ٣٨ و ٣٩ و ٤٠

قناة قطوف فيزيائية





1.38 كرتان مشحوتتان تفصل بينهما مسافة مقدارها 8.00 cm. إذا اقتربت الكرتان إحداهما من الأخرى بما يكفي لزيادة مقدار القوة المؤثرة في كل منهما بمعدل أربعة أضعاف، فما المسافة الفاصلة بينهما عندئذ؟

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$\frac{1}{4} F = \frac{r_2^2}{(8.00)^2}$$

$$r_2 = 4.00 \text{ cm}$$



1.39 جسمان متماثلان مشحونان تفصل بينهما مسافة 1.00 m يتنافران بقوة مقدارها 1.00 N. ما مقدار الشحنتين؟

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

$$1.0 = \frac{9 \times 10^9 \times (q^2)}{(1.00)^2}$$

$$q = 1.05 \times 10^{-5} C = 10.5 \mu C$$



1.40 ما المسافة الفاصلة التي يجب أن تكون بين إلكترونين على سطح الأرض لكي تكون القوة الكهروستاتيكية بينهما مساوية لوزن أحد الإلكترونين؟

$$F_e = F_g$$

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

$$\frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{r^2} = (9.1 \times 10^{-31})(9.8)$$

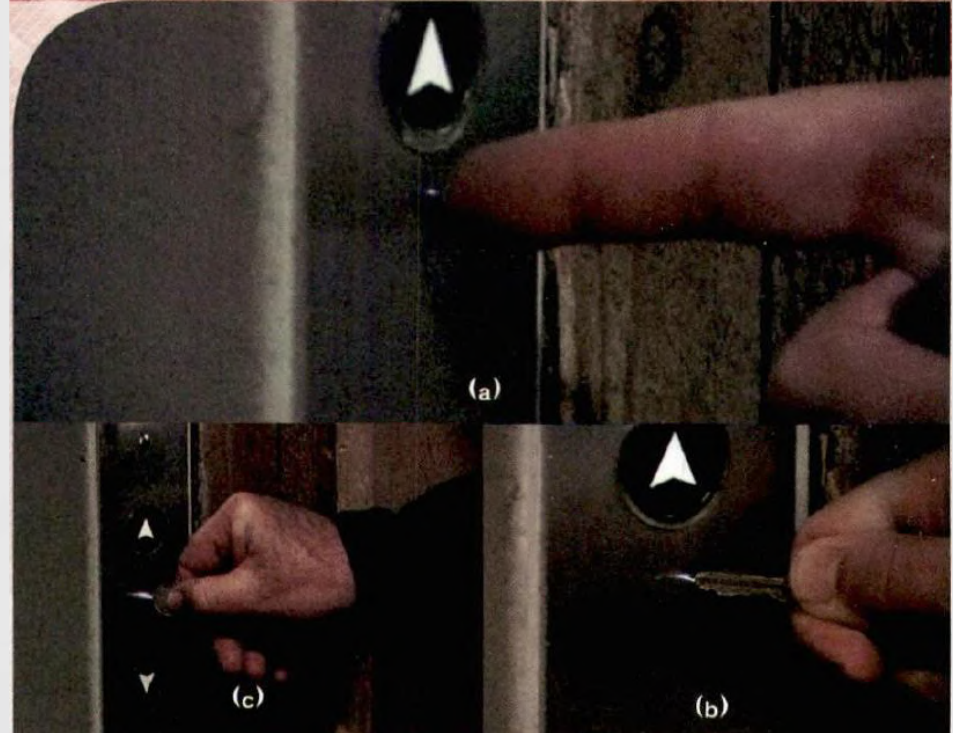
$$r = 5.08 \text{ m}$$

1

القوى الكهروستاتيكية

القوة الكهروستاتيكية
حل المسائل: ٤١ و ٤٢

قناة قطوف فيزيائية





1.41 في كلوريد الصوديوم الصلب (ملح الطعام)، يزيد عدد الإلكترونات في أيونات الكلوريد عن عدد البروتونات بإلكترون واحد، ويزيد عدد البروتونات في أيونات الصوديوم عن عدد الإلكترونات ببروتون واحد. وتفصل بين هذه الأيونات مسافة مقدارها 0.28 nm. احسب القوة الكهروستاتيكية بين أيون صوديوم وأيون كلوريد.

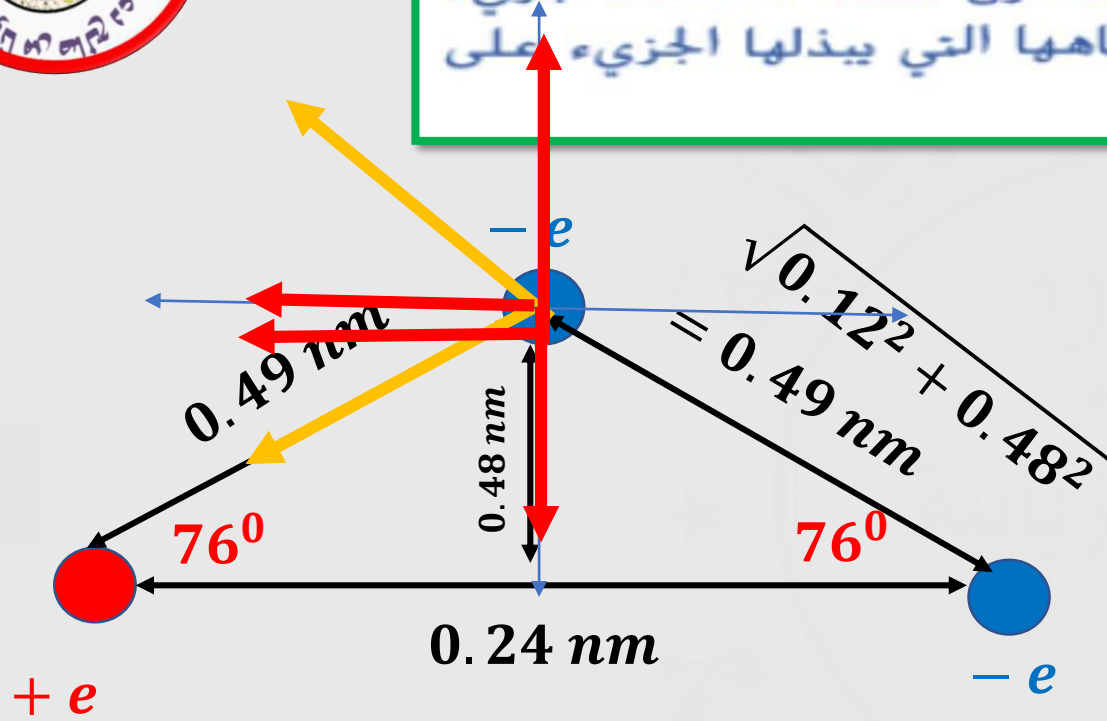
$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

$$F = \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{(0.28 \times 10^{-9})^2}$$

$$F = 2.94 \times 10^{-9} \text{ N}$$



1.42 في كلوريد الصوديوم الغازي، يزيد عدد الإلكترونات في أيونات الكلوريد عن عدد البروتونات إلكترون واحد، ويزيد عدد البروتونات في أيونات الصوديوم عن عدد الإلكترونات بروتون واحد. وتفصل بين هذه الأيونات مسافة مقدارها 0.24 nm. إذا افترضنا أن إلكترونًا حراً يقع على مسافة 0.48 nm فوق نقطة منتصف جزيء كلوريد الصوديوم، فما مقدار القوة الكهروستاتيكية واتجاهها التي يبذلها الجزيء على هذا الإلكترون؟



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

$$F = \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{(0.49 \times 10^{-9})^2} = 9.60 \times 10^{-10} N$$

$$F_{netx} = 2 F \cos \theta$$

$$F_{net} = 2 (9.60 \times 10^{-10}) \cos (76) = 4.64 \times 10^{-10} N$$

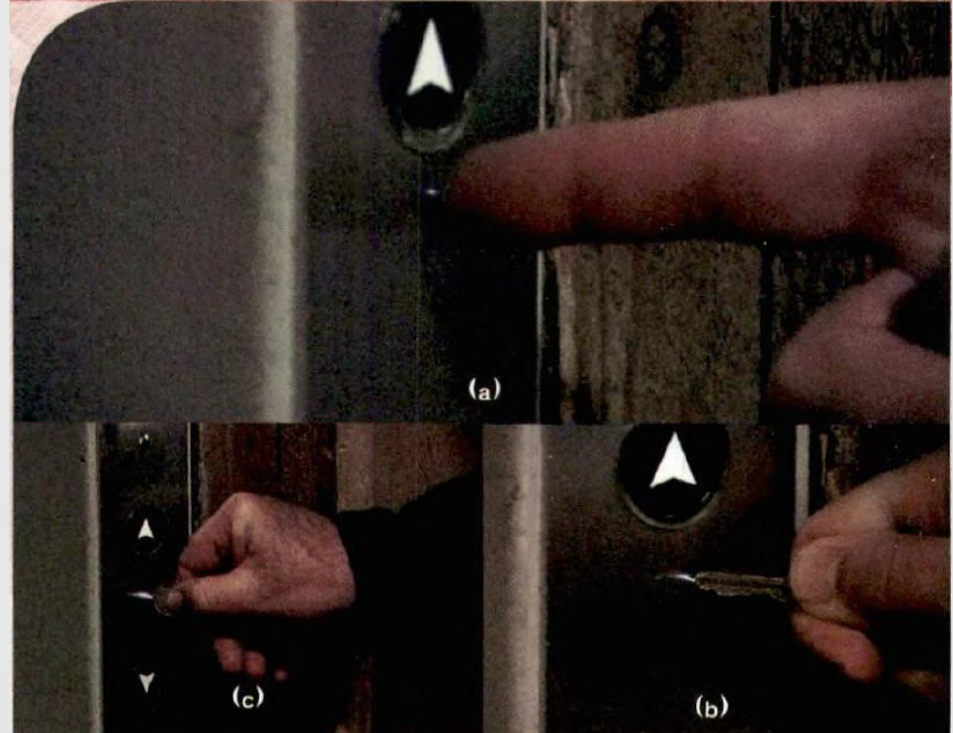
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{0.48}{0.12} \right) = 76^\circ$$

1

القوى الكهروستاتيكية

القوة الكهروستاتيكية
حل المسائل: ٤٣ و ٤٤ و ٤٥

قناة قطوف فيزيائية





1.43 احسب مقدار القوة الكهروستاتيكية التي يبذلها الكواركان العلويان أحدهما على الآخر داخل بروتون إذا كانت المسافة الفاصلة بينهما 0.900 fm.

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

$$F = \frac{(9 \times 10^9) \left(\frac{2}{3} \times 1.6 \times 10^{-19}\right)^2}{(0.900 \times 10^{-15})^2} = 126 \text{ N}$$



1.44 تقع شحنة مقدارها $-4.00\text{ }\mu\text{C}$ على مسافة 20.0 cm يمين شحنة مقدارها $2.00\text{ }\mu\text{C}$ على المحور x . ما مقدار القوة المؤثرة في الشحنة $2.00\text{ }\mu\text{C}$ ؟



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

$$F = \frac{(9 \times 10^9)(4.00 \times 10^{-6})(2.00 \times 10^{-6})}{(0.20)^2} = +1.8 \hat{x} \text{ N}$$



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



$$F_e = F_s$$

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

$$\frac{(9 \times 10^9)(q)^2}{0.635^2} = (25.0)(1.00 - 0.635)$$

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

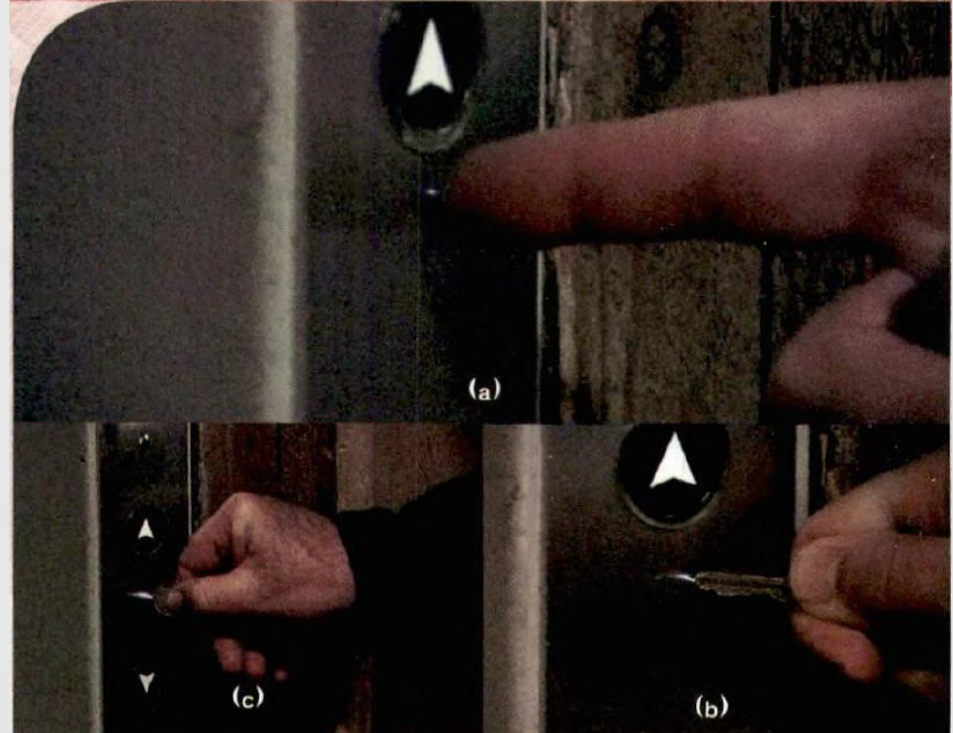
إذا طلي الزنبرك بطبقة فلزية تتعادل الكرتان مرة أخرى وتتلاشى القوة الكهروستاتيكية ويعود الزنبرك إلى الطول الأصلي مرة أخرى

1

القوى الكهروستاتيكية

مبدأ التردد كب

قناة قطوف فيزيائية





الكميات الفيزيائية

كميات قياسية

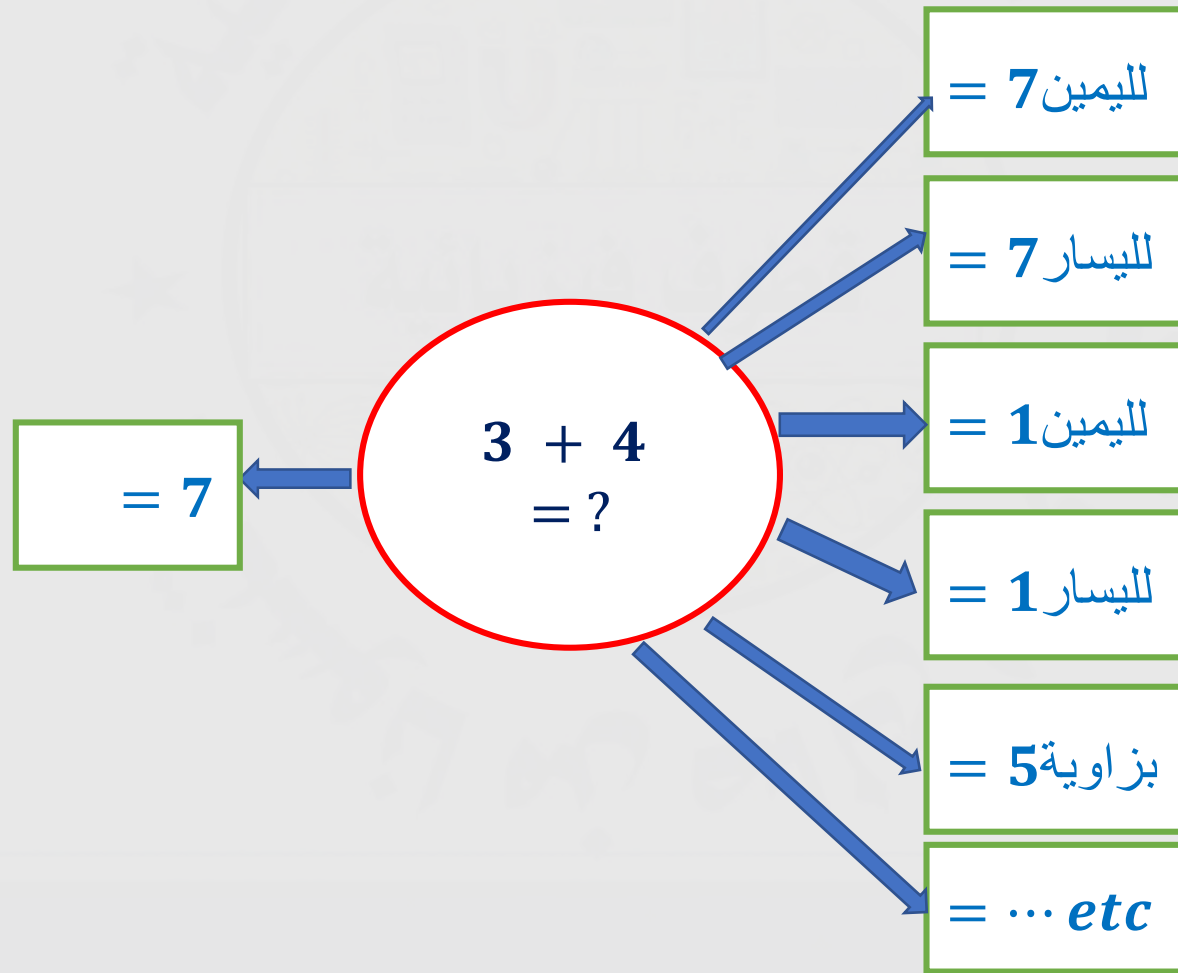
لها مقدار فقط

مثال :
الجهد الكهربائي

كميات متجهة

لها مقدار واتجاه

مثال :
القوة الكهربائية
المجال الكهربائي





محصلة المتجهات

المتجهات غير المتعامدة

المتجهات المتعامدة

عندما تقع المتجهات على نفس المحور

١- تحليل المتجهات

٢- إيجاد المحصلة على محور X

٣- إيجاد المحصلة على محور Y

4-

المقدار : نظرية فيثاغورث

الاتجاه : $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{y}{x} \right)$

الجمع الاتجاهي

(مع مراعاة الاتجاه- الإشارات)

$$F_{net} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

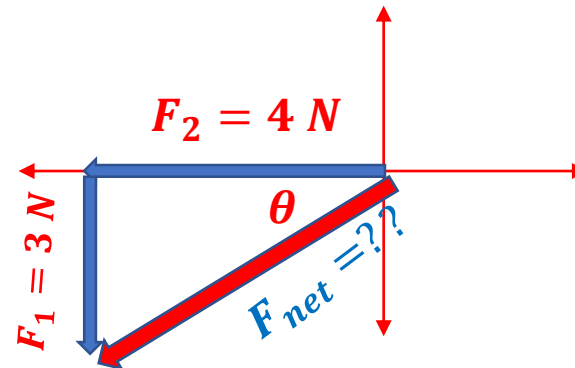
$$F_{net} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{F_1}{F_2} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{3}{4} \right) = 37^\circ \text{ جنوب غرب}$$

$$\theta = 180 + 37 = 217^\circ$$

$$F_1 = 3 \text{ N}$$

$$F_2 = 4 \text{ N}$$



$$F_1 = 3 \text{ N}$$

$$F_2 = 4 \text{ N}$$

$$F_{net} = 1 \text{ N} \text{ لليسار}$$



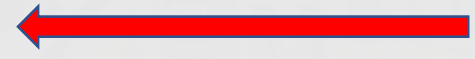
$$F = k \frac{q^2}{r^2} = \frac{k q^2}{r^2}$$



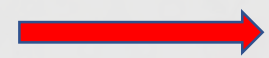
$$F = k \frac{q^2}{r^2} = \frac{k q^2}{r^2}$$



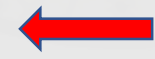
$$F_{net} = 2 \frac{k q^2}{r^2}$$



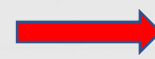
$$F = k \frac{q^2}{r^2} = \frac{k q^2}{r^2}$$



$$F = k \frac{2 q^2}{4 r^2} = 0.5 \frac{k q^2}{r^2}$$

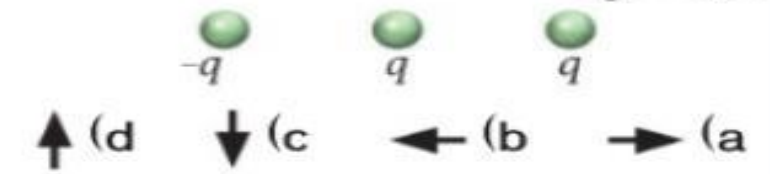


$$F = 0.5 \frac{k q^2}{r^2}$$



مراجعة المفاهيم 1.6

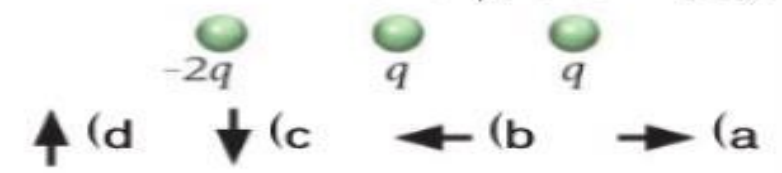
يوضح الشكل ثلاث شحنات مرتبة على خط مستقيم. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة الوسطى؟



(e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

مراجعة المفاهيم 1.7

يوضح الشكل ثلاث شحنات مرتبة على خط مستقيم. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة اليسرى؟ (لاحظ أن مقدار الشحنة اليسرى يساوي ضعف مقدارها في مراجعة المفاهيم 1.6).



(e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.



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

$$= \frac{(9 \times 10^9)(2.16 \times 10^{-12})(8.10 \times 10^{-6})}{(2.62)^2} = 2.29 \times 10^{-8} N \text{ اليسار}$$

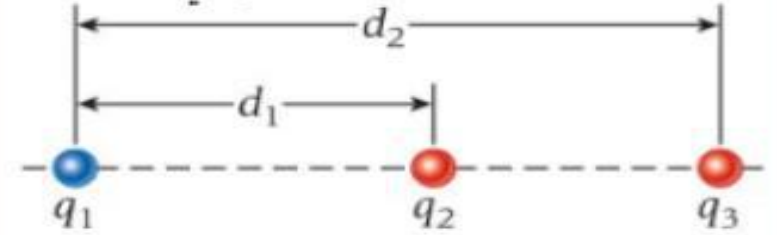
$$F_{32} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$= \frac{(9 \times 10^9)(2.16 \times 10^{-12})(2.16 \times 10^{-6})}{(2.62 - 1.71)^2} = 5.07 \times 10^{-8} N \text{ اليمين}$$

$$F_{net} = 5.07 \times 10^{-8} - 2.29 \times 10^{-8} = 2.78 \times 10^{-8} N \text{ اليمين}$$

مراجعة المفاهيم 1.8

فكّر في الشحنات الثلاث الموضوعة على امتداد المحور X، كما هو موضح في الشكل.



قيم الشحنات هي

$$q_2 = 2.16 \mu C \text{ و } q_1 = -8.10 \mu C$$

$$\text{و } q_3 = 2.16 pC \text{ والمسافة بين } q_2 \text{ و } q_1$$

$$\text{هي } d_1 = 1.71 \text{ m والمسافة بين } q_1$$

$$\text{و } q_3 \text{ هي } d_2 = 2.62 \text{ m ما مقدار}$$

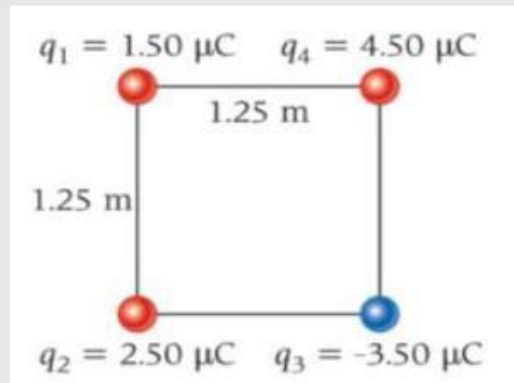
القوة الكهروستاتيكية الكلية التي تبذلها

الشحنتان q_1 و q_2 على q_3 ؟

a) $2.77 \cdot 10^{-8} \text{ N}$ d) $2.22 \cdot 10^{-4} \text{ N}$

b) $7.92 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ e) $6.71 \cdot 10^{-2} \text{ N}$

c) $1.44 \cdot 10^{-5} \text{ N}$



أربعة أجسام مشحونة

مسألة محلولة 1.3

يوضح الشكل 1.23a أربعة أجسام مشحونة تقع عند زوايا مربع طول ضلعه 1.25 m.

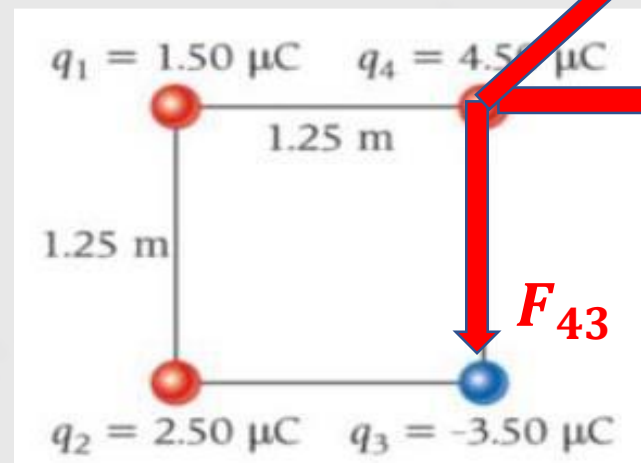
المسألة

ما مقدار واتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في q_4 والناجمة عن الشحنات الثلاث الأخرى؟

$$F_{41} = k \frac{|q_4 q_1|}{r_{41}^2} = \frac{(9 \times 10^9)(4.50 \times 10^{-6})(1.50 \times 10^{-6})}{(1.25)^2} = 0.0389 \text{ N}$$

$$F_{42} = k \frac{|q_4 q_2|}{r_{42}^2} = \frac{(9 \times 10^9)(4.50 \times 10^{-6})(2.50 \times 10^{-6})}{(\sqrt{1.25^2 + 1.25^2})^2} = 0.0324 \text{ N}$$

$$F_{43} = k \frac{|q_4 q_3|}{r_{43}^2} = \frac{(9 \times 10^9)(4.50 \times 10^{-6})(3.50 \times 10^{-6})}{(1.25)^2} = 0.0907 \text{ N}$$



$$F_{net} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

| | X | Y |
|-----------|---------------------|---------------------|
| F_{41} | $+0.0389 \text{ N}$ | 0 |
| F_{42} | $+0.0324 \cos 45$ | $+0.0324 \sin 45$ |
| F_{43} | 0 | -0.0907 N |
| F_{net} | $+0.0618 \text{ N}$ | -0.0678 N |

$$F_{net} = \sqrt{(0.0618)^2 + (-0.0678)^2} = 0.0917 \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{F_y}{F_x} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{0.0678}{0.0618} \right) = 47.7^\circ$$

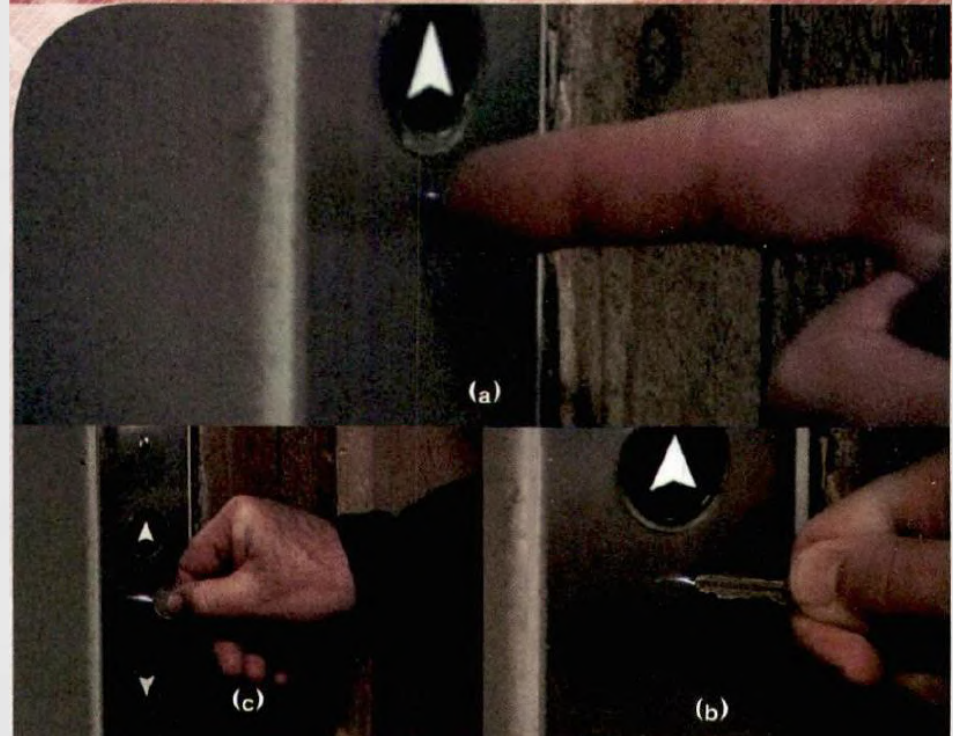
$$\theta = -47.7^\circ$$

1

القوى الكهروستاتيكية

القوة الكهروستاتيكية
مراجعة المفاهيم ١,٩ و ١,١٠
حل مثال ٤٧ و ٤٨ و ٤٩

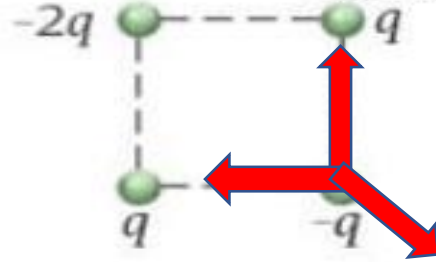
قناة قطوف فيزيائية





مراجعة المفاهيم 1.10

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

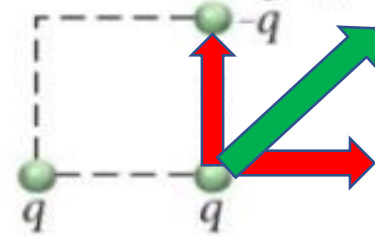


(d) (c) (b) (a)

(e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

مراجعته المفاهيم 1.9

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

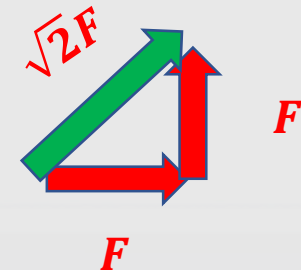
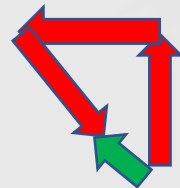


(d) (c) (b) (a)

(e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

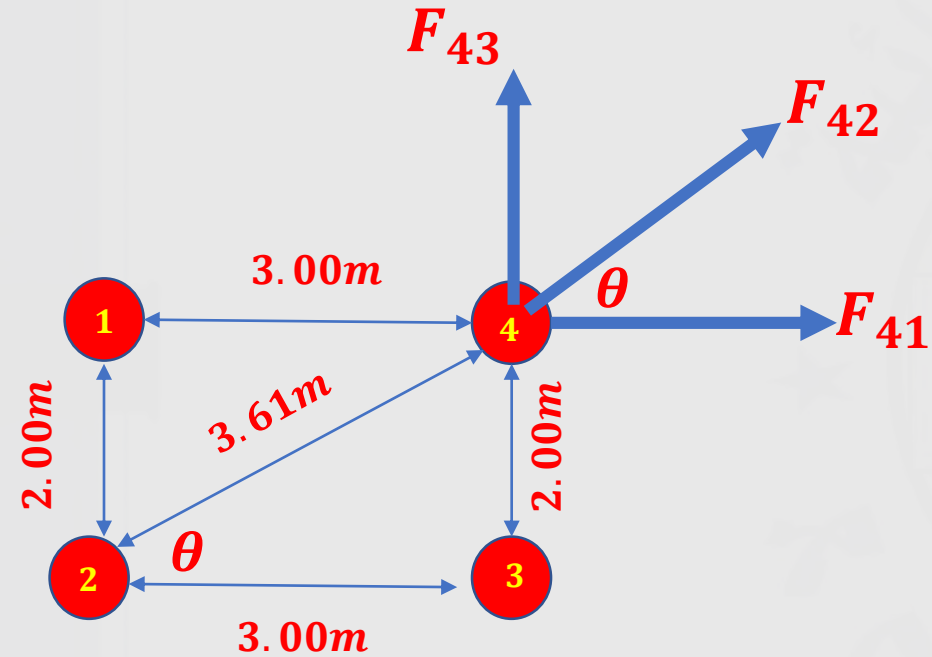
$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

$$F = k \frac{2q^2}{2r^2} = F$$





1.47° وضعت أربع شحنات متماثلة Q على الزوايا الأربع لمستطيل محيطه 2.00 m في 3.00 m إذا كانت $Q = 32.0\text{ }\mu\text{C}$ ، فما مقدار القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في أي شحنة من الشحنات؟



$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{2.00}{3.00}\right) = 33.7^\circ$$

$$F_{41} = k \frac{|q_{34} q_1|}{r_{41}^2} = \frac{(9 \times 10^9)(32.0 \times 10^{-6})^2}{(3.00)^2} = 1.024\text{ N}$$

$$F_{42} = k \frac{|q_4 q_2|}{r_{42}^2} = \frac{(9 \times 10^9)(32.0 \times 10^{-6})^2}{(3.61)^2} = 0.707\text{ N}$$

$$F_{43} = k \frac{|q_4 q_3|}{r_{43}^2} = \frac{(9 \times 10^9)(32.0 \times 10^{-6})^2}{(2.00)^2} = 2.304\text{ N}$$

$$F_x = F_{41} + F_{42} \cos \theta = 1.024 + 0.707 \cos 33.7 = 1.61\text{ N}$$

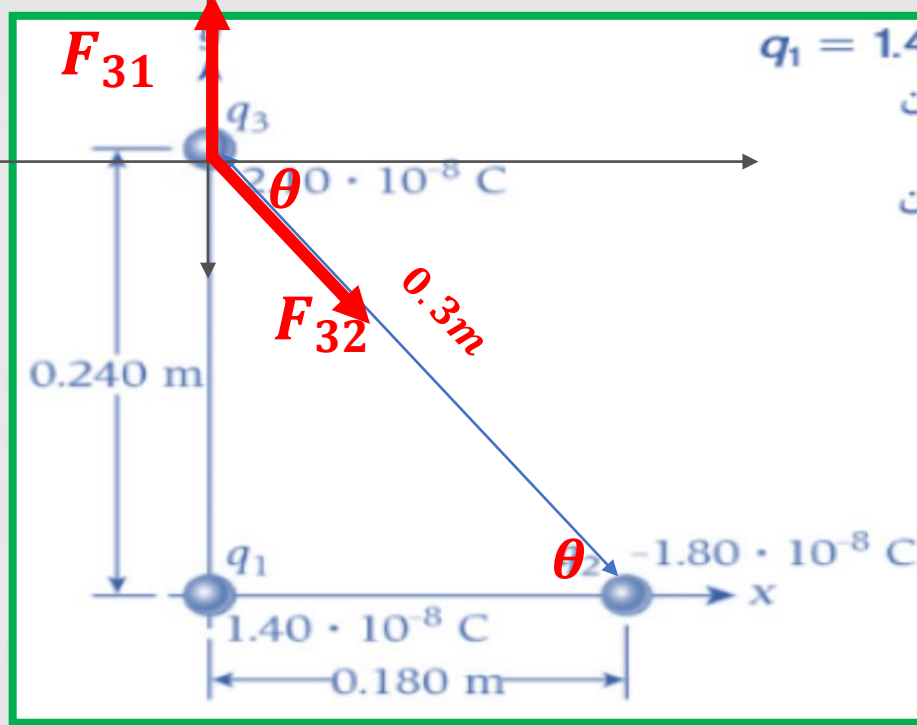
$$F_y = F_{43} + F_{42} \sin \theta = 2.304 + 0.707 \sin 33.7 = 2.70\text{ N}$$

$$F_{net} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(1.61)^2 + (2.70)^2} = 3.14\text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2.70}{1.61}\right) = 59^\circ$$



$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{0.240}{0.180}\right) = 53.1^\circ$$



$q_1 = 1.40 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ وضعت الشحنة 1.48°
عند نقطة الأصل. ووضعت الشحنتان
 $q_2 = -1.80 \cdot 10^{-8} \text{ C}$
و $q_3 = 2.10 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ عند النقطتين
($0.180 \text{ m}, 0.000 \text{ m}$)
($0.000 \text{ m}, 0.240 \text{ m}$)
على التوالي كما هو موضح
في الشكل. أوجد محصلة
القوى الكهروستاتيكية (المقدار
والإتجاه) المؤثرة في الشحنة q_3 .

$$F_{31} = k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = \frac{(9 \times 10^9)(2.10 \times 10^{-8})(1.40 \times 10^{-8})}{(0.240)^2} = 4.59 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_{32} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2} = \frac{(9 \times 10^9)(2.10 \times 10^{-8})(1.80 \times 10^{-8})}{(0.3)^2} = 3.78 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_X = F_{32} \cos \theta = 3.78 \times 10^{-5} \cos 53.1 = 2.27 \times 10^{-5} \text{ N}$$

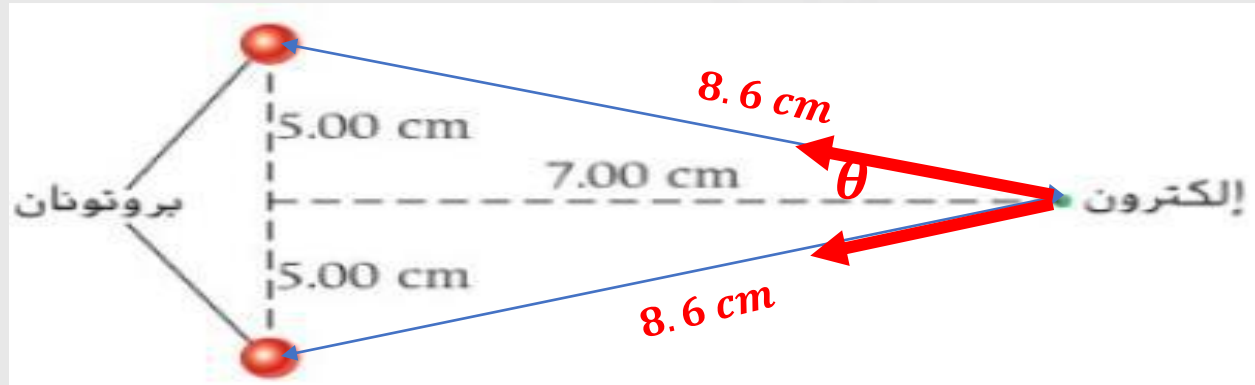
$$F_Y = F_{31} - F_{32} \sin \theta = 4.59 \times 10^{-5} - 3.78 \times 10^{-5} \sin 53.1 = 1.57 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_{\text{net}} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(2.27 \times 10^{-5})^2 + (1.57 \times 10^{-5})^2} = 2.76 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1.57 \times 10^{-5}}{2.27 \times 10^{-5}}\right) = 34.7^\circ$$



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



$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{5}{7}\right) = 35.5^\circ$$

$$F = k \frac{|q_e q_p|}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{(8.6 \times 10^{-2})^2} = 3.12 \times 10^{-26} \text{ N}$$

$$F_{net} = 2 F \cos \theta = 2 \times 3.12 \times 10^{-26} \times \cos 35.5 = 5.08 \times 10^{-26} \text{ N}$$

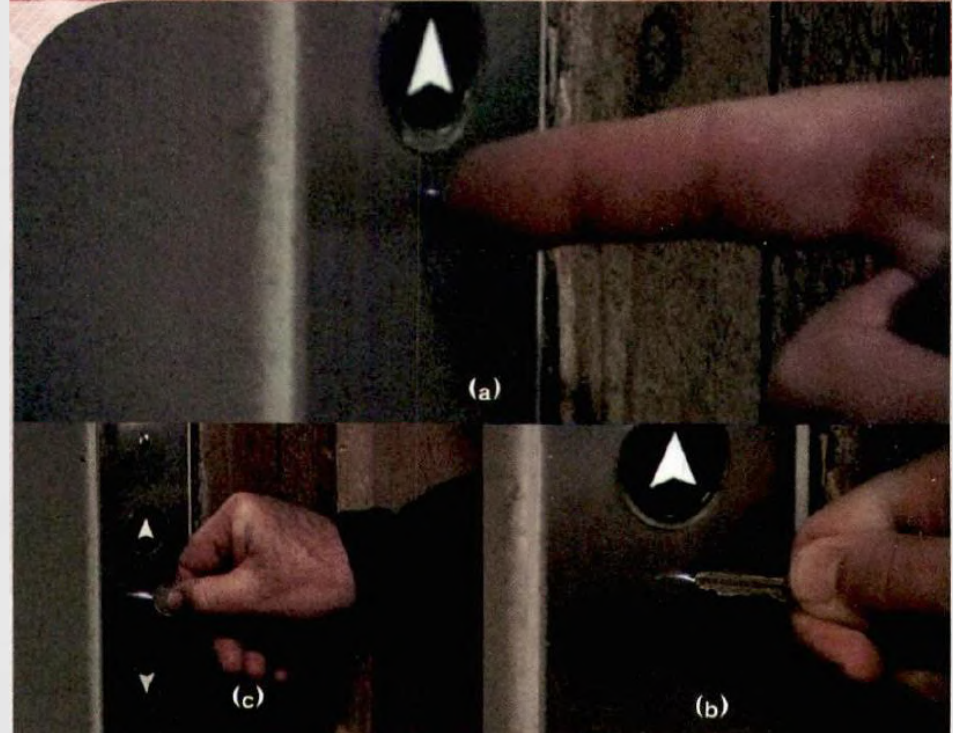
$$F_{net} = - 5.08 \times 10^{-26} \text{ N } \hat{x}$$

1

القوى الكهروستاتيكية

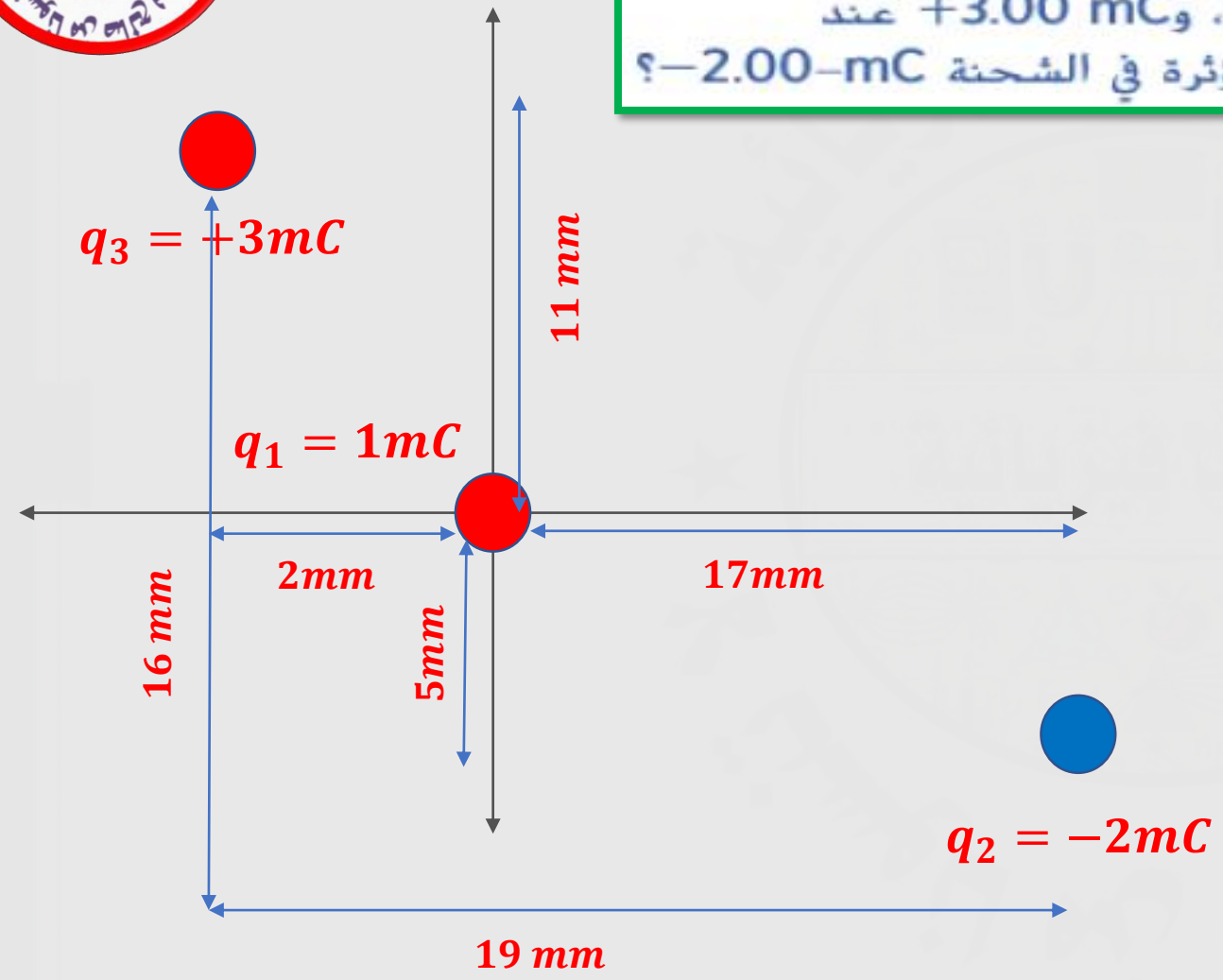
القوة الكهروستاتيكية
حل المسائل : ٥١

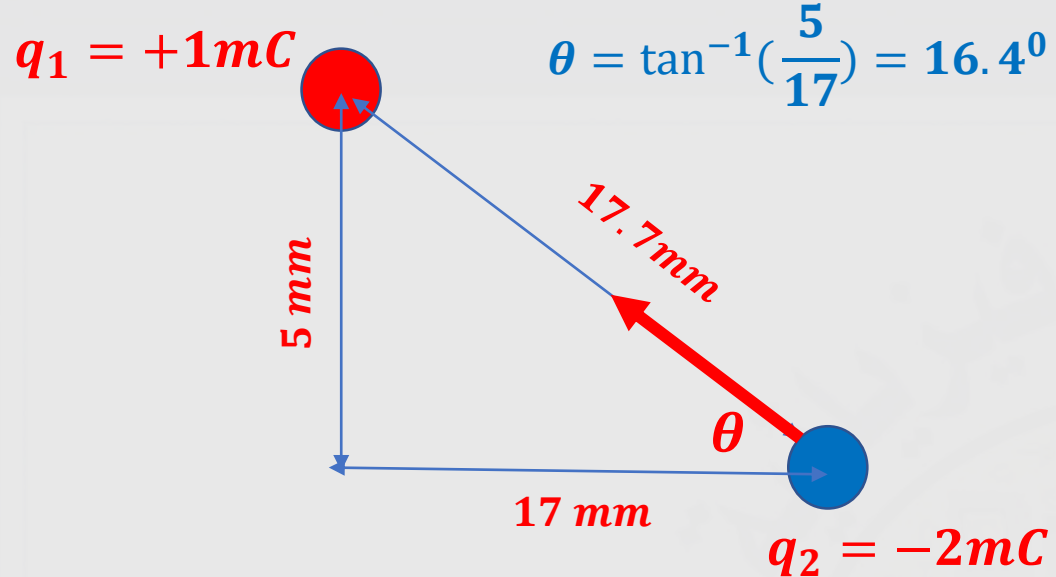
قناة قطوف فيزيائية





1.51• توجد ثلاث شحنات ثابتة في منطقة حيز ثنائي الأبعاد: $+1.00 \text{ mC}$ عند $(0,0)$ ، و -2.00 mC عند $(17.0 \text{ mm}, -5.00 \text{ mm})$ ، و $+3.00 \text{ mC}$ عند $(-2.00 \text{ mm}, 11.0 \text{ mm})$. ما مقدار محصلة القوى المؤثرة في الشحنة -2.00 mC ؟





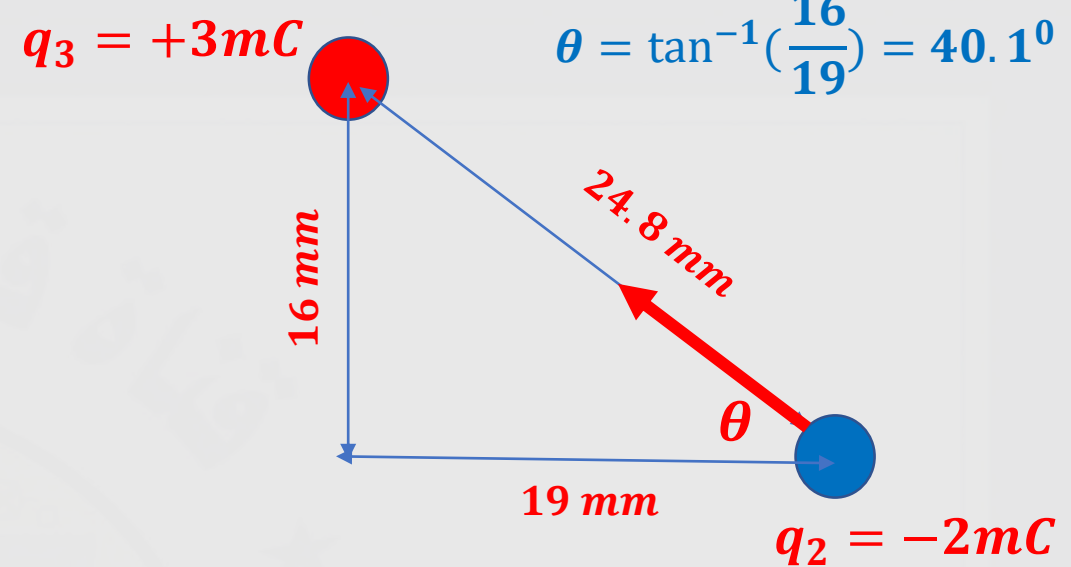
$$\begin{aligned}
 F_{32} &= k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2} \\
 &= \frac{(9 \times 10^9)(2 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-3})}{(17.7 \times 10^{-3})^2} \\
 &= 5.75 \times 10^7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$F_{32x} = 5.75 \times 10^7 \cos 16.4 = -5.52 \times 10^7 \text{ N}$$

$$F_{32y} = 5.75 \times 10^7 \sin 16.4 = +1.62 \times 10^7 \text{ N}$$

$$F_X = -6.72 \times 10^7 + (-5.52 \times 10^7) = -1.22 \times 10^8 \text{ N}$$

$$F_Y = +5.66 \times 10^7 + 1.62 \times 10^7 = 7.28 \times 10^7 \text{ N}$$



$$\begin{aligned}
 F_{32} &= k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2} \\
 &= \frac{(9 \times 10^9)(2 \times 10^{-3})(3 \times 10^{-3})}{(24.8 \times 10^{-3})^2} \\
 &= 8.78 \times 10^7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$F_{32x} = 8.78 \times 10^7 \cos 40.1 = -6.72 \times 10^7 \text{ N}$$

$$F_{32y} = 8.78 \times 10^7 \sin 40.1 = +5.66 \times 10^7 \text{ N}$$

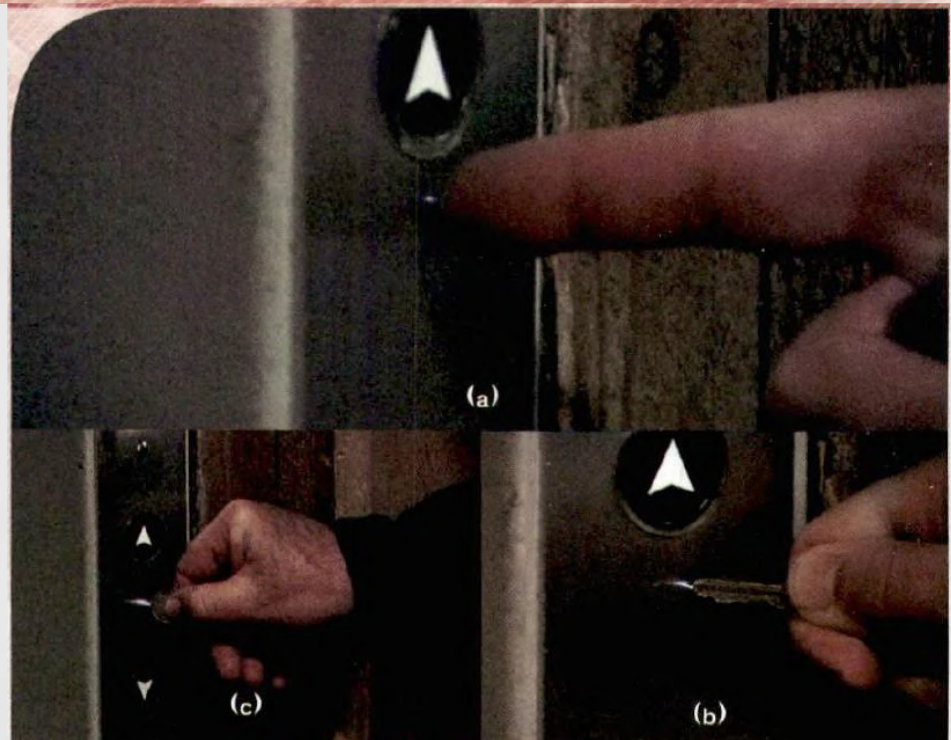
$$\begin{aligned}
 F_{net} &= \sqrt{(-1.22 \times 10^8)^2 + (7.28 \times 10^7)^2} \\
 &= 1.42 \times 10^8 \text{ N}
 \end{aligned}$$

1

القوى الكهروستاتيكية

نقاط الإتزان

قناة قطوف فيزيائية

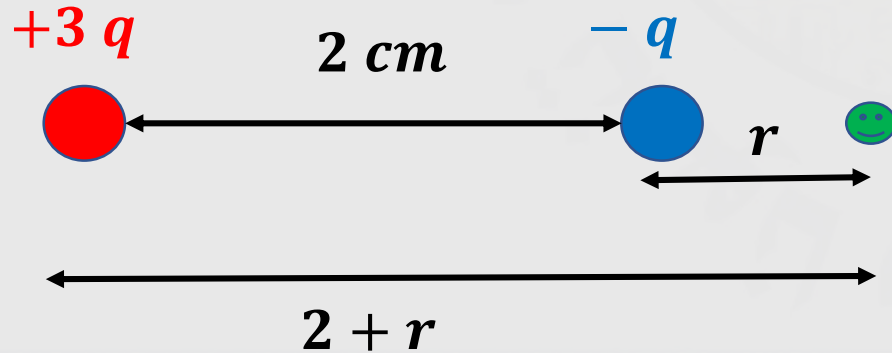




نقاط الإتزان (التعادل) محصلة القوة الكهروستاتيكية على الشحنة تساوي صفر

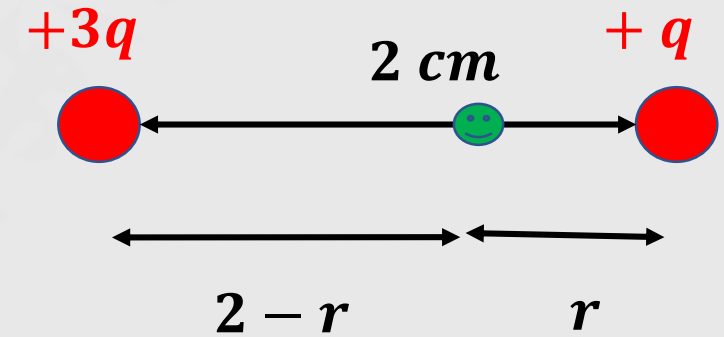
الشحنات مختلفة في النوع

تقع خارج الشحنات جهة الشحنة الأقل
مقداراً



الشحنات من النوع نفسه

تقع بين الشحنات جهة الشحنة الأقل
مقداراً



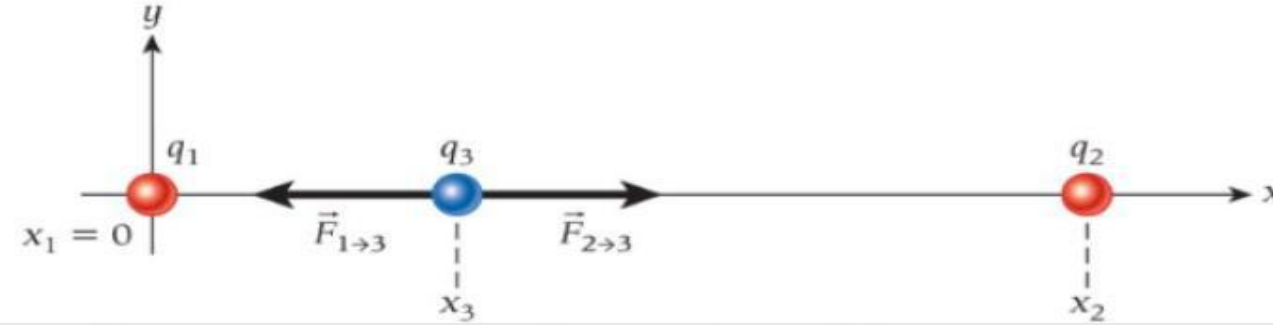


موضع الاتزان

مثال 1.3

المسألة

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



$$r_{31} = x_3$$

$$r_{32} = x_2 - x_3 = 0.40 - x_3$$

$$F_{31} = F_{32}$$

$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$

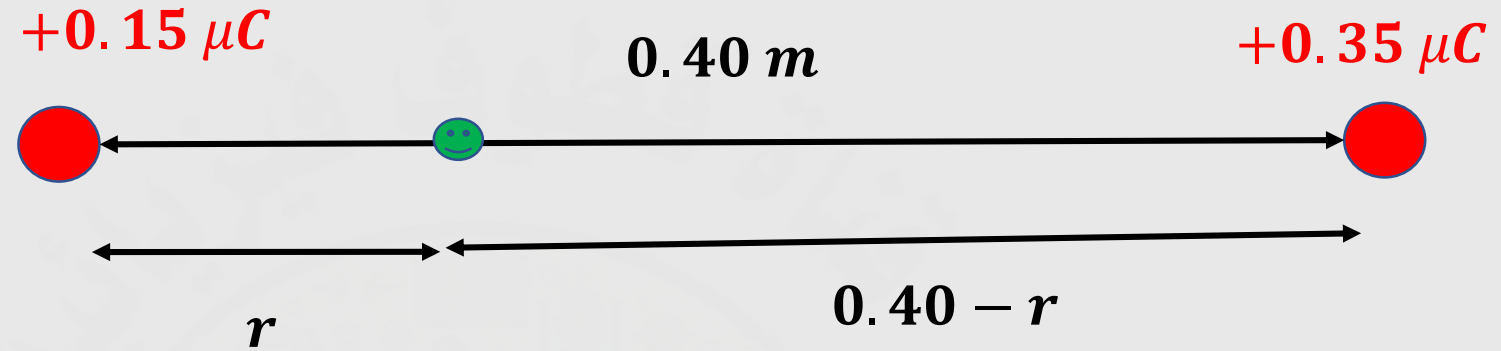
$$\frac{0.15 \times 10^{-6}}{(x_3)^2} = \frac{0.35 \times 10^{-6}}{(0.40 - x_3)^2}$$

$$\frac{\sqrt{0.15}}{x_3} = \frac{\sqrt{0.35}}{0.40 - x_3}$$

$$x_3 = 0.16 \text{ m}$$



٢- حدد موضع النقطة التي يكون عندها محصلة القوة الكهروستاتيكية منعدمة .



$$F_{31} = F_{32}$$

$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$

$$\frac{0.15 \times 10^{-6}}{(r)^2} = \frac{0.35 \times 10^{-6}}{(0.40 - r)^2}$$

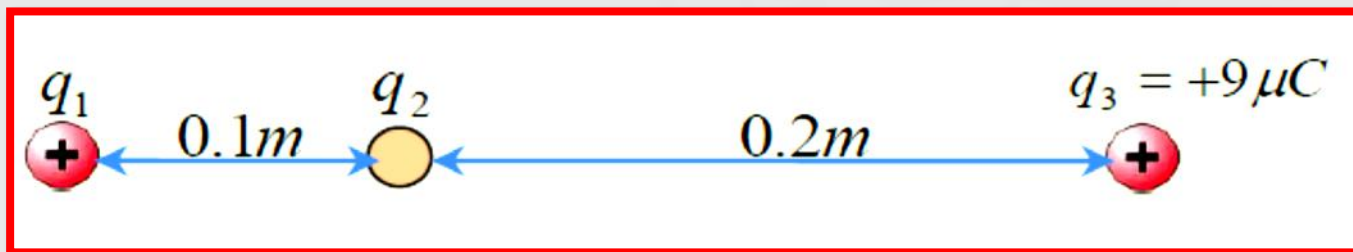
$$\frac{\sqrt{0.15}}{r} = \frac{\sqrt{0.35}}{0.40 - r}$$

$$r = 0.16 \text{ m}$$



٣- في الشكل المقابل : إذا علمت أن الشحنة (q_1) متزنة .

ما نوع ومقدار الشحنة (q_2) ؟



$$F_{12} = F_{13}$$

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

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

$$\frac{q_2}{(0.1)^2} = \frac{9}{(0.2 + 0.1)^2}$$

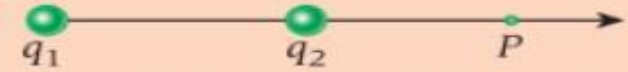
$$q_2 = -1 \mu C$$



الشحنات مختلفة في النوع
الشحنة الأقل مقداراً هي q_2

سؤال الاختبار الذاتي 1.2

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



(a) الشحنة q_2 تختلف عن الشحنة q_1 في الإشارة وتقل عنها في المقدار.

(b) مقدار الشحنة q_1 أصغر من مقدار الشحنة q_2 .

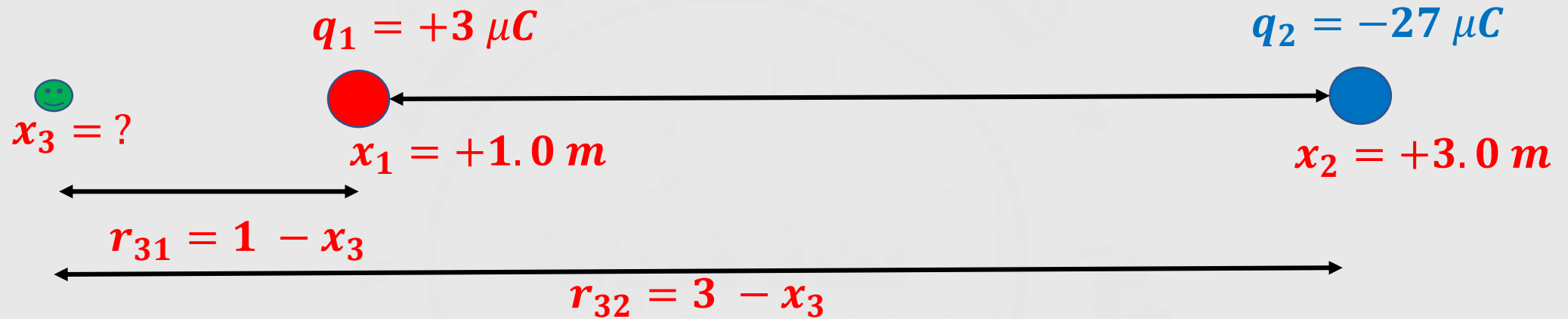
(c) الشحنتان q_1 و q_2 متماثلتان.

(d) إذا كانت الشحنة q_1 سالبة، فستكون الشحنة q_2 موجبة.

(e) الشحنة q_1 أو q_2 موجبة.



٤ - شحنتان تقعان على محور X : الشحنة الأولى مقدارها $(-27 \mu C)$ وتقع عند $(x = 3.0 m)$ والشحنة الثانية مقدارها $(+3 \mu C)$ وتقع عند $(x = 1.0 m)$.
حدد موضع النقطة التي ينعدم عندها محصلة القوة الكهروستاتيكية .



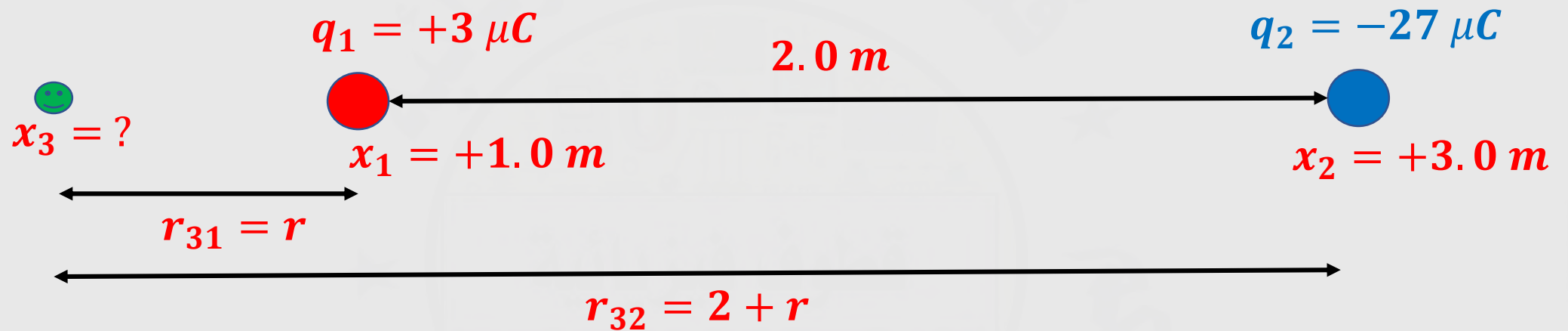
$$F_{31} = F_{32}$$
$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$
$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$

$$\frac{3}{(1 - x_3)^2} = \frac{27}{(3 - x_3)^2}$$
$$\frac{1}{(1 - x_3)} = \frac{3}{(3 - x_3)}$$

$$x_3 = 0$$



٤ - شحنتان تقعان على محور X : الشحنة الأولى مقدارها $(-27 \mu C)$ وتقع عند $(x = 3.0 m)$ والشحنة الثانية مقدارها $(+3 \mu C)$ وتقع عند $(x = 1.0 m)$.
حدد موضع النقطة التي ينعدم عندها محصلة القوة الكهروستاتيكية .



$$F_{31} = F_{32}$$

$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$

$$\frac{3}{(r)^2} = \frac{27}{(2 + r)^2}$$

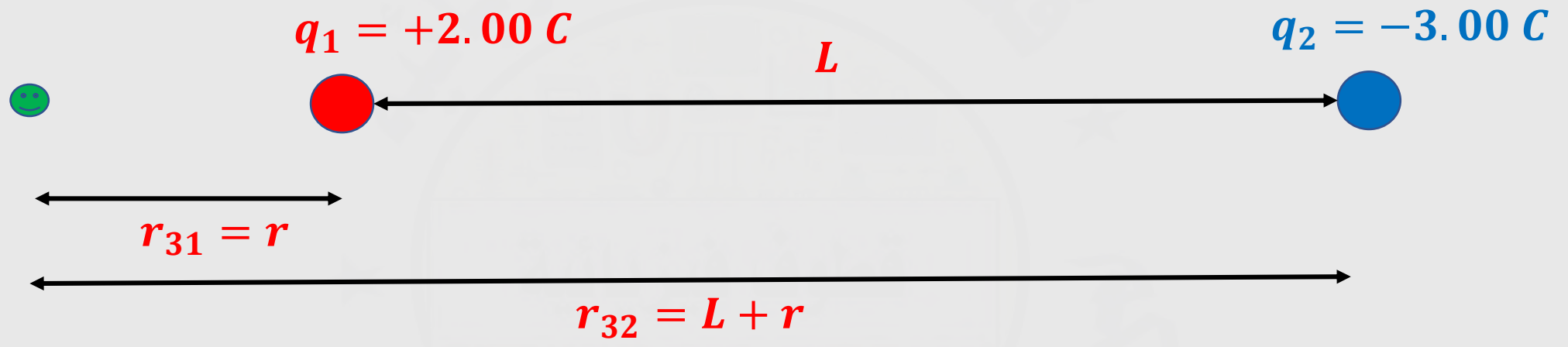
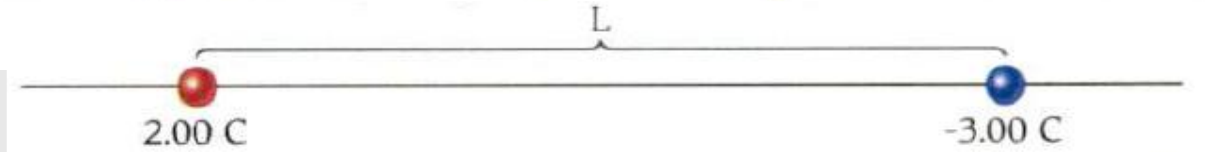
$$\frac{1}{r} = \frac{3}{2 + r}$$

$$r = 1 m$$

$$x_3 = 0 m$$



1.26 وضعت شحنتان كهربائيتان على خط مستقيم كما يوضح الشكل. هل يمكن وضع جسم مشحون (حر الحركة) عند أي نقطة على الخط المستقيم بين الشحنتين ولا يتحرك؟



$$F_{31} = F_{32}$$

$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$

$$\frac{2}{(r)^2} = \frac{3}{(L + r)^2}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{r} = \frac{\sqrt{3}}{L + r}$$

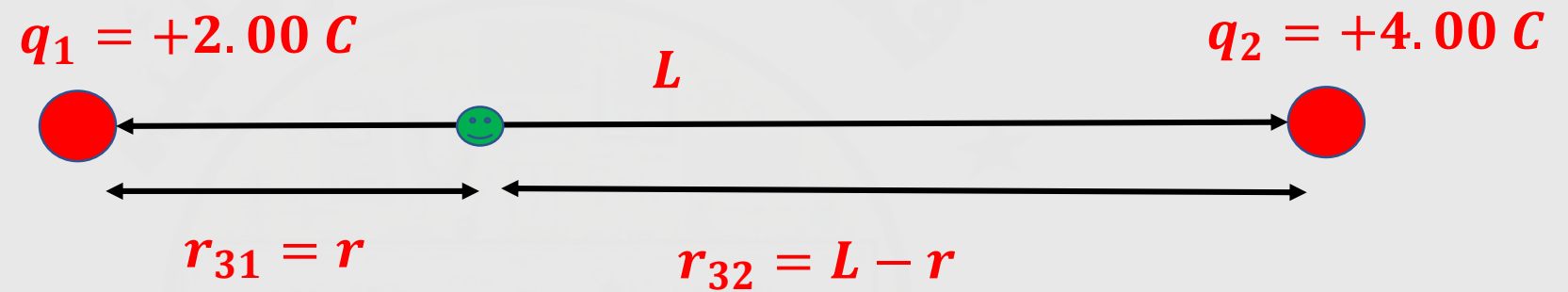
$$\sqrt{3}r = \sqrt{2}L + \sqrt{2}r$$

$$r(\sqrt{3} - \sqrt{2}) = \sqrt{2}L$$

$$r = \frac{\sqrt{2}}{(\sqrt{3} - \sqrt{2})} L = 4.45 L$$



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؟



$$F_{31} = F_{32}$$

$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$

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

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

$$2r = \sqrt{2}L - \sqrt{2}r$$

$$r(2 + \sqrt{2}) = \sqrt{2}L$$

$$r = \frac{\sqrt{2}}{(2 + \sqrt{2})} L = 0.414L$$

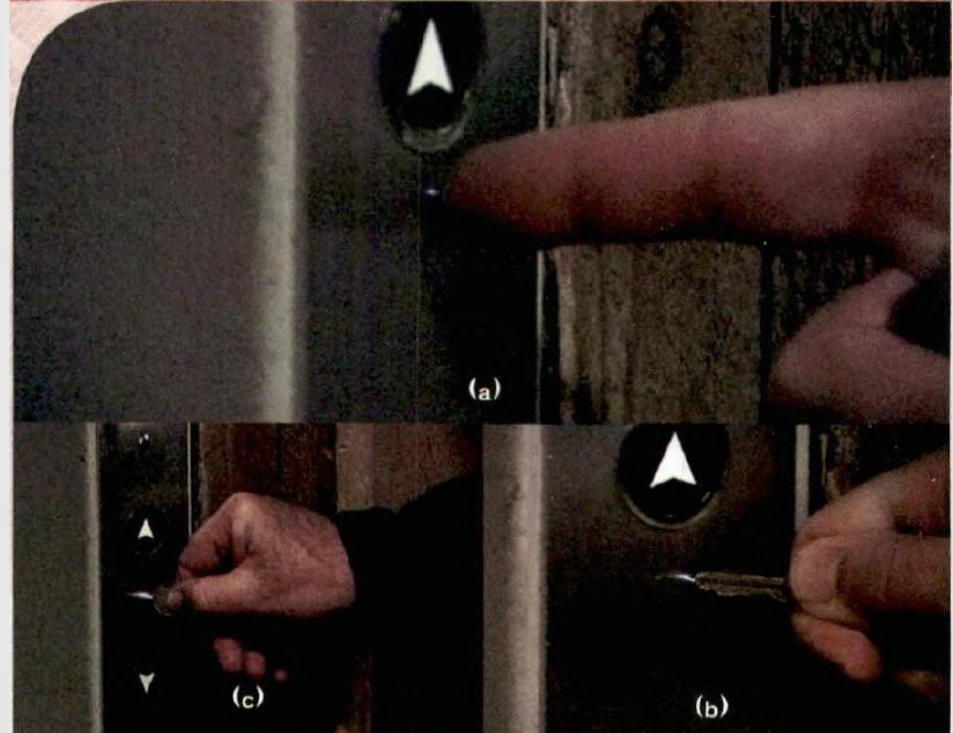
1

القوى الكهروستاتيكية

القوة الكهروستاتيكية

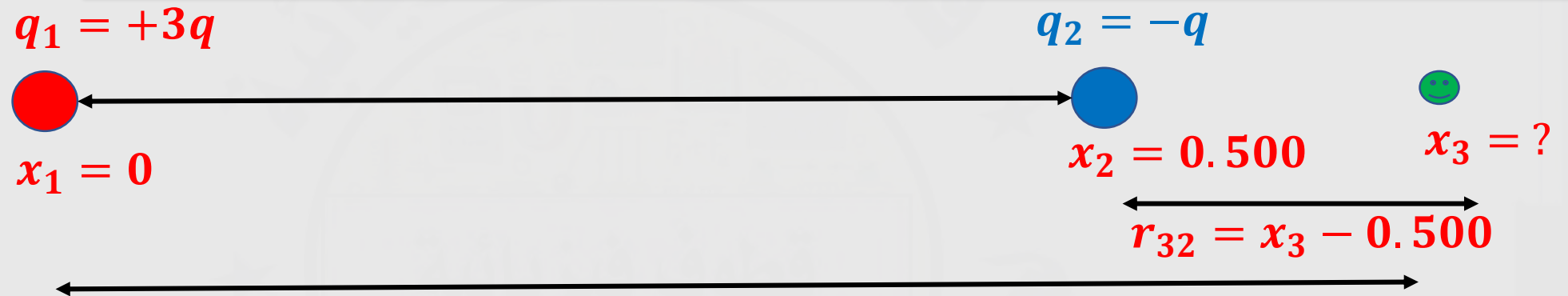
حل مثال ٤٦ و ٥٤

قناة قطوف فيزيائية





1.46° وضعت شحنة نقطية $+3q$ عند نقطة الأصل، وشحنة نقطية $-q$ على المحور x عند النقطة $D = 0.500 \text{ m}$. عند أي نقطة على المحور x ستكون محصلة القوى من الشحنتين الأخريين المؤثرة في شحنة ثالثة، q_0 ، مساوية صفراً؟



$$F_{31} = F_{32}$$

$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$

$$\frac{3}{(x_3)^2} = \frac{1}{(x_3 - 0.500)^2}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{(x_3)} = \frac{1}{(x_3 - 0.500)}$$

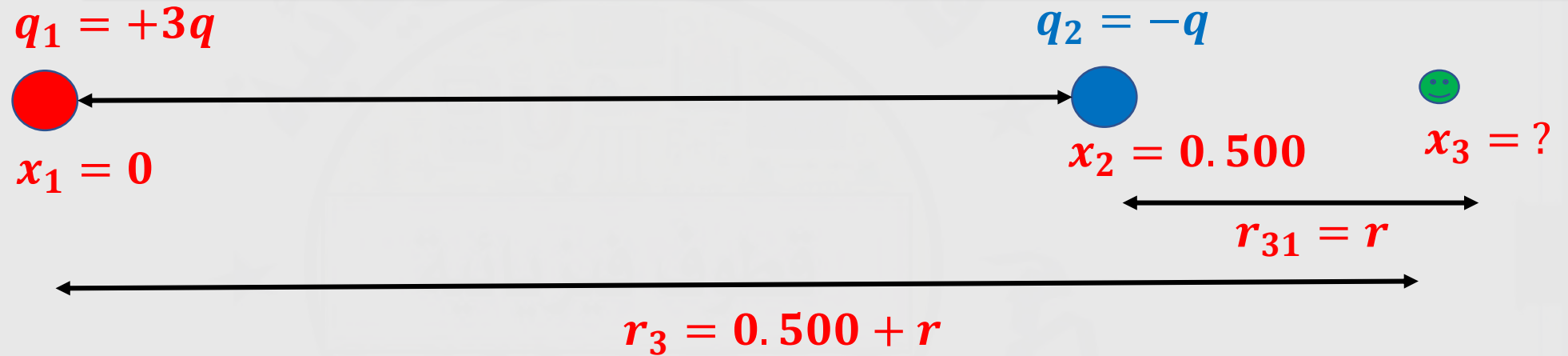
$$\sqrt{3}x_3 - 0.500\sqrt{3} = x_3$$

$$(\sqrt{3} - 1)x_3 = 0.500\sqrt{3}$$

$$x_3 = \frac{0.500\sqrt{3}}{(\sqrt{3} - 1)} = 1.18\text{m}$$



1.46° وضعت شحنة نقطية $+3q$ عند نقطة الأصل، وشحنة نقطية $-q$ على المحور x عند النقطة $D = 0.500 \text{ m}$. عند أي نقطة على المحور x ستكون محصلة القوى من الشحنتين الأخريين المؤثرة في شحنة ثالثة، q_0 ، مساوية صفراً؟



$$F_{31} = F_{32}$$

$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$

$$\frac{3}{(0.500 + r)^2} = \frac{1}{(r)^2}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{(0.500 + r)} = \frac{1}{(r)}$$

$$\sqrt{3}r = 0.500 + r$$

$$(\sqrt{3} - 1)r = 0.500$$

$$r = \frac{0.500}{(\sqrt{3} - 1)} = 0.683 \text{ m}$$

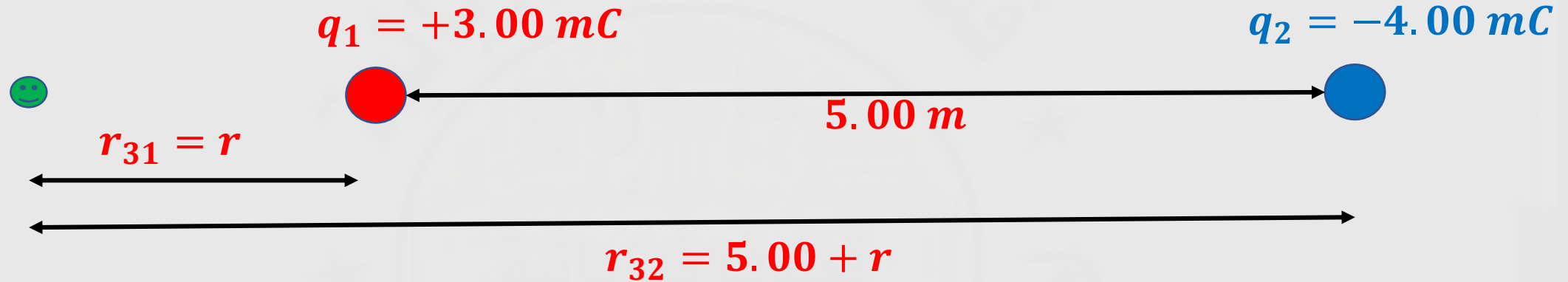
$$x_3 = 0.500 + 0.683 = 1.18 \text{ m}$$



1.54- شحنتان $+3.00\text{ mC}$ و -4.00 mC ثابتتان في وضع السكون وتفصل بينهما مسافة مقدارها 5.00 m .

(a) أين يمكن وضع شحنة مقدارها $+7.00\text{ mC}$ بحيث تكون محصلة القوة المؤثرة فيها صفراً؟

(b) أين يمكن وضع شحنة مقدارها -7.00 mC بحيث تكون محصلة القوة المؤثرة فيها صفراً؟



$$F_{31} = F_{32}$$

$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$

$$\frac{3}{(r)^2} = \frac{4}{(5.00 + r)^2}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{(r)} = \frac{2}{(5.00 + r)}$$

$$2r = 5.00\sqrt{3} + \sqrt{3}r$$

$$(2 - \sqrt{3})r = 5.00\sqrt{3}$$

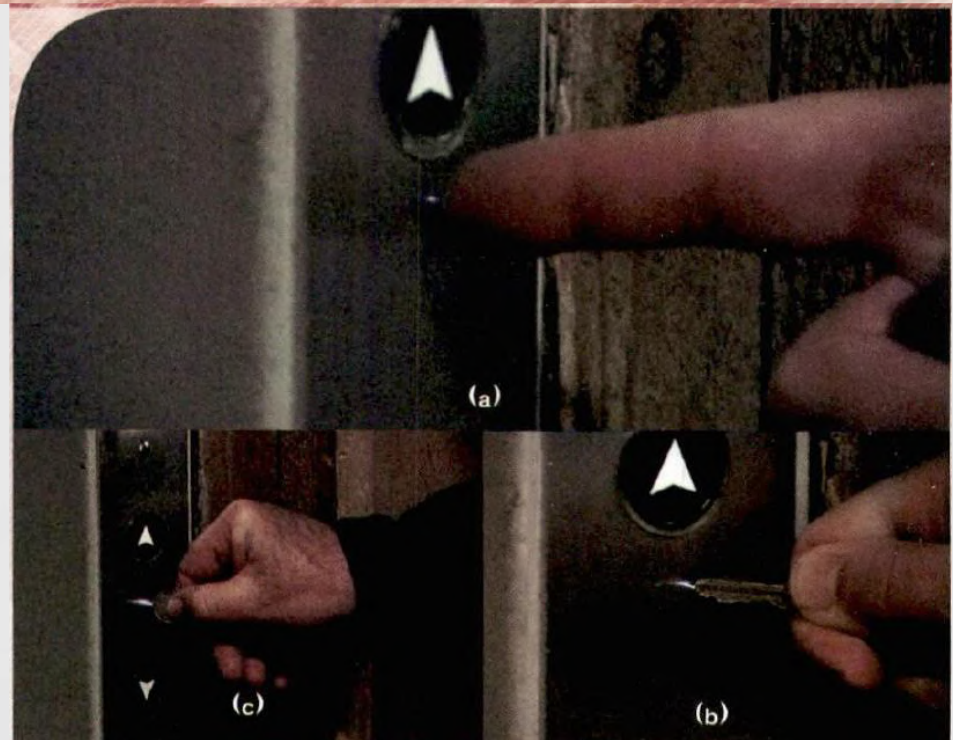
$$x_3 = \frac{5.00\sqrt{3}}{(2 - \sqrt{3})} = 32.2\text{ m}$$

1

القوى الكهروستاتيكية

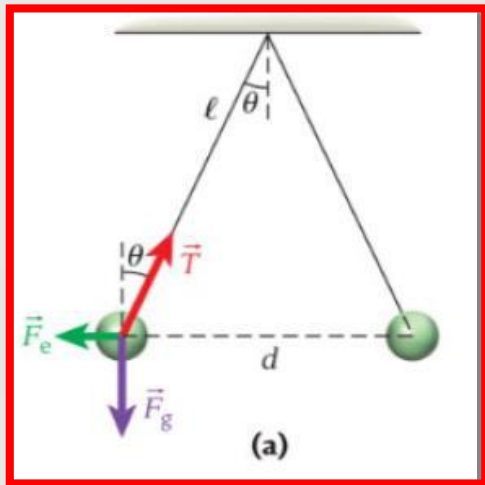
الإلكترون

قناة قطوف فيزيائية





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



$$F_{net x} = 0$$

$$F_e = T \sin 25$$

$$\frac{k q^2}{r^2} = T \sin 25$$

$$\frac{(9 \times 10^9) (25.0 \times 10^{-6})^2}{(1.27)^2} = T \sin 25$$

$$T = 8.25 \text{ N}$$

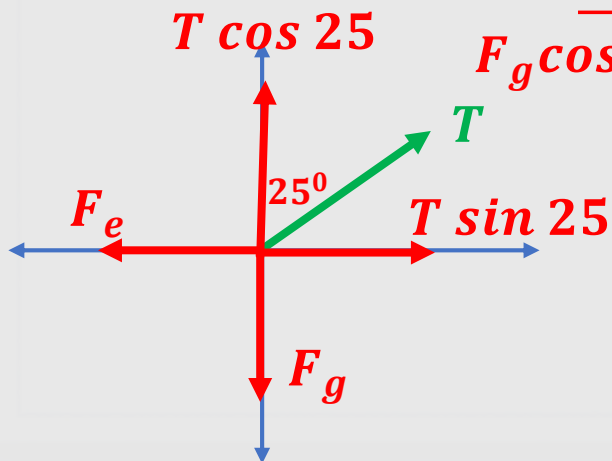
$$F_{net y} = 0$$

$$F_g = T \cos 25$$

$$m g = T \cos 25$$

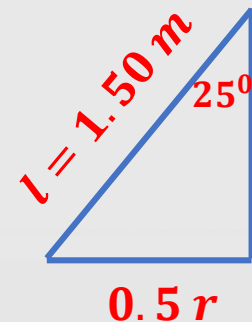
$$m \times 9.8 = 8.25 \cos 25$$

$$m = 0.763 \text{ kg}$$



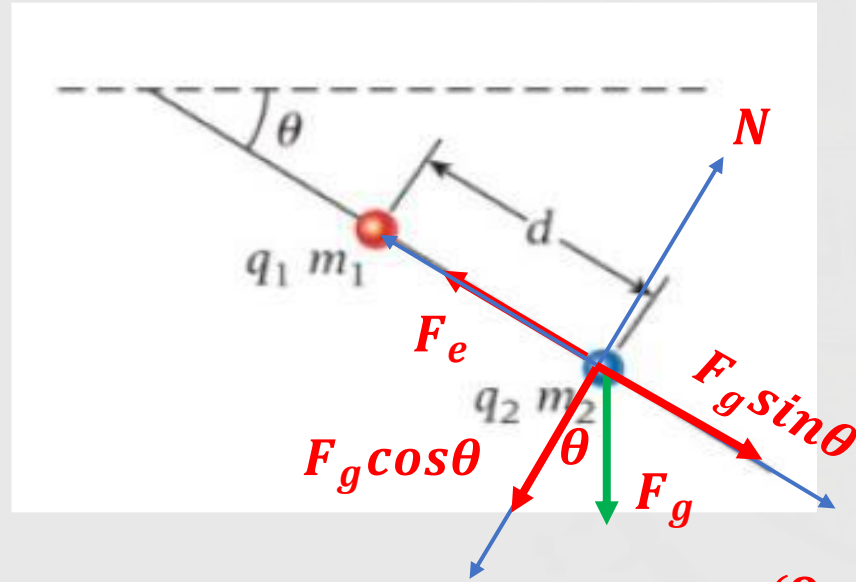
$$\sin 25 = \frac{0.5 r}{1.50}$$

$$r = 1.27 \text{ m}$$





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؟



$$F_{net\ x} = 0$$

$$F_e = F_g \sin \theta$$

$$\frac{k|q_1 q_2|}{r^2} = mg \sin \theta$$

$$\frac{(9 \times 10^9) (1.28 \times 10^{-6}) (5.06 \times 10^{-6})}{(0.380)^2} = m \times 9.8 \sin 42.3$$

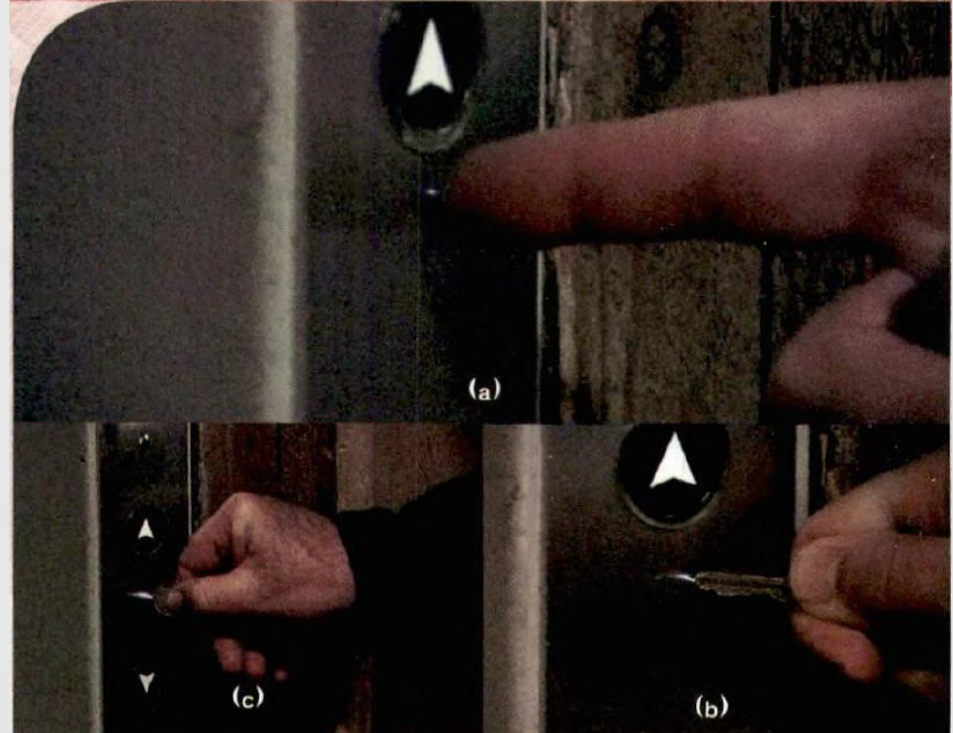
$$m = 0.061 \text{ kg} = 61 \text{ g}$$

1

القوى الكهروستاتيكية

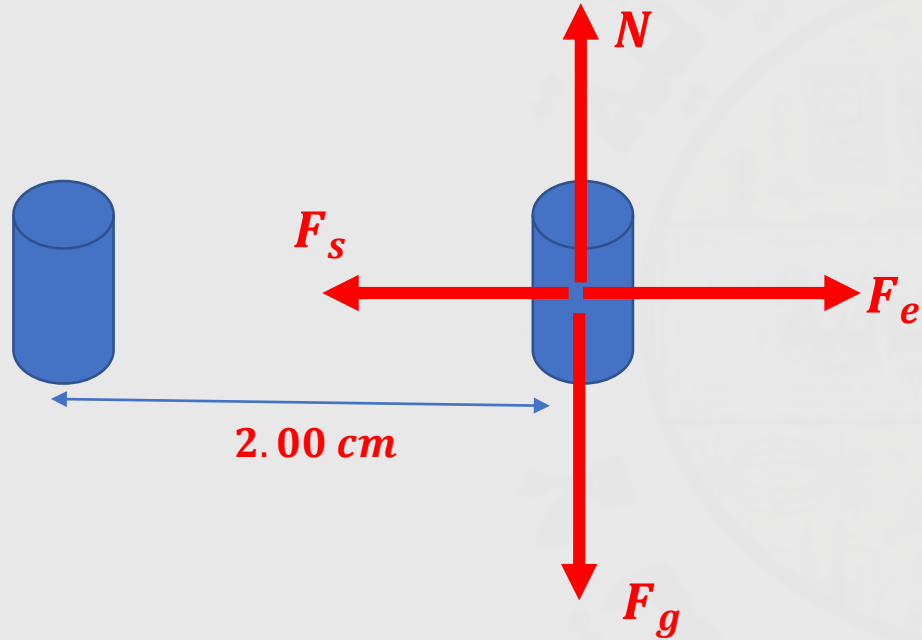
القوة الكهروستاتيكية
حل المسائل: ٥٢ و ٥٣ و ٥٥

قناة قطوف فيزيائية





1.52* وضعت خرزتان زجاجيتان أسطوانيتا الشكل، كتلة كل منهما $m = 10.0 \text{ mg}$ بوضع رأسي على سطح أفقي بحيث تفصل بينهما مسافة $d = 2.00 \text{ cm}$. وكان معامل الاحتكاك السكوني بين الخرزتين والسطح $\mu_s = 0.200$. ثم أعطيت الخرزتان شحنتين متماثلتين (في المقدار والإشارة). ما أقل شحنة لازمة لكي تبدأ الخرزتان في التحرك؟



$$F_e = F_s$$

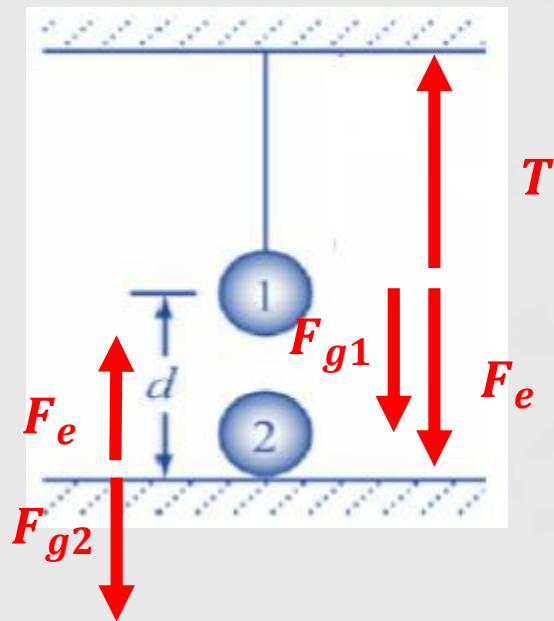
$$\frac{k q^2}{d^2} = \mu_s m g$$

$$\frac{(9 \times 10^9) (q)^2}{(0.02)^2} = 0.200 \times 10 \times 10^{-6} \times 9.8$$

$$q = 9.33 \times 10^{-10} \text{ C}$$



1.53* كرة صغيرة كتلتها 30.0 g وشحنتها $-0.200 \mu\text{C}$ متدلية من السقف بخيط. وهي متدلية على ارتفاع 5.00 cm فوق أرضية عازلة. إذا دحرجت كرة صغيرة أخرى كتلتها 50.0 g وشحنتها $0.400 \mu\text{C}$ أسفل الكرة الأولى مباشرة، فهل ستغادر الكرة سطح الأرضية؟ وما مقدار الشد في الحبل لحظة وجود الكرة الأخرى أسفل الكرة الأولى مباشرة؟



$$F_e = k \frac{|q_1 q_2|}{d^2} = \frac{(9 \times 10^9)(0.2 \times 10^{-6})(0.4 \times 10^{-6})}{(5.00 \times 10^{-2})^2} = 0.288 \text{ N}$$

$$F_{g2} = m_2 g = 50 \times 10^{-3} \times 9.8 = 0.49 \text{ N}$$

$$F_{g2} > F_e$$

لا تغادر الكرة الأرضية

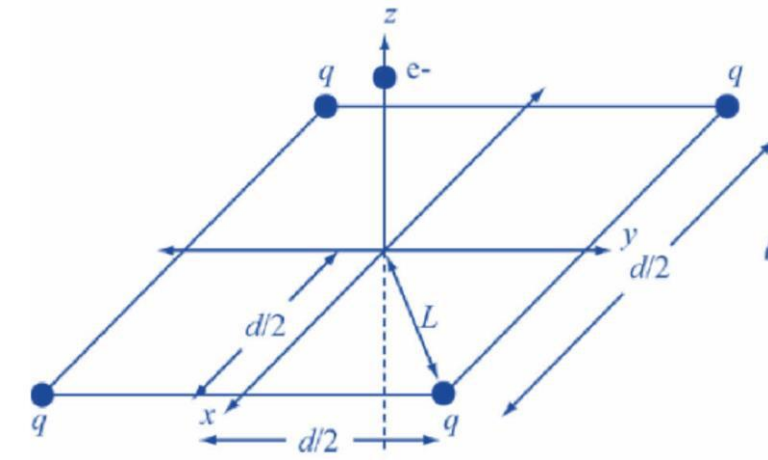
$$F_{net\ y2} = 0$$

$$T - m_1 g - F_e = 0$$

$$T = m_1 g + F_e = (0.030 \times 9.8) + (0.288) = 0.582 \text{ N}$$



1.55• أربع شحنات نقطية، q ، مثبتة على الزوايا الأربع لمربع طول ضلعه 10.0 cm . ويتدلى إلكترون فوق نقطة يتعادل وزنه عندها مع القوة الكهروستاتيكية الناتجة عن الإلكترونات الأربعة، على مسافة 15.0 nm فوق مركز المربع. ما مقدار الشحنات الثابتة؟ عبّر عن الشحنة بوحدة الكولوم وكمضاعف لشحنة الإلكترون.



$$r = \sqrt{(0.0707)^2 + (15 \times 10^{-9})^2} = 0.707 \text{ m}$$

$$L = \frac{\sqrt{(0.10)^2 + (0.10)^2}}{2} = 0.0707 \text{ m}$$

$$F_g = F_e$$

$$mg = 4 \frac{k q_e Q}{r^2} \sin \theta$$

$$9.1 \times 10^{-31} \times 9.8 = 4 \times \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})Q}{(0.0707)^2} \times \frac{15 \times 10^{-9}}{0.0707}$$

$$Q = 3.65 \times 10^{-17} \text{ C}$$

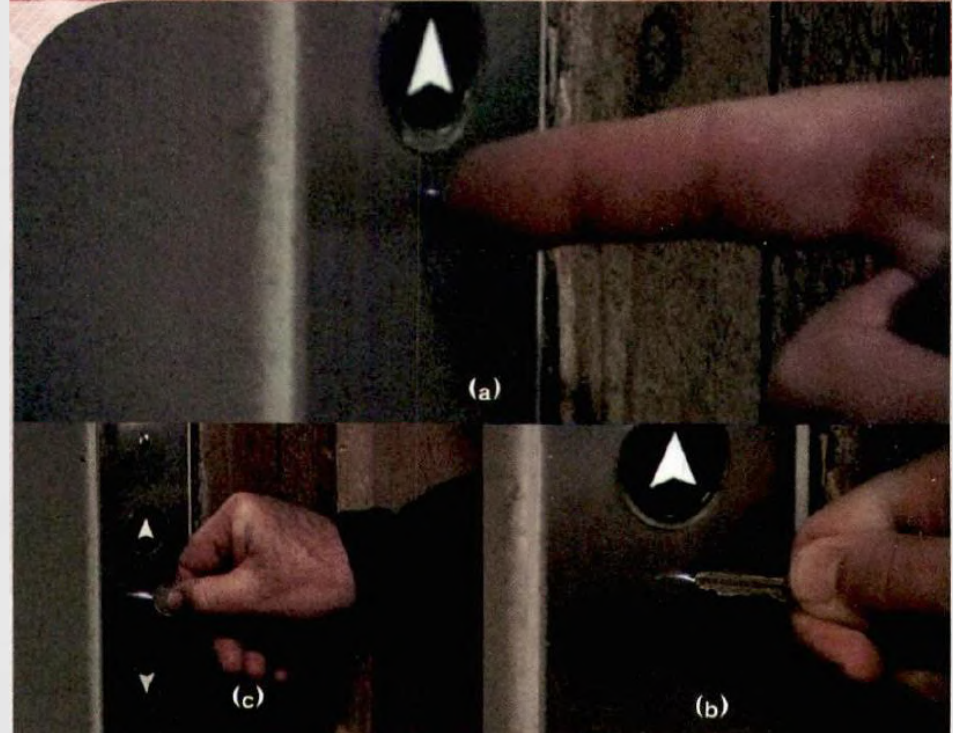
$$N = \pm \frac{q}{e} = \frac{3.65 \times 10^{-17}}{1.602 \times 10^{-19}} = 228e$$

1

القوى الكهروستاتيكية

قانون كولوم وقانون نيوتن للجذب العام

قناة قطوف فيزيائية





| قوة الجاذبية | القوة الكهربائية | |
|---|--|--------------|
| قوى مجالية تخضع لقانون التربيع العكسي | | وجه التشابه |
| قانون نيوتن للجذب العام $F_g = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$ | قانون كولوم $F_e = \frac{k q_1 q_2 }{r^2}$ | القانون |
| بين الكتل (موجبة دائماً) | بين الشحنات (الموجبة والسالبة) | المنشأ |
| تجاذب فقط | تجاذب او تنافر | نوع القوة |
| ثابت الجذب العام $G = 6.67 \times 10^{-11} N.m^2/kg^2$ | ثابت كولوم $k = 9 \times 10^9 N.m^2/C^2$ | ثابت التناسب |
| اقل | اكبر | المقدار |
| | | |



- ١- ذرة الهيدروجين تحتوي على بروتون واحد وإلكترون واحد . إذا علمت أن نصف قطر ذرة الهيدروجين يساوي $(5.29 \times 10^{-11} m)$ وشحنة البروتون = شحنة الإلكترون $= (1.6 \times 10^{-19} C)$ وكتلة البروتون $(1.67 \times 10^{-27} kg)$ وكتلة الإلكترون $(9.11 \times 10^{-31} kg)$.
- احسب : ١- قوة الجاذبية المتبادلة بين البرتون والإلكترون .
- ٢- القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بين البروتون والإلكترون .
- ٣- النسبة بين القوة الكهروستاتيكية وقوة الجاذبية

$$1) F_g = \frac{G m_1 m_2}{r^2} = \frac{(6.67 \times 10^{-11})(1.67 \times 10^{-27})(9.11 \times 10^{-31})}{(5.29 \times 10^{-11})^2} = 3.63 \times 10^{-47} N$$

$$2) F_e = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})(1.6 \times 10^{-19})}{(5.29 \times 10^{-11})^2} = 8.23 \times 10^{-8} N$$

$$3) \frac{F_e}{F_g} = \frac{8.23 \times 10^{-8}}{3.63 \times 10^{-47}} = 2.27 \times 10^{39}$$



٢- إذا علمت أن شحنة البروتون = شحنة الإلكترون $(1.6 \times 10^{-19} C)$ وكتلة البروتون $(1.67 \times 10^{-27} kg)$ وكتلة الإلكترون $(9.11 \times 10^{-31} kg)$.

احسب : ١- النسبة بين القوة الكهروستاتيكية وقوة الجاذبية بين إلكترونين .

٢- النسبة بين القوة الكهروستاتيكية وقوة الجاذبية بين بروتونين .

$$1) \quad \frac{F_e}{F_g} = \frac{k q_e^2}{G m_e^2} = \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{(6.67 \times 10^{-11})(9.11 \times 10^{-31})^2} = 4.16 \times 10^{42}$$

$$2) \quad \frac{F_e}{F_g} = \frac{k q_p^2}{G m_p^2} = \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{(6.67 \times 10^{-11})(1.67 \times 10^{-27})^2} = 1.24 \times 10^{36}$$

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{k q_p^2}{G m_p^2}$$

مراجعة المفاهيم 1.11

تزيد كتلة البروتون عن كتلة الإلكترون بمقدار ~2000 ضعف. لذا فإن نسبة F_e/F_g لبروتونين _____ القيمة المحسوبة في المثال 1.4 لإلكترونين.

(a) تقل بمقدار 4~ ملايين ضعف عن

(b) تقل بمقدار 2000~ ضعف عن

(c) تماثل

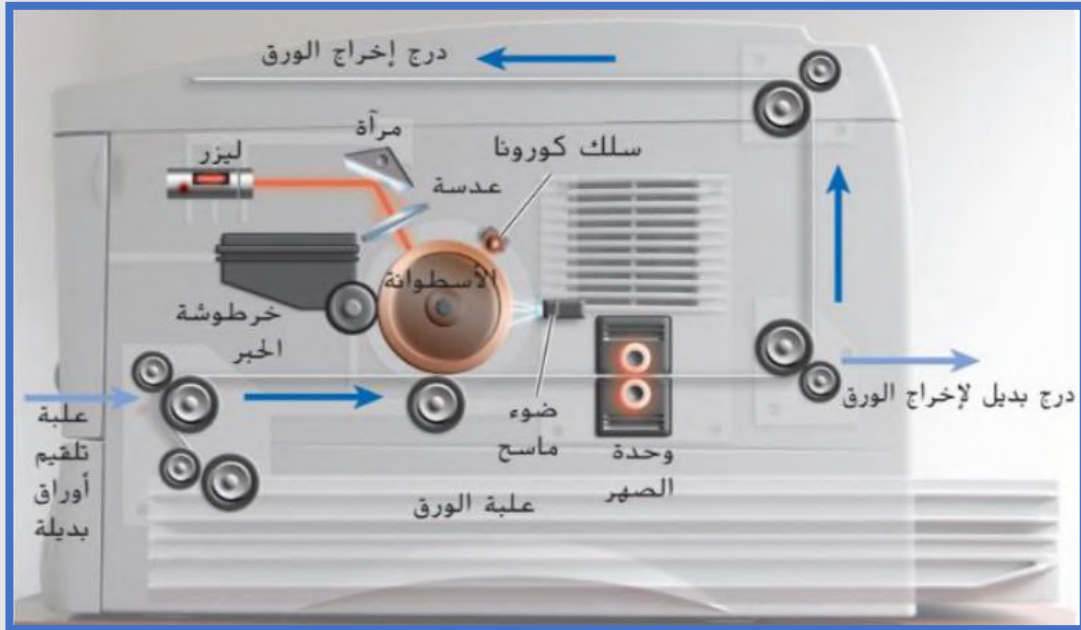
(d) تزيد بمقدار 2000~ ضعف عن

(a) تزيد بمقدار 4~ ملايين ضعف عن



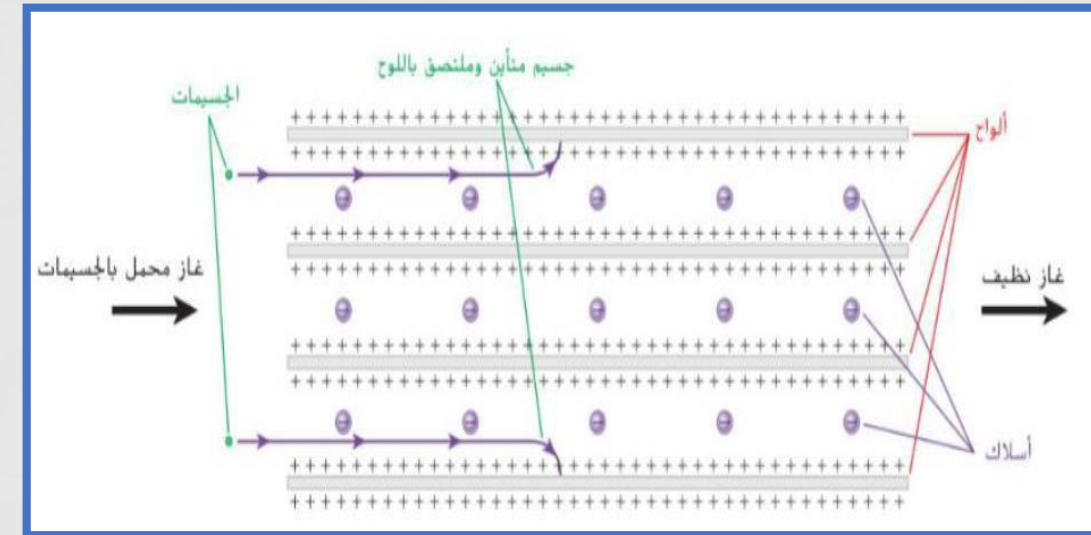
من تطبيقات القوة الكهروستاتيكية في حياتنا اليومية

طابعة الليزر



مرشح الترسيب الكهروستاتيكي

إزالة الرماد والجسيمات الأخرى التي تنتج من احتراق الفحم

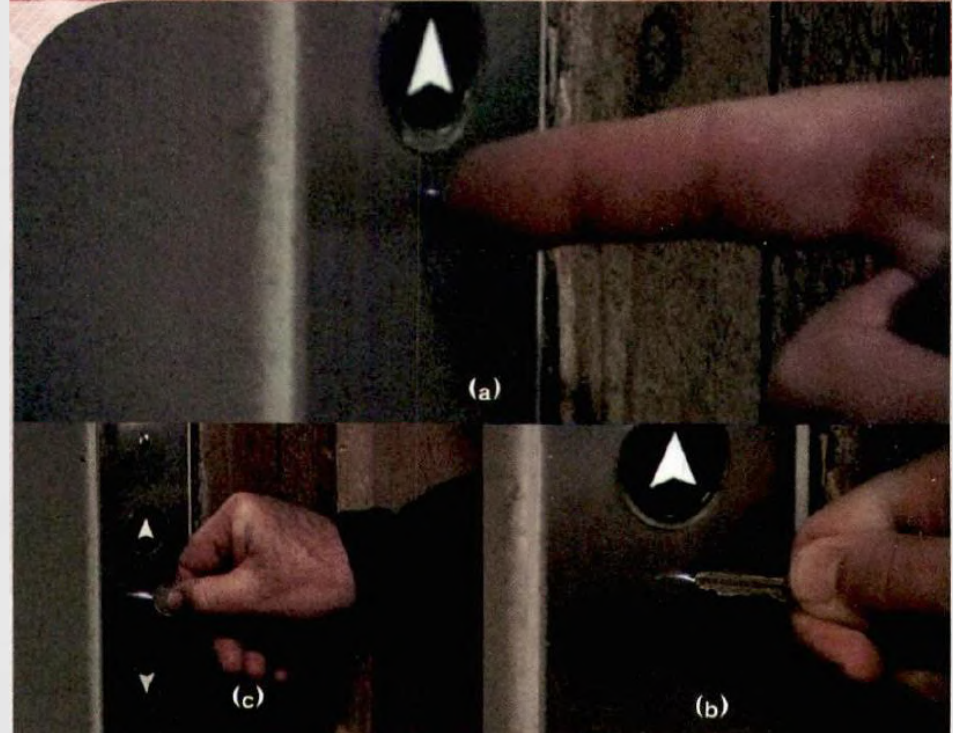


1

القوى الكهروستاتيكية

القوة الكهروستاتيكية
حل المسائل: ٥٩ و ٦٠ و ٦٢ و ٦٣

قناة قطوف فيزيائية





1.59 افترض أن الأرض والقمر اكتسبا شحنتين موجبتين متساويتين في المقدار.
ما مقدار الشحنة اللازمة لإنتاج قوة تنافر كهروستاتيكية تساوي 1.00% من قوة
الجاذبية بين الجسمين؟

$$F_e = \frac{1}{100} F_g$$

$$\frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{100} \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$k q^2 = \frac{1}{100} G m_1 m_2$$

$$(9 \times 10^9) q^2 = \frac{1}{100} (6.67 \times 10^{-11})(5.97 \times 10^{24})(7.36 \times 10^{22})$$

$$q = 5.71 \times 10^{12} \text{ C}$$



1.60 بسبب التشابه بين صيغة قانون نيوتن في الجذب وصيغة قانون كولوم. خُمن البعض أن قوة الجاذبية مرتبطة بالقوة الكهروستاتيكية. افترض أن الجاذبية ما هي إلا شحنة كهربائية بطبيعتها – أي أن هناك شحنة زائدة Q تحملها الأرض وشحنة زائدة مساوية لها في المقدار ومضادة لها الاتجاه $-Q$ – يحملها القمر مسؤولتان عن قوة الجاذبية التي تتسبب في الحركة المدارية المرصودة للقمر حول الأرض. ما مقدار Q اللازم لإعادة إنتاج مقدار قوة الجاذبية الملاحظ؟

$$F_e = F_g$$

$$\frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$kq^2 = G m_1 m_2$$

$$(9 \times 10^9)q^2 = (6.67 \times 10^{-11})(5.97 \times 10^{24})(7.36 \times 10^{22})$$

$$q = 5.71 \times 10^{13} \text{ C}$$



$$F_e = F_c$$

$$\frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{m v^2}{r}$$

$$\frac{k q^2}{r} = m v^2$$

$$\frac{1}{2} \frac{k q^2}{r} = \frac{1}{2} m v^2 = K$$

1.62- توصلت بعض النماذج الذرية الأقدم إلى أن السرعة المتجهة المدارية للإلكترون في الذرة يمكن أن ترتبط بنصف قطر الذرة. إذا كان نصف قطر ذرة الهيدروجين هو $5.29 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ وكانت القوة الكهروستاتيكية مسؤولة عن حركة الإلكترون الدائرية، فما الطاقة الحركية لهذا الإلكترون المداري؟

$$K = \frac{1}{2} \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{(5.29 \times 10^{-11})} = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$$

1.63 بالنسبة إلى الذرة المذكورة في المسألة 1.62، ما نسبة قوة الجاذبية بين الإلكترون والبروتون إلى القوة الكهروستاتيكية؟ كيف ستتغير هذه النسبة في حالة مضاعفة نصف قطر الذرة؟

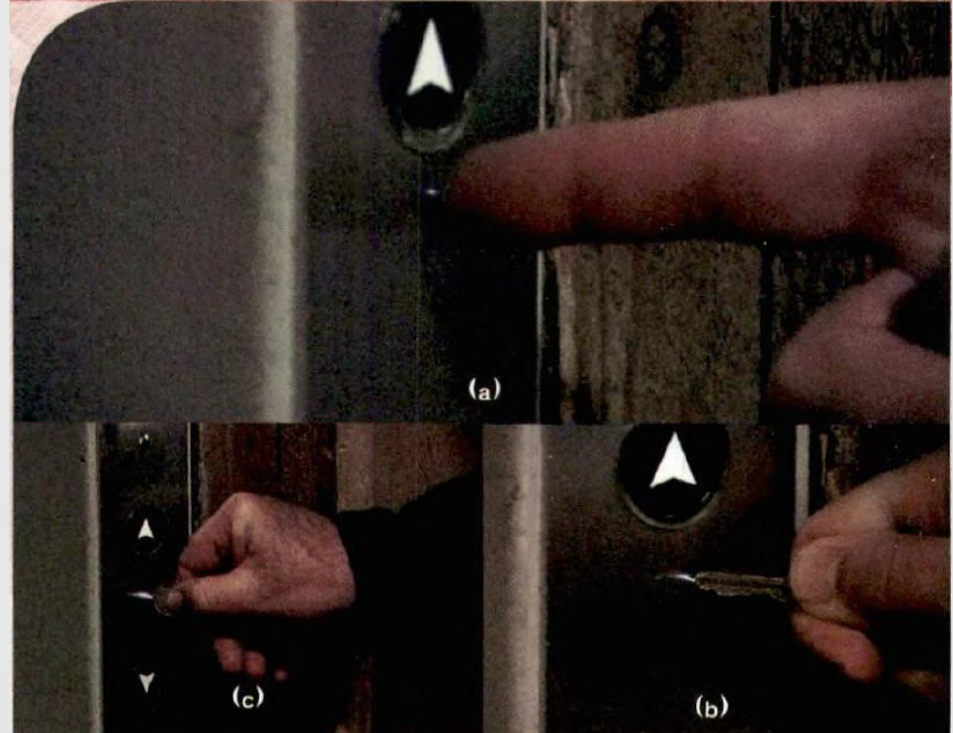
$$\frac{F_g}{F_e} = \frac{G m_1 m_2}{k q^2} = \frac{(6.67 \times 10^{-11})(1.67 \times 10^{-27})(9.11 \times 10^{-31})}{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2} = 4.41 \times 10^{-40}$$

1

القوى الكهروستاتيكية

القوة الكهروستاتيكية
حل أسئلة الاختيارات

قناة قطوف فيزيائية





- 1.1 أي مما يلي يحدث عندما يُعطى لوح فلزي شحنة موجبة؟
- a) تنتقل البروتونات (الشحنات الموجبة) من جسم آخر إلى اللوح.
 - b) تنتقل الإلكترونات (الشحنات السالبة) من اللوح إلى جسم آخر.
 - c) تنتقل الإلكترونات (الشحنات السالبة) من اللوح إلى جسم آخر، وتنتقل البروتونات أيضًا (الشحنات الموجبة) من جسم آخر إلى اللوح.
 - d) يعتمد ذلك على ما إذا كان الجسم الناقل للشحنة موصلًا أم عازلًا.

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

- 1.2 إذا كانت القوة المبذولة بين شحنة مقدارها $25 \mu\text{C}$ وشحنة مقدارها $-10 \mu\text{C}$ تساوي 8.0 N ، فما المسافة الفاصلة بين الشحنتين؟

- a) 0.28 m
- b) 0.53 m
- c) 0.45 m
- d) 0.15 m

$$8.0 = \frac{(9 \times 10^9)(25 \times 10^{-6})(10 \times 10^{-6})}{(r)^2}$$

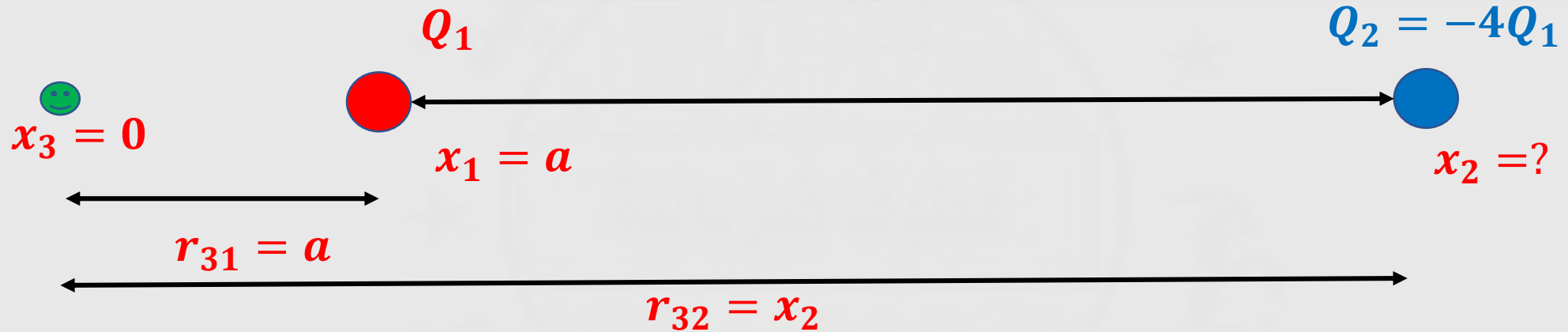
$$r = 0.53 \text{ m}$$



1.3 وُضعت شحنة Q_1 على المحور x عند النقطة $x = a$. أين يجب أن توضع الشحنة $Q_2 = -4Q_1$ لبذل محصلة قوى كهروستاتيكية مقدارها صفر على شحنة ثالثة، $Q_3 = Q_1$ ، موجودة عند نقطة الأصل؟

(a) عند نقطة الأصل (c) عند $x = -2a$

(d) عند $x = -a$ عند $x = 2a$ ●



$$F_{31} = F_{32}$$

$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$

$$\frac{Q_1}{(a)^2} = \frac{4Q_1}{(x_2)^2}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{2}{x_2}$$

$$x_3 = 2a$$



1.4 أي من الأنظمة التالية له أكبر شحنة سالبة؟

N إلكترونات و $3 - N$

بروتونات

(e) إلكترون واحد

(a) إلكترونان

(b) ثلاثة إلكترونات وبروتون واحد

(c) خمسة إلكترونات وخمسة بروتونات

a) $-2e$

b) $-3e + e = -2e$

c) $-5e + 5e = 0$

d) $-3e$

e) $-e$



1.5 شحنتان نقطيتان مثبتتان على المحور x : إذا كانت الشحنة $q_1 = 6.0 \mu C$ موضوعة عند نقطة الأصل، O ، حيث $x_1 = 0.0 \text{ cm}$ وكانت الشحنة $q_2 = -3.0 \mu C$ موضوعة عن النقطة A ، حيث $x_2 = 8.0 \text{ cm}$. فأين يجب أن توضع الشحنة الثالثة، q_3 ، على المحور x بحيث تكون محصلة القوة الكهروستاتيكية المؤثرة فيها صفراً؟

a) 19 cm

c) 0.0 cm

e) -19 cm

27 cm

d) 8.0 cm

$q_1 = 6.0 \mu C$

$Q_2 = -3.0 \mu C$



$x_1 = 0$



$x_2 = 8.0 \text{ cm}$



$x_3 = ?$

$r_{31} = x_3$

$r_{32} = x_3 - 8$

$$F_{31} = F_{32}$$

$$\frac{6}{(x_3)^2} = \frac{3}{(x_3 - 8)^2}$$

$$(\sqrt{2} - 1)x_3 = 8\sqrt{2}$$

$$k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{x_3} = \frac{1}{x_3 - 8}$$

$$x_3 = \frac{8\sqrt{2}}{(\sqrt{2} - 1)} = 27 \text{ cm}$$

$$\frac{q_1}{r_{31}^2} = \frac{q_2}{r_{32}^2}$$


$$1x_3 = \sqrt{2}x_3 - 8\sqrt{2}$$



1.6 أي من الحالات التالية تنتج أكبر محصلة قوى تؤثر في الشحنة Q؟

(a) تبعد الشحنة $Q = 1\text{ C}$ مسافة 1 m عن شحنة مقدارها -2 C .

(b) تبعد الشحنة $Q = 1\text{ C}$ مسافة 0.5 m عن شحنة مقدارها -1 C .



(c) تقع الشحنة $Q = 1\text{ C}$ في منتصف المسافة بين شحنة مقدارها -1 C وشحنة مقدارها 1 C تفصل بينهما مسافة 2 m .

(d) تقع الشحنة $Q = 1\text{ C}$ في منتصف المسافة بين شحنتين بمقدار -2 C تفصل بينهما مسافة 2 m .

(e) تبعد الشحنة $Q = 1\text{ C}$ مسافة 2 m عن شحنة مقدارها -4 C .

$$a) F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(1)(2)}{(1)^2} = 1.8 \times 10^{10} \text{ N}$$

$$b) F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(1)(1)}{(0.5)^2} = 3.6 \times 10^{10} \text{ N}$$

$$c) F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} + k \frac{|q_1 q_3|}{r^2} = 2 \times \frac{(9 \times 10^9)(1)(1)}{(1)^2} = 1.8 \times 10^{10} \text{ N}$$

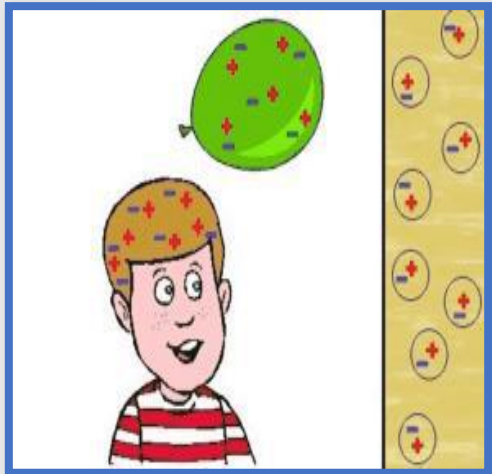
$$d) F = 0 \text{ N}$$

$$e) F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(1)(4)}{(2)^2} = 9 \times 10^9 \text{ N}$$



1.7 عند وضع بروتونين أحدهما بجوار الآخر من دون أن تكون هناك أي أجسام أخرى قريبة منهما:

- (a) يبتعدان عن بعضهما بعجلة.
- (b) يظلان ساكنين.
- (c) يقتربان إلى بعضهما بعجلة.
- (d) ينجذبان إلى بعضهما بسرعة ثابتة.
- (e) يبتعدان عن بعضهما بسرعة ثابتة.

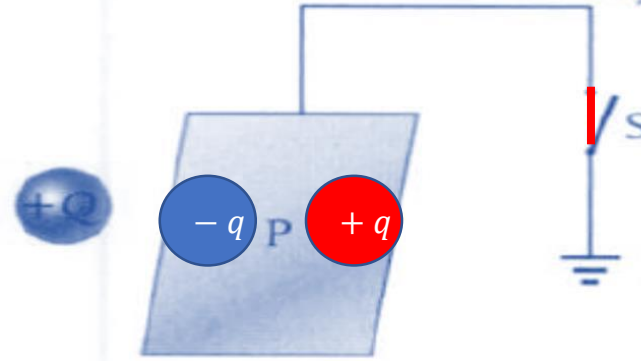


1.8 غُلِّقَت كرتان فلزبتان خفيفتا الوزن إحداهما بجوار الأخرى في خيطين عازلين. إذا كانت إحداهما تحمل شحنة صافية، بينما لا تحمل الأخرى شحنة صافية. فإن الكرتين ستنجذبان إلى بعضهما.

- (a) لن تبدلا محصلة قوة كهروستاتيكية إحداهما على الأخرى.
- (b) ستتنافران.
- (c) يعتمد أي مما سبق على إشارة الشحنة الصافية الموجودة في إحدى الكرتين.



1.9 وُصِّل لوح فلزي بالأرض عن طريق موصل يعمل بمفتاح. ولم يكن المفتاح موصولاً في البداية. وقُرِّبت شحنة $+Q$ إلى اللوح من دون ملامسته. ثم وُصِّل المفتاح. بعد توصيل المفتاح. تم إبعاد الشحنة $+Q$. ما شحنة اللوح عندئذٍ؟



(a) اللوح غير مشحون.

(b) شحنة اللوح موجبة.

(c) شحنة اللوح سالبة.

(d) يمكن أن تكون شحنة اللوح موجبة أو سالبة.

حيث يعتمد ذلك على شحنته قبل تقريب الشحنة $+Q$ إليه.

1.10 إذا قُرِّبت قضيباً بلاستيكيًا ذا شحنة سالبة إلى موصل مؤرَّض من دون ملامسته. ثم قُمْتَ بفصل التأسيس. فما إشارة شحنة الموصل بعد إبعاد القضيب المشحون؟

(a) سالبة

(b) لا يمكن تحديدها من المعلومات المعطاة

(c) موجبة

(d) بدون شحنة



جلد الإنسان
الجلد
فراء الأرنب
الزجاج
الكوارتز
شعر الإنسان
النايلون
الصوف
الحرير
الورق
القطن
الخشب
اللوسيت
الكهرمان
المطاط
الرايون
البوليستر
الستيرين
الأكريليك
البولي يوريثان
السيليكون
التفلون

1.11 عند ذلك قضيب بلاستيكي بفراء أرنب، فإن القضيب يصبح

سالِب الشحنة.

(b) موجب الشحنة.

(c) متعادلاً.

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

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

(a) سالِب الشحنة.

موجب الشحنة.

(c) متعادلاً.

(d) إما سالِب الشحنة أو موجب الشحنة، حيث يعتمد ذلك على ما إذا كانت حركة الوشاح أثناء ذلك في اتجاه واحد دائماً أم إلى الأمام وإلى الخلف.



$$F_e = F_c$$

$$\frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{m v^2}{r}$$

$$\frac{k e^2}{r} = m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{k e^2}{m r}}$$

$$F_e = F_c$$

$$\frac{k q_1 q_2}{r^2} = m a$$

$$\frac{k e^2}{r^2} = m a$$

$$a = \frac{k e^2}{m r^2}$$

1.13 فُكِّر في إلكترون كتلته m وشحنته $-e$ يتحرك في مدار دائري نصف قطره r حول بروتون ثابت كتلته M وشحنته $+e$. ويبقى الإلكترون في مداره بفعل القوة كهروستاتيكية بينه وبين البروتون. أي من التعبيرات التالية صحيح لسرعة الإلكترون؟

☒ a) $v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr}}$

c) $v = \sqrt{\frac{2ke^2}{mr^2}}$

e) $v = \sqrt{\frac{ke^2}{2Mr}}$

b) $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

d) $v = \sqrt{\frac{me^2}{kr}}$

1.14 فُكِّر في إلكترون كتلته m وشحنته $-e$ يبعد مسافة r عن بروتون ثابت كتلته M وشحنته $+e$. فبدأ الإلكترون حركته من وضع السكون. أي من التعبيرات التالية صحيحة للعجلة الابتدائية التي سيتحرك بها الإلكترون؟

a) $a = \frac{2ke^2}{mMr}$

c) $a = \frac{1}{2} me^2 k^2$

☒ e) $a = \frac{ke^2}{mr^2}$

b) $a = \sqrt{\frac{2e^2}{mkr}}$

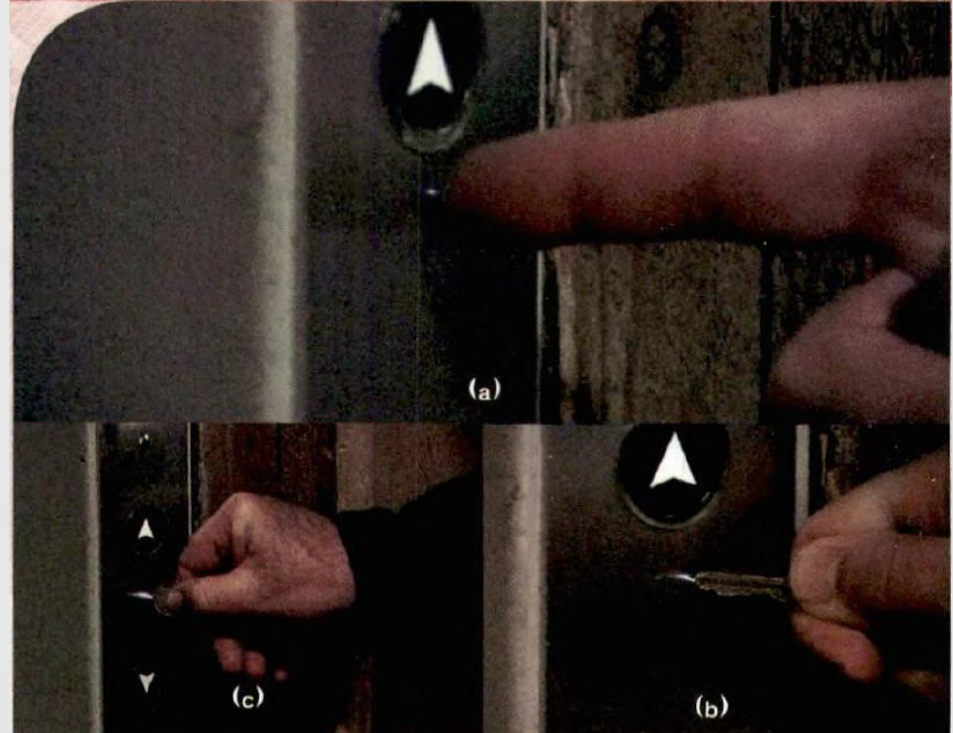
d) $a = \frac{2ke^2}{mr}$

1

القوى الكهروستاتيكية

القوة الكهروستاتيكية
مسئلة عامة من اختبارات سابقة

قناة قطوف فيزيائية





1- شحنتان نقطيتان (+ 5.0 μC) و (- 6.0 μC) . إذا كانت القوة المتبادلة بينهما (3.0 N) .
ما المسافة بين الشحنتين ؟

0.030 m ☐

0.090 m ☐

0.90 m ☐

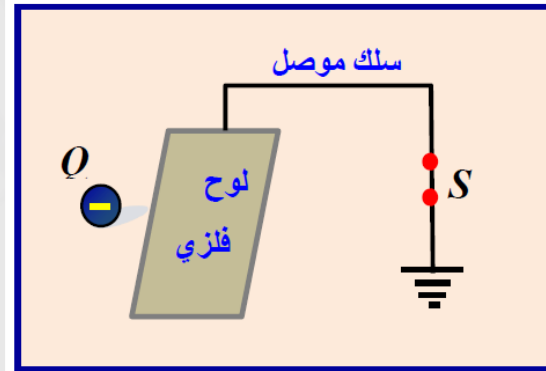
0.30 m ☒

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

$$3.0 = \frac{(9 \times 10^9)(5.0 \times 10^{-6})(6.0 \times 10^{-6})}{(r)^2}$$

$$r = 0.30 \text{ m}$$

2- في الشكل المجاور قربت الشحنة Q من لوح فلزي غير مشحون دون أن تلمسه . عند فتح المفتاح S ثم إبعاد الشحنة Q .



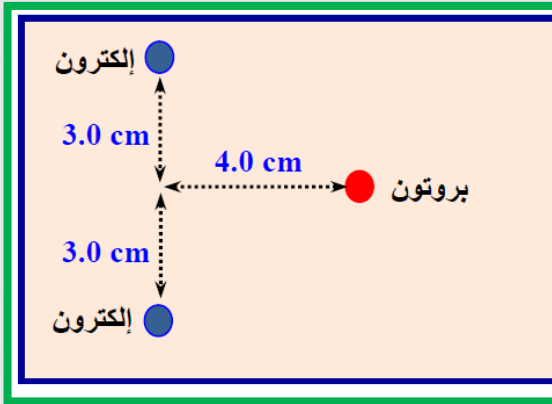
أي من الآتية صحيح ؟

يشحن اللوح بشحنة سالبة ☐

يشحن اللوح بشحنة موجبة ☒

يبقى اللوح غير مشحون ☐

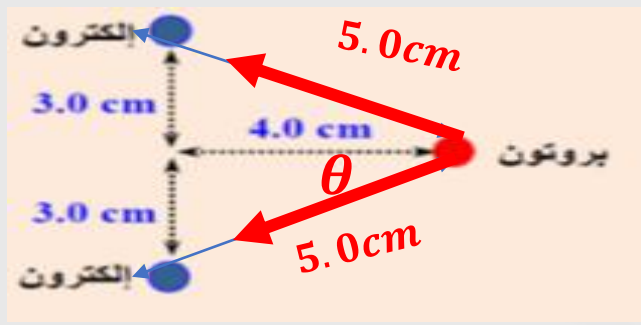
لا يمكن تحديد نوع شحنة اللوح ☐



3- في الشكل المجاور ، ما محصلة القوى الكهروستاتيكية المؤثرة في البروتون ؟

- ☒ $1.5 \times 10^{-25} \text{ N}$ باتجاه اليسار
- ☐ $1.5 \times 10^{-25} \text{ N}$ باتجاه اليمين
- ☐ 0.0 N
- ☐ $9.2 \times 10^{-26} \text{ N}$ باتجاه يصنع زاوية يصنع زاوية 37°

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) = 37^\circ$$



$$F = k \frac{|q_e q_p|}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{(0.05 \times 10^{-2})^2} = 9.2 \times 10^{-26} \text{ N}$$

$$F_{net} = 2 F \cos \theta = 2 \times 9.2 \times 10^{-26} \times \cos 37 = 1.5 \times 10^{-25} \text{ N}$$

$$F_{net} = -1.5 \times 10^{-25} \text{ N } \hat{x}$$



4- أي الآتية علاقة صحيحة بين ثابت كولوم (k) و معامل السماحية الكهربائية (ϵ_0) إذا كان الحيز الفراغ ؟
ما المسافة بين الشحنتين ؟

$$k \epsilon_0 = 2\pi \quad \square$$

$$k \epsilon_0 = 4\pi \quad \square$$

$$k \epsilon_0 = \frac{1}{2\pi} \quad \square$$

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

5- أي الآتية صحيح لوحد D في المعادلة ($D = k \epsilon_0$) ، حيث (k) ثابت كولوم و (ϵ_0) معامل السماحية الكهربائية في حالة الحيز الفراغ؟

$$N \cdot m^2 C^2 \quad \square$$

$$N \cdot m^2 C^{-2} \quad \square$$

$$N \cdot m^{-2} C^2 \quad \square$$

ثابت بدون وحدة ●

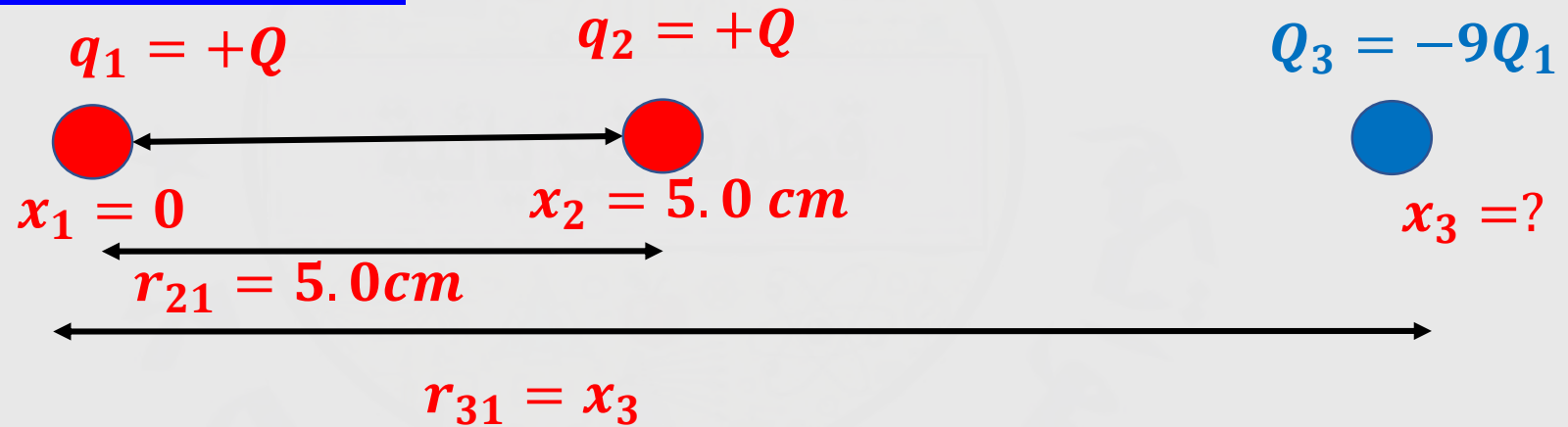
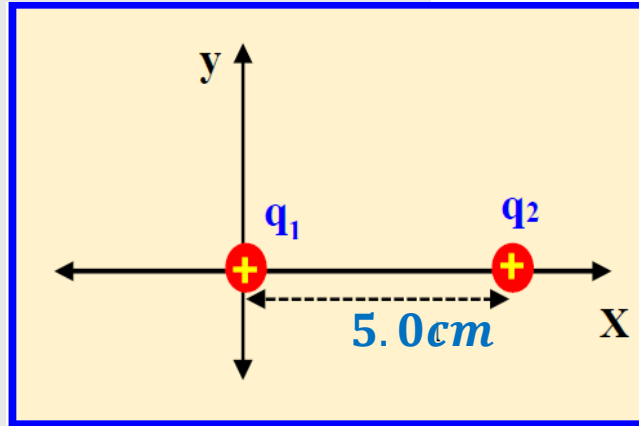


6 - وضعت شحنتان نقطيتان (q_1) و (q_2) على المحور **X** كما في الشكل . وعند وضع شحنة نقطية (q_3)

(C_2) على المحور **X** تصبح القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة (q_1) تساوي صفر

فإذا كان $[q_1 = q_2 = Q]$ و $[q_3 = -9Q]$

أوجد بعد الشحنة (q_3) عن الشحنة (q_1) .



$$F_{12} = F_{13}$$

$$k \frac{|q_1 q_2|}{r_{21}^2} = k \frac{|q_1 q_3|}{r_{13}^2}$$

$$\frac{q_2}{r_{21}^2} = \frac{q_3}{r_{13}^2}$$

$$\frac{Q}{(5.0)^2} = \frac{9Q}{(x_3)^2}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{3}{x_3}$$

$$x_3 = 15 \text{ cm}$$



7 - شحنتان نقطيتان $(+q)$ و $(-q)$ لهما المقدار نفسه والمسافة بينهما (9.0 cm) ، إذا كانت القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بين الشحنتين (5.0 N) ، ما مقدار كل من الشحنتين؟

7.1 nC ☐

$2.1 \mu\text{C}$ ☒

$7.1 \mu\text{C}$ ☐

2.1 nC ☐

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

$$5.0 = \frac{(9 \times 10^9) q^2}{(9.0 \times 10^{-2})^2}$$

$$q = 2.1 \times 10^{-6} \text{ C} = 2.1 \mu\text{C}$$

8 - في الشكل المجاور قريب ساق تحمل شحنة موجبة من كشاف كهربائي غير مشحون دون أن تلمسه،



عند قطع اتصال الكشاف بالأرض وإبعاد الساق، أي من الآتية صحيح؟

يشحن كل من الكرة والموصل بشحنة سالبة. ☒

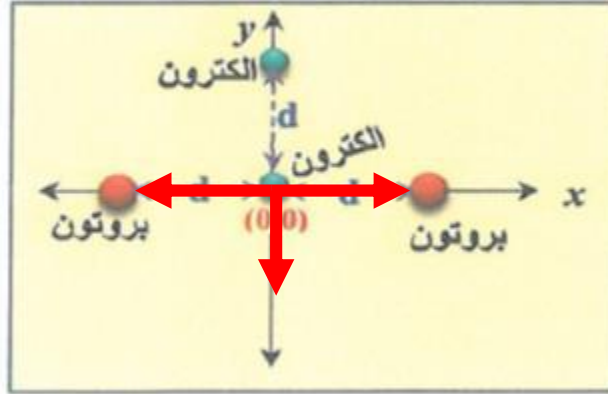
☐ يشحن كل من الكرة والموصل بشحنة موجبة.

☐ تشحن الكرة بشحنة موجبة ويشحن الموصل بشحنة سالبة.

☐ تشحن الكرة بشحنة موجبة ويبقى الموصل بدون شحنة.



9 - يظهر الشكل المجاور بروتونين وإلكترونين عند لحظة ما، أي الآتية يمثل محصلة القوى الكهروستاتيكية المؤثرة في الإلكترون الموضوع عند نقطة الأصل (0, 0) ؟



في اتجاه المحور y الموجب $k \times \frac{1.6 \times 10^{-19}}{d^2}$ ☐

في اتجاه المحور y الموجب $k \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{d^2}$ ☐

في اتجاه المحور y السالب $k \times \frac{1.6 \times 10^{-19}}{d^2}$ ☐

في اتجاه المحور y السالب $k \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{d^2}$ ☒

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

$$F = k \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{d^2}$$

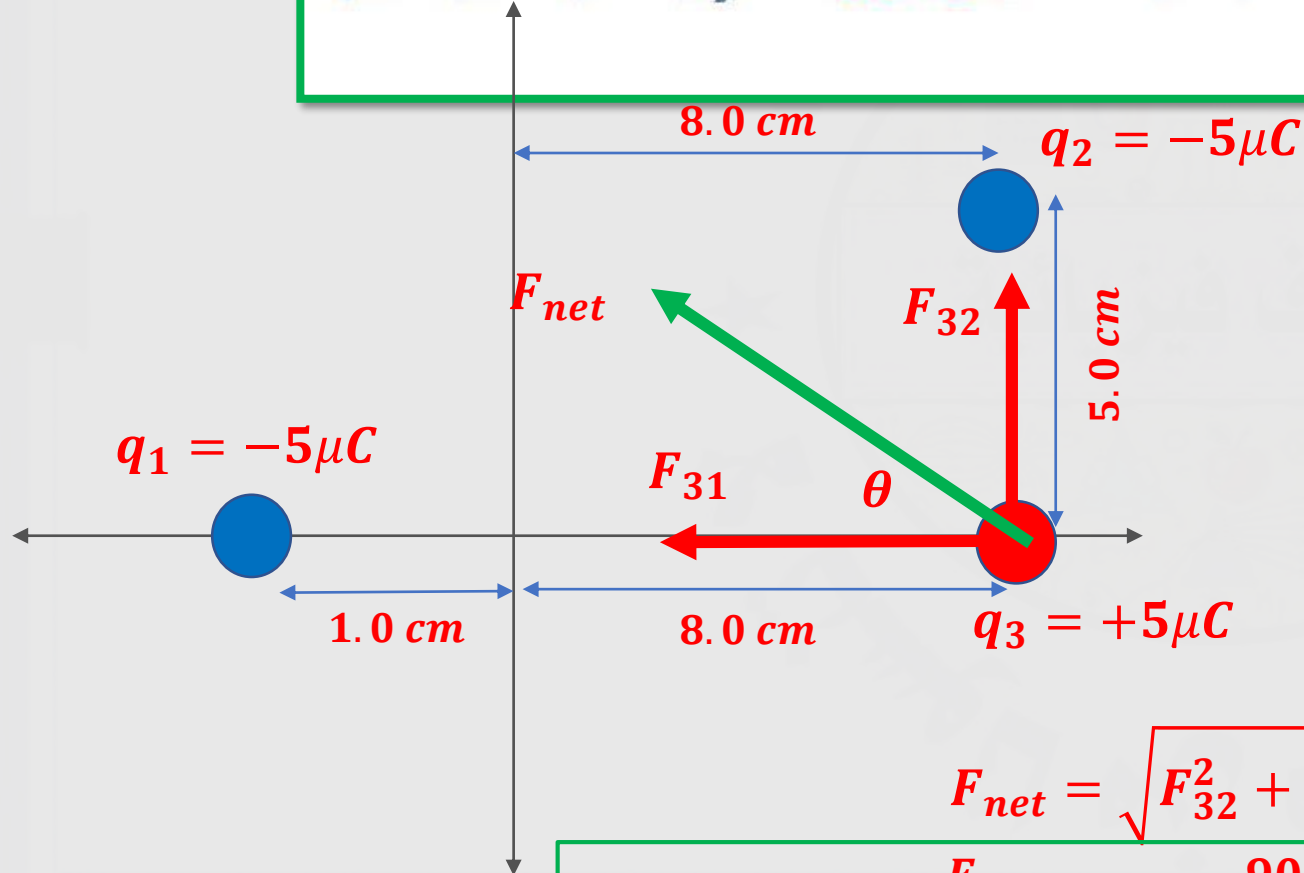


شحنتان نقطيتان متماثلتان كل منها $(-5.0 \mu C)$ في المستوى (x, y) عند المواقع الآتية :

$(x = -1.0 \text{ cm}, y = +0.0 \text{ cm})$ و $(x = +8.0 \text{ cm}, y = +5.0 \text{ cm})$

وضعت شحنة ثالثة $(+5.0 \mu C)$ عند نقطة موقعها $(x = +8.0 \text{ cm}, y = +0.0 \text{ cm})$

10- احسب مقدار القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة $(+5.0 \mu C)$ و الزاوية التي يصنعها متجه القوة الكهروستاتيكية مع المحور x الموجب.



$$F_{32} = k \frac{|q_3 q_2|}{r_{31}^2} = \frac{(9 \times 10^9)(5.0 \times 10^{-6})^2}{(5.0 \times 10^{-2})^2} = 90 \text{ N}$$

$$F_{31} = k \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} = \frac{(9 \times 10^9)(5.0 \times 10^{-6})^2}{(9.0 \times 10^{-2})^2} = 28 \text{ N}$$

$$F_{net} = \sqrt{F_{32}^2 + F_{31}^2} = \sqrt{(90)^2 + (28)^2} = 94 \text{ N}$$

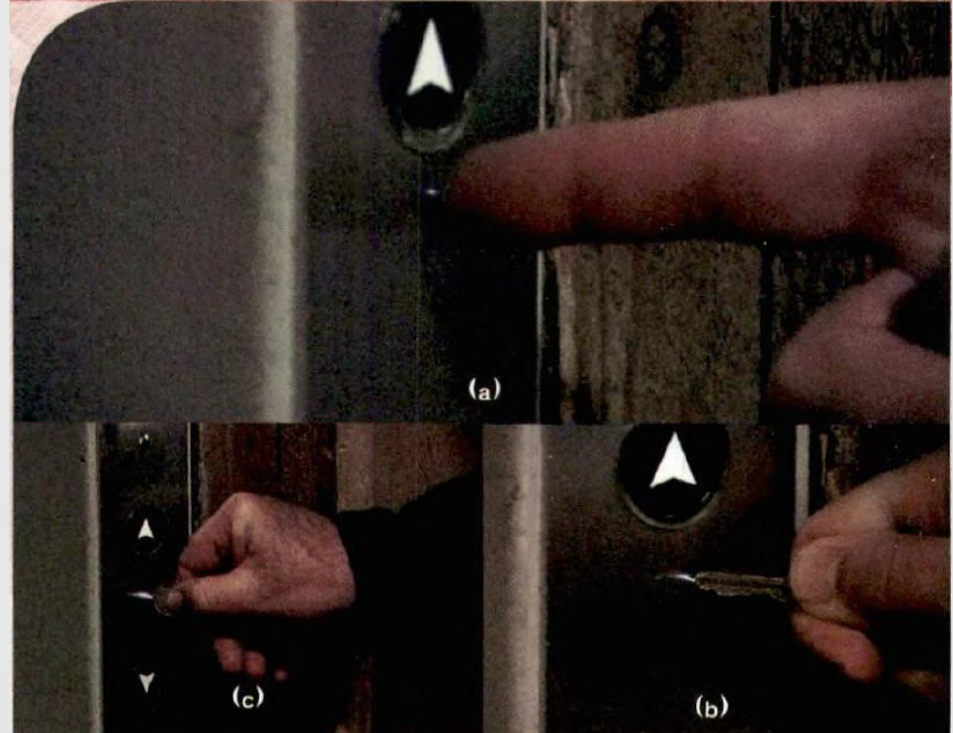
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_{32}}{F_{31}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{90}{28}\right) = 73^\circ \quad \theta = 180 - 73 = 107^\circ$$

1

القوى الكهروستاتيكية

مسئلة عامة عن القوة الكهروستاتيكية

قناة قطوف فيزيائية



1 - أي العبارات التالية صحيحة عن التوصيل الكهربائي ؟

☐ تعتبر الفلزات موصلات جيدة للكهرباء

☐ العوازل لديها مقاومة كهربائية متدنية

☐ يُعتبر السيليكون والجرمانيوم من المواد فائقة التوصيل

☐ تكون المقاومة الكهربائية للموصلات فائقة التوصيل تساوي صفر عند درجة حرارة الغرفة

2- شحنتان نقطيتان مقدارهما $(q_1 = +30\mu C, q_2 = -40\mu C)$ والقوة الكهربائية المتبادلة بينهما $(3 \times 10^3 N)$. احسب مقدار المسافة الفاصلة بينهما ؟

☐ 6 m

☐ 60 m

☐ 6 cm

☐ 60 cm

3 - افترض أن هناك جسم فلزي متعادل الشحنة . إحدى طرق إكسابه شحنة موجبة هي :

☐ انتزاع بعض الإلكترونات من الجسم

☐ إضافة بعض الإلكترونات إلى الجسم

☐ إضافة بعض الذرات المتعادلة

☐ قطع جزء من الجسم

4 - شحنتان نقطيتان ($+q$, $-2q$) والمسافة بينهما (9.0 cm) . إذا كانت القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بين الشحنتين (10 N) . ما مقدار كلاً من الشحنتين ؟

☐ $1.1\text{ }\mu\text{C}$, $2.1\text{ }\mu\text{C}$

☐ $2.1\text{ }\mu\text{C}$, $4.2\text{ }\mu\text{C}$

☐ $3.6\text{ }\mu\text{C}$, $7.1\text{ }\mu\text{C}$

☐ $7.1\text{ }\mu\text{C}$, $14.2\text{ }\mu\text{C}$

5 - ثلاث شحنات نقطية ($q_1 = +10\mu C$, $q_2 = -20\mu C$, $q_3 = +30\mu C$) تقع على

المحور الأفقي عند ($x_1 = 0.0\text{ m}$, $x_2 = 1.0\text{ m}$, $x_3 = 3.0\text{ m}$) على الترتيب .

أوجد مقدار القوة الكهروستاتيكية المؤثرة على الشحنة q_3 والناجمة عن الشحنتين q_1 و q_2 .

☐ 1.05 N نحو اليسار

☐ 1.05 N نحو اليمين

☐ 1.35 N نحو اليسار

☐ 1.35 N نحو اليمين

6 - قُربت ساق تحمل شحنة سالبة من كشاف كهربائي غير مشحون ومتصل بالأرض .
عند قطع اتصال الكشاف بالأرض وإبعاد الساق . أي من الآتية صحيح ؟

☐ يُشحن كلاً من الكرة والموصل بشحنة سالبة

☐ يُشحن كلاً من الكرة والموصل بشحنة موجبة

☐ تُشحن الكرة بشحنة موجبة ويُشحن الموصل بشحنة سالبة

☐ تُشحن الكرة بشحنة موجبة ويبقى الموصل بدون شحنة

7 - تُعد الفلزات جيدة التوصيل للكهرباء لأن :

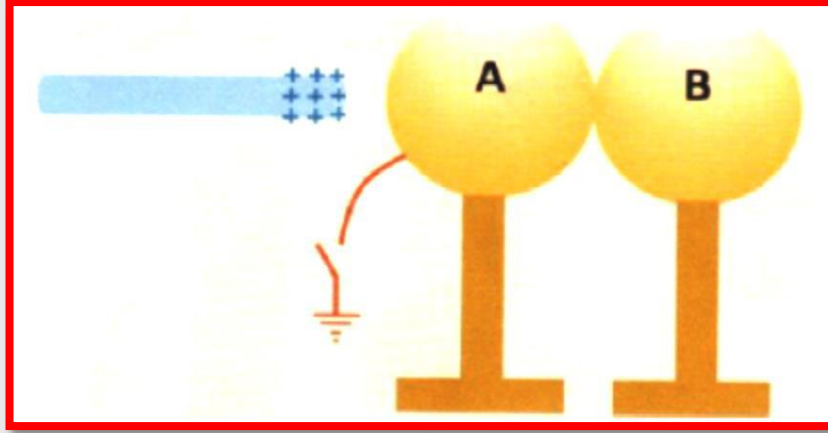
☐ سهولة حركة البروتونات والإلكترونات

☐ سهولة حركة الإلكترونات الحرة

☐ لها شحنة سالبة

☐ يمكن عزلها

8- في الشكل المقابل : عند غلق المفتاح ثم فتحه ثم إبعاد المؤثر الموجب ثم إبعاد الموصلين عن بعضهما .
ما شحنة الموصلين ؟



☐ A موجب و B موجب

☐ A سالب و B سالب

☐ A غير مشحون و B سالب

☐ A موجب و B غير مشحون

9- موصلان كرويان متماثلان شحنة الموصل الأول $(+6.0nC)$ وشحنة الموصل الثاني $(-2.0nC)$.

ما عدد الإلكترونات التي تنتقل بين الكرتين عند تلامسهما ؟

☐ $1.25 \times 10^{10}e$

☐ $2.0 \times 10^{-9}C$

☐ $2.5 \times 10^{10}e$

☐ $3.75 \times 10^{10}e$

10 – أي مما يلي يدل على مفهوم (تكمية الشحنة) ؟

☐ شحنة الجسم عدد صحيح من الشحنة $+1C$

☐ شحنة الجسم عدد صحيح من الشحنة $-1C$

☐ شحنة الجسم تساوي عدد صحيح من الشحنة الأساسية

☐ شحنة الجسم تساوي عدد غير صحيح من الشحنة الأساسية

11 – أي من القيم التالية لا يُمكن ان تكون كمية لشحنة جسم ما؟

☐ $3.2 \times 10^{-19} C$

☐ $-3.2 \times 10^{-20} C$

☐ $3.2 \times 10^{-18} C$

☐ $-3.2 \times 10^{-19} C$