تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/ae

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف العاشر المتقدم اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/13

* للحصول على جميع أوراق الصف العاشر المتقدم في مادة فيزياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/13physics

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف العاشر المتقدم في مادة فيزياء الخاصة بـ الفصل الثاني اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/13physics2

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف العاشر المتقدم اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/grade13

* لتحميل جميع ملفات المدرس إسماعيل الشمري اضغط هنا

للتحدث إلى بوت المناهج على تلغرام: اضغط هنا

https://t.me/almanahj_bot

@grade12ua_e

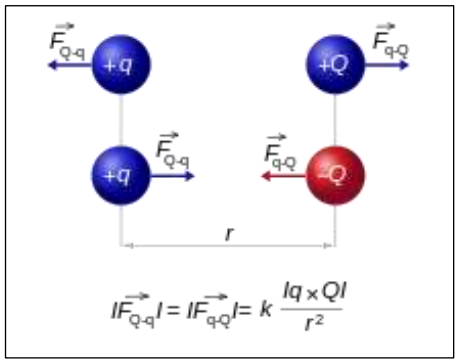
Static Electricity

مذكرة الفيزياء

حل جميع أسئلة ومسائل الكتاب

الوحدة الأولى

الكهرباء الساكنة



إعـداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

مراجعة القسم 1 صفحة 90

1 - صـ 90 ـــ

الفكرة الأساسية : في التحققات التي جرت في هذا القسم بالشريط كيف يمكنك معرفة أي الشريحتين (الشريطين) B أو T موجبة الشحنة ؟

نقرب قضيب زجاجي مشحون بشحنة موجبة إلى كل من الشريطين فيكون الشريط الذي يتنافر مع القضيب الزجاجي موجب الشحنة

---

2 - صـ 90 ـــ

الأجسام المشحونة : بعد أن تدلك مشطاً بكنزة من الصوف يمكنك استخدام المشط لالتقاط قطع الورق الصغيرة . لماذا يفقد المشط قدرته بعد بضع دقائق ؟

لأنه يفقد شحنته في الوسط المحيط به

---

3 - صـ 90 ـــ

أنواع الشحنات : أي كرة اسفنجية هي كرة مصنوعة من مادة خفيفة مثل الرغوة البلاستيكية والتي تكون مغلفة في كثير من الأحيان بطبقة من الجرافيت أو بطلاء من الألمنيوم . كيف يمكنك تحديد ما إذا كانت الكرة الإسفنجية المتدلية من خيط عازل متعادلة أم موجبة الشحنة أم سالبة الشحنة ؟

نقرب ساق أبونيت مشحونة بشحنة سالبة من الكرة: – إذا تنافرت الكرة من الساق السالبة ستكون شحنتها سالبة
– إذا تجاذبت الكرة مع الساق السالبة ستكون شحنتها إما موجبة أو معتدلة (شحن بالحث)
لمعرفة نوع شحنتها إذا تجاذبت مع الساق نقرب ساق زجاجية مشحونة بشحنة موجبة من الكرة
– إذا تنافرت الكرة من الساق الموجبة فإن شحنتها تكون موجبة
– إذا تجاذبت الكرة مع الساق الموجبة فإنها تكون معتدلة

---

4 - صـ 90 ـــ

فصل الشحنات : يمكنك أن تزود أي ساق مطاطية بشحنة سالبة إذا دلكت الساق بالصوف . ماذا يحدث للشحنات الموجودة في الصوف؟ ولماذا ؟

تصبح شحنة الصوف موجبة لأن الالكترونات انتقلت من الصوف إلى الساق المطاطية أثناء عملية الدلك

5 - صـ 90 ــ

الشحنة الخالصة : تحتوي أي تفاحة على ما يقارب من 10^{26} من الجسيمات المشحونة . لم لا تتنافر أي تفاحتين من بعضهما البعض عند وجودهما معاً ؟

لأن كل تفاحة تكون متعادلة أصلاً لوحدها (عدد الكتروناتها = عدد بروتوناتها) وشحنة الجسم تساوي كمية الفائض من الشحنات

---

6 - صـ 90 ــ

شحن الموصل : لنفترض أنك تعلق ساقاً فلزية طويلة من خيوط حريرية بحيث تكون الساق معزولة من الناحية الكهربائية ثم تلمس أحد طرفي الساق الفلزية بساق زجاجية مشحونة . صف الشحنات الموجودة على الساق الفلزية.

بما أن الشحن بالتلامس ستكون للساق الفلزية شحنة مماثلة للساق الزجاجية

---

7 - صـ 90 ــ

الشحن عن طريق الاحتكاك : يمكنك شحن ساق مطاطية بشحنة سالبة عن طريق دلكها بالصوف . ماذا يحدث عندما تدلك ساقاً نحاسية بالصوف ؟

إذا كانت الساق النحاسية غير معزولة فإن الالكترونات التي يكتسبها من الدلك بالصوف سوف تتفرغ بالأرض عن طريق اليد

أما إذا كانت الساق محمولة على عازل فإنها تكتسب شحنة سالبة

---

8 - صـ 90 ــ

التفكير بشكل ناقد : اقترح بعض العلماء من قبل أن الشحنة الكهربائية هي نوع من المائع الذي يتدفق من الأجسام التي لديها فائض من المائع إلى الأجسام التي ينقصها المائع. كيف يكون النموذج الحالي ثنائي الشحنة أكثر دقة من النموذج أحادي المائع ؟

إن نموذج ثنائي الشحنة يفسر التجاذب والتنافر بين الأجسام المشحونة بطريقة أفضل من نموذج أحادي المائع الذي لا يفسر جذب الأجسام المشحونة للأجسام المعتدلة كما أن نموذج ثنائي الشحنة يوضح كيف يمكن أن تُشحن الأجسام عند دلك بعضها ببعض

تطبيق صفحة 98

9 - صـ 98ـــ

شحنة سالبة $-2.0 \times 10^{-4}\ c$ وشحنة موجبة $+8.0 \times 10^{-4}\ c$ متباعدتان بمقدار $0.30\ m$. ماهي القوة بين هاتين الشحنتين ؟

الرسم :

$$q_A = -2.0 \times 10^{-4}\ c \qquad q_B = +8.0 \times 10^{-4}\ c \qquad r_{AB} = 0.30\ m \qquad F = ?$$

$$F = k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(2.0 \times 10^{-4}) \times (8.0 \times 10^{-4})}{(0.30)^2} = 1.6 \times 10^4\ N$$

مقتربة من بعضها

---

10 - صـ 98ـــ

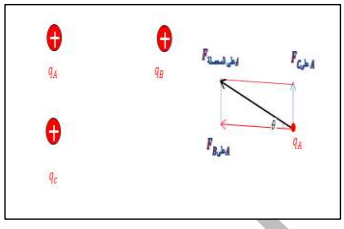
شحنة سالبة مقدارها $-6.0 \times 10^{-6}\ c$ تبذل قوة جذب مقدارها $65\ N$ على شحنة ثانية تقع على بعد $0.050\ m$ ما مقدار الشحنة الثانية ؟

$$q_A = -6.0 \times 10^{-6}\ c \qquad F_{AB} = 65\ N \qquad r_{AB} = 0.050\ m \qquad q_B = ?$$

$$F_{AB} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_{AB}} \rightarrow q_B = \frac{F_{AB}\ \ r^2{}_{AB}}{k\ q_A} = \frac{65 \times (0.050)^2}{9 \times 10^9 \times 6.0 \times 10^{-6}} = 3.0 \times 10^{-6}\ c$$

11 - صـ 98ـــ

لنفترض أنك استبدلت الشحنة الموجودة على B في مثال ١ (من الكتاب) بشحنة تبلغ $+3.00\ \mu c$. ارسم مخططاً للوضع الجديد واحسب القوة المحصلة على A



$q_A = +6\ \mu c \qquad q_B = +3\ \mu c \qquad q_c = 1.5\ \mu c$

$r_{AB} = 4\ cm \qquad r_{Ac} = 3\ cm$

$$F_{B\text{ على }A} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9\times10^9 \times \frac{(6\times10^{-6})\times(3\times10^{-6})}{(4\times10^{-2})^2} = 1.0\times10^2\ N$$

$$F_{C\text{ على }A} = k\frac{q_A\, q_c}{r^2_{Ac}} = 9\times10^9 \times \frac{(6\times10^{-6})\times(1.5\times10^{-6})}{(3\times10^{-2})^2} = 9.0\times10^2\ N$$

$$F_{\text{المحصلة على }A} = \sqrt{F_{B\text{ على }A}{}^2 + F_{C\text{ على }A}{}^2} = \sqrt{(1.0\times10^2)^2 + (9.0\times10^2)^2} = 130\ N$$

$$\tan\theta = \frac{F_{C\text{ على }A}}{F_{B\text{ على }A}} \rightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{F_{C\text{ على }A}}{F_{B\text{ على }A}} = \tan^{-1}\frac{1}{9} = 42°$$

أي تكون القوة المحصلة على A($F_{\text{المحصلة على }A} = 130\ N$) فوق محور x السالب بزاوية مقدارها $42°$

أي فوق محور x الموجب بزاوية قدرها $(180 - 42 = 138°)$

12 - صـ 98ـــ

صف كيف تتغير القوة الكهربائية الساكنة بين شحنتين عندما تزداد المسافة بين هاتين الشحنتين إلى ثلاثة أضعاف .

تتناسب القوة الكهربائية الساكنة عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنات.

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_2}}{k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_1}} = \frac{\frac{1}{(3r_1)^2}}{\frac{1}{r_1{}^2}} = \frac{\frac{1}{9}}{\frac{1}{1}} = \frac{1}{9}$$

$$\rightarrow F_2 = \frac{F_1}{9}$$

13 - صـ 98ـــ

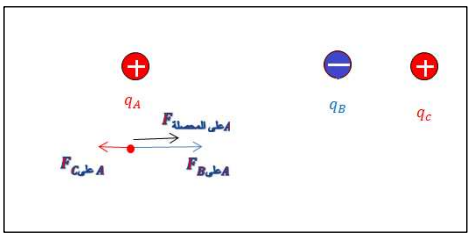
الكرة A تقع في نقطة الأصل وبها شحنة $+2.0\ \times 10^{-6}\ c$. الكرة B تقع على بعد $+0.60\ m$ على المحور X وبها شحنة $-3.6\ \times 10^{-6}\ c$. الكرة c تقع على مسافة $+0.80\ m$ على المحور X وبها شحنة $+4.0\ \times 10^{-6}\ c$. احسب القوة المحصلة على الكرة A

المعطيات :

$q_A = +2{,}0\ \times 10^{-6}\ c \qquad q_B = -3{,}6\ \times 10^{-6}\ c \qquad q_c = +4{,}0\ \times 10^{-6}\ c$

$r_{AB} = +0{,}60\ m \qquad r_{Ac} = +0{,}80\ m$

الحـــل :

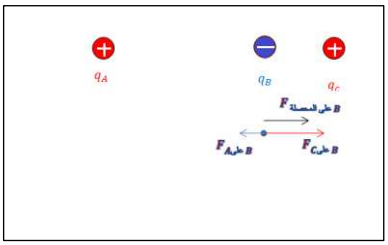


$$F_{B\text{على }A} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9\times10^9 \times \frac{(2{,}0\ \times10^{-6})\times(3{,}6\ \times10^{-6})}{(0{,}60)^2} = 0{,}18\ N \text{ باتجاه اليمين}$$

$$F_{C\text{ على }A} = k\frac{q_A\, q_c}{r^2_{Ac}} = 9\times10^9 \times \frac{(2{,}0\ \times10^{-6})\times(4{,}0\ \times10^{-6})}{(0{,}80)^2} = 0{,}1125\ N \text{ باتجاه اليسار}$$

$$F_{\text{المحصلة على }A} = F_{B\text{على }A} - F_{C\text{ على }A} = 0{,}18 - 0{,}1125 = 0{,}0675\ N \text{ باتجاه اليمين}$$

14 - صـ 98ـــ



مسألة تحفيزية : احسب القوة المحصلة على الكرة B في المسألة السابقة .

من المعطيات المسألة 13

$$q_A = +2{,}0 \times 10^{-6}\ c \qquad q_B = -3{,}6 \times 10^{-6}\ c \qquad q_c = +4{,}0 \times 10^{-6}\ c$$
$$r_{AB} = +0{,}60\ m \qquad r_{Ac} = +0{,}80\ m \qquad r_{Bc} = r_{Ac} - r_{AB} = 0{,}80 - 0{,}60 = 0{,}20m$$

الحـــل :

$$F_{A\text{على }B} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(2{,}0 \times 10^{-6}) \times (3{,}6 \times 10^{-6})}{(0{,}60)^2} = 0{,}18\ N \quad \text{باتجاه اليسار}$$

$$F_{C\text{ على }B} = k\frac{q_B\, q_c}{r^2_{Bc}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(3{,}6 \times 10^{-6}) \times (4{,}0 \times 10^{-6})}{(0{,}20)^2} = 3{,}24\ N \quad \text{باتجاه اليمين}$$

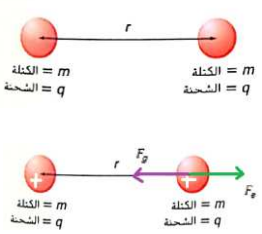
$$F_{\text{المحصلة على }B} = F_{C\text{ على }B} - F_{A\text{على }B} = 3.24 - 0.18 = 3.1\ N \quad \text{باتجاه اليمين}$$

تـحـدي الـفـيـزياء صـــ 98 ـــ

الشحنات الموجودة على الكرتين

كرتان بكتلة متساوية m وشحنة موجبة متساوية q على بعد مسافة r من بعضهما البعض كما هو مبين في الشكل الموجود :

1- اشتق تعبيراً لكمية الشحنة q التي يجب أن تكون على كل كرة بحيث تكون الكرتان في حالة اتزان وهو أن يتحقق الاتزان بين قوتي التنافر والتجاذب



$$F_e = F_g$$
$$k\frac{q,q}{r^2} = G\frac{\mathrm{m,m}}{r^2}$$
$$k\,q^2 = G\,m^2$$
$$q = m\sqrt{\frac{G}{k}}$$

2- كيف يمكن لمضاعفة المسافة بين الكرتين أن تؤثر في التعبير عن قيمة q التي حددتها في المسألة السابقة ؟ فسر

شحنة كل من الكرتين وكتلتيهما متساوية وتختصر المسافة من التعبير الرياضي لذلك تبقى الصيغة نفسها

$$q = m\sqrt{\frac{G}{k}} = m\sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11}}{9 \times 10^9}} = 8.61 \times 10^{-11}\ m$$

m تمثل الكتلة وليس المتر

3- بافتراض أن كتلة كل كرة تساوي $1.50\ kg$ حدد الشحنة التي تحتاج إليها كل كرة لتبقى في حالة اتزان .

$$r = 1.50\ kg \qquad k = 9 \times 10^9\ \frac{N.m^2}{c^2} \qquad G = 6.67 \times 10^{-11}\ \frac{N.m^2}{kg^2}$$

$$q = m\sqrt{\frac{G}{k}} = 1.50\sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11}}{9 \times 10^9}} = 1.29 \times 10^{-10}\ c$$

القسم 2 المراجعة صـ 99 ـــ

15 - صـ 99 ـــ

الفكرة الأساسية : صف العلاقة بين مقدار القوة الكهربائية الساكنة والشحنة الموجودة على الجسمين والمسافة بين الأجسام . ما المعادلة الخاصة بهذه العلاقة ؟

تتناسب القوة الكهربائية الساكنة طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين وتتناسب عكسيا مع مربع المسافة بينهما .معادلة هذه العلاقة هي:

$$F_e = k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_{AB}}$$

---

16 - صـ 99 ـــ

القوة والشحنة : كيف ترتبط القوة الكهربائية الساكنة بالشحنة ؟ صف القوة عندما تكون الشحنات متماثلة و القوة عندما تكون الشحنات متضادة.

تتناسب القوة الكهربائية الساكنة طردياً مع كل شحنة .تكون قوة تنافر بين الشحنات المتشابهة وقوة تجاذب بين الشحنات المتضادة.

---

17 - صـ 99 ـــ

القوة والمسافة : كيف ترتبط القوة الكهربائية الساكنة بالمسافة ؟ كيف ستتغير القوة إذا وصلت المسافة بين الشحنتين إلى ثلاثة أضعاف؟

تتناسب القوة الكهربائية الساكنة عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنات.

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_2}}{k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_1}} = \frac{\frac{1}{(3r_1)^2}}{\frac{1}{r_1{}^2}} = \frac{\frac{1}{9}}{\frac{1}{1}} = \frac{1}{9}$$

$$\rightarrow F_2 = \frac{F_1}{9}.$$

---

18 - صـ 99 ـــ

الشحن عن طريق الحث : في أي كشاف كهربائي مشحون عن طريق الحث ماذا يحدث عند نقل الساق المشحون بعيداً قبل نزع التأريض من القرص ؟

يظل الكشاف الكهربائي متعادلاً.

---

19 - صـ 99 ـــ

الكشاف الكهربائي : لماذا ترتفع ورقتا الكشاف الكهربائي المشحون إلى زاوية معينة وليس أكثر ؟

بينما تتباعد الورقتان، تنخفض قوة الكهربائية الساكنة بينهما F_e حتى تتزن مع قوة الجاذبية التي تجذبهما إلى أسفل F_g.

20 - صـ 99 ــ

جذب الأجسام المتعادلة : ما الطريقة التي تفسر كيف يمكن للأجسام موجبة الشحنة والأجسام سالبة الشحنة أن يجذبا الأجسام المتعادلة ؟

يحرك فصل الشحنة، الناتج عن تجاذب الشحنات المتضادة وتنافر الشحنات المتشابهة، الشحنات المضادة في الجسم المتعادل بالقرب من الجسم المشحون ويحرك الشحنات المشابهة بعيداً.
والتناسب العكسي بين القوة والمسافة يعني أن الشحنات المتضادة الأقرب ستتجاذب بدرجة أكبر من تنافر الشحنات المتشابهة الأبعد .لذا يكون الأثر الإجمالي هو التجاذب.

---

21 - صـ 99 ــ

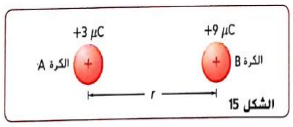
شحن الكشاف الكهربائي : كيف يمكنك شحن أي كشاف كهربائي بشحنة موجبة باستخدام ساق موجب الشحنة ؟ وباستخدام ساق سالب الشحنة ؟

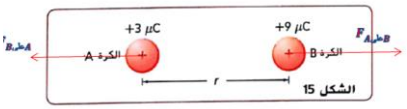
باستخدام ساق موجبة الشحنة، لامس الساق بالكشاف الكهربائي
.وباستخدام ساق سالبة الشحنة ، قرّب الساق من الكشاف الكهربائي .وقم بتأريض الكشاف الكهربائي؛ وأزل التأريض ثم أزل الساق

---

22 - صـ 99 ــ

القوى الكهربائية الساكنة : كرتان مشحونتان متباعدتان بمسافة r كما هو موضح في الشكل ١٥ . قارن بين قوة الكرة A على الكرة B وقوة الكرة B على الكرة A





تكون القوى متساوية في المقدار ومتضادة في الاتجاه.

---

23 - صـ 99 ــ

التفكير الناقد : لنفترض أنك تختبر قانون كولوم باستخدام كرة بلاستيكية صغيرة موجبة الشحنة وكرة فلزية كبيرة موجبة الشحنة. حسب قانون كولوم تعتمد القوة على $\frac{1}{r^2}$ حيث r هي المسافة بين مركزي الكرتين. وكلما قلت المسافة بين الكرتين كانت القوة أصغر مما نتوقعه من قانون كولوم. فسِّر .

ستتنافر بعض الشحنة في الكرة الفلزية إلى الجانب الآخر من الكرة البلاستيكية، مما يجعل مسافة التأثير بين الشحنات أكبر من المسافة بين مركزي الكرتين والقوة أصغر مما نتوقع .

التقويم

القسم 1: الشحنة الكهربائية صفحة 102

إتقان المفاهيم :

24 - صـ 102 —

الفكرة الرئيسية : إذا صففت شعرك في يوم جاف فقد يكتسب المشط شحنة سالبة هل يمكن أن يظل شعرك متعادل الشحنة ؟ فسر.

لا؛ يجب أن يحمل شعرك شحنة موجبة حتى ينقل شحنة سالبة إلى المشط .الشحنة الكلية محفوظة. (الشعر+ المشط -)

---

25 - صـ 102 —

إذا قربت المشط المشحون من قطع صغيرة من الورق فستنجذب قطع الورق إلى المشط في بادئ الأمر ولكنها تتطاير بعيداً بعد أن تلمسه فلماذا تتطاير ؟

لأن شحنة المشط تُولد شحنة مستقطبة موجبة على سطح الورقة القريب من المشط فتنجذب نحوه وعندما تلمس الأوراق المشط تنتقل بعض الشحنة السالبة الزائدة من المشط إلى الورق ولأن شحنتهما تصبح متشابهة يتنافر الورق بعد ذلك

---

25 - صـ 102 —

اذكر أسماء بعض العوازل والموصلات .

العوازل : الهواء الجاف والخشب والبلاستيك والزجاج والقماش والماء غير المؤين
الموصلات :الفلزات وماء الصنبور وجسم الإنسان.

---

26 - صـ 102—

ما الذي يجعل الفلز موصلاً جيداً والمطاط عازلاً جيداً ؟

تتضمن الفلزات إلكترونات حرة ويتضمن المطاط إلكترونات مرتبطة.

القسم 2 : القوة الكهربائية الساكنة صفحة 20

إتقان المفاهيم :

28 - صـ 102 ـــ

الغسيل : لماذا تلتصق الجوارب بالملابس الأخرى أحياناً بعد خروجها من مجفف الملابس؟

لقد شُحنت بالتلامس أثناء احتكاكها بالملابس الأخرى ومن ثمَّ، تنجذب إلى الملابس المتعادلة أو التي تحمل شحنة مضادة.

---

29 - صـ 102 ـــ

الأقراص المضغوطة : إذا مسحت قرصاً مضغوطاً باستخدام قطعة قماش نظيفة. فلماذا يجذب القرص المضغوط التراب؟

يؤدي دلك القرص المضغوط إلى شحنه .ثم تنجذب الجسيمات المتعادلة مثل التراب بعد ذلك

.

---

30 - صـ 102 ـــ

العملات : مجموع شحنة جميع الالكترونات في العملة المعدنية الصغيرة يساوي مئات الآلاف من الكولوم. هل يوحي هذا بأي شيء عن صافي شحنة العملة؟ فسر.

لا؛ الشحنة المحصلة هي الفرق بين الشحنتين الموجبة والسالبة .لا تزال الشحنة المحصلة للعملة تساوي صفر.

---

31 - صـ 102 ـــ

كيف تؤثر المسافة بين شحنتين في القوة بينهما ؟ إذا قلت المسافة وظلت الشحنات كما هي فماذا يحدث للقوة ؟

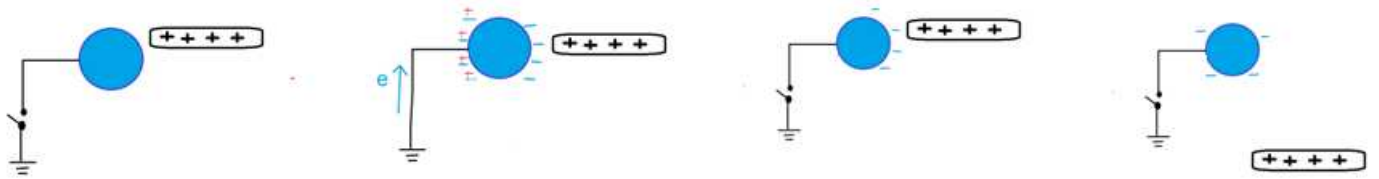
تتناسب القوة الكهربائية الساكنة عكسياً مع مربع المسافة .نظرا لأن المسافة تقل في حين تظل الشحنات كما هي، تزيد القوة بالتناسب مع مربع المسافة.

---

32 - صـ 102 ـــ

اشرح كيفية شحن موصل بشحنة سالبة إذا كان لديك ساق مشحون بشحنة موجبة فقط.

قرّب الساق من الموصل دون أن يلمسه .قم بتأريض الموصل أثناء وجود القضيب المشحون، ثم أزل الطرف الأرضي قبل إزالة القضيب المشحون



33 - صـ102ـــ

في تجارب بيرنولي لقياس القوة الكهربائية الساكنة. استخدمت الأقراص المعدنية بقطر $3\ cm$ تقريباً. عندما كانت الاقراص الفلزية قريبة إلى بعضها البعض . فهل هناك تناسب عكسي بين القوى ومربع نصف القطر؟ فسر إجابتك .

يكون التناسب $1/r^2$ صحيحا في حالة الشحنات النقطية فقط .يمكن عرض القرصين كمجموعة من الشحنات النقطية ولكن لحساب تناسبr كان يجب دمج إجمالي الشحنات النقطية .هذه مسألة لعمليات الفصل الصغيرة فقط .في حالة كانت الأقراص أكثر بعداً، فسوف تعمل مثل الشحنات النقطية.

إتقان حل المسائل :

34 - صـ 102 ــ

الذرات : يوجد الكترونان في ذرة تفصل بينهما مسافة $1.5\ \times 10^{-10}\ m$ (الحجم النموذجي للذرة) ما مقدار القوة الكهربائية الساكنة بينهما

$$q_A = \ q_B = e\ c = -1.6 \times 10^{-19}\ c \qquad r_{AB} = 1.5\ \times 10^{-10} m$$

$$F = k\frac{q_A\ q_B}{r^2{}_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19}) \times (1.6 \times 10^{-19})}{(1.5\ \times 10^{-10})^2} = 1.0 \times 10^{-8}\ N$$ مبتعدة عن بعضها

---

35 - صـ 102 ــ

شحنة موجبة وأخرى سالبة كل منهما بمقدار $2.5 \times 10^{-5} c$ تفصل بينهما مسافة قدرها $15\ \text{cm}$. أوجد القوة المؤثرة في كل من الجسمين .

$$q_A = \ q_B = 2.5 \times 10^{-5}\ c \qquad r_{AB} = 15\ \times 10^{-2} m$$

$$F = k\frac{q_A\ q_B}{r^2{}_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(2.5 \times 10^{-5}) \times (2.5 \times 10^{-5})}{(15\ \times 10^{-2})^2} = 2.5 \times 10^2\ N$$ مقتربة من بعضها

---

36 - صـ 102 ــ

شحنتان موجبتان متماثلتان تبذلان قوة تنافر بمقدار $6.4 \times 10^{-9}\ N$ عندما تفصل بينهما مسافة قدرها $3.8\ \times 10^{-10}\ m$. احسب شحنة كل منهما.

$$q_A = q_B = ? \qquad F_{AB} = 6.4 \times 10^{-9}\ N \qquad r_{AB} = 3.8\ \times 10^{-10}\ m$$

$$F_{AB} = k\frac{q_A\ q_B}{r^2{}_{AB}} = k\frac{{q_A}^2}{r^2{}_{AB}} \quad q_A = \sqrt{\frac{F_{AB}}{k}}\ r_{AB} = \sqrt{\frac{6.4 \times 10^{-9}}{9 \times 10^9}} \times 3.8\ \times 10^{-10} = 3.2 \times 10^{-19}\ c$$

37 - صـ 102 —

37- البرق: صاعقة برقية قوية تنقل حوالي $25\ c$ إلى الأرض. كم عدد الالكترونات المنقولة ؟

$$q = 25\ c$$

$$q = \mp n\ e \rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{25}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 1.6 \times 10^{20}\ \text{e}$$

38 - صـ102 —

شحنة موجبة قدرها $3.0\ \mu c$ تجذبها شحنتان سالبتان كما في الشكل ١٦ ، الشحنة الأولى سالبة $-2.0\ \mu c$ تقع على مسافة $0.050\ m$ إلى الغرب وأخرى $-4.0\ \mu c$ تقع على مسافة $0.030\ m$ إلى الشرق. ما القوة المحصلة المبذولة على الشحنة الموجبة؟

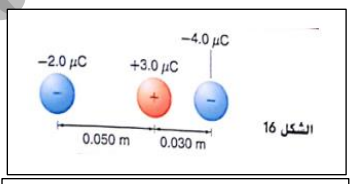
$q_A = -2,0 \times 10^{-6}\ c \quad q_B = 3,0 \times 10^{-6}\ c \quad q_c = -4,0 \times 10^{-6}\ c$

$r_{AB} = 0,050\ m \quad r_{Bc} = 0,030\ m$

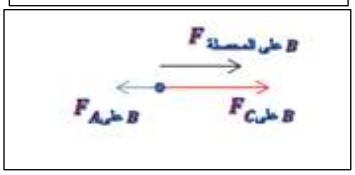
$F_{A_{\text{على}}B} = k\frac{q_A\ q_B}{r^2_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(2,0 \times 10^{-6}) \times (3,0 \times 10^{-6})}{(0,050)^2} = 21,6\ N$ باتجاه الغرب

$F_{C_{\text{على}}B} = k\frac{q_B\ q_c}{r^2_{Bc}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(3,0 \times 10^{-6}) \times (4,0 \times 10^{-6})}{(0,030)^2} = 120\ N$ باتجاه الشرق

$F_{\text{المحصلة على}B} = F_{C\text{ على}B} - F_{A\text{على}B} = 120 - 21,6 = 98,4\ N$ باتجاه الشرق

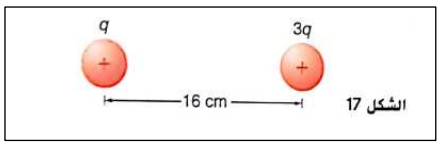


الشكل 16



39 - صـ 102 —

يعرض الشكل *17* كرتين مشحونتين بشحنة موجبة. شحنة إحداهما ثلاثة أمثال شحنة الأخرى تبعد الكرتان مسافة $16\ cm$ عن بعضهما والقوة المؤثرة بينهما مقدارها $0.28\ N$ ما شحنة كل الكرتين ؟



الشكل 17

$q_B = 3\ q_A = ? \qquad r_{AB} = 16\ cm = 16 \times 10^{-2} m \qquad F_{AB} = 0,28\ N$

$$F_{AB} = k\frac{q_A\ q_B}{r^2_{AB}} \rightarrow k\frac{3{q_A}^2}{r^2_{AB}} \rightarrow q_A = \sqrt{\frac{F_{AB}}{3k}}\ r_{AB} = \sqrt{\frac{0,28}{3 \times 9 \times 10^9}} \times 16 \times 10^{-2} = 5,2 \times 10^{-7}\ c$$

=

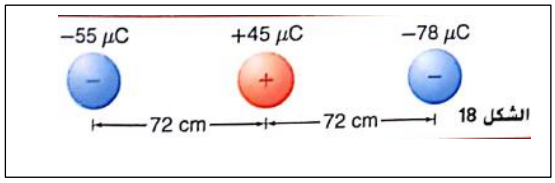
$$q_B = 3\ q_A = 3 \times 5,2 \times 10^{-6} = 1,5 \times 10^{-6}\ c$$

40 - صـ 102 —

ثلاثة جسيمات في صف واحد شحنة الجسم الأيسر $-55\ \mu c$ وشحنة الجسيم الأوسط $+45\ \mu c$ وشحنة الأيمن $-78\ \mu c$. يقع الجسيم الأوسط على مسافة $72\ cm$ من كل الجسمين الآخرين كما يظهر في الشكل ١٨ .

***a*- أوجد القوة المحصلة المؤثرة في الجسم الأوسط .**

***b* – أوجد القوة المحصلة المؤثرة في الجسم الأيمن.**

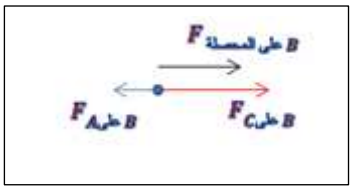


الشكل 18

المعطيات :

$q_A = -55 \times 10^{-6}\ c$ $q_B = 45 \times 10^{-6}\ c$ $q_c = -78 \times 10^{-6}\ c$

$r_{AB} = 0,72\ m$ $r_{Bc} = 0,72\ m$



الحـــل :

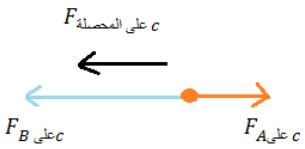
طريقة أولى :

$r_{AB} = 0,72\ m$ $r_{Bc} = 0,72\ m$

$F_{A\text{ على }B} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(55 \times 10^{-6}) \times (45 \times 10^{-6})}{(0,72)^2} = 43\ N$ باتجاه اليسار

$F_{C\text{ على }B} = k\frac{q_B\, q_c}{r^2_{Bc}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(45 \times 10^{-6}) \times (78 \times 10^{-6})}{(0,72)^2} = 61\ N$ باتجاه اليمين

$F_{\text{المحصلة على }B} = F_{C\text{ على }B} - F_{A\text{ على }B} = 61 - 43 = 18\ N$ باتجاه اليمين



طريقة ثانية :

بعد الرسم وبما أن المسافة متساوية والقوة تجاذبية بينهما يمكننا مباشرة كتابة :

$$F_{\text{المحصلة على }B} = F_{C\text{ على }B} - F_{A\text{ على }B} = k\frac{q_B\, q_c}{r^2_{Bc}} - k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = k\frac{q_B}{r^2_{AB}}(q_c - q_A)$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{45 \times 10^{-6}}{(0.72)^2} \times (78 - 55) \times 10^{-6} = 18\ N$$ باتجاه اليمين

(b)

$r_{Ac} = 0.72 + 0.72 = 1.44\ m$ $r_{Bc} = 0.72\ m$

$F_{A\text{ على }c} = k\frac{q_A\, q_c}{r^2_{Ac}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(55 \times 10^{-6}) \times (78 \times 10^{-6})}{(1.44)^2} = 18.6\ N$ باتجاه اليمين

$F_{B\text{ على }c} = k\frac{q_B\, q_c}{r^2_{Bc}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(45 \times 10^{-6}) \times (78 \times 10^{-6})}{(0.72)^2} = 61\ N$ باتجاه اليسار

$F_{\text{المحصلة على }c} = F_{B\text{ على }c} - F_{A\text{ على }c} = 61 - 18.6 = 42\ N$ باتجاه اليسار

مسألة معكوسة : اكتب مسألة فيزيائية تكون المعادلة التالية جزء من حلها:

$$F = \left(9.0 \times 10^9 \frac{N.m^2}{c^2}\right)\left(\frac{(3.0 \times 10^{-6}) \times (2.0 \times 10^{-6})}{(0.25\ m)^2} - \frac{(3.0 \times 10^{-6}) \times (5.0 \times 10^{-6})}{(0.45\ m)^2}\right)$$

توجد شحنة قدرها $-3.0\ \mu C$ بين شحنة قدرها $2.0\ \mu C$ وشحنة قدرها $5.0\ \mu C$ ، وتكون على مسافة $0.25\ m$ من الشحنة $2.0\ \mu C$ و $0.45\ m$ من الشحنة $5.0\ \mu C$ ما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة $-3.0\ \mu C$ ؟

---

42 - صـ 102 ـــ

الشحنة في عملة معدنية : عملة معدنية كتلتها حوالي $5\ g$ وتتكون من 75 بالمئة من *Cu* و 25 بالمئة من *Ni* في المتوسط . تكون كتلة كل مول من ذرات النيكل حوالي $62\ g$. تحتوي كل ذرة *Cu* على 29 الكترون وتحتوي كل ذرة *Ni* على 28 الكترون . كم كولوم من الشحنة في الكترونات العملة المعدنية؟

الـــحـــل :

كل $1\ mol$ من ذرات القطعة المعدنية كتلته $62\ g$

كل $x\ mol$ من ذرات القطعة المعدنية كتلته $5\ g$

$$\rightarrow x = \frac{1 \times 5}{62} = 0.080\ mol$$

كل $1\ mol$ من ذرات القطعة المعدنية يحوي عدد أفوغادرو 6.02×10^{23} ذرة

كل $0.080\ mol$ من ذرات القطعة المعدنية يحوي y ذرة

$$\rightarrow y = \frac{0.080 \times 6.02 \times 10^{23}}{1} = 4.85 \times 10^{22}\text{ذرة}$$

عدد ذرات النحاس في $5g$ من العملة المعدنية ($0.75 \times 4.85 \times 10^{22} = 3.6 \times 10^{22}$ ذرة)

عدد ذرات النيكل في $5g$ من العملة المعدنية ($0.25 \times 4.85 \times 10^{22} = 1.21 \times 10^{22}$ ذرة)

عدد الالكترونات للنحاس في $5g$ من العملة المعدنية ($29 \times 3.6 \times 10^{22} = 1.044 \times 10^{24}\ e$)

عدد الالكترونات للنيكل في $5g$ من العملة المعدنية ($28 \times 1.21 \times 10^{22} = 3.38 \times 10^{23}\ e$)

عدد الالكترونات الكلي في $5g$ من العملة المعدنية $(1.044 \times 10^{24}) + (3.38 \times 10^{23}) = 1.38 \times 10^{24} e$

وشحنة الكترونات العملة المعدنية تساوي :

$$q = \mp n\ e = -(1.38 \times 10^{24}) \times 1.6 \times 10^{-19} = -2.2 \times 10^{5} c$$

43 - صـ 103 ـــ

عرض المسألة :أكمل هذه المسألة ليتم حلها باستخدام قانون كولوم . كرة صغيرة جداً يتم شحنها بشحنة $6.25\ \mu c$ .....؟

... وموضوعة على مسافة $3.5\ cm$ من كرة أخرى شحنتها . $2.1\ \mu C$ ما مقدار القوة الكهربائية الساكنة التي يؤثران بها في بعضهما؟"

---

44 - صـ 103 ـــ

ترتيب المهام : صنف الأزواج التالية من الشحنات النقطية وفقاً لمقدار القوة الكهربائية الساكنة التي تبذلها على بعضها البعض وحدد الروابط بينها :

A- شحنتان مقدار كل منهما $7.0\ nc$ وتفصل بينهما مسافة $0.20\ m$

$$F = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9\times10^9 \times \frac{(7\times10^{-9})\times(7\times10^{-9})}{(0.20)^2} = 1.1025\times10^{-5}\ N$$

B- شحنتان مقدار كل منهما $5.0\ nc$ وتفصل بينهما مسافة $0.20\ m$

$$F = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9\times10^9 \times \frac{(5\times10^{-9})\times(5\times10^{-9})}{(0.20)^2} = 5.625\times10^{-6}\ N$$

C- شحنتان مقدار كل منهما $2.5\ nc$ وتفصل بينهما مسافة $0.10\ m$

$$F = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9\times10^9 \times \frac{(2.5\times10^{-9})\times(2.5\times10^{-9})}{(0.10)^2} = 5.625\times10^{-6}\ N$$

D- شحنة مقدارها $2.5\ nc$ و شحنة مقدارها $5\ nc$ وتفصل بينهما مسافة $0.20\ m$

$$F = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9\times10^9 \times \frac{(5\times10^{-9})\times(2.5\times10^{-9})}{(0.20)^2} = 2.81\times10^{-6}\ N$$

E- شحنة مقدارها $1.0\ nc$ و شحنة مقدارها $2.5\ nc$ وتفصل بينهما مسافة $0.10\ m$

$$F = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9\times10^9 \times \frac{(2.5\times10^{-9})\times(1\times10^{-9})}{(0.10)^2} = 2.25\times10^{-6}\ N$$

والترتيب : A > B = C > D > E

تطبيق المفاهيم :

45 - صـ 103 ــ

قاس تشارلز كولوم انحراف الكرة A عندما كانت شحنتا الكرتين A و B متساويتان وتقعان على مسافة r من بعضهما .إذا جعل شحنة B ثلث شحنة A فكم يجب أن تكون المسافة بين الكرتين لتتخذ الكرة A الانحراف السابق نفسه ؟

الحالة الأولى : $q_A = q_B$ و r_1 و F_1

الحالة الثانية $q_B = \frac{q_A}{3}$ و r_2 و F_2

المطلوب : r_2 =? عندما $F_1 = F_2$

$$k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_1} = k\frac{\frac{q_A}{3} q_B}{r^2{}_2} \rightarrow \frac{1}{r^2{}_1} = \frac{1}{3\, r^2{}_2} \rightarrow 3\, r^2{}_2 = r^2{}_1 \rightarrow r^2{}_2 = \frac{r^2{}_1}{3} \rightarrow r_2 = \frac{r_1}{\sqrt{3}}$$

يجب أن تقل المسافة بمعدل $\frac{1}{\sqrt{3}}$

---

46 - صـ103 ــ

جسمان مشحونان يبذلان قوة مقدارها $0.145\ N$ على بعضهما . إذا تم تحريكهما بحيث يبعدان عن بعضهما ربع المسافة الحالية فكم يصبح مقدار القوة المبذولة؟

طريقة 1

$F_1 = 0,145\ N$ $\quad r_1 = 4\, r_2$ $\quad F_2$ =?

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_2}}{k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_1}} = \frac{\frac{1}{r^2{}_2}}{\frac{1}{(4\, r_2)^2}} = \frac{\frac{1}{r^2{}_2}}{\frac{1}{16\, r^2{}_2}} = \frac{16}{1}$$

$$\rightarrow F_2 = 16\, F_1 = 16 \times 0,145 = 2,32\ N$$

طريقة 2

$F_1 = 0,145\ N$ $\quad r_2 = \frac{r_1}{4}$ $\quad F_2$ =?

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_2}}{k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_1}} = \frac{\frac{1}{(\frac{r_1}{4})^2}}{\frac{1}{r^2{}_1}} = \frac{1}{(\frac{r_1}{4})^2} \times r^2{}_1 = \frac{1}{\frac{r^2{}_1}{16}} \times r^2{}_1$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{16}} = \frac{16}{1} \rightarrow F_2 = 16\, F_1 = 16 \times 0,145 = 2,32\ N$$

47 - صـ 103 ــ

تُعد القوى الكهربائية الساكنة بين الشحنات هائلة مقارنة بقوى الجاذبية. ولكنك في العادة لا تشعر بالقوى الكهربائية الساكنة بينك وبين محيطك . بينما تشعر بالتفاعلات الناتجة عن الجاذبية مع الأرض . فسر .

تكون قوى الجاذبية تجاذبية فقط .يمكن أن تكون قوى الكهربائية الساكنة إما تجاذبية أو تنافرية ويمكننا الاحساس فقط بمحصلتها المتجهية وعادة ما يكون صغيرا .أما الانجذاب بفعل قوة الجاذبية إلى الأرض أكبر ويمكن ملاحظته لدرجة أوضح لأن للأرض كتلة كبيرة.

---

48 - صـ 103 ــ

ما أوجه الاختلاف بين شحنة الالكترون وشحنة البروتون؟ وما أوجه التشابه؟

شحنة البروتون لها المقدار نفسه مثل شحنة الإلكترون لكن إشارتها مختلفة.

---

49 - صـ 103 ــ

باستخدام ساق مشحون وكشاف كهربائي . كيف يمكنك اكتشاف ما إذا كان الجسم موصلاً للكهرباء ؟

.استخدم عازلاً معروفاً لإمساك إحدى نهايتي الجسم بالقرب من الكشاف الكهربائي .والمس النهاية الأخرى بالقضيب المشحون .إذا أشار الكشاف الكهربائي إلى وجود شحنة، فإن الجسم يعد موصلاً

---

50 - صـ 103 ــ

يتم تقريب ساق مشحون من كومة من الكرات البلاستيكية الصغيرة . تنجذب بعض الكرات إلى الساق ولكن بمجرد أن تلمس الساق تندفع في اتجاهات مختلفة. فسر سبب حدوث ذلك.

تنجذب الكرات المتعادلة أولاً إلى القضيب المشحون بسبب شحنها جزئياً، لكنها تكتسب الشحنة ذاتها مثل القضيب عندما تلمسه .نتيجة لذلك، تتنافر مع القضيب.

---

51 - صـ 103 ــ

اشرح ماذا يحدث لورقتي الكشاف الكهربائي المشحون بشحنة موجبة إذا تم تقريب ساق مشحونة منه دون أن يلمسه . ماذا يكون سلوك ورقتي الكشاف الكهربائي إذا كان الساق مشحوناً بشحنة سالبة؟

ستبتعد الورقتان أكثر عند اقتراب ساق يحمل شحنة موجبة من المقبض، لكنهما تنخفضان قليلاً عند اقتراب ساق يحمل شحنة سالبة.

52 - صـ 103 ـــ

البرق : يحدث البرق عادة عندما تنتقل شحنة سالبة من سحابة إلى الأرض . إذا كانت الأرض متعادلة فما الذي يوفر القوة الجاذبة التي تجذب الالكترونات تجاه الأرض ؟

تتنافر الشحنة في السحابة مع الإلكترونات على الأرض، ما يتسبب في فصل الشحنة باستخدام الحث .يكون جانب الأرض الأقرب إلى السحابة موجبً وينتج عنه قوة تجاذب.

---

53 - صـ 103 ـــ

وصف الفصل طريقة كولوم لشحن الكرتين A و B بحيث تكون شحنة B نصف شحنة A بالضبط . اقترح طريقة يستطيع كولوم من خلالها شحن الكرة B بثلث شحنة الكرة A بالضبط .

بعد شحن الكرتين A و B بالتساوي، تلمس الكرة B كرتين بالحجم نفسه وتلمسان بعضهما .ستنقسم الشحنة التي تحملها الكرة B بالتساوي بين الكرات الثلاث، لتصبح شحنتها بمقدار الثلث.

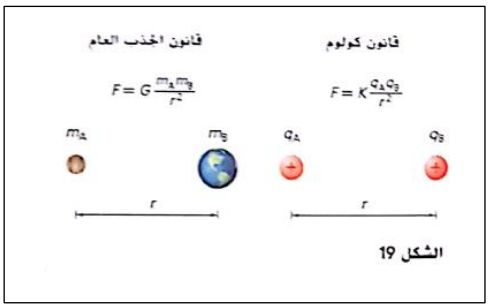
---

54 - صـ 103 ـــ

كما يظهر الشكل 19 يبدو أن قانون الجذب العام لنيوتن وقانون كولوم متشابهين ما أوجه التشابه بين القوى الكهربائية والجاذبية ؟ وما أوجه الاختلاف ؟

الخصائص المتشابهة هي التناسب العكسي مع مربع المسافة وأن القوى تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كميتين(الكتلة أو الشحنة) الفرق أن الكتلة لها إشارة واحدة، لذا تكون قوة الجاذبية قوة تجاذب دائماً، في حين أن الشحنة لها إشارتان، لذا يمكن أن تكون قوى الكهربائية الساكنة قوة تجاذب أو تنافر

.



الشكل 19

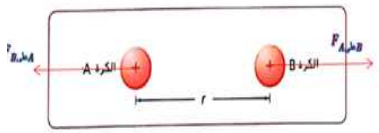
مراجعة عامة :

55 - صـ 103 ــ

كرة فلزية صغيرة شحنتها $1.2 \times 10^{-5}c$ لمست كرة مماثلة متعادلة ثم وضعت على بعد $0.15\ m$ من الكرة الثانية . ما مقدار القوة الكهربائية بين الكرتين ؟

$$q_A = q_B = \frac{1.2 \times 10^{-5}c}{2} = +0.6 \times 10^{-5}c \qquad r_{AB} = 0.15\ m$$

$$F = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = k\frac{{q_A}^2}{r^2_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(0.6 \times 10^{-5})^2}{(0.15)^2} = 14.4\ N$$ مبتعدة عن بعضهما



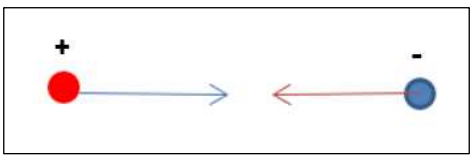
---

56 - صـ 103 ــ

الذرات : ما مقدار القوة الكهربائية الساكنة بين الكترون وبروتون وضعا على مسافة $5.3 \times 10^{-11}\ m$ من بعضهما وهو نصف القطر التقريبي لذرة الهدروجين ؟

$$q_A = e\,c = -1.6 \times 10^{-19}\ c \qquad q_B = e\,c = +1.6 \times 10^{-19}\ c \qquad r_{AB} = 5.3 \times 10^{-11}\ m$$

$$F = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = k\frac{e^2}{r^2_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(5.3 \times 10^{-11})^2} = 8.2 \times 10^{-8}\ N$$ نحو بعضهما



57 - صـ 103 ـــ

كرة صغيرة شحنتها $2.4\ \mu c$ تؤثر فيها بقوة مقدارها 0.36 عندما توضع كرة أخرى على مسافة منها $5.5\ cm$ منها ما شحنة الكرة الثانية ؟

$$q_A = 2.4 \times 10^{-6}\ c \qquad F_{AB} = 0.36\ N \qquad r_{AB} = 5.5 \times 10^{-2}\ m \qquad q_B = ?$$

$$F_{AB} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_{AB}} \rightarrow q_B = \frac{F_{AB}\ r^2{}_{AB}}{k\, q_A} = \frac{0.36 \times (5.5 \times 10^{-2})^2}{9 \times 10^9 \times 2.4 \times 10^{-6}} = 5.04 \times 10^{-8}\ N$$

---

58 - صـ 103 ـــ

كرتان تحملان شحنة متماثلة وضعتا على بعد $12\ cm$ من بعضهما وبينهما قوة كهربائية ساكنة قدرها $0.28\ N$ ما شحنة كل من الكرتين؟

$$q_B = q_A = ? \qquad r_{AB} = 12\ cm = 12 \times 10^{-2} m \qquad F_{AB} = 0.28\ N$$

$$F_{AB} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_{AB}} = k\frac{{q_A}^2}{r^2{}_{AB}} \rightarrow q_A = \sqrt{\frac{F_{AB}}{k}}\ r_{AB} = \sqrt{\frac{0.28}{9 \times 10^9}} \times 12 \times 10^{-2} = 6.7 \times 10^{-7}\ c$$

$$q_B = q_A = 6.7 \times 10^{-7}\ c$$

---

59 - صـ 103 ـــ

في عملية تحقق باستخدام أدوات كولوم . تم وضع كرة شحنتها $3.6 \times 10^{-8} c$ على مسافة $1.4\ cm$ من كرة أخرى ذات شحنة مجهولة فكانت القوة بين الكرتين قدرها $2.7 \times 10^{-2}\ N$ ما مقدار شحنة الكرة الثانية ؟

$$q_A = 3.6 \times 10^{-8} c \qquad r_{AB} = 1.4 \times 10^{-2}\ m \qquad F_{AB} = 2.7 \times 10^{-2}\ N \qquad q_B = ?$$

$$F_{AB} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2{}_{AB}} \rightarrow q_B = \frac{F_{AB}\ r^2{}_{AB}}{k\, q_A} = \frac{2.7 \times 10^{-2} \times (1.4 \times 10^{-2})^2}{9 \times 10^9 \times 3.6 \times 10^{-8}} = 1.6 \times 10^{-8}\ c$$

التفكير الناقد :

60 - صـ 103 ـــ

تطبيق المفاهيم : احسب نسبة القوة الكهربائية إلى قوة الجاذبية بين الالكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين.

المعطيات :

$$m_p = 1,6 \times 10^{-27} kg \qquad m_e = 9,10 \times 10^{-31} kg \qquad G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{N,m^2}{kg^2}$$

$$k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{c^2} \qquad e = 1.6 \times 10^{-19}\, c$$

الحـــل :

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{k\frac{e.e}{r^2}}{G\frac{m_p\, m_e}{r^2}} = \frac{k\, e^2}{G\, m_p\, m_e} = \frac{9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{6.67 \times 10^{-11} \times 1.6 \times 10^{-27} \times 9.10 \times 10^{-31}}$$

$$= 2.3 \times 10^{-39}$$

---

61 - صـ 104 ـــ

التحليل والاستنتاج : الكرة A وشحنتها $+64\ \mu c$ موضوعة في نقطة الأصل. الكرة الثانية B وشحنتها $-16\ \mu c$ موضوعة على مسافة $1.00\ m$ على المحور X .

a- أين يجب وضع كرة ثالثة. تبلغ شحنتها $12\ \mu c$ بحيث لا توجد قوة محصلة عليها ؟

b- إذا كانت شحنة الكرة الثالثة $16\ \mu c$ فأين يجب وضعها ؟

المعطيات

$$q_A = +64 \times 10^{-6}\, c \qquad q_B = -16 \times 10^{-6} c \qquad r_{AB} = 1\ m$$

a- تؤثر على الكرة c قوتين $F_{A\text{ على }c}$ تنافرية و $F_{B\text{ على }c}$ تجاذبية ولكي تنعدم محصلة القوة عليها يجب أن تتواجد على المستقيم الواصل بينهما وخارجهما (وأقرب إلى الشحنة الأصغر)

المعطيات :

$$q_c = 12 \times 10^{-6} c \qquad F_{\text{المحصلة على }c} = 0 \qquad r_{Ac} = ?$$

الحـــل :

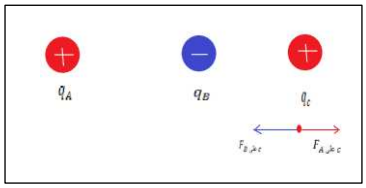
$$F_{\text{المحصلة على }c} = F_{A\text{ على }c} - F_{B\text{ على }c} \rightarrow F_{A\text{ على }c} = F_{B\text{ على }c}$$

$$k\frac{q_A\, q_c}{r^2_{Ac}} = k\frac{q_c\, q_B}{r^2_{Bc}} \rightarrow \frac{q_A}{r^2_{Ac}} = \frac{q_B}{r^2_{Bc}} \rightarrow r^2_{Ac} = \frac{q_A}{q_B}\, r^2_{Bc}$$

$$\rightarrow r_{Ac} = \sqrt{\frac{q_A}{q_B}}\, r_{Bc} = \sqrt{\frac{64 \times 10^{-6}}{16 \times 10^{-6}}}\, r_{Bc} = \sqrt{4}\, r_{Bc} = 2\, r_{Bc}$$

$$r_{Ac} = 2\,(r_{Ac} - r_{AB}) \rightarrow r_{Ac} = 2(r_{Ac} - 1)$$

$$r_{Ac} = 2r_{Ac} - 2 \rightarrow r_{Ac} = +2\ m\ X \text{ على المحور}$$

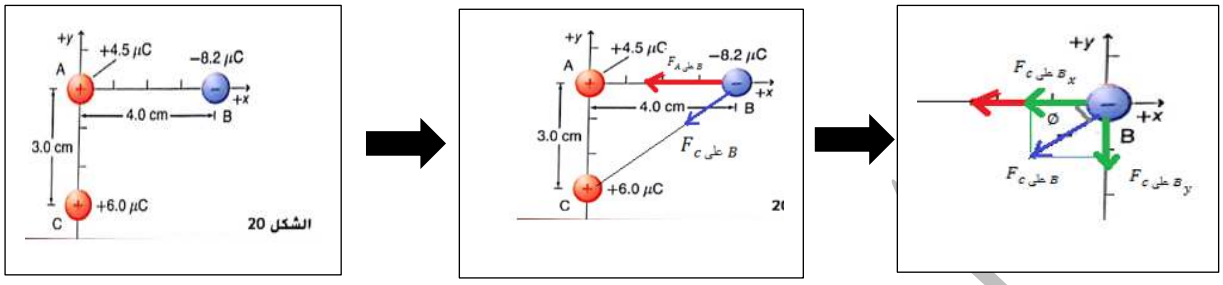


b- تختصر الشحنة الموجودة على الكرة من المعادلة لذالك فإن مقدارها ونوعها لا يكون مهماً

$$r_{Ac} = +2\ m\ X \text{ على المحور}$$

62 - صـ 104 ــ

وضعت ثلاث كرات مشحونة، كما هو موضح في الشكل أوجد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة B



الحـــل :

-1 $q_A = 4.5 \times 10^{-6}\ c$ $q_B = -8.2 \times 10^{-6} c$ $r_{AB} = 4 \times 10^{-2}\ m$

$$F_{A\text{ على }B} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(4.5 \times 10^{-6}) \times (8.2 \times 10^{-6})}{(4 \times 10^{-2})^2} = 208\ N$$ نحو اليسار

-2 $q_c = 6 \times 10^{-6}\ c$ $q_B = -8.2 \times 10^{-6} c$ $r_{Bc} = \sqrt{{r_{AB}}^2 + {r_{Ac}}^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5\ cm = 5 \times 10^{-2} m$

$$F_{C\text{ على }B} = k\frac{q_c\, q_B}{r^2_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(6\times10^{-6})\times(8.2\times10^{-6})}{(5\times10^{-2})^2} = 177\ N$$

$$\tan \emptyset = \frac{r_{Ac}}{r_{AB}} \rightarrow \emptyset = \tan^{-1}\frac{r_{Ac}}{r_{AB}} = \tan^{-1}\frac{3}{4} = 37°$$

تميل بزاوية 37
أسفل محور x

-3 ١- مسقط $F_{C\text{ على }B}$ على المحور x :

نحو اليسار $F_{C\text{ على }B_x} = F_{C\text{ على }B} \cos \emptyset = 177 \times \cos 37 = 142\ N$

مسقط $F_{C\text{ على }B}$ على المحور y :

نحو الأسفل $F_{C\text{ على }B_y} = F_{C\text{ على }B} \sin \emptyset = 177 \times \sin 37 = 106\ N$

٢- المحصلة على المحور x :

نحو اليسار $F_{\text{المحصلة على }B_x} = F_{C\text{ على }B_x} + F_{A\text{ على }B} = 142 + 208 = 350\ N$

٣- المحصلة على المحور y :

نحو الأسفل $F_{\text{المحصلة على }B_y} = F_{C\text{ على }B_y} = 106\ N$

٤- المحصلة الكلية :

$$F_{\text{المحصلة على }B} = \sqrt{{F_{\text{المحصلة على }B_x}}^2 + {F_{\text{المحصلة على }B_y}}^2} = \sqrt{(350)^2 + (106)^2} = 366\ N$$

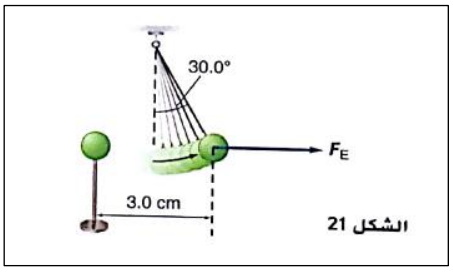
$$\tan \theta = \frac{F_{\text{المحصلة على }B_y}}{F_{\text{المحصلة على }B_x}} \rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_{\text{المحصلة على }B_y}}{F_{\text{المحصلة على }B_x}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{106}{3504}\right) = 17°$$

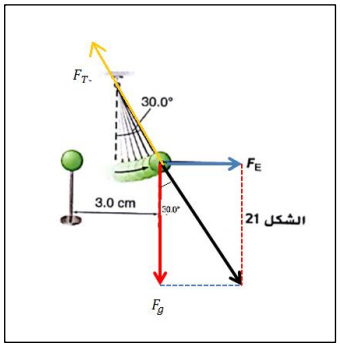
أي $F_{\text{المحصلة على B}} \approx 3.7 \times 10^2\ N$ وتميل إلى أسفل محور الـ x السالب بزاوية $17°$

أو تميل على محور الـ x الموجب بزاوية $(180° + 17° = 197°)$

63 - صـ 104 ـــ

الكرتان في الشكل 21 كتلة كل منهما $1\ g$. وشحنتهما متساويتان. تم تعليق إحداهما بخيط عازل ثم تقريب الكرة الأخرى حتى مسافة $3.0\ cm$ من الكرة المعلقة . تتدلى الكرة المعلقة الآن ويشكل الخيط زاوية قدرها $30.0°$ مع المحور الراسي. الكرة في حالة اتزان مع F_E و F_g و F_T . احسب كلاً مما يلي:





a- F_g في الكرة المعلقة

$$F_g = m\,g = 1 \times 10^{-3} \times 9.8 = 9.8 \times 10^{-3}\ N$$

b-

$$\tan\theta = \frac{F_e}{F_g} \rightarrow F_e = F_g \tan\theta \rightarrow F_e = 9.8 \times 10^{-3} \times \tan 30°$$

$$F_e = 9.8 \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5.7 \times 10^{-3} N$$

c- شحنة الكرتين

$$q_B = q_A = ? \qquad r_{AB} = 3 \times 10^{-2} m = 12 \times 10^{-2} m \qquad F_e = 5.7 \times 10^{-3}\ N$$

$$F_e = k\frac{q_A\,q_B}{r^2_{AB}} = k\frac{{q_A}^2}{{r^2}_{AB}} \rightarrow q_A = \sqrt{\frac{F_e}{k}}\,r_{AB} = \sqrt{\frac{5.7 \times 10^{-3}}{9 \times 10^9}} \times 3 \times 10^{-2} = 2.4 \times 10^{-8}\ c$$

$$q_B = q_A = 2.4 \times 10^{-8}\ c$$

64 - صـ 104 ـــ

جهاز لحفظ الأيونات موجبة الشحنة به أربعة سيقان مشحونة وتقع على مسافة واحدة من المركز. الساقان العلوي والسفلي مشحونان بشحنة موجبة والساقان الأيمن والأيسر مشحونان بشحنة سالبة . اشرح لماذا لا توجد قوة مؤثرة في الأيونات عندما تكون في وسط السيقان. إذا تحرك الأيون مسافة صغيرة لأعلى أو أسفل فهل تدفعه القوة المحصلة تجاه الوسط أم بعيداً عنه؟ وماذا لو تحرك مسافة صغيرة إلى اليسار أو إلى اليمين؟

عندما يكون الأيون الموجب في المركز بين القضبان تماماً، تتزن القوة من القضيب العلوي مع القوة من القضيب السفلي .وبالمثل، تتزن القوتان من القضيبين الأيمن والأيسر تماماً .
إذا تحرك الأيون إلى أعلى أو أسفل، يبذل القضيب الأقرب قوة تنافر أكبر دافعاً الأيون مرة أخرى إلى المركز .
إذا تحرك الأيون إلى اليمين أو اليسار، يبذل القضيب الأقرب قوة تجاذب أكبر دافعاً الأيون بعيداً عن المركز.

65- صـ 104 ـــ

شحنتان q_A و q_B مستقرتان بالقرب من شحنة موجبة q_T قدرها $7.2\ \mu c$ ، الشحنة الأولى q_A شحنة موجبة مقدارها $3.6\ \mu c$ على بعد $2.5\ cm$ من q_T بزاوية $35°$ و q_B شحنة سالبة قدرها $6.6\ \mu c$ على بعد $6.8\ cm$ بزاوية $125°$.

a- حدد مقدار كل من القوى المؤثرة في q_T.

المعطيات :

$$q_A = 3.6 \times 10^{-6}\ c \qquad q_B = -6.6 \times 10^{-6}\ c \qquad q_T = 7.2 \times 10^{-6}\ c$$

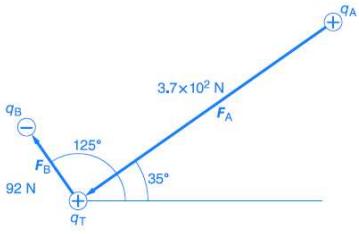
$$r_{AT} = 2.5 \times 10^{-2}\ m \qquad r_{BT} = 6.8 \times 10^{-2} m$$

الحـــل :

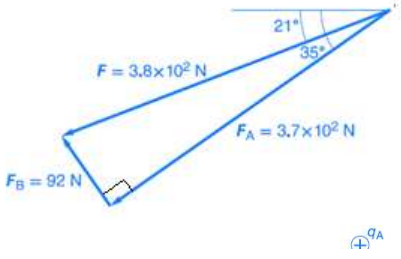
$$F_{AT} = k\frac{q_A\, q_T}{r^2_{AT}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(3.6 \times 10^{-6})(7.2 \times 10^{-6})}{(2.5 \times 10^{-2})^2} = 3.7 \times 10^2\ N$$ مبتعدة عن q_A

$$F_{BT} = k\frac{q_B\, q_T}{r^2_{BT}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(6.6 \times 10^{-6})(7.2 \times 10^{-6})}{(6.8 \times 10^{-2})^2} = 92\ N$$ مقتربة من q_B

b- ارسم مخططاً للقوى؟



c- حدد بالرسم القوى المحصلة المؤثرة في q_T.



$$F_{\text{على المحصلة } T} = \sqrt{{F_{AT}}^2 + {F_{BT}}^2} = \sqrt{(3.7 \times 10^2)^2 + (92)^2} = 3.8 \times 10^2\ N$$

66- صـ 104 ـــ

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

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

67- صـ 104 ـــ

هناك قوى بين جزيئات الماء تؤدي إلى أن يكون الماء أكبر كثافة عندما يكون سائلًا بين 0 °C و4 °C مقارنة بحالته عندما يكون صلبًا عند 0 °C. هذه القوى في طبيعتها ما هي إلا قوى كهروسكونية. ابحث في القوى الكهروسكونية بين الجزيئات، ومنها قوى فان درفال وقوى الاستقطاب، وصِف أثرها في المادة.

ستختلف الإجابات، ولكن يجب أن يصف الطلاب التفاعل بين الشحنات الموجبة والسالبة على المستوى الجزيئي. وعليهم أن يلاحظوا أن شدة هذه القوى هي المسؤولة عن الاختلافات في درجتي الانصهار والغليان، وعن خصوصية تمدّد الماء بين 0 °C و4 °C.

تدريب على الاختبار المعياري صـ 105 ـــ

الاختيار من متعدد:

1- كم عدد الالكترونات التي تمت إزالتها من كشاف كهربائي ذي شحنة موجبة إذا كان صافي شحنته يبلغ $7.5 \times 10^{-11} c$:

A. 7.5×10^{-11} الكتروناً
C. 1.2×10^{-9} الكتروناً
B. 2.1×10^{-9} الكتروناً
D. 4.7×10^{8} الكتروناً

$$(q = \mp n\, e \rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{7.5 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-19}} = 4.7 \times 10^{8}\ \text{e}\ )$$

2- القوة المبذولة على جسيم بشحنة $5.0 \times 10^{-9} c$ بوساطة جسيم آخر على بعد مسافة $4\ cm$ هي $8.4 \times 10^{-5}\ N$ ما الشحنة الموجودة في الجسيم الثاني :

A. $4.2 \times 10^{-13}\ c$
C. $3 \times 10^{-9}\ c$
B. $2.0 \times 10^{-9}\ c$
D. $6.0 \times 10^{-5}\ c$

$q_A = 5 \times 10^{-9}\ c$ $F_{AB} = 8.4 \times 10^{-5}\ N$ $r_{AB} = 4 \times 10^{-2}\ m$ q_B =?

$$F_{AB} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} \rightarrow q_B = \frac{F_{AB}\ r^2_{AB}}{k\, q_A} = \frac{8.4 \times 10^{-5} \times (4 \times 10^{-2})^2}{9 \times 10^{9} \times 5 \times 10^{-9}} = 3 \times 10^{-9}\ c$$

3- تقع الشحنات الثلاثة A و B و C على خط واحد. كما هو موضح أدناه . ما القوة المحصلة على B :

A. 78 N باتجاه A
C. 130 N باتجاه A
B. 78 N باتجاه C
D. 210 N باتجاه C

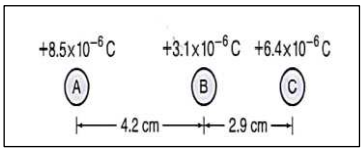
$q_A = +8,5 \times 10^{-6}\ c$ $q_B = +3,1 \times 10^{-6}\ c$ $q_c = +6,4 \times 10^{-6}\ c$

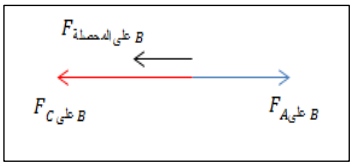
$r_{AB} = 4,2 \times 10^{-2}\ m$ $r_{Bc} = 2,9 \times 10^{-2}\ m$

$$F_{A\text{على}\ B} = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9 \times 10^{9} \times \frac{(8,5 \times 10^{-6}) \times (3,1 \times 10^{-6})}{(4,2 \times 10^{-2})^2} = 134\ N\ \ C \text{ باتجاه}$$

$$F_{C\text{ على }B} = k\frac{q_B\, q_c}{r^2_{Bc}} = 9 \times 10^{9} \times \frac{(3,1 \times 10^{-6}) \times (6,4 \times 10^{-6})}{(2,9 \times 10^{-2})^2} = 212\ N\ A \text{ باتجاه}$$

$$F_{\text{المحصلة على }B} = F_{C\text{ على }B} - F_{A\text{على }B} = 212 - 134 = 78\ N\ \ A \text{ باتجاه}$$





4- لماذا يعد النحاس موصلاً جيداً للكهرباء ؟

A. تتحرك بروتوناته والكتروناته بسهولة .

B. تتحرك الكتروناته بسهولة .

C. له دائماً شحنة سالبة .

C. له دائماً شحنة سالبة .

D. يمكن عزله

5- جسمان متساويا الشحنات يبذلان قوة تساوي $90\ N$ على بعضهما البعض . إذا تم استبدال جسم واحد بآخر له نفس الحجم ولكن بثلاث أضعاف الشحنة . فما القوة الجديدة التي سيبذلها الجسمان على بعضهما البعض؟

A. $10\ N$

B. $30\ N$

C. $2.7 \times 10^2\ N$

D. $8.1 \times 10^2\ N$

الحالة الأولى : q_B و q_A و r و $F_1 = 90\ N$

الحالة الثانية $3q_B$ و q_A و r و $F_2 = ?$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{k\frac{q_A\,(3q_B)}{r^2}}{k\frac{q_A\,q_B}{r^2}} = \frac{3}{1} \rightarrow F_2 = 3F_1 = 3 \times 90 = 270\ N = 2.7 \times 10^2\ N$$

6- عندما تلمس فلزاً في أحد الأيام الجافة تصاب أحياناً بصدمة كهربائية . ماذا يحدث حينها لشحنتك ؟

A. تصبح مشحوناً بشحنة سالبة : تسبب الفلز في نقل الإلكترونات إليك .

B. تصبح مشحوناً بشحنة موجبة : تسببت في نقل الالكترونات إلى الفلز .

C. تصبح متعادلاً الصدمة أفرغت شحنتك .

D. لا شيء كنت مجرد موصل كهربائي .

7- ما الشحنة الموجودة على كشاف كهربائي به كمية زائدة تبلغ 4.8×10^{10} من الالكترونات ؟

A. $3.3 \times 10^{-30}\ c$

B. $4.8 \times 10^{-10}\ c$

C. $7.7 \times 10^{-9}\ c$

D. $4.8 \times 10^{10}\ c$

$$q = \mp n\,e = (4.8 \times 10^{10}) \times 1.6 \times 10^{-19} = 7.7 \times 10^{-9}\ C$$

8- جسيم ألفا كتلته $6.68 \times 10^{-27} kg$ وشحنته $3.2 \times 10^{-19} c$ ما نسبة القوة الكهربائية الساكنة إلى قوة الجاذبية بين جسيمي ألفا ؟

A. 1

B. 4.8×10^7

C. 2.3×10^{15}

D. 3.1×10^{35}

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{k\frac{q_\alpha \cdot q_\alpha}{r^2}}{G\frac{m_\alpha\, m_\alpha}{r^2}} = \frac{k\,{q_\alpha}^2}{G\ {m_\alpha}^2} = \frac{9 \times 10^9\ \times (3.2 \times 10^{-19})^2}{6.67 \times 10^{-11}\ \times (6.68 \times 10^{-27})^2} = 3.1 \times 10^{35}$$

9- عملية شحن جسم متعادل من خلال ملامسته بجسم مشحون تُسمى الشحن عن طريق :

A. التوصيل C. التأريض

B. الحث D. تفريغ الشحنات

10- دلك عمر بالون بقطعة صوف مما أعطى البالون شحنة تبلغ $-8.9 \times 10^{-14}\ c$. كم تبلغ القوة بين البالون والكرة الفلزية المشحونة بمقدار $25\ c$ وتبعد مسافة $2\ km$ ؟

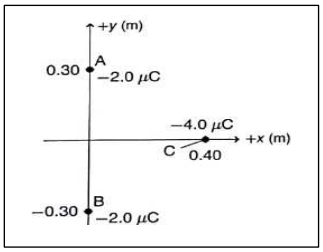
A. $8.9 \times 10^{-15}\ N$ C. $2.2 \times 10^{-12}\ N$

B. 5.0×10^{-9} D. $5.6 \times 10^{4}\ N$

$$F = k\frac{q_A\, q_B}{r^2_{AB}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(8.9 \times 10^{-14}) \times (25)}{(2 \times 10^3)^2} = 5.0 \times 10^{-9}\ N$$

أسئلة ذات إجابات طويلة صـــ 105 ـــ :

11- وفقاً للمخطط ما القوة المحصلة المبذولة بواسطة الشحنات A و B على الشحنة C ؟ قم بتضمين مخطط في إجابتك يوضح صافي متجهات القوى $F_{A\text{على}c}$ و $F_{B\text{على}c}$ و $F_{\text{على المحصلة}c}$.



$$q_A = -2 \times 10^{-6}\ c \qquad q_c = -4 \times 10^{-6}\ c \qquad q_B = -2 \times 10^{-6} c$$

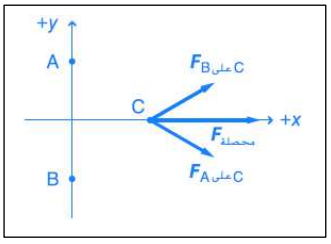
$$r_{Ac} = r_{Bc} = \sqrt{0,30^2 + 0,40^2} = 0,50\ \text{m}$$

القوة الكهربائية المؤثرة في q_c هي محصلتي القوتين $F_{A\text{على}c}$ و $F_{B\text{على}c}$

$$F_{A\text{على}c} = k\frac{q_A\, q_c}{r^2_{Ac}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(2 \times 10^{-6}) \times (4 \times 10^{-6})}{(0,50)^2} = 0,288\ N$$ تنافر

وتميل بزاوية قدرها 37° تحت محور x الموجب

$$\theta = \tan^{-1}\frac{0,30}{0,40} = 37°$$



$$F_{B\text{على}c} = k\frac{q_B\, q_c}{r^2_{Bc}} = 9 \times 10^9 \times \frac{(2 \times 10^{-6}) \times (4 \times 10^{-6})}{(0,5)^2} = 0,288N$$ تنافر

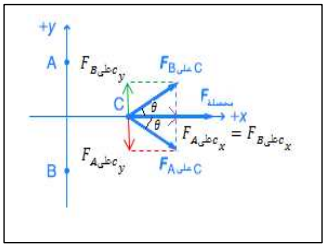
وتميل بزاوية قدرها 37° مع محور x الموجب

بأخذ مسقط كل من القوتين $F_{A\text{على}c}$ و $F_{B\text{على}c}$ على المحور x والمحور y :

$F_{A\text{على}c_y} = F_{A\text{على}c} \sin\theta = 0,288 \sin 37° = 0,17\ N$ إلى الأسفل

$F_{B\text{على}c_y} = F_{B\text{على}c} \sin\theta = 0,288 \sin 37° = 0,17\ \text{N}$ إلى الأعلى

وهما متعاكستان مباشرة محصلتهما معدومة



$F_{A\text{على}c_x} = F_{A\text{على}c} \cos\theta = 0,288 \cos 37° = 0,23\ N$ إلى اليمين

$F_{B\text{على}c_x} = F_{B\text{على}c} \cos\theta = 0,288 \cos 37° = 0,23\ N$ إلى اليمين

$F_{\text{على المحصلة}\ c_x} = F_{A\text{على}c_x} + F_{B\text{على}c_x} = (0,23) + (0,23) = 0,46\ N$

القوة الكهربائية المؤثرة في q_c ($F_{\text{على المحصلة}c} = 0,46\ N$) مع محور x الموجب