

المهين في الفيزياء
Al_Moeen in physics

الكهرباء السكونية

أسئلة الكتاب

أسئلة خارجية

أسئلة الوزارة

من ١٩٩٩ ولغاية ٢٠١٣

مجانية على الدروس

هذا الجزء يحتوي على

٩٢ سؤال

مع الإجابات

ملحق أسئلة الوزارة

الجديدة

من ٢٠١٤ ولغاية الان

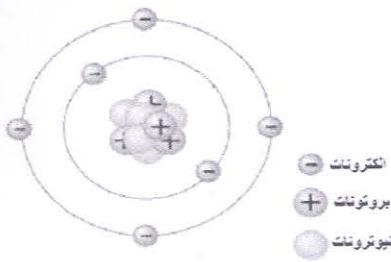
أوراق عمل

ملخص قوانين لكل فصل

الأستاذ : معتصم جروان

0785064668

الشحنة الكهربائية



لقد تعلمنا في صفوف سابقة أن الوحدة الأساسية لبناء المادة هي الذرات وتتكون الذرة من :

النواة وتحتوي في داخلها على نوعين من الجسيمات :

أ- بروتونات (P) وهي جسيمات لها شحنة موجبة

ب- نيوترونات (n) وهي جسيمات متعادلة ليس لها شحنة

٢- المدارات الخارجية وتحتوي على نوع واحد من الجسيمات :

الإلكترونات (e) وهي جسيمات لها شحنة سالبة

تمكن العالم ميلikan من إجراء تجربة قام من خلالها بقياس الشحنة التي يحملها الإلكترون وهي أصغر شحنة موجودة في الطبيعة فوجد أن :

كولوم: وحدة قياس الشحنة نسبة إلى العالم تشارلي كولوم

$$e \sqrt{V} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ كولوم}$$

$$p \sqrt{V} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ كولوم}$$

عند النظر إلى الذرات الموجودة في الطبيعة نجد أن غالبيتها تحتوي على نفس العدد من الإلكترونات والبروتونات وهذا يعني أن عدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة وبالتالي فإن الشحنة الكلية للذرة تساوي صفر

مثال: ذرة تحتوي على 10^- بروتونات و 10^+ كترونات :

$$\text{الشحنة التي تحملها } 10^- \text{ بروتونات} = 10^- \times 1,6 \times 10^{-19} = 10^- \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$\text{الشحنة التي تحملها } 10^+ \text{ الكترونات} = 10^+ \times 1,6 \times 10^{-19} = -10 \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$\text{الشحنة الكلية للذرة} = \text{شحنة البروتونات} + \text{شحنة الإلكترونات} = (+1,6 \times 10^{-19}) + (-1,6 \times 10^{-19}) = \text{صفر}$$

ولكن ماذا يحدث للذرة لو فقدت أو اكتسبت الكترونات :

عندما تكتسب الذرة الكترونات فإن عدد الشحنات السالبة يصبح أكبر من عدد الشحنات الموجبة وبالتالي فإن الشحنة الكلية للذرة تصبح سالبة

في المثال السابق لو أن هذه الذرة اكتسبت (2 إلكترون) فإن شحنة الذرة = $2 \times (-1,6 \times 10^{-19}) = -3,2 \times 10^{-19}$ كولوم

عندما تفقد الذرة الكترونات فإن عدد الشحنات الموجبة يصبح أكبر من عدد الشحنات السالبة وبالتالي فإن الشحنة الكلية للذرة تصبح موجبة

في المثال السابق لو أن هذه الذرة فقدت (2 إلكtron) فإن شحنة الذرة = $-2 \times (1,6 \times 10^{-19}) = 3,2 \times 10^{-19}$ كولوم

شحنة الجسم = عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة × شحنة الإلكترون

$$\text{ـ جـمـ} = \text{ـ نـ} \times \text{ـ Vـ}$$

مما سيق نستنتج أن عملية شحن الأجسام والذرات تتم من خلال فقد أو كسب الإلكترونات وتسمى هذه العملية بـ عملية الشحن أو التكهرب :

وهي عملية انتقال الشحنات السالبة من جسم إلى آخر حيث يصبح الجسم الذي فقد الإلكترونات موجب والجسم الذي اكتسب الإلكترونات سالب .

الطرق التي تتم بها عملية الشحن :

١- **الشحن بالدلك :** عند ذلك (احتكاك) مادتين ببعضهما البعض مثل ذلك قطعة من المطاط بقطعة من الصوف تنتقل الإلكترونات السالبة من الصوف إلى المطاط فيصبح المطاط سالب الشحنة والصوف موجب الشحنة .

٢- **الشحن بالتوصيل :** عند توصيل جسم مشحون بأخر غير مشحون مثلاً " كرة فلزية مصنوعة من النحاس تحمل شحنة تم توصيلها مع كرة أخرى من النحاس غير مشحونة (متعادلة) " فإن ذلك يؤدي إلى انتقال عدد من الشحنات من الكرة الأولى إلى الكرة الثانية وبعد فصل الكرتين عن بعضهما البعض تصبح كل منهما مشحونة بشحنة كهربائية .

٣- **الشحن بالتأثير (الحث) :** في هذه العملية يتم تفريغ جسم مشحون من جسم متعادل فيكون على الجسم المتعادل شحنات حرة وشحنات مقيدة وعند توصيل الجسم المتعادل بالأرض يتم تفريغ الشحنات الحرة ويصبح الجسم مشحون بشحنة كهربائية .

• في جميع طرق الشحن السابقة فإن عدد الشحنات التي انتقلت من الجسم الأول مساو تماماً لعدد الشحنات التي اكتسبها الجسم الثاني وهذا ما يعرف بمبدأ حفظ الشحنة .

مبدأ حفظ الشحنة : يكون المجموع الكلي للشحنة ثابتاً خلال عملية الشحن أي أن الشحنة محفوظة .

- إن شحنة الإلكترون هي أصغر شحنة في الطبيعة لذلك فإنه لا يوجد جسم يحمل شحنة أقل من شحنة الإلكترون ($\frac{1}{2}$ أو $\frac{1}{4}$ شحنة الإلكترون)
- عدد الإلكترونات الموجود داخل الجسم أيضاً يجب أن يكون عدد صحيح ($n = 1, 2, 3, \dots$)

مبدأ تكميم الشحنة : أن أي جسم مشحون يجب أن تكون شحنته عدداً صحيحاً من مضاعفات شحنة الإلكترون (أو البروتون) .

من الكتاب

سؤال: ما هي شحنة جسم قدره 1000 إلكترون :

$$شحنة = n \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ كولوم}$$

$$= -1.6 \times 10^{-10} \text{ كولوم}$$

من الكتاب

سؤال: هل يمكن لجسم أن يحمل شحنة $(10^3 \times 10^{-19})$ كولوم) على إجابتك :

لا يمكن لجسم أي يحمل هذه الشحنة

لأنه وحسب مبدأ تكميم الشحنة

عُدَدُ الـ إلـكـتروـنـاتـ يـجـبـ أـنـ يـكـونـ عـدـدـاـ صـحـيـحاـ

$$n = \frac{شحنة}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{10^3 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 10^3 \text{ إلكترون}$$

وزارة ٢٠٠٤

سؤال: جسيم نقطي شحن بإعطائه مليون إلكترون احسب شحنة الجسم :

$$شحنة = n \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ كولوم}$$

$$= -1.6 \times 10^{-10} \text{ كولوم}$$

سؤال: إذا تم انتزاع $(10^3 \times 10^{-19})$ إلكترون من كرة فلزية احسب شحنة هذه الكرة :

$$شحنة = n \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= -1.6 \times 10^{-10} \text{ كولوم}$$

سؤال: موصل كهربائي يحمل شحنة مقدارها $(10^3 \times 10^{-19})$ كولوم) اوجد عدد الإلكترونات اللازم إضافتها للموصل حتى تصبح شحنته (2.8×10^{-10}) كولوم) :

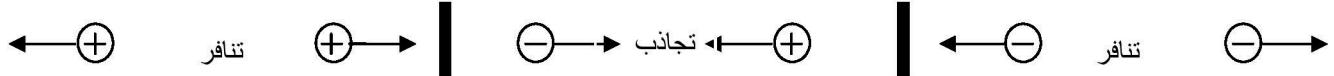
$$1.6 \times 10^{-19} \times 2.8 = \Delta$$

$$= -4.8 \times 10^{-19} \text{ كولوم}$$

$$n = \frac{\Delta}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{-4.8 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = -3 \Delta$$

قانون كولوم

- عند وضع شحنات كهربائية بالقرب من بعضها البعض فان هذه الشحنات تتجاذب (إذا كانت مختلفة) أو تناصر (إذا كانت متشابهة).



هذا يدل على أن كل شحنة تؤثر على الشحنة الأخرى بقوة (ق)

قام العالم كولوم بدراسة القوة التي تؤثر بها كل شحنة على الأخرى ولتحقيق ذلك استخدم شحنات نقطية.

الشحنة النقطية: أجسام كروية صغيرة تكون المسافة بينها أكبر بكثير من أنصاف قطراتها.

وجد العالم كولوم أن القوة التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية متساوية في المقدار للقوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الأولى وتعاكسها في الاتجاه وهذا ما يعرف بالقوة المتبادلة.

القوة التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الثانية = - القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الأولى

$$q_{-1} = -q_{+1}$$

قام العالم كولوم بوضع علاقة لحساب القوة المتبادلة بين الشحنات النقطية:

قانون كولوم: القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين (q_1 ، q_2) تفصل بينهما مسافة (ف) تتناسب طردياً مع مقدار كل من الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما.

ع : ثابت السماحية الكهربائية للوسط الذي توجد فيه الشحنات

عندما يكون الوسط الفاصل بين الشحنات هو الهواء أو الفراغ فان (ع = ٤)

$$4 = 10 \times 8,85 \text{ كولوم}^2 / \text{نيوتون} \cdot \text{م}^2$$

$$4 = \frac{1}{10 \times 8,85 \times \pi \times 4} = \frac{1}{10 \times 9 \times 7 \times 4} \text{ كولوم}^2$$

$$q = \frac{1}{\epsilon_0 \pi r^2} q_1 q_2$$

$$q = 9 \times 10^{-9} \text{ كولوم}^2$$

إن القوة الكهربائية كمية متوجهة تحدد بالمقدار والاتجاه

إذا كانت إشارة الشحنة سالبة فان الإشارة لا يتم تعييضاً في القانون

إن وحدة قياس الشحنة (كولوم) كبيرة جداً لذلك نستخدم أجزاء الكولوم :

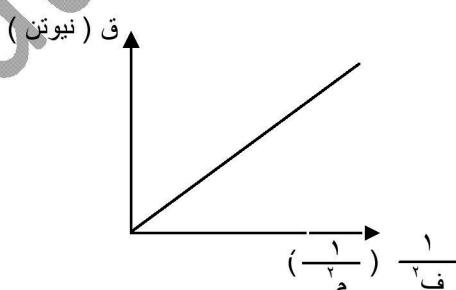
$$\text{ميكروكولوم} = 10^{-12} \text{ كولوم}$$

$$\text{ ملي كولوم} = 10^{-3} \text{ كولوم}$$

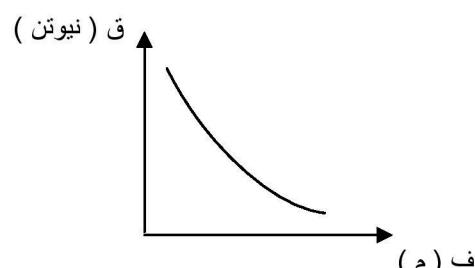
$$\text{بيكوكولوم} = 10^{-10} \text{ كولوم}$$

$$\text{نانوكولوم} = 10^{-9} \text{ كولوم}$$

من خلال قانون كولوم نلاحظ أن القوة الكهربائية تتناسب تناسباً عكسيّاً مع مربع المسافة (قانون التربيع العكسي) ويمكن تمثيل العلاقة بين القوة والمسافة من خلال الرسم البياني التالي :



$$\text{العلاقة بين القوة ومقولب مربع المسافة } \left(\frac{1}{r^2} \right)$$



$$\text{العلاقة بين القوة والمسافة } (F)$$

سؤال: تفصل بين الإلكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين مسافة $(5.3 \times 10^{-11} \text{ م})$ في المتوسط إذا علمت أن كثافة البروتون $(1.67 \times 10^{31} \text{ كغم})$ وكثافة الإلكترون $(9.11 \times 10^{-31} \text{ كغم})$ جداً ما يلي :

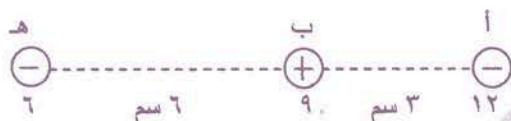
- القوة الكهربائية التي يؤثر بها كل منهما على الآخر ؟
- قوة الجذب الكثلي بين الجسمين ؟

$$F_{\text{كم}} = \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{9.11 \times 10^{-31} \text{ كغم} \times 1.67 \times 10^{31} \text{ كغم}}{(5.3 \times 10^{-11} \text{ م})^2} = 2.9 \times 10^{-30} \text{ نيوتن}$$

$$F_{\text{ج}} = \frac{G m_1 m_2}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \text{ نيوتن متر}^2/\text{كغم}^2 \times 1.67 \times 10^{31} \text{ كغم} \times 1.67 \times 10^{31} \text{ كغم}}{(5.3 \times 10^{-11} \text{ م})^2} = 2.67 \times 10^{-30} \text{ نيوتن}$$

نلاحظ أن قوى الجاذبية الكهربائية أكبر بكثير من قوى الجاذبية الكثيلية للأجسام الصغيرة لذلك يتم اهمال قوى الجاذبية الكثيلية عند حساب القوى الكهربائية المتبادلة بين الأجسام الصغيرة .

سؤال: وضعت ثلاثة شحنات نقطية على استقامة واحدة كما في الشكل بناء على القيم المثبتة على الشكل جد ما يلي (الشحنات بوحدة ميكروكولوم) :



$$F_{AB} = -F_{BA} = 1.08 \times 10^{-30} \text{ نيوتن فوسن}$$

$$F_{AC} = \frac{9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم} \times 9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم}}{(4 \times 10^{-3} \text{ م})^2} = 2.025 \times 10^{-30} \text{ نيوتن فوسن}$$

$$F_{BC} = 1.08 \times 10^{-30} \text{ نيوتن فوسن}$$

حيث تتقابل الشحنات يجب أن تكون $F_{BC} = 0$

$$\therefore F_B + F_C \Rightarrow F_B = -F_C$$

$$\frac{9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم} \times 9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم}}{(2 \times 10^{-3} \text{ م})^2} = 1.08 \times 10^{-30} \text{ نيوتن فوسن}$$

$$F_C = -1.08 \times 10^{-30} \text{ نيوتن فوسن}$$

١- القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (أ) ؟

٢- القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (ب) ؟

٣- مقدار الشحنة التي يجب وضعها مكان الشحنة

(هـ) حتى تتنزل الشحنة (ب) ؟

$$F_B = \frac{9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم} \times 9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم}}{(2 \times 10^{-3} \text{ م})^2} = 2.025 \times 10^{-30} \text{ نيوتن فوسن}$$

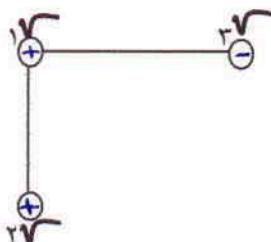
$$F_B = \frac{9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم} \times 9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم}}{(2 \times 10^{-3} \text{ م})^2} = 2.025 \times 10^{-30} \text{ نيوتن فوسن}$$

$$F_C = \frac{9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم} \times 9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم}}{(4 \times 10^{-3} \text{ م})^2} = 2.025 \times 10^{-30} \text{ نيوتن فوسن}$$

$$F_C = \frac{9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم} \times 9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم}}{(2 \times 10^{-3} \text{ م})^2} = 2.025 \times 10^{-30} \text{ نيوتن فوسن}$$

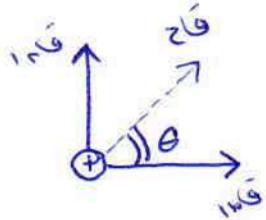
$$F_C = \frac{9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم} \times 9.0 \times 10^{-9} \text{ كغم}}{(2 \times 10^{-3} \text{ م})^2} = 2.025 \times 10^{-30} \text{ نيوتن فوسن}$$

سؤال: يبين الشكل المجاور كرية صغيرة شحنتها $Q_1 = 6 \text{ ميكروكولوم}$ موجودة بالقرب من كرتين صغيرتين مشحونتين أحدهما على بعد 3 سم نحو الصادات المعاكس وشحنته $Q_2 = 1,5 \text{ ميكروكولوم}$ والأخر على بعد 4 سم باتجاه السينات الموجب وشحنته $Q_3 = 3 \text{ ميكروكولوم}$ جد القوة الكهربائية المحصلة المؤثرة في الشحنة الأولى :



$$F_1 = \frac{9 \times 9 \times 100 \times 10^{-12}}{(4 \times 10^{-2})^2} = 8.1 \text{ نيوتن صعب}$$

$$F_2 = \frac{9 \times 9 \times 100 \times 10^{-12}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 1.08 \text{ نيوتن محسوس +}$$



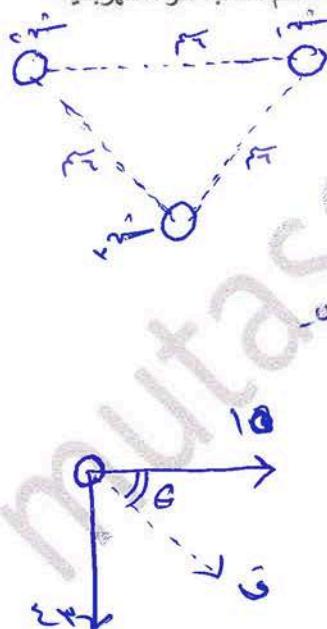
$$F_1 = \sqrt{F_2^2 + F_3^2} = \sqrt{(0.1)^2 + (0.1)^2} = 0.141 \text{ نيوتن}$$

وتصبح رأسية مع محور السينات

$$F_1 = \frac{Q_1}{R_1} = \frac{Q_2}{R_2} = \theta \Leftrightarrow \frac{Q_1}{R_1} = \frac{Q_2}{R_2}$$

وزارة ٢٠٠٤

سؤال: شحتان نقطيتان الأولى مقدارها $(4 \times 10^{-12} \text{ كولوم})$ والثانية مقدارها $(1 \times 10^{-12} \text{ كولوم})$ والمسافة بينهما 6 سم احسب القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة ثلاثة مقدارها $(1 \times 10^{-12} \text{ كولوم})$ وضعت عند نقطة تبعد 6 سم عن كل من الشحتين :



محصلة المقوى على محور ص

$$F_{31} = 0.27 \text{ نيوتن صعب}$$

$$\text{محصلة المقوى على محور ص} \\ F_{32} = 0.27 + 0.27 = 0.54 \text{ نيوتن صعب}$$

القوة المحصلة الكلية =

$$F = (0.54 + 0.27) N$$

$$\text{حيث } F = \frac{27}{10}$$

حيث تكون على بعد 6 سم عن كلا الشحتين يجب أن تكون السنخات على رؤوس مثلث عسلي الأضلاع

$$F_{31} = \frac{9 \times 9 \times 10^{-12}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 0.15 \text{ نيوتن صعب}$$

$$F_{32} = \frac{9 \times 9 \times 10^{-12}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 0.15 \text{ نيوتن صعب}$$

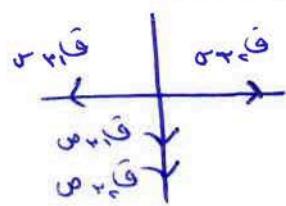
نقوم بتحليل القوى إلى مركبة سينية وصادمة

$$F_{31} = F_{32} = 0.15 \text{ نيوتن صعب}$$

$$F_{31} = F_{32} = 0.15 \times 8.6 = 1.29 \text{ نيوتن صعب}$$

$$F_{33} = F_{34} = 0.15 \times 10 = 1.5 \text{ نيوتن صعب}$$

$$F_{33} = F_{34} = 0.15 \times 8.6 = 1.29 \text{ نيوتن صعب}$$



سؤال: قربت ساق مشحونة من كرتين صغيرتين متلامستين غير مشحونتين فشحتنا بالبحث ثم فصلت الكرتين عن بعضهما البعض بواسطة عازل حتى أصبحت المسافة بين مرکزيهما (١٠،١ م) ثم أبعدت الساق المشحونة نهاياً فوجد أن الكرتين تتجاذبان بقوة مقدارها (10×10^{-9} نيوتن) احسب عدد الإلكترونات التي انتقلت من أحدي الكرتين إلى الأخرى أثناء عملية الشحن :

$$\begin{aligned} F_{\text{الجذب}} &= q_1 q_2 / r^2 \\ 10 \times 10^{-9} &= 1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^{-19} / 10^2 \\ q_1 &= \frac{10 \times 10^{-9} \times 10^2}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{10} \text{ الكروتون} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= q_1 q_2 / r^2 \\ 10 \times 10^{-9} &= 1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^{-19} / r^2 \\ r &= \sqrt{10 \times 10^{-9} \times 10^2 / (1.6 \times 10^{-19})} = 10^{-10} \text{ ميكروكولوم} \end{aligned}$$

من الكتاب

سؤال: شحتان نقطيتان ($q_1 = 15 \mu\text{C}$ ، $q_2 = 10 \mu\text{C}$) تقعان على استقامة واحدة والمسافة بينهما (٢ م) أين يجب وضع شحنة ثالثة على امتداد الخط الواصل بين الشحتين بحيث تكون القوة المحصلة عليها تساوي صفر :

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{q_1 q_3}{r_1^2} + \frac{q_2 q_3}{r_2^2} \\ 0 &= \frac{15 \times 10^{-6}}{r_1^2} + \frac{10 \times 10^{-6}}{r_2^2} \\ 0 &= \frac{15 \times 10^{-6}}{(2 - r)^2} + \frac{10 \times 10^{-6}}{r^2} \\ 0 &= \frac{15 \times 10^{-6}}{(2 - r)^2} + \frac{10 \times 10^{-6}}{r^2} \\ r &= 1.6 \text{ متر} \end{aligned}$$

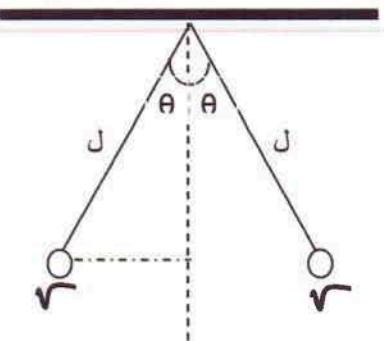
$$\begin{aligned} 0 &= \frac{q_1 q_3}{r_1^2} + \frac{q_2 q_3}{r_2^2} \\ 0 &= \frac{15 \times 10^{-6}}{(2 - r)^2} + \frac{10 \times 10^{-6}}{r^2} \\ \frac{15}{(2 - r)^2} &= \frac{10}{r^2} \\ \frac{15}{(2 - r)^2} &= \frac{10}{r^2} \\ 15r^2 &= 10(2 - r)^2 \\ 15r^2 &= 10(4 - 4r + r^2) \\ 15r^2 &= 40 - 40r + 10r^2 \\ 5r^2 + 40r - 40 &= 0 \\ r &= 1.6 \text{ متر} \end{aligned}$$

من الكتاب

سؤال: شحتان نقطيتان ($q_1 = 15 \mu\text{C}$ ، $q_2 = 10 \mu\text{C}$) تفصل بينهما في الهواء مسافة (١ سم) إذا كانت ($r = 7 \text{ cm}$) فما النسبة بين مقدار القوة F_1 التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية إلى مقدار القوة F_2 التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى :

$$\begin{aligned} F_1 &= k q_1 q_2 / r^2 \\ F_2 &= k q_2 q_1 / r^2 \\ F_1 &= F_2 \end{aligned}$$

سؤال: كرتان صغيرتا لها نفس الكتلة ومشحونتين بشحنتين متساويتين ومعلقتان بواسطة خيطين خفيفين في وضع اتزان كما في الشكل إذا كانت كتلة كل منها (٣٠ غم) وطول كل من الخيطين ($L = 15$ سم) والزاوية ($\theta = 5^\circ$) جد مقدار الشحنة على كل من الكرتين :



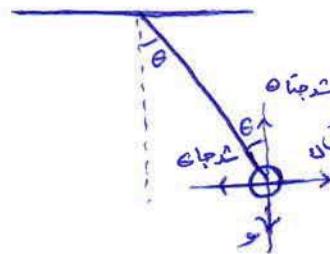
$$\Rightarrow F = 15 \times 10^{-3} \times 10 \times 0.875 = 0.26 \text{ نيوتن}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{0.26}{10 \times 10^{-9}} = 2.6 \times 10^{-9} \text{ كولوم}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{2.6 \times 10^{-9}}{(0.875)^2} = 1.8 \times 10^{-9} \text{ كولوم}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{1.8 \times 10^{-9}}{10^{-9}} = 1.8 \text{ ميكروكولوم}$$

$$\Rightarrow Q = 1.8 \times 10^{-9} \text{ كولوم}$$



المحركات في حالة اتزان أي أن محصلة القوى على كل منها تساوي صفر .

$$F_{\text{شد}} \sin \theta = F_{\text{نور}} = Q \times g$$

$$F_{\text{شد}} \cos \theta = F_{\text{نور}} = Q^2 / r$$

$$\frac{F_{\text{شد}} \sin \theta}{F_{\text{نور}}} = \frac{Q^2}{L^2 g}$$

$$\frac{F_{\text{شد}}}{F_{\text{نور}}} = \frac{Q^2}{L^2 g} = \frac{Q^2}{r^2}$$

$$\Rightarrow Q = \sqrt{L^2 g r^2} = \sqrt{10^2 \times 10 \times 0.875 \times 10^2} = 2.6 \times 10^{-9} \text{ كولوم}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{2.6 \times 10^{-9}}{10^{-9}} = 2.6 \text{ ميكروكولوم}$$

$$r^2 = L^2$$

$$Q = \frac{2.6}{L}$$

$$Q = 2.6 \text{ ميكروكولوم}$$

سؤال: جسمان متماثلان يحمل أحدهما شحنة (٦ ميكروكولوم) والأخر (٢ ميكروكولوم) فوهة التجاذب بينهما على مسافة (F) تبلغ (٢ نيوتن) إذا تلمس الجسمان ثم فصلا حتى مسافة (٢F) جد القوة المؤثرة بينهما :

$$F = 6 \times 10^{-9} \times \frac{2 \times 10^{-9}}{F^2}$$

$$2 - 10^{-18} \times 10^{-18} =$$

$$\frac{12 - 10^{-18} \times 10^{-18}}{(0.22)^2} = 2.7 \times 10^{-22} \text{ نيوتن}$$

$$F = 6 \times 10^{-9} \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(2F)^2}$$

$$2 - 10^{-18} \times 10^{-18} \times \frac{6 \times 10^{-9}}{F^2} = 2$$

$F = 6 \times 10^{-9} \Rightarrow F = 2.4 \times 10^{-9} \text{ نيوتن}$
عندما يتلمس الجسمان فإن الشحنة تتنتقل من أحدهما إلى الآخر حتى يصبح الجهد لهما متساوياً فيما أن الجهد متساوي والجسيمين متماثلين فإن الشحنة عليهما تكون متساوية

$$q_1 = q_2 = 3 \text{ ميكروكولوم}$$

المجال الكهربائي

- من خلال دراسة قانون كولوم نجد أن الشحنات الكهربائية تؤثر على بعضها البعض بقوة متبادلة دون أن تلامس ولتفسير ذلك وجد مفهوم المجال الكهربائي .



- المجال الكهربائي :** هو المنطقة المحيطة بالشحنة

والتي إذا وضعت فيها شحنة أخرى فإنها تتأثر بقوة كهربائية .

- # لقياس قيمة المجال الكهربائي عند النقطة (أ) فإننا نستخدم شحنة اختبار صغيرة موجبة (٧.٧) . حيث تقوم بوضعها في النقطة (أ) ونقوم بحساب القوة التي تؤثر بها الشحنة (٧) على شحنة الاختبار (٧.٧)

- لماذا تكون شحنة الاختبار صغيرة : حتى لا تحدث تغيراً في المجال المراد قياسه . حيث أن شحنة الاختبار أيضاً يوجد حولها مجال فإذا كانت قيمتها كبيرة فإن المجال الناشئ عنها يكون كبيراً ويؤثر على قيمة المجال المراد قياسه .

- # **المجال الكهربائي في نقطة :** هو القوة التي تؤثر بها الشحنة (٧) على شحنة اختبار (٧.٧) عند وضعها في تلك النقطة مقسوماً على مقدار شحنة الاختبار (٧.٧).

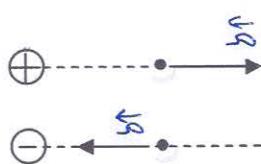
$$\text{وإذا } \vec{F} = 7 \times 10^{-9} \text{ نيوتن / كولوم} \quad \text{وتقاس بوحدة } \frac{\vec{F}}{7 \times 10^{-9}}$$

$$\text{المجال الكهربائي عند نقطة (أ) تبعد مسافة (ف) عن شحنة (٧)} \quad \vec{F} = 7 \times 10^{-9}$$

ملاحظات :

- المجال الكهربائي كمية متوجهة يجب أن يحدد بالمقدار والاتجاه .
- اتجاه المجال هو الاتجاه الذي تسلكه شحنة الاختبار الموجبة .

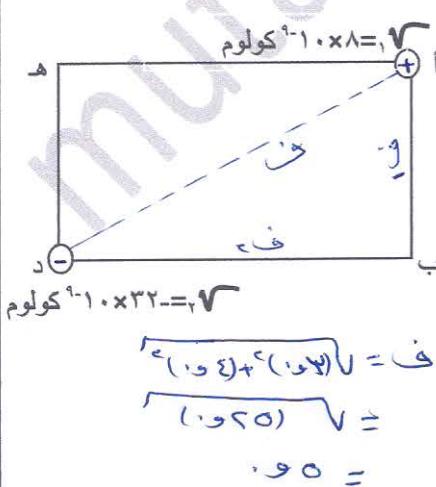
- إذا كانت الشحنة موجبة فإن اتجاه المجال الكهربائي الناتج منها عند نقطة ما يكون كما في الشكل



- إذا كانت الشحنة سالبة فإن اتجاه المجال الكهربائي الناتج منها عند نقطة ما يكون كما في الشكل
- الإشارة السالبة للشحنة لا يتم تعويضها في القانون .

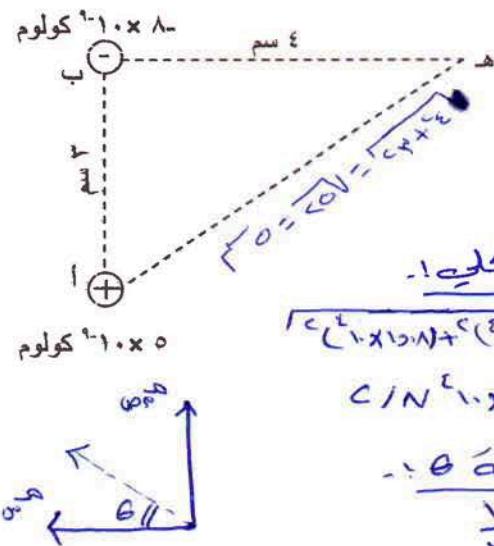
وزاري ٢٠٠٤

سؤال : (أ، ب، د، ه) مستطيل أطوال أضلاعه (٣، ٤، ٥، ٦) م وضعت شحتان نقطيتان في رأسيه (أ، د) كما في الشكل احسب



$$\begin{aligned} \vec{F}_A &= \frac{9 \times 10^{-9}}{(7^2)} \vec{i} \\ \vec{F}_D &= \frac{9 \times 10^{-9}}{(11^2)} \vec{j} \\ \vec{F}_{\text{total}} &= \vec{F}_A + \vec{F}_D \\ &= \frac{9 \times 10^{-9}}{(7^2 + 11^2)} (7\vec{i} + 11\vec{j}) \text{ نيوتن} \end{aligned}$$

سؤال : شحتن نقطيتان موضعياتن في الهواء كما في الشكل احسب ما يلي :



المجال المحصل الكلي :-

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{r_1^2} \hat{r}_1 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2}{r_2^2} \hat{r}_2$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1.0 \times 10^{-16}}{0.02^2} \hat{r}_1 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1.0 \times 10^{-14}}{0.04^2} \hat{r}_2$$

$$= 1.0 \times 10^{12} \hat{r}_1 + 1.0 \times 10^{10} \hat{r}_2$$

1- المجال الكهربائي عند النقطة (B) ؟

2- القوة المؤثرة في شحنة (-1 بيكوكولوم) موضعها عند النقطة (B) ؟

$$F = q_1 E = 1.0 \times 10^{-16} \times 1.0 \times 10^{12} \text{ نيوتن}$$

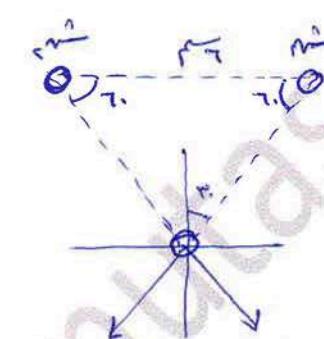
$$F = 1.0 \times 10^{-4} \text{ نيوتن}$$

$$\theta = 60^\circ$$

$$F = 1.0 \times 10^{-4} \text{ نيوتن}$$

٢٠٠٤ وزيري

سؤال : شحتن نقطيتان الأولى (4×10^{-16} كولوم) والثانية (16×10^{-16} كولوم) والمسافة بينهما في الهواء (6 سم) احسب :



المجال المحصل الكلي :-

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{r_1^2} \hat{r}_1 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2}{r_2^2} \hat{r}_2$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4 \times 10^{-16}}{0.03^2} \hat{r}_1 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{16 \times 10^{-16}}{0.06^2} \hat{r}_2$$

$$= 1.0 \times 10^{12} \hat{r}_1 + 1.0 \times 10^{10} \hat{r}_2$$

$$N = \sqrt{(10)^2 + (15)^2} = 17.78$$

1- المجال الكهربائي في نقطة تبعد (6 سم) عن كل من الشحتين ؟

2- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة (1.0×10^{-16} كولوم) عند وضعها في تلك النقطة ؟

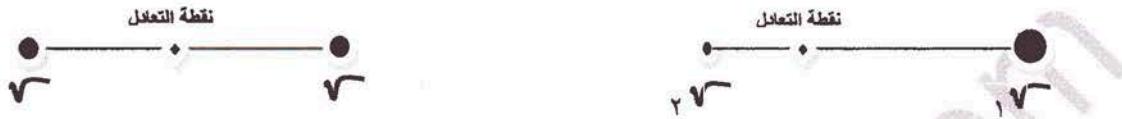
$$F = 1.0 \times 10^{-16} \times 1.0 \times 10^{12} \text{ نيوتن}$$

$$F = 1.0 \times 10^{-4} \text{ نيوتن}$$

المجال الكهربائي ونقطة التعادل

نقطة التعادل : هي النقطة التي ينعدم عنها المجال الكهربائي " محصلة المجالات الكهربائية عندها تكون متساوية الصفر " .

- عند وجود شحتين متشابهتين في النوع فان نقطة التعادل تكون على الخط الواصل بين الشحتين وفي المنطقة المحصورة بين الشحتين .
- إذا كانت الشحتان غير متساويتان في المقدار تكون نقطة التعادل اقرب إلى الشحنة الصغيرة .
- إذا كانت الشحتان متساويتان في المقدار تكون نقطة التعادل في منتصف المسافة بينهما .



- عند وجود شحتين مختلفتين في النوع فان نقطة التعادل تكون على الخط الواصل بينهما وخارج الشحتين .
- إذا كانت الشحتان غير متساويتان في المقدار تكون نقطة التعادل اقرب إلى الشحنة الصغيرة .
- إذا كانت الشحتان متساويتان في المقدار لا يوجد نقطة تعادل .



سؤال : شحتان نقطيتان الأولى (10^{-2} كولوم) والثانية (10^{-8} كولوم) وضعتا في الهواء بفصل بينهما مسافة (6 سم) او جد نقطة التعادل في كل من الحالتين التاليتين :

لأنه موجود

$$\frac{9 \times 10^{-8} \times 9 \times 10^{-9}}{r^2} = \frac{9 \times 10^{-8} \times 9 \times 10^{-9}}{(6-f)^2}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{6-f}$$

$$f = 6-f$$

$$2f = 6$$

$$f = 3 \text{ سم}$$

لأنه موجود

$$\frac{9 \times 10^{-8} \times 9 \times 10^{-9}}{r^2} = \frac{9 \times 10^{-8} \times 9 \times 10^{-9}}{(6+f)^2}$$

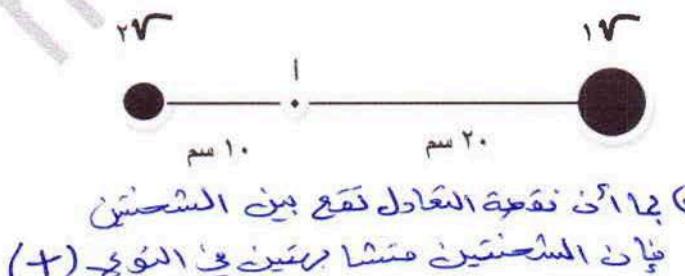
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{6+f}$$

$$6-f = f$$

$$6 = 2f$$

$$f = 3 \text{ سم}$$

سؤال : يبين الشكل المجاور شحتين نقطيتين ($27 \mu\text{C}$ ، $17 \mu\text{C}$) فإذا علمت ان ($27 \mu\text{C}$ + $17 \mu\text{C}$) هي نقطة تعادل اجب بما يلي :

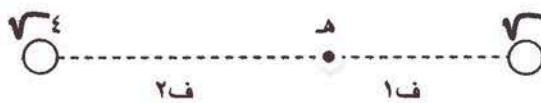


$$\frac{9 \times 10^{-8} \times 9 \times 10^{-9}}{r^2} = \frac{9 \times 10^{-8} \times 9 \times 10^{-9}}{(20-x)^2}$$

$$\frac{9}{x^2} = \frac{9}{(20-x)^2} \Leftrightarrow x^2 = 400 - 40x$$

$$\Leftrightarrow x^2 - 40x + 400 = 0 \Rightarrow x = 20 \text{ سم}$$

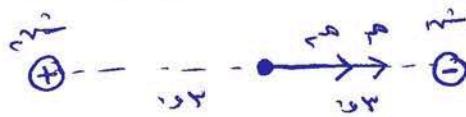
سؤال: في الشكل المجاور إذا كانت النقطة (هـ) نقطة تعاذر في مجال الشحنتين المبينتين في الشكل فإن النسبة $\frac{هـ}{فـ}$ تساوي :



$$\frac{هـ}{فـ} = \frac{10 \times 9}{هـ}$$

$$\frac{هـ}{فـ} = \frac{1}{هـ} \Leftrightarrow \frac{هـ}{هـ} = \frac{1}{هـ} \Leftrightarrow \frac{هـ}{هـ} = \frac{1}{هـ}$$

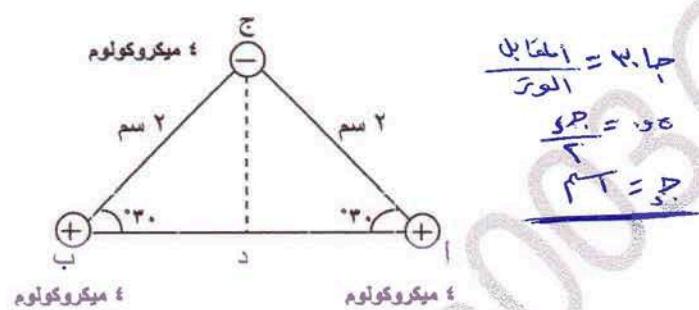
سؤال: شحتندين نقطيتين موضوعتين في الهواء متساوين في النوع ومقدار كل منهما (10^{-2} كولوم) والمسافة بينهما (٠٦ م) احسب المجال الكهربائي عند النقطة التي تتصف المسافة بينهما :



$$\frac{هـ}{هـ} = \frac{10 \times 9 \times 10^{-2}}{0.6^2}$$

$$\frac{هـ}{هـ} = \frac{10 \times 9 \times 10^{-2}}{0.6^2}$$

$$\frac{هـ}{هـ} = \frac{10 \times 9 \times 10^{-2}}{0.6^2} = 200 \text{ نيوتن/كيلوغرام}$$



$$\begin{aligned} جـ &= \frac{\text{اللماقي}}{\text{الور}} \\ جـ &= \frac{3.14 \times 2^2}{3} \\ جـ &= 3.14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{العوة} &= \frac{هـ}{هـ} \\ &= \frac{10 \times 9 \times 10^{-2}}{3.14} = 28.6 \text{ نيوتن} \end{aligned}$$

سؤال: استعن بالقيم المثبتة على الشكل المجاور واحسب :

١- المجال الكهربائي عند النقطة (د) ؟

٢- القوة المؤثرة في الشحنة الموضوعة عند (ج) ؟

$هـ =$ شبه مقدار دواعي المجال الناجم عن (د)

يادى المجال الملاجئ عن (ب) وقى عاكسانه بلغعتاه بعدها

* المجال عند (ج) لا ينبع فقط من الشحنة (ج) .

$$\frac{هـ}{هـ} = \frac{10 \times 9 \times 10^{-2}}{0.2^2} = 225 \text{ نيوتن/كيلوغرام}$$

$$\frac{هـ}{هـ} = \frac{10 \times 9 \times 10^{-2}}{0.2^2} = 225 \text{ نيوتن/كيلوغرام}$$

$$\begin{aligned} هـ &= \frac{225}{2} = 112.5 \text{ نيوتن} \\ هـ &= \frac{225}{2} = 112.5 \text{ نيوتن} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} هـ &= \frac{225}{2} = 112.5 \text{ نيوتن} \\ هـ &= \frac{225}{2} = 112.5 \text{ نيوتن} \end{aligned}$$

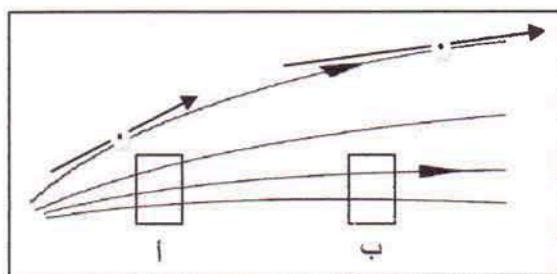
محصلة المجال على محور س = ٠

$$C/N \sqrt{10 \times 9} = 225 \text{ نيوتن}$$

خطوط المجال الكهربائي :

- يتم تصور المجال الكهربائي في الحيز المحيط بالشحنة من خلال رسم خطوط وهمية تشير إلى اتجاه المجال عند أي نقطة في هذا الحيز تسمى خطوط المجال الكهربائي .
- **خط المجال الكهربائي** : هو المسار الذي تسلكه شحنة اختبار موجبة حرة الحركة عند وضعها في المجال .

لاحظ الشكل المجاور الذي يمثل خطوط المجال الكهربائي " إن المجال الكهربائي يرتبط مع خطوط المجال من حيث الاتجاه والمقدار كما يلي " :



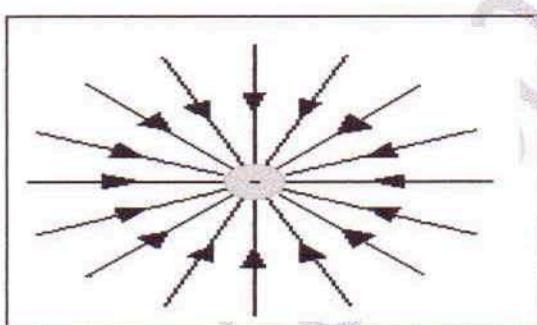
- 1- يكون متجه المجال الكهربائي مماسا لخط المجال الكهربائي عند أي نقطة .

- 2- يتاسب عدد خطوط المجال التي تعبر عموديا وحدة المساحة من سطح ما مع مقدار المجال عند ذلك السطح أي أن المجال الكهربائي يكون كبيرا في المنطقة التي تكون فيها الخطوط متقاربة وصغيرا في المنطقة التي تكون فيها الخطوط متباينة .

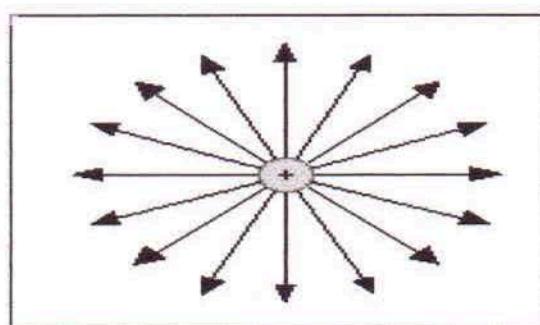
- عدد خطوط المجال التي تخترق وحدة المساحة (أ) أكبر من عدد خطوط المجال التي تخترق وحدة المساحة (ب) لذلك فإن قيمة المجال عند (أ) أكبر منها عند (ب) .

خصائص خطوط المجال الكهربائي :

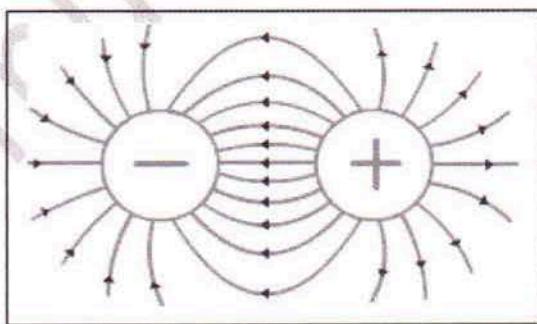
- 1- تبدأ الخطوط من الشحنة الموجبة وتنتهي بالشحنة السالبة " أي أن الخطوط تكون خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة "
- 2- عدد الخطوط التي تخرج من الشحنة الموجبة أو تدخل في الشحنة السالبة يتتناسب مع مقدار الشحنة " أي أن الشحنة التي لها مقدار كبير تكون عدد الخطوط الخارجية منها أو الداخلة فيها كبير وكلما قلت الشحنة يقل عدد الخطوط "
- 3- خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع " لأنها لو تتقاطعت لكان للمجال الكهربائي أكثر من اتجاه عند نقطة التقاطع وهذا لا يجوز " .



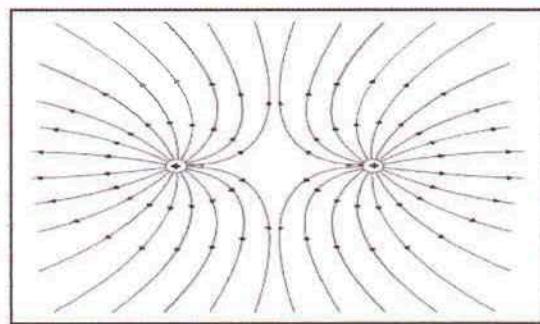
خطوط المجال لشحنة سالبة مفردة



خطوط المجال لشحنة موجبة مفردة



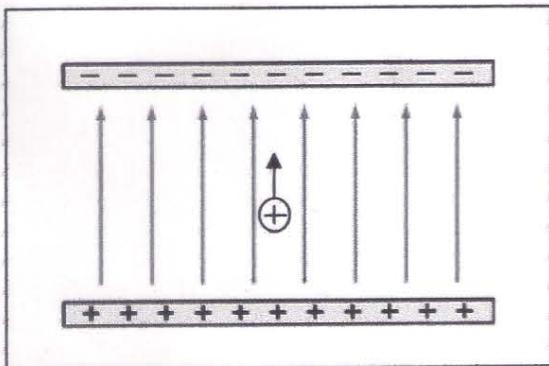
خطوط المجال لشحتين مختلفتين



خطوط المجال لشحتين مشابهتين

حركة جسم مشحون في مجال كهربائي منتظم

- المجال الكهربائي المنتظم** هو المجال الثابت في المقدار والاتجاه.
- يمكن الحصول على مجال كهربائي منتظم من خلال وضع صفيحتين فلزيتين متوازيتين ومشحونتين بشحنتين مختلفتين فتكون خطوط المجال الكهربائي بينها متوازية ولها نفس الاتجاه وبعد بينها متساوي كما في الشكل :
- عند وضع شحنة كهربائية داخل المجال المنتظم فإنها تتأثر بقوة كهربائية يكون اتجاهها مع اتجاه خطوط المجال إذا كانت الشحنة موجبة وعكس اتجاه خطوط المجال إذا كانت الشحنة سالبة .
- ولذلك فإن الجسم يكتسب تسارعا نتيجة الحركة داخل المجال ويتم حساب التسارع من خلال العلاقة :

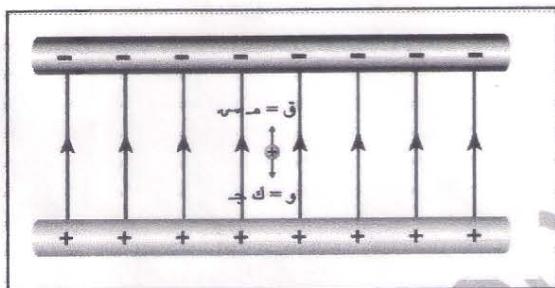


ق : القوة الكهربائية
 م : المجال الكهربائي
 v: الشحنة
 t: التسارع
 k: كتلة الجسم

$$ق = m \cdot a = k \cdot t$$

$$t = \frac{m}{k} \cdot a$$

سؤال: اتنى جسم شحنته (٣ نانوكولوم) عند وضعه في مجال كهربائي منتظم مقداره (10×10^9 نيوتن / كولوم) كما هو مبين في الشكل جد كثة الجسم المشحون (تسارع الجاذبية $g = 10 \text{ م/ث}^2$) : (من الكتاب)



لما زأي الجسم هترز

$$m \cdot a = k \cdot g$$

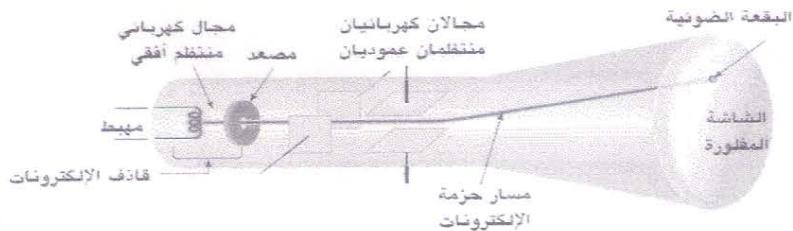
$$a = \frac{kg}{m}$$

$$\frac{10 \times 10^9}{10 \times 2} =$$

$$= 4 \text{ كم}$$

- احد أهم التطبيقات للمجال الكهربائي المنتظم استخدامه في أنابيب أشعة المهبط المبينة في الشكل المجاور وتستخدم هذه الأنابيب في عديد من التطبيقات مثل :
- ـ شاشات الحاسوب
- ـ أجهزة رسم التدفبات

يتم بعث الإلكترونات داخل الأنابيب من قبيل المهبط ويستخدم مجال كهربائي منتظم لتسريعها فتجه نحو مصعد متقوب وذلك داخل حيز يدعى قاذف الإلكترونات مما يؤدي إلى انبعاث هذه الإلكترونات على شكل حزمة ثم تدخل هذه الحزمة إلى مجالين كهربائيين متناظرين عموميين على الحزمة ليتم تحريك الحزمة بينما ويسارا ثم إلى الأعلى وإلى الأسفل وبذلك يتم توجيه الحزمة إلى مكان محدد على الشاشة المقلورة فترك بقعة من الضوء مشكلة الرسم على الشاشة .



الشكل (١١-١) : رسم تخطيطي لأنابيب أشعة المهبط.

الجهد الكهربائي

ك : الكتلة
ع : السرعة
ف : الارتفاع عن سطح الأرض
ج : تسارع الجاذبية الأرضية

$$\text{ط}^{\text{ح}} = \frac{1}{2} \text{ك} \cdot \text{ع}^2$$

$$\text{ط}^{\text{و}} = \text{ك} \cdot \text{ف} \cdot \text{ج}$$

تعلمت في صفوف سابقة أن لكل جسم طاقة ميكانيكية حيث أن :

الطاقة الميكانيكية ($\text{ط}^{\text{م}}$) = الطاقة الحركية ($\text{ط}^{\text{ح}}$) + طاقة الوضع ($\text{ط}^{\text{و}}$)

الطاقة الميكانيكية للجسم تبقى ثابتة أي أن الزيادة في طاقة الحركة يقابلها نقصان في طاقة الوضع والعكس صحيح $\Delta \text{ط}^{\text{و}} = \Delta \text{ط}^{\text{ح}}$

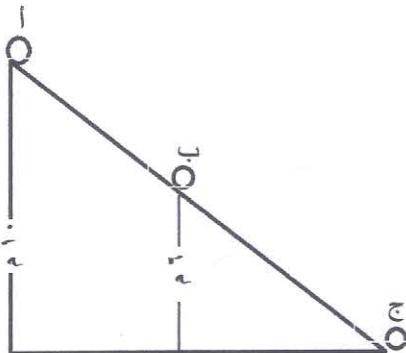
مثال: في الشكل المجاور إذا علمت أن (كتلة الجسم = 2 كغم) و (تسارع الجاذبية = 10 م / ث²) احسب كلاما يلي :

١- طاقة الوضع عند النقاط (أ ، ب ، ج) ؟

٢- التغير في طاقة الوضع والتغير في طاقة الحركة عند انتقال الكرة من أ ← ب ؟

٣- التغير في طاقة الوضع والتغير في طاقة الحركة عند انتقال الكرة من ب ← ج ؟

٤- طاقة الحركة عند النقاط (أ ، ب ، ج) ؟



$\text{ط}^{\text{و}}_A = 10 \times 0 \times 2 = 0$	$\text{ط}^{\text{و}}_B = 10 \times 6 \times 2 = 120$	$\text{ط}^{\text{و}}_C = 10 \times 10 \times 2 = 200$
$\text{ط}^{\text{و}}_A = \text{صفر}$	$\text{ط}^{\text{و}}_B = 120 \text{ جول}$	$\text{ط}^{\text{و}}_C = 200 \text{ جول}$

هذا المثال
للتوسيع فقط
وليس مطروحا في
الامتحان

$\Delta \text{ط}^{\text{و}}_{(ب)} = \text{ط}^{\text{و}}_B - \text{ط}^{\text{و}}_A = 120 - 0 = 120 \text{ جول}$	$\Delta \text{ط}^{\text{و}}_{(ج)} = \text{ط}^{\text{و}}_C - \text{ط}^{\text{و}}_A = 200 - 120 = 80 \text{ جول}$
$\Delta \text{ط}^{\text{ح}} = \Delta \text{ط}^{\text{و}} = 120 \text{ جول}$	$\Delta \text{ط}^{\text{ح}} = \Delta \text{ط}^{\text{و}} = 80 \text{ جول}$
$\Delta \text{ط}^{\text{ح}} = \text{ط}^{\text{ح}}_B - \text{ط}^{\text{ح}}_A = 80 - 0 = 80 \text{ جول}$	$\Delta \text{ط}^{\text{ح}} = \text{ط}^{\text{ح}}_C - \text{ط}^{\text{ح}}_A = 200 - 80 = 120 \text{ جول}$
$\Delta \text{ط}^{\text{ح}} = \text{ط}^{\text{ح}}_B - \text{ط}^{\text{ح}}_A = 120 - 80 = 40 \text{ جول}$	$\Delta \text{ط}^{\text{ح}} = \text{ط}^{\text{ح}}_C - \text{ط}^{\text{ح}}_A = 200 - 80 = 120 \text{ جول}$

من خلال المثال السابق نستنتج أن :

١- التغير في طاقة الوضع يساوي التغير في طاقة الحركة $\Delta \text{ط}^{\text{و}} = \Delta \text{ط}^{\text{ح}}$

٢- أن الجسم ينتقل من النقطة التي لها طاقة وضع عالية إلى النقطة التي لها طاقة وضع منخفضة من تلقاء نفسه بسبب الجاذبية الأرضية .

- ماذا لو أردنا نقل الكرة من النقطة (ج) إلى النقطة (أ) وبسرعة ثابتة :

من المؤكد أن الكرة لن تستطيع الانتقال من تلقاء نفسها وإنما هي بحاجة إلى قوة خارجية تدفعها إلى الأعلى .

• بما أن سرعة الكرة ثابتة فهذا يعني أن الطاقة الحركية للكرة تبقى ثابتة دون تغيير $\Delta \text{ط}^{\text{ح}} = \text{صفر}$

• وبما أن $\Delta \text{ط}^{\text{و}} = \Delta \text{ط}^{\text{ح}}$ فهذا يعني أن طاقة الوضع يجب أن لا تتغير ولكن هذا غير صحيح فكلما ارتفعت الكرة إلى الأعلى فإن طاقة الوضع لها تزداد وهذا يدل على وجود مصدر خارجي يقوم بإعطاء الطاقة للكرة .

• إن الكرة تحصل على الطاقة من القوة الخارجية التي تقوم بدفعها إلى الأعلى وهذا ما يسمى بالشغل .

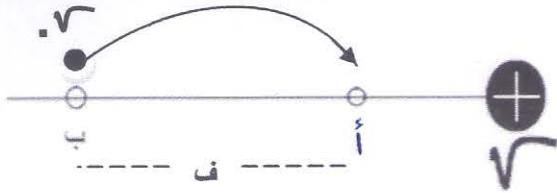
الشغل (ش) : هو الطاقة التي تبذلها قوة خارجية (ق) تؤثر على جسم فتقوم بتحريكه مسافة (ف) بنفس اتجاه القوة ويقاس بوحدة جول .

$$ش = ق \cdot ف = ق \cdot ف \cdot جتا \theta$$

وفي المثال السابق فإن القوة المؤثرة على الكرة تبذل شغلا لتحريك الكرة وهذا الشغل يخزن في الكرة على شكل طاقة وضع .

$$ش = \Delta \text{ط}^{\text{و}}$$

فرق الجهد الكهربائي :



يمثل الشكل المجاور شحنة كهربائية موجبة والنقطتان (أ) و (ب) لها طاقة وضع عالية لأنها قريبة من الشحنة بينما النقطة (ب) لها طاقة وضع منخفضة لأنها بعيدة عن الشحنة.

عند وضع شحنة الاختبار الموجبة (٧.) عند النقطة (ب) فإنها لا تستطيع الانتقال إلى النقطة (أ) من تلقاء نفسها "من طاقة وضع منخفضة إلى طاقة وضع عالية" وإنما نحتاج إلى قوة خارجية لنقلها وإذا أردنا أن يكون الانتقال بسرعة ثابتة حتى لاتغير من الطاقة الحركية يجب أن تكون القوة الخارجية متساوية في المقدار لقوة التناول الكهربائية بين الشحتين .

وكما تعلمنا سابقاً فإن هذه القوة الخارجي سوف تبدل شغلاً:

$$\text{ش } A \leftarrow B = \Delta \text{ ط }_B - \text{ ط }_A \quad (1) \quad \text{إذا قمنا بقسمة هذه المعادلة على } (7.)$$

$\frac{\text{ط }_B}{7.}$	$\frac{\text{ط }_A}{7.}$	$\frac{\Delta}{7.}$	$\frac{\text{ش } A - B}{7.}$
جهد النقطة (ب)	جهد النقطة (أ)	فرق الجهد بين النقطتين (أ) و (ب)	

$$\text{ش } A \leftarrow B = \frac{\Delta \text{ ط }_B}{7.} - \frac{\text{ط }_A}{7.} \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ \Delta \text{ ج }_B = \Delta \text{ ج }_A = \text{ ج }_B - \text{ ج }_A$$

فرق الجهد بين نقطتين : هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة عند نقلها بين نقطتين وبسرعة ثابتة "دون التغير في طاقتها الحركية"

الجهد الكهربائي لنقطة : هو الشغل المبذول من قبل قوة خارجية اللازم لنقل وحدة الشحنة الموجبة من الملاطمة إلى تلك النقطة وبسرعة ثابتة "دون التغير في طاقتها الحركية "

يقاس الجهد الكهربائي بوحدة (جول / كيلوم) وتسمى فولت .

جهد نقطة موجودة في الملاطمة = صفر

طاقة الوضع لنقطة موجودة في الملاطمة = صفر

الفولت : هو جهد نقطة عندما يلزم نقل مقداره (1 جول) لنقل وحدة الشحنة الموجبة (1 كيلوم) من الملاطمة إلى تلك النقطة وبسرعة ثابتة "دون التغير في طاقتها الحركية "

ملخص المفاهيم :

طاقة الوضع لنقطة معينة = جهد تلك النقطة × الشحنة الموجودة في تلك النقطة

$$\text{ط }_A = \text{ ج }_A \times 7.$$

الشغل المبذول لنقل شحنة بين نقطتين = التغير في طاقة الوضع للشحنة المنقولة = فرق الجهد بين النقطتين × الشحنة المنقولة

$$\text{ش } A \leftarrow B = \Delta \text{ ط }_B = \Delta \text{ ج }_B \times 7. \text{ منقولة}$$

سؤال : ماذا نعني بقولنا أن جد نقطة = ٢٠ فولت :

انه يلزم شغل مقداره ٢٠ جول لنقل وحدة الشحنة الموجبة من الملاطمة إلى تلك النقطة دون التغير في طاقتها الحركية وبعكس اتجاه المجال .

سؤال : ماذا نعني بقولنا أن جهد نقطة = - ٢٠ فولت :

أن وحدة الشحنات الموجبة تفقد ٢٠ جول من طاقتها الحركية حتى تنتقل حررة من موقعها إلى الملاطمة بنفس اتجاه المجال .

سؤال: شحنة كهربائية مقدارها (4×10^{-4}) كولوم وضعت عند النقطة (أ) التي جدها (٢) فولت جد كلاما يلي :

١- طاقة الوضع الكهربائية للشحنة ؟

٢- الشغل اللازم لنقل الشحنة من موضعها عند (أ) إلى النقطة (ب) التي جدها (٦) فولت ؟

٣- التغير في طاقة وضع الشحنة عند نقلها من (أ) إلى (ب) ؟

$$(1) \text{ ط} = \Delta \text{ ط} = 2.7 \times 10^{-4} \text{ جول}$$

$$\text{النقطة ب} = \Delta \text{ ط} = 2.7 \times 10^{-4} \text{ جول}$$

$$= 2.7 \times 10^{-4} \times (6 - 2) =$$

$$(2) \text{ ط} = \Delta \text{ ط} = 1.6 \times 10^{-4} \text{ جول}$$

سؤال: وضعت شحنة كهربائية مقدارها (2×10^{-4} كولوم) عند النقطة (أ) إذا كان الشغل اللازم لنقلها إلى النقطة (ب) يساوي (4×10^{-4}) جول وكان جهد النقطة (ب) يساوي (٤٠) فولت اوجد كلاما يلي :

١- جهد النقطة (أ) ؟

٢- طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في الشحنة عند وضعها في النقطة (ب) ؟

٣- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (6×10^{-4}) كولوم من المAlanahia إلى النقطة (ب) ؟

$$(1) \text{ ط} = \Delta \text{ ط} = 1.6 \times 10^{-4} \text{ جول}$$

$$= 1.6 \times 10^{-4} \times (40 - 2)$$

$$= 1.6 \times 10^{-4} \text{ جول}$$

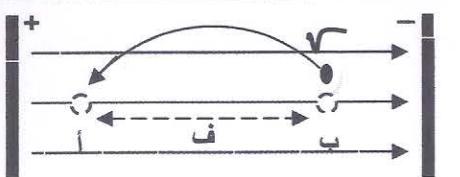
$$(2) \text{ ط} = \Delta \text{ ط} = 1.6 \times 10^{-4} \text{ جول}$$

$$= (40 - 2) \times 1.6 \times 10^{-4} \text{ جول}$$

$$= 38 \times 1.6 \times 10^{-4} \text{ جول}$$

$$= 6.08 \times 10^{-4} \text{ جول}$$

فرق الجهد الكهربائي في مجال منتظم



يمثل الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً ونلاحظ أن النقطة (أ) ذات طاقة وضع عالية لوجودها بالقرب من الصفيحة الموجبة بينما النقطة (ب) ذات طاقة وضع منخفضة لوجودها بالقرب من الصفيحة السالبة .

إذا أردنا نقل شحنة كهربائية موجبة (+) من النقطة (ب) إلى النقطة (أ) بعكس اتجاه المجال وبسرعة ثابتة فإن ذلك يتطلب قوة خارجية متساوية في المقدار لقوة التناول الكهربائية ومعاكسة لها في الاتجاه .

- هذا يعني أن القوة الخارجية سوف تبذل شغلاً حتى تستطيع نقل الشحنة :

$$\text{ولكن: } F_{\text{خارجية}} = q_{\text{كهربائية}} = m \cdot a$$

$$\Delta V_{ab} = F \cdot d / q$$

وعدد قسمة هذه المعاللة على مقدار الشحنة المنقولة m

$$\Delta V_{ab} = m \cdot a / q$$

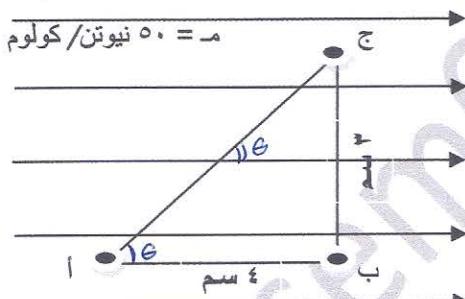
$$\Delta V_{ab} = \frac{m \cdot a}{q}$$

$$\Delta V_{ab} = m \cdot a / q$$

فرق الجهد بين نقطتين داخل مجال منتظم

θ : هي الزاوية المحصورة بين اتجاه المسافة (ف) واتجاه المجال (م)

$$\Delta V_{ab} = m \cdot a / q$$



$$1 - \Delta V_{ab} = m \cdot a / q$$

$$\text{حوله الضلعي} = 5.9 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$$

$$\text{جهاز} = \frac{\text{المجال}}{\text{الوتر}} = \frac{5}{5} = 1$$

$$2 - \Delta V_{ab} = 1 \times 4 \times 0.2 = 0.8 \text{ جهاز} = 0.8 \text{ فولت}$$

$$3 - \Delta V_{ab} = 1 \times 4 \times 0.2 = 0.8 \text{ جهاز} = 0.8 \text{ فولت}$$

$$4 - \Delta V_{ab} = 1 \times 4 \times 0.2 = 0.8 \text{ جهاز} = 0.8 \text{ فولت}$$

أو $\Delta V_{ab} = \Delta V_{bc} + \Delta V_{ca}$ $\therefore = 0.8 + 0.8 = 1.6 \text{ فولت}$

- نلاحظ في المثال السابق إذا كان المجال الكهربائي متوازياً مع الإزاحة ($\theta = 90^\circ$) يكون الفرق في الجهد ($\Delta V = 0$) وهذا يعني أن جميع النقاط التي تقع على السطح الواسع بين النقطة (ب، ج) لها نفس الجهد وتسمى سطح تساوي الجهد .

سؤال: استخدم العلاقة $\Delta \rightarrow = \text{م ف لإثبات أن وحدة قياس المجال (نيوتون / كيلوم) تكافئ (فولت / م) ؟}$

$$\underline{\text{جول} = \text{نيوتون}} \cdot \text{م}$$

$$\underline{\text{هودت} = \frac{\text{جول}}{\text{كيلوم}}}$$

$$\underline{\text{أو}}$$

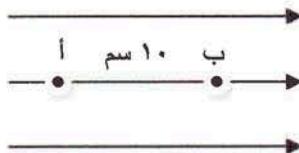
$$\underline{h = \frac{\text{نيوتون}}{\text{كيلوم}}}$$

العلاقة $h = \text{م ف}$

$$\text{هودت} = \frac{\text{جول}}{\text{كيلوم}} = \frac{\text{نيوتون}}{3} \cdot \text{م} = \frac{\text{نيوتون}}{\text{كيلوم}} \cdot \text{م}$$

$$h = \frac{F}{q} = \frac{\text{هودت}}{3} = \frac{\text{نيوتون}}{\text{كيلوم}}$$

سؤال: نقلت شحنة كهربائية موجبة مقدارها (20×10^{-3}) ميكروكيلوم من النقطة (أ) في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل فلما دارت طاقة الوضع الكهربائية لها بمقدار (4×10^{-3}) جول . جد مقدار المجال الكهربائي ؟



$$\Delta \text{حلو} = \frac{h}{q} = \frac{20 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3}} \text{ جول / م ف}$$

$$= 5 \times 10^{-3} \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-6}$$

$$ج_ب = 5 \times 10^{-6} \text{ هودت}$$

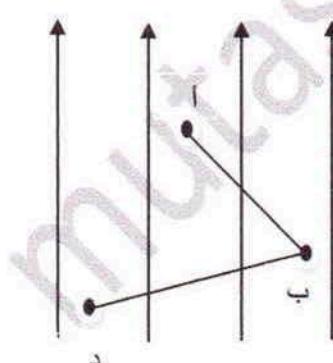
$$ج_ب = \text{م ف} \cdot \text{م ف}$$

$$= h \times 10^{-6} \text{ جواه}$$

$$h = \dots \frac{\text{هودت}}{\text{م ف}}$$

سؤال: في الشكل المجاور إذا علمت أن ($ج_{ab} = 20$ فولت) و ($ج_{bc} = 12$ فولت) فاحسب

الزيادة في طاقة الوضع الكهربائية عند نقل شحنة مقدارها (4×10^{-3} كيلوم) من النقطة (أ) إلى (د) ؟



$$ج_{dc} = ج_{db} + ج_{bc}$$

$$= 20 + 12 = 32 \text{ هودت}$$

$$\Delta \text{حلو} = \frac{h}{q} = \frac{32}{4 \times 10^{-3}} \text{ م ف}$$

$$= 8 \times 10^{-3} \times 32 = 256 \text{ جول}$$

سؤال: تحرك بروتون شحنته $(1.6 \times 10^{-19}$ كولوم) وكتلته $(1.67 \times 10^{-27}$ كغم) من السكون من نقطة (أ) عند اللوح الموجب إلى النقطة (ب) عند اللوح السالب في الحيز بين لوحين موصلين متوازيين مشحونين بشحنتين مختلفتين تفصل بينهما مسافة (4 سم) إذا كان المجال الكهربائي بين اللوحين (625 نيوتن / كولوم) جد ما يلي :

- ١- فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين؟
- ٢- التغير في طاقة وضع البروتون عند انتقاله بين اللوحين؟
- ٣- سرعة البروتون بعد قطعه الإزاحة؟

$$(1) \Delta V = \frac{F}{q} = \frac{625}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.9 \times 10^{20} \text{ فولت}$$

$$(2) \Delta E_k = \frac{1}{2} m v^2 = -\frac{1}{2} \times 1.6 \times 10^{-27} \times (25)^2 = -1.6 \times 10^{-25} \text{ جول}$$

٣) حاموند حفظ الطاقة

$$\text{لحجم} + \text{لحقم} = \text{لحب} + \text{لحدي}$$

$$\text{لحجم} = \text{لحقم} + \text{لحوم} - \text{لحدي} = 1.6 \times 10^{-27} \text{ جول}$$

$$\text{لحب} = \frac{1}{2} \text{ لـ كـ بـ}$$

$$\frac{1}{2} \text{ لـ كـ بـ} = \frac{\frac{1}{2} \times 1.6 \times 10^{-27}}{\frac{1.6 \times 10^{-27}}{25}} = \frac{1.6 \times 10^{-27}}{50} = 3.2 \times 10^{-28} \text{ جول}$$

٢٠١١ وزيري

سؤال: تحرك جسم شحنته $(2 \times 10^{-12}$ كولوم) وكتلته $(4 \times 10^{-32}$ كغم) من السكون من اللوح الموجب إلى اللوح السالب في الحيز بين لوحين ذي لوحين متوازيين إذا كانت المسافة بين اللوحين $(1 \times 10^{-2}$ م) وسرعة وصول الجسم إلى اللوح السالب ($4 \text{ م}/\text{ث}$) احسب:

- ١- فرق الجهد بين طرفين المواسع؟
- ٢- القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم أثناء حركته (بإهمال الجاذبية الأرضية)؟

$$(1) \Delta V = \frac{F}{q} = \frac{1}{2} \text{ لـ كـ بـ}$$

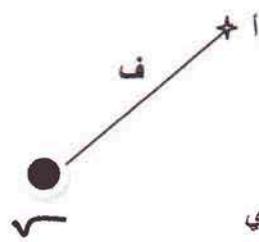
$$\frac{1}{2} \text{ لـ كـ بـ} = \frac{1}{2} \times 1.6 \times 10^{-27} = \frac{(4 \times 10^{-32}) (1.6 \times 10^{-27})}{4 \times 10^{-2}} = 1.6 \text{ فولت}$$

$$(2) F = qE$$

$$\text{حيث } E = \frac{F}{q} = \frac{1.6 \times 10^{-27}}{4 \times 10^{-32}} = \frac{4 \times 10^4}{1} \text{ نيوتن}$$

الجهد الكهربائي الناتج عن شحنات نقطية

- الجهد الكهربائي يرتبط بوجود المجال لذلك فإنه عند وجود شحنة نقطية كما في الشكل فإنه يمكن حساب قيمة الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة (f) عن الشحنة من خلال العلاقة :



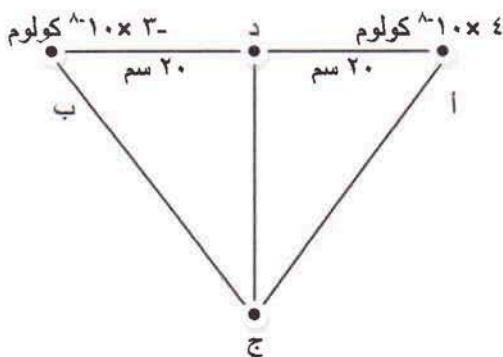
$$J_1 = \frac{10 \times 10^9}{r} \quad (إذا كانت الشحنة سالبة فإن الإشارة تعوض في القانون)$$

عند وجود عدة شحنات نقطية قريبة من النقطة (A) فإن الجهد الكهربائي عند تلك النقطة يساوي المجموع الجبري للجهد الناتج عن تلك الشحنات.



$$J_1 = \frac{10 \times 10^9}{r_1} + \frac{10 \times 10^9}{r_2} + \frac{10 \times 10^9}{r_3} + \dots$$

سؤال: يمثل الشكل مثلث متسلقي الأضلاع بناء على المعلومات المثبتة عليه جد كلاماً يلي :



- 1- الجهد الكهربائي عند النقطة (D)؟
- 2- الجهد الكهربائي عند النقطة (J)؟
- 3- الشغل اللازم بتله نقل شحنة (4 ميكروكولوم) من النقطة (D) إلى النقطة (J)؟

$$(J_1) = \frac{10 \times 10^9}{\frac{2\sqrt{3}}{3}} + \frac{10 \times 10^9}{\frac{2\sqrt{3}}{3}}$$

$$\left(\frac{10 \times 10^9}{2\sqrt{3}} + \frac{10 \times 10^9}{2\sqrt{3}} \right) = 10 \times 10^9 =$$

$$= 40 = 40 \text{ فولت}$$

$$(J_2) = \left(\frac{10 \times 10^9}{2\sqrt{3}} + \frac{10 \times 10^9}{2\sqrt{3}} \right) = 10 \times 10^9 =$$

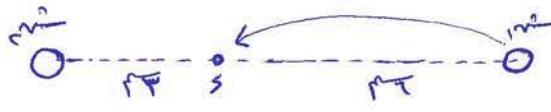
$$= 220 \text{ فولت}$$

$$(J_3) = (J_1 - J_2) = 40 - 220 = -180 \text{ فولت}$$

$$= 10 \times 10^9 \times (40 - 220) =$$

$$= 10 \times 10^9 \times -180 =$$

سؤال: شحتن نقطتين المسافة بينهما في الهواء (٩ سم) إذا علمت أن ($q_1 = 4 \text{ نانوكولوم}$) و ($q_2 = 6 \text{ نانوكولوم}$) جد ما يلي:



١- الشغل اللازم لجعل المسافة بينهما (٣ سم)؟

٢- طاقة الوضع الكهربائي المخترنة في (٣ سم)؟

نقوم بنقل الشحنة q_2 إلى النقطة (٥)

$$٣) جم = جم - جم$$

$$1.0 \times 10^{-9} \times 1.0 \times 10^{-9} =$$

$$7.2 \times 10^{-18} \text{ جول} =$$

$$جم = \frac{9}{3} \times 1.0 \times 10^{-9} = 3.0 \times 10^{-9} \text{ مولت }$$

$$جم = \frac{9}{3} \times 1.0 \times 10^{-9} = 3.0 \times 10^{-9} \text{ مولت }$$

$$٤) جم = 4 \times 10^{-9} \text{ مولت}$$

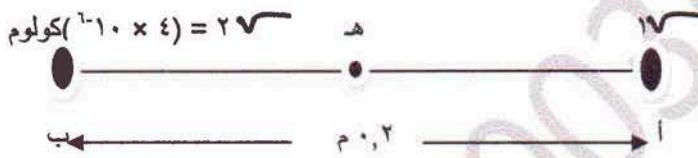
$$9 \times 10^{-10} \times (200 - 180) =$$

$$7.2 \times 10^{-18} \text{ جول} =$$

٢٠٠٣ وزاري

سؤال: شحتن نقطتين ($q_1 = 7 \text{ نانوكولوم}$) ($q_2 = 4 \text{ نانوكولوم}$) موضوعتان في الهواء عند النقطتين (أ، ب) إذا كان

الجهد الكهربائي عند النقطة (ه) الواقعة في منتصف المسافة بينهما يساوي صفر بالاعتماد على البيانات المثبتة



على الشكل احسب ما يلي :

١- شحنة (٣ سم)؟

٢- التغير في طاقة الوضع الكهربائي للشحنة (٣ سم)

عند انتقالها من (أ) إلى (ه)؟

$$٣) جم = جم - جم = (جم - جم) \text{ مولت}$$

$$7.2 \times 10^{-18} \times 1.0 \times (200 - 400) =$$

$$7.2 \times 10^{-18} \text{ جول} =$$

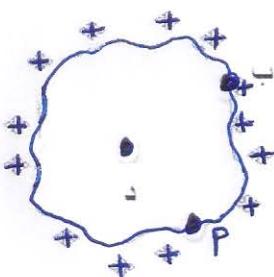
$$٤) جم = \frac{1}{15} \times 10^{-9} = 6.7 \times 10^{-10} \text{ مولت}$$

$$5) جم = 6.7 \times 10^{-10} \text{ مولت} \leftarrow$$

$$6) جم = \frac{1}{15} \times 10^{-9} = 6.7 \times 10^{-10} \text{ مولت}$$

$$7) جم = \frac{1}{15} \times 10^{-9} = 6.7 \times 10^{-10} \text{ مولت}$$

الجهد الكهربائي لموصل مشحون



عند وجود جسم موصل يحتوي على شحنات فإن هذه الشحنات تتنافر حتى تستقر على السطح الخارجي للموصل ولا يتبقى أي شحنة داخله ،

وبما أن قوة التنافر متساوية فإن هذه الشحنات تبقى ثابتة على السطح ولا تتحرك ولذلك فإن سطح الموصل يسمى سطح متساوي الجهد .

الجهد لنقطة تقع داخل الموصل = الجهد لنقطة تقع على سطح الموصل

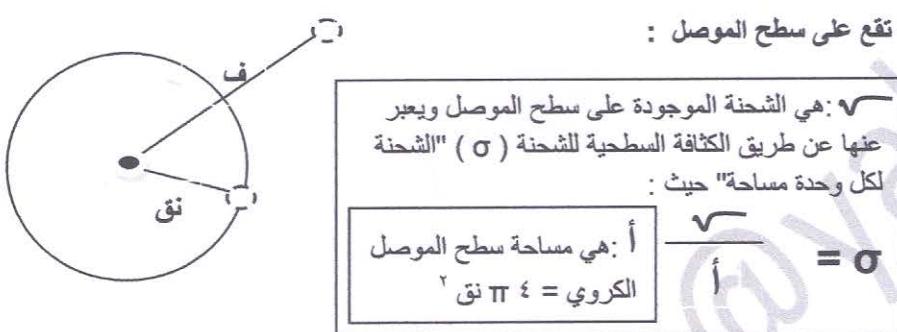
$$ج_1 = ج_2 = ج_3$$

تكون قيمة المجال الكهربائي داخل الموصل = صفر وذلك لعدم وجود شحنات داخلة .

حساب الجهد الكهربائي لموصل كروي مشحون :

حتى نقوم بحساب قيمة المجال الكهربائي لموصل فإننا نتعامل مع الموصل وكأنه شحنة نقطية موجودة في المركز .

١- الجهد الكهربائي داخل الموصل أو عند نقطة تقع على سطح الموصل :

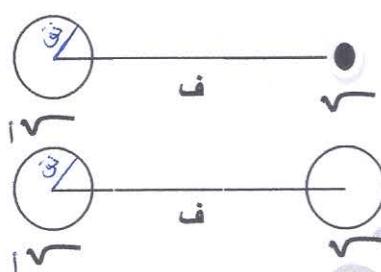


$$ج_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R^2} \cdot Q$$

٢- الجهد الكهربائي لنقطة خارج الموصل :

$$ج_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot Q$$

الجهد المطلق والجهد حتى :



عند وجود موصل (أ) بالقرب من موصل آخر (ب) أو بالقرب من شحنة نقطية (ـ) فإن الموصل (أ) يتاثر بجهدين هما :

$$1 - \text{جهد مطلق} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot Q \quad \text{"ينتاج من الشحنة الموجودة على الموصل نفسه"}$$

$$2 - \text{جهد حتى} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 f^2} \cdot Q \quad \text{"ينتاج من الشحنة الموجودة على الشحنة أو على الموصل الثاني"}$$

" f ": هي المسافة التي تفصل بين مركزي الموصلين أو بين الشحنة ومركز الموصل (أ)"

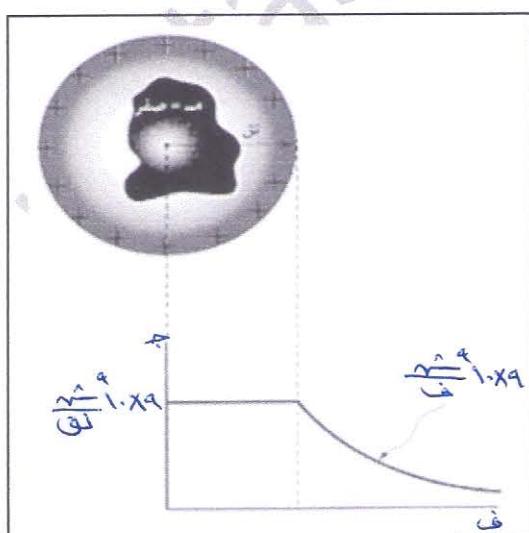
الجهد الكلي للموصل (أ) = $ج_1 + ج_2$

ملاحظة: عند وصل الموصل بالأرض يصبح **الجهد الكلي** لهذا الموصل = صفر

ولكن ليس بالضرورة أن تكون الشحنة على ذلك الموصل = صفر

العلاقة بين الجهد الكهربائي والبعد عن مركز الموصل :

- يبقى الجهد ثابتاً من مركز الموصل وحتى السطح ثم يبدأ بالتناقص كلما ابتعدنا عن الموصل .



سؤال : احسب الكثافة السطحية للشحنة الموجدة على سطح موصل نصف قطره (١٠ سم) علماً بـان الجهد الكهربائي يساوي (١٢٠٠ فولت) عند نقطة تبعد مسافة (٩٠ سم) عن مركز الموصل ؟

$$\frac{\sigma}{\frac{r}{2}} = \frac{\sigma}{\frac{90}{2}} = \sigma$$

$$11 - \frac{1.2 \times 1200}{\pi \times 2^2} = \sigma$$

$$1000 \text{ كيلومتر}^2 = \sigma$$

$$\frac{\sigma}{\frac{90}{2}} = \sigma$$

$$\frac{\sigma}{\frac{90}{2}} = 1200$$

$$11 - \frac{1.2 \times 1200}{\pi \times 2^2} = \sigma$$

$$\frac{\sigma}{\frac{90}{2}} = \sigma$$

من الكتاب

سؤال : ما عدد الالكترونيات التي يجب إزالتها من موصل كروي نصف قطره (٣ سم) ليصبح الجهد الكلي على سطحه ٧٥٠٠ فولت ؟

$$\frac{\sigma}{\frac{r}{2}} = \frac{\sigma}{\frac{3}{2}} = \sigma$$

$$11 - \frac{1.2 \times 1200}{\pi \times 2^2} = \sigma$$

$$\frac{\sigma}{\frac{3}{2}} = \sigma$$

$$1000 \text{ كيلومتر}^2 = \sigma$$

$$\frac{\sigma}{\frac{3}{2}} = \sigma$$

$$\frac{\sigma}{\frac{3}{2}} = 7500$$

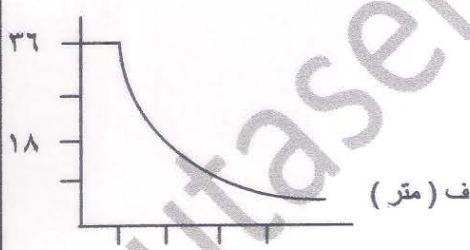
$$\frac{\sigma}{\frac{3}{2}} = 7500$$

$$\frac{\sigma}{\frac{3}{2}} = 7500$$

وزارة ٢٠١٣

سؤال : يمثل الشكل المجاور العلاقة التي تربط بين جهد موصل كروي مشحون بشحنة موجبة والبعد عن مركزه معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل جد كلاماً يلي :

ج (فولت)



١- نصف قطر الموصل الكروي ؟

٢- شحنة الموصل الكروي ؟

٣- الشغل المبذول لنقل شحنة (١٠٠٠ كيلومتر) من النقطة (أ) والتي تبعد مسافة (٤ م) إلى النقطة (ب) والتي تقع على سطح الموصل ؟

$$(1) \frac{\sigma}{\frac{r}{2}} = 1000 \text{ فولت}$$

$$\frac{\sigma}{\frac{4}{2}} = 1000$$

$$\frac{\sigma}{\frac{4}{2}} = 400$$

$$1000 \text{ كيلومتر}^2 = \sigma$$

$$1000 = \frac{1.2 \times 4 \times \sigma}{\pi \times 2^2} = 4 \sigma$$

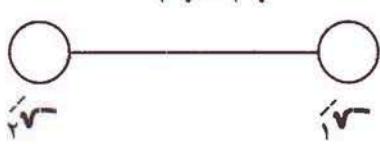
توصيل الموصلات مع بعضها البعض :

في بعض الحالات قد يتم توصيل موصل فلزي مع موصل فلزي آخر وهذا يؤدي إلى انتقال الشحنات بينهما حسب حجم كل موصل وشحنته حيث أن الشحنات تنتقل من الموصل ذي الجهد العالي إلى الموصل ذي الجهد المنخفض ويستمر انتقال الشحنة حتى يصبح الجهد الكلي للموصلين متساوي عندها توقف الشحنة عن الانتقال .



الشحنة الكلية للموصلين قبل التوصيل تساوي الشحنة الكلية للموصلين بعد التوصيل

$$Q_1 + Q_2 = Q_{\text{total}}$$



الجهد الكلي للموصل الأول بعد التوصيل يساوي الجهد الكلي للموصل الثاني بعد التوصيل

$$Q_1 \text{ الكلي} = Q_2 \text{ الكلي}$$

$$\leftarrow Q_1 \text{ مطلق} + Q_2 \text{ حثي} = Q_2 \text{ مطلق} + Q_2 \text{ حثي}$$

سؤال: بين الشكل المجاور كرتين قاربيتين الأولى نصف قطرها (10 سم) والثانية (15 سم) مشحوتين بشحنتين مختلفتين الاولى (9 ميكرو كولوم) والثانية (12 ميكرو كولوم) والمسافة بين مرکزياتهما (30 سم) فإذا تم وصل الكرتيين بسلك رفيع احسب ما يلي :



$$\text{عوطف عارفه (٢) في (١)} \\ \frac{9}{4\pi \times 10^{-9}} \times \frac{9}{10^2} = 21 = \frac{9}{4\pi \times 10^{-9}} \times \frac{12}{15^2}$$

$$\frac{12}{4\pi \times 10^{-9}} \times \frac{12}{15^2} = 24 = \frac{12}{4\pi \times 10^{-9}} \times \frac{9}{10^2}$$

$$\frac{21 + 24}{4\pi \times 10^{-9}} = 2 \leftarrow$$

$$2 = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{4\pi \times 10^{-9}} \text{ فولت}$$

$$(3) \quad \frac{1.6 \times 10^{-19}}{4\pi \times 10^{-9}} = \frac{2}{r}$$

$$\frac{1.6 \times 10^{-19}}{4\pi \times 10^{-9} \times 30} = \frac{2}{r} = 50$$

$$50 = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{4\pi \times 10^{-9} \times 30} \text{ كولوم}$$

١- الشحنة على كل كرة بعد التوصيل ؟

٢- الجهد الكلي للكرتين بعد التوصيل ؟

٣- الكثافة السطحية للشحنة على الكرة الاولى بعد التوصيل ؟

$$Q_1 + Q_2 = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 + Q_2 = 21 + 12 = 33 \text{ ميكرو كولوم}$$

بعد التوصيل :-

$$Q_1 \text{ الكلي} = Q_2 \text{ الكلي}$$

$$Q_1 \text{ مطلق} + Q_2 \text{ حثي} = Q_2 \text{ مطلق} + Q_2 \text{ حثي}$$

$$\frac{Q_1}{r_1} + \frac{Q_2}{r_2} = \frac{Q_2}{r_1} + \frac{Q_1}{r_2}$$

$$\frac{Q_1}{r_1} + \frac{Q_2}{r_2} = \frac{Q_1}{r_1} + \frac{Q_2}{r_2}$$

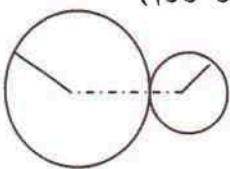
$$\frac{Q_1}{r_1} + \frac{Q_2}{r_2} = \frac{Q_1}{r_1} + \frac{Q_2}{r_2}$$

توحيد المقادير وجمع الحدود المستاجرة :-

$$\frac{Q_1}{r_1} - \frac{Q_1}{r_1} = \frac{Q_2}{r_2} - \frac{Q_2}{r_2}$$

$$0 = \frac{Q_1}{r_1} - \frac{Q_2}{r_2}$$

سؤال: كرتان فلزيتان مصنوعتان من النحاس الاولى نصف قطرها (10 سم) وتحمل شحنة مقدارها (-4 ميكرو كولوم) والثانية نصف قطرها (20 سم) وتحمل شحنة مقدارها (19 ميكرو كولوم) :

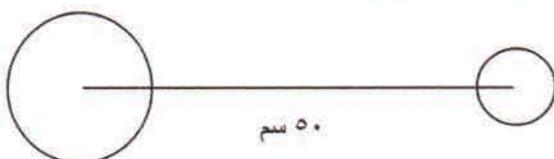


1- اذا تلامست الكرتان كما في الشكل احسب ما يلي :

أ- الشحنة على كل موصل بعد التلامس ؟

ب- الجهد الكلي لكل موصل بعد التلامس ؟

2- اذا فصلت الكرتان عن بعضهما البعض فاصبحت المسافة بين مرکزيهما (50 سم) احسب ما يلي :



$$2 \times \frac{q}{2\pi r^2} = \frac{q}{2\pi R^2} + \frac{q}{2\pi r'^2}$$

$$\left(\frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.2^2} \right) 9.1 \times 10^{-9} = \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2} \times 2 \times 10^{-9}$$

$$= 1.0 \times 10^{-12} \text{ مولت }$$

$$2 \times \frac{q}{2\pi r^2} = \frac{q}{2\pi R^2} + \frac{q}{2\pi r'^2}$$

$$\left(\frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.2^2} \right) 9.1 \times 10^{-9} = \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2} \times 2 \times 10^{-9}$$

$$= 1.0 \times 10^{-12} \text{ مولت }$$

$$1) \frac{q}{2\pi r^2} + \frac{q}{2\pi r'^2} = \frac{q}{2\pi R^2} + \frac{q}{2\pi R'^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.2^2} = \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.2^2} = \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2}$$

$$\text{حيث } \frac{1}{r^2} \text{ هي }(R^2 - r^2) \text{ المكافئ من المركزية}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.2^2} = \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.2^2} = \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2}$$

$$6 \times \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} = 3 \times \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2}$$

$$\Rightarrow 6 \times \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} = 3 \times \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2}$$

عومن معادلة (1) في (2)

$$10 = \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} = \frac{10}{3} = 3.33 \text{ ميكرو كولوم}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2} = 3 \times 10^{-12} = 3 \times 10^{-12} \text{ ميكرو كولوم}$$

الجهد الكلي للكرة الاقعه :

$$2) \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2}$$

$$\left(\frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.1^2} + \frac{1.0 \times 10^{-12}}{2\pi \times 0.5^2} \right) 9.1 \times 10^{-9} =$$

$$= 1.0 \times 10^{-12} \text{ مولت}$$

سؤال: موصلان كرويان نصف قطريهما على الترتيب (٤ سم ، ٦ سم) والمسافة بين مركزيهما (٢٠ سم) إذا كانت شحنة الموصل الأول (10×5 كولوم) والثاني (9×10 كولوم) جد كلاً مما يلي :

- ١- جهد نقطة تقع في منتصف المسافة بين الموصلين ؟
- ٢- جهد الموصل الأول ؟

٣- الشحنة على الموصل الثاني بعد وصله بالأرض "جهد الموصل الكلي بعد وصله بالأرض = صفر" ؟

ج- جهد الموصل الثاني بعد وصله بالأرض :-

$$= \frac{q_1}{r} + \frac{q_2}{r}$$

$$\frac{9 \times 10^{-9}}{20 \times 10^{-2}} + \frac{10 \times 10^{-9}}{20 \times 10^{-2}} = 10^{-8}$$

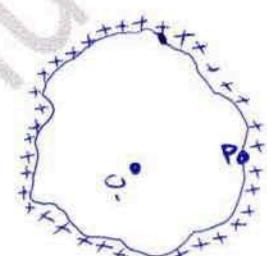
$$\frac{9 \times 10^{-9}}{20 \times 10^{-2}} + \frac{10^{-8}}{20 \times 10^{-2}} = 10^{-8}$$

$$\frac{10^{-8}}{20 \times 10^{-2}} = \frac{9 \times 10^{-9}}{20 \times 10^{-2}}$$

$$\frac{10^{-8}}{20} = \frac{9 \times 10^{-9}}{20}$$

$$\frac{10^{-8}}{20} = \frac{9 \times 10^{-9}}{20}$$

$$10^{-8} = 9 \times 10^{-9}$$



٢٠٠٧ وزاري

سؤال: اثبت أن جهد نقطة داخل موصل مشحون يساوي جهد نقطة تقع على سطح الموصل ؟

لتقريبنا انتشار يد نقل شحنة (٣) من (٢) إلى (١)

$$\Delta V_{12} = (V_1 - V_2) \text{ متزنة}$$

$$\Delta V_{12} = (V_1 - V_2) \text{ متزنة}$$

$$\Delta V_{12} = (V_1 - V_2) \text{ متزنة}$$

$$\Delta V_{12} = V_1 - V_2 = 0 \text{ لأن } V_1 \text{ داخل الموصل} = 0$$

$$V_1 = V_2$$

السطح متساوية الجهد

- سطح وهي يكون للجهد عند أي نقطة عليه قيمة ثابتة وفرق الجهد بين أي نقطتين على هذا السطح $\Delta V = 0$
- الشغل المبذول لنقل شحنة بين نقطتين على هذا السطح $= 0$

سطح تساوى الجهد : السطح الذى لا تحتاج القوة الكهربائية إلى بذل شغل لنقل الشحنة عليه.

خصائص السطوح متساوية الجهد :

١- سطوح تساوى الجهد لا تقطاع :

لأنها لو تقاطعت لأصبح للجهد أكثر من قيمة عند نقطة التقاطع وهذا لا يجوز .

٢- السطوح متساوية الجهد متعمدة مع خطوط المجال الكهربائي :

بما أن الشغل اللازم لنقل الشحنة على سطح تساوى الجهد $= 0$

$$\text{ش} = \text{ق} . \text{ف جتا } \theta = 0$$

$$\text{ش} = \text{م} . \text{س} . \text{ف جتا } \theta = 0$$

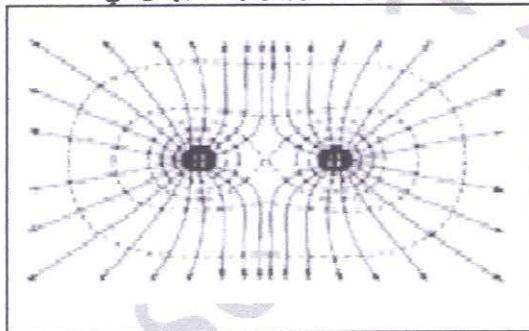
و بما أن $(\text{م} , \text{s} , \text{f}) \neq 0$ صفر

$$\text{إذا : جتا } \theta = 0 \quad \leftarrow$$

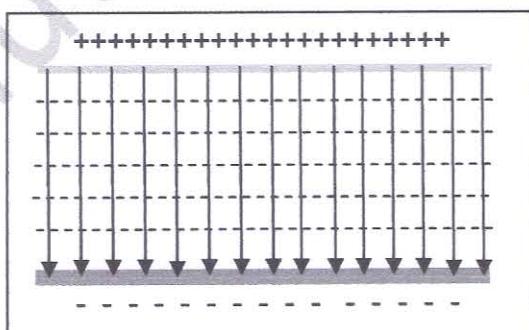
إذا لم يكن سطح تساوى الجهد عمودي مع خطوط المجال
فهذا يعني أن للمجال الكهربائي مركبتين إحداهما عمودية
على السطح والأخرى موازية للسطح وهذه المركبة
الموازية سوف تعمل على تحريك الشحنات الموجودة
على السطح وهذا يتناقض مع مفهوم سطوح تساوى الجهد
حيث أن الشحنات تبقى ثابتة عليه لذلك يجب أن تكون
سطوح تساوى الجهد عمودية على خطوط المجال

سطوح تساوى الجهد لبعض توزيعات الشحنات :

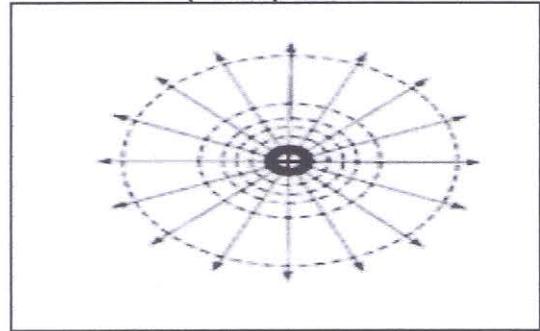
شحتان نقطيتان متساويتان ومتشابهتان في الشحنة



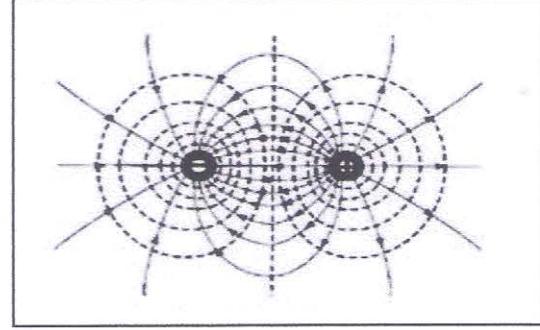
صفيحتان متوازيتان



شحنة نقطية (موجبة)



شحتان نقطيتان متساويتان ومختلفتان في الشحنة

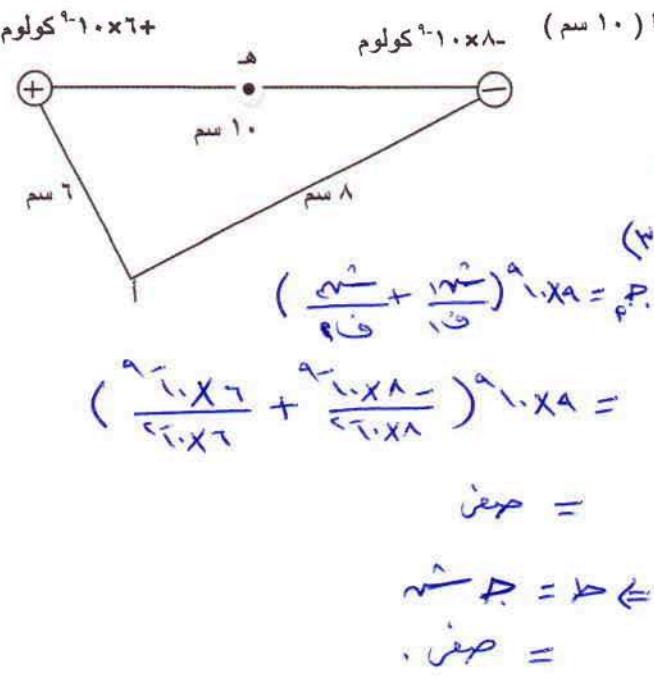


سؤال: يمثل الشكل المجاور شحتنات نقطيتان موضوعتان في الهواء بعد بينهما (10 سم) بالاعتماد على المعلومات المثبتة عليه جد كلاماً يلي:

١- القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحتين؟

٢- المجال الكهربائي عند النقطة (هـ) منتصف المسافة بين الشحتين؟

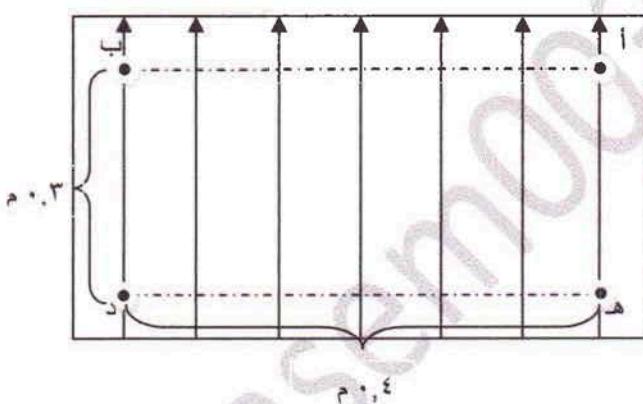
٣- طاقة الوضع الكهروستاتيكية لشحنة سالبة مقدارها (10^{-3} كولوم) إذا وضعت في النقطة (أـ)؟



سؤال: يمثل الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره (10^3 فولت / م) اعتماداً على القيم المثبتة عليه احسب كلاماً يلي :

١- جـ؟

٢- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (1 ميكروكولوم) من النقطة (هـ) إلى النقطة (بـ)؟



$$جـ = \frac{10^3 \times 10}{5} = 2000$$

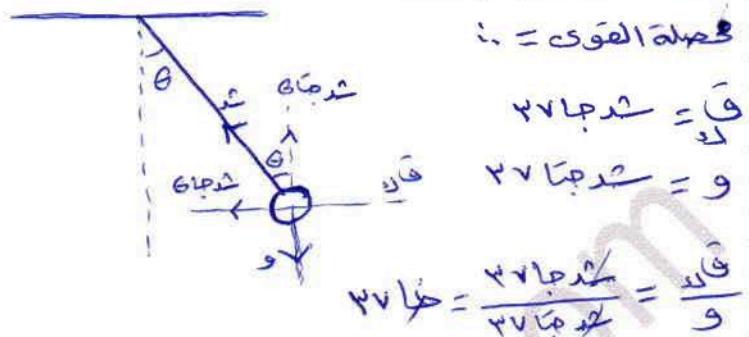
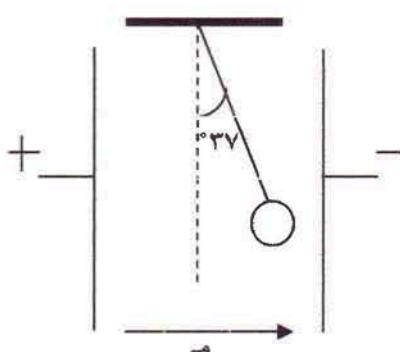
$$شـ = 10^3 \times 10 \times 10 = 10^6$$

$$مـ = -200$$

$$شـ = 200 \text{ مـ منسوبـ}$$

$$شـ = (200 - 10) \times 10 = 1900$$

سؤال: كرة فلزية مشحونة بشحنة 6×10^{-6} كولوم وزنها 2×10^{-3} نيوتن معلقة بخط بين صفيحتين متوازيتين راسياتين البعد بينهما 4×10^{-2} م وعندما وصلت الصفيحتين بمصدر كهربائي اتزنت الكرة في وضع يميل فيه الخط عن الرأس بزاوية 37° كما في الشكل احسب فرق الجهد الكهربائي للمصدر :



$$\text{مقدمة القوى} = \dots$$

$$W = 27 \text{ دجن} \quad \dots$$

$$T = 27 \text{ دجن} \quad \dots$$

$$\frac{F_e}{T} = \frac{27}{27} = 1 \quad \dots$$

$$F_e = W \cos 37^\circ = 27 \times 0.8 = 21.6 \text{ دجن} \quad \dots$$

$$\Rightarrow F_e = 21.6 \text{ دجن} \quad \dots$$

$$C/N = \frac{21.6}{0.02} = 1080 \text{ دجن} \quad \dots$$

$$\Rightarrow E = 1080 \times 10^3 \text{ دجن} \quad \dots$$

سؤال: يستخدم قانون كولوم لحساب القوة المتباعدة بين الشحنات الكهربائية النقطية الساكنة اجب عما يلي :

١- ما الكمية الفيزيائية التي يدل عليها الرمز (E) ؟

٢- لماذا تكون القوة بين الشحنات متباعدة ؟

٣) **المحاكمة** الكهربائية للوسط الذي يفصل بين الشحنات

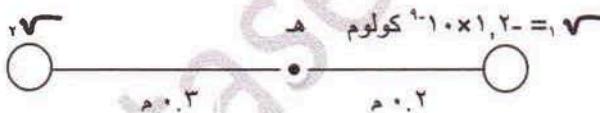
٤) حسب قانون ميون الثالث لكل فعل رد فعل متساوٍ له في المقدار ويعكس له في الاتجاه

سؤال: بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل (٢٧، ٢٨) شحتان نقطيان موضوعان في الهواء إذا كان الجهد الكهربائي في النقطة (H) يساوي صفر فاجب عما يلي :

١- احسب مقدار ونوع الشحنة (E) ؟

٢- احسب المجال الكهربائي في النقطة (H) مقداراً واتجاهها ؟

٣- ماذا نعني بقولنا شحنة نقطية ؟



٤) شحنة نقطية عدعا تكوت ابعاد الاجسام المشحونة اصغر بكثير من المسافة بينها.

$$(1) E = \frac{9 \times 10^9}{(0.2)^2} = 225 \text{ دجن} \quad \dots$$

$$E = 225 \times 10^3 \text{ دجن} \quad \dots$$

$$(2) E = \frac{9 \times 10^9}{(0.2)^2} = 225 \times 10^3 \text{ دجن} \quad \dots$$

$$E = \frac{9 \times 10^9}{(0.2)^2} = 225 \times 10^3 \text{ دجن} \quad \dots$$

$$E = C/N = 225 \times 10^3 \text{ دجن} \quad \dots$$

سؤال: بين الشكل المجاور شحتندين نقطيتين موضوعتين في الهواء بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل احسب ما يلي :

١- مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحتندين ؟

٢- الشغل المبذول لنقل الشحنة الكهربائية (٣٧) من موضعها عند (أ) إلى (ه) ؟



$$\text{الإجابة} = (q_1 - q_2) \cdot \text{مسافة}$$

$$= 10^{-5} \times 10^{-4} \times (10 - 4) = 10^{-8} \text{ جول}$$

$$F = \frac{10^{-5} \times 10^{-4}}{0.2} = 10^{-8} \text{ نيوتن}$$

$$W = \frac{10^{-5} \times 10^{-4}}{0.2} \times 4 = 10^{-8} \text{ جول}$$

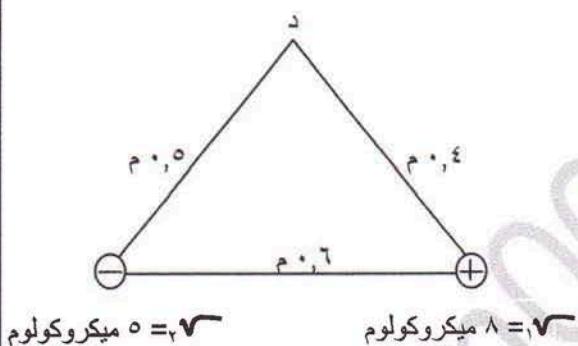
$$W = \frac{10^{-5} \times 10^{-4}}{0.2} \times 10 = 10^{-8} \text{ جول}$$

$$W = \frac{10^{-5} \times 10^{-4}}{0.2} \times 20 = 10^{-8} \text{ جول}$$

سؤال: شحتان كهربائيتان نقطيتان موضوعتين في الهواء كما في الشكل بالاعتماد على المعلومات المثبتة عليه احسب ما يلي :

١- القوة الكهربائية المتبادلة بينهما مقدارا واتجاهها ؟

٢- الشغل المبذول لنقل شحنة موجبة مقدارها (١٠٠٢) كولوم من المانعالية إلى النقطة (د) ؟



$$= 5 \text{ ميكروكولوم}$$

$$= 8 \text{ ميكروكولوم}$$

$$F = \frac{10^{-5} \times 10^{-4}}{0.6} = 10^{-8} \text{ نيوتن}$$

$$= \frac{10^{-5} \times 10^{-4}}{0.6} = 10^{-8} \text{ نيوتن}$$

$$(\frac{10^{-5} \times 10^{-4}}{0.6} + \frac{10^{-5} \times 10^{-4}}{0.6}) = 10^{-8} \text{ نيوتن}$$

$$= 10^{-8} \text{ جول}$$

$$= (q_1 - q_2) \cdot \text{مسافة}$$

$$= 10^{-5} \times 10^{-4} =$$

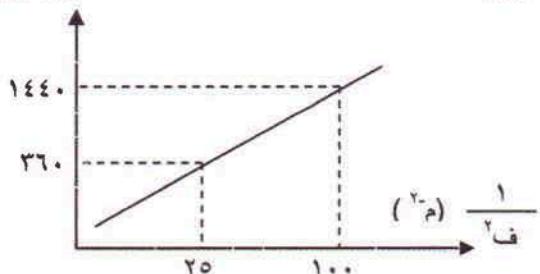
$$= 10^{-9} \text{ جول}$$

سؤال: يمثل الرسم البياني المعاور العلاقة بين القوة الكهربائية المترادفة بين شحتين نقطتين موجبتين ومقلوب مربع المسافة بينهما إذا علمت أن الشحتين متساويتين في المقدار مستعينا بالرسم احسب :

١- مقدار كل من الشحتين ؟

٢- طاقة الوضع الكهربائية الناجمة عن أي من الشحتين والمؤثرة في الشحنة الأخرى عندما تكون المسافة بينهما (٢٠،٢ م) ؟

ق (نيون)



طاقة الوضع الكهربائية الناجمة عن أي من الشحتين والمؤثرة في الشحنة الأخرى

$$\text{من المشكلة } \rightarrow \frac{1}{r} = \frac{1}{20} \leftarrow \frac{1}{r} = \frac{1}{100} \quad \text{نقطة} = \frac{1}{r}$$

$$q = \frac{1}{r} = \frac{1}{100} \times 10^{-9} \quad \text{نقطة} = \frac{1}{r}$$

$$20 \times 10^{-9} \times 10^{-9} = 2 \times 10^{-18} \quad \text{جول} = \text{نقطة}$$

نقطة = ٢٠٠ جول

نقطة = ٢٠٠ جول

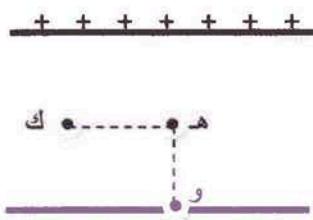
$$\frac{1}{r} = \frac{1}{100} \times 10^{-9} \quad \text{نقطة} = \frac{1}{r}$$

$$10 \times 10^{-9} \times 10^{-9} = 1 \times 10^{-18} \quad \text{جول} = \text{نقطة}$$

سؤال: يمثل الشكل المعاور لوحان فلزيان متوازيان لانهائيان الفرق في الجهد في الجهد بينهما (٢ فولت) وتنصل بينهما مسافة (١ ،٠ م) إذا كانت النقطتان (هـ ، كـ) تقعان في منتصف المسافة بين اللوحيين والنقطة (وـ) تقع على اللوح السالب احسب :

١- فرق الجهد (جـ) ؟

٢- الشغل المبذول لنقل الإلكترون من (وـ) إلى (كـ) ؟



$$(1) V = \frac{U}{d} = \frac{2}{1} = 2 \text{ فولت}$$

$$U_{AC} = U_{AD} - U_{DC} = 1 \times 10^{-9} \times 2 = 2 \times 10^{-9} \text{ جول}$$

(2) $W = qU$ سطح دساوى جول

$$W = qU = 1.6 \times 10^{-19} \times 2 = 3.2 \times 10^{-19} \text{ جول}$$

المسجل = $(U_D - U_C)$ نسبتاً متساوية

$$19 \times 10^{-19} \times 1 = 19 \times 10^{-19} \text{ جول}$$

$$= -19 \times 10^{-19} \text{ جول}$$

سؤال: ثبت لوحان فلزيان متسوونان متوازيان قبلة بعضهما البعض داخل أنبوب مفرغ من الهواء وعلى بعد $(2 \times 10^{-1} \text{ م})$ من بعضهما البعض قتولد بينهما مجال كهربائي مقداره $(3 \times 10^{-1} \text{ فولت/م})$ احسب:

١- فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين؟

٢- مقدار القوة المؤثرة في شحنة نقطية مقدارها $(1 \times 10^{-3} \text{ كيلوم})$ وضعت بين اللوحين؟

٣- الشغل الذي يبذله المجال في نقل شحنة مقدارها $(1 \times 10^{-3} \text{ كيلوم})$ من اللوح السالب إلى اللوح الموجب؟

$$(1) E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = qE = 1 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^{-1} \text{ نيوتن}$$

$$(2) F = qV = 1 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-1} \text{ نيوتن}$$

$$(3) W = Fd = 2 \times 10^{-3} \times 10^{-1} \text{ جول}$$

سؤال: شحنة كهربائية $(3 \times 10^{-3} \text{ سا})$ موضوعة في الهواء وتبعد مسافة (10 سم) عن النقطة (A) فإذا كانت القوة الكهربائية التي تؤثر بها الشحنة على شحنة اختبار $(1 \times 10^{-3} \text{ كيلوم})$ موضوعة عند النقطة (A) تساوي $(1 \times 10^{-3} \text{ نيوتن})$ باتجاه محور المسينات الموجب احسب:

١- المجال الكهربائي عند النقطة (A) ؟

٢- مقدار الشحنة $(3 \times 10^{-3} \text{ سا})$ ونوعها؟

٣- الشغل اللازم لنقل شحنة الاختبار من النقطة (A) إلى المAlanahية؟

$$(1) E = \frac{F}{q} = \frac{1 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-3}} \text{ نيوتن/كيلوم} = 1 \text{ نيوتن/كيلوم}$$

$$(2) F = qV = 1 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-6} \text{ نيوتن} \leftarrow \text{موجبة}$$

$$(3) W = Fd = \frac{3 \times 10^{-6}}{10^{-2}} = 3 \times 10^{-4} \text{ جول}$$

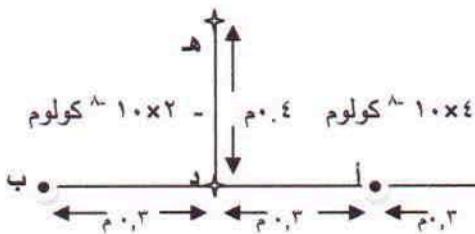
$$\boxed{W = (F - F_0) d} = (3 \times 10^{-4}) \times 10^{-1} = 3 \times 10^{-5} \text{ جول}$$

سؤال: يمثل الشكل ثلاثة نقاط (S, C, U) على استقامة واحدة عند النقطة (S) شحنة مقدارها $(2 \times 10^{-1} \text{ كيلوم})$ أحسب مقدار الشحنة الواجب وضعها عند (U) ليكون المجال المحصل عند (C) يساوي $(4 \times 10^{-5} \text{ نيوتن/كيلوم})$ واتجاهه نحو (U) :

$$\begin{aligned} S & \quad C \quad U \\ 10^{-1} \text{ م} & \quad 10^{-1} \text{ م} \quad 10^{-1} \text{ م} \\ \frac{1}{2} \times 10^{-1} \text{ كيلوم} & \quad \frac{1}{2} \times 10^{-1} \text{ كيلوم} \\ \frac{1}{2} \times 10^{-1} \text{ كيلوم} & = 5 \times 10^{-2} \text{ كيلوم} \\ \frac{1}{2} \times 10^{-1} \text{ كيلوم} & = 5 \times 10^{-2} \text{ كيلوم} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{عند النقطة } C: \\ q_S + q_U &= 2 \times 10^{-1} \text{ كيلوم} \\ q_U &= 2 \times 10^{-1} - 2 \times 10^{-5} = 1.98 \times 10^{-1} \text{ كيلوم} \\ 1.98 \times 10^{-1} &= \frac{1.98 \times 10^{-1}}{(1)} \text{ كيلوم} \\ 1.98 \times 10^{-1} &= 1.98 \times 10^{-1} \text{ كيلوم} \end{aligned}$$

الجهد الكهربائي ، وسطوح تساوي الجهد



سـ ١- يبين الشكل شحتين نقطتين (أ،ب) موضوعتين في الهواء اعتمادا على البيانات المثبتة

احسب ما يلي : وزاري ٢٠٠٣

- ١- الشغل اللازم لنقل شحنة (٦ ميكروكولوم) من المalanهاية إلى النقطة (د)
- ٢- جـ... فرق الجهد بين النقطة (هـ) والنقطة (وـ)

سـ ٢- بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل إذا علمت أن ($\nabla_b = \nabla_h = 10x5$ كولوم) والشحنات نقطية وموضعها بالهواء فاحسب مقدار ونوع الشحنة الواجب وضعها في النقطة (هـ) ليصبح الجهد الكهربائي الكلي في النقطة (أ) يساوي صفر ؟

وزاري ١٩٩٩

سـ ٣- يمثل الشكل لوحان فلزيان مشحونان ومتوازيان فرق الجهد بينهما ١٠٠٠ فولت والمسافة بينهما ٥٠٠ م في الهواء وضعت شحنة كهربائية في النقطة د مقدارها $10x1$ كولوم احسب :

- ١- النقاطين اللتين يكون عندهما الجهد الكهربائي متساويا؟
- ٢- الشغل اللازم لنقل الشحنة من (د) إلى (ب)

وزاري ١٩٩٩

سـ ٤- موصل كروي مشحون نصف قطره (نق) والكثافة السطحية للشحنات عليه (٥) أثبت أن الجهد الكهربائي على نقطة على سطح الموصل يعطى

$$\text{بالعلاقة } (\nabla = \frac{q}{4\pi r^2}).$$

وزاري ٢٠٠٢

سـ ٥- وضعت شحنة نقطية $10x2 = 2$ كولوم عند النقطة أ وعلى بعد ٢ م من مركز موصل كروي أجوف معزول يحمل شحنة $10x2 = 2$ كولوم ونصف قطره ٠٢ م اعتمادا على الشكل احسب ما يلي :

- ١- الجهد الكلي على سطح الموصل الكروي؟
- ٢- الشغل اللازم لنقل الإلكترون من المalanهاية إلى سطح الموصل ($\nabla = 10x1$ كولوم)؟

سـ ٦- علل ما يلي : وزاري ٢٠٠٣ + ٢٠٠٢

$$10x4 + 10x6 = 10x6 - 10x4 = 2 \text{ كولوم}$$

- ١- سطوح تساوي الجهد لا تقاطع

- ٢- سطوح تساوي الجهد تتعامد مع خطوط المجال الكهربائي.

سـ ٧- في الشكل المجاور إذا كان نصف قطر كل من الموصلين الكرويين (أ،ب) يساوي ١٠٠ م وبالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل احسب الجهد الكلي للكرة (أ)؟

وزاري ٢٠٠٧

السؤال الأول:

$$\left(\frac{^{\wedge}1.x_2 -}{50} + \frac{^{\wedge}1.x_4 -}{50} \right) ^{\wedge}1.x_9 = 50$$

جـ = 50 جـ

١٠٠ جـ =

$$جـ - جـ = 50 - 50$$

$$٦٤.٥ = ١٠٠ - ٣٢.٥$$

$$جـ = (جـ - جـ) \rightarrow \text{متغير}$$

$$\left(\frac{^{\wedge}1.x_2 -}{50} + \frac{^{\wedge}1.x_4 -}{50} \right) ^{\wedge}1.x_{10} = 50$$

$$^{\wedge}1.x_6 x_{10} = 50$$

$$^{\wedge}1.x_4 x_{10} = 50$$

$$جـ = \sqrt{50} = \sqrt{(50+50)} = 50 \text{ و متر}$$

$$\left(\frac{^{\wedge}1.x_2 -}{50} + \frac{^{\wedge}1.x_4 -}{50} \right) ^{\wedge}1.x_6 = 50$$

$$٦٥.٦ جـ = ٦٥.٦ جـ$$

السؤال الثاني:

$$\frac{^{\wedge}1.x_4}{50} + \frac{^{\wedge}1.x_0 x_{10}}{50} + \frac{^{\wedge}1.x_0 x_{10}}{50} x_{10} = 50$$

$$^{\wedge}1.x_{10} + 10 + 10 = 50$$

$$20 = ^{\wedge}1.x_{10}$$

$$^{\wedge}1.x_0 = \frac{20}{^{\wedge}1.x_{10}} = 20$$

السؤال الثالث

١) المنقصين (٢٥ و ٣)

$$2) \frac{P}{F} = \frac{1}{1+i} = \frac{1}{1+0.05} = 0.95$$

$$P_0 + P_1 = P_{\text{ج}}$$

$$180 = 1.05 \times P_0 + P_1$$

$$= 180 - 1.05 P_0$$

$$P_0 = \frac{180}{1.05} = 171.43 \text{ جمود}$$

$$P_1 = 1.05 \times 171.43 = 180$$

$$= 180 - 1.05 P_0$$

السؤال الرابع

$$\frac{1}{e^{0.05t}} = 1.05$$

$$\frac{1}{e^t} = 0.95$$

$$e^{-t} = 0.95$$

$$\frac{1}{e^{-t}} = 1.05 \Leftrightarrow t = \ln(1.05)$$

$$\frac{1}{e^{0.05t}} = \frac{1}{e^{0.05 \times 1.05}} =$$

$$\frac{1}{e^{0.05t}} = \frac{1}{e^{0.05 \times 1.05}} =$$

$$\frac{1}{e^{0.05t}} = \frac{1}{e^{0.05}}$$

السؤال الخامس :-

$$\text{مطعون} = \text{مطعن} + \text{جي}$$

$$(\frac{1.0 \times 2 - 1.0 \times 2}{2})^9 \times 1.0 \times 4 =$$

$$= 8910 \text{ مولدات}$$

$$\text{مطعن} = \text{جي} + \text{مطعن}$$

$$19 - 1.0 \times 1910 = \\ 19 - 1.0 \times 14287 =$$

السؤال السادس :-

أ) لازماً للتلاحم بين الأحياء هناك أكثر من
حيوان للجerd عند نفحة التلاحم.

ب) ذات الميول اللارام لتقل سخونة على سطح
مساوٍ الجرد = ..

$$\text{جي} = \text{جي} - \text{جي}$$

$$.. = \text{جي} - \text{جي}$$

$$\text{وجباً لأن } (\text{جي} - \text{جي}) \neq ..$$

$$.. = \text{جي} - \text{جي}$$

$$.. = \theta$$

السؤال السابع :-

$$\text{جي} = \text{جي} + \text{مطعن}$$

$$(\frac{1.0 \times 2 - 1.0 \times 2}{2})^9 \times 1.0 \times 4 =$$

$$1.0 \times 270 =$$

المواسعة الكهربائية والمواسع الكهربائي

بالرجوع إلى جهد الموصى الكروي :

$$\frac{ج}{ج \times 10 \times 9} = \frac{\sqrt{ج \times نق}}{\sqrt{ج \times 10 \times 9}} \quad \leftarrow \quad ج \times نق = 10 \times 9 \quad \leftarrow \quad \frac{\sqrt{نق}}{\sqrt{ج}} = \frac{\sqrt{ج}}{\sqrt{10 \times 9}}$$

من هذه العلاقة نجد أن :

$$\frac{نق}{ج} = \frac{\sqrt{ج}}{\sqrt{10 \times 9}} = \text{مقدار ثابت ويسمى المواسعة (س)}$$

عندما تزداد الشحنة على الموصى فإن جهد هذا الموصى يزداد ولكن النسبة المختبرة في المواسع تزداد لذلك فإن المواسع تستخدم لتخزين الطاقة.

مواسعة الموصى الكروي :

$$س = \frac{\sqrt{نق}}{\sqrt{ج}} = \frac{\sqrt{4 \pi \epsilon_0}}{\sqrt{10 \times 9}} \quad \text{حيث أن}$$

$س = \frac{\sqrt{ج}}{\sqrt{نق}}$ وتقاس بوحدة (كولوم / فولت) وتسمى (فاراد)

وحدة فاراد وحدة كبيرة جدا لقياس المواسعة لذلك نستخدم أجزاء الفاراد لقياس المواسعة :

- ١- ملي فاراد = 10^{-3} فاراد
- ٢- ميكرو فاراد (μF) = 10^{-6} فاراد
- ٣- نانو فاراد = 10^{-9} فاراد
- ٤- بيكتو فاراد = 10^{-12} فاراد

المواسعة : هي النسبة الثابتة بين شحنة الموصى وجده.

الفاراد : مواسعة موصى يحتاج (١ كولوم) لرفع جده (١ فولت).

تعتمد المواسعة الكهربائية لموصى على :

- ١- السماحية الكهربائية للوسط (ϵ) .
- ٢- الأبعاد الهندسية للموصى (الشكل والحجم) .

سؤال: على نقل مواسعة موصل مشحون عند تفريغه من موصل ثانٍ مشحون بشحنة مشابهة لشحنة الموصل الأول؟

لأن جهد الموصل الكلي يزداد بسبب الجهد الحثي من الموصل الثاني ولكن شحنته تبقى ثابتة فنصل مواسعته حسب العلاقة $S = \frac{V}{D}$

سؤال: موصل مشحون ومعزول جده (20 فولت) فإذا أزدلت شحنته بقدر $(2 \times 10^{-10} \text{ كولوم})$ فاصبح جده (30 فولت) احسب مواسعته؟

$$S = \frac{V}{D} = \frac{20}{2 \times 10^{-10}}$$

$$S = \frac{30}{(20 - 2 \times 10^{-10})}$$

$$S = \frac{2 \times 10^{-10}}{\frac{30 - 20}{20}} = \frac{2 \times 10^{-10}}{0.05} \text{ فاراد}$$

سؤال: موصل كروي مشحون ومعزول نصف قطره (18 سم) احسب مواسعته في كل من الحالتين:

1- إذا كان الموصل في الهواء (ثابت السماحية ϵ_0)؟

2- إذا وضع في وسط ثابت السماحية له ($\epsilon_0 = 4\pi \times 10^{-10}$)؟

$$(1) S = \frac{2 \times 10^{-10}}{\frac{18}{4\pi \times 10^{-10}}} = \frac{2 \times 10^{-10}}{4.5 \times 10^{-9}} \text{ فاراد}$$

$$(2) S = \frac{2 \times 10^{-10}}{\frac{18}{4\pi \times 10^{-10}}} = \frac{2 \times 10^{-10}}{1.5 \times 10^{-9}} \text{ فاراد}$$

سؤال: احسب كمية الشحنة التي يجب أن يكتسبها موصل متعادل ومعزول مواسعته (2 ميكرو فاراد) حتى يصبح جده (100 فولت)؟

$$S = \frac{V}{D}$$

$$2 \times 10^{-6} = \frac{V}{D}$$

$$100 \times 10^{-6} = \frac{V}{D}$$

$$100 \times 10^{-6} = \frac{V}{2 \times 10^{-6}}$$

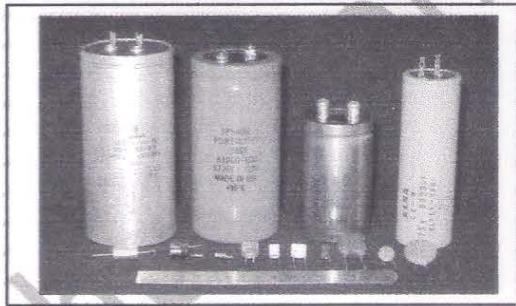
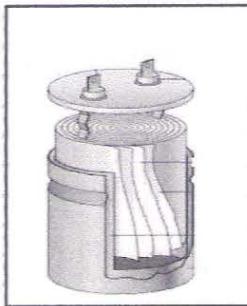
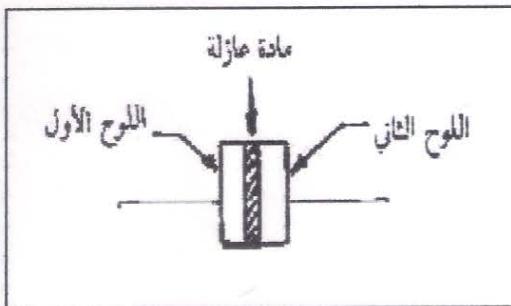
المواسع الكهربائية

- هو جهاز يتكون من موصلين بفصل بينهما مادة عازلة (هواء ، بلاستك ، ورق) ويستخدم لتخزين الشحنات الكهربائية لاستخدامها عند الحاجة .

يستخدم المواسع في الكثير من التطبيقات مثل :

- اللوحات الإلكترونية الموجودة في الأجهزة الكهربائية
- دورات الإرسال والاستقبال .

المواسع لها أشكال وأحجام مختلفة حسب طبيعة الاستخدام منها الكروي والاسطواني والمواسع ذو اللوحين المتوازيين .



- يتم قياس مساحة المowa مع خالل شحن أحد الموصلين بشحنة $(+V)$ والأخر بشحنة $(-V)$ ويقاس فرق الجهد بين طرفيه (ΔV) .
- وتحسب الموسعة من خلال العلاقة :

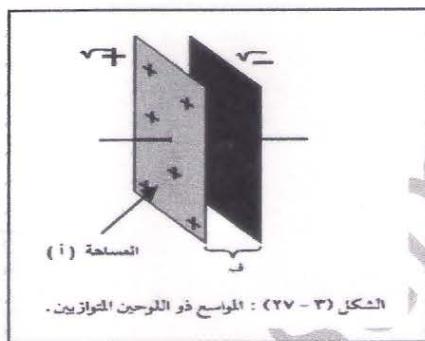
$$C = \frac{Q}{V}$$

المواسع ذو اللوحين المتوازيين :

- يتكون هذا المowa من لوحين متوازيين مساحة كل واحد منها (A) يتم شحن اللوح الأول بشحنة $(+V)$ واللوح الآخر بشحنة $(-V)$ ويفصل بينهما مسافة صغيرة جدا (d) .
- تعطى موسعة المowa ذو الصفيحتين الفلازيتين من خلال العلاقة :

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

ϵ_0 : ثابت السماحة الكهربائية للوسط الذي يفصل بين اللوحين



الشكل (٣ - ٢٧) : المowa ذو اللوحين المتوازيين .

تعتمد موسعة المowa ذو الصفيحتين الفلازيتين على :

- المساحة (A) تزداد الموسعة بازدياد المساحة .
- ثابت السماحة الكهربائية (ϵ_0) تزداد الموسعة بزيادة ثابت السماحة .
- المسافة بين الصفيحتين (d) تقل الموسعة عندما تزداد المسافة .

عند رسم المowa الكهربائي في دارة كهربائية فإنه يرمز له بالرمز (\square) إذا كانت موسعته ثابتة

والرمز (\times) إذا كانت موسعته متغيرة .

سؤال : كيف يمكن تغيير موسعة المowa : ١- من خلال تغيير أحجام الهندسة ٢- من خلال تغيير الوسط العازل بين لوحيه

الطاقة المخزنة في المowa الكهربائي :

عند القيام بشحن المowa الكهربائي فإن الزيادة في الشحنة يقابلها زيادة في الجهد وهذا يتطلب أن تقوم البطارية ببذل شغل لتخزين الشحنات على المowa ويختزن هذا الشغل في المowa على شكل طاقة وضع كهربائية وتعطى بالعلاقة :

$$U = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{A}{d} V^2$$

العلاقة بين جهد المowa وشحنته (علاقة خطية)



سؤال: مواضع ذو لوحين متوازيين مساحة كل منها (6 سم^2) تفصل بينهما مسافة (2 مم) إذا تم وصله مع مصدر فرق جهد مقداره (40 فولت) وعلى اعتبار أن الهواء هو المادة العازلة بين لوحيه احسب ما يلي :

١- مواسطة المواضع ؟

٢- شحنة المواضع ؟

٣- الطاقة المخزنة في المواضع ؟

٤- إذا وضع بين لوحيه مادة عازلة ($\epsilon = 3$) كم تصبح مواسطته ؟

$$(4) \quad \epsilon_{\text{م}} = \frac{9 \epsilon_0}{2} = \frac{9 \epsilon_0}{2}$$

$$13 \times 10^{-12} \times 9 \times 10^9 \times 4 = \\ 13 \times 10^{-12} \times 79600 =$$

$$(1) \quad \epsilon_{\text{م}} = \frac{9 \epsilon_0}{2} = \frac{9 \epsilon_0}{2}$$

$$\Rightarrow \epsilon_{\text{م}} = 13 \times 10^{-12} \times 9 \times 10^9 =$$

$$(2) \quad \epsilon_{\text{م}} = \frac{2 \times \epsilon_0}{2} = \frac{2 \times \epsilon_0}{2}$$

$$13 \times 10^{-12} \times 9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19} =$$

$$= 13 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ كيلوم}^2$$

$$(3) \quad C = \frac{1}{2} \times 13 \times 10^{-12} \times 9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19} =$$

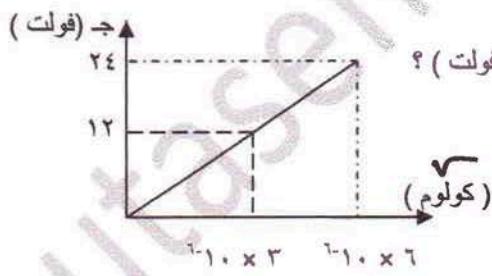
$$= 13 \times 10^{-12} \times 9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ جوك} =$$

وزاري ٢٠٠٧

سؤال: وصل مواضع كهربائي ذو لوحين متوازيين البعد بينهما ($2 \times 10^{-3} \text{ م}$) بفرق جهد مقداره (24 فولت) حتى شحن كلها اعتمادا على الرسم البياني المجاور احسب ما يلي :

١- مواسطة المواضع ؟

٢- الطاقة الكهربائية المخزنة في المواضع عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه (12 فولت) ؟



$$(1) \quad \epsilon_{\text{م}} = \frac{24 - 12}{2 \times 10^{-3}} =$$

$$\frac{(24 - 12) \times 10^9}{(12 - 24)} =$$

$$= 25 \times 10^{-12} \text{ كيلوم}^2$$

$$(2) \quad C = \frac{1}{2} \times 13 \times 10^{-12} \times 9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19} = 13 \times 10^{-12} \times 9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ جوك} .$$

سؤال: مواسع ذو لوحين متوازبين وضع في الهواء إذا علمت أن مساحة كل من لوحيه (1 سم^2) والشحنة على كل منها (80 ميكرو كولوم) عندما كان الفرق في الجهد بينهما (16 فولت) جد كلاماً يلي :

- ١- مواسعة المواسع؟
- ٢- المسافة بين اللوحين؟
- ٣- كثافة الشحنة على كل من لوحيه؟
- ٤- الطاقة المخزنة في المواسع؟
- ٥- إذا أصبح فرق الجهد بين طرفيه (42 فولت) كم تصبح الطاقة المخزنة فيه؟

$$(1) \text{ مس} = \frac{1.0 \times 80}{16} = \frac{8}{16} \text{ فاراد}$$

$$\frac{2 E_0}{d} = \frac{8}{16} \Rightarrow$$

$$1.0 \times 1777 = \frac{1.0 \times 18 \times 80}{16 \times 5} = \frac{1.0 \times 80}{16 \times 1} \Rightarrow d =$$

$$(2) \text{ ط} = \frac{1.0 \times 80}{4.0 \times 1} = \frac{80}{4} = 20 \text{ كولوم / م}^2$$

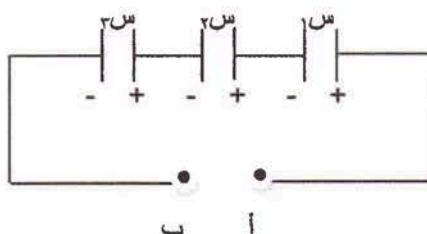
$$(3) \text{ ط} = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 80 = 1.0 \times 40 = 40 \text{ جول}$$

$$(4) \text{ ط} = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 80 \times \frac{1}{2} = 20 \times 40 \times \frac{1}{2} = 400 \text{ جول}$$

توصيل المواسعات

- يوجد طريقتين لتوصيل المواسعات في الدارات الكهربائية التوصيل على التوالى والتوصيل على التوازى وعند توصيل المواسعات بإحدى هذه الطرق فإنها تقوم بتخزين كمية من الشحنة الكهربائية وبالإمكان استبدال مجموعة المواسعات المتصلة معا على التوالى أو التوازى بمواسع واحد فقط (المواسعة المكافئة) وهذا المواسع يقوم بتخزين نفس المقدار من الشحنة.

١- التوصيل على التوالى :



- توصيل المواسعات معا بحيث لا يكون بينها نقطة تفرع كما في الشكل.
- تنصل المواسعات مع مصدر فرق جهد (بطارية) فتفهم بشحن جميع المواسعات بشحنة متساوية

$$\text{أي أن: } \frac{ج_١}{س_١} = \frac{ج_٢}{س_٢} = \dots = \frac{ج_n}{س_n}$$

ولكن جهد البطارية يتوزع على المواسعات كل حسب مواستها

$$\text{أي أن: } \frac{ج_١}{س_١} = \frac{ج_٢}{س_٢} = \dots = \frac{ج_n}{س_n}$$

و بما أن الشحنة متساوية

$$\frac{\text{كمية}}{\text{س_١}} = \frac{\text{كمية}}{\text{س_٢}} + \dots + \frac{\text{كمية}}{\text{س_n}}$$

(المواسعة المكافئة لمجموعة مواسعات موصولة على التوالى)

٢- التوصيل على التوازى :

- عندما تنصل جميع المواسعات مع مصدر فرق الجهد بحيث تكون متساوية في الجهد كما في الشكل :

$$\text{أي أن: } \frac{ج_١}{س_١} = \frac{ج_٢}{س_٢} = \dots = \frac{ج_n}{س_n}$$

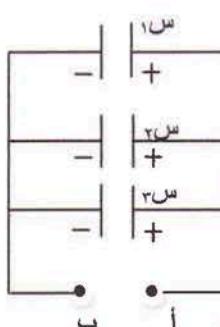
ولكن الشحنة تتوزع على المواسعات كل حسب مواستها

$$\text{أي أن: } س_١ = س_٢ + س_٣ + \dots + س_n$$

$$\text{كمية}_س = س_١ + س_٢ + س_٣ + \dots + س_n$$

(المواسعة المكافئة لمجموعة مواسعات موصولة على التوازى)

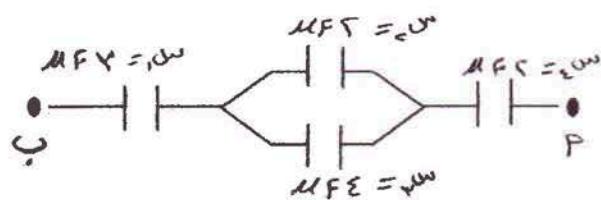
$$س_١ = س_٢ + س_٣ + \dots + س_n$$



و بما أن الجهد متساوي

- في التوصيل على التوالى تكون المواسعة المكافئة اقل من اقل مواسعة.
- في التوصيل على التوازى تكون المواسعة المكافئة اكبر من اكبر مواسعة.

سؤال: اوجد المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات المبينة في الشكل :



$$\text{مهم ملحوظ توازي} \Rightarrow -$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400} + \frac{1}{300}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400} + \frac{1}{300}$$

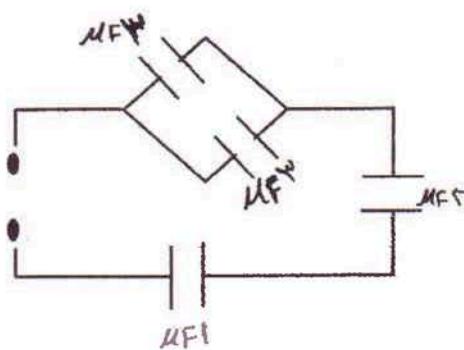
$$R_{eq} = 100 \Omega$$

جميع المواسعات تصبح توازيه:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400} + \frac{1}{300}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400} + \frac{1}{300}$$

$$MF_1 = \frac{1}{R_{eq}} \Leftrightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100}$$



سؤال: اوجد المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات في الشكل :

$$\text{مهم ملحوظ توازي} \Rightarrow -$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400} + \frac{1}{300}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400} + \frac{1}{300}$$

جميع المواسعات تصبح توازيه:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400} + \frac{1}{300}$$

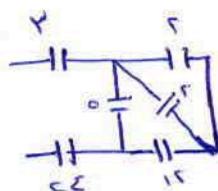
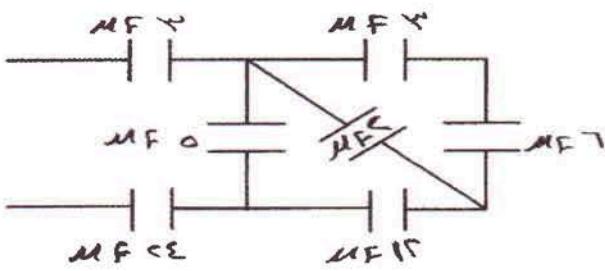
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400} + \frac{1}{300}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400} + \frac{1}{300}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{400} + \frac{1}{300}$$

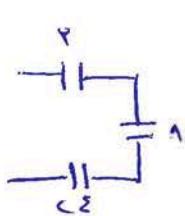
$$MF_1 = \frac{1}{R_{eq}} \Leftrightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{100}$$

سؤال : اوجد الموا噎ة المكافأة لمجموعة المواسعات المبينة في الشكل :

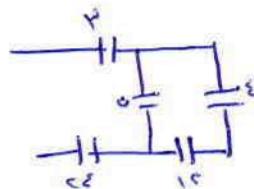


$$\frac{1}{MF_2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{1}{\frac{6+4}{10}} = \frac{1}{\frac{10}{10}} = 1$$

$$MF_2 = \frac{1}{1} = 1$$

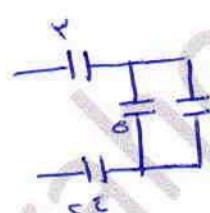


$$\text{ـ توازيـ} \quad MF_1 = 0 + 3 = 3$$



$$\text{ـ توازيـ} \quad MF_0 = 2 + 2 = 4$$

$$\frac{1}{MF_0} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{4} = \frac{1}{\frac{16+4+8}{32}} = \frac{1}{\frac{32}{32}} = 1$$



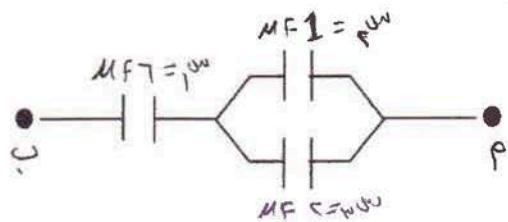
$$\frac{1}{MF_1} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$MF_1 = \frac{1}{0.5} = 2$$

$$\text{ـ توازيـ} \quad \frac{1}{MF_0} = \frac{1}{16} + \frac{1}{4} = \frac{1}{\frac{16+64}{80}} = \frac{1}{\frac{80}{80}} = 1$$

$$MF_0 = \frac{1}{1} = 1$$

سؤال : بناء على المعلومات المثبتة على الشكل وإذا علمت أن (جـ_{ab} = 60 فولت) جد ما يلي :



$$G_{ab} = \frac{1}{R_{ab}} = \frac{1}{\frac{1}{MF_1} + \frac{1}{MF_2} + \frac{1}{MF_3}} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}} = \frac{1}{\frac{4+2+2}{8}} = \frac{1}{\frac{8}{8}} = 1 \text{ مولدة}$$

ـ لـذـنـ التـوـصـيـلـ عـلـىـ التـواـزيـ

$$R_{ab} = \frac{1}{G_{ab}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ كـلوـم}$$

$$R_{ab} = \frac{1}{G_{ab}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ كـلوـم}$$

$$R_{ab} = \frac{1}{G_{ab}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ جــولـ}$$

- ـ شـحـنةـ كـلـ موـاسـعـ ؟
- ـ الطـاقـةـ المـخـزـنـةـ فـيـ موـاسـعـ سـهـلـ ؟

$$\text{ـ تـواـزيـ} \quad MF_0 = 2 + 1 = 3$$

$$\text{ـ تـواـزيـ} \quad MF_0 = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4}} = \frac{1}{\frac{4+2}{6}} = \frac{1}{\frac{6}{6}} = 1$$

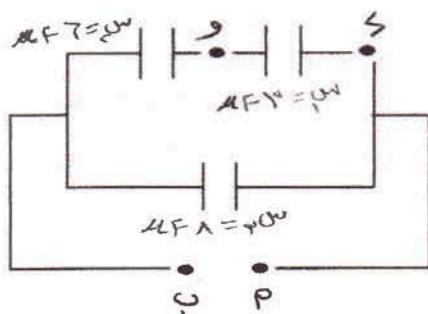
$$R_{ab} = \frac{1}{G_{ab}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ كـلوـم}$$

$$R_{ab} = \frac{1}{G_{ab}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ كـلوـم}$$

$$R_{ab} = \frac{1}{G_{ab}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ كـلوـم}$$

ـ لـذـنـ التـوـصـيـلـ عـلـىـ التـواـزيـ

سؤال: إذا علمت أن ($J_{DR} = 40$ فولت) بناء على المعلومات المثبتة على الشكل جد ما يلي :



١- شحنة المواسع من ؟

٢- فرق الجهد بين طرفي مصدر الطاقة (J_{AB}) ؟

$$\Delta V_{AB} = 40 - 12 - 8 = 40 \text{ فولت} \rightarrow \text{جولوم}$$

(نحوه) توازي -

$$\Delta V_{AB} = \frac{1}{\frac{1}{40} + \frac{1}{12} + \frac{1}{8}} = \frac{1}{\frac{1}{16}} = 16 \text{ فولت}$$

شحنة = شحنة = شحنة = 16 فولت لانها سلسلة توالى

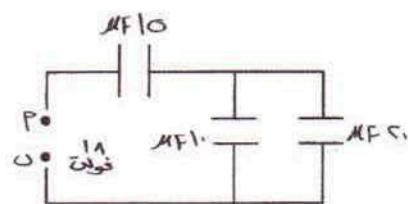
$$\Delta V_{AB} = \frac{1}{\frac{1}{40} + \frac{1}{12} + \frac{1}{8}} = 16 \text{ فولت}$$

$$\Delta V_{AB} = \frac{1}{\frac{1}{40} + \frac{1}{12} + \frac{1}{8}} = 16 \text{ فولت}$$

جهد المصدر = 16 فولت ذات التوصيل على المعاين

من الكتاب

سؤال: احسب الطاقة المختزنة في المواسع (10 ميكروفاراد) في الشكل المجاور :



(٤٠) توازي

$$\Delta V_{AB} = 10 + 0 = 10$$

(٤١) توازي -

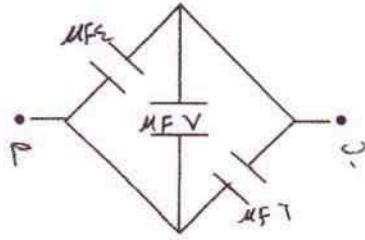
$$\Delta V_{AB} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}} = 5 \text{ فولت}$$

$$\text{شحنة} = 5 \times 10^{-6} \times 10 = 5 \times 10^{-5} \text{ كيلو جولوم}$$

وهي أدنى (٤٠ و ٤١) توازي

$$\text{شحنة} = 5 \times 10^{-6} \times 10 = 5 \times 10^{-5} \text{ كيلو جولوم}$$

سؤال: ووصلت مجموعة مواسعات كما هو مبين في الشكل إذا علمت أن ($V_{AB} = 48$ فولت) جد ما يلي:



$$\text{حل: } \frac{1}{R} = \frac{1}{48} \times 1.0 \times 192 \times \frac{1}{2}$$

$$48 \times 1.0 \times 192 \times \frac{1}{2} =$$

$$1.0 \times 48 = \text{جول}$$

1- المواستة المكافئة للمجموعة؟

2- الشحنة على كل مواسع؟

3- الطاقة المخزنة في المواسع ٤ ميكروفاراد؟

١) جميع المواسعات على توازي:

$$MF\ 17 = 4 + 7 + 6 = 17$$

$$(V_{AB})_{\text{مولد}} = \frac{V}{17} = \frac{48}{17} = 2.8 \text{ فولت}$$

$$\begin{aligned} \text{مكثف} &= \frac{1}{2} \times 1.0 \times 192 \times 48 = 1.0 \times 2 \times 48 = 96 \text{ كيلو} \\ \text{مكثف} &= \frac{1}{2} \times 1.0 \times 32 \times 48 = 1.0 \times 7 \times 48 = 336 \text{ كيلو} \\ \text{مكثف} &= \frac{1}{2} \times 1.0 \times 192 = 1.0 \times 4 \times 48 = 192 \text{ كيلو} \end{aligned}$$

وزارة ٢٠٠٣

سؤال: يبين الشكل مجموعة من المواسعات الموصولة معا وقيم مواسعاتها بالميكروفاراد

فإذا كانت شحنة المواسع ($S_1 = 30 \times 10^{-3}$ كيلو) احسب ما يلي:

1- المواستة المكافئة للمجموعة؟

2- الطاقة المخزنة في المواسع S_2 ؟

(نيل ٣٣) توازي:

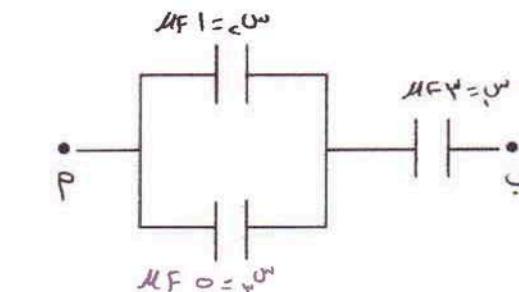
$$MF\ 7 = 6 + 1 = 7$$

(نيل ٣٣) توازي:

$$MF\ 2 = \frac{6}{\frac{1}{3} + \frac{1}{7}} = \frac{1}{\frac{10}{21}} = 2.1 \text{ كيلو}$$

$$S_2 = \frac{1}{2} \times 2.1 = 1.05 \text{ كيلو توازي}$$

$$S_2 = \frac{1.0 \times 48}{1.0 \times 6} = \frac{48}{6} = 8 \text{ مولد}$$



فيما يلي (نيل ٣٣) توازي:

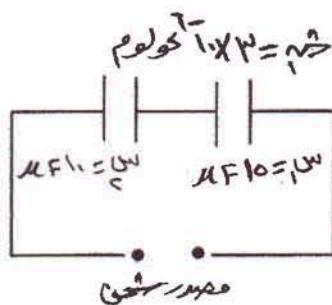
$$MF\ 0 = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ كيلو مولد}$$

$$MF\ 1 = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ كيلو مولد}$$

$$(0) \times 1.0 \times \frac{1}{2} = 0 \text{ كيلو مولد}$$

$$1.0 \times 192 = \text{جول}$$

سؤال: اعتماداً على البيانات المثبتة على الشكل احسب فرق الجهد الكهربائي لمصدر الشحن؟



$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{eq}} \Rightarrow \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{1}{R_{eq}}$$

$$R_{eq} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5 \text{ كيلوم}$$

$$V_{total} = I \cdot R_{eq} = \frac{20}{5} = 4 \text{ مولت}$$

سؤال: ثلاثة مواسعت كهربائية متعاللة، والمواسع الكهربائية لكل منها (6×10^{-10} فاراد) تتصل معاً كما في الشكل

إذا كانت شحنة المواسع (S_1) تساوي (12×10^{-10} كيلوم) احسب:

١- الطاقة الكهربائية المخزنة في المواسع (S_1)؟

٢- فرق الجهد بين طرفي المصدر؟

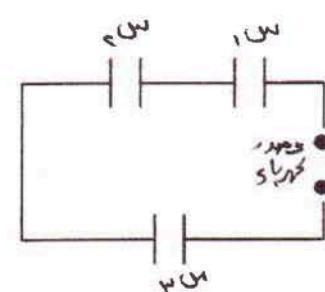
$$(1) V = \frac{12}{3} = 4 \text{ كيلوم} \Rightarrow \text{مولد}$$

$$H = \frac{1}{2} \cdot 4^2 \times 10^{-10} \times 12 = 8 \times 10^{-10} \text{ جول}$$

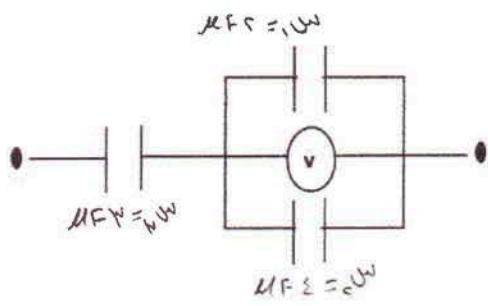
٣- إذاً المواسعت مفاهيمه فإن جردها متساوية \Rightarrow مولد

$$V = 2 + 2 + 2 = 6 \text{ كيلوم}$$

$$H = 2 + 2 + 2 = 6 \text{ جول}$$



سؤال: في الشكل المجاور إذا كانت قراءة الفولتميتر (٧) تساوي (١٠ فولت) وكانت قيمة المواسعات معطاة بالميكروفاراد احسب :



$$\frac{1}{Mf_3} = \frac{1}{3} \text{ ميكروفاراد}$$

$$\frac{1}{Mf_2} = \frac{1}{2} \text{ ميكروفاراد}$$

$$\frac{1}{Mf_1} = 10 \times 10^{-6} \text{ كولوم}$$

- ١- المعاوسة المكافئة للمجموعة ؟
٢- الشحنة على المعاوسة (س٢) ؟

(٣+٢) كوارد -

$$Mf_2 = 3 + 2 = 5 \text{ ميكروفاراد}$$

(٣+٢) كوارد -

$$\frac{1}{Mf_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \Leftrightarrow \frac{1}{Mf_2} = \frac{5}{6} \text{ ميكروفاراد}$$

(٣+٢) كوارد -

$$10 = P_1 = P_2 = P_3 = 10 \text{ فولت}$$

$$\frac{1}{Mf_1} = \frac{1}{5} \text{ ميكروفاراد}$$

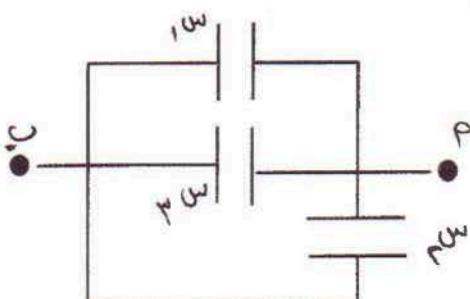
$$10 \times 10^{-6} = 10 \times 10^{-6} \times 10 = 100 \text{ كولوم}$$

سؤال: ثلاثة معاوسيات كل منها (6×10^{-6} فاراد) متصلة معاً كما في الشكل

إذا علمت أن شحنة (س٢) = 360×10^{-6} كولوم احسب ما يلي :

- ١- السعة المكافئة للمجموعة ؟
٢- فرق الجهد (أب) ؟

جميع المعاوسيات كوارد -



$$Mf_2 = 6 + 6 + 6 = 18 \text{ ميكروفاراد}$$

$$P_1 = P_2 = P_3 = 6 \text{ فولت}$$

$$6 = \frac{100}{\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6}} = \frac{100}{\frac{3}{6}} = \frac{100}{\frac{1}{2}} = 200 \text{ فولت}$$

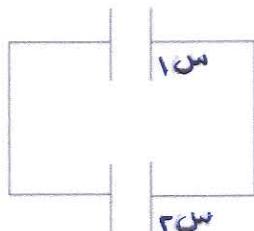
• توصيل مواسعين معا دون وجود مصدر فرق جهد

يمثل الشكل المجاور مواسعين (س₁، س₂) :



المواسع (س₁) مشحون بشحنة قدرها (س₁) وجده (ج₁).
المواسع (س₂) غير مشحون (س₂) = صفر و (ج₂) = صفر.

عند توصيل المواسعين معا كما في الشكل فإن الشحنة تنتقل من المواسع الأول إلى المواسع الثاني وبذلك فإن جهد المواسع الأول (ج₁) يقل وجهد المواسع الثاني (ج₂) يزداد وأيضاً فإن شحنة المواسع الأول (س₁) تقل وشحنة المواسع الثاني (س₂) تزداد وتستمر عملية انتقال الشحنة حتى يصبح جهد المواسعين متساوياً وليس شرطاً أن تصبح شحنتهما متساوية.



$$ج_1 = ج_2 = ج_{مشترك}$$

$$س٢ = س١ \text{ قبل التوصيل}$$

$$س٢ + س١ = س٢ + س٢$$

$$س١ ج١ + س٢ ج٢ = س١ ج١ + س٢ ج٢$$

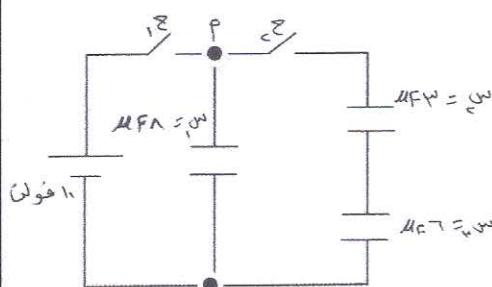
$$س١ ج١ + صفر = (س١ + س٢) ج_{مشترك}$$

بعد توصيل المواسعين تقل الطاقة المخزنة في المواسع الأول بسبب انتقال الشحنات في الأسلاك وتظهر هذه الطاقة الضائعة على شكل حرارة حيث أن النقص في الطاقة يعطى من خلال العلاقة التالية:

$$\Delta \text{ط} = ط_{قبل التوصيل} - ط_{بعد التوصيل} = \frac{1}{2} س٢ كليّة ج١ - \frac{1}{2} س١ كليّة (ج١ - ج_{مشترك})$$

وزاري ٢٠٠٦

سؤال: في الشكل المبين ثلاثة مواسع (س₁، س₂، س₃) غير مشحونة بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل اجب عما يلي:



١- عند غلق المفتاح (ج₁) وبقاء (ج₂) مفتوحاً احسب شحنة المواسع (س₁)؟

٢- عند فتح المفتاح (ج₁) وغلق المفتاح (ج₂) احسب :

• المواسعة المكافئة للمجموعة؟

• ج₁ اب؟

• الطاقة الكهربائية المخزنة في المواسع (س₂)؟

$$س٢ = ج٢ = ٢٠ = ٢٠ \times ٨ \times ١٠ = ١٦٠ \text{ كيلو جولوم}$$

٣) س٢ ج٢ توازي؟

$$\frac{1}{س٢} = \frac{1}{ج٢} + \frac{1}{س١} \Leftrightarrow س٢ = \frac{س١ ج٢}{س١ + ج٢}$$

٤) س٢ ج٢ توازي؟

$$س٢ = ٨ + ٢ = ١٠$$

٥) س٢ ج٢ ميل = س٢ ج٢ بعد

$$س٢ ج٢ + صفر = (س٢ + صفر) ميل$$

$$س٢ ج٢ = ١٠ \times ٨ = ٨٠ \text{ جولوم}$$

$$جـ مـ تـ رـ دـ = \frac{س٢ ج٢}{س٢ + ج٢} = \frac{٨٠ \times ٨}{٨٠ + ٢} = \frac{٦٤٠}{٨٢} = ٧٦.٥ \text{ جـ مـ تـ رـ دـ}$$

سؤال : يبين الشكل ثلاثة موساعات (س١، س٢) مشحونين والمواسع (س٣) غير مشحون

إذا كانت قراءة الفولتميتر (٧) والمفتاح (ج) مفتوح تساوي (٢٠) فولت احسب :

١- شحنة الموسوع (س١) قبل غلق المفتاح ؟

٢- قراءة الفولتميتر (٧) بعد غلق المفتاح ؟

$$(س٣) = س١ + س٢ \times ٢٠ = ٢٠ \times ٦ = ١٢٠ كيلوم$$

٣- معاين التوازي :-

$$س١ = ٤ + ١$$

جـ = سـ مـ فـ لـ لـ رـ نـ عـ اـ لـ التـ وـ اـ زـ

$$سـ دـ = سـ دـ \times ٦ = ٦ \times ٥ = ٣٠ كـ لـ$$

$$سـ هـ = سـ هـ ٣$$

$$سـ دـ + سـ هـ = سـ دـ + سـ هـ$$

$$سـ دـ + سـ هـ = (سـ دـ + سـ هـ) جـ مـ$$



اللـ اـ خـ طـ :- سـ دـ وـ سـ هـ الـ تـ حـ يـ بـ مـ دـ يـ اـ تـ اـ زـ



موسـعـاـهـ بـ دـ روـهـ وـ حـودـ بـ حـارـيـهـ دـائـيـاـ حـكـوـهـ
الـ تـ حـ يـ بـ مـ دـ يـ اـ تـ اـ زـ .

سؤال : موسـعـ كـهـرـبـاـيـ (سـ١) مشـحـونـ إـذـاـ كـانـتـ موـسـعـتـهـ (٢ـ مـيـكـروـفـارـادـ) وجـهـهـ (١٥ـ فـولـتـ) وـصـلـ مـعـ موـسـعـ آـخـرـ (سـ٢) غـيرـ مشـحـونـ
وـموـسـعـتـهـ (٤ـ مـيـكـروـفـارـادـ) اـحـسـبـ ماـ يـليـ :

١- جـهـدـ المـوـسـعـ (سـ٢) بـعـدـ التـوصـيلـ ؟

٢- مـقـدـارـ التـغـيـرـ فـيـ الطـاقـةـ المـخـتـزـنـةـ فـيـ المـوـسـعـ (سـ١) ؟

$$سـ هـ = ٣ \times ٣$$

$$سـ دـ = سـ دـ + سـ هـ$$

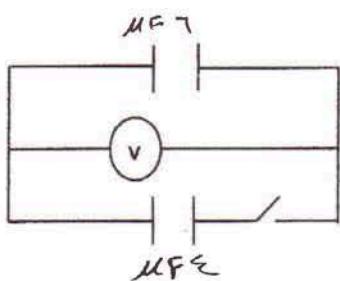
$$سـ دـ = (سـ دـ + سـ هـ) جـ مـ$$

$$سـ دـ = ١٥ \times ٦ جـ مـ$$

$$جـ مـ = \frac{٦ \times ٤}{٦ \times ٦} = ٥ مـولـتـ$$

سؤال : في الشكل المجاور إذا كانت قراءة الفولتميتر (٧) قبل غلق المفتاح (ح) تساوي (١٠ فولت)

وكانت قيم الموساعات معطاة بالميكروفاراد احسب ما يلي بعد إغلاق المفتاح (ح) :



$$C_{\text{total}} = C_1 + C_2 = 10\mu\text{F} + 2\mu\text{F}$$

$$C_{\text{parallel}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} = \frac{1}{\frac{1}{10\mu\text{F}} + \frac{1}{2\mu\text{F}}} = 1.67\mu\text{F}$$

$$Q = C_{\text{parallel}} \times V = 1.67\mu\text{F} \times 10\text{V} = 16.7\mu\text{C}$$

١- قراءة الفولتميتر (٧) ؟

٢- الطاقة الكهربائية المخزنة في المجموعة ؟

$$\Delta Q = Q - Q_0 = 16.7\mu\text{C} - 10\mu\text{C}$$

$$Q_0 = (V_0 + \Delta V) C_{\text{parallel}} = (10\text{V} + 7\text{V}) \times 1.67\mu\text{F}$$

$$C_{\text{parallel}} = \frac{10\text{V} \times 1.67\mu\text{F}}{7\text{V} \times 1.67\mu\text{F}} = 1.43\mu\text{F}$$

$$C_{\text{parallel}} = \frac{10\text{V} \times 1.67\mu\text{F}}{7\text{V} \times 1.67\mu\text{F}} = 1.43\mu\text{F}$$

من الكتاب

سؤال : إذا كان جهد الموسوع ٤ ميكروفاراد يساوي (٢٠ فولت) عندما كان المفتاح (ح) مفتوحا

وموساعان (١ ، ٥) ميكروفاراد غير مشحونين احسب جهد الموسوع ٤ ميكروفاراد عند إغلاق

المفتاح وكم تصبح الشحنة على الموساعتين (١ ، ٥) ميكروفاراد ؟

قبل إغلاق المفتاح :-

$$Q_0 = 20\text{V} \times 4\mu\text{F} = 80\mu\text{C}$$

بعد إغلاق المفتاح :-

$$4\mu\text{F} = 0 + 1\mu\text{F}$$

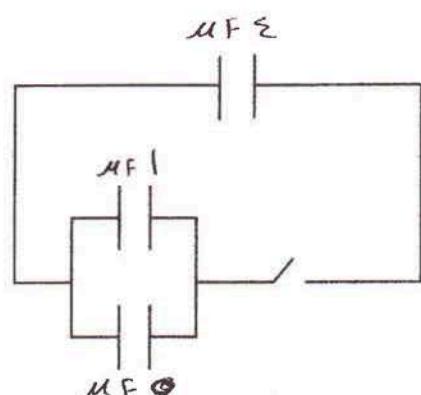
يصبح لدينا موسوعة على المواري حرون وجود بطارية

$$\Delta Q = Q - Q_0$$

$$Q = (V_0 + \Delta V) C_{\text{parallel}}$$

$$Q = (20\text{V} + 4\text{V}) \times 4\mu\text{F} = 88\mu\text{C}$$

$$C_{\text{parallel}} = \frac{88\mu\text{C}}{24\mu\text{F}} = 3.67\mu\text{F}$$



الجهد المترد = جهد موسوع لازم على المواري

$$Q_0 = 10\text{V} \times 1\mu\text{F} = 10\mu\text{C}$$

$$Q_0 = 10\text{V} \times 2\mu\text{F} = 20\mu\text{C}$$

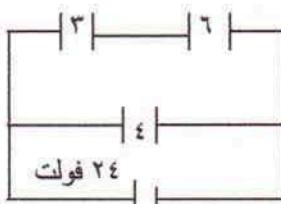
يصبح لدينا موسوعة على المواري حرون وجود بطارية

قبل إغلاق المفتاح :-

$$Q = (V_0 + \Delta V) C_{\text{parallel}}$$

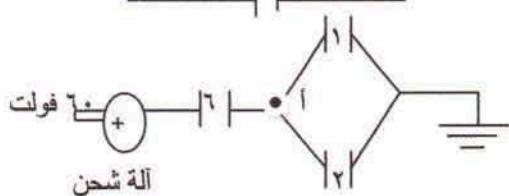
$$Q = (20\text{V} + 4\text{V}) \times 4\mu\text{F} = 88\mu\text{C}$$

$$C_{\text{parallel}} = \frac{88\mu\text{C}}{24\mu\text{F}} = 3.67\mu\text{F}$$



سـ ١ـ استعن بالبيانات المثبتة على الشكل واحسب ما يلي (المواسعات بوحدة ميكرو فاراد):

- ١ـ المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات
- ٢ـ شحنة كل مواسع؟



سـ ٢ـ استعن بالشكل المجاور واحسب ما يلي (المواسعات بوحدة ميكرو فاراد):

- ١ـ المواسعة المكافئة
- ٢ـ جهد كل مواسع
- ٣ـ شحنة كل مواسع
- ٤ـ الطاقة المسحوبة من آلية الشحن
- ٥ـ جهد النقطة (أ)

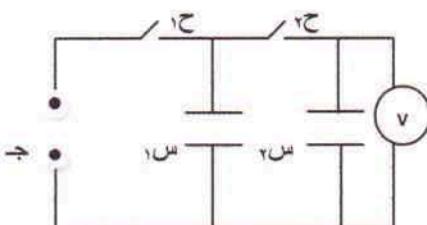
وزاري ١٩٩٩

سـ ٣ـ في الدارة الكهربائية الممثلة بالشكل المجاور إذا أغلق المفتاح (ج_١) لفترة

كافحة لشحن المواسع (س_١) ثم فتح و مباشرةً أغلق المفتاح (ج_٢) ومعتمداً على

البيانات التالية ج = ٢٥ فولت س_١ = ٤٠ ميكرو فاراد س_٢ = ٦٠ ميكرو فاراد احسب :

- ١ـ قراءة الفولتميتر
- ٢ـ الطاقة المخزنة في المواسع س_٢



وزاري ٢٠٠١

سـ ٤ـ في الشكل المجاور إذا علمت أن شحنة المواسع س_١ = ١٠٠ ميكرو كيلوم احسب :

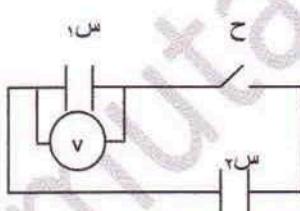
- ١ـ المواسعة المكافئة؟
- ٢ـ شحنة المواسع س_٢؟
- ٣ـ الجهد الكهربائي للنقطة (أ)؟

وزاري ٢٠٠٢

سـ ٥ـ في الشكل المجاور كانت قراءة الفولتميتر والمفتاح (ج) مفتوح ٤٠ فولت فإذا كان

المواسع س_٢ غير مشحون ومواسعته ٢ ميكرو فاراد ومواسعة س_١ = ٤ ميكرو فاراد احسب ما يلي:

- ١ـ قراءة الفولتميتر بعد غلق المفتاح؟
- ٢ـ الطاقة المخزنة في المواسع س_٢ بعد غلق المفتاح؟

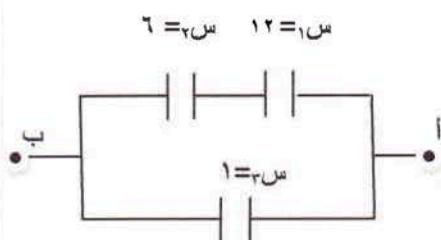


سـ ٦ـ يبين الشكل مجموعة من المواسعات الموصولة معاً وقيم مواسعاتها بالميكرو فاراد

إذا كان فرق الجهد بين النقطتين (أ، ب) يساوي ١٠ فولت فاحسب ما يلي :

وزاري ٢٠٠٣

- ١ـ المواسعة المكافئة للمجموعة؟
- ٢ـ شحنة المواسع س_٢؟
- ٣ـ الطاقة المخزنة في المواسع س_٢؟



السؤال الأول :-

(٢٦) توازي :-

$$MF3 = 3 \Leftrightarrow \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{1}{\frac{3+3}{3}}$$

(٣١ و ٣٢) توازي :-

$$MF7 = 3+c = \frac{3}{3}$$

$$\overline{X97} = \overline{C2} \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X3} = \frac{\overline{2}}{\overline{2}} \cdot \frac{\overline{3}}{\overline{3}} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}}$$

$$\overline{X28} = \overline{1} \cdot \overline{X2} \cdot \overline{X32} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}} \cdot \frac{\overline{2}}{\overline{2}} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}}$$

لأن $\overline{3}$ و $\overline{3}$ هو المماثل

$$\overline{X48} = \frac{\overline{4}}{\overline{4}} \cdot \overline{X3} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}}$$

هي دليل توازي

$$\overline{P1} + \overline{P2} = \overline{P1} \Leftrightarrow$$

$$\overline{E} \cdot \overline{E} = \overline{P1} = \overline{P2} \Leftrightarrow \overline{E} + \overline{P1} = \overline{P2}$$

$\overline{E} = \overline{P1} = \overline{P2}$ مولدة توازي

$$\overline{1} \cdot \overline{X3} \cdot \overline{X1} = \overline{2} \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X1} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}} \cdot \frac{\overline{3}}{\overline{3}} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}}$$

$$\overline{1} \cdot \overline{X2} \cdot \overline{X2} = \overline{2} \cdot \overline{X2} \cdot \overline{X2} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}} \cdot \frac{\overline{2}}{\overline{2}} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}}$$

$$\overline{P1} \cdot \frac{1}{\overline{2}} = \overline{P2}$$

$$\overline{1} \cdot \overline{X46} \cdot \overline{1} = (\overline{1} \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X2}) \cdot \frac{1}{\overline{2}} =$$

$\overline{E} = \overline{P1}$ مولدة

السؤال الثاني :-

(١٤) توازي :-

$$MF3 = c+1 = \frac{3}{3}$$

(٣١ و ٣٢) توازي

$$MF7 = 3 \Leftrightarrow \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{1}{\frac{3+4}{3}}$$

$\overline{X2} = \overline{X1} \cdot \overline{X2}$

$$\overline{1} \cdot \overline{X12} \cdot \overline{1} = \overline{2} \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X2} =$$

$$\overline{1} \cdot \overline{X12} \cdot \overline{1} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}} \cdot \frac{\overline{2}}{\overline{2}} = \frac{\overline{1}}{\overline{1}}$$

$$\frac{\overline{1} \cdot \overline{X12}}{\overline{1} \cdot \overline{X6}} = \frac{\overline{1}}{\overline{2}} = \frac{\overline{1}}{\overline{2}}$$

السؤال الثالث :-

يُصبح الماء ساخنًا بمقدار على الموارد

$$\text{نسبة} = 3 \text{ بـ}$$

$$\text{نسبة} + 1 = (3 + 1) \text{ متر}^2$$

$$100 \times 20 = 200 \text{ متر}^2$$

$$= \frac{200 \times 100}{200 \times 100} = 1 \text{ مول}^2$$

$$100 \times 100 = 100 \text{ متر}^2$$

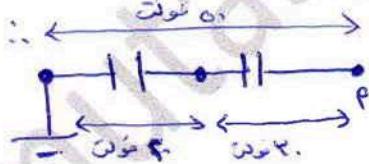
$$100 \times 100 \times 20 = 20000 \text{ جول}$$

$$\text{نسبة} = \frac{100}{100} = 100 \text{ كيلومتر}^2$$

$$\text{نسبة} = \frac{100}{100} = 100 \text{ مول}^2$$

بما أن حرف الجرد ليس حرف في $\text{نسبة} = 100 \text{ مول}^2$

حرف الجرد الكلي $= 100 \text{ مول}^2$



موجون

السؤال الرابع :-

(بـ 100) توازي

$$100 = 100 \times 100$$

(بـ 100) توازي

$$100 = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = 2 \text{ مول}^2$$

$$100 = \frac{100 \times 100}{100 \times 100} = \frac{100}{100} = 100 \text{ مول}^2$$

$$100 \times 100 = 100 \times 100 = 10000 \text{ كيلومتر}^2$$

$$\text{نسبة} = \frac{100}{100} + \frac{100}{100} = 100 \text{ توازي}$$

$$100 \times 100 = 100 \times (100 + 100) =$$

السؤال الخامس :-

٣ شهرين = ٣ شهور بعد

$$\text{مليون} \times ٣ + ٣ = \text{مليون} \times ٣ + ٣ \text{ ملار}$$

$$٣ \times ١٠٠ \times ٤ + ٤ = ١٢٠ \times ٤ + ٤ = ٤٨٤$$

$$\frac{١٢٠ \times ٤}{١٢٠ \times ٢} = \frac{٦٠}{٦} = ٦ \text{ ملار}$$

$$\text{مليون} \times \frac{٦}{٦} = ٦$$

$$(٦ \times ١٠٠ \times ٤) \times \frac{٦}{٦} =$$

$$٣٦٠ \times ٤ = ١٤٤٠$$

$$\underline{\underline{\text{الإجابة}}} = \frac{٦}{٦} = ٦$$

$$٦ \times ٤ = \frac{٢٤}{٦}$$

$$\text{مليون} \times \frac{٦}{٦} =$$

$$(٦ \times ١٠٠ \times ٤) \times \frac{٦}{٦} =$$

$$٦ \times ٤ =$$

السؤال السادس :-

(٦٠ دينار) توازناته :-

$$MF 4 = ٤ \Leftrightarrow \frac{١}{٦} + \frac{١}{٦} = \frac{٢}{٦}$$

(٦٠ دينار) توازناته :-

$$MF 0 = ١ + ٤ = ٥$$

فرق الحجم بين حرف $\frac{٦}{٦}$ = ٦ ملار

$$\frac{٦}{٦} = \frac{٦ \times ٤}{٦} = ٤$$

ملخص القوانين :

الطاقة المختبرة
داخل المواسع

$$\Delta H = \frac{1}{2} m v^2$$

$$= \frac{1}{2} m v^2$$

$$= \frac{1}{2} m v^2$$

المواسعة المكافئة
للمجموعة المواسعات
على التوازي

$$\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \dots = \frac{1}{m_{\text{مكاف}}}$$

المجموعة المكافئة

المجموعة المكافئة

$$v_1 = v_2 = v_3 = \dots$$

الجهد يتوزع

$$V_1 + V_2 + \dots = V_{\text{مكاف}}$$

$m_{\text{مكاف}} = m_1 + m_2 + \dots$ المواسعة المكافئة
للمجموعة المواسعات
على التوازي

$$v_1 = v_2 = v_3 = \dots$$

الجهد يتبع نسباً

$$V_1 = V_2 = V_3 = \dots$$

$V_{\text{مكاف}} = 3V$ عند وجود مواسع
وحاً بدون بطارية
 $v_1 + v_2 = v_3 + v_4$ بدون مصدر لفرق
الجهد.

$$m_1 + m_2 + \dots = (m_1 + m_2) \cdot k_{\text{مكاف}}$$

النقص في طاقة المواسع

$$\Delta H = H_{\text{قبل}} - H_{\text{بعد}}$$

$$= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$= \frac{1}{2} m_1 (v_1 - v_2)^2$$

حساب سخنة الجسم

$$Q = \frac{1}{E_{\text{نف}} \cdot t} \cdot Q_{\text{أصل}} \cdot \text{قوّة المبادلة بين سخنة}$$

$$Q = \frac{1}{E_{\text{نف}} \cdot t} \cdot Q_{\text{أصل}}$$

حساب المجال الكهربائي

$$E = \frac{Q}{4\pi r^2}$$

$t = \frac{E_{\text{نف}} \cdot Q}{Q_{\text{أصل}}}$ المسار الذي تكتسيه سخنة وحيث دخل مجال كهربائي

$$E = \frac{H_{\text{نف}}}{B}$$

$$E = \frac{H_{\text{نف}}}{B} = \frac{H_{\text{نف}}}{B_{\text{نف}}}$$

$E = \frac{H_{\text{نف}}}{B}$ مقدمة السفل المبذول لنقل سخنة

$E = \frac{H_{\text{نف}}}{B}$ مقدمة الجهد بين نقطتين داخل مجال منتظم

$E = \frac{H_{\text{نف}}}{B}$ جهد نقطية بعد مكافحة ف عن سخنة نقطية

$E = \frac{H_{\text{نف}}}{B}$ الجهد لسطح موصل نقي كروي

$E = \frac{H_{\text{نف}}}{B}$ الكثافة الطاحنة للسخنة على الموصل

$E = \frac{H_{\text{نف}}}{B}$ جهد موصل عن موجود موصل آخر أو سخنة

$$E = \frac{H_{\text{نف}}}{B} \cdot \frac{A_{\text{نف}}}{A_{\text{نف}}} = \frac{H_{\text{نف}}}{B} \cdot \frac{A_{\text{نف}}}{A_{\text{نف}}} \cdot \frac{A_{\text{نف}}}{A_{\text{نف}}} = \frac{H_{\text{نف}}}{B}$$

المواسعة الكهربائية

$$S = \frac{E_{\text{نف}} \cdot N_{\text{نف}}}{H_{\text{نف}}}$$

$S = \frac{E_{\text{نف}}}{H_{\text{نف}}}$ مواسعة الماسع ذو الصفيحتين
المتوازيتين