

المساعد في الفيزياء

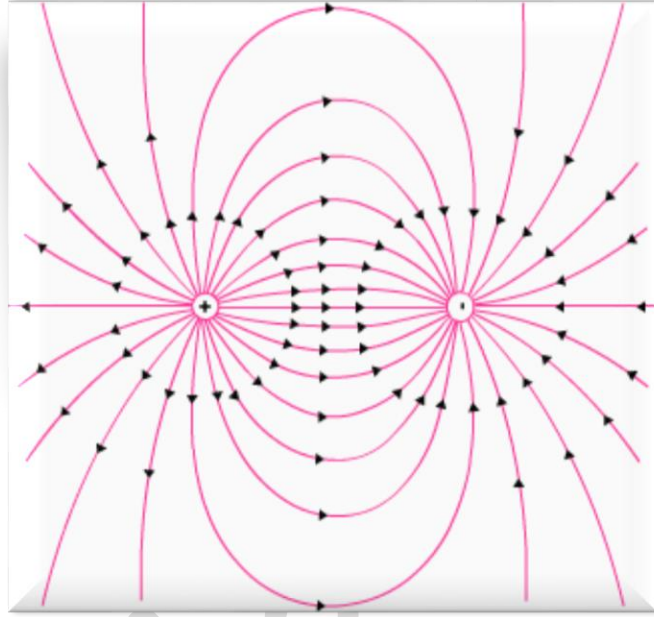
الثاني الثانوي العلمي

المعلم : عدنان ملكاوي
الحي الشرقي / قرب حديقة تونس
خلوي : ٠٧٧٥٨٦٦٢٤٩

المجال الكهربائي

الفصل الأول

Electric Field





Basic Concepts

أولاً: مصطلحات أساسية

- عملية الشحن تتم عن طريق اكتساب الجسم للإلكترونات (يشحن بشحنة سالبة) أو فقدانه للإلكترونات (يشحن بشحنة موجبة)
- مبدأ كمية الشحنة : الشحنة عبارة عن مضاعف صحيح لشحنة الإلكترون (شحنة الإلكترون = $1,6 \times 10^{-19}$ كولوم (ش = ن × ش) حيث (ن عدد صحيح) (ش = شحنة الإلكترون)

تسمى شحنة الإلكترون (الشحنة الأساسية) وهي أصغر شحنة حرة

قانون حفظ الشحنة : يكون المجموع الكلي للشحنة ثابتاً خلال عملية الشحن

أجب عما يلي :

كشحن جسم بشحنة مقدارها (٢ ميكرو كولوم) ما عدد الإلكترونات التي تم اكتسابها ؟

كإحدى الشحنات التالية لا يمكن أن يحملها أي جسم مشحون :

- (أ) $1,6 \times 10^{-19}$ (ب) 2×10^{-19} (ج) $8,4 \times 10^{-19}$ (د) $8,3 \times 10^{-19}$

يستخدم قانون كولوم لحساب القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين تفصل بينهما مسافة (ف)

نص قانون كولوم :

القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين تتناسب تناسباً طردياً مع حاصل ضرب كل منهما وعكسياً مع مربع المسافة بينهما .

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

$$\frac{\text{كولوم}^2}{\text{نيوتن.م}^2}$$

ε: السماحية الكهربائية للوسط العازل . وتقاس بوحدة

$$\frac{1}{\epsilon\pi^2} = 9 \times 10^9 \frac{\text{نيوتن.م}^2}{\text{كولوم}^2}$$

عندما يكون الوسط الفاصل بين الشحنتين هو الهواء

ملاحظات

الشحنة النقطية : هي الشحنة التي تكون أبعادها صغيرة جداً قياساً

بالمسافة بينها وبين الشحنتين الأخرى .

القوة المتبادلة : هي أن كل من الشحنتين تؤثر على الأخرى بنفس مقدار

القوة ولكن باتجاه متعاكس بسبب وقوع كل من الشحنتين في مجال

الأخرى .

تصنف القوة الكهربائية بأنها قوة مجال لذلك تعتبر القوة الكهربائية

ذات تأثير عن بعد

المجال الكهربائي: هو الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية الذي إن وضعت فيه شحنات أخرى تآثرت بقوة كهربائية

المجال الكهربائي عند نقطة: القوة المؤثرة لكل شحنة اختبار صغيرة موجبة موضوعة في تلك النقطة

ملاحظة: يكون اتجاه المجال في نقطة ما باتجاه القوة المؤثرة على وحدة الشحنات الموجبة

$$E = \frac{Q}{r^2}$$

$$E = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

ومنها

$$E = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

ملكاوي



أمور مهمة في حل مسائل الفيزياء لا بد من مراعاتها :

- يجب قراءة السؤال كاملا قبل البدء بعملية الحل
- عزل معطيات السؤال وتلخيصها
- كتابة المطلوب من السؤال
- رسم خريطة الحل تتضمن القوانين التي يمكن أن نستخدمها في الحل وترتيب استخدامها للوصول إلى المطلوب

مثال ١ :

شحن جسيم نقطي من مصدر بحيث اكتسب (1.6×10^{-19} إلكترون) أحسب مقدار المجال الذي يؤثر به الإلكترون على نقطة تبعد (3.0 سم) منه

المعطيات :

عدد الإلكترونات المكتسبة : 1.6×10^{-19} إلكترون

المسافة عن الشحنة : 3.0 سم

المطلوب : المجال عند
النقطة التي تبعد 3.0 سم
من الشحنة

القانون المستخدم في حساب المجال هو

حسب المعطيات فإن ما هو معلوم عدد الإلكترونات المكتسبة وبالتالي نحتاج إلى قانون يحسب لنا قيمة الشحنة وهو

$$q = n \cdot e$$

وبما أن الإلكترونات مكتسبة إذا الشحنة ستكون سالبة

$$q = 1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 = -2.56 \times 10^{-19} \text{ كولوم}$$

$$E = \frac{k \cdot |q|}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \cdot 2.56 \times 10^{-19}}{(3.0)^2} = 2.56 \times 10^{-8} \text{ نيوتن / كولوم}$$

$$E = 2.56 \times 10^{-8} \text{ نيوتن / كولوم}$$

لا تعوض إشارة الشحنة في قانون المجال الكهربائي وإنما نستفيد منها في تحديد الاتجاه

مثال ٢ :

إذا علمت أن القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين (ش٣ ، ش١) هي (ق) فإن الشحنة التي ستؤثر بمجال أكبر على الشحنة الأخرى هي :

(أ) ش (ب) ش٣

(ب) بما أن القوة المتبادلة متساوية إذاً سيكون المجال متساوي

المعطيات :

مقدار الشحنة الأولى = ش مقدار الشحنة الثانية = ش٣ مقدار القوة = ق

المطلوب : مقدار المجال لكل من الشحنتين

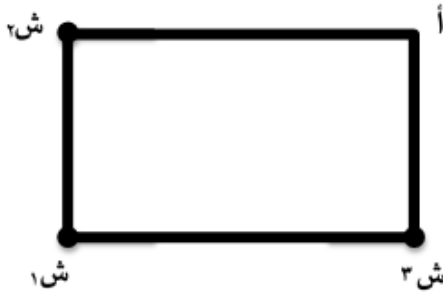
$$\frac{Q}{r^2} = E_1 \quad \frac{Q}{r^2} = E_3 \quad \frac{Q}{r^2} = E_2$$

القانون

أي أن الجواب الصحيح (ب)

مثال ٣

إذا علمت أن قيم الشحنات على رؤوس المستطيل على النحو التالي (٦- ، ٩ ، ١٢) ميكروكولوم على التوالي وأن أبعاد المستطيل هي (٠,٦ × ٠,٨) م أحسب ما يلي :



- ١- محصلة المجال الكهربائي عند النقطة (أ) مقداراً واتجهاً
- ٢- مقدار القوة الكهربائية التي ستؤثر على شحنة مقدارها (١- نانوكولوم) عند وضعها عند تلك النقطة

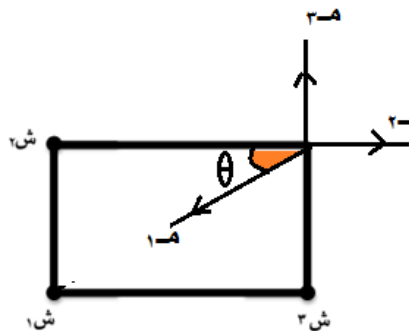
المعطيات :

$$\begin{aligned} \text{ش}_1 &= 6- \times 10^{-6} \text{ كولوم} & \text{ش}_2 &= 9 \times 10^{-6} \text{ كولوم} & \text{ش}_3 &= 12 \times 10^{-6} \text{ كولوم} \\ \text{ف}_1 &= 0,6 \text{ م} & \text{ف}_2 &= 0,8 \text{ م} & \text{ف}_3 &= ??? \end{aligned}$$

المطلوب :

المجال المحصل (م١) مقداراً واتجهاً ق١ مقداراً واتجهاً

خطوات الحل :



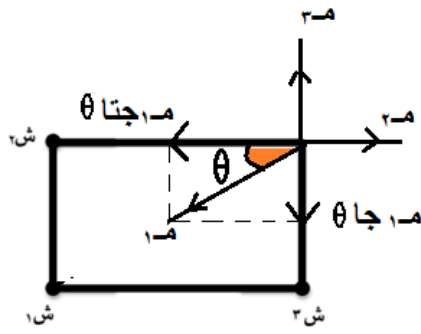
نحتاج أولاً لحساب (ف١) على نظرية فيثاغورس ف١ = ١ م

$$1 = \sqrt{0,6^2 + 0,8^2}$$

نضع شحنة اختبار (موجبة) عند النقطة المراد حساب المجال

عندها ونحدد اتجاه المجال الناشئ عن الشحنات الثلاث عليها

بعد تحديد الاتجاهات نقوم بتحليل المجال الذي يحتاج إلى مركباته (من الواضح أن المجال M_1 هو الذي بحاجة للتحليل)



نكتب صيغة المحصلة

$$M_1 = M_2 - M_1 \cos \theta$$

$$M_2 = M_3 - M_1 \sin \theta$$

نحسب القيم للمجالات ثم نعوضها في المعادلات

$$M_2 = 10 \times 9 = \frac{90}{2} \text{ ف}$$

$$M_2 = 10 \times 9 = \frac{10 \times 6}{2} = 30 \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$M_3 = 10 \times 126,6 = \frac{10 \times 9}{2} = 45 \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$M_4 = 10 \times 150 = \frac{10 \times 6}{2} = 30 \text{ نيوتن/كولوم}$$

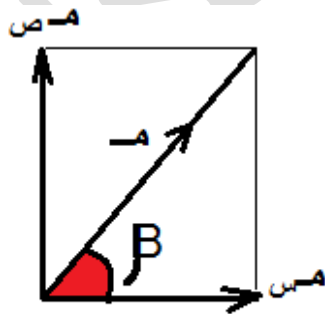
$$\cos \theta = 0,8 \quad \sin \theta = 0,6$$

$$M_1 = 10 \times 83,4 = 834 \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$M_2 = 10 \times 117,6 = 1176 \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$M_3 = 10 \times 126,6 = 1266 \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$M_4 = 10 \times 150 = 1500 \text{ نيوتن/كولوم}$$



$$\tan \beta = \frac{117,6}{83,4} = \frac{M_2}{M_1} \Rightarrow \beta = 54,6^\circ$$

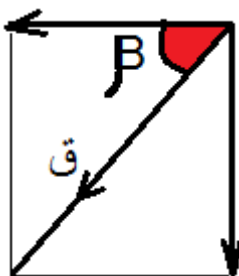
$$M = \sqrt{(M_2)^2 + (M_1)^2}$$

$$M = \sqrt{(117,6)^2 + (83,4)^2} = 144,2 \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$M = 10 \times 144,2 = 1442 \text{ نيوتن}$$

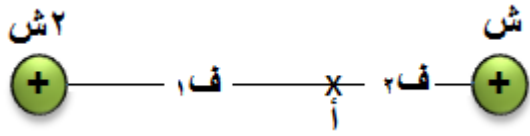
$$Q = M \times r$$

$$Q = 10 \times 1 \times 1442 = 14420 \text{ نيوتن}$$



لأن الشحنة سالبة فإن اتجاه القوة يكون بعكس اتجاه خطوط المجال

مثال ٤



في الشكل المجاور إذا علمت ان محصلة المجال الكهربائي عند النقطة (أ) تساوي صفر فما هي النسبة بين (ف١ : ف٢)

المعطيات

إحدى الشحنتين (ش) الشحنة الثانية (ش٢)

محصّل = صفر

المطلوب

$$\frac{F_1}{F_2}$$

الحل

بما أن المحصلة عند (أ) = صفر هذا يعني :

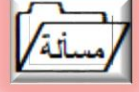
$$F_1 = F_2$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 9 \times 10^{-9} = \frac{\sqrt{2}}{F_2} \cdot 9 \times 10^{-9}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{2}$$

نقول إن شدة المجال الكهربائي في نقطة ما هي (١٠ نيوتن / كولوم) فسر هذه العبارة



ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة :

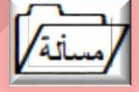
المجال الكهربائي في منتصف المسافة بين شحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين نوعاً هو :

(أ) ٢ م باتجاه الشحنة السالبة

(ب) صفر

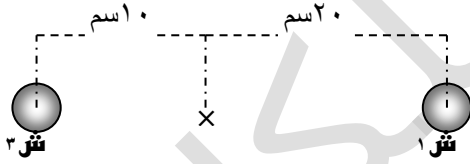
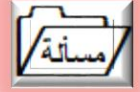
(ج) ٢ م باتجاه الموجبة

(د) م باتجاه السالبة



ثلاث شحنتان كهربائيتان مقدارهما (1×10^{-6} كولوم) ، (2×10^{-6} كولوم) على التوالي موضوعة

في الهواء كما في الشكل أحسب ما يلي :



١- المجال المحصل عند النقطة (x) مقداراً واتجهاً

٢- أحسب القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة نقطية

مقدارها (- ١ نانوكولوم) عند وضعها عند النقطة

(x)

٣- النقطة التي يمكن أن نضع فيها أي شحنة بحيث تكون محصلة القوة عليها مساوية للصفر



في الشكل المجاور مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه (١٠ سم) وضعت الشحنات التالية على

رؤوسه (أ ، ب ، ج) على الترتيب (ش_أ = ٢٠

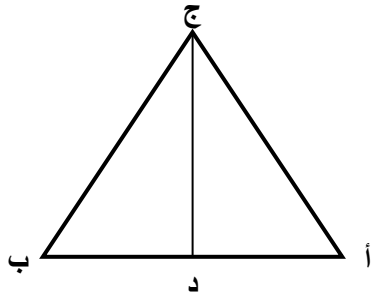
ميكروكولوم ، ش_ب = ٢٠ ميكروكولوم ،

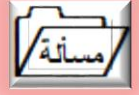
أحسب ما يلي :

٢- مقدار واتجاه المجال المحصل عند النقطة (ج)

٣- مقدار ونوع الشحنة التي يجب وضعها عند النقطة (د) بحيث

تصبح محصلة المجال عند (ج) = صفر





في الشكل المجاور إذا

علمت أن أبعاد المستطيل

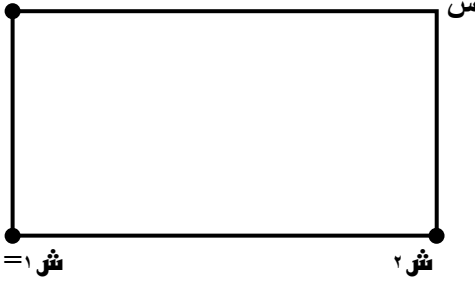
(٠,٦ × ٠,٨) م وأنه قد

مرت شحنة من النقطة س فلم تتأثر بأي قوة

من الشحنات الموجودة عند رؤوس المستطيل

فاحسب قيمة كل من (ش٢ ، ش٣)

ش٣



ش١ = ١٠ مايكرو كولوم

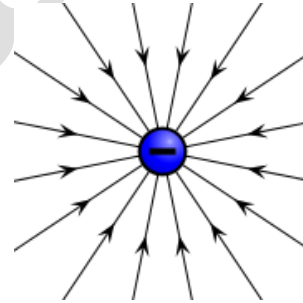
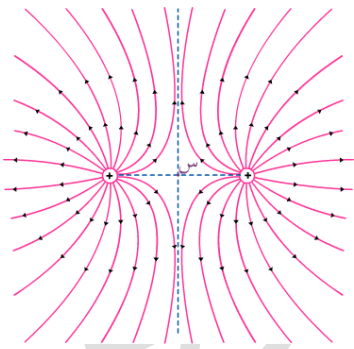
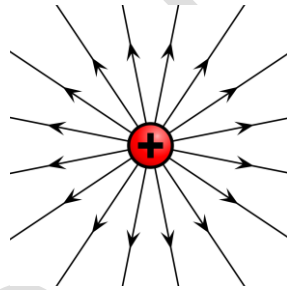
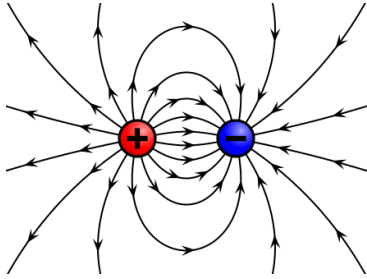
عدنان ملكاوي

تعريف:

خط المجال الكهربائي هو: خط وهمي يمثل المسار الذي تسلكه شحنة اختبار موجبة عند وضعها حرة في مجال كهربائي

خصائص خطوط المجال الكهربائي

- ١- تبدو خطوط المجال الكهربائي خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة إلى الشحنة السالبة
- ٢- يدل اللماس لخط المجال عند نقطة معينة على اتجاه المجال
- ٣- تدل كثافة خطوط المجال في منطقة معينة على شدة المجال الكهربائي في تلك المنطقة .
- ٤- خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع لأنها لو تقاطعت لأصبح للمجال عند نقطة التقاطع أكثر من اتجاه وهذا غير ممكن .



١ لا يمكن لهذا الجسم أن يحمل هذه الشحنة لأنها ليست مضاعفاً صحيحاً لشحنة الإلكترون

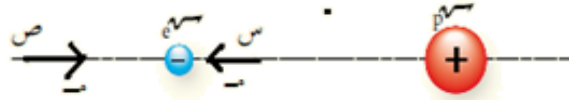
$$٢ \quad n = \frac{1}{1,6} \times 10^{10} \text{ إلكترون}$$

٣ (١) كثافة خطوط المجال تدل على شدة المجال
(٢) المماس لخط المجال عند نقطة ما يدل على اتجاه المجال عند تلك النقطة

٤ (١) اتجاه المجال عند تلك النقطة باتجاه المحور الصادي السالب
(٢) عند وضع إلكترون (سالب) بدل شحنة الاختبار الموجبة فإن القوة المؤثرة عليه ستكون باتجاه الصادي الموجب بينما اتجاه المجال لا يتأثر لأنه يمثل مسار وحدة الشحنات الموجبة حسب التعريف

ملكاوي

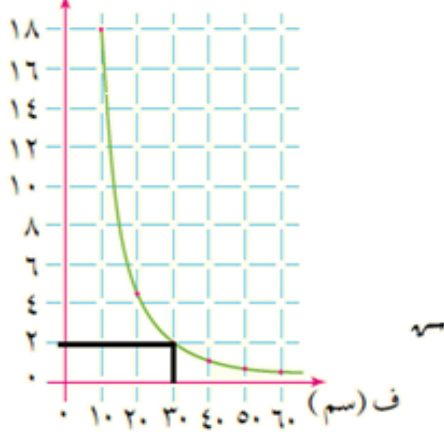
١- بين الشكل (١٠-١) إلكترونًا وبروتونًا موضوعين على المحور السيني. حدد اتجاه المجال الكهربائي المحصل عند النقطتين (س)، (ص).



الشكل (١٠-١): سؤال (١).

٢- بين الشكل (١١-١) منحنى العلاقة بين المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية والبعد عنها. معتمدًا على الشكل جد مقدار كل مما يأتي:

م. 10×10^{-9} (نيوتن/كولوم)



الشكل (١١-١): سؤال (٢).

أ) $m = 10 \times 2 = 20$ نيوتن/كولوم

ب) $q = m \times r^2$

$= 10 \times 1 \times 10 \times 4 =$

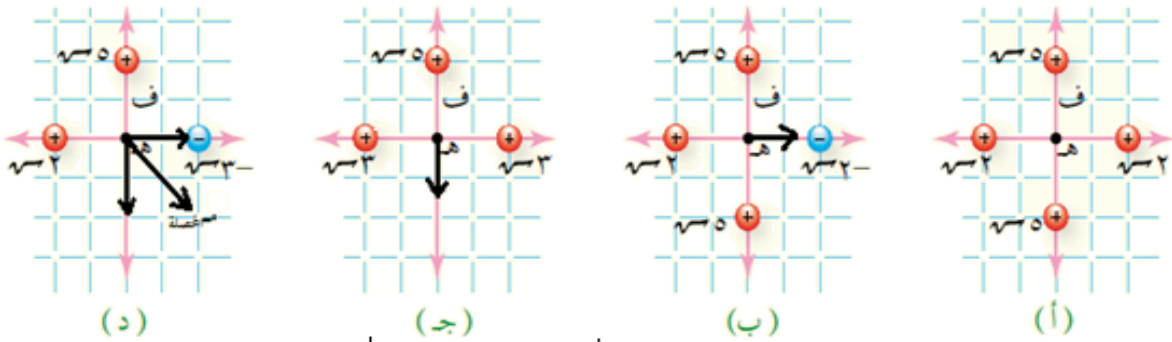
$= 400$ نيوتن

ج) نأخذ ي نقطة في المجال ولكن على بعد ٣٠ سم

$10 \times 2 = \frac{q}{(30)^2} \times 10 \times 9$

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

٣



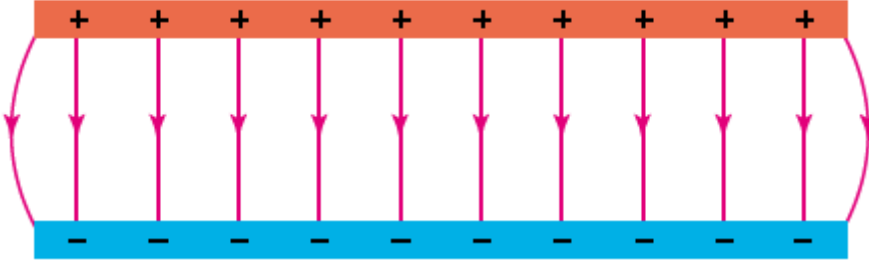
$$m = \frac{q}{r^2} \times 10 \times 9 = \frac{10 \times 9}{3^2} \times 10 \times 9 = 100$$

$$m = \frac{q}{r^2} \times 10 \times 9 = \frac{10 \times 9}{3^2} \times 10 \times 9 = 100$$

$$m = \frac{q}{r^2} \times 10 \times 9 = \frac{10 \times 9}{3^2} \times 10 \times 9 = 100$$

$$m = \frac{q}{r^2} \times 10 \times 9 = \frac{10 \times 9}{3^2} \times 10 \times 9 = 100$$

المجال المنتظم : هو المجال الثابت في القيمة والتجاه عند جميع النقاط



الكثافة السطحية للشحنة على إحدى الصفيحتين يرمز لها بالرمز (σ) ويقرأ (سيجما)

$$\sigma = \frac{\text{الشحنة}}{\text{المساحة}} = \frac{\text{ش}}{\text{أ}} \quad \text{وتقاس بوحدة (كولوم/م}^2\text{)}$$

مقدار المجال المنتظم الناشئ عن الصفيحتين يساوي

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad \text{حيث } (\epsilon_0 \text{ هي سماحية الهواء الكهربائية)}$$

عند وضع شحنة كهربائية في مجال منتظم فإنها سوف تتأثر بقوة كهربائية ثابتة مما يكسبها تسارعاً ثابتاً وبالتالي يمكن أن تطبق على هذه الشحنة معادلات الحركة بتسارع ثابت وخط مستقيم

القوة التي تؤثر على الشحنة هي $Q = m \times a$

وحسب قانون نيوتن الثاني فإن $(Q = k \times t)$

هذا يعني

$$m \times a = k \times t$$

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

وتذكيراً بمعادلات الحركة بتسارع ثابت :

$$E = E_1 + t \times z \quad E = E_1 + t \times z \quad E = E_1 + t \times z$$

مثال ١

صفيحة مشحونة على شكل قرص دائري نصف قطره (نق) إذا علمت أن الكثافة السطحية للشحنة على القرص تساوي (σ) فماذا يحدث للكثافة السطحية في الحالات التالية :

١- عند مضاعفة نصف القطر إلى الضعفين مع بقاء الشحنة ثابتة على القرص

٢- إذا ضاعفنا الشحنة إلى أربعة أضعاف مع بقاء نصف القطر ثابتاً

٣- إذا ضاعفنا نصف القطر إلى الضعفين وضاعفنا الشحنة إلى أربعة أضعاف

الحل :

أولاً : المعطيات

$$١- \text{نق} ٢ = ٢ \text{نق} ١ \quad ٢- \text{ش} ٤ = ٢ \text{ش} ١ \quad ٣- \text{نق} ٢ = ٢ \text{نق} ١ \text{ و } \text{ش} ٤ = ٢ \text{ش} ١$$

القانون :

$$\frac{\vec{E}}{r} = \sigma \quad \frac{\vec{E}}{r} = \sigma$$

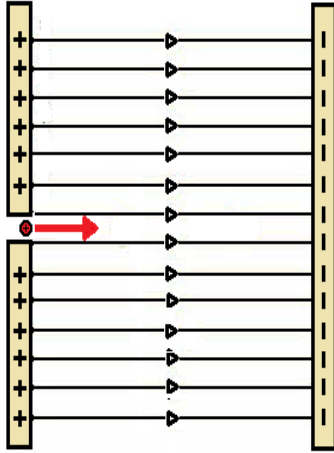
$$\sigma \frac{1}{4} = ٢ \sigma \quad \frac{\vec{E}}{r} = \sigma \quad \frac{\text{ش}}{٢(\text{نق})} = \sigma \quad (١)$$

$$\sigma 4 = ٢ \sigma \quad \frac{\vec{E}}{r} = \sigma \quad (٢)$$

$$\sigma = ٢ \sigma \quad \frac{\vec{E}}{r} = \sigma \quad \frac{\vec{E}}{٢(\text{نق})} = \sigma \quad (٣)$$

مثال ٢

دخل جسيم موجب كتلته (٠,٠٠١ غم) مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره (١٠ °) نيوتن/كولوم من خلال ثقب موجود في صفيحة موجبة الشحنة بسرعة ابتدائية (ع ١) فقطع مسافة (١٠ سم) داخل المجال قبل أن يتوقف ، إذا علمت أن شحنة الجسيم (٢ ميكروكولوم) أحسب ما يلي :



١- القوة الكهربائية المؤثرة على الجسيم

٢- تسارع الجسيم

٣- السرعة الابتدائية التي دخل بها الجسيم من الثقب .

الحل:

المعطيات

ك = (١ × ١٠^{-٦} كغم) ، م = (١٠ °) نيوتن/كولوم

ع = ١ ؟ ف = (٠,١ م) ع = ٠

ش = (٢ × ١٠^{-٦} كولوم)

القوانين التي سوف نستخدمها

$$١- ق = م \times ش \quad (٢) \quad ق = ك \times ت \quad (٣) \quad ع = ع_١ + ع_٢ \times ت \quad (٤)$$

$$(١) \quad ق = ١٠ \times ٢ \times ١٠^{-٦} = ٢ \times ١٠^{-٥} \text{ نيوتن}$$

$$(٢) \quad ٠,٢ = ١٠ \times ١ \times ١٠^{-٦} \times ت \quad ت = ٢ \times ١٠^{-٥} \text{ م/ث}^٢ \text{ ويعوض التسارع سالباً لأن السرعة تتناقص}$$

$$(٣) \quad ٠ = ع_١ - ع_٢ = ٠ - ع_٢ = - ع_٢ \quad ع_٢ = ٠,٦٣ \times ١٠^{-٥} \text{ م/ث}$$

مثال ٣

صفيحة موجبة مساحتها (٢٠ سم^٢) ومقدار الشحنة عليها (٤٠ ميكروكولوم) يقترب منها جسيم كتلته (٣ × ١٠^{-٤}) كغم ومشحون بشحنة مقدارها (٣ نانوكولوم) بسرعة ابتدائية (١ × ١٠^٣ م/ث) أحسب ما يلي :

١- مقدار المجال الناشئ عن الصفيحة الموجبة

٢- مقدار القوة المؤثرة على الجسيم المشحون

٣- مقدار التسارع الذي سيكتسبه الجسيم المشحون

٤- أقصى مسافة يمكن أن يقطعها الجسيم المشحون داخل المجال

المعطيات

$$أ = ١٠ \times ٢٠٠ \text{ م}^{-٤} \text{ يجب التحويل إلى م}^٢$$

$$\text{ش صفيحة} = ١٠ \times ٤٠ \text{ كولوم}^{-١}$$

$$\text{كجسيم} = ١٠ \times ٣ \text{ م}^{-٤} \text{ كغم}$$

$$\text{ش جسيم} = ١٠ \times ٣ \text{ كولوم}^{-١}$$

$$\text{ع ١ جسيم} = ١٠ \times ١ \text{ م}^٣$$

معطيات يمكن أن نستنتجها من السؤال :

$$\text{ع ٢ جسيم} = \text{صفر} \text{ لأنه جسيم موجب فإن سرعته ستتناقص بسبب اقترابه من صفيحة موجبة (التسارع سالب)}$$

المطلوب :

١- مقدار المجال للصفحة الموجبة

المجال الناشئ عن صفحتين متقابلتين إحداهما موجبة والأخرى سالبة هو $\frac{\sigma}{\epsilon}$ وهو مجموع مجالين متساويين

لكل صفيحة هذا يعني أننا إذا أردنا مجال صفيحة واحدة فإن المجال سيكون نصف هذا المجال ()

$$\sigma = \frac{١٠ \times ٤٠}{١} = ١٠ \times ٤٠ \text{ كولوم/م}^٢$$

$$\sigma = \frac{١٠ \times ٢}{١} = ١٠ \times ٢ \text{ كولوم/م}^٢$$

٢- مقدار القوة المؤثرة على الجسيم :

$$ق = ش \times جسيم$$

$$= ١٠ \times ٣ \times ١٠ \times ١,١٣$$

$$= ٠,٣٣٩ \text{ نيوتن بعكس خطوط المجال (أي أن ق سالبة)}$$

٣- تسارع الجسيم

$$ق = ك \times ت$$

$$-٠,٣٣٩ = ١٠ \times ٣ \times ت$$

$$ت = -١٠ \times ١,١٣ \text{ م/ث}^٢$$

٤- مقدار المسافة التي سيقطعها الجسيم في المجال قبل أن يتوقف :

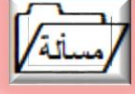
$$١ \text{ ع} = ١ \text{ ع} + ٢ \text{ ت} \times ف$$

$$ف = ٤٤,٢٥ \text{ م}$$



ماذا يحدث للمجال الناشئ بين صفيحتين إحداهما موجبة والأخرى سالبة في الحالات التالية مع التعليل

:



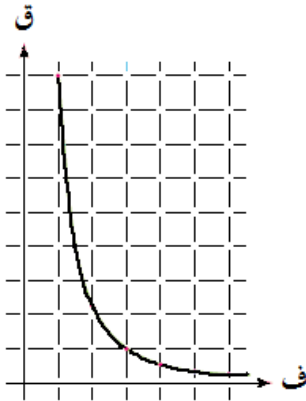
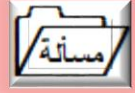
- ١- إذا قمنا بتقريب الصفيحتين من بعضهما البعض إلى نصف المسافة الأصلية
- ٢- إذا زدنا مساحة كل من الصفيحتين إلى الضعفين وزدنا الشحنة على كل منهما إلى الضعفين
- ٣- إذا زدنا مساحة كل منهما إلى الضعفين مع بقاء الشحنة ثابتة على كل منهما
- ٤- إذا زدنا الشحنة على كل منهما مع بقاء المساحة ثابتة

دخّل جسيم مشحون مجالاً كهربائياً منتظماً موازياً لخطوط المجال الكهربائي (بنفس الاتجاه) ضع دائرة حول الجملة (الجمل) الصحيحة في العبارات التالية :

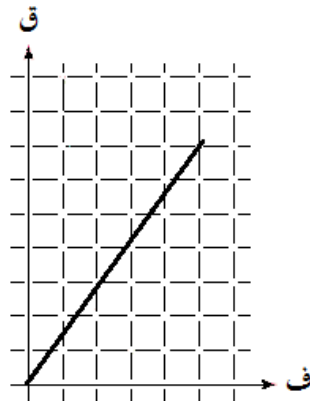


- ١- إذا كان الجسيم موجبا فإن سرعته النهائية ستزداد
- ٢- سيتوقف الجسم وتصبح سرعته النهائية مساوية للصفر اذا كان سالباً
- ٣- سيزاد تسارع الجسيم كلما تحرك مسافة أكبر
- ٤- ستصبح القوة أقل كلما تحرك الجسم مسافة أكبر

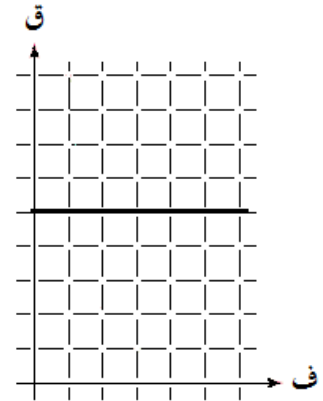
أحد الأشكال البيانية التالية تمثل العلاقة بين القوة المؤثرة على جسيم مشحون يتحرك في مجال منتظم والمسافة المقطوعة داخل المجال



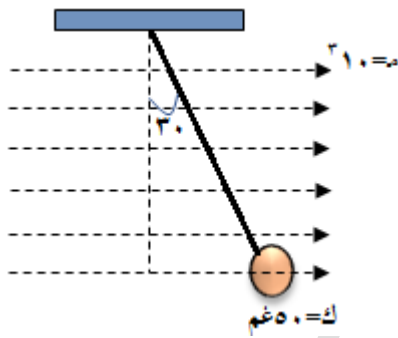
شکل ١



شکل ٢

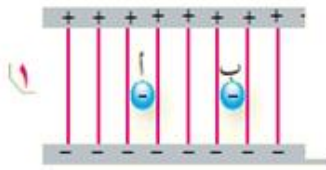


شکل ٣



في الشكل المجاور إذا علمت أن الكرة اتزنت في الوضع المبين في الشكل أحسب مقدار ونوع شحنة الكرة





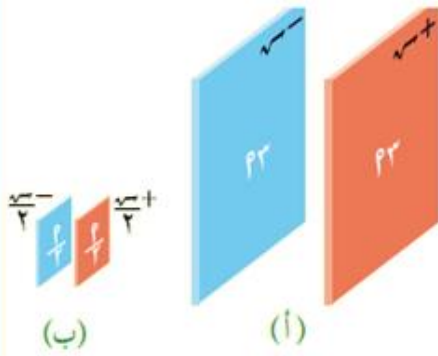
ب حتى يزن يجب أن تكون

$$m \times v = \dots$$

وبما أن الوزن تضاعف فيجب مضاعفة (م) حتى يزن وعليه فإن الجسم لن يزن

الشكل (١-١٦): سؤال (١).

ج) إذا زادت الشحنة فهذا يعني أن المجال سيزداد وبالتالي تصبح (م × ش) أكبر من (و) أي أن الجسم سوف يجذب باتجاه الصفيحة الموجبة أي أنه لن يبقى متزاناً



$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi r^2} = \frac{Q}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi r^2} = \frac{Q}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

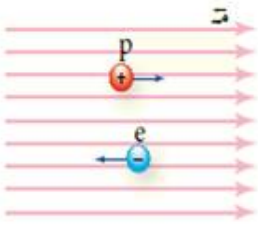
أ) القوة المؤثرة في البروتون تساوي القوة المؤثرة على الإلكترون لأن

القوة الكهربائية = (م × ص) وكلا من

شحنتي البروتون والإلكترون متساوية والمجال متساوي

ب) تسارع الإلكترون أكبر لأن التسارع يتناسب عكسياً مع الكتلة حسب

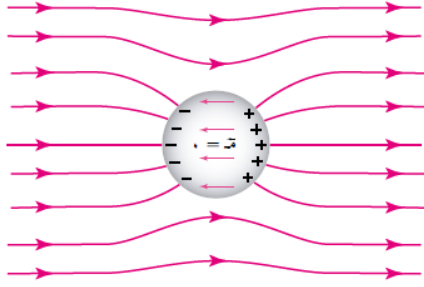
قانون نيوتن الثاني (ق = ك × ت)



الشكل (١-١٨): سؤال (٣).

علل

توضع الأجهزة الإلكترونية الحساسة داخل مادة موصلة لحمايتها من المجالات الكهربائية الخارجية



السبب في ذلك أن الموصل يشحن بالحث بشحنة تولد مجالاً كهربائياً داخل الموصل معاكس للمجال الخارجي مما يجعل محصلة المجال داخل الموصل = صفر وبالتالي لن يتأثر الجهاز الإلكتروني بالمجال الكهربائي الخارجي

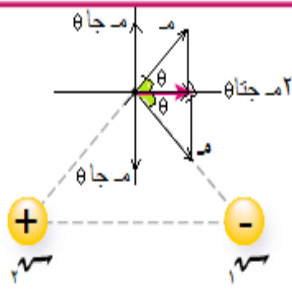
مراجعة (١-٤)



الشكل (١-٢١): سؤال (١).

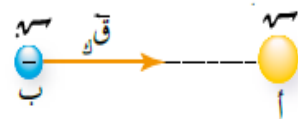
١ الإناء الفلزي مادة موصلة وبالتالي محصلة المجال الكهربائي داخلها = صفر وبما أن الموجة الكهرومغناطيسية تحتوي مجالاً كهربائياً فلن يكون بالإمكان الوصول إلى الجهاز

٢ البقاء داخل السيارة أكثر أماناً لأنها مادة موصلة والمجال الكهربائي داخلها = صفر وبالتالي يمكن أن يحمي الإنسان نفسه من المجالات الناتجة عن البرق



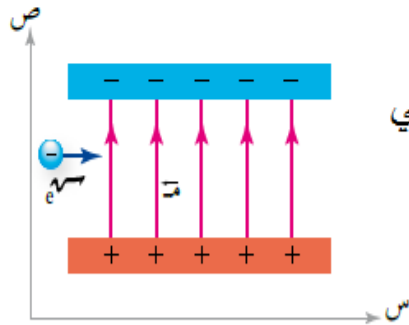
الشكل (١-٢٢): سؤال (١) فقرة (١).

١ ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:
 ١) بناءً على تحليل المركبات في الشكل يجب أن تكون
 ج) سهم سالبة، سهم موجبة.



الشكل (١-٢٣): سؤال (١) فقرة (٢).

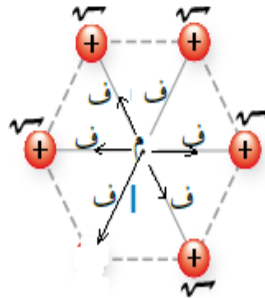
٢ د) (-س، موجبة)



الشكل (١-٢٤): سؤال (١) فقرة (٣).

٣ ب) الصادي السالب

لأن الشحنات السالبة تتسارع بعكس خطوط المجال الكهربائي

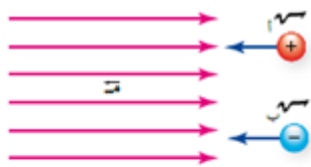


٤ د) (أ) $(\frac{\sqrt{3}}{2} F)$

الشكل (١-٢٥): سؤال (١) فقرة (٤).

$$\frac{ش}{\epsilon} = م \quad \frac{ش}{\epsilon} = م \quad \frac{ش}{\epsilon} = م \quad \frac{ش}{\epsilon} = م \quad \frac{ش}{\epsilon} = م$$

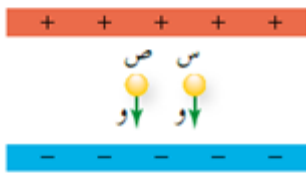
جـ يقل إلى الربع



الشكل (١-٢٦): سؤال (٢).

٢ أ الجسم (أ) ستؤثر فيه قوة باتجاه خطوط المجال (+س)
ب الجسم (ب) ستؤثر فيه قوة بعكس خطوط المجال (-س)

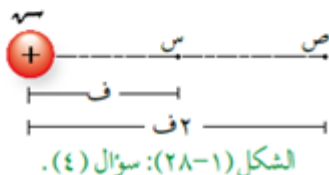
ب الجسم (أ) ستتناقص سرعته لأن حركته بعكس اتجاه القوة المؤثرة عليه
الجسم (ب) ستزداد سرعته بسبب حركته بنفس اتجاه القوة المؤثرة عليه



الشكل (١-٢٧): سؤال (٣).

٢ أ س سالب ص سالب

ب اختلاف الشحنة بين الجسمين حيث شحنة (ص) أكبر من شحنة (س) فتكون القوة الكهربائية في (ص) أكبر من الوزن بينما تتساوى القوة الكهربائية في (س) مع الوزن



الشكل (١-٢٨): سؤال (٤).

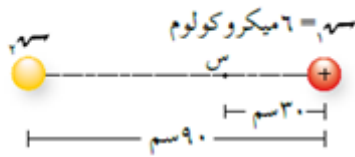
$$\frac{ق}{ش} = م \quad \frac{ق}{ش} = م$$

$$م = ١ \times ٨ \text{ نيوتن / كولوم}$$

$$\frac{ق(٢)}{ش(٢)} = \frac{ق(١)}{ش(١)}$$

$$م = ١ \times ٢ \text{ نيوتن / كولوم}$$

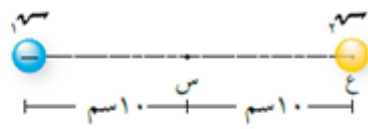
$$ق = ١ \times ٢ = ٢ \text{ نيوتن (-س)}$$



الشكل (١-٢٩): سؤال (٥).

$$\frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.3)} = \frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.9)} \quad \frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.9)} \times 9 = \frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.3)} \times 9$$

$$\frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.9)} = \frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.3)} \quad \frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.9)} \times 9 = \frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.3)} \times 9$$

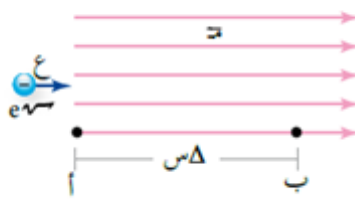


الشكل (١-٣٠): سؤال (٦).

٦ يجب أن تكون الشحنة سالبة وأكبر من ش ١

$$\frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.1)} \times 9 = \frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.1)} \times 9$$

$$\frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.1)} \times 9 = \frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.1)} \times 9$$



الشكل (١-٣١): سؤال (٧).

$$\frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.1)} \times 8 = \frac{1 \text{ ش.}}{r^2(0.1)} \times 8$$

$$10 \times 0.176 = 10 \times 0.176$$

$$2 + 2 = 2 + 2$$

$$10 \times 0.176 \times 2 - 2(10 \times \frac{1}{3}) = 0$$

$$2 = 2 - 10 \times 20$$

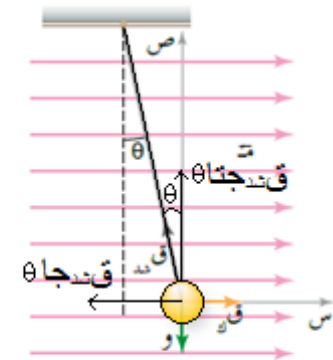
$$\cos \theta = \frac{4}{5}$$

$$m = \frac{4}{5} \times \frac{10 \times 5}{2(10 \times 5)} \times 2 = m$$

$$m = 2,88 \times 10^7 \text{ نيوتن/كولوم (ص)}$$



الشكل (١-٣٢): سؤال (٨).



الشكل (١-٣٣): سؤال (٩).

$$\cos \theta = \frac{Q_e}{Q_g} \quad \text{و} \quad \sin \theta = \frac{Q_e}{Q_g}$$

$$\frac{Q_g \sin \theta}{Q_g \cos \theta} = \frac{Q_e \sin \theta}{Q_e \cos \theta}$$

$$\frac{Q_g \sin \theta}{Q_g \cos \theta} = \frac{Q_e \sin \theta}{Q_e \cos \theta}$$

الوحدة الأولى: الكهرباء

الفصل الثاني

الجهد الكهربائي

Electric Potential

عدنان ملكاوي

جهد نقطة في مجال كهربائي : هو طاقة الوضع المختزنة لكل وحدة شحنة موضوعة عند تلك النقطة (عند نقل الشحنة من المالا نهائية إلى تلك النقطة)

حيث أن الجهد في المالا نهائية = صفر وتعتبر المالا نهائية نقطة مرجعية في حساب الجهد لأي نقطة

$$ج = \frac{ط}{\sqrt{r}}$$

وبما أن طاقة الوضع المختزنة ستنشأ عن شغلا خارجياً نبذله فإننا يمكن القول أن

$$ج = \frac{ش}{\sqrt{r}}$$

حيث ش هي الشغل المبذول في نقل الشحنة

ملاحظات مهمة :

تكون طاقة الوضع المختزنة موجبة عندما نبذل شغلاً خارجياً للتغلب على قوة مقاومة المجال الكهربائي لحركة الشحنة ويكون هذا في حالتين :

- ✓ نقل شحنة كهربائية موجبة عكس خطوط المجال الكهربائي
- ✓ نقل شحنة كهربائية سالبة مع خطوط المجال الكهربائي

تكون طاقة الوضع المختزنة سالبة (أي تتناقص طاقة الوضع وتتحول إلى طاقة حركة) إذا تركت الشحنة تتحرك حرة في المجال تحت تأثير المجال ودون وجود قوة خارجية وستتحرك في هذه الحالة على النحو التالي :

- ✓ ستتحرك الشحنة الموجبة باتجاه خطوط المجال
- ✓ ستتحرك الشحنة السالبة بعكس خطوط المجال

جهد أي نقطة لا يتأثر بمقدار الشحنة الموضوعة فيها (الجهد ثابت) لأن تغير قيمة الشحنة يواكبه تغير في طاقة الوضع المختزنة بنفس النسبة وبالتالي يبقى الجهد ثابتاً

يعتبر النظام (الشحنة - المجال الكهربائي) نظاماً محافظاً أي مقدار النقصان في طاقة الوضع الكهربائية

يساوي مقدار الزيادة في طاقة حركة الجسم

$$\Delta ط_م = \Delta ط_و + \Delta ط_ح = \text{صفر}$$

$$\Delta ط_ح = - \Delta ط_و$$

فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين

- لنفرض أن لدينا مجالاً كهربائياً كما في الشكل وأردنا نقل شحنة كهربائية موجبة من النقطة (س) إلى النقطة (ص) أي بعكس خطوط المجال في هذه الحالة سوف نحتاج إلى قوة خارجية للتغلب على قوة التنافر الكهربائية بين الشحنة والمجال عند تحريك الشحنة الموجبة بعكس خطوط المجال وبالتالي فإن بذل القوة لتحريك الشحنة بسرعة ثابتة يؤدي إلى بذل شغل يخزن على شكل طاقة وضع كهربائية في الشحنة عند النقطة المراد نقل الشحنة إليها (ص)

$$W_{صس} = W_{وص} - W_{وس}$$

$$= \Delta W_{طو}$$

وبالتالي يعرف فرق الجهد بين النقطتين $W_{صس}$ بأنه: مقدار التغير في طاقة الوضع لكل وحدة شحنة يتم نقلها بين النقطتين

$$W_{صس} = \frac{W_{صس}}{q}$$

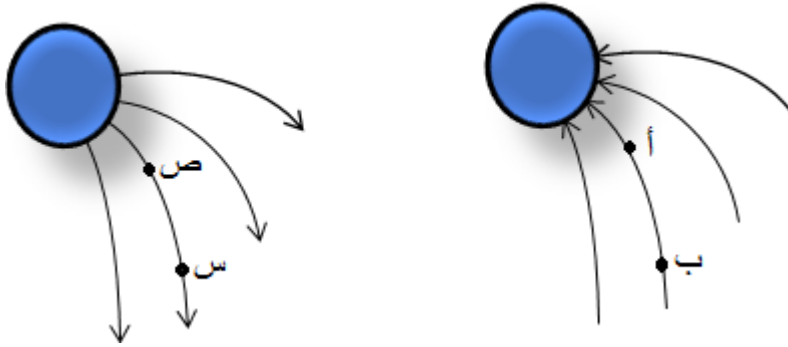
ويمكن التعبير عنها بدلالة طاقة الوضع على النحو

$$W_{صس} = \frac{W_{وص} - W_{وس}}{q}$$

وحدة قياس الجهد هي الفولت
 ١ فولت = ١ جول / كولوم

تعريف: الفولت هو : جهد نقطة ناشيء عن تخزين طاقة وضع مقدارها (١ جول) عند وضع شحنة مقدارها (١ كولوم) عند تلك النقطة

مثال ١



ضع دائرة حول العبارات الصحيحة فيما يلي اعتماداً على الشكلين المجاورين

تتناقص طاقة الوضع عند نقل شحنة موجبة من النقطة

(س) إلى النقطة (ص) بينما تزداد طاقة الوضع عندما تنقل الشحنة الموجبة من النقطة (أ) إلى النقطة (ب)

تبدأ الطاقة الحركية بالزيادة عندما يترك الجسم الموجب ليتحرك حراً من النقطة (ب) إلى النقطة (أ)

عندما ينتقل جسم سالب من النقطة (س) إلى النقطة (ص) فإنه سينتقل من جهد أعلى إلى جهد أقل

عندما ينتقل جسم سالب من النقطة (ب) إلى النقطة (أ) فإن طاقة وضعه تزداد بينما ستقل طاقة حركته

عندما ينتقل الجسم الموجب من النقطة (س) إلى النقطة (ص) فإن طاقة وضعه تزداد بينما تبقى طاقة حركته ثابتة

مثال ٢

إذا علمت أن التغير في طاقة وضع جسم مشحون (2×10^{-3}) جول عند نقله بين نقطتين وأن شحنة الجسم كانت (٢٠ ميكروكولوم) فاحسب فرق الجهد بين النقطتين

المعطيات:

$$\Delta ط = 2 \times 10^{-3} \text{ جول} \quad q = 20 \times 10^{-6} \text{ كولوم}$$

المطلوب :

$\Delta ج$ بين النقطتين

القانون والحل:

$$\frac{\Delta ط}{q} = \text{ج نهائية} - \text{ج ابتدائية}$$

$$\frac{2 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-6}} = \text{ج نهائية} - \text{ج ابتدائية}$$

$$\text{ج نهائية} - \text{ج ابتدائية} = 100 \text{ فولت}$$

مثال ٣

جسيم موجب موضوع ساكناً عند النقطة (ص) في مجال منتظم ترك ليتحرك حرّاً فوصلت سرعته عند النقطة (س) (٢٠ م/ث) إذا علمت أن مقدار شحنة الجسيم (١٠ ميكروكولوم) وكتلته (١ × ١٠^{-٣} كغم) فاحسب ما يلي :

١- مقدار التغير في طاقة وضع الجسيم

٢- فرق الجهد بين النقطتين (س) و (ص)

الحل

المعطيات :

$$\text{عص} = \text{صفر} \quad \text{عص} = ٢٠ \text{ م/ث} \quad \text{ك} = ١ \times ١٠^{-٣} \text{ كغم} \quad \text{ص} = ١٠ \times ١٠^{-٦} \text{ كولوم}$$

القوانين

$$(١) \quad \Delta \text{ط}_\text{ج} = \Delta \text{ط}_\text{و} - \Delta \text{ط}_\text{ح}$$

$$\Delta \text{ط}_\text{و} - \Delta \text{ط}_\text{ح} = \frac{١}{٢} \text{ ك} \text{ ع} - \frac{١}{٢} \text{ ك} \text{ ع}^٢$$

$$= \frac{١}{٢} \times ١٠^{-٣} \times ٢٠^٢ - \frac{١}{٢} \times ١٠^{-٣} \times ٠^٢ = \text{صفر}$$

٠,٢- = جول والإشارة السالبة تدل على تناقص طاقة الوضع

$$(٢) \quad \Delta \text{ج} = \frac{\Delta \text{ط}_\text{و}}{\text{ص}}$$

$$\Delta \text{ج} = \frac{٠,٢-}{١٠ \times ١٠^{-٦}} = -٢٠ \text{ فولت}$$

الإشارة السالبة تعني أن الانتقال كان من الجهد الأعلى إلى الجهد الأقل

مثال ٤

إذا علمت أننا قمنا بنقل شحنة مقدارها (-٢٠ نانوكولوم) من المالا نهایة إلى نقطة ما في مجال كهربائي فكان الشغل المبذول في نقل الشحنة (+٠,٠٣) جول فأجب عن الأسئلة التالية :

١- حدد نوع الشحنة المولدة للمجال

٢- أحسب جهد النقطة التي وضعت عندها الشحنة المنقولة

الحل:

المعطيات :

$$\text{ص} = +٠,٣ \text{ جول} \quad \text{ق} = -٢٠ \times ١٠^{-٩} \text{ كولوم}$$

١- بما أن الشغل موجب لنقل شحنة سالبة هذا يعني أننا نقلنا الشحنة مع خطوط المجال أي أن الشحنة المولدة للمجال ستكون (سالبة)

-٢

$$\frac{\text{ش}}{\text{سر}} = \text{ج- نهائية} - \text{ج- ابتدائية}$$

$$\frac{٥,٥٣}{٩-١٥ \times ٢٥} = \text{ج- نهائية} - \text{ج- ابتدائية}$$

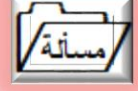
$$= -١٥ \times ١٥ \text{ فولت}$$

عدنان ملكاوي

ماذا نعني بقولنا إن فرق الجهد بين نقطتين هو ١٠ فولت؟



إذا علمت أننا قمنا بنقل شحنة مقدارها (٢٠ ميكروكولوم) من المالا نهاية إلى نقطة في مجال كهربائي فكانت طاقة الوضع المخزنة فيها عند تلك النقطة (١٠٠ ميكروجول) أحسب جهد تلك النقطة.



نقلت شحنة كهربائية بين نقطتين في مجال كهربائي فرق الجهد بينهما ١٠٠ فولت أحسب مقدار الشغل اللازم لنقل تلك الشحنة إذا علمت أن قيمتها (١٠ ميكروكولوم)



جسيم مشحون $(-3 \times 10^{-6} \text{ كولوم})$ تحرك بين نقطتين (أ و ب) في مجال كهربائي منتظم فزادت طاقة وضعه بمقدار ٦٠ ميكرو جول أجب عما يلي:

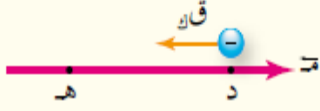


١- حدد اتجاه حركة الجسيم بالنسبة لخطوط المجال الكهربائي.

٢- الشغل المبذول على الشحنة

٣- فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين

١ طاقة الوضع المخزنة تساوي (١ جول) لكل شحنة مقدارها (١ كولوم) عند نقلها بين النقطتين



٢

الشكل (٢-٦): سؤال (٢).

أ ش = جود \times مسر ش = د = $(-1.6 \times 10^{-19}) \times 4$ ش = د = -6.4×10^{-19} جول

ب ش = جود \times مسر ش = د = $1.6 \times 10^{-19} \times 12$ فولت جود = 1.92×10^{-17} جول جود = $8 = 4$

ج التغير في طاقة الوضع يساوي الشغل المحسوب في كل فرع

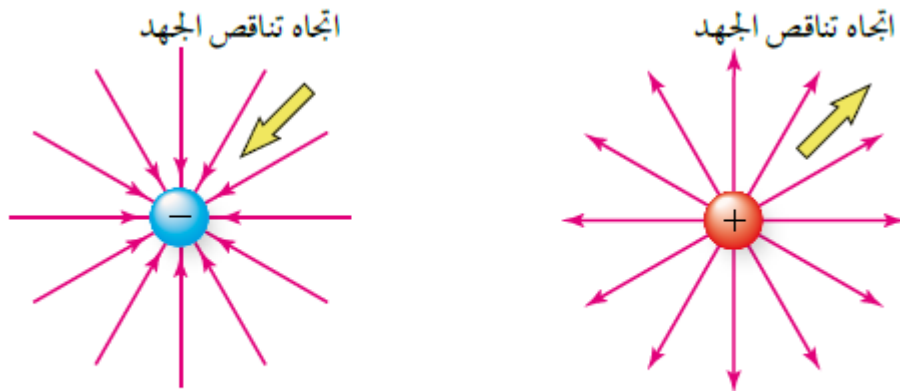
عندما يكون لدينا شحنة نقطية فإنها تولد جهداً كهربائياً عند أي نقطة محيطة بها هذا الجهد يتناسب عكسياً مع المسافة عن تلك الشحنة حسب العلاقة التالية :

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

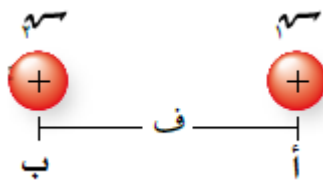
حيث q الشحنة المولدة للجهد عند النقطة المطلوبة

ملاحظة :

- الجهد كمية عددية ليس لها اتجاه وبالتالي فإننا ندخل الإشارة السالبة للشحنة في الحساب عند استخدام القانون .
- يتناقص الجهد باتجاه خطوط المجال الكهربائي أي كلما ابتعدنا عن الشحنة الموجبة وكلما اقتربنا من الشحنة السالبة



الشكل (٢-٨): العلاقة بين تغير الجهد الكهربائي واتجاه خطوط المجال الكهربائي.



إذا لدينا نقطتان (أ) و (ب) وأردنا نقل شحنتين من المالا نهاية ووضعهما عند كل من النقطتين فإن نقل الشحنة الأولى ووضعها عند النقطة (أ) لا يتطلب شغلاً كهربائياً لأن (جـ = صفر و جـ = ∞ = صفر) أما نقل الشحنة الثانية من المالا نهاية إلى (ب) فإنه يتطلب شغلاً لأن جهد النقطة (ب) في هذه الحالة لا يساوي (صفر) بل يساوي

$$ج\text{ب} = \frac{١٧٣}{ف}$$

لذا فإن:

$$ش\text{ب} = \frac{١٧٣}{ف} - ٢٧٣$$

$$ش\text{ب} = \Delta \text{طوب}$$

وبما أن $\text{طوب} = \text{صفر}$ إذاً

$$ش\text{ب} = \text{طوب}$$

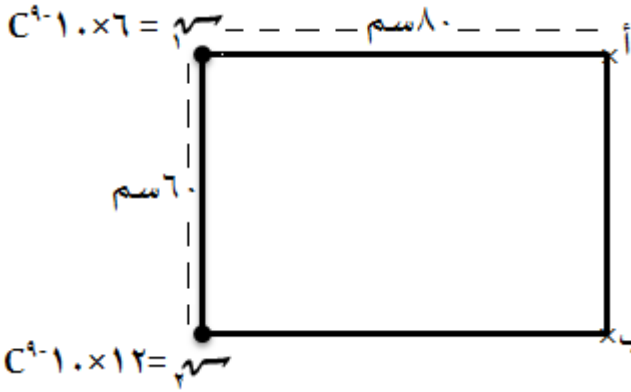
$$\text{طو (المختزنة في إحدى الشحنتين)} = \frac{١٧٣}{ف} - ١٧٣$$

ملاحظات :

تكون طاقة الوضع المختزنة في إحدى الشحنتين موجبة عندما تكون كل من الشحنتين متشابهتين والسبب أننا نحتاج إلى بذل قوة خارجية ضد قوة المجال لتقريب الشحنات من بعضها البعض مما يعني زيادة الطاقة المختزنة في كل من الشحنتين

تكون طاقة الوضع سالبة إذا كانت كل من الشحنتين مختلفتين وذلك لأننا نؤثر بقوة خارجية بعكس قوة التجاذب بين الشحنتين فنعمل على سحب طاقة وضع من النظام

مثال ١



اعتمد على البيانات في الشكل المجاور وأجب عن الأسئلة التالية :

- ١- أحسب جهد النقطة (أ)
- ٢- أحسب جهد النقطة (ب)
- ٣- أحسب الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (٢ ميكروكولوم) من الملائحية إلى النقطة (ب) بسرعة ثابتة
- ٤- أحسب الشغل اللازم لنقل الشحنة من موضعها إلى النقطة (ب)

الحل :

المعطيات

أبعاد المستطيل (٨٠ سم × ٦٠ سم) الشحنة المنقولة $q = 1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$

$$q_1 = 1.0 \times 10^{-6} \text{ C} \quad q_2 = 1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

(٤) في هذه الحالة نعيد حساب جهد النقطة موضع (ب) وجهد (ب) الناشئ عن الشحنة (ب) لأن (ب) شحنة منقولة

$$V_1 = \frac{kq_1}{r_{1ب}} = \frac{9 \times 10^9 \times 1.0 \times 10^{-6}}{10} = 900 \text{ فولت}$$

$$V_2 = \frac{kq_2}{r_{2ب}} = \frac{9 \times 10^9 \times 1.0 \times 10^{-6}}{10} = 900 \text{ فولت}$$

$$V_{ب} = V_1 + V_2 = 900 + 900 = 1800 \text{ فولت}$$

$$W = q(V_1 - V_2) = 1.0 \times 10^{-6} \times (900 - 900) = 0 \text{ جول}$$

$$W = q(V_1 - V_2) = 1.0 \times 10^{-6} \times (1800 - 900) = 900 \times 10^{-6} \text{ جول}$$

$$(1) \quad J_1 + J_2 = J_3$$

$$\frac{kq_1}{r_{1ب}} + \frac{kq_2}{r_{2ب}} = \frac{kq_3}{r_{3ب}}$$

$$\frac{9 \times 10^9 \times 1.0 \times 10^{-6}}{10} + \frac{9 \times 10^9 \times 1.0 \times 10^{-6}}{10} = \frac{9 \times 10^9 \times 1.0 \times 10^{-6}}{r_{3ب}}$$

$$J_3 = 175.5 \text{ فولت}$$

$$(2) \quad J_1 + J_2 = J_3$$

$$\frac{kq_1}{r_{1ب}} + \frac{kq_2}{r_{2ب}} = \frac{kq_3}{r_{3ب}}$$

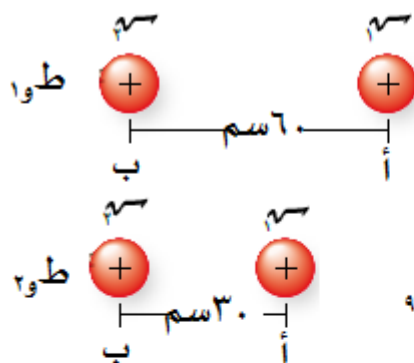
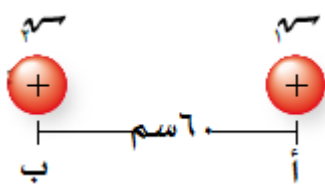
$$\frac{9 \times 10^9 \times 1.0 \times 10^{-6}}{10} + \frac{9 \times 10^9 \times 1.0 \times 10^{-6}}{10} = \frac{9 \times 10^9 \times 1.0 \times 10^{-6}}{r_{3ب}}$$

$$J_3 = 189 \text{ فولت}$$

$$(3) \quad W_{ش\infty} = q(V_1 - V_2) = 1.0 \times 10^{-6} \times (1800 - 900) = 900 \times 10^{-6} \text{ جول}$$

مثال ٢

شحنتان موجبتان ومتساويتان في المقدار قيمة كل منهما (٣٠ نانو كولوم) والمسافة بينهما في الهواء (٦٠ سم) أحسب الشغل اللازم لجعل المسافة بينهما (٣٠ سم)



الشغل = Δ ط و

$$= \text{ط و ٢} - \text{ط و ١}$$

$$\text{ط و ١} = \frac{1 \times 1}{\text{ف ١}}$$

$$\text{ط و ٢} = \frac{1 \times 1 \times 9 - 1 \times 30 \times 9}{0,6} = 1,35 \times 10^{-6} \text{ جول}$$

$$\text{ط و ٢} = \frac{1 \times 1}{\text{ف ٢}}$$

$$\text{ط و ٢} = \frac{1 \times 1 \times 9 - 1 \times 30 \times 9}{0,3}$$

$$= 2,7 \times 10^{-6} \text{ جول}$$

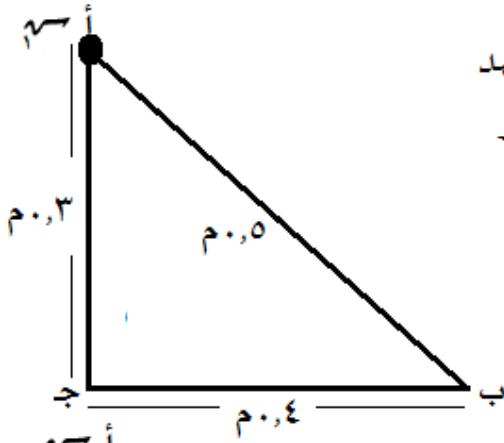
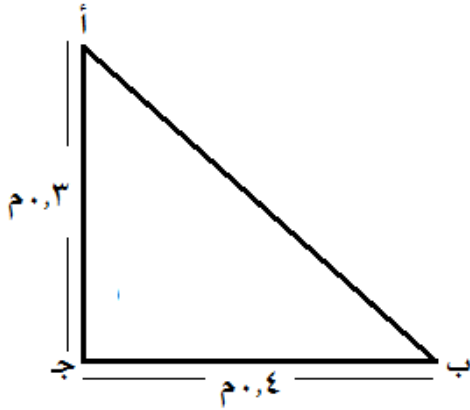
$$\text{الشغل} = 1,35 \times 10^{-6} - 2,7 \times 10^{-6}$$

$$= 1,35 \times 10^{-6} \text{ جول}$$

ملكاوي

مثال ٣

الشكل المجاور يمثل مثلث قائم الزاوية (أ ب جـ) إذا قمنا بنقل ثلاث شحنات (٢-١٠×٢ ، ٣-١٠×٣ ، ٥-١٠×٥) كولوم من المالا نهاية ووضعها عند النقاط (أ ، ب ، جـ) على الترتيب أحسب الشغل اللازم لنقل كل شحنة من الشحنات



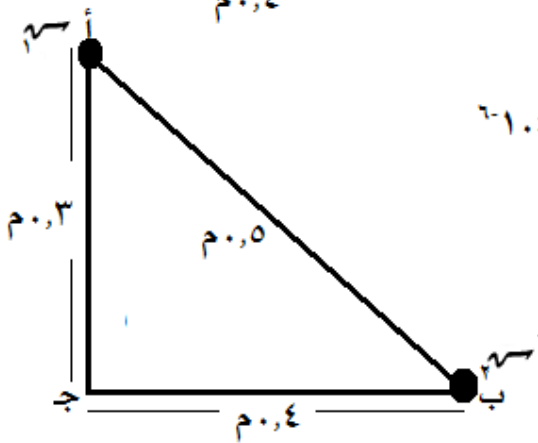
(١) ش_١ = صفر لأن المثلث لا يوجد عليه شحنات وجهد المالا نهاية = صفر وبالتالي فإن فرق الجهد = صفر

$$(٢) \text{ ش }_{\text{ب}} = ٩ \times \frac{١٠ \times ٩}{\text{فا ب}} \times ٣٦$$

$$= ٩ \times \frac{١٠ \times ٢}{٠,٥} \times ٩ - ٩ \times \frac{١٠ \times ٣}{٠,٤} \times ٩ = ٠,١٨٠ \text{ جول}$$

$$(٣) \text{ ش }_{\text{ج}} = ٩ \times \left(\frac{١٠ \times ٩}{\text{فا ج}} + \frac{١٠ \times ٩}{\text{فا ب}} \right) \times ٣٦$$

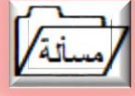
$$= ٩ \times \left(\frac{١٠ \times ٩}{٠,٥} + \frac{١٠ \times ٩}{٠,٤} \right) \times ٣٦ = ١٠ \times ٣٧,٥ \text{ جول}$$





شحنة نقطية مقدارها ٢٠ نانوكولوم موضوعة في الهواء أحسب ما يلي :

- ١- جهد النقطة التي تبعد عن الشحنة مسافة ٣٠ سم
- ٢- إذا قمنا بوضع شحنة موجبة مقدارها ١٠ نانو كولوم عند تلك النقطة فما هي طاقة الوضع المخزنة فيها



بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل

المجاور ، وإذا علمت أن (ش ب = ش د =

10×10^{-9} كولوم) والشحنات نقطية وموضوعة

في الهواء، فاحسب ما يأتي :

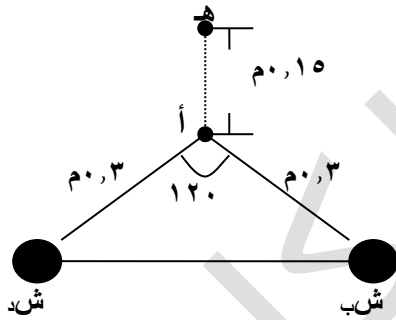
١- مقدار ونوع الشحنة النقطية الواجب وضعها في النقطة هـ

ليصبح الجهد الكهربائي الكلي في النقطة (أ) يساوي

صفرًا .

٢- طاقة الوضع الكلية المخزنة في الشحنة الموضوعة عند

النقطة (أ)





في لشكل المجاور مستطيل أبعاده (٦×٨) سم وضعت عند رأسيه (أ و ب) الشحنتان (٢ ، ١) نانو

كولوم أحسب ما يلي :



١- جهد النقطة (د)

٢- طاقة الوضع المختزنة في شحنة مقدارها (٢ ميكروكولوم) عند

نقلها من الملائمة إلى النقطة (د)



شحنتين نقطيتين (ش_١=٣ ميكروكولوم) و (ش_٢=٤ ميكروكولوم) المسافة بينهما في الهواء (٢٠ سم

) أحسب ما يلي :

١- حدد النقطة على الخط الواصل بين الشحنتين التي يعدم فيها الجهد

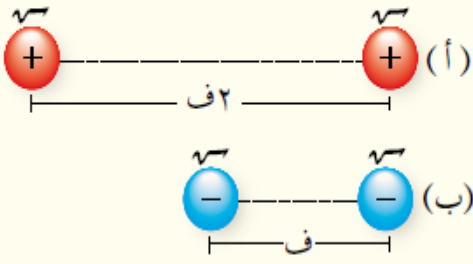
٢- ما هو الشغل اللازم لجعل المسافة بين الشحنتين ٣٠ سم



في الشكل المجاور إذا علمت ان
الجهد عند النقطة (د) يساوي صفر
وأن مقدار الشحنة (ش١) يساوي (٩ نانو كولوم)
فاحسب كل من مقدار ونوع الشحنة ش٢.

عدنان ملكاوي

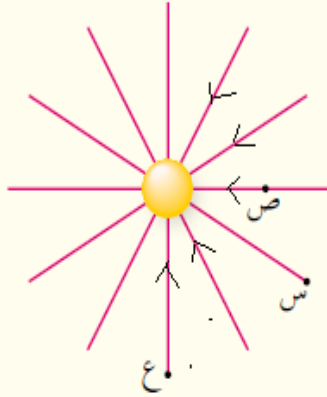
١ ل أن تقرب شحنتين سالبتين يحتاج إلى قوة خارجية للتغلب على قوة التنافر بينهما وهذا يزيد من طاقة الوضع المختزنة



٢ (ط_١) تساوي نصف (ط_٢) لأن طاقة الوضع تتناسب عكسياً مع المسافة بين الشحنتين

الشكل (٢-١٥): سؤال (٢).

١ بين الشكل (٢-١١) ثلاث نقاط (س، ص، ع) تقع ضمن المجال الكهربائي لشحنة نقطية، بُعد النقطة (س) عن الشحنة يساوي بُعد النقطة (ع). و (جس ص = ٣ فولت). أجب عما يأتي:



الشكل (٢-١١): سؤال (١).

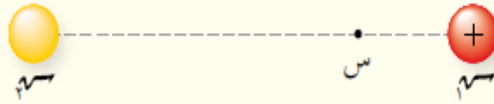
أ جس أعلى من جس

ب نوع الشحنة (سالبة)

ج باتجاه الشحنة

د جس ص = - جس ع

٢ بين الشكل (٢-١٢) نقطة (س) تقع على الخط الواصل بين شحنتين نقطيتين، إذا كانت (س) موجبة و (جس = صفر). فأجب عما يأتي:

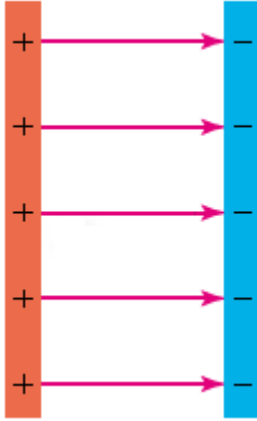


الشكل (٢-١٢): سؤال (٢).

أ س سالبة

ب (س) أكبر من (ص)

المجال المنتظم : هو مجال ثابت في القيمة والاتجاه عند أي نقطة من النقاط وخطوطه متوازية وينشأ عن صفيحتين إحداهما مشحونة بشحنة موجبة والأخرى مشحونة بشحنة سالبة

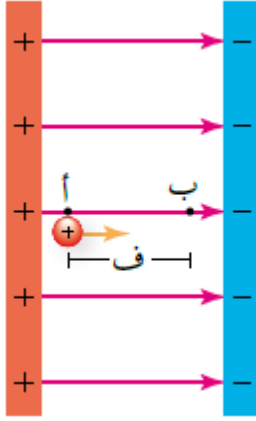


ملاحظات على المجال المنتظم

تؤثر على الشحنة التي توضع في المجال المنتظم قوة ثابتة تتناسب مع مقدار الشحنة

$$Q = m \times v$$

إذا تحركت الشحنة داخل المجال المنتظم مسافة (ف) فإن الشغل المبذول عليها سيكون $W = Q \cos \theta$ حيث θ مقدار الزاوية بين اتجاه الإزاحة واتجاه القوة



وبالتالي فإن :

$$W = m \cos \theta$$

وحسب تعريف الشغل فإنه يساوي $(- \Delta \phi)$

$$W = - \Delta \phi$$

$$m \cos \theta = - (\phi_B - \phi_A)$$

إذا نستنتج

$$\phi_B - \phi_A = m \cos \theta$$

يمكن حساب فرق الجهد بين الصفيحتين الموجبة والسالبة عن طريق العلاقة

$$W = m \cos \theta$$

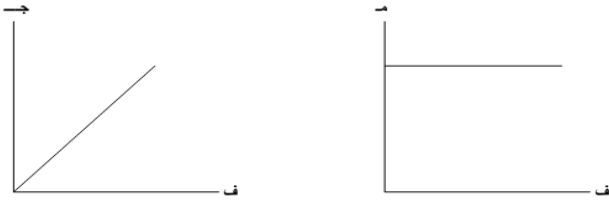
من خلال العلاقة السابقة يمكن القول ($\phi_B - \phi_A = m \cos \theta$) هي مقياس لتغير الجهد مع تغير الموقع في المجال المنتظم

سؤال :

أ) العلاقة $m = \frac{J}{f}$ تعبر عن تغير الجهد مع الموقع حدد العبارات الصحيحة بناءً العلاقة

- ☐ يتناسب المجال تناسباً عكسياً مع المسافة في المجال المنتظم
- ☐ يتناسب فرق الجهد في المجال المنتظم تناسباً طردياً مع المسافة
- ☐ يبقى المجال ثابتاً مع تغير المسافة في المجال المنتظم والسبب أن تغير المسافة يرافقه تغير في الجهد بنفس النسبة

ب- أي الشكلين البيانيين يمثل علاقة صحيحة مع التعليل ؟



مثال ٢

١- انطلق بروتون بسرعة ابتدائية (3×10^6) م/ث من الصفيحة السالبة باتجاه الصفيحة الموجبة في مجال كهربائي منتظم إذا علمت أن كتلة البروتون (1.67×10^{-27}) كغم و أن قيمة المجال الكهربائي (10^4) نيوتن/كولوم وأن الجسيم توقف عند الصفيحة الموجبة فاحسب ما يلي

١- أكبر طاقة وضع يمكن أن تختزن في البروتون داخل المجال المنتظم

٢- فرق الجهد بين الصفيحتين في المجال الكهربائي

٣- المسافة بين الصفيحتين

٤- مقدار تسارع الشحنة بين الصفيحتين

الحل:

بما أن البروتون انطلق بسرعة ابتدائية ثم توقف عند الصفيحة الموجبة بسبب قوة التنافر فإن جميع الطاقة الحركية له تحولت إلى طاقة وضع كهربائية

$$E = \frac{m \times v^2}{2}$$

$$E = \frac{1.67 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^6)^2}{2}$$

$$E = 7.5 \times 10^{-16} \text{ جول}$$

حل آخر للفرع ٣

$$E = 2 + 2 \text{ ت ف}$$

$$0 = 2 - (3 \times 10^6)^2 \times 1.67 \times 10^{-27}$$

$$f = 4.7 \times 10^4 \text{ م}$$

$$(1) \frac{1}{4} E = \tau_3$$

$$\tau_3 = \frac{1}{4} \times 7.5 \times 10^{-16} \times 1.67 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^6)^2$$

$$\tau_3 = 7.5 \times 10^{-16} \text{ جول}$$

$$(2) \tau_3 = \sqrt{2} \Delta$$

$$\Delta = \frac{7.5 \times 10^{-16} \times 1.67 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^6)^2}{\sqrt{2}}$$

$$\Delta = 4.7 \text{ فولت}$$

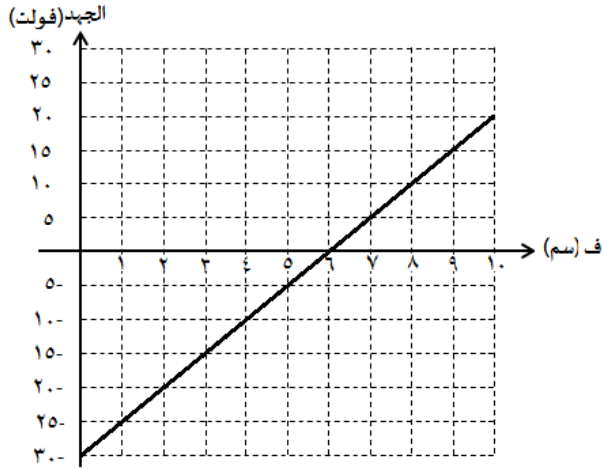
$$(3) \Delta = m \cdot f$$

$$4.7 = 10^4 \times f$$

$$f = 4.7 \times 10^4 \text{ م}$$

مثال ٣

الشكل البياني المجاور يمثل تغير الجهد مع المسافة عند الحركة في مجال منتظم من الصفيحة السالبة إلى الصفيحة الموجبة أدرس الشكل وأجب عن الأسئلة التي تليه :



العلاقة بين الجهد والمسافة بين صفيحتين مشحونتين المسافة بينهما (١٠ سم)

١ ما هو مقدار فرق الجهد بين الصفيحتين
 ٢ أحسب مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين
 ٣ إذا قمنا بنقل شحنة مقدارها (٥ ميكروكولوم) من نقطة تبعد (٣ سم) من الصفيحة السالبة إلى نقطة أخرى تبعد (٩ سم) عن الصفيحة السالبة أحسب مقدار الشغل المبذول في نقل الشحنة

الحل:

١ مقدار فرق الجهد بين الصفيحتين
 $((30) - (-20)) =$
 $50 =$ فولت

٢ مقدار المجال = $\frac{ج}{د}$

$$50 = \frac{50}{0,1} = 500 \text{ نيوتن/كولوم}$$

أو:

$$\begin{aligned} ش &= ش (جبهائي - جابئائي) \\ &= ((10) - (-10)) \cdot 50 = \\ &= 10 \cdot 10 \cdot 50 = \end{aligned}$$

٣ ش = م د ف ش

$$\begin{aligned} &= 10 \cdot 10 \cdot 50 = \\ &= 10 \cdot 10 \cdot 50 = \end{aligned}$$

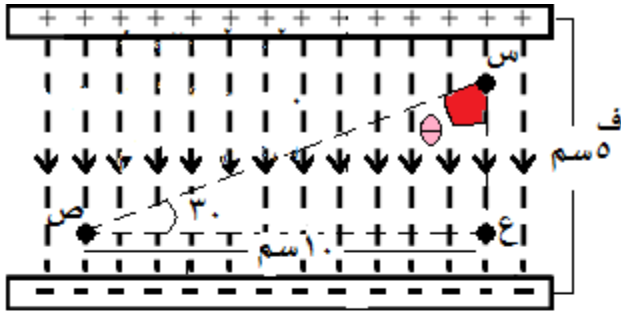
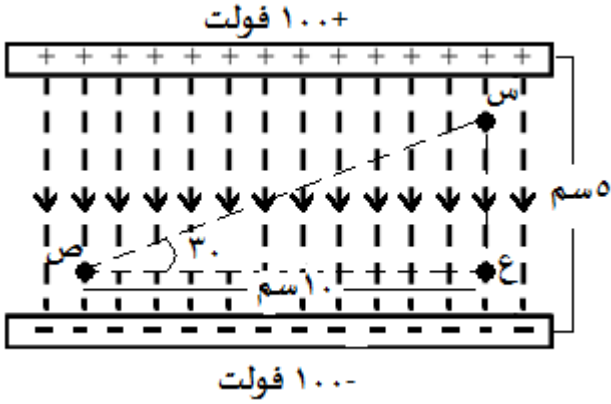
$$= 10 \cdot 10 \cdot 50 =$$

$$= 10 \cdot 10 \cdot 50 =$$

مثال ٣

اعتمد على البيانات المثبتة على الشكل واحسب ما يلي :

- فرق الجهد بين النقطتين (س) و (ع)
- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (١) ميكروكولوم (س) إلى النقطة (ص)



الحل:

$$(١) \text{ ج س ع} = \text{م ف جتا} \ominus$$

$$\text{م} = \frac{\text{ج بين الصفيحتين}}{\text{ف}}$$

$$\text{م} = \frac{(١٠٠-) - ١٠٠}{٢ \cdot ١٠ \times ٥}$$

$$\text{م} = ٤٠٠٠ \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$\text{جتا} = \frac{١٠}{\text{الوتر}} = ٠,٨٧ = \text{الوتر} = ١١,٥ \text{ سم}$$

$$\text{جتا} = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = ٠,٨٧ = ٣٠$$

ج س ع = ج ص ص لأن (ع) و (ص) متساويتان في الجهد

أو نحسب (ف س ع) من خلال (جا ٣٠) فيكون (٥,٧٥) سم نحسب

$$\text{ج س ع} = ١٠ \times ٥,٧٥ \times ٤٠٠٠ = ٢٣٠ \text{ فولت}$$

$$\text{ج س ع} = ١١,٥ \times ٤٠٠٠ \times ٦٠ = ٢٣٠ \text{ فولت}$$

$$\text{ج س ع} = ٢٣٠ \text{ فولت}$$

$$(٢) \text{ ش س ص} = \text{ج س ص} \times \sqrt{\epsilon}$$

$$\text{ش س ص} = \text{ج س ص} = ٢٣٠ \text{ فولت}$$

$$\text{ش س ص} = ١ \times ٢٣٠ = ٢٣٠ \text{ فولت}$$

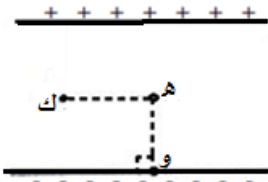
$$= ٢٣٠ \times ١٠ \text{ جول}$$

مسألة ١

- تُثبت لوحان فلزيان مشحونان متوازيان قبالة بعضهما البعض داخل أنبوب مفرغ من الهواء وعلى بُعد (2×10^{-2}) م من بعضهما. فتولد بينهما مجالاً كهربائياً قدره (3×10^6) فولت/م. احسب:
- (١) فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين.
 - (٢) مقدار القوة المؤثرة في شحنة نقطية مقدارها (-1×10^{-10}) كولوم وضعت بين اللوحين.
 - (٣) الشغل الذي يبذله المجال في نقل شحنة مقدارها (-1×10^{-10}) كولوم من اللوح السالب إلى اللوح الموجب.

مسألة ٢:

يمثل الشكل المجاور لوحين فلزيين لانهائيين الفرق في الجهد بينهما (٢ فولت) وتفصل بينهما مسافة في الهواء (١٠ سم) إذا كانت النقطتان (هـ، ك) تقعان في منتصف المسافة بين اللوحين والنقطة (و) تقع على اللوح السالب فاحسب:

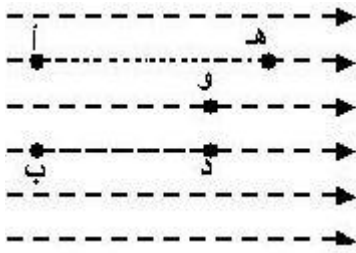


١- المجال الكهربائي عند النقطة (هـ)

٢- فرق الجهد الكهربائي (جـ و)

مسألة ٣

- إذا كانت (أ ، ب ، ، د ، هـ ، و) نقاط في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل ، فإن النقطتين اللتين لهما فرق جهد



كهربائي يساوي فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين (أ ، ب) هما :

(أ ، هـ) (ب) (د ، و)

(ج) (أ ، و) (د) (هـ ، ب)

مسألة ٤

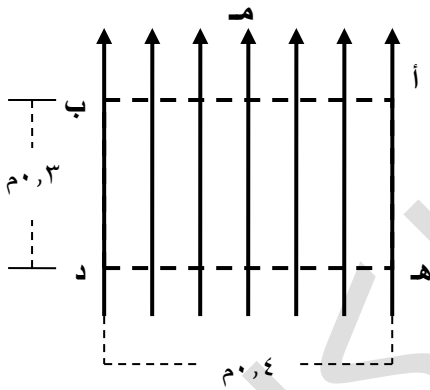
يمثل الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره (٣١٠) فولت

/م اعتماداً على القيم المبينة على الشكل أحسب :

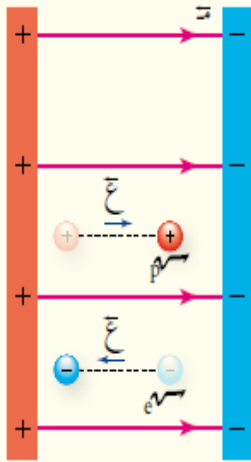
١- جهـ

٢- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (١ ميكروكولوم)

من النقطة (هـ) إلى النقطة (ب)



$$\text{م} = \frac{\text{ج}}{\text{ف}} = \frac{\text{فولت}}{\text{م}} = \frac{\text{جول/كولوم}}{\text{م}} = \frac{\text{نيوتن} \cdot \text{م}}{\text{كولوم} \cdot \text{م}} = \frac{\text{نيوتن}}{\text{كولوم}}$$



٢ الف ط و بروتون = ط و إلكترون وبالتالي تكون ط بروتون = ط ح إلكترون

$$\frac{1}{\text{ك}} \text{ بروتون} \times \text{ع} \text{ بروتون} = \frac{1}{\text{ك}} \text{ إلكترون} \times \text{ع} \text{ إلكترون}$$

$$\frac{1}{\text{ك}} \text{ بروتون} \times \text{ع} \text{ بروتون} = \frac{1}{1840} \frac{1}{\text{ك}} \text{ إلكترون} \times \text{ع} \text{ إلكترون}$$

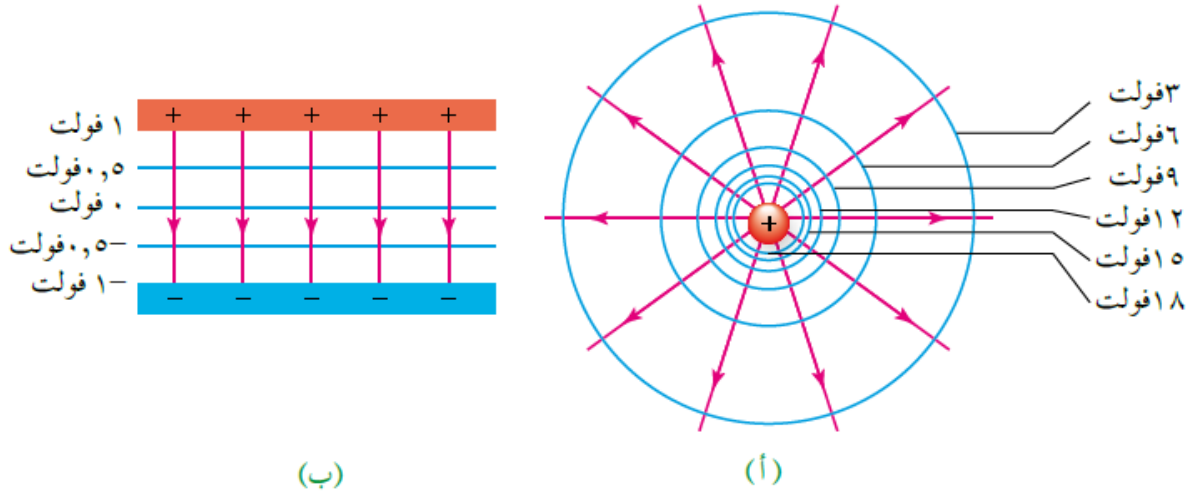
$$\frac{\text{ع} \text{ إلكترون}}{\text{ع} \text{ بروتون}} = \sqrt{1840}$$

ب ط ح بروتون = ط ح إلكترون

الشكل (٢-٢٢): سؤال (٢).

ملكاوي

سطح تساوي الجهد : هو السطح الذي يكون الجهد عند جميع نقاطه متساويا

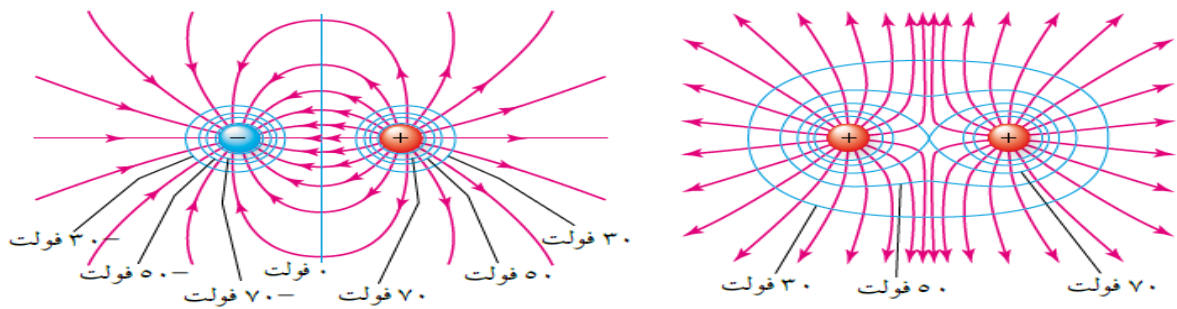


الشكل (٢-٢٣): سطوح تساوي الجهد.

بناءً على الشكل أعلاه يمكن ملاحظة ما يلي :

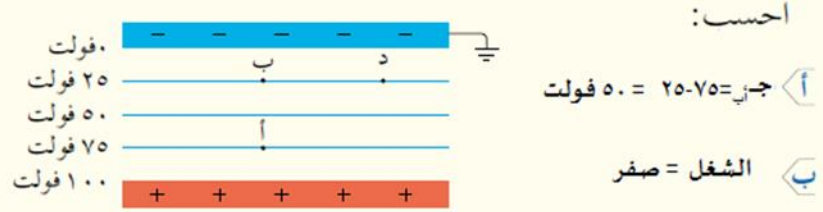
١- سطوح تساوي الجهد تتقارب كلما اقتربنا من الشحنات النقطية لأن المجال غير منتظم بينما تكون المسافات بينها متساوية في المجال المنتظم

٢- تكون سطوح تساوي الجهد عمودية على خطوط المجال والسبب أن فرق الجهد بين أي نقطتين على سطح تساوي الجهد = صفر وهذا يعني أن الشغل اللازم لنقل أي شحنة على سطح تساوي الجهد يساوي صفر وهذا لا يتحقق إلا إذا كانت الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الإزاحة = 90° حسب قانون الشغل (ش = ق ف جتا θ)

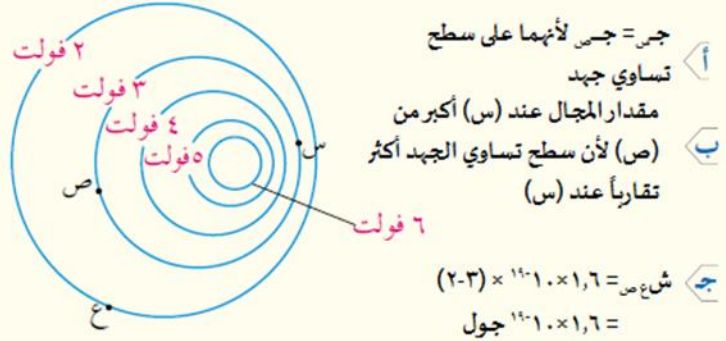


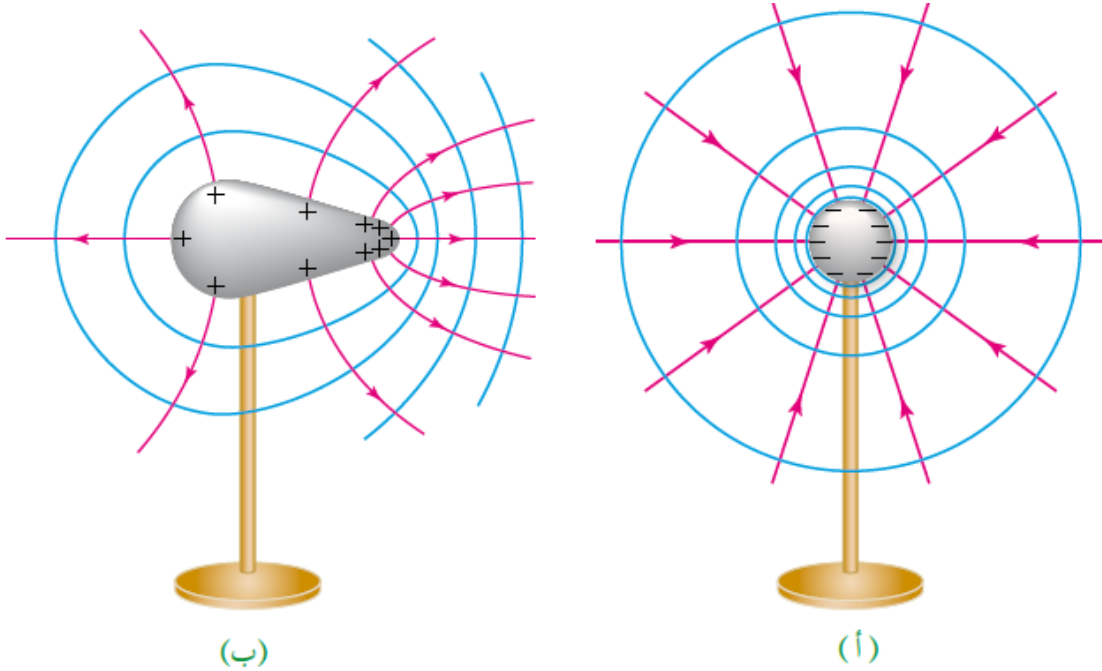
الشكل (٢-٢٤): سطوح تساوي الجهد لتوزيع من الشحنات الكهربائية.

١ بين الشكل (٢-٢٧) سطوح تساوي الجهد في الخيز بين صفيحتين موصلتين متوازيتين.



٢ بين الشكل (٢-٢٨) بعض سطوح تساوي الجهد لتوزيع من الشحنات الكهربائية. معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل أجب عما يأتي:





الشكل (٢-٢٩): خطوط المجال الكهربائي وسطوح تساوي الجهد للموصلات المشحونة.

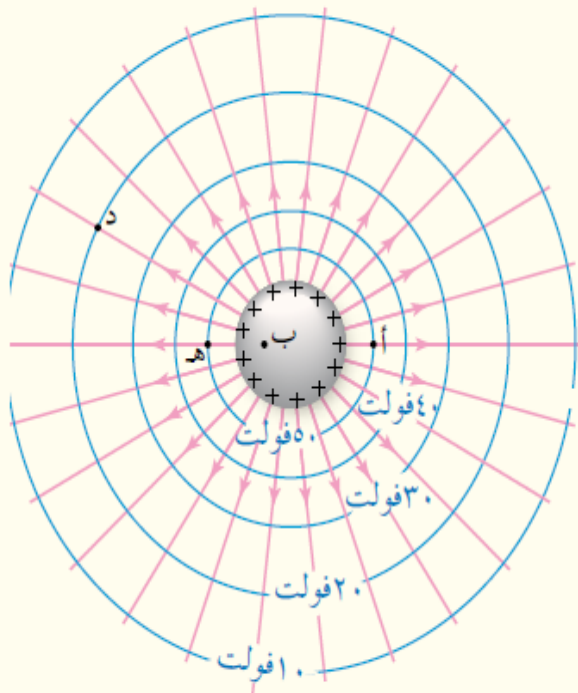
ملاحظات حول الموصلات :

- ١- تتوزع الشحنات على السطوح الخارجية للموصلات بسبب قوى التنافر بينها
- ٢- تكون الشحنات موزعة بانتظام على السطوح المنتظمة بينما تتجمع بشكل أكبر على السطوح الأكثر تحدباً في السطوح غير المنتظمة
- ٣- تستقر الشحنات على السطوح الخارجية هذا يعني أن القوة المحصلة المؤثرة على الشحنات تساوي صفر وبالتالي فإن فرق الجهد بين أي نقطتين على سطح الموصل = صفر هذا يعني أنه يمكن اعتبار سطح الموصل سطح تساوي جهد
- ٤- فرق الجهد بين أي نقطتين داخل الموصل وعلى سطحه تساوي صفر والسبب أن جهد أي نقطة داخل الموصل يساوي جهد السطح
- ٥- المجال الكهربائي داخل الموصلات يساوي صفر وبالتالي لا توجد قوة كهربائية تؤثر داخل الموصلات وعليه فلا يلزم شغل لنقل أي شحنة من داخل الموصل إلى سطحه

علل

تظهر شرارة تشبه البرق بالقرب من الرؤوس المدببة للموصلات المشحونة ؟
السبب في ذلك أن المجال الكهربائي للرأس المدبب يعمل على تأيين ذرات
الهواء مما يؤدي إلى عملية تفريغ (نشوء تيار كهربائي في الهواء) يظهر
على شكل شرارة كهربائية

مراجعة (٢-٦)



١ أ . ب . د . (أ.هـ)

ب د . (أ.هـ) . ب

لا تتغير لأنه لا يوجد شغل في نقل

الجسيم المشحون لان جهد

السطح يساوي جهد أي نقطة

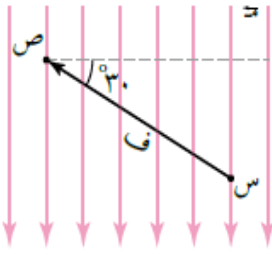
داخل الموصل

٢ يجعل الهواء موصلاً للتيار

الكهربائي فتتولد شرارة ناتجة

عن التفريغ الكهربائي

1 ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:



1 تقع النقطتان (س، ص) في مجال كهربائي منتظم مقداره (م)، والبعء بينهما (ف) كما في الشكل (٢-٣٤). وعليه فإن (جسص):

أ) م ف جتا ١٨٠

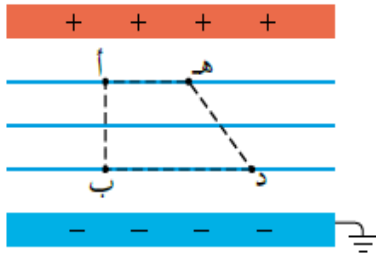
ب) م ف جتا ١٢٠

ج) م ف جتا ٣٠

د) م ف جتا ٦٠

الشكل (٢-٣٤): سؤال (١) فقرة (١).

2 بين الشكل (٢-٣٥) صفيحتين موصلتين متوازيتين، (أ، ب، د، هـ) أربع نقاط تقع في المجال



الكهربائي بين الصفيحتين. تزداد طاقة الوضع الكهربائية لشحنة نقطية موجبة عند انتقالها من:

أ) النقطة (د) إلى النقطة (هـ)

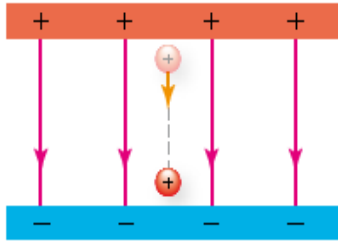
ب) النقطة (د) إلى النقطة (ب)

ج) النقطة (أ) إلى النقطة (ب)

د) النقطة (أ) إلى النقطة (هـ)

الشكل (٢-٣٥): سؤال (١) فقرة (٢).

3 عندما تتحرك شحنة موجبة حرة في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل (٢-٣٦) فإن القوة



الكهربائية تبذل عليها شغلاً:

أ) موجباً، فتزداد طاقة الوضع الكهربائية للنظام.

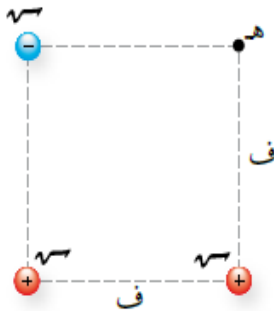
ب) سالباً، فتقل طاقة الوضع الكهربائية للنظام.

ج) موجباً، فتقل طاقة الوضع الكهربائية للنظام.

د) سالباً، فتزداد طاقة الوضع الكهربائية للنظام.

الشكل (٢-٣٦): سؤال (١) فقرة (٣).

4 عند وضع ثلاث شحنات نقطية متساوية في المقدار عند رؤوس مربع، كما يبين الشكل (٢-٣٧).



فإن الجهد الكهربائي عند النقطة (هـ) يساوي:

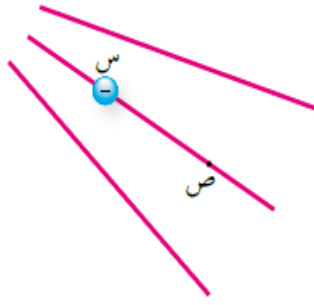
أ) $2 \left(\frac{\sqrt{3}}{f} \right)$

ب) $3 \left(\frac{\sqrt{3}}{f} \right)$

ج) $2 \left(\frac{\sqrt{3}}{27f} \right)$

د) $2 \left(\frac{\sqrt{3}}{27f} \right)$

الشكل (٢-٣٧): سؤال (١) فقرة (٤).



٢ بين الشكل (٢-٣٨) نقطتين (س، ص) في مجال كهربائي، وضعت شحنة سالبة عند النقطة (س) فتحررت بتأثير القوة الكهربائية نحو النقطة (ص)، ادرس الشكل وأجب عما يأتي:

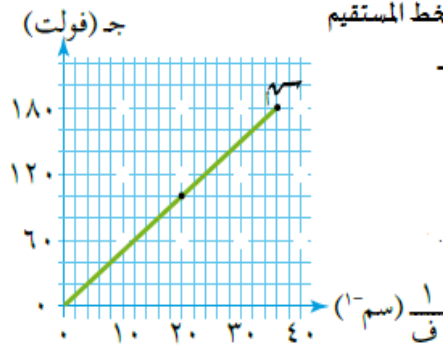
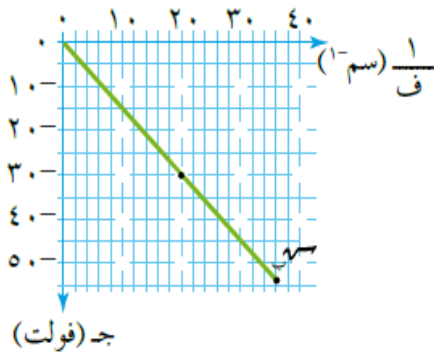
أ اتجاه المجال من (ص) إلى (س)

ب تقل طاقة الوضع الكهربائية

ج ص سالب

الشكل (٢-٣٨): سؤال (٢).

٣ بين الشكل (٢-٣٩) تمثيلاً بيانياً للعلاقة بين الجهد الناشئ عن كل من شحنتين نقطيتين (سم، سص) ومقلوب البعد عن كل منهما، اعتماداً على البيانات جد مقدار كل من الشحنتين ونوعهما.



مقدار الشحنة = ميل الخط المستقيم

$$ج = 1.0 \times 9 \frac{سم}{ف}$$

$$\frac{ج}{1.0 \times 9} = 9 \frac{سم}{ف}$$

$$\frac{18.0}{1.0 \times 9} = 2 \frac{سم}{ف}$$

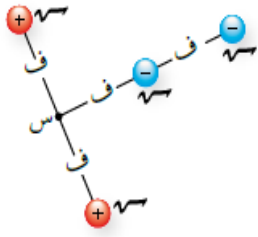
$$\frac{18.0}{1.0 \times 9} = 2 \frac{سم}{ف}$$

$$18.0 = 1.0 \times 9 \times 2 = 18.0 \text{ كولوم}$$

$$\frac{5.0}{1.0 \times 9} = 0.56 \frac{سم}{ف}$$

$$5.0 = 1.0 \times 9 \times 0.56 = 5.0 \text{ كولوم}$$

الشكل (٢-٣٩): سؤال (٣).



٤ في الشكل (٢-٤٠) احسب الجهد الكهربائي عند النقطة (س)،

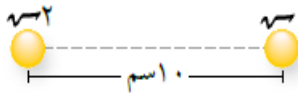
علماً بأن (سم = ٥) ميكروكولوم، و(ف = ٤) سم.

$$ج = 9 \times 10^9 \left(\frac{سم}{ف} - \frac{سم}{ف} - \frac{سم}{ف} + \frac{سم}{ف} \right)$$

$$ج = 9 \times 10^9 \frac{سم}{ف}$$

الشكل (٢-٤٠): سؤال (٤).

٥ شحنتان نقطيتان متماثلتان في النوع موضوعتان في الهواء، والمسافة بينهما (١٠) سم، كما في الشكل (٢-٤١). إذا كانت طاقة الوضع



الكهربائية المخترنة في النظام المكون منهما (٧٢ × ١٠^{-٢}) جول.

الشكل (٢-٤١): سؤال (٥).

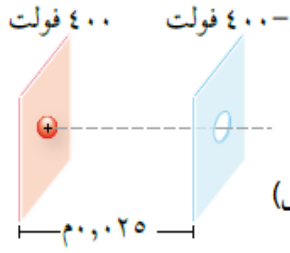
فاحسب:

$$ط = 9 \times 10^9 \frac{سم^2}{ف} = 0.72 \frac{سم^2}{ف} = 0.72 \times 10^{-2} \text{ كولوم}$$

ب الشغل الذي تبذله القوة الكهربائية لنقل الشحنة (سم) من موقعها إلى اللانهاية؟

$$ش = ط_3 - ط_1 = 0.72 - 0 = 0.72 \text{ جول}$$

٦ بين الشكل (٤٢-٢) بروتوناً أطلق من السكون في الحيز بين صفيحتين مشحونتين متوازيتين.



معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل احسب:

أ - $\frac{ج}{ف} = \frac{٨٠٠}{٠,٢٥} = م$ $٢١٠ \times ٣٢ = م$ نيوتن/كولوم

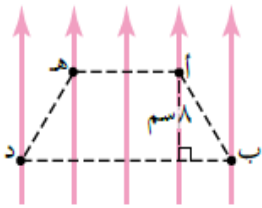
ب - $ق = م \times ٣$ $ق = ٢١٠ \times ٣٢ \times ١٠^{-١٠} \times ١,٦ = ق$ $ق = ١٠^{-١٠} \times ٥١,٢ = ق$ نيوتن (+س)

ج - $ج \times ٣ = ٣ \times ٣ = ٩$ ك ع $٩ = ١٠^{-١٠} \times ١,٦ \times ٨٠٠ = \frac{١}{٣} \times ١٠^{-١٠} \times ١,٦ \times ٣$ ع

ع = $١٠^{-١٠} \times ٣٩,١٥$ م/ث

الشكل (٤٢-٢): سؤال (٦).

٧ بين الشكل (٤٣-٢) أربع نقاط (أ، ب، د، هـ) تقع في مجال كهربائي منتظم مقداره (٣١٠ فولت/م.



احسب:

أ - $ج = ٠,٨ \times ١٠٠٠ = ٨٠٠$ جتا $ج = ٨٠$ فولت

ب - $ش ب = ش ا + ش ب = ١٠^{-١٠} \times ١ \times (١٨٠ + ١٨٠) = ٣٦٠ \times ١٠^{-١٠}$ صفر

= $٣٦٠ \times ٨٠٠ = ٢٨٨٠٠٠$ جول

الشكل (٤٣-٢): سؤال (٧).

٨ بين الشكل (٤٤-٢) ثلاث نقاط (أ، ب، د) في مجال كهربائي منتظم مقداره (٦٠٠ فولت/م.



إذا كانت (ف=٥) فاحسب:

أ - $ج = ا ب = ٠,٥ \times ٦٠٠ = ٣٠٠$ جتا

= ٣٠ فولت

ب - $ج = ب د = ٠,٥ \times ٦٠٠ = ٣٠٠$ جتا

= ٢١,٢ فولت

ج - $(ج ا) = ج ا + ج ب$

= ٢١,٢ - ٣٠ =

= ٨,٨ فولت

الشكل (٤٤-٢): سؤال (٨).

عدنان

الوحدة الأولى: الكهرباء

المواسعة الكهربائية

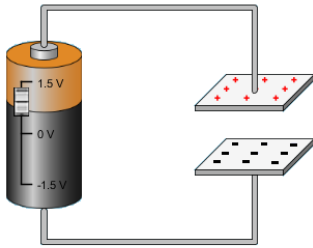
الفصل الثالث

Electric Capacitance

ملكاوي

المواسع الكهربائي : هو أداة تستخدم لتخزين الطاقة الكهربائية

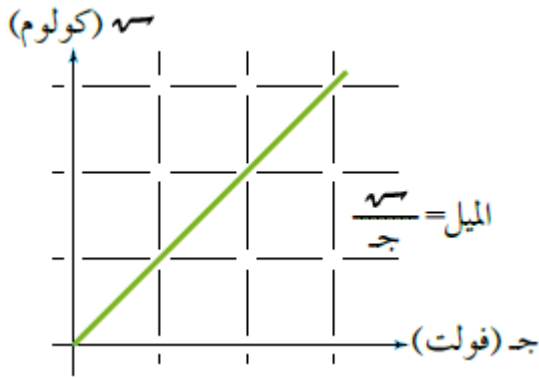
يتكون المواسع الكهربائي من موصلين تفصلهما مادة عازلة



المواسع ذو الصفيحتين المتوازيتين : يتكون من صفيحتين متوازيتين تفصل بينهما مادة عازلة ويرمز له في الدوائر الكهربائية بالرمز (\parallel)

ويشحن المواسع عند وصله بمصدر جهد حتى يتساوى فرق الجهد بين طرفي المواسع مع فرق الجهد بين طرفي المصدر فيكون المواسع قد شحن بالكامل

الشكل البياني يمثل العلاقة بين نمو الشحنة على المواسع ونمو فرق الجهد بين صفيحتيه حيث أن العلاقة طردية خطية لها ميل ثابت يسمى (المواسعة) ويرمز لها بالرمز (س)



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

المواسعة : النسبة بين كمية الشحنة المخزنة على المواسع وفرق الجهد بين طرفيه

تقاس المواسعة بوحدة (كولوم/فولت) وتسمى الفاراد

يعرف الفاراد بأنه مواسعة مواسع يخزن شحنة مقدارها (١ كولوم) عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه (١ فولت)

تعد المواسعة مقياساً لقدرة المواسع على تخزين الشحنة

العوامل التي تعتمد عليها مواسعة المواسع :

وبالتالي تعتمد مواسعة المواسع على :

- ١- سماحية المادة العازلة بين صفيحتيه (ε)
- ٢- مساحة المشتركة لصفيحتيه (أ)
- ٣- البعد بين صفيحتيه (ف)

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\sigma \cdot A}{\frac{\sigma \cdot d}{\epsilon}} = \frac{\sigma \cdot \epsilon \cdot A}{d}$$

ملاحظات على مواسعة المواسع :

١- يمكن زيادة مواسعة المواسع بإحدى الطرق التالية

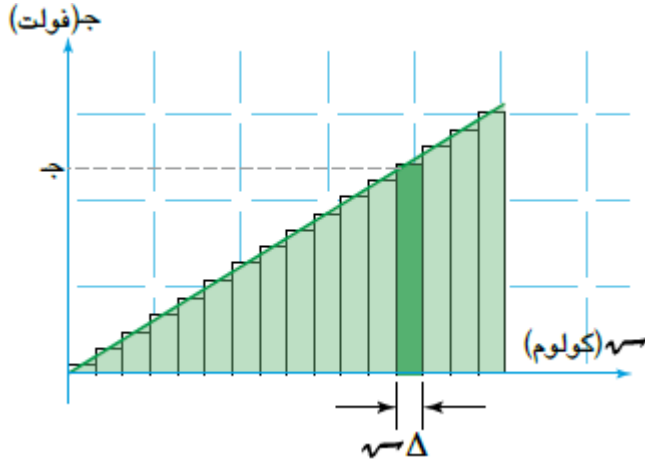
- إنقاص المسافة بين صفيحتيه (ف)
- زيادة سماحية المادة العازلة (ع)
- زيادة المساحة المشتركة بين صفيحتيه (ا)

٢- إذا قمنا بتغيير مواسعة مواسع بإحدى الطرق السابقة فإن :

- شحنته سوف تتغير (تزداد في حال زيادة المواسعة وتقل في حالة نقصانها) بينما يبقى محافظا على جهده إذا بقي مصدر الجهد موصولاً بالمواسع أثناء عملية تغيير المواسعة
- يتغير جهده (يقل إذا زادت المواسعة ويزداد إذا قلت المواسعة) بينما تبقى شحنته ثابتة إذا كان المواسع مفصولاً عن المصدر الشاحن أثناء تغيير المواسعة

٣- لا تتأثر المواسعة بزيادة جهد المواسع أو إنقاصه ولا بزيادة الشحنة أو إنقاصها لأن التغير الجهد يؤدي إلى تغير الشحنة بنفس النسبة فتبقى المواسعة ثابتة والعكس صحيح

٤- لكل مواسع قدرة تخزينية أي أنه يتحمل فرق جهد محدد (يكون مكتوب على المواسع) وإلا فإن أي زيادة في فرق الجهد عن الحد المطلوب فإنه يعمل على تأيين المادة العازلة ثم تفريغ كهربائي يتلف المواسع



يستخدم المواسع لتخزين الطاقة الكهربائية هذا يعني أننا نأخذ طاقة أكبر كلما خزننا شحنة أكبر بحيث يزداد الجهد بزيادة الشحنة لاحظ الشكل:

الطاقة المخزنة في المواسع = المساحة تحت

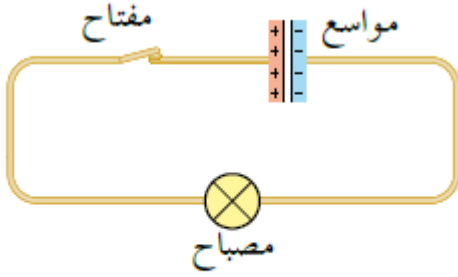
المنحنى

$$ط = \frac{1}{2} س ج$$

$$ط = \frac{1}{2} س ج$$

$$ط = \frac{1}{2} \frac{س ج}{س}$$

$$\text{ميل المنحنى} = \frac{ج}{س} = \frac{1}{س}$$

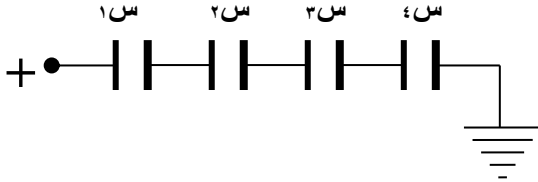


الشكل (٣-٨): تفريغ المواسع.

تخزن الطاقة الكهربائية في المواسع على شكل مجال كهربائي ولكن إذا وصلنا طرفي مواسع مشحون بمقاومة في دائرة كهربائية فإننا نقوم بتفريغ المواسع على شكل تيار كهربائي من الصفيحة الموجبة إلى الصفيحة السالبة يعمل على إضاءة المصباح لحظياً

يمكن توصيل المواسعات بطريقتين

أولاً: التوصيل على التوالي



تتم عملية التوصيل على التوالي بحيث توصل الصفيحة السالبة للمواسع الأول مع الصفيحة الموجبة للمواسع الثاني والسالبة للثاني مع الموجبة للثالث وتتصل الصفيحة السالبة للمواسع الأخير مع الأرض أو مع القطب السالب لاحظ الشكل .

خصائص التوصيل على التوالي :

- ١- الشحنة على المواسع الأول تساوي الشحنة على المواسع الثاني وتساوي الشحنة على المواسع الثالث وتساوي
- ٢- الشحنة على المواسع المكافئ .
- ٣- يتجزأ فرق الجهد على جميع المواسعات عكسياً مع قيمة المواسعة هذا يعني أن الجهد الأكبر يكون للمواسع ذو المواسعة الأقل وهكذا

$$C_{\text{كافئ}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}}$$

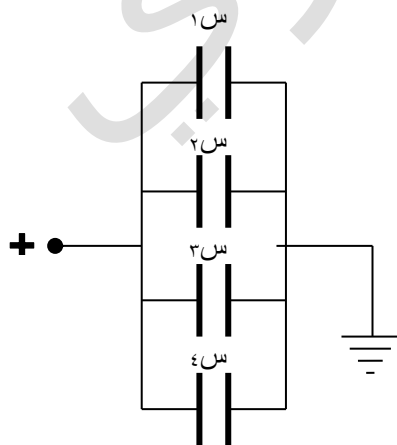
$$C_{\text{كافئ}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}}$$

- ٤- قيمة المواسعة المكافئة أقل من أقل مواسعة في المجموعة .

فإذا كان لدينا مجموعة من المواسعات فإننا نحصل على أقل مواسعة ممكنة عند توصيلها جميعها على التوالي .

توصيل المواسعات على التوازي

عملية التوصيل على التوازي تتم عن طريق وصل جميع الصفائح الموجبة مع بعضها البعض بنقطة واحدة بينما يتم وصل الصفائح السالبة لنفس المواسعات مع بعضها البعض بنفس النقطة لاحظ الشكل :



خصائص التوصيل على التوازي :

- ١- تشترك جميع المواسعات الموصولة على التوازي بنفس فرق الجهد بحيث أن جهد الموسع الأول يساوي جهد المواسع الثاني = جهد المواسع المكافئ .
- ٢- تتجزأ الشحنة على جميع المواسعات طردياً مع قيمة المواسعة وهذا يعني أن المواسع الأكبر سيحصل على الشحنة الأكبر وهكذا وبالتالي فإن الشحنة الكلية

$$\text{شك} = س_ك \times ج = ج \times س_١ + ج \times س_٢ + ج \times س_٣$$

$$س_ك = س_١ + س_٢ + س_٣ + س_٤ + س_٥ + س_٦ + س_٧ + س_٨ + س_٩ + س_{١٠}$$

٣- قيمة المواسعة المكافئة للمواسعات الموصولة على التوازي أكبر من أكبر مواسعة في المجموعة هذا يعني انه إذا أردنا الحصول على أكبر مواسعة من مجموعة مواسعات فإننا نقوم بوصلها على التوازي .

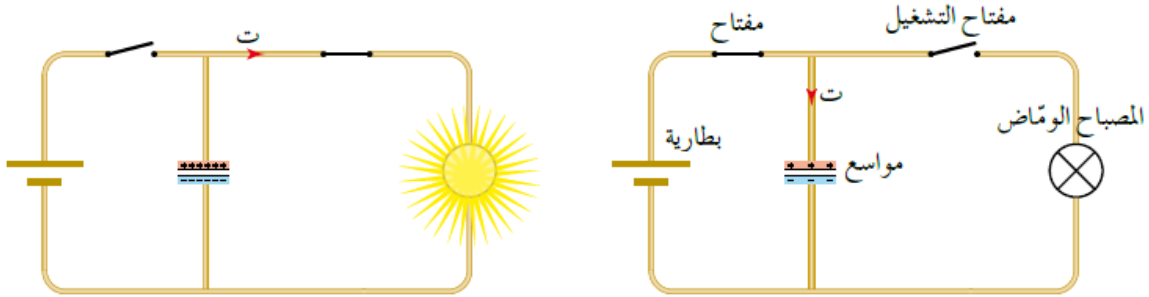
تطبيق على المواسعات :

المصباح الوماض

يستخدم في الكاميرات التي تستخدم الفلاش في التصوير

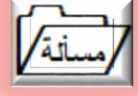
يتم شحن المواسع بغلاق المفتاح مع البطارية

ثم بغلاق المفتاح مع المصباح يتم عملية تفريغ سريعة للمواسع فيضيء المصباح



الشكل (٣-١٨): استخدام المواسع في دائرة المصباح الوماض في آلة التصوير الفوتوغرافي.

مواسع ذو صفيحتين متوازيتين مساحة إحدى صفيحتيه (200 سم^2) والمسافة بينهما (2 سم) شحن بشحنة مقدارها (10 نانوكولوم) أحسب ما يلي :



- ١- مواسعة المواسع إذا علمت أن الفاصل بين صفيحتيه هو الهواء ($\epsilon = 8,85 \times 10^{-12} \text{ كولوم}^2 / \text{نيوتن م}^2$)
- ٢- فرق الجهد بين طرفي المواسع
- ٣- الطاقة المخزنة في المواسع

الحل

$$(1) \text{ س } = \frac{Q \cdot \epsilon}{f} = \text{ س } = \frac{10 \times 8,85 \times 10^{-12} \times 2}{2} = 10 \times 8,85 \times 10^{-12} \text{ كولوم}^2 / \text{نيوتن م}^2$$

$$\text{س} = 8,85 \times 10^{-12} \text{ فاراد}$$

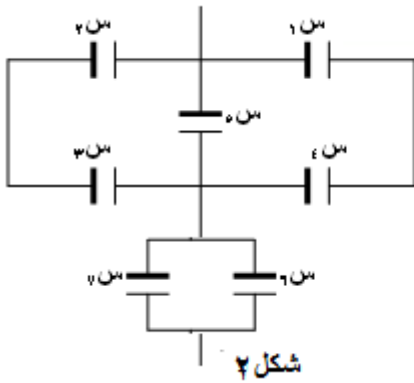
$$(2) \text{ ج } = \frac{V}{\text{س}}$$

$$\text{ج} = \frac{10 \times 10^{-6}}{8,85 \times 10^{-12}} = 1,13 \times 10^6 \text{ فولت}$$

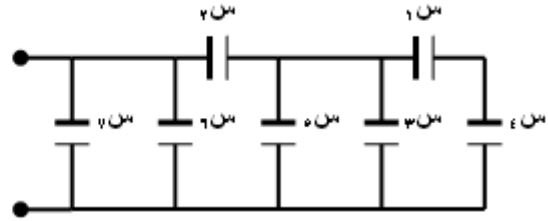
$$(3) \text{ ط } = \frac{1}{2} \text{ س ج}^2 = \frac{1}{2} (1,13 \times 10^6)^2 \times 8,85 \times 10^{-12} = 5,65 \times 10^{-1} \text{ جول}$$

$$= 0,565 \text{ جول}$$

في الأشكال المجاورة إذا علمت أن مواسعة كل مواسع (٢ ميكروفاراد) أحسب المواسعة المكافئة لكل مجموعة

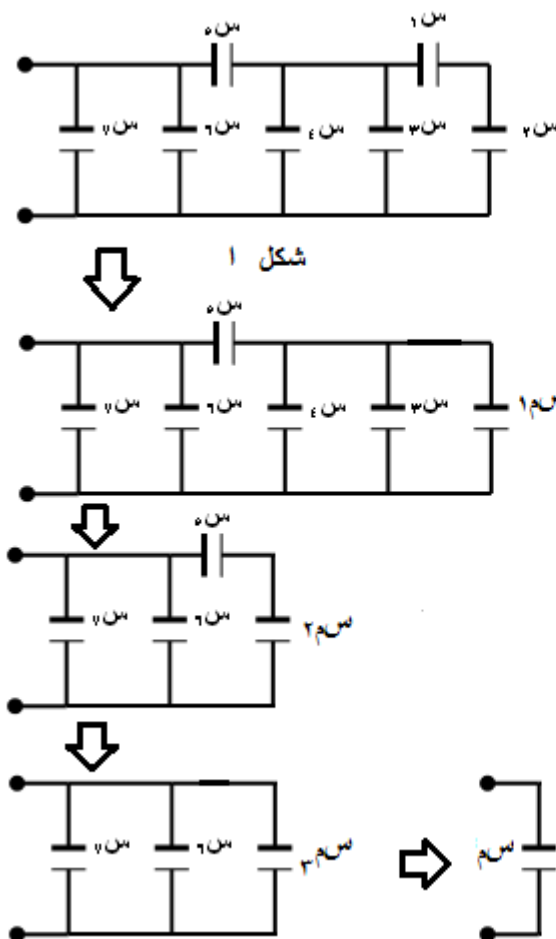


شكل ٤



شكل ١

شكل (١)



س١ ، س٢ توالي

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{1} = \frac{1}{\text{سم}}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{\text{سم}}$$

سم = ١ ميكروفاراد

سم١ ، س٣ ، س٤ توازي

سم٢ = ٢ + ١ = ٣ ميكروفاراد

سم٢ ، س٥ توالي

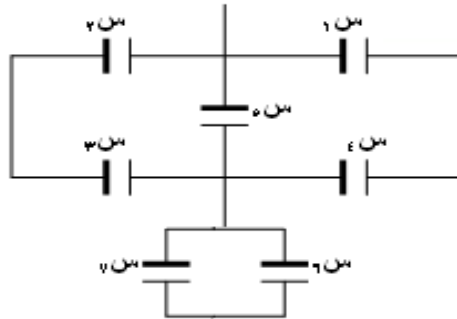
$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{1}{\text{سم}}$$

$$\frac{6}{5} = \text{سم}$$

سم٢ ، س٦ ، س٧ توازي

$$\text{سم} = 2 + 2 + 1, 2 = 5$$

= ٥, ٢ ميكروفاراد



س ٢ ، س ٣ توالي

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{2 \text{ م.س}}$$

س ١ م = ١ ميكروفاراد

س ١ ، س ٤ توالي

$$\frac{1}{\text{س ٤}} + \frac{1}{\text{س ١}} = \frac{1}{\text{س م}}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{1 \text{ م.س}}$$

س ١ م = ١ ميكروفاراد

س ١ م ، س ٢ م ، س ٥ توازي

$$2 + 1 + 1 = 3 \text{ م.س}$$

= ٤ ميكروفاراد

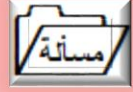
س ٦ ، س ٧ توازي س م = ٤ ميكروفاراد

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{\text{س م}}$$

س م = ٢ ميكروفاراد

روي

شحن مواسع مواسعته (٢٠ ميكروفاراد) حتى أصبح فرق الجهد بين طرفيه (١٠٠ فولت) ثم فصل المصدر الشاحن ثم قمنا بتقريب المسافة بين صفيحتيه إلى نصف المسافة الأصلية أحسب ما يلي :



١- الشحنة على المواسع

٢- فرق الجهد بين طرفي المواسع بعد تقريب الصفيحتين

بما أن المصدر الشاحن قد فصل بعد عملية الشحن فإن الشحنة ستبقى ثابتة

نحسب الشحنة على المواسع

$$Q = C \cdot V$$

$$100 \times 10^{-6} \times 20 = Q$$

$$Q = 2000 \text{ ميكروكولوم}$$

$$\frac{Q}{C} = V \quad \frac{Q}{C_1} = V_1 \quad \frac{Q}{C_2} = V_2$$

$$\frac{2000}{10^{-6} \times 40} = V_2 \quad \frac{2000}{40} = V_2 \quad \frac{2000}{2} = V_2$$

$$V_2 = 50 \text{ فولت}$$

مواسع مواسعته (٤ ميكروفاراد) شحن حتى أصبح فرق الجهد بين طرفيه = ٤٠٠ فولت ومواسع آخر مواسعته (٦ ميكروفاراد) شحن حتى أصبح فرق الجهد بين طرفيه (٦٠٠ فولت) وصل المواسعان مع بعضهما البعض بحيث وصلت الصفيحتان الموجبتان مع بعضهما والسالبتان مع بعضهما . أحسب :



١- قيمة الشحنة على كل مواسع قبل والوصل وبعد الوصل .

٢- ما هو فرق الجهد بين طرفي كل مواسع بعد عملية التوصيل .

(١) قبل التوصيل

$$Q_1 = C_1 \cdot V_1 = 4 \times 10^{-6} \times 400 = 1600 \text{ ميكروكولوم}$$

$$Q_2 = C_2 \cdot V_2 = 6 \times 10^{-6} \times 600 = 3600 \text{ ميكروكولوم}$$

$$Q_{\text{ك}} = 3600 + 1600 = 5200 \text{ ميكروكولوم}$$

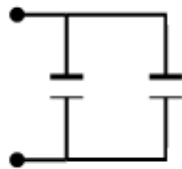
$$Q_{\text{ك}} = 5200 \text{ ميكروكولوم}$$

المواسعان وصلا على التوازي

$$C_{\text{م}} = 6 + 4 = 10$$

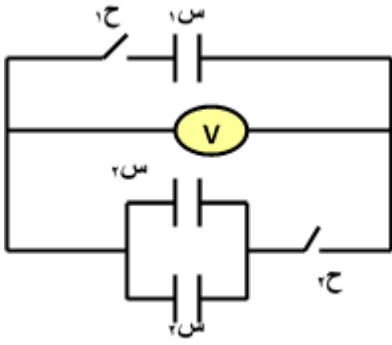
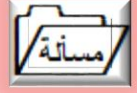
$$C_{\text{م}} = 10 \text{ ميكروفاراد}$$

شحنة المواسع المكافئ هي الشحنة الكلية (٥٢٠٠ ميكروكولوم)

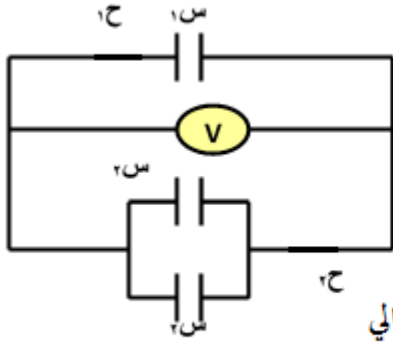


$$C_{\text{ك}} = \frac{Q_{\text{ك}}}{V_{\text{ك}}}$$

$$V_{\text{ك}} = \frac{Q_{\text{ك}}}{C_{\text{م}}} = \frac{5200}{10} = 520 \text{ فولت}$$



في الشكل المجاور المواسع 1س مشحون والمواسع (2س) و 3س غير مشحونين 0 وجد أنه عند غلق المفتاح (1ح) مع بقاء المفتاح (2ح) مفتوحاً فإن قراءة الفولتميتر تساوي (60 فولت) كم تصبح قراءة الفولتميتر والشحنة على كل مواسع عند غلق المفتاح (1ح) و (2ح) معاً
 $1\text{س} = 7\text{ ميكروفاراد}$ $2\text{س} = 8\text{ ميكروفاراد}$ $3\text{س} = 15\text{ ميكروفاراد}$



عند إغلاق 1ح فإن الفولتميتر يقيس فرق الجهد بين طرفي (1س) وبالتالي فإننا نحسب الشحنة لأنها تبقى ثابتة لعدم وجود مصدر شحن

$$\text{جهد} = \frac{10\text{س}}{1\text{س}} = 60$$
$$10\text{س} = 60 \times 1\text{س}$$

بعد غلق المفتاحين تصبح جميع المواسعات موصولة على التوازي وبالتالي تتوزع عليها الشحنة حسب سعاتها

وبما أن المواسعات الموصولة على التوازي تشترك في جهد واحد نحسب

مقدار هذا الجهد المشترك

$$10\text{س} = 7 + 8 + 15$$

$$= 30\text{ ميكروفاراد}$$

$$10\text{س} = 7 \times 14$$

$$= 98\text{ ميكروكولوم}$$

$$10\text{س} = 8 \times 14$$

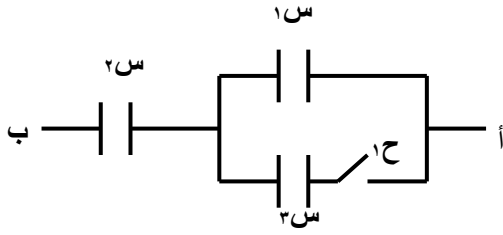
$$= 112\text{ ميكروكولوم}$$

$$\text{جهد بعد} = \frac{10\text{س}}{30\text{س}}$$

$$\text{جهد بعد} = \frac{420}{30} = 14\text{ فولت}$$

$$10\text{س} = 15 \times 14$$

$$= 210\text{ ميكروكولوم}$$



اتصلت ثلاث مواسعات كهربائية كما في الشكل بين النقطتين (أ و ب) حيث

السعات مقدرة بالميكروفاراد والمواسع س٣ غير مشحون .
قيس فرق الجهد بين أ و ب والمفتاح ح مفتوحاً فكان ١٠٠ فولت ، عند قفل المفتاح ح إذا علمت أن (س١ ، س٢ ، س٣)

(س٣) = (٦ ، ١٨ ، ٣) ميكروفاراد على التوالي أحسب بعد غلق المفتاح (ح):

(أ) المواسعة المكافئة للمواسعات الثلاث .

(ب) شحنة المواسع س٣

$$\frac{1}{18} + \frac{1}{9} = \frac{1}{6} \quad \text{س٣} \quad 6 + 3 = 9 \text{ ميكروفاراد}$$

س٣ = ٦ ميكروفاراد

(٢) قبل غلق المفتاح (ح) كان المواسعان (س١) و (س٢) على التوالي

وبالتالي فإن شحنة أي منهما تساوي شحنة المكافئ لهما

$$\frac{1}{18} + \frac{1}{6} = \frac{1}{3} \quad \text{س٣} \quad 3 \times 150 = 450 \text{ ميكروكولوم}$$

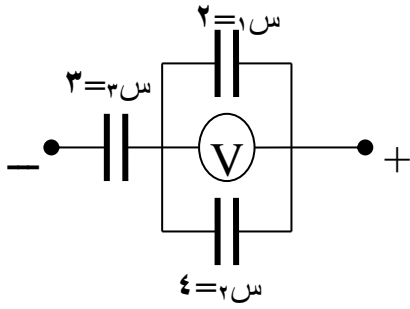
س٣ = ٤٥٠ ميكروفاراد

بعد غلق المفتاح (ح) تتوزع شحنة (س١) على كل من المواسعين (س١) و (س٢) لأنهما موصولان على التوازي

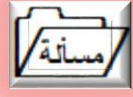
وبالتالي نحسب مواسعتهم المكافئة ومن ثم نحسب جهدهما وبعدها نحسب الشحنة على كل منهما

$$\frac{3}{9} = \frac{3}{3} \quad \text{س٣} \quad 3 + 6 = 9 \text{ ميكروفاراد}$$

س٣ = ٣ × ٥٠ = ١٥٠ ميكروكولوم

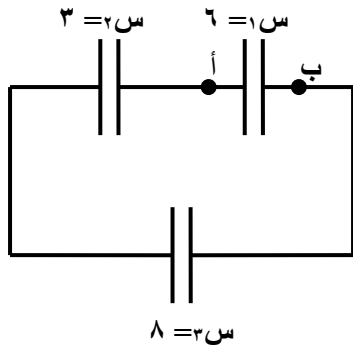


في الشكل المجاور ، إذا كانت قراءة الفولتميتر
تساوي (١٠ فولت وكانت قيم المواسعات
معطاة بالميكروفاراد فاحسب:



١- المواسعة المكافئة للمجموعة

٢- الشحنة على المواسع (س٣)

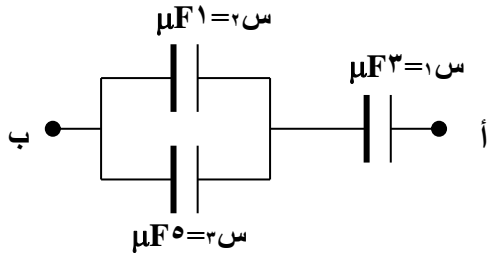


بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل المجاور
 وإذا علمت أن ج.ب = ١٠ فولت (وقيم
 المواسعات معطاة بالميكروفاراد فاحسب ما يأتي :



١- المواسعة المكافئة للمجموعة

٢- الطاقة المخزنة في المواسع (س٣)



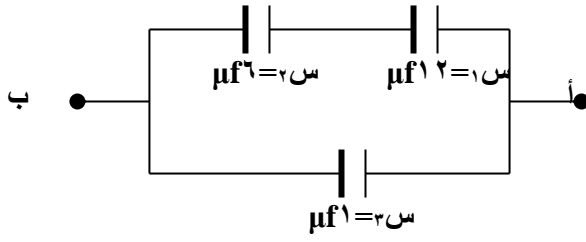
يبين الشكل المجاور مجموعة من المواسعات
الموصولة معاً ، وقيم مواسعاتها بالميكروفاراد ،
فإذا كانت الشحنة على المواسع (س ١)



تساوي (30×10^{-6} كولوم) فاحسب ما يلي :

- ١- المواسعة المكافئة للمجموعة
- ٢- الطاقة المخزنة في المواسع (س ٢)

عدنان ملكاوي



يبين الشكل مجموعة من المواسعات

الموصولة معاً وقيم المواسعات

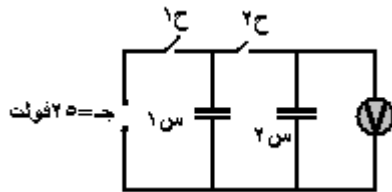
معطاة بالميكروفاراد فإذا كان فرق

الجهود بين النقطتين (أ ، ب) يساوي (١٠ فولت)

فاحسب ما يأتي :

١- المواسعة المكافئة للمجموعة

٢- شحنة المواسع (س٢)



في الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل المجاور إذا أغلق

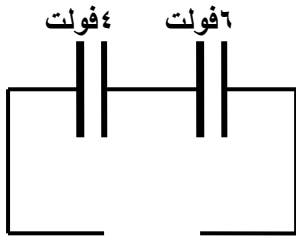
المفتاح (ح١) لفترة كافية لشحن المواسع (س١) ثم فتح

ومباشرة أغلق المفتاح (ح٢) إذا علمت أن (س١) = ٤٠

μF و س٢ = ٦٠ μF) ومعتمدا على البيانات المثبتة على الشكل

أحسب :

١- قراءة الفولتميتر ٢- الطاقة المخزنة في المواسع س٢



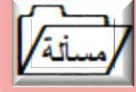
مواضعان: (٦ ، ٤) ميكروفاراد وصلا معاً على التوالي ثم وصلا

بفرق جهد (٢٠ فولت) أحسب:

١- شحنة كل منهما وجهدده

٢- إذا فصلا عن المصدر ثم أعيد توصيلهما بحيث اتصل

اللوحة الموجبان معاً والسالبان معاً فاحسب جهد كل منهما وشحنته.



عدنان ملكاوي

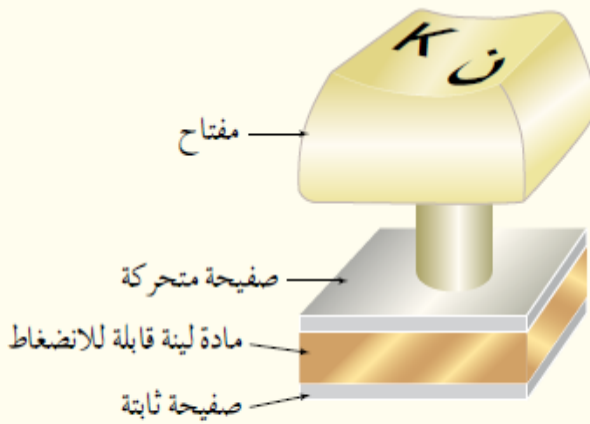
١ أي أنه يحتاج لتخزين شحنة مقدارها (٣ ميكروكولوم) لرفع جهده بمقدار فولت واحد

$$٢ \text{ س} = ٣ \text{ س} \quad ٢$$

٣ عند جعل المسافة بين صفيحتيه (ثلاثة أضعاف) مع بقاء المصدر متصلاً فإن

١- فرق الجهد يبقى ثابتاً ٢- يقل المجال إلى الثلث لأنه يتناسب عكسياً مع المسافة بين

الصفيحتين ، ٣- تقل الشحنة إلى الثلث لأن المواسعة قلت إلى الثلث ٤- تقل مواسعته إلى الثلث



الشكل (٣-٦): سؤال (٤).

٤ عند الضغط على المفتاح تقل المسافة بين الصفيحتين

فتزداد المواسعة مما يؤدي إلى زيادة الشحنة على المواسع

$$\frac{\sigma}{\epsilon} = \rho \quad ٥$$

$$\frac{١٠ \times ١٠^{-٩} - ١٠ \times ٣٠}{١٢ - ١٠ \times ٨,٨٥} = \rho$$

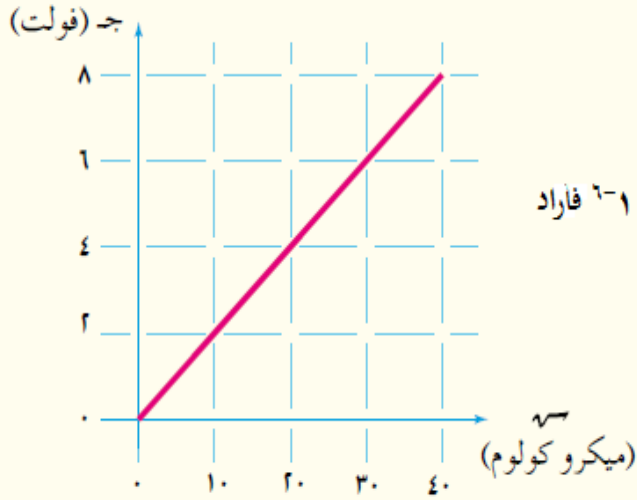
$$\rho = ٧١٠ \times ٣,٤ \text{ فولت / م}$$

$$Q = \frac{150}{710 \times 3,4} = \frac{Q}{\rho}$$

$$= 10^{-7} \times 44,11 \text{ م}$$

$$١) \quad ط = \frac{١}{٢} \text{ س ج}^٢ \quad ط = \frac{١}{٢} \times ١٠^{-٦} \times (٢) \quad ط = ١٠^{-٦} \times ٤٠٠ = ٤٠٠ \times ١٠^{-٦} \text{ جول}$$

٢) ستضعف الطاقة المخزنة فيه إلى الضعف وذلك لأن فرق الجهد بين طرفي المواسع زاد إلى الضعف لأن مواسعة المواسع قلت إلى النصف بينما بقيت الشحنة ثابتة



الشكل (٣-٩): سؤال (٣).

٣) أ) مواسعة المواسع.

$$\text{س} = ١٠^{-٦} \times ٥ \text{ فاراد} \quad \frac{٠ - ٨}{١٠^{-٦} \times (٠ - ٤٠)} = \frac{١}{\text{س}}$$

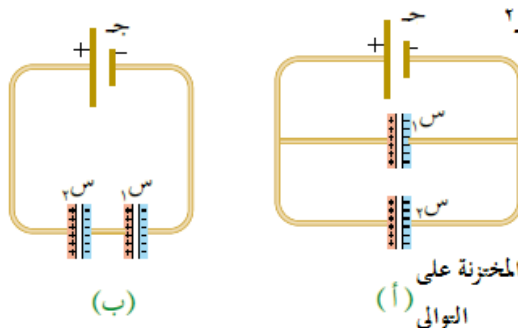
$$\text{ب) } ط = ٢ \times ١٠^{-٦} \times ١٠ \times \frac{١}{٢} = ١٠^{-٦} \times ١٠ \text{ جول}$$

$$\text{ط} = ١٠^{-٦} \times ١٠ \text{ جول}$$

$$\text{ج) } ط = ١٢ \times ١٠^{-٦} \times ٦ \times \frac{١}{٢} = ٣٦ \times ١٠^{-٦} \text{ جول}$$

$$\text{ط} = ٣٦ \times ١٠^{-٦} \text{ جول}$$

١ معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل (٣-١٤)، في أي من الحالتين (أ، ب) يكون مقدار الطاقة المخزنة في المواسعة المكافئة أكبر؟ فسر إجابتك.



الطاقة في الشكل (أ) هي $\frac{1}{2} (C_1 + C_2) \varepsilon^2$ لأن المواسعة الكافئة على التوازي هي

$$\frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

لأن المواسعة المكافئة على التوالي وبالتالي الطاقة المخزنة على التوازي أكبر من الطاقة المخزنة على

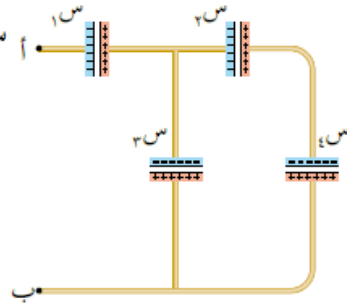
التوالي

الشكل (٣-١٤): سؤال (١).

٢ احسب المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات المبينة في الشكل (٣-١٥) علماً بأنها متساوية في المواسعة، و مواسعة كل منها (٢) ميكروفاراد.

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

$$C_m = \frac{6}{5} \text{ ميكروفاراد}$$



$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{C_{12}}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{C_{34}}$$

$$C_{12} = C_{34} = 1 \text{ ميكروفاراد}$$

$$2 + 1 = 2.5$$

$$3 = \text{ميكروفاراد}$$

الشكل (٣-١٥): سؤال (٢).

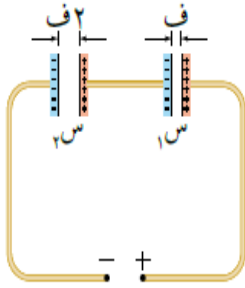
١ حتى لا يرتفع الجهد بين طرفي المواسع فيؤدي إلى تفريغ كهربائي عبر المادة العازلة يؤدي إلى تلف المواسع

٢ سيحتاج إلى (١٠ مواسعات) يصلها على التوالي بحيث يتجزأ (٦٠٠٠ فولت على (١٠) مواسعات فيكون حصة المواسع (٦٠٠) فولت وتكون المواسعة المكافئة لها (٢٠ ميكروفاراد) لأن فرق الجهد المراد استخدامه كبير قياساً إلى الجهد المكتوب على المواسعات

١ ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

١ مواسع ذو صفيحتين متوازيتين مشحون، والطاقة المخزنة فيه (ط)، إذا زاد فرق الجهد بين صفيحتيه إلى ثلاثة أضعاف ما كان عليه، فإن الطاقة المخزنة فيه تصبح:

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



٢ مواسعان متساويان في المساحة، البعد بين صفيحتي المواسع الثاني ضعف البعد بين صفيحتي المواسع الأول، وصلا مع بطارية على التوالي. انظر الشكل (٣-١٩)، إذا كان المجال الكهربائي بين صفيحتي المواسع الأول (م) فإن المجال بين صفيحتي المواسع الثاني:

- أ $\frac{1}{2} م$ ب $\frac{2}{3} م$ ج $2 م$ د $4 م$

شحن مواسع بواسطة بطارية، ثم فصل عنها فكانت الطاقة المخزنة فيه (ط)، إذا زاد البعد بين صفيحتيه إلى ضعفي ما كان عليه، ومستعيناً بهذه المعلومات أجب عن الفقرتين (٣، ٤).

٣ إن الكمية الفيزيائية التي تبقى ثابتة للمواسع هي:

- أ الجهد الكهربائي ب المساحة ج الشحنة د الطاقة

٤ إن الطاقة المخزنة في المواسع تصبح:

- أ $\frac{ط}{2}$ ب $ط$ ج $2 ط$ د $4 ط$

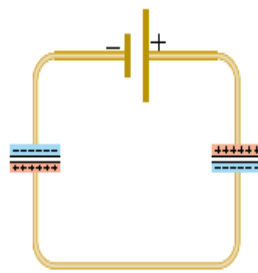
٢ بين الشكل (٣-٢٠) ثلاث حالات لمواسعين موصولين مع بطارية، حدد طريقة توصيل المواسعين في كل حالة مع بيان السبب.

الشكل (أ)، ب (توازي)

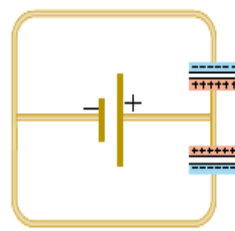
لأن الأقطاب الموجبة للمواسعين وصلت مع بعضها مع القطب الموجب للبطارية

والأقطاب السالبة للمواسعين وصلت مع بعضها إلى القطب السالب للبطارية

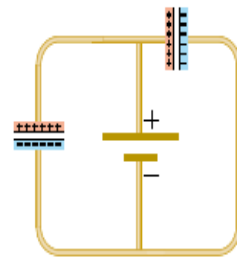
الشكل (ج) توالي لأن القطب السالب للمواسع الأول وصل مع الموجب للمواسع الثاني ووصل القطبين الآخرين إلى قطبي البطارية



(ج)



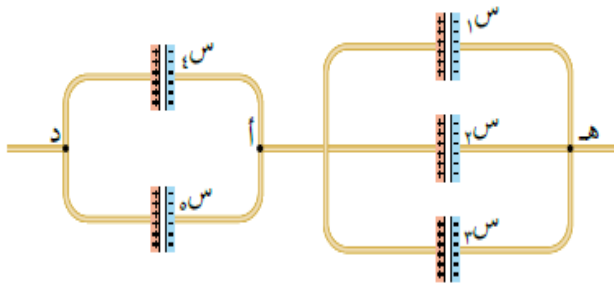
(ب)



(أ)

الشكل (٣-٢٠): سؤال (٢).

٣ بين الشكل (٣-٢١) مجموعة من المواسعات بين النقطتين (هـ، د)، إذا علمت أن المواسعات متساوية في المواسعة، ومواسعة كل منها (٣) ميكروفاراد و(ج_٣ = ٦) فولت، احسب:



أ الشحنة الكلية لمجموعة المواسعات.

ب جهد

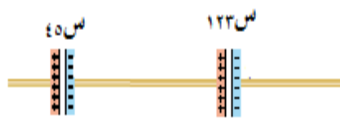
أ) س_١، س_٢، س_٣ توازي س = ١٢٣ ٩ ميكروفاراد

س_٤، س_٥ توازي س = ٤٥ ٦ ميكروفاراد

بما أنهما موصلان على التوالي

$$\text{فإن } ١٢٣ \text{ س} = ٤٥ \text{ س}$$

الشكل (٣-٢١): سؤال (٣).



$$\text{جهد} = ٤٥ \text{ س} \times ٣٦ = ١٦٢٠ \text{ فولت}$$

ب) جهد = ٤ + ٦ = ١٠ فولت

٤ مواسعان (س_١ = ٢٥، س_٢ = ٥) ميكروفاراد وصلا على التوازي مع مصدر جهد (١٠٠) فولت،

فكانت الطاقة المختزنة في المجموعة (ط). إذا أردنا أن يخزن المواسعان الطاقة نفسها عند توصيلهما

على التوالي، فما فرق جهد المصدر الذي يحقق ذلك؟

$$\text{طوازي} = \frac{1}{\frac{1}{٢٥} + \frac{1}{٥}} = ٤ \text{ س}$$

$$\text{طوازي} = \frac{1}{\frac{1}{٢٥} + \frac{1}{٥}} \times ١٠٠ = ٤٠٠ \text{ فولت}$$

$$\text{طوازي} = \frac{1}{\frac{1}{٢٥} + \frac{1}{٥}} = ٤ \text{ س}$$

$$\text{جهد} = ١٠ \times \frac{٩٠٠}{١٢٥} = ٧٢ \text{ فولت}$$

٥ مواسعان يتصلان على التوالي مع مصدر فرق جهد. مساحة صفيحتي المواسع الثاني ضعفا مساحة

صفيحتي المواسع الأول، والبعد بين صفيحتي كل من المواسعين متساوٍ. إذا كانت الطاقة المختزنة

في المواسع الأول (٦ × ١٠ × ٣) جول فاحسب مقدار الطاقة المختزنة في المواسع الثاني.

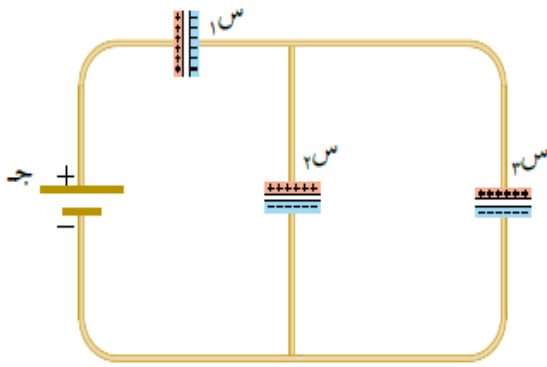
$$\text{أ} = ١٢، \text{ هذا يعني أن } ٢ \text{ س} = ١ \text{ س} \quad \text{جهد} = ٢$$

$$\text{ط} = \frac{1}{٢} \times ١٠ \times ٦ = ٣٠ \text{ جول}$$

$$\text{ط} = \frac{1}{٢} \times ٢ \times ١٠ = ١٠ \text{ جول} \quad \text{ط} = \frac{1}{٢} \times ١٠ \times ٦ = ٣٠ \text{ جول}$$

$$\text{ط} = \frac{1}{٢} \times ١٠ \times ٦ = ٣٠ \text{ جول}$$

٦ في الشكل (٣-٢٢) إذا كانت مواسعة المواسعات الثلاثة (س_١ = ٣ س، س_٢ = س، س_٣ = ٥ س).



أ) جد المواسعة المكافئة للمجموعة بدلالة (س).

$$\frac{1}{س١ + س٢ + س٣} = \frac{1}{س١ \times س٢ \times س٣}$$

$$\frac{1}{س١ + س٢ + س٣} = \frac{1}{س١ \times س٢ \times س٣}$$

$$\frac{1}{س١ + س٢ + س٣} = \frac{1}{س١ \times س٢ \times س٣}$$

الشكل (٣-٢٢): سؤال (٦).

ب) رتب هذه المواسعات وفقاً لشحنتها تنازلياً.

$$س١ = ٣س$$

$$س٢ = ٢س$$

$$س٣ = ٥س$$

$$\frac{س١}{س١} = \frac{س٢}{س٢} = \frac{س٣}{س٣}$$

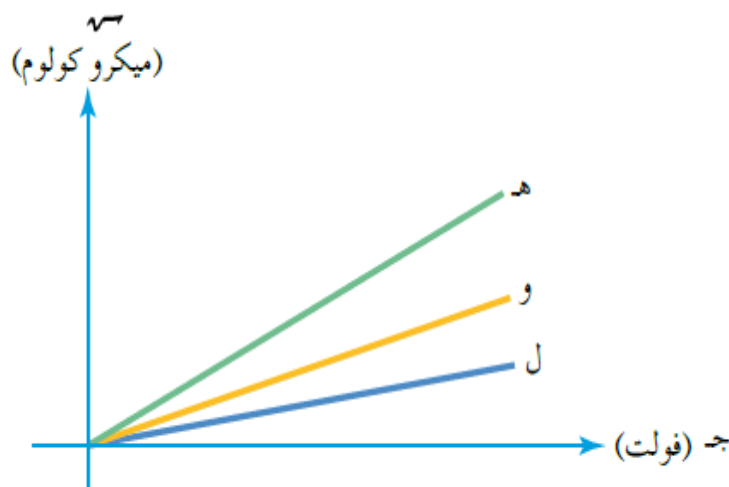
$$\frac{س١}{س١} = \frac{س٢}{س٢} = \frac{س٣}{س٣}$$

$$\frac{س١}{س١} = \frac{س٢}{س٢} = \frac{س٣}{س٣}$$

٧ بين الجدول الآتي الأبعاد الهندسية لثلاثة مواسعات، والشكل (٣-٢٣) يمثل منحنى (الجهد-الشحنة)

لهذه المواسعات. حدد لكل مواسع المنحنى الذي يناسبه.

المواسع	مساحة الصفيحة الواحدة	البعد بين الصفيحتين	رمز المنحنى
١	٢	ف	و س
٢	٢٢	ف	س٢ هـ
٣	٢	٢ف	ل ١/٢ س



الشكل (٣-٢٣): سؤال (٧).

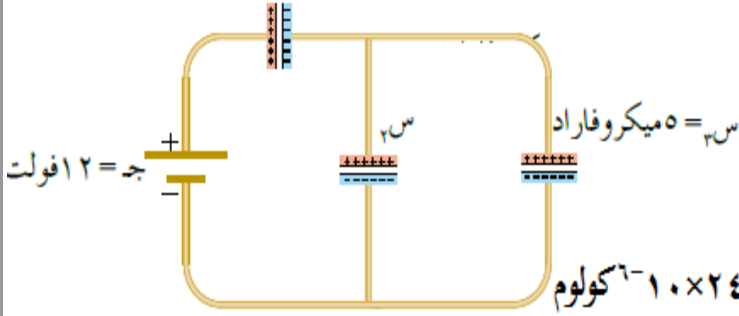
٨ مواسع شحنته (س) ، ومساحة كل من صفيحتيه (P) والبعد بينهما (ف). أثبت أن فرق الجهد بين

$$\frac{V_1}{P_1 \epsilon} = \frac{V_2}{P_2 \epsilon} \quad \text{جـ} \quad \frac{V_1}{P_1} = \frac{V_2}{P_2} \quad \text{جـ} \quad \frac{V_1}{P_1} = \frac{V_2}{P_2} \quad \text{جـ}$$

٩ في الشكل (٣-٢٤) إذا كانت الطاقة المختزنة في المواسع الثلاثة (٤٤ × ١٠^{-٦}) جول، وفرق

الجهد بين طرفي البطارية (١٢) فولت فاحسب:

س_١ = ٣ ميكروفاراد



جـ = ١٢ فولت

الشكل (٣-٢٤): سؤال (٩).

أ الطاقة المختزنة في المواسع الأول.

$$W_1 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2$$

$$12 \times 10^{-6} \times \frac{1}{2} = 10^{-6} \times 144$$

لأنهما على التوالي

$$W_2 = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times 12^2 = 10^{-6} \times 96 \text{ جول}$$

ب مواسعة المواسع الثاني.

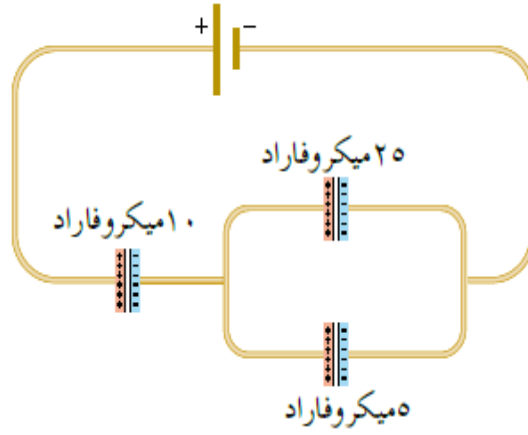
$$W_3 = \frac{1}{2} C_3 V_3^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 12^2 = 10^{-6} \times 360$$

$$W_3 = \frac{1}{2} C_3 V_3^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 12^2 = 10^{-6} \times 360$$

$$W_3 = \frac{1}{2} C_3 V_3^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 12^2 = 10^{-6} \times 360$$

$$W_3 = \frac{1}{2} C_3 V_3^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 12^2 = 10^{-6} \times 360$$

ج



الشكل (٣-٢٥): سؤال (١٠).

أ) املأ الفراغات في الجدول بما يناسبه.

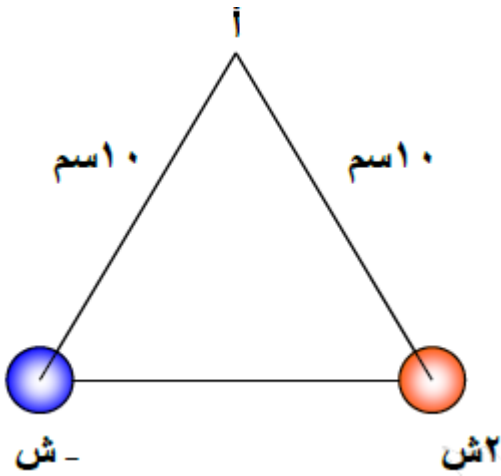
س (ميكروفاراد)	س (ميكروكولوم)	جـ (فولت)	ط (ميكروجول)
٥	٣٠	٦	٩٠
١٠	١٨٠	١٨	١٦٢٠
٢٥	١٥٠	٦	٤٥٠

ب) مستعيناً بالبيانات الواردة في الجدول السابق بعد إكماله. احسب:

- فرق جهد المصدر. ٢٤ فولت
- المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات. $7,5 = \frac{180}{24}$ ميكروفاراد
- الشحنة الكلية في الدارة. $180 =$ ميكروكولوم
- الطاقة المخزنة في مجموعة المواسعات. ٢١٦٠ ميكروجول

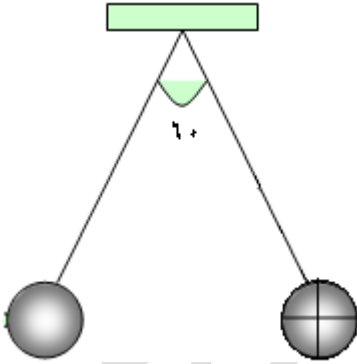
مسألة ١:

في الشكل المجاور إذا علمت أن جهد النقطة (أ) يساوي ٩×١٠^٣ فولت فإن مقدار الشحنة (ش) مقدره بالميكرو كولوم يساوي :



مسألة ٢:

كرتان موصلتان متماثلتان كتلة كل منهما ($\sqrt{3}$ كغم) معلقتان بخيطين طول كل منهما (١٠ سم) شحنتنا بشحنتين متشابهتين فتنافرتا حتى أصبحت الزاوية بين الخيطين ٦٠ درجة أحسب شحنة كل منهما.



مسألة ٣:

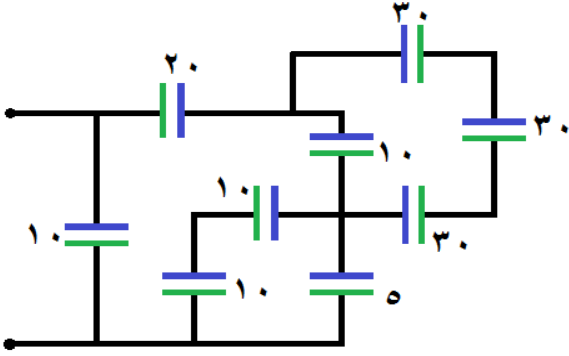
في الشكل المجاور شحنتان كهربائيتان المسافة بينهما في الهواء (ف) وطاقة الوضع المختزنة في أي منهما (١×١٠^{-٣} جول) وعندما قمنا بزيادة المسافة بين الشحنتين إلى (ف٢) أصبحت طاقة الوضع المختزنة في أي منهما (٤×١٠^{-٣} جول) أجب عما يلي :



١- النسبة بين (ف١ و ف٢)

٢- نوع كل من الشحنتين

اعتمد على الشكل المجاور واحسب المواسعة المكافئة للمجموعة علماً بأن المواسعات هي بالميكروفاراد



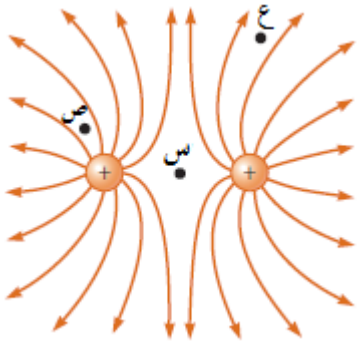
اختر الإجابة الصحيحة في الفقرات التالية :

- ١- وضعت شحنة اختبار مقدارها اختبار (٣ ميكروكولوم) في نقطة (أ) في مجال شحنة نقطية أخرى مجالها عند (أ) يساوي (٣١٠ نيوتن/كولوم) باتجاه اليمين فإذا استبدلنا شحنة الاختبار بشحنة (-٣ ميكروكولوم) فإن :
- (أ) يكون مجال الشحنة بنفس المقدار ولكن باتجاه مختلف
 (ب) تزداد قيمة المجال ويتغير اتجاهه
 (ج) تبقى المجال بنفس القيمة والاتجاه
 (د) يزداد المجال ولكن يبقى اتجاهه ثابتاً

٢- إذا قمنا بوضع بروتون وإلكترون بشكل حر في مجال كهربائي متساوي في القيمة والاتجاه بأي العبارات التالية صحيحة

- (أ) كلا الجسمين سيتأثر بنفس مقدار القوة ويكتسبان نفس التسارع
 (ب) القوة الكهربائية المؤثرة على البروتون أكبر من القوة المؤثرة على الإلكترون وباتجاه معاكس
 (ج) القوة الكهربائية المؤثرة على البروتون تساوي القوة الكهربائية المؤثرة على الإلكترون ولكن باتجاه متعاكس
 (د) مقدار تسارع الإلكترون أكبر من تسارع البروتون
 (هـ) كلا الجسمين له نفس مقدار التسارع

٣- اعتماداً على الشكل فإن ترتيب النقاط حسب شدة المجال تنازلياً هو :



(أ) س ، ص ، ع

(ب) ص ، س ، ع

(ج) ع ، س ، ص

(د) ص ، ع ، س

٤- عند وضع إلكترون في حالة السكون في مجال كهربائي منتظم طاقة الوضع الكهربائية لنظام (الشحنة - المجال)

(ج) تبقى ثابتة

(ب) تقل

(أ) تزداد

٥- يكون المجال الكهربائي والجهد الكهربائي مساويان للصفر في النقاط:

(أ) الملائمة

(ب) في منتصف المسافة بين شحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين نوعاً

(ج) داخل الموصلات

(د) في منتصف المسافة بين شحنتين متساويتين مقداراً ومتشابهتين نوعاً

٦- لديك نقطة ما في مجال كهربائي عند حساب جهدها كان مساوياً للصفر هذا يعني :

(أ) المجال الكهربائي يساوي صفر عند تلك النقطة

(ب) طاقة الوضع الكهربائية تكون أصغر ما يمكن عند تلك النقطة

(ج) لا يوجد شحنات في تلك المنطقة

(د) بعض الشحنات موجبة وبعض الشحنات سالبة في تلك المنطقة

(هـ) هناك مجموعة من الشحنات لها نفس الشحنة وموزعة بشكل متماثل حول النقطة

٧- ترك إلكترون ليتحرك من السكون في فرق جهد $(+ 1)$ فولت فكانت طاقته الحركية $(ط_e)$ ثم ترك بروتون

ليتحرك من السكون أيضاً في فرق جهد مقداره $(- 1)$ فولت فكانت طاقته الحركية $(ط_p)$ فإن العلاقة بين طاقة

حركة البروتون والإلكترون

(أ) $(ط_e) = (ط_p)$

(ب) $(ط_e) > (ط_p)$

(ت) $(ط_e) < (ط_p)$

(ث) لا يوجد علاقة بين طاقتيهما

٨- عند شحن مواسع ذو صفيحتين متوازيتين من مصدر جهد ثم قمنا بإنقاص المسافة بين صفيحتيه مع بقاء المصدر

متصلاً في العبارات التالية صحيحة :

(أ) تزداد المواسعة ويزداد فرق الجهد بين طرفي المواسع

(ب) تزداد المواسعة و تزداد الشحنة على المواسع

(ج) تقل المواسعة بينما يبقى الجهد ثابتاً

(د) تقل المواسعة وتقل الشحنة على المواسع

(هـ) تزداد المواسعة ويبقى فرق الجهد ثابتاً بين طرفي المواسع

(و) تزداد الطاقة المخزنة في المواسع بينما يبقى فرق الجهد ثابتاً .

٩- اعتمد على البيانات في الشكل المجاور وأجب عن الأسئلة (١٠، ٩، ٨)

التي تليه :

٩- تكون الطاقة الكهربائية المخزنة بعد غلق المفتاح

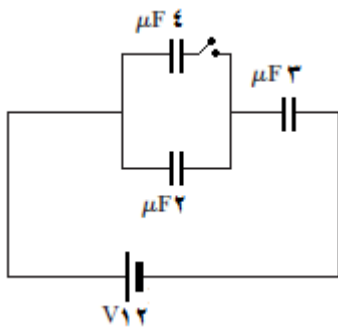
(أ) أكبر من الطاقة قبل غلق المفتاح

(ب) أقل من الطاقة قبل غلق المفتاح

(ج) تساوي الطاقة قبل غلق المفتاح

(د) تعتمد على مقدار المواسعة للمواسعات قبل غلق المفتاح

١٠- المواسع الذي ستكون شحنته أكبر بعد غلق المفتاح هو المواسع

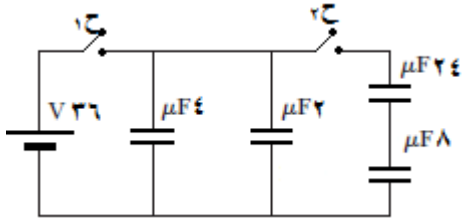


- (أ) ٤ ميكروفاراد
 (ب) ٢ ميكروفاراد
 (ج) ٣ ميكروفاراد
 (د) تحمل جميعها نفس الشحنة

١١- إذا قمنا بفصل المصدر الشاحن بعد غلق المفتاح ووصلنا الأسلاك مكان البطارية مع بعضها البعض فإن المواسعة المكافئة للمجموعة هي

- (أ) ٢ ميكروفاراد
 (ب) ٩ ميكروفاراد
 (ت) ٠,٧٥ ميكروفاراد
 (ث) ١,٥ ميكروفاراد

مسألة ٦:



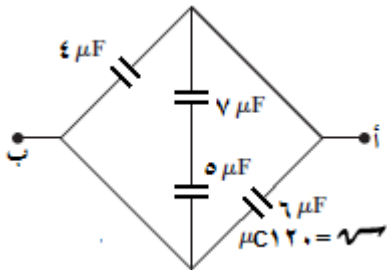
- اعتمد على البيانات الموجودة في الشكل المجاور واحسب :
- ١- المواسعة المكافئة بعد غلق المفتاحين (ح١) و (ح٢)
 ٢- إذا قمنا بإغلاق المفتاح (ح١) فترة من الوقت ثم فصل المفتاح (ح١) وأغلق المفتاح (ح٢) فاحسب :
- فرق الجهد الكلي بين أطراف المواسعات
 - الشحنة كل مواسع

مسألة ٧:

مواسع ذو صفيحتين متوازيتين مساحة كل منهما ١٠ سم^٢ والمسافة بينهما ٢,٠ ملم وصل بفرق جد مقداره (١٢ فولت) أحسب ما يلي :

- ١- المجال الكهربائي بين صفيحتيه
 ٢- مواسعة المواسع
 ٣- الشحنة على كل من صفيحتي المواسع

مسألة ٨:



- اعتمد على البيانات المثبتة على الشكل واحسب
- ١- المواسع المكافئة
 ٢- فرق الجهد بين النقطتين (أ ، ب)

مسألة ٩:

أثبت أن
$$C_{\text{مكافئة}} = \frac{P \cdot \epsilon \cdot 2}{3 \cdot F}$$
 المواسع المكافئة لمواسعين موصولين على التوالي هي

إذا علمت أن مساحة الصفائح لأحدهما (أ) والآخر (ب) والمسافة التي تفصل كلا الصفيحتين متساوية في كلا المواسعين

مسألة ١٠ :

أثبت أن المواسع المكافئ لثلاث مواسعات متساوية في مساحة الصفائح ومتساوية في المسافة التي تفصل بين صفائح كل مواسع

- أ) مواسعة مواسع له ثلث مساحة الصفائح لأحدها إذا وصلت على التوالي
ب) مواسعة مواسع له ثلث المسافة بين صفيحتي أحدها إذا وصلت على التوازي

مسألة ١١ :

تحرك بروتون باتجاه خطوط مجال كهربائي منتظم مسافة (٢ سم) إذا علمت أن شدة المجال (٢٠٠ نيوتن/كولوم) أحسب :

- ١- الشغل المبذول من المجال على البروتون
٢- التغير في طاقة وضع البروتون
٣- فرق الجهد الذي تحرك فيه البروتون

مسألة ١٢ :

مجال كهربائي منتظم (٢٥٠ فولت/م) باتجاه محور السينات السالب تحركت في شحنة (١٢ ميكروكولوم) من نقطة

الأصل (س١، ص١) = (٠، ٠) إلى نقطة (س٢، ص٢) = (٢٠ سم، ٥٠ سم) أحسب ما يلي :

- ١- التغير في طاقة الوضع لهذه الشحنة
٢- فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين اللتين انتقلت بينهما الشحنة

مسألة ١٣ :

عند تحريك بروتون بعكس خطوط المجال الكهربائي المنتظم مسافة (١٠ سم) فإن الجهد الكهربائي يتغير بمعدل ١٠ فولت

كل (١ ملم) أحسب ما يلي :

- ١- مقدار المجال الكهربائي
٢- طاقة الوضع المختزنة في البروتون