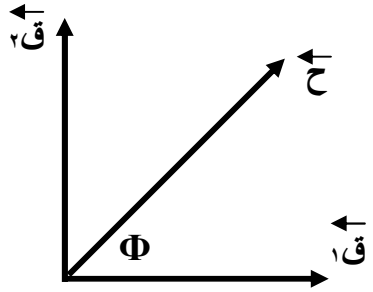
مراجعة بعض قوانين المحصلة

أولاً : محصلة قوتين متلاقيتين : إذا كان لدينا $\overleftarrow{ق_1}$ و $\overleftarrow{ق_2}$ تفصلهما زاوية (θ) فإن محصلتهما مقداراً هي :



$$ح = \sqrt{ق_1^2 + ق_2^2 + 2 ق_1 ق_2 \text{ جتا} \theta}$$

واتجاهاً هي :

$$\frac{ح}{\text{جا}\theta} = \frac{ق_2}{\text{جا}\Phi}$$

Φ : هي الزاوية المحصورة بين المحصلة ح و $ق_1$

* حالات خاصة :

١) إذا كانت القوتان متعاكستان فان المحصلة مقداراً هي :

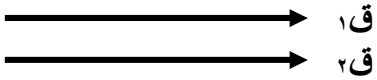
$ح = ق_{\text{كبرى}} - ق_{\text{صغرى}}$

ويكون اتجاهها باتجاه القوة الأكبرى .

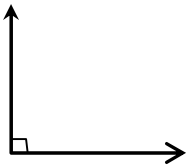
٢) إذا كانت القوتين بنفس الاتجاه فان محصلتها مقداراً هي :

$ح = ق_1 + ق_2$

ويكون اتجاه المحصلة بنفس الاتجاه .



٣) إذا كانت القوتان متعامدتان فان محصلتهما مقداراً هي :



$$ح = \sqrt{ق_1^2 + ق_2^2}$$

ويكون اتجاه المحصلة من القانون

$$\text{ظا}\theta = \frac{ق_1}{ق_2}$$ **حيث (θ) الزاوية المحصورة بين ح و $ق_1$.**

٤) إذا كانت القوتان متساويتان مقدارا وتفصلهما زاوية θ فان المحصلة مقدارا هي :

$ح = 2ق \text{ جتا} \left(\frac{\theta}{2}\right)$ **ويكون اتجاه المحصلة هو** $\left(\frac{\theta}{2}\right)$

ثانياً : محصلة عدة قوى متلاقية :

١- نحلل القوة المؤثرة والتي تميل عن المحاور بزاوية θ .
٢- نجمع المركبات التي تؤثر بنفس الاتجاه .
٣- نطرح المركبات المتعاكسة .
٤- نطبق العلاقة

$$ح = \sqrt{ق_1^2 + ق_2^2}$$ **مقداراً واتجاهاً يكون** $\text{ظا}\theta = \frac{ق_1}{ق_2}$

سائد عساف
٠٧٩٥٨٥٣٣١٤/٠٧٨٥٥٨٢٣٤٤

الكهرباء السكونية

*** التكهرب :** وهي عملية تكوين شحنة كهربائية على جسم من الشحنات الكهربائية المكتسبة أو المفقودة .

* هناك نوعين من الشحنات :

١) شحنات موجبة ورمزها (+) . ٢) شحنات سالبة ورمزها (-) .

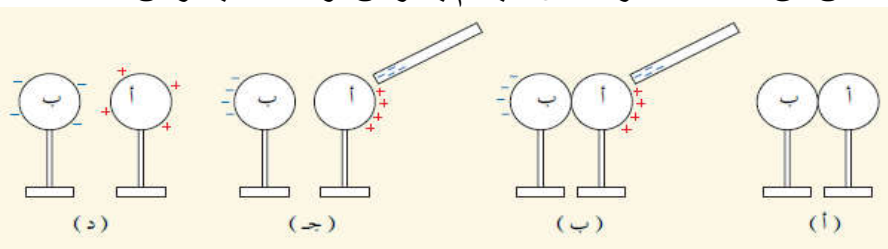
ويتم الحصول على الشحنة بعدة طرق أهمها :

أولاً : الدلك (الاحتكاك) :

حيث يشحن فيها الجسمان بشحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين نوعاً ، أي أن ما يفقده جسم يساوي ما يكتسبه الآخر مثل دلك قضيب الزجاج بالحرير حيث يفقد قضيب الزجاج إلكترونات سالبة وتسمى العملية بالتكهرب الموجب أو دلك قضيب من المطاط بالفرو حيث يكتسب قضيب المطاط إلكترونات سالبة وتسمى العملية بالتكهرب السالب .

ثانياً : التأثير أو الحث الكهربائي :

وفيه يشحن الجسم (الموصل) بشحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين نوعاً الأولى مخالفة لشحنة المؤثر ومن الجهة القريبة منه وتدعى الشحنة المقيدة والأخرى مشابهة لشحنة المؤثر ومن الجهة البعيدة عنه وتدعى الشحنة الحرة أي الشحنة الكلية للجسم المتأثر لا تتغير وللتخلص من الشحنة الحرة نصل الجسم بالأرض أو نلمسه بالأرض .



ثالثاً : الشحن بالتوصيل أو اللمس :

عند تلامس جسم مشحون مع موصل فإن الموصل يكتسب شحنة من نفس نوع شحنة المؤثر .

وتكون الشحنة المكتسبة بالتوصيل مساوية للشحنة المؤثرة في حالتين فقط :

١) إذا تلامس موصل كروي معزول ومشحون بموصل آخر كروي معزول وغير مشحون من الخارج فإنهما يتقاسمان الشحنة حسب أنصاف أقطارهما .

٢) إذا تلامس موصلان مشحونان ومعزولان فإنه يعاد توزيع الشحنة الكلية عليهما بحيث يكون مجموع الشحنات قبل التلامس مساوٍ لمجموع الشحنات بعد التلامس حسب قانون حفظ الشحنة .

ملاحظات : * إذا كان التلامس من الداخل فإن شحنة الموصل الداخلي تصبح صفراً ، وتنتقل الشحنة للموصل الخارجي .

* طريقة التلامس تصلح فقط لشحن الموصلات .

تكميم الشحنة

تكميم (تكمية) الشحنة : تعني أن مقدار الشحنة الموجبة أو السالبة التي يمكن أن يشحن بها جسم ما تساوي شحنة الإلكترون أو إحدى مضاعفاتها .

$$\text{ـــ}_{\text{جسم}} = \text{ن} \times \text{ـــ}_{\text{ev}}$$

حيث :
ن : عدد صحيح يمثل عدد الإلكترونات (١،٢،٣،-----) .
ـــ$_{ev}$: شحنة الإلكترون وقيمتها ($-١,٦ \times ١٠^{-١٩}$) كولوم .

ملاحظات:

١) أي جسم في الأصل متعادل كهربائياً أي عدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة .
٢) الجسم المشحون بشحنة موجبة لا يعني عدم وجود شحنة سالبة عليه ولكن الموجبة أكثر والعكس صحيح .
٣) في الكهرباء الساكنة الشحنات السالبة هي التي تنتقل أما الشحنات الموجبة لا تنتقل .
٤) إذا كانت شحنة جسم سالبة يعني أنه اكتسب إلكترونات وإذا كانت شحنته موجبة يعني أنه فقد إلكترونات وذلك لأن شحنة الإلكترون سالبة .
٥) تعتبر الأرض أكبر مستودع للشحنات الكهربائية السالبة ولكبر حجمها يعتبر جهدها صفراً .

سؤال : اذكر نص قانون حفظ الشحنة الكهربائية ؟
جواب : في أي نظام معزول عن تأثير شحنات أخرى يكون المجموع الكلي للشحنة ثابتاً خلال عملية الشحن .

مثال(١) : فقد جسم (٤×١٠^{١٢}) إلكترون ما نوع وكمية شحنته .

الحل :

$$q_{جسم} = ن \times e$$

$$= ٤\times١٠^{١٢} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$$

$$q_{جسم} = ٦,٤ \times ١٠^{-٧} \text{ كولوم (موجبة)}$$

مثال(٢): هل يمكن أن تكون شحنة جسم مقدارها ($٤,٢\times١٠^{-١٩}$) كولوم ؟ وضح اجابتك .

الحل :

$$ن = \frac{q_{جسم}}{e} = \frac{٤,٢ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$$

$$= ٢,٦٥$$

لا ، لأن شحنة الجسم ليست من مضاعفات شحنة الإلكترون . (الشحنة لا تتبع مبدأ تكمية الشحنة)

مثال(٣): موصلان كرويان نصف قطر كل منهما (١٠) سم ، الأول مشحون بشحنة موجبة مقدارها (١٦×١٠^{-١٩}) كولوم والآخر متعادل فإذا تلامس الموصلان فاحسب شحنة كل منهما بعد التلامس .

الحل :

$$(q_{١} + q_{٢})_{قبل} = ٢ \, q_{بعد}$$

$$١٦\times١٠^{-١٩} + ٠ = ٢ \, q_{بعد}$$

$$q_{بعد} = ٨\times١٠^{-١٩} \text{ كولوم}$$

مثال (٤) : كرتان فلزيتان متماثلتان في نصفا قطريهما ، احداهما مشحونة بشحنة (-٢×١٠^{-٩}) كولوم والثانية مشحونة بشحنة ($+١٠\times١٠^{-٩}$) كولوم تلامست الكرتان ، احسب عدد الإلكترونات التي انتقلت من الكرة السالبة إلى الكرة الموجبة .

الحل :

$$(q_{١} + q_{٢})_{قبل} = ٢ \, q_{بعد}$$

$$-٢\times١٠^{-٩} + ١٠\times١٠^{-٩} = ٢ \, q_{بعد}$$

$$q_{بعد} = ٤\times١٠^{-٩} \text{ كولوم}$$

$$ن = \frac{q_{جسم}}{e} = \frac{٤ \times ١٠^{-٩}}{١,٦\times١٠^{-١٩}}$$

$$= ٢,٥ \times ١٠^{١٠} \text{ إلكترون}$$

قانون كولوم

تمكن العالم كولوم باستخدام جهاز يدعى **ميزان اللي** من التوصل إلى العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين . وهي :

١) مقدار كل من الشحنتين ($ش_{١}$ ، $ش_{٢}$) والعلاقة طردية .
٢) مربع المسافة بين الشحنتين ($ف^{٢}$) والعلاقة عكسية .
٣) نفاذية الوسط الكهربائية (ϵ) والعلاقة عكسية .

وقد صاغ كولوم قانونه الذى ينص على أن :

" تتناسب القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنات النقطية الموضوعة في الهواء طردياً مع حاصل ضرب مقدار الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما "

$$ق = أ \frac{ش_{١} \times ش_{٢}}{ف^{٢}}$$

ويسمى قانون كولوم
قانون التربيع العكسي

أن ق : القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين بالنيوتن .

أ : ثابت يسمى ثابت كولوم = $\frac{١}{\epsilon \pi ٤}$ ، **ويعتمد** على طبيعة الوسط الفاصل بين الشحنات .

ϵ : سماحية الوسط المحيط بالشحنات (نفاذية الوسط) وإذا كانت الشحنات موضوعة في الهواء أوالفراغ فإن $\epsilon = \epsilon_{.} = ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم^{٢} / نيوتن .م^{٢} فيكون أ = ٩×١٠^{٩} نيوتن.م^{٢}/كولوم^{٢} .

$ش_{١}$: الشحنة الأولى بالكولوم .
$ش_{٢}$: الشحنة الثانية بالكولوم .
ف : المسافة بين الشحنتين بالمتر .

ملاحظات :

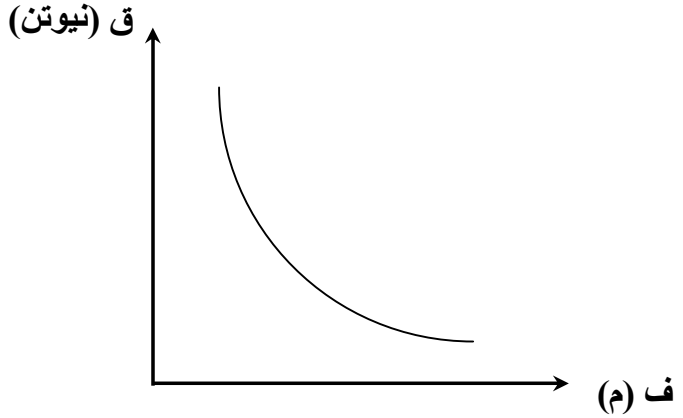
١) القوة التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية تساوي مقداراً القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى وتعاكسها بالإتجاه حسب قانون نيوتن الثالث .
٢) يكون نوع القوة تجاذب إذا كانت الشحنتين مختلفتين وقوة تنافر إذا كانت الشحنتين متشابهتين .
٣) دائماً الشحنة تعوض موجبة في قانون كولوم ولا تعوض سالبة .
٤) القوة كمية متجهة أي لها مقدارعددي ولها اتجاه ولإيجاد محصلة القوة نجمع جمع اتجاهي .
٥) **الشحنة النقطية** : هي شحنة صغيرة الأبعاد ولا تأخذ حيزاً .

ويعرف الكولوم بأنه : مقدار الشحنة التي إذا وضعت على بعد (١) متر من شحنة مشابهة لها في الهواء (الفراغ) كانت القوة المتبادلة بينهما (٩×١٠^{٩}) نيوتن .

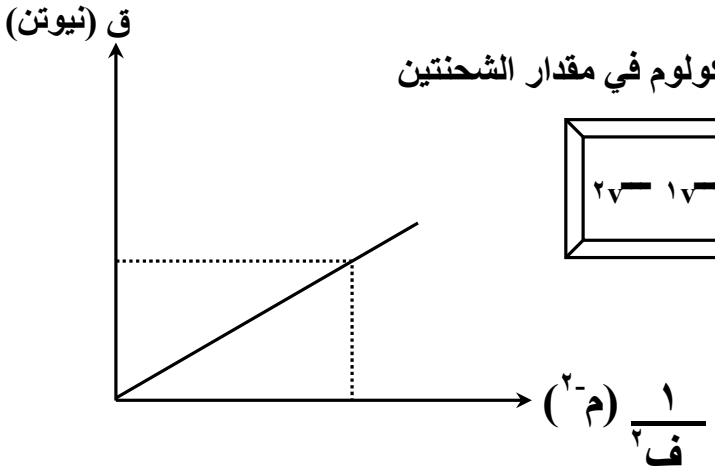
تحويلات الكولوم :

ملي كولوم (mc) = $١٠^{-٣}$ كولوم
ميكرو كولوم (μc) = $١٠^{-٦}$ كولوم
نانو كولوم (nc) = $١٠^{-٩}$ كولوم
بيكو كولوم (pc) = $١٠^{-١٢}$ كولوم

العلاقة البيانية بين القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين والبعد بين الشحنتين



العلاقة البيانية بين القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين والتربيع العكسي للبعد بين الشحنتين



لاحظ أن ميل الخط المستقيم يساوي حاصل ضرب ثابت كولوم في مقدار الشحنتين

أي | **ميل الخط = ق×ف^{٢} = ثابت × ـــ١٧ ـــ٢٧**

*** عند تغير المسافة بين الشحنتين نحسب القوة المتبادلة الجديدة من العلاقة :**

$$\frac{ق_{١}}{ق_{٢}} = \frac{ف_{٢}^{٢}}{ف_{١}^{٢}}$$

مثال(١) : ما القوة التي تتبادلها شحنتان مقدارهما على الترتيب ($١٠^{-٤}$) كولوم والأخرى (-٢٥×١٠^{-٥}) كولوم يفصلهما في الهواء مسافة (٠,١) م . وما نوعها ؟

الحل :

$$ق = ٩\times١٠^{٩} \frac{|ش_{١}| \times |ش_{٢}|}{ف^{٢}}$$

$$= \frac{٩\times١٠^{٩} \times ١٠^{-٤} \times ٢٥\times١٠^{-٥}}{(٠,١)^{٢}}$$

$$= ٢٢٥ \times ١٠^{٢} \text{ نيوتن (تجاذب)}$$

مثال(٢): شحنتان نقطيتان (٤ ، ٢) نانوكولوم البعد بينهما (٣) سم موضوعتان في الهواء جد :

١) القوة المتبادلة بين الشحنتين . وما نوعها ؟

٢) القوة التي تؤثر بها الشحنتين على شحنة ثالثة (-١) نانوكولوم موضوعة بينهما على بعد (١) سم من الشحنة الأولى .

الحل :

١) $ق = ٩\times١٠^{٩} \frac{|ش_{١}| \times |ش_{٢}|}{ف^{٢}}$

$$= \frac{٩\times١٠^{٩} \times ٤\times١٠^{-٩} \times ٢\times١٠^{-٩}}{(٣\times١٠^{-٢})^{٢}}$$

$$= ٨ \times ١٠^{-٥} \text{ نيوتن ، (تنافر)}$$

٢) $ق = ٩\times١٠^{٩} \frac{|ش_{١}| \times |ش_{٢}|}{ف^{٢}}$

$$ق_{٣١} = \frac{٩\times١٠^{٩} \times ٤\times١٠^{-٩} \times ١\times١٠^{-٩}}{١\times١٠^{-٤}}$$

$$= ٣٦ \times ١٠^{-٥} \text{ نيوتن ، (نحو اليمين)}$$

$$ق_{٣٢} = \frac{٩\times١٠^{٩} \times ٢\times١٠^{-٩} \times ١\times١٠^{-٩}}{٤\times١٠^{-٤}}$$

$$= ٤,٥ \times ١٠^{-٥} \text{ نيوتن ، (نحو اليسار)}$$

$$ق_{ح} = ٣٦ \times ١٠^{-٥} - ٤,٥ \times ١٠^{-٥}$$

$$= ٣١,٥ \times ١٠^{-٥} \text{ نيوتن ، (نحو اليمين)}$$

مثال(٣): شحنتان مجموعهما (٥) كولوم والقوة المتبادلة بينهما (٤×١٠^{٩}) نيوتن والمسافة بينهما (٣) م جد مقدار الشحنتان .

الحل :

$$|ش_{١}| + |ش_{٢}| = ٥$$

$$|ش_{٢}| = ٥ - |ش_{١}|$$

$$ق = ٩\times١٠^{٩} \frac{|ش_{١}| \times |ش_{٢}|}{ف^{٢}}$$

$$٤\times١٠^{٩} = \frac{٩\times١٠^{٩} \times |ش_{١}| \times (٥ - |ش_{٢}|)}{٩}$$

$$٤ = ٥|ش_{١}| - |ش_{١}|^{٢}$$

$$|ش_{١}|^{٢} - ٥|ش_{١}| + ٤ = ٠$$

$$(|ش_{١}| - ١)(|ش_{١}| - ٤) = ٠$$

$|ش_{١}| = ١$ كولوم ومنها $|ش_{٢}| = ٤$ كولوم

أو

$|ش_{١}| = ٤$ كولوم ومنها $|ش_{٢}| = ١$ كولوم

الشحنتان (١ ، ٤) كولوم

مثال (٤) : في الرسم المبين احسب مقدار واتجاه القوة المؤثرة على الشحنة الموضوعة عند النقطة (أ) على فرض أن الشحنتين عند (س ، ص) نقطيتان .

(٤×١٠$^{-٦}$) كولوم (٥×١٠$^{-٦}$) كولوم (-٩×١٠$^{-٦}$) كولوم

س ٠,١ م أ ٠,٣ م ص

الحل :

$ق = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش_{١} \times ش_{٢}}{ف^{٢}}$

$ق_{س\,أ} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٥ \times ١٠^{-٦}}{١ \times ١٠^{-٢}}$

= ١٨ نيوتن ، (نحو اليسار)

$ق_{ص\,أ} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٩ \times ١٠^{-٦} \times ٥ \times ١٠^{-٦}}{٩ \times ١٠^{-٢}}$

= ٤,٥ نيوتن ، (نحو اليسار)

ق$_{ح}$ = ١٨ + ٤,٥ = ٢٢,٥ نيوتن ، (نحو اليسار)

مثال(٥) : شحنتان نقطيتان تتنافران بقوة قدرها (٠,٢) نيوتن عندما كانتا في الهواء والمسافة بينهما (٥) متر ، احسب :
١) قوة التنافر إذا أصبحت المسافة بينهما (٢) متر .
٢) قوة التنافر إذا وضعتا في وسط سماحيته (١٠) أضعاف سماحية الهواء .

الحل :

١) $\frac{ق_{١}}{ق_{٢}} = \frac{ف_{٢}^{٢}}{ف_{١}^{٢}}$

$\frac{٠,٢}{ق_{٢}} = \frac{٤}{٢٥}$

٤ ق$_{٢}$ = ٥ ومنها ق$_{٢}$ = ١,٢٥ نيوتن .

٢) $\frac{ق_{١}}{ق_{٢}} = \frac{ـ_{٢}}{ـ_{١}}$

$\frac{٠,٢}{ق_{٢}} = \frac{١٠}{١}$

١٠ ق$_{٢}$ = ٠,٢ ومنها ق$_{٢}$ = ٠,٠٢ نيوتن

مثال(٦) : قربت ساق مشحونة من كرتين صغيرتين فلزيتين متلامستين غير مشحونتين . فشحنتا بالحث ، ثم فصلت الكرتان عن بعضهما بوساطة عازل حتى اصبحت المسافة بينهما (٠,١) م ، ثم ابعدت الساق المشحونة نهائياً ، فوجد أن الكرتين تتجاذبان بقوة مقدارها (٩ × ١٠$^{-٥}$) نيوتن . احسب عدد الإلكترونات التي انتقلت من إحدى الكرتين إلى الأخرى أثناء عملية الشحن بالحث .

الحل :

$ق = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ـ_{٧}^{٢}}{ف^{٢}}$

$٩ \times ١٠^{-٥} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ـ_{٧}^{٢}}{٠,٠١}$

$ـ_{٧} = \pm ١ \times ١٠^{-٨}$ كولوم

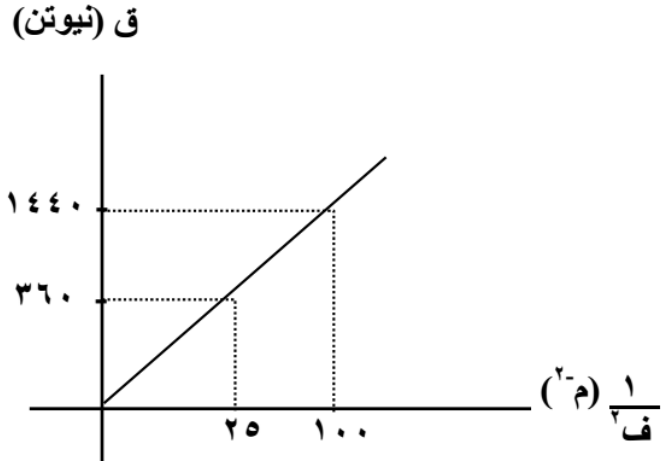
$ن = \frac{ـ_{جسم}}{ـ_{e}}$

$= \frac{١ \times ١٠^{-٨}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$

= ٠,٦٢٥ × ١٠^{١١} إلكترون

مثال(٧): يمثل الشكل المجاور العلاقة بين القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين موجبتين في الهواء ومقلوب مربع المسافة بينهما إذاعلمت أن مقدار الشحنة الأولى (٥) ميكروكولوم ومستعيناً بالرسم ، احسب :
١) ميل الخط المستقيم ، وماذا يمثل ؟ ٢) مقدار الشحنة الثانية .

الحل :



١) ميل الخط المستقيم = $\frac{\Delta ص}{\Delta س} = \frac{١٤٤٠ - ٣٦٠}{١٠٠ - ٢٥} = \frac{١٠٨٠}{٧٥}$

= ١٤,٤ نيوتن.م^{٢}

ويمثل ثابت كولوم × $ش_{١}$ × $ش_{٢}$

٢) $ق_{١} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_{١} \times ش_{٢}}{ف^{٢}}$

$٣٦٠ = ٩ \times ١٠^{٩} \times ٥ \times ١٠^{-٦} \times ش_{٢} \times ٢٥$

$ش_{٢} = ٣٢ \times ١٠^{-٥}$ كولوم

مثال(٨) : تفصل بين البروتون والإلكترون في ذرة الهيدروجين مسافة ($٥,٣ \times ١٠^{-١١}$) م ، إذا علمت أن كتلة البروتون تبلغ ($١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧}$) كغم ، وكتلة الإلكترون ($٩,١ \times ١٠^{-٣١}$) كغم ، فجد :
١) القوة الكهربائية التي يؤثر بها كل منهما في الآخر .
٢) قوة الجذب الكتلي بين الجسمين ، وماذا تستنتج ؟

الحل :

(شحنة الإلكترون = شحنة البروتون = $١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم ، ثابت الجذب العام = $٦,٧ \times ١٠^{-١١}$ نيوتن.م^{٢}/ كغم^{٢})

١) $ق = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_{١} \times ش_{٢}}{ف^{٢}}$

$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{(٥,٣ \times ١٠^{-١١})^{٢}} = ٨,٢ \times ١٠^{-٨}$ نيوتن .

٢) $ق = ج \frac{ك_{١} \times ك_{٢}}{ف^{٢}} = \frac{٦,٧ \times ١٠^{-١١} \times ٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times ١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧}}{(٥,٣ \times ١٠^{-١١})^{٢}} = ٣,٦ \times ١٠^{-٤٧}$ نيوتن .

علل : تهمل قوة الجذب الكتلي عند حساب القوة الكهربائية المتبادلة بين الجسيمات الذرية المشحونة .
جواب : لأن القوة الكهربائية أكبر بـ ($١٠^{٣٩}$) مرة من قوة الجذب الكتلي بين البروتون والإلكترون .

سؤال : لماذا تكون القوة بين الشحنات متبادلة ؟
جواب : تكون القوة بين الشحنات متبادلة لأن التأثير بين الشحنتين هو تأثير متبادل وليس لأن القوة بين الشحنتين هي فعل ورد فعل .

مثال(٩) : جسمان متماثلان يحمل أحدهما شحنة (٦) ميكروكولوم والآخر (-٢) ميكروكولوم قوة التجاذب بينهما على مسافة (ف) متر تساوي (٢) نيوتن ، إذا تلامس الجسمان ثم فصلا حتى مسافة (٢ف) متر ، أوجد القوة الجديدة المؤثرة فيهما .

الحل:

$$ق = ٩\times١٠^{٩} \frac{ــ_{١٧} \times ــ_{٢٧}}{ف^{٢}}$$

$$٢ = \frac{٩\times١٠^{٩} \times ٦\times١٠^{-٦} \times ٢\times١٠^{-٦}}{ف^{٢}}$$

$$ف^{٢} = ٥٤ \times ١٠^{-٣} \ م^{٢}$$

$$(ــ_{١٧} + ــ_{٢٧})_{قبل} = ٢ \ ــ_{بعد}$$

$$٦\times١٠^{-٦} - ٢\times١٠^{-٦} = ٢ \ ــ_{بعد}$$

$$ــ_{بعد} = ٢\times١٠^{-٦} \text{ كولوم}$$

$$ق = ٩\times١٠^{٩} \frac{ــ^{٢}_{٢}}{ف^{٢}}$$

$$ق = \frac{٩\times١٠^{٩} \times ٤\times١٠^{-١٢}}{٤ف^{٢}}$$

$$= \frac{٩\times١٠^{-٣}}{٥٤\times١٠^{-٣}}$$

$$= \frac{١}{٦} \text{ نيوتن}$$

مثال(١٠) : أ ب جـ مثلث قائم الزاوية في ب ، فيه أب = ٦سم ، ب جـ = ٨ سم وضعت الشحنات (٣٦ ، ١٠ ، - ١٢٨) µc عند الرؤوس أ، ب، جـ ، على الترتيب . احسب محصلة القوى المؤثرة في الشحنة الموضوعة عند النقطة ب .

الحل:

$$ق = ٩\times١٠^{٩} \frac{ــ_{١٧} \times ــ_{٢٧}}{ف^{٢}}$$

$$ق_{أب} = \frac{٩\times١٠^{٩} \times ٣٦\times١٠^{-٦} \times ١٠\times١٠^{-٦}}{٣٦\times١٠^{-٤}}$$

$$ق_{أب} = ٩٠٠ \text{ نيوتن ، ص}^{-}$$

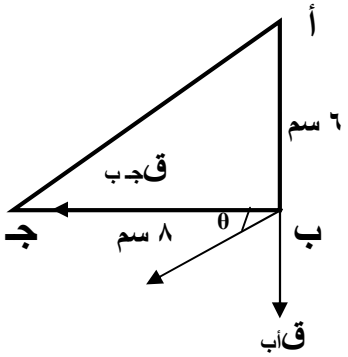
$$ق_{جـب} = \frac{٩\times١٠^{٩} \times ١٠\times١٠^{-٦} \times ١٢٨\times١٠^{-٦}}{٦٤\times١٠^{-٤}}$$

$$= ١٨٠٠ \text{ نيوتن ، س}^{-}$$

$$ق_{ح} = \sqrt{(ق_{أب})^{٢} + (ق_{جـب})^{٢}}$$

$$= \sqrt{٨١ + ٣٢٤} \times ١٠^{٢}$$

$$= \sqrt{٤٠٥} \times ١٠^{٢} \text{ نيوتن}$$

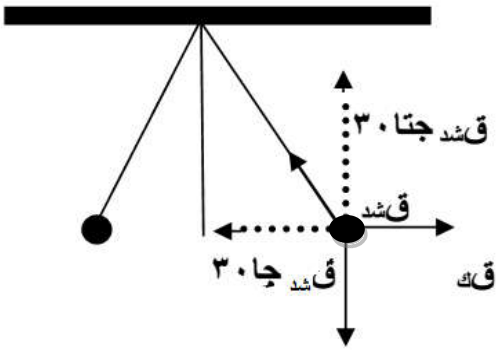


$$ظا\theta = \frac{ق_{أب}}{ق_{جـب}} = \frac{٩٠٠}{١٨٠٠} = \frac{١}{٢}$$

$$\theta = ظا^{-١}(\frac{١}{٢}) \approx ٢٦,٥$$

مثال(١١) : كرتان موصلتان متماثلتان ، كتلة كل منهما ($\sqrt{٣}$) كغم، معلقتان بخيطين طول كل منهما (١٠) سم . شحنتا بشحنتين متشابهتين ومتساويتين ، فتنافرتا إلى أن أصبحت الزاوية بين الخيطين (٦٠°) ، احسب شحنة كل منهما .

الحل :



$\sum$ ق س = صفر

ق ك - ق شد جا ٣٠ = صفر

ق ك = ق شد جا ٣٠ ---------- (١)

$\sum$ ق ص = صفر

و - ق شد جتا ٣٠ = صفر

و = ق شد جتا ٣٠ ---------- (٢)

بقسمة المعادلة (١) على المعادلة (٢) ينتج :

$\frac{\text{ق ك}}{\text{و}}$ = ظا ٣٠

ق ك = ك × جـ × ظا ٣٠ ومنها ق ك = ١٠ نيوتن

$$\text{ق ك} = \frac{\text{ك} \times ٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ـــ}_{\text{ر}}^{٢}}{\text{ف}^{٢}}$$

$$١٠ = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ـــ}_{\text{ر}}^{٢}}{١ \times ١٠^{-٢}}$$

$$\text{ـــ}_{\text{ر}} = \pm \frac{١}{٣} \times ١٠^{-٥} \text{ كولوم}$$

المجال الكهربائي

يعرف المجال الكهربائي بأنه : الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية والذي تظهر فيه آثار القوة الكهربائية .

ويعرف المجال الكهربائي في نقطة ($\overleftarrow{م}$) بأنه : القوة المؤثرة في شحنة اختبار صغيرة موجبة موضوعة في تلك النقطة مقسومة على مقدار شحنة الاختبار .

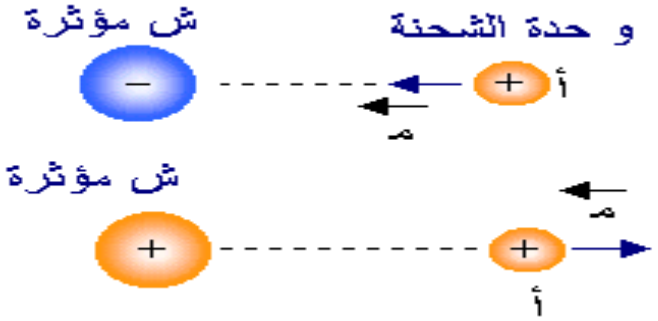
$$\overleftarrow{م} = \frac{\overleftarrow{ق}}{+و_{.}}$$

$$م = \frac{١}{٤\pi\varepsilon} \times \frac{و}{ف^{٢}}$$

يقاس المجال الكهربائي بوحدة نيوتن / كولوم

ملاحظات :

١) شدة المجال الكهربائي ($\overleftarrow{م}$) كمية متجة أي لها مقدار ولها اتجاه .
٢) النقطة المطلوب إيجاد شدة المجال عندها لا يوجد فيها شحنة ونحن نفرض فيها شحنة اختبار موجبة .
٣) لحساب المجال من عدة شحنات نقطية عند نقطة نجد مجال كل شحنة مقداراً واتجاهاً ثم نجد المحصلة للمجالات .
٤) نقطة التعادل هي النقطة التي ينعدم عندها المجال المحصل وتكون على الخط الواصل بين الشحنتين المتشابهتين وأقرب إلى الصغرى أو على امتداد الخط الواصل بين الشحنتين المختلفتين من الخارج وأقرب إلى الصغرى .
٥) دائما نعوض قيمة الشحنة موجبة لحساب شدة المجال .
٦) الشحنة الموجبة تتسارع باتجاه المجال الكهربائي ، والشحنة السالبة تتسارع عكس اتجاه المجال الكهربائي .



سؤال : ماذا نقصد بقولنا أن المجال الكهربائي في نقطة (٤٠٠) نيوتن/كولوم ؟

جواب : أي عند وضع شحنة نقطية قدرها (١) كولوم في تلك النقطة تتأثر بقوة قدرها (٤٠٠) نيوتن .

مثال (١) : شحنة نقطية مقدارها (٤) μc موضوعة في الهواء احسب مقدار المجال الكهربائي على بعد :
١) ١م ٢) ٣م

الحل :

$$مـ = \frac{ثـ \times ٩١٠ \times ٩}{ف^{٢}}$$

$$مـ = \frac{٤ \times ١٠^{-٦} \times ٩١٠ \times ٩}{١}$$

$$= ٣٦ \times ١٠^{٣} \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$مـ = \frac{ثـ \times ٩١٠ \times ٩}{ف^{٢}}$$

$$مـ = \frac{٤ \times ١٠^{-٦} \times ٩١٠ \times ٩}{٩}$$

$$= ٤ \times ١٠^{٣} \text{ نيوتن/كولوم}$$

مثال(٢): شحنتان نقطيتان مقدار الشحنة الأولى (-٥) μc والثانية (-٤) μc ، تفصلهما مسافة (٠,٢) سم في الهواء احسب شدة المجال الكهربائي في نقطة منتصف المسافة بينهما .

الحل :

$$مـ = \frac{ثـ \times ٩١٠ \times ٩}{ف^{٢}}$$

$$مـ_{١} = \frac{٥ \times ١٠^{-٦} \times ٩١٠ \times ٩}{٠,٠١ \times ١٠^{-٤}}$$

$$= ٤٥ \times ١٠^{٩} \text{ نيوتن/كولوم}$$

(نحو اليمين)

$$مـ_{٢} = \frac{٤ \times ١٠^{-٦} \times ٩١٠ \times ٩}{٠,٠١ \times ١٠^{-٤}}$$

$$= ٣٦ \times ١٠^{٩} \text{ نيوتن/كولوم}$$

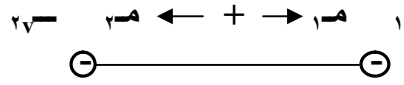
(نحو اليسار)

$$مـ_{ح} = مـ_{١} - مـ_{٢}$$

$$= ٤٥ \times ١٠^{٩} - ٣٦ \times ١٠^{٩}$$

$$= ٩ \times ١٠^{٩} \text{ نيوتن/كولوم}$$

(نحو اليمين)



مثال (٣) : شحنتان نقطيتان $ـ_{١} = ٣٦\mu c$ ، $ـ_{٢} = -٦٤\mu c$ ، المسافة بينهما (١٠) سم أوجد المجال الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة (٦) سم عن الشحنة الأولى و (٨) سم عن الشحنة الثانية .

الحل :

$$مـ = \frac{ثـ \times ٩ \times ١٠^{٩}}{ف^{٢}}$$

$$مـ_{١} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٣٦ \times ١٠^{-٦}}{٣٦ \times ١٠^{-٤}}$$

$$= ٩ \times ١٠^{٧} \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$مـ_{٢} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٦٤ \times ١٠^{-٦}}{٦٤ \times ١٠^{-٤}}$$

$$= ٩ \times ١٠^{٧} \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$مـ_{ح} = ٢ \times مـ \text{ جتا} ٤٥$$

$$= ٢ \times ٩ \times ١٠^{٧} \times ٠,٧$$

$$= ١٢,٦ \times ١٠^{٧} \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$\theta = ٤٥^{\circ}$$

ويمكن تطبيق نظرية فيثاغورس أيضاً لإيجاد المحصلة .

مثال (٤) : شحنة نقطية في الهواء المجال الناتج عند نقطة تبعد مسافة (١٠) سم عنها هو (١×١٠^{٥}) نيوتن/كولوم جد المجال الناتج في الحالتين التاليتين :

١) عند نقطة تبعد (٣٠) سم عن الشحنة .

٢) عند نقطة تبعد (١٠) سم إذا وضعت الشحنة في وسط سماحيته (١٠) أمثال سماحية الهواء .

الحل :

١) $$\frac{مـ_{١}}{مـ_{٢}} = \frac{(ف_{٢})^{٢}}{(ف_{١})^{٢}}$$

$$\frac{١ \times ١٠^{٥}}{مـ_{٢}} = \frac{٩٠٠ \times ١٠^{-٤}}{١٠٠ \times ١٠^{-٤}}$$

$$مـ_{٢} = \frac{١}{٩} \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن/كولوم}$$

٢) $$\frac{مـ_{١}}{مـ_{٢}} = \frac{ـ_{٢}}{ـ_{١}}$$

$$\frac{١ \times ١٠^{٥}}{مـ_{٢}} = \frac{١٠}{١}$$

$$مـ_{٢} = \frac{١}{١٠} \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن/كولوم}$$

مثال (٥) : أ ب جـ د مربع طول ضلعه (١٠) سم وضعت الشحنات (١٠٠μc ، -٥٠ μc ، ٢٥μc ، ٢٥μc) عند رؤوسه أ ب جـ د على التوالي احسب المجال الكهربائي في المركز .

الحل :

مثال (٦) : شحنتان نقطيتان مقدار الشحنة الأولى (٢×١٠^{-٩}) كولوم ومقدار الشحنة الثانية (٥٠×١٠^{-٩}) كولوم وضعتا في الهواء على بعد (٠,٥) سم من بعضهما ، جد :

١) المجال الكهربائي على الخط الواصل بين الشحنتين في نقطة تبعد (٠,٢) سم عن الشحنة الأولى .

٢) بعد نقطة التعادل عن الشحنة الأولى في الحالتين :

أ) إذا كانت الشحنتان موجبتان .

ب) إذا كانت الشحنة الأولى موجبة والثانية سالبة .

الحل :

١) $مـ = \frac{ش}{ف^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩}$

$مـ_{١} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-٩}}{٠,٠٤ \times ١٠^{-٤}}$

$= ٤٥ \times ١٠^{٥}$ نيوتن/كولوم (نحو اليسار)

$مـ_{٢} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٥٠ \times ١٠^{-٩}}{٠,٠٩ \times ١٠^{-٤}}$

$= ٥٠٠ \times ١٠^{٥}$ نيوتن/كولوم (نحو اليمين)

$مـ_{ح} = ٥٠٠ \times ١٠^{٥} - ٤٥ \times ١٠^{٥}$

$= ٤٥٥ \times ١٠^{٥}$ نيوتن/كولوم (نحو اليمين)

٢) أ) $مـ_{١} = مـ_{٢}$

$\frac{ش_{١}}{(ص)^{٢}} = \frac{ش_{٢}}{(ف - ص)^{٢}}$

$\frac{٢ \times ١٠^{-٩}}{(ص)^{٢}} = \frac{٥٠ \times ١٠^{-٩}}{(٠,٥ - ص)^{٢}}$

بالقسمة على ٢ ثم أخذ جذر الطرفين

$\frac{١}{ص} = \frac{٥}{(٠,٥ - ص)}$ بالضرب التبادلي

$٥ ص = ٠,٥ - ص$

$٦ ص = ٠,٥$ ومنها $ص = \frac{٠,٥}{٦}$ سم

ب) $مـ_{١} = مـ_{٢}$

$\frac{ش_{١}}{(ص)^{٢}} = \frac{ش_{٢}}{(ف + ص)^{٢}}$

$\frac{٢ \times ١٠^{-٩}}{(ص)^{٢}} = \frac{٥٠ \times ١٠^{-٩}}{(٠,٥ + ص)^{٢}}$

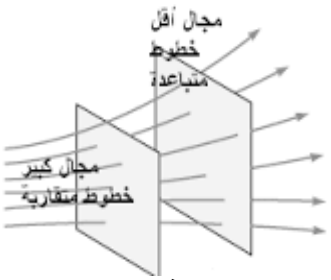
بالقسمة على ٢ ثم أخذ جذر الطرفين

$\frac{١}{ص} = \frac{٥}{(٠,٥ + ص)}$ بالضرب التبادلي

$٥ ص = ٠,٥ + ص$

$٤ ص = ٠,٥$ ومنها $ص = \frac{٠,٥}{٤}$ سم

خطوط المجال الكهربائي

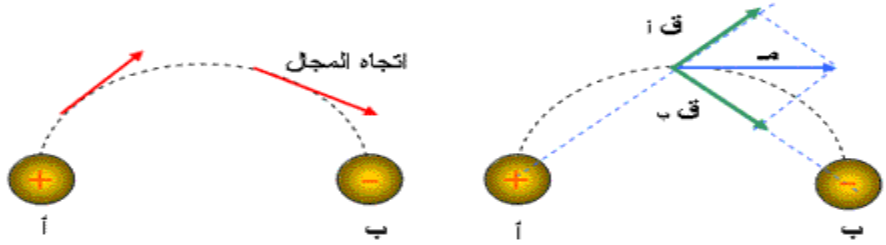


ويعرف خط المجال الكهربائي بأنه : خط وهمي يمثل المسار الذي تسلكه شحنة اختبار صغيرة موجبة حرة الحركة في المجال الكهربائي .

وهذه الخطوط لها عدة خصائص وهي :

١) خطوط المجال الكهربائي خطوط وهمية .
٢) يدل اتجاه المماس لخط المجال عند أي نقطة على اتجاه المجال الكهربائي عند تلك النقطة .
٣) ترسم الخطوط بحيث تكون دائماً خارجة من الشحنة الموجبة وداخله للشحنة السالبة .
٤) خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع أبداً . لأنها لو تقاطعت لكان للمجال أكثر من اتجاه في نقطه واحدة وهذا مستحيل .
٥) تتباعد خطوط المجال من بعضها كلما ابتعدنا عن الشحنة المفردة . مما يعني أن المجال يضعف كلما ابتعدنا عن الشحنة .
٦) يتناسب عدد خطوط المجال الخارجة من الشحنة أو الداخلة في الشحنة تناسباً طردياً مع مقدار الشحنة الكهربائية .

ولو فرض وجود وحدة الشحنات الموجبة حرة الحركة عند نقطة في المجال الكهربائي لشحنتين كهربائيتين ، إحداهما (أ) موجبة والأخرى (ب) سالبة ، كما في الشكل فإن وحدة الشحنات الموجبة تتأثر بمحصلة قوتي التجاذب والتنافر بينهما وبين الشحنتين أ ، ب وتتحرك باتجاه هذه المحصلة ، أي أن وحدة الشحنات الموجبة ترسم مساراً في المجال .



إذا وضع جسيم مشحون عند نقطة ما في مجال كهربائي ولم يتأثر بأي قوة كهربائية فإن هذه النقطة تسمى "نقطة التعادل" أو "نقطة انعدام المجال" وينعدم المجال الكهربائي عند النقاط التالية :

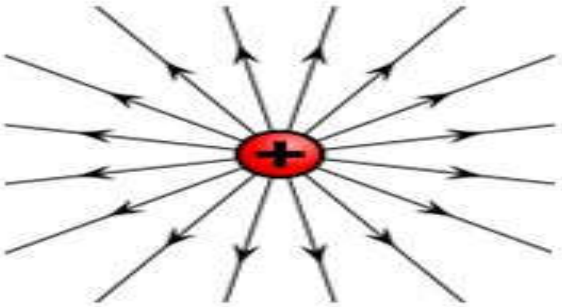
١) أي نقطة داخل الموصل الكروي المشحون .
٢) أي نقطة خارج صفيحتين متوازيتين مشحونتين بشحنتين مختلفتين (مواسع كهربائي) .
٣) نقطة على الخط الواصل بين شحنتين متشابهتين في النوع وفي موضع يقع بينهما واقرب إلى الشحنة الصغرى .
٤) نقطة على امتداد الخط الواصل بين شحنتين مختلفتين في النوع في موضع يقع خارجهما واقرب إلى الشحنة الصغرى .

أنواع المجال الكهربائي :

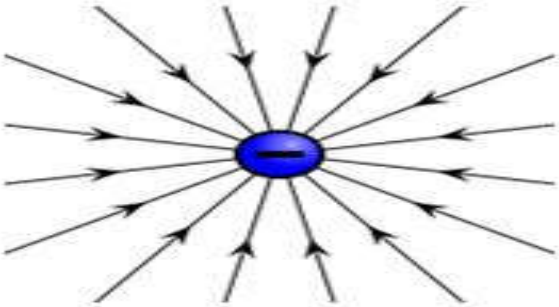
١) المجال الكهربائي المنتظم : هو المجال الثابت في المقدار والاتجاه وتكون خطوطه مستقيمة متوازية .
وله عدة تطبيقات منها :
أ) انبوب أشعة المهبط : والمستخدم في شاشات الحاسوب وجهاز راسم الذبذبات وشاشات العرض التلفازي .
ب) المسارعات النووية : يستخدم لتسريع الجسيمات الصغيرة مثل الإلكترون والبروتون .

٢) المجال الكهربائي الغير المنتظم : هو المجال المتغير في المقدار أوالاتجاه أو كليهما عند جميع النقاط الواقعة فيه .
كالمجالات الناتجة عن الشحنات النقطية .

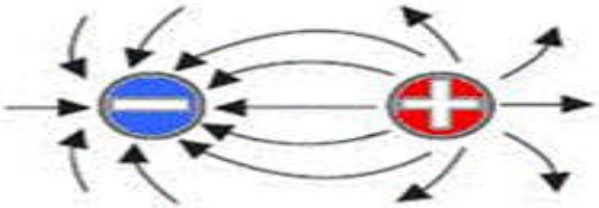
بعض اشكال خطوط المجال الكهربائي :



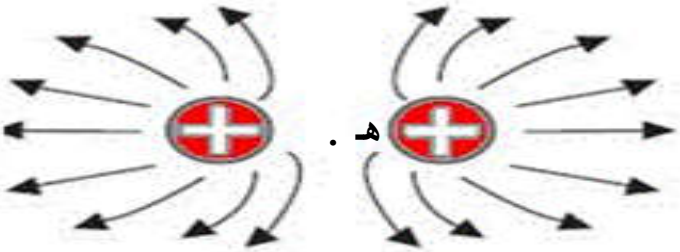
خطوط المجال الكهربائي لشحنة موجبة مفردة



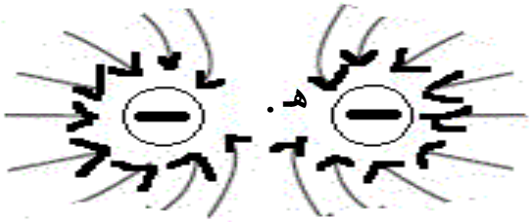
خطوط المجال الكهربائي لشحنة سالبة مفردة



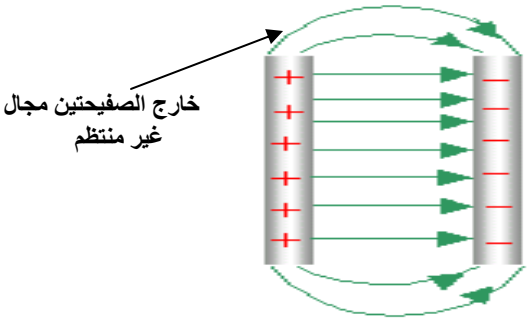
خطوط المجال الكهربائي لشحنتين مختلفتين



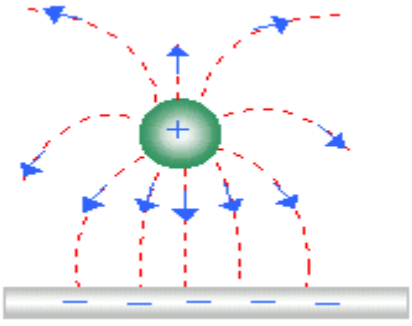
خطوط المجال الكهربائي لشحنتين موجبتين



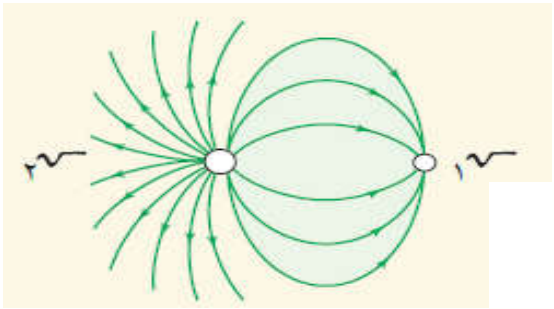
خطوط المجال الكهربائي لشحنتين سالبتين



خطوط المجال الكهربائي لمجال منتظم



خطوط المجال لشحنة نقطية وصفيحة مستوية



مثال : من الشكل إذا كانت ش٢= ١٢×١٠^-٦ كولوم جد :

١) نوع الشحنة ش١ . ٢) مقدار الشحنة ش١ .

الحل :

١) سالبة

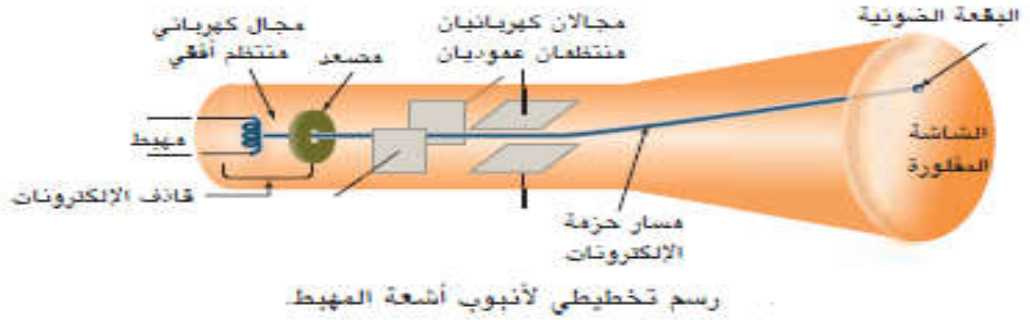
٢) $\frac{ن_1}{ن_2} = \frac{ش_1}{ش_2}$

$\frac{ش_1}{١٢ \times ١٠^{-٦}} = \frac{٦}{١٨}$

ش١ = ٤ ×١٠^-٦ كولوم

سؤال : بين بالرسم انبوب أشعة المهبط مبيناً الأجزاء على الرسم .

جواب :



رسم تخطيطي لأنبوب أشعة المهبط

سؤال : من معرفتك بجهاز انبوب اشعة المهبط ، أجب عما يلي :

١) اذكر استخداماته في الحياة العملية . ٢) لماذا يكون المصعد مثقوب ؟

٣) وضح وظيفة كل من : أ) المجال الكهربائي الأفقي .

ب) المجالان الكهربائيان العموديان .

جـ) قاذف الإلكترونات .

جواب :

١) أ) شاشات الحاسوب . ب) جهاز راسم الذبذبات .

٢) لكي تنبعث الإلكترونات منه على شكل حزمة .

٣) أ) تسريع الإلكترونات . ب) حرف مسار حزمة الإلكترونات يميناً ويساراً ثم أعلى وأسفل .

جـ) بعث وتسريع الإلكترونات .

سؤال (علل) : تستخدم شحنة اختبار صغيرة لقياس المجال الكهربائي ؟

جواب : وذلك لأنها تستخدم في تخطيط المجال الكهربائي وقياس شدته ، ويجب أن تكون صغيرة جداً حتى لا تؤدي لإحداث أي تغيير في شدة المجال الكهربائي المراد قياسه .

سؤال : هل يعد المجال الكهربائي الناجم عن الشحنة النقطية مجالاً منتظماً ؟ فسر اجابتك .

جواب : لا ، لأن قيمة المجال تختلف من نقطة إلى أخرى وكذلك خطوط المجال الكهربائي لا تكون متوازية .

حركة شحنة في مجال كهربائي منتظم

* اذا وضع نيوترون داخل مجال كهربائي فإنه لا يتأثر بالمجال لأنه غير مشحون بحيث أن :
($\vec{ق}_ك = \vec{م} \times ـــ_v = \vec{م} \times$ صفر = صفر) .

* إذا وضع جسيم مشحون (e- / p+ / آيون ، .....) في مجال كهربائي منتظم فإنه يتأثر بالمجال بقوة بحيث أن :
($\vec{ق}_ك = \vec{م} \times ـــ_{v\text{جسيم}} =$ ك×ت)

* إذا كانت الشحنة موجبة فإنها تتحرك باتجاه المجال وإذا كانت الشحنة سالبة فإنها تتحرك عكس اتجاه المجال بفعل قوة المجال .

* القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة المتحركة قوة محافظة ولذلك يكون النظام محافظ .

* الشغل المبذول على الشحنة بفعل المجال الكهربائي المنتظم يعطى بالعلاقة :

$$ش = ق \times ف \text{ جتا} \theta = م ـــ_v ف \text{ جتا} \theta$$

* طاقة الحركة التي تكتسبها الشحنة تساوي الشغل المبذول :

$$ش = \Delta ط_ح = \frac{١}{٢} ك \Delta ع^٢$$

* الزيادة في طاقة الحركة للشحنة تساوي النقصان في طاقة الوضع الكهروسكوني :

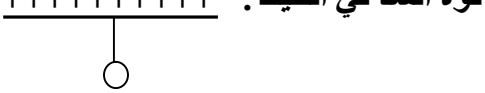
$$ش = + \Delta ط_ح = - \Delta ط_و$$

* نطبق معادلات الحركة بتسارع ثابت على حركة الشحنات في المجال الكهربائي :

$$ع_٢ = ع_١ + ت ز$$
$$ف = ع_١ ز + \frac{١}{٢} ت ز^٢$$
$$(ع_٢)^٢ = (ع_١)^٢ + ٢ت ف$$

$$ت = \frac{ق}{ك}$$
$$ت = \frac{م ـــ_v}{ك}$$

مثال (١) : لوحان معدنيان متوازيين بشكل أفقي ، شدة المجال الكهربائي بينهما (٤×١٠^{٢}) نيوتن/كولوم علقت كتلة مقدارها (٠,١) غم وشحنتها (٢) ميكروكولوم كما في الشكل ، احسب قوة الشد في الخيط .



الحل :

$ق_{محصلة} = صفر$

$ق_{شد} - (ق_{ك} + و) = صفر$

$ق_{شد} = ق_{ك} + و$

$= مـ \times ـــ_{ص} + ك \times جـ$

$= ٤ \times ١٠^{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٦} + ١ \times ١٠^{-٤} \times ١٠$

$= ١٨ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن

مثال (٢) : تحرك جسيم يحمل شحنة مقدارها (١٠) ميكروكولوم وكتلته (٠,٢) غم مسافة مقدارها (٢٠) سم من السكون بفعل مجال كهربائي منتظم مقداره (٢×١٠^{٢}) نيوتن/كولوم عمودي على اتجاه الحركة . احسب :

١) القوة التي يؤثر بها المجال على الجسيم .
٢) تسارع الجسيم أثناء حركته في المجال .
٣) سرعة الجسيم النهائية .
٤) الشغل الذي يبذله المجال في تحريك الجسيم .
٥) التغير في طاقة الحركة التي يمتلكها الجسيم .
٦) التغير في طاقة الوضع التي يمتلكها الجسيم .

الحل :

١) $ق_{ك} = مـ \times ـــ_{ص} = ٢ \times ١٠^{٢} \times ١٠ \times ١٠^{-٦}$

$= ٢٠ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن

٢) $ت = \frac{ق}{ك} = \frac{٢٠ \times ١٠^{-٤}}{٢ \times ١٠^{-٤}} = ١٠$ م/ث^{٢}

٣) $ع_{٢}^{٢} = ع_{١}^{٢} + ٢ ت ف = ٠ + ٢ \times ١٠ \times ٢٠ \times ١٠^{-٢}$

$ع_{٢} = ٢$م/ث

٤) $ش = ق ف جتا\theta = ٢٠ \times ١٠^{-٤} \times ٢٠ \times ١٠^{-٢} \times$ جتا٠

$= ٤ \times ١٠^{-٤}$ جول

٥) $ط_{ح} = ش = ٤ \times ١٠^{-٤}$ جول

٦) $ش = -$ $ط_{و} = -٤ \times ١٠^{-٤}$ جول

مثال (٣) : اتزن جسم كتلته ($١٠^{-١٣}$) كغم رأسياً في مجال كهربائي منتظم شدته ($١٠^{-٤}$) نيوتن/كولوم بشكل رأسي تحت تأثير وزنه وقوة المجال احسب :

١) شحنة الجسم .
٢) إذا عكس اتجاه المجال احسب تسارع الجسم .

الحل :

١) $ق_{ك} = و$

$مـ ـــ_{ص} = ك جـ$

$ـــ_{ص} = \frac{ك جـ}{مـ} = \frac{١٠^{-١٣} \times ١٠}{١٠^{-٤}} = ١٠ \times ١٠^{-٩}$ كولوم

٢) $ق_{ك} + و = ك ت$

$مـ ـــ_{ص} + ك جـ = ك ت$

$ت = \frac{مـ \times ـــ_{ص}}{ك} + جـ = \frac{١٠^{-٤} \times ١٠ \times ١٠^{-٩}}{١٠^{-١٣}} + ١٠$

$ت = ٢٠$ م/ث^{٢}

مثال (٤) : مجال كهربائي منتظم قدره ($١٠^{٤}$) نيوتن/كولوم باتجاه محور السينات الموجب ، اطلقت خلاله شحنة نقطية قدرها (٢×١٠^{-٩}) كولوم بسرعة ابتدائية (٢×١٠^{٢}) م/ث باتجاه محور السينات السالب ، فإذا كانت كتلة الشحنة النقطية ($١٠^{-٢}$) كغ . احسب :

١) المسافة التي تقطعها الشحنة قبل أن تتوقف .
٢) الشغل المبذول من قبل المجال .
٣) التغير في طاقة حركة الشحنة إلى أن تتوقف .
٤) التغير في طاقة وضع الشحنة إلى أن تتوقف .

الحل :

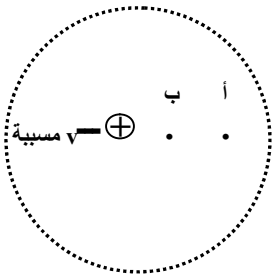
سؤال : أذكر العوامل التي يعتمد عليها تسارع جسيم داخل مجال كهربائي منتظم .

جواب : ١) مقدارالمجال الكهربائي . ٢) مقدار شحنة الجسيم . ٣) مقدار كتلة الجسيم .

الجهد الكهربائي

* عندما يتلامس جسمان مختلفان في درجة حرارتيهما تنتقل الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد حتى تتساوى درجة حرارتيهما ، وعندما يتلامس جسمان مشحونان فإن الشحنات تنتقل من الجسم الأكبر جهد إلى الجسم الأقل جهد حتى يتساوى جهداهما .

* في الشكل عند نقل شحنة اختبار من المالانهاية ووضعها عند النقطة (أ) ثم تحريكها من النقطة (أ) إلى (ب) بسرعة ثابتة فإننا نحتاج شغل بوساطة قوة خارجية على هذه الشحنة الصغيرة المنقولة ، وهذا الشغل حسب مبدأ حفظ الطاقة يختزن في الشحنة على شكل طاقة تسمى طاقة الوضع الكهربائية .



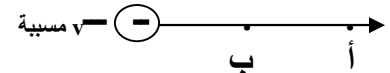
وعند ترك الشحنة عند النقطة (ب) فإنها ستتحرك وحدها لتعود للنقطة (أ) دون بذل شغل عليها ، حيث المسؤول عنها في هذه الحالة :

١) قوة التنافر الكهربائية بين الشحنتين . ٢) تحول طاقة الوضع التي اختزنت في الشحنة عند نقلها إلى طاقة حركة .

* نتائج هامة :

١) لو كانت الشحنة المسببة موجبة : جهد النقطة (أ) أقل من جهد النقطة (ب) يلزم شغل لنقل الشحنة من (أ) إلى (ب) .

٢) لو كانت الشحنة المسببة سالبة : جهد النقطة (أ) أكبر من جهد النقطة (ب) لا يلزم شغل لنقل الشحنة من (أ) إلى (ب) .



* **ويعرف الجهد الكهربائي بأنه** : الحالة التي يتحدد فيها انتقال الشحنات من الموصل أو إليه عند اتصاله مع موصل آخر .

* **يعرف الجهد الكهربائي لنقطة بأنه** " الشغل المبذول من قوة خارجية لنقل وحدة الشحنات الموجبة من المالانهاية إلى تلك النقطة دون إحداث تغيير في طاقتها الحركية " .

* **يعرف فرق الجهد بين نقطتين بأنه** " الشغل المبذول على وحدة الشحنات الموجبة لنقلها بين النقطتين " .

* والشغل المبذول لنقل الشحنة يخزن في الشحنة على شكل طاقة وضع كهروسكونية أي أن :

$ش_{أ \leftarrow ب} = \Delta ط_{وأب}$

$ش_{أ \leftarrow ب} = ط_{وب} - ط_{وأ}$

$ط_{وب} = ش_{منقولة} \times جـ_{ب}$

$ط_{وأ} = ش_{منقولة} \times جـ_{أ}$

$ش_{أ \leftarrow ب} = ش_{منقولة} \times (جـ_{ب} - جـ_{أ})$

$ش_{أ \leftarrow ب} = ش_{.} \times جـ_{ب أ} = ش_{.} \times جـ_{أ ب}$

فرق الجهد بين النقطتين أ ، ب هو :

$جـ_{أب} = جـ_{أ} - جـ_{ب}$

فرق الجهد بين النقطتين ب ، أ هو :

$جـ_{ب أ} = جـ_{ب} - جـ_{أ}$

التغير في فرق الجهد بين النقطتين أ ، ب هو : $\Delta جـ_{أب} = جـ_{ب} - جـ_{أ}$

ملاحظات :

* يقاس الجهد بوحدة **فولت وهي جول/كولوم** .
* جهد أي نقطة في المالانهاية = صفر .
* جهد الأرض أو أي نقطة متصلة بالأرض = صفر .
* طاقة الوضع في المالانهاية = صفر .
* انتقال الشحنات يتم بفعل قوة المجال الكهربائي .
* **يعرف الفولت بأنه** : فرق الجهد بين نقطتين عندما يلزم بذل شغل مقداره (١) جول لنقل وحدة الشحنات بين النقطتين .
* شغل القوة الخارجية هو شغل غير محافظ أي :

$$ش = \Delta ط_م = \Delta ط_و + \Delta ط_ح$$

حيث Δ ط$_م$: التغير في الطاقة الميكانيكية

* القوة التي تبذل شغلاً لنقل شحنة نقطية دون احداث تغيير في طاقة حركة الشحنة تساوي في المقدار وتعاكس بالاتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة المنقولة أي :

$$ش_{ق\ كهربائية} = - ش_{ق\ خارجية}$$

* الشغل الذي تبذله القوة الخارجية في نقل شحنة من أ ← ب = Δ ط$_{أب}$
* الشغل الذي تبذله قوة المجال لنقل شحنه من أ ← ب = - Δ ط$_{أب}$

سؤال (علل) : الجهد الكهربائي عند نقطة بعيدة جداً (في المالانهاية) يساوي صفراً .
جواب : لأن المجال الكهربائي لا يؤثر في شحنة اختبار موضوعة عند تلك النقطة بأي قوة كهربائية وهذا يعني أن طاقة الوضع الكهربائية عندها تكون صفراً، وبذلك يكون الجهد الكهربائي عندها صفراً .

سؤال (علل) : لا تتغير الطاقة الحركية لوحدة الشحنات الموجبة عند نقلها من المالانهاية الى نقطة ما .
جواب : لأن القوة الخارجية لنقلها تساوي في المقدار وتعاكس في الاتجاه القوة الكهربائية المؤثرة فيها .

سؤال (علل) : جهد الأرض = صفر ؟
جواب : وذلك لأنها تفقد الجسم شحنته لكبر حجمها فيصبح جهدها صفراً .

سؤال : ماذا نعني بقولنا أن الجهد الكهربائي في نقطة ما يساوي (٢) فولت ؟
جواب : أي أن شغلاً مقداره (٢) جول يبذل من قوة خارجية لنقل وحدة الشحنات الموجبة من المالانهاية إلى تلك النقطة بسرعة ثابتة .

سؤال : ماذا نعني بقولنا أن الجهد الكهربائي في نقطة ما يساوي (-٢) فولت ؟
جواب : أي أن شغلاً مقداره (٢) جول يبذل من قوة خارجية لنقل وحدة الشحنات الموجبة من تلك النقطة إلى المالانهاية بسرعة ثابتة .

ومن الجدير بالذكر أنه عندما يكون جهد النقطة الأولى يساوي جهد النقطة الثانية فإن المجال الكهربائي لا يؤثر بقوة في شحنة كهربائية تتحرك بين النقطتين (لا يلزم بذل شغل لنقل الشحنة بين النقطتين) .

مثال (١) : شحنة كهربائية قدرها (٢×١٠$^{-٨}$) كولوم موضوعة عند نقطة (أ) التي جهدها (٥) فولت ، احسب :
١) طاقة الوضع الكهربائية للشحنة . ٢) الشغل اللازم لنقل الشحنة إلى نقطة (ب) التي جهدها (١٢) فولت .
٣) التغير في طاقة وضع الشحنة ، عند نقلها من (أ) إلى (ب) .

الحل :

١) $(ط_و)_أ = ش_{ـ٧} \times جـ_أ = ٢\times١٠^{-٨} \times ٥ = ١٠\times١٠^{-٨}$ جول .

٢) $ش_{أب} = ش_{ـ٧} . (جـ_ب - جـ_أ) = ٢\times١٠^{-٨} (١٢ - ٥) = ١٤\times١٠^{-٨}$ جول .

٣) $\Delta ط_{و أب} = ش_{أب} = +١٤\times١٠^{-٨}$ جول .

مثال (٢) : إذا علمت أن الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (٣×١٠$^{-٦}$) كولوم بين نقطتين في مجال كهربائي يساوي (٢٤×١٠$^{-٦}$) جول . جد فرق الجهد الكهربائي بينهما .

الحل :

$ش = ش_{ـ٧} . \Delta جـ \Longleftarrow ٢٤\times١٠^{-٦} = ٣\times١٠^{-٦} \times \Delta جـ \Longrightarrow \Delta جـ = ٨$ فولت .

مثال (٣) : يتحرك إلكترون بين نقطتين فرق الجهد بينهما (١) فولت فإذا كانت شحنة الإلكترون (-١,٦×١٠$^{-١٩}$) كولوم احسب الطاقة التي يكتسبها الإلكترون .

الحل :

$ش = ش_{ـ٧} . \Delta جـ \Longleftarrow ش = -١,٦\times١٠^{-١٩} \times ١ \Longrightarrow ش = -١,٦\times١٠^{-١٩}$ جول .

سؤال : وضح المقصود بالإلكترون فولت ؟
جواب : الطاقة التي يكتسبها الإلكترون عندما يتحرك بين نقطتين فرق الجهد بينهما (١) فولت .

مثال (٤) : مستعيناً بالشكل المجاور ، إذا بدأت شحنة قدرها (٢) ميكروكولوم الحركة من السكون من النقطة (أ) احسب طاقة الحركة للشحنة لحظة مرورها بالنقطة (ب) .

جـ$_ب$= ٢ فولت ب .
جـ$_أ$= ٦ فولت . أ
$+ ش_{ـ٧}$

الحل :

$(ط_م)_أ = (ط_م)_ب$

$(ط_و)_أ + (ط_ح)_أ = (ط_و)_ب + (ط_ح)_ب$

$(ط_ح)_ب = (ط_و)_أ + (ط_ح)_أ - (ط_و)_ب$
$= (ط_ح)_أ + ط_{و ب\leftarrow أ}$
$=$ صفر $+ ش_{ـ٧} . (جـ_{أ ب})$
$= ٢\times١٠^{-٦} \times (٦ - ٢)$
$= ٨\times١٠^{-٦}$ جول

الجهد الكهربائي لنقطة في مجال شحنة نقطية

لقد وجد أن الجهد الكهربائي لنقطة في مجال شحنه نقطية يعتمد على :

١) مقدار الشحنه المنقولة (التناسب طردي) .
٢) بعد النقطة عن الشحنة المنقولة (التناسب عكسي) .
٣) نوع الوسط المحيط بالشحنة (والتناسب عكسي) .

* وعليه يعطى الجهد الناشىء عن شحنة نقطية أو كروية عند نقطة تبعد مسافة (ف) عنها يعطى بالعلاقة :

$$\text{الجهد} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الشحنة}}$$

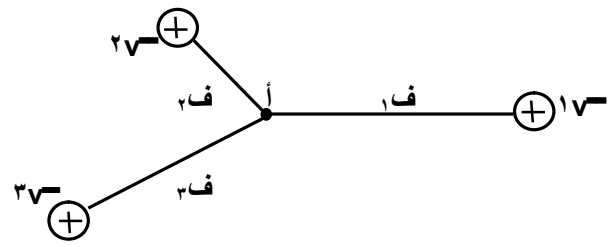
$$جـ = \frac{ق \times ف}{ـ٧}$$

$$جـ = \frac{١}{٤\pi\varepsilon} \times \frac{ـ٧}{ف}$$

وعندما يكون الوسط هو الهواء أو الفراغ فإن :

$$جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ـ٧}{ف}$$

أما الجهد الناتج عن عدة شحنات نقطية فيساوي :



$$جـ_{أ} = \frac{١}{٤\pi\varepsilon} \left(\frac{ـ١٧}{ف_{١}} + \frac{ـ٢٧}{ف_{٢}} + \frac{ـ٣٧}{ف_{٣}} \right)$$

ملاحظات :

* الجهد كمية قياسية أي يجوز تعويض إشارة الشحنة في القانون فجهد الشحنة الموجبة موجب وجهد الشحنة السالبة سالب .
* الجهد ليس كمية متجهة ولحساب محصلة عدة جهود نقوم بالجمع الجبري العادي .

مثال (١) : ما مقدار الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد (٣×١٠^{-٢}) م في الهواء عن شحنة نقطية مقدارها ($١,٦ \times ١٠^{-١٩}$) كولوم .

الحل :

$$جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ــ_{ـ٧}}{ف}$$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٣ \times ١٠^{-٢}} = ٤,٨ \times ١٠^{-٨} \text{ فولت}$$

مثال (٢) : شحنتان نقطيتان $ــ_{١٧} = ١٥ \mu c$ ، $ــ_{٢٧} = -٥ \mu c$ والمسافة بينهما (١٠) سم احسب :

١) الجهد الكهربائي عند منتصف الخط الواصل بينهما .

٢) الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد (٩) سم عن الشحنة الأولى . و (٦) سم عن الشحنة الثانية .

الحل :

١) $جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{ــ_{١٧}}{ف_{١}} + \frac{ــ_{٢٧}}{ف_{٢}} \right)$

$$= ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{١٥ \times ١٠^{-٦}}{٥ \times ١٠^{-٢}} + \frac{-٥ \times ١٠^{-٦}}{٥ \times ١٠^{-٢}} \right)$$

$$= ١٨ \times ١٠^{٥} \text{ فولت}$$

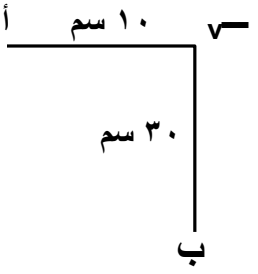
٢) $جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{ــ_{١٧}}{ف_{١}} + \frac{ــ_{٢٧}}{ف_{٢}} \right)$

$$= ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{١٥ \times ١٠^{-٦}}{٩ \times ١٠^{-٢}} + \frac{-٥ \times ١٠^{-٦}}{٦ \times ١٠^{-٢}} \right)$$

$$= ٧,٥ \times ١٠^{٥} \text{ فولت}$$

مثال (٣) : من الشكل إذا علمت أن الجهد الكهربائي عند النقطة (أ) يساوي (٢٧٠٠) فولت جد :

١) مقدار الشحنة $ــ_{ـ٧}$. ٢) المجال عند النقطة ب .



الحل :

١) $جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ــ_{ـ٧}}{ف}$

$$٢٧٠٠ = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ــ_{ـ٧}}{٠,١}$$

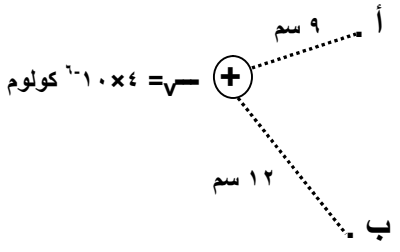
$$ــ_{ـ٧} = ٣٠ \times ١٠^{-٩} \text{ كولوم}$$

٢) $مـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ــ_{ـ٧}}{ف^{٢}}$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٣٠ \times ١٠^{-٩}}{٠,٠٩}$$

$$= ٣ \times ١٠^{٣} \text{ نيوتن/كولوم}$$

مثال (٤) : بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل احسب :



١) جهد النقطة أ . ٢) جهد النقطة ب . ٣) فرق الجهد بين النقطتين أ ، ب
٤) جـ أ ٥) Δ جـ أ ٦) طاقة الوضع لإلكترون وضع عند أ .
٧) التغير في طاقة وضع إلكترون عند نقله من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) .
٨) الشغل اللازم لنقل الإلكترون من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) .

الحل :

١) $جـ_{أ} = ٩\times١٠^{٩} \frac{ش}{ف}$

$= \frac{٩\times١٠^{٩} \times ٤\times١٠^{-٦}}{٩\times١٠^{-٢}} = ٤\times١٠^{٥}$ فولت

٢) $جـ_{ب} = ٩\times١٠^{٩} \frac{ش}{ف}$

$= \frac{٩\times١٠^{٩} \times ٤\times١٠^{-٦}}{١٢\times١٠^{-٢}} = ٣\times١٠^{٥}$ فولت

٣) $جـ_{أب} = جـ_{أ} - جـ_{ب} = ٤\times١٠^{٥} - ٣\times١٠^{٥}$

$= ١\times١٠^{٥}$ فولت

٤) $جـ_{ب أ} = - جـ_{أب} = -١\times١٠^{٥}$ فولت

٥) $\Delta جـ_{ب أ} = جـ_{أب} = ١\times١٠^{٥}$ فولت

٦) $(ط_و)_{أ} = ش_{أ} \times جـ_{أ} = -١,٦\times١٠^{-١٩} \times ٤\times١٠^{٥}$

$= -٦,٤\times١٠^{-١٤}$ جول

٧) $ط_{و\,أب} = ش_{ب} \times جـ_{أ}$

$= -١,٦\times١٠^{-١٩} \times -١\times١٠^{٥}$

$= ١,٦\times١٠^{-١٤}$ جول

٨) $ش_{أب} = ط_{و\,أب} = ١,٦\times١٠^{-١٤}$ جول

ملاحظة :

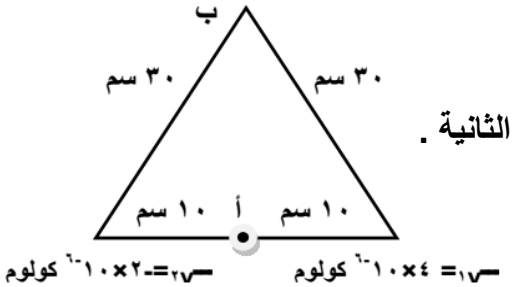
١) الشحنة الموجبة تكسب طاقة لأن قوة خارجية نقلتها ، والشحنة السالبة تخسر طاقة لأنها تحركت بسبب قوة المجال .

٢) طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في شحنتين متجاورتين متساوية حيث $ط_{و_١} = ط_{و_٢} = ط_و$.

٣) يمكن حساب طاقة الوضع بين شحنتين (أو كرتين) متجاورتين من العلاقة :

$$ط_و = ٩\times١٠^{٩} \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف}$$

مثال (٥) : شحنتان كهربائيتان نقطيتان مقدارهما (٤) ميكروكولوم و (-٢) ميكروكولوم والمسافة بينهما (٢٠) سم ، في الهواء احسب :



١) الجهد الكهربائي عند النقطة أ . ٢) الجهد الكهربائي عند النقطة ب .
٣) طاقة الوضع الكهربائية للشحنة الأولى . ٤) طاقة الوضع الكهربائية للشحنة الثانية .

الحل :

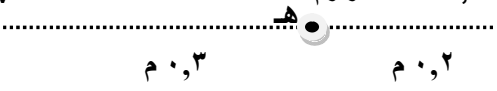
١) جـ = ٩×١٠^٩ (ـــ١ / ف١ + ـــ٢ / ف٢)
= ٩×١٠^٩ (٤×١٠^-٦ ـ ٢×١٠^-٦ / ١٠×١٠^-٢)
= ١٨×١٠^٤ فولت

٢) جـ ب = ٩×١٠^٩ (ـــ١ / ف١ + ـــ٢ / ف٢)
= ٩×١٠^٩ (٤×١٠^-٦ ـ ٢×١٠^-٦ / ٣٠×١٠^-٢) = ٦×١٠^٤ فولت

٣) ط١ = ٩×١٠^٩ ـــ١ × ـــ٢ / ف
= ٩×١٠^٩ × ٤×١٠^-٦ × -٢×١٠^-٦ / ٢٠×١٠^-٢
= - ٣٦×١٠^٤ جول

٤) ط١ = ط٢ = - ٣٦×١٠^٤ جول

مثال (٦) : بالاعتماد على الشكل وإذا كان الجهد الكهربائي في النقطة (هـ) يساوي صفراً ، احسب :
١) مقدار ونوع الشحنة (ـــ٢) .
٢) المجال الكهربائي عند النقطة (هـ) .



الحل :

١) جـ ١ + جـ ٢ = صفر

٩×١٠^٩ ـــ١ / ف١ + ٩×١٠^٩ ـــ٢ / ف٢ = صفر

-١,٢×١٠^-٩ / ٠,٢ + ـــ٢ / ٠,٣ = صفر

ـــ٢ = ١,٨×١٠^-٩ كولوم

٢)) مـهـ = مـ ١ + مـ ٢

= ×١٠^٩ ـــ١ / ف١^٢ + ٩×١٠^٩ ـــ٢ / ف٢^٢

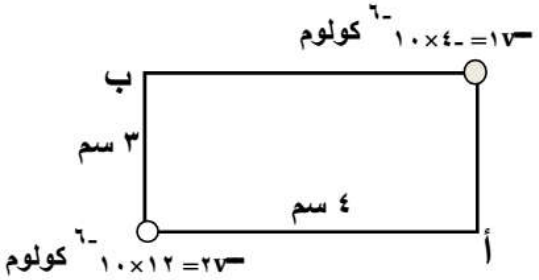
= ١,٢×١٠^-٩ / ٠,٠٤ + ١,٨×١٠^-٩ / ٠,٠٩

= ٣٠×١٠^-٩ + ٢٠×١٠^-٩

= ٥×١٠^-٨ نيوتن/كولوم (نحو اليمين)

لاحظ أن نقطة انعدام الجهد الكهربائي ليست نقطة انعدام للمجال الكهربائي .

مثال (٧) : وضعت شحنتان على رؤوس مستطيل كما في الشكل المجاور ، احسب :
١) الشغل اللازم لنقل (١) ميكروكولوم من (أ) إلى (ب) .
٢) التغير في طاقة الوضع للشحنة عند نقلها من (ب) إلى (أ) .



الحل :

١) $جـ_{أ} = ٩\times١٠^{٩} \left(\frac{-١٧}{ف_{١}} + \frac{٢٧}{ف_{٢}}\right)$

$= ٩\times١٠^{٩} \left(\frac{-٤\times١٠^{-٦}}{٣\times١٠^{-٢}} + \frac{١٢\times١٠^{-٦}}{٤\times١٠^{-٢}}\right)$

$= -١٥\times١٠^{٥}$ فولت

$جـ_{ب} = ٩\times١٠^{٩} \left(\frac{-٤\times١٠^{-٦}}{٤\times١٠^{-٢}} + \frac{١٢\times١٠^{-٦}}{٣\times١٠^{-٢}}\right)$

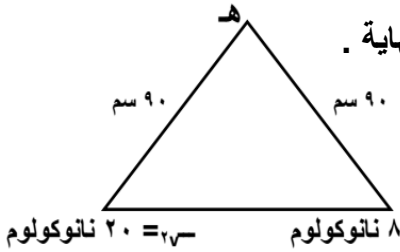
$= ٢٧\times١٠^{٥}$ فولت

$ش_{أب} = -ش \times جـ_{أب}$

$= ١\times١٠^{-٦} (-٢٧ - -١٥)\times١٠^{٥} = ٤,٢$ جول

٢) $ط_{و\,ب\,أ} = - ش_{أب} = - ٤,٢$ جول

مثال (٨) : يوضح الشكل شحنتان كهربائيتان تفصل بينهما في الفراغ مسافة (٤٠) سم ، احسب :



١) الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (٤٠) نانوكولوم من النقطة هـ إلى المالانهاية .
٢) الشغل اللازم لتقليل المسافة بين الشحنتين إلى النصف .
٣) التغير في طاقة وضع الشحنة الثانية عند نقلها من موقعها إلى النقطة هـ .

الحل :

١) $جـ_{هـ} = ٩\times١٠^{٩} \left(\frac{-١٧}{ف_{١}} + \frac{٢٧}{ف_{٢}}\right)$

$= ٩\times١٠^{٩} \left(\frac{-٨\times١٠^{-٩} + ٢٠\times١٠^{-٩}}{٩٠\times١٠^{-٢}}\right) = ١٢٠$ فولت

$ش_{هـ\,\infty} = -ش \times جـ_{هـ\,\infty} = ٤٠\times١٠^{-٩} (٠ - ١٢٠)$

$= -٤٨\times١٠^{-٧}$ جول

٢) $ط_{و_{١}} = ٩\times١٠^{٩} \frac{-١٧\times٢٧}{ف}$

$= \frac{٩\times١٠^{٩}\times-٨\times١٠^{-٩}\times٢٠\times١٠^{-٩}}{٤٠\times١٠^{-٢}} = -٣٦\times١٠^{-٧}$ جول

$ط_{و_{٢}} = \frac{٩\times١٠^{٩}\times-٨\times١٠^{-٩}\times٢٠\times١٠^{-٩}}{٢٠\times١٠^{-٢}} = -٧٢\times١٠^{-٧}$ جول

ش = $ط_{و_{٢}} - ط_{و_{١}}$

$= -٧٢\times١٠^{-٧} - -٣٦\times١٠^{-٧} = -٣٦\times١٠^{-٧}$ جول

٣) $جـ_{هـ} = ٩\times١٠^{٩} \frac{-١٧}{ف} = \frac{٩\times١٠^{٩}\times-٨\times١٠^{-٩}}{٩٠\times١٠^{-٢}}$

$= -٨٠$ فولت

$جـ_{٢} = ٩\times١٠^{٩} \frac{-١٧}{ف} = \frac{٩\times١٠^{٩}\times-٨\times١٠^{-٩}}{٤٠\times١٠^{-٢}}$

$= -١٨٠$ فولت

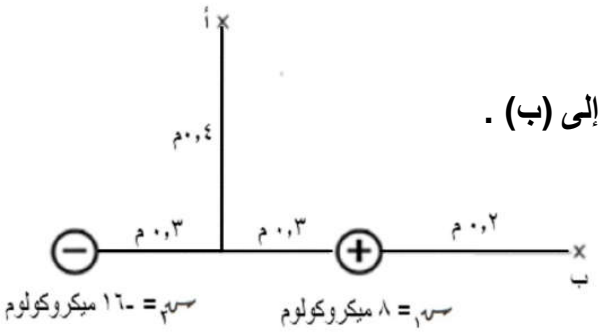
$ط_{و_{٢}\,هـ} = -ش \times جـ_{هـ\,٢} = ٢٠\times١٠^{-٩}\times(-٨٠ + ١٨٠)$

$= ٢\times١٠^{-٦}$ جول

مثال (٩) : اعتماداً على الشكل ، احسب :

١) فرق الجهد بين النقطتين أ، ب .

٢) الشغل المبذول لنقل شحنة ثالثة مقدارها (١٠) ميكروكولوم من (أ) إلى (ب) .



الحل :

١) ف = $\sqrt{٠,٠٩ + ٠,١٦}$ = ٠,٥ م

جـ أ = ٩×١٠^٩ (س١ / ف١ + س٢ / ف٢)

= ٩×١٠^٩ (٨×١٠^-٦ - ١٦×١٠^-٦ / ٠,٥)

= -١٤٤×١٠^٣ فولت

جـ ب = ٩×١٠^٩ (س١ / ف١ + س٢ / ف٢)

= ٩×١٠^٩ (٨×١٠^-٦ / ٠,٢ - ١٦×١٠^-٦ / ٠,٨)

= ١٤٤×١٠^٣ فولت

جـ أب = جـ أ - جـ ب = -١٤٤×١٠^٣ - ١٤٤×١٠^٣ = -٢٨٨×١٠^٣ فولت

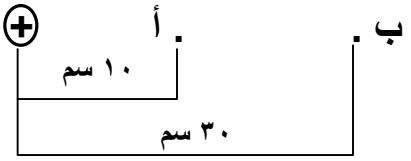
٢) ش أب = س٣ × جـ أب

= ١٠×١٠^-٦ × ٢٨٨×١٠^٣ = ٢٨٨×١٠^-٢ جول

مثال (١٠) : من الشكل احسب جـ أ .

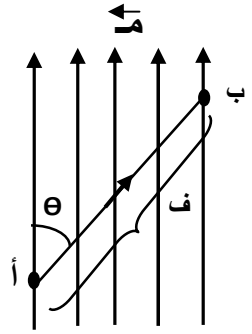
س٣ = -٧ µc

الحل :



فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم

عند نقل شحنة كهربائية في مجال كهربائي منتظم باتجاه لا يتعامد مع خطوط المجال الكهربائي سوف تتغير طاقة وضع الشحنة الكهربائية وذلك بسبب فرق الجهد بين النقطتين التي انتقل بينهما الجسم ففي الشكل مثلا فإن فرق الجهد بين النقطتين أ ، ب يساوي



$$جـ_{أب} = مـ \times ف_{أب} \times جتا\theta$$

حيث :

مـ : المجال الكهربائي (فولت/م) وهي وحدة أخرى لقياس المجال كهربائي .

ف : البعد بين النقطتين أ ، ب

(θ) : الزاوية بين خطوط المجال والمسافة .

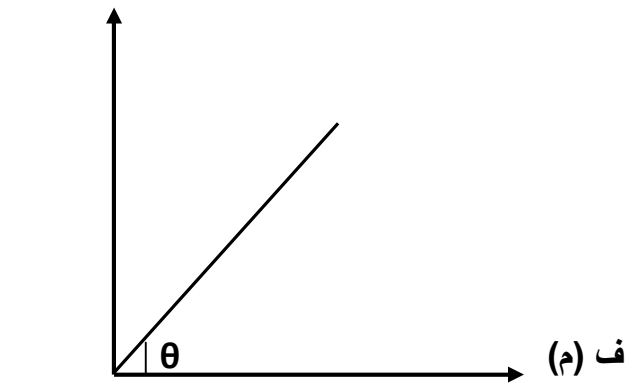
ملاحظات :

١) يعتبر المجال الكهربائي ممال للجهد (انحدار الجهد) أي أن المجال الكهربائي يساوي التغير في الجهد لكل وحدة طول .

٢) فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين تقعان على نفس المستوى (الخط الواصل بينهما عمودي على خطوط المجال) يساوي صفر أي أن لهما نفس الجهد .

٣) الشغل عبر مسار مغلق في مجال كهربائي منتظم = صفر .

* عند تمثيل العلاقة بين فرق الجهد بين نقطتين والمسافة في مجال كهربائي منتظم بيانياً فإن :

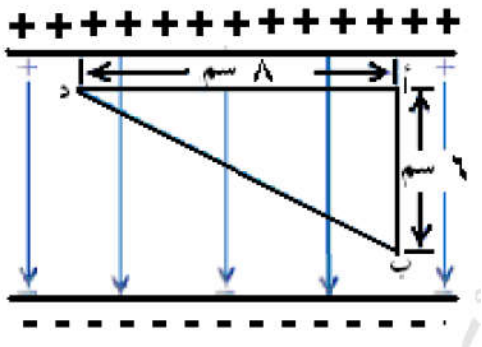


$$مـ = \text{ميل الخط المستقيم} = ظ\theta = \frac{جـ}{ف}$$

مثال (١) : في الشكل ، صفيحتان معدنيتان متوازيتان ، فرق الجهد بينهما (١١٠) فولت ، والمسافة بينهما (١٠) سم في الهواء وضعت شحنة كهربائية سالبة مقدارها (-٢) ميكروكولوم في النقطة ب . احسب :

١) القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة عند النقطة ب .

٢) الشغل اللازم لنقل الشحنة من النقطة (ب) إلى النقطة (د) .



الحل :

١) $مـ = \frac{جـ}{ف} = \frac{١١٠}{١٠ \times ١٠^{-٢}} = ١١ \times ١٠^{٢}$ نيوتن/كولوم

$ق = مـ \times ش_{ب} = ١١ \times ١٠^{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٦} = ٢٢ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن

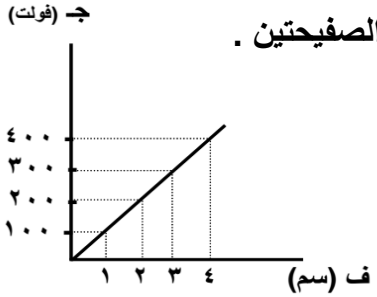
٢) $جـ_{دب} = جـ_{دأ} + جـ_{أب}$

= صفر + $مـ ف جتا\theta = ١١ \times ١٠^{٢} \times ٦ \times ١٠^{-٢} \times$ جتا٠ = ٦٦ فولت

$ش_{بد} = -ش_{ب} \times جـ_{دب} = -٢ \times ١٠^{-٦} \times ٦٦ = -١٣٢ \times ١٠^{-٦}$ جول

مثال (٢) : مجال كهربائي منتظم ناشيء عن صفيحتين فلزيتين متوازيتين ومشحونتين بشحنتين مختلفتين نوعاً ومتساويتان مقداراً والبعد بينهما في الهواء (٥) سم ، (أ ، ب) نقطتان في المجال بين الصفيحتين يتغير فرق الجهد بينهما مع المسافة حسب الرسم البياني ، احسب :

١) شدة المجال الكهربائي . ٢) فرق الجهد بين الصفيحتين .



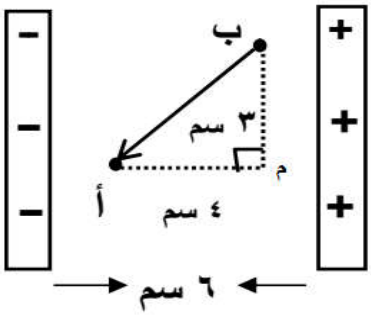
الحل :

١) $مـ = \frac{جـ}{ف} = \frac{٤٠٠}{٤ \times ١٠^{-٢}} = ١ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/كولوم

٢) $جـ = مـ ف جتا\theta = ١ \times ١٠^{٤} \times ٥ \times ١٠^{-٢} \times$ جتا٠ = ٥٠٠ فولت

مثال (٣) : يوضح الشكل لوحان متوازيان مشحونان بشحنتين مختلفتين إذا كان الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (٢) ميكروكولوم من (أ) إلى (ب) يساوي (٢٤٠×١٠^{-٦}) جول ، احسب :

١) شدة المجال الكهربائي المنتظم بين اللوحين . ٢) فرق الجهد بين اللوحين .



الحل :

١) $ش_{أب} = -ش_{ب} \times جـ_{بأ}$

$٢٤٠ \times ١٠^{-٦} = ٢ \times ١٠^{-٦} \times جـ_{بأ}$

$جـ_{بأ} = ١٢٠$ فولت

$جـ_{بأ} = جـ_{بم} + جـ_{مأ}$

١٢٠ = صفر + $مـ ف جتا\theta$

١٢٠ = $مـ \times ٤ \times ١٠^{-٢} \times$ جتا٠

$مـ = ٣ \times ١٠^{٣}$ نيوتن/كولوم

٢) $جـ = مـ ف جتا\theta = ٣ \times ١٠^{٣} \times ٦ \times ١٠^{-٢} \times$ جتا٠

= ١٨٠ فولت

مثال (٤) : تحرك بروتون من السكون من النقطة (أ) عند اللوح الموجب إلى النقطة (ب) عند اللوح السالب في الحيز بين لوحين موصلين متوازيين مشحونين بشحنتين مختلفتين تفصل بينهما مسافة (٤) سم ، إذا كان المجال الكهربائي بين اللوحين (٦٢٥) نيوتن/كولوم احسب :
١) فرق الجهد بين النقطتين . ٢) التغير في طاقة وضع البروتون عند انتقاله بين اللوحين .
٣) سرعة البروتون بعد قطعه الازاحة . (اعتبر شحنة البروتون =١,٦×١٠$^{-١٩}$ كولوم ، كتلة البروتون =١,٦٧ ×١٠$^{-٢٧}$ كغم)

الحل :

١) جـ$_{أب}$ = مـ ف جتاθ = ٦٢٥×٤×١٠$^{-٢}$×جتا٠
= ٢٥ فولت

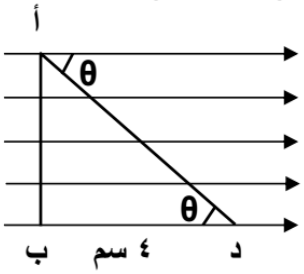
٢) طـ$_{و\,أب}$ = ـــ$_{و}$ × جـ$_{أ}$ = ١,٦×١٠$^{-١٩}$× ـ٢٥
= ـ ٤×١٠$^{-١٨}$ جول

٣) طـ$_{ح}$ = $\frac{١}{٢}$ ك ع^{٢}

٤×١٠$^{-١٨}$ = $\frac{١}{٢}$ ×١,٦٧×١٠$^{-٢٧}$× (ع$_{٢}^{٢}$ - ٠)

ع$_{٢}$ ≈ ٦,٩×١٠^{٤} م/ث

مثال (٥) : في الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم مقداره (١٠٠٠) فولت/م ، والنقاط (أ ، ب ، د) واقعة فيه إذا كان طول ب د = ٤ سم ، احسب :
١) الشغل اللازم لنقل شحنة (٢×١٠$^{-٦}$) كولوم من (أ) إلى (د) .
٢) عند أي نقطتين يكون الجهد متساوي .



الحل :

١) جـ$_{دأ}$ = جـ$_{د\,ب}$ + جـ$_{ب\,أ}$ = مـ ف جتاθ + صفر
= ١٠٠٠×٤×١٠$^{-٢}$×جتا١٨٠= ـ ٤٠ فولت
ش$_{أ\,د}$ = ـــ$_{و}$ × جـ$_{دأ}$ = ٢×١٠$^{-٦}$× ـ٤٠
= ـ ٨×١٠$^{-٥}$ جول

٢) النقطتين أ ، ب

مثال (٦) : تحرك جسيم شحنته (٢×١٠$^{-٤}$) كولوم ، وكتلته (٤×١٠$^{-١٢}$) كغم من السكون ، من اللوح الموجب إلى اللوح السالب في الحيز بين لوحي مواسع ذي لوحين متوازيين ، إذا كانت المسافة بين اللوحين (١×١٠$^{-٢}$) م وسرعة وصول الجسيم إلى اللوح السالب (٤×١٠^{٤}) م/ث ، احسب :
١) فرق الجهد بين طرفي المواسع . ٢) القوة المؤثرة في الجسيم أثناء حركته .

الحل :

١) طـ$_{ح}$ = $\frac{١}{٢}$ ك ع^{٢}

طـ$_{ح}$ = $\frac{١}{٢}$ ×٤×١٠$^{-١٢}$× (١٦×١٠^{٨} - ٠)

طـ$_{ح}$ = ٣٢×١٠$^{-٤}$ جول

طـ$_{و}$ = ـــ$_{و}$ × جـ ⟸ ٣٢×١٠$^{-٤}$ = ٢×١٠$^{-٤}$× جـ

جـ = ١٦ فولت

٢) مـ = $\frac{\text{جـ}}{\text{ف}}$ = $\frac{١٦}{١\times١٠^{-٢}}$ = ١٦×١٠^{٢} فولت/م

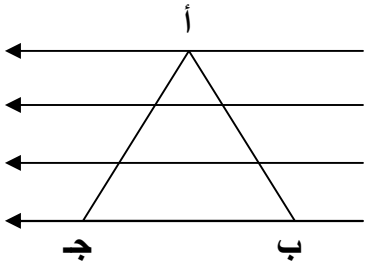
ق = مـ × ـــ$_{و}$ = ١٦×١٠^{٢}× ٢×١٠$^{-٤}$

= ٣٢×١٠$^{-٢}$ نيوتن

مثال (٧) : مجال كهربائي منتظم قدره (١٠) فولت/م ، تحركت خلاله شحنه قدرها (٢×١٠^{-٦}) كولوم في المسار (أ ب جـ أ) الذي يمثل مثلث متساوي الاضلاع طول ضلعه (١٠) سم فإذا كان ب جـ يوازي خطوط المجال ، احسب :

١) الشغل اللازم لنقل الشحنة من (أ) إلى (ب) . ٢) الشغل اللازم لنقل الشحنة من (ب) إلى (جـ) .

٣) الشغل اللازم لنقل الشحنة من (أ) إلى (جـ) .

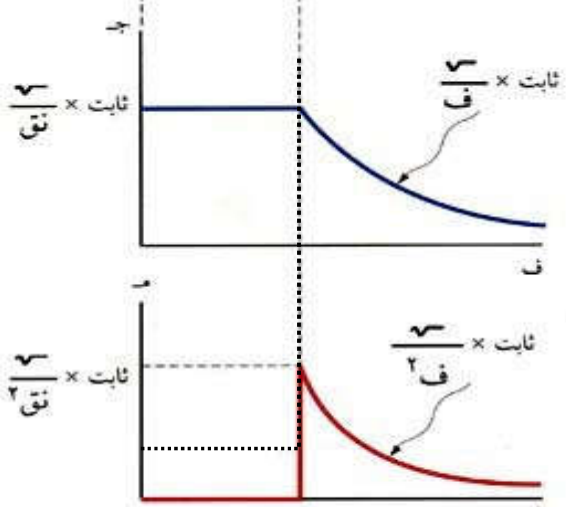


الحل :

الجهد الكهربائي لموصل كروي مشحون

* المجال الكهربائي داخل جميع الموصلات الكروية يساوي صفر .
* الجهد الكلي لأي موصل يتصل بالأرض يساوي صفراً ولا يعني أن الموصل غير مشحون .
* جهد الموصل متساوي من المركز حتى السطح وتساوي الجهد عند السطح .
* الجهد الكهربائي على سطح الموصل المعزول عن تأثير أي مجالات كهربائية يعطى بالعلاقة :

$$جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ـــ_{v}}{نق}$$



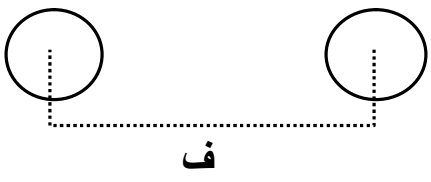
* ولحساب الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة (ف>نق) يعطى بالعلاقة :

$$جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ـــ_{v}}{ف}$$

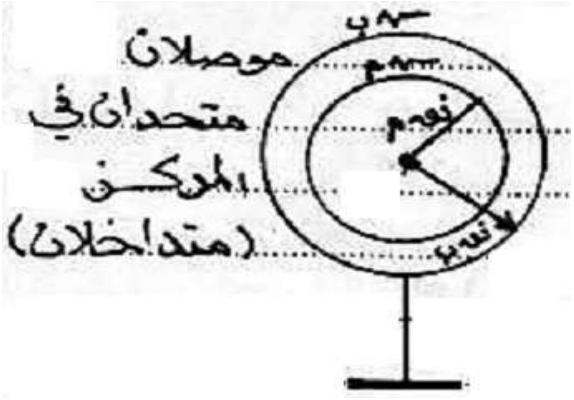
للموصل الكروي جهد ناتج عن شحنته يسمى **الجهد المطلق** كما أن له جهد حثي ناتج عن تأثير الشحنات المحيطة به يسمى **الجهد الحثي** وعليه يعطى الجهد الكلي للموصل بالعلاقة :

$$جـ_{كلي} = جـ_{مطلق} + جـ_{حثي}$$

$$جـ_{كلي} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ـــ_{v}}{نق} + ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ـــ_{v}}{ف}$$



حيث (ف) : المسافة بين مركزي الموصلين



* **ملاحظة :** إذا اتحد الموصلان في المركز نعوض بدل
(ف) = نق الكبير لكليهما في الجهد الحثي .

سؤال : هل من الممكن أن يكون جهد موصل مشحون بشحنة موجبة سالب ؟

جواب : ممكن أن يكون جهده سالب إذا كان الجهد الحثي السالب المؤثر عليه اكبر من جهده المطلق .

سؤال : هل من الممكن أن يكون جهد موصل مشحون بشحنة سالبة موجب ؟
جواب : ممكن أن يكون جهده موجب إذا كان الجهد الحثي الموجب المؤثر عليه اكبر من جهده المطلق .

سؤال : عرف الجهد المطلق . وعلى ماذا يعتمد ؟

جواب : هو الجهد الناشئ عن وجود شحنة على سطح الموصل نفسه . ويعتمد على :
١) حجم الموصل ٢) مقدار الشحنة على السطح ٣) نوع الوسط العازل

سؤال : عرف الجهد الحثي (التأثيري) . وعلى ماذا يعتمد ؟

جواب : هو الجهد الذي يكتسبه الموصل نتيجة وجوده في مجال شحنة خارجية . ويعتمد على :
١) مقدار الشحنة المؤثرة . ٢) بعد الشحنه عن مركز الموصل . ٣) نوع الوسط العازل .

سؤال : متى يكون الجهد الكلي للموصل يساوي صفراً .
جواب : ١) عندما يكون موصولاً بالأرض .

٢) عندما يكون معزول وغير مشحون .

٣) إذا كان مجموع الجهود الحثية مساوي لجهده المطلق ومخالف بالإشارة .

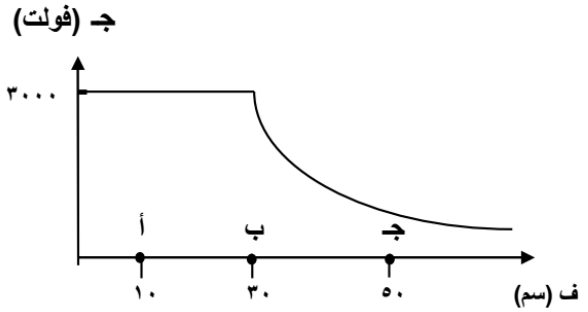
مثال (١) : موصل كروي موضوع في الفراغ مشحون ومعزول نصف قطره (٤) سم ، وشحنته (٣٢×١٠^{-٦}) كولوم احسب الجهد الكهربائي عند سطح الموصل .

الحل :

$$جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ــ_{ش}}{نق}$$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٣٢ \times ١٠^{-٦}}{٤ \times ١٠^{-٢}} = ٧٢ \times ١٠^{٥} \text{ فولت}$$

مثال (٢) : يوضح الشكل البياني العلاقة بين الجهد الكهربائي لموصل كروي مشحون والبعد عن مركزها ، احسب :
١) نصف قطر الموصل ٢) الجهد الكهربائي عند النقطة (أ) . ٣) الجهد الكهربائي عند النقطة (ب) .
٤) الجهد الكهربائي عند النقطة (جـ) . ٥) الشغل اللازم لنقل شحنة (٢) ميكروكولوم من (أ) إلى (جـ) .



الحل :

١) نق = ٣٠ سم

٢) $جـ_{أ}$ = ٣٠٠٠ فولت

٣) $جـ_{ب}$ = ٣٠٠٠ فولت

٤) $\frac{جـ_{جـ}}{جـ_{ب}} = \frac{ف_{ب}}{ف_{جـ}}$

$\frac{جـ_{جـ}}{٣٠٠٠} = \frac{٣٠}{٥٠}$ ⟵ $جـ_{جـ}$ = ١٨٠٠ فولت

٥) $ش_{أجـ} = ــ_{ش} \times جـ_{أجـ} = ٢ \times ١٠^{-٦} \times (١٨٠٠ - ٣٠٠٠) = -٢٤ \times ١٠^{-٤}$ جول

مثال (٣) : كرة موصلة نصف قطرها (٣) سم ، موضوعة في الهواء تحمل شحنة كهربائية سالبة قدرها (-٥×١٠^{-٨}) كولوم . احسب :
١) جهد الكرة . ٢) فرق الجهد بين نقطتين تبعدان عن مركز الكرة (١٠) سم ، (١٥) سم ، على الترتيب .

الحل :

١) $جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ــ_{ش}}{نق}$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times -٥ \times ١٠^{-٦}}{٣ \times ١٠^{-٢}} = -١٥ \times ١٠^{٥} \text{ فولت}$$

٢) $جـ_{١} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ــ_{ش}}{ف_{١}}$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times -٥ \times ١٠^{-٦}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} = -٤٥ \times ١٠^{٤} \text{ فولت}$$

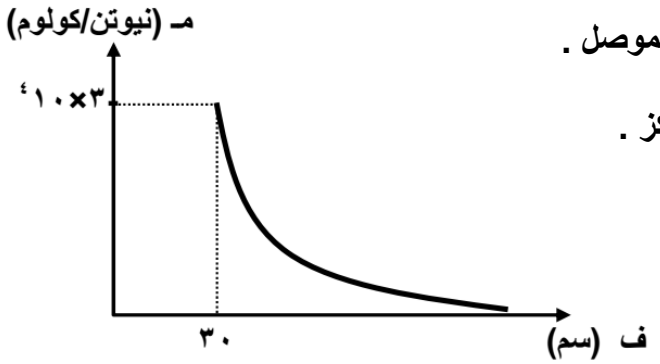
$جـ_{٢} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ــ_{ش}}{ف_{٢}}$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times -٥ \times ١٠^{-٦}}{١٥ \times ١٠^{-٢}} = -٣٠ \times ١٠^{٤} \text{ فولت}$$

$جـ_{١،٢} = جـ_{١} - جـ_{٢} = -٤٥ \times ١٠^{٤} - -٣٠ \times ١٠^{٤}$

$= -١٥ \times ١٠^{٤}$ فولت

مثال (٤) : من الشكل المجاور احسب :



١) شدة المجال داخل الموصل . ٢) نصف قطر الموصل .
٣) شدة المجال على سطح الموصل .
٤) شدة المجال عند نقطة على بعد (٢٠) سم من المركز .
٥) شحنة الموصل .
٦) شدة المجال على بعد (١) م من المركز .

الحل:

١) مـ = صفر

٢) نق = ٣٠ سم

٣) مـسطح = ٣×١٠^٤ نيوتن/كولوم

٤) مـ = صفر

٥) مـسطح = $\frac{\text{ـــ}_{\text{ـ}}^{٢}}{\text{نق}^{٢}}$ ٩×١٠^٩

٣×١٠^٤ = ٩×١٠^٩ × $\frac{\text{ـــ}_{\text{ـ}}}{٩\times١٠^{-٢}}$

ـــ = ٣×١٠^-٧ كولوم

٦) مـ = ٩×١٠^٩ $\frac{\text{ـــ}_{\text{ـ}}}{\text{نق}^{٢}}$ = $\frac{٩\times١٠^{٩}\times٣\times١٠^{-٧}}{١}$

= ٢٧×١٠^٢ نيوتن/كولوم

مثال (٥) : كرتان نصفا قطريهما (١) سم ، (٢) سم على الترتيب ، والمسافة بين مركزيهما (١٨) سم ، شحنة الكرة الأولى (١٠×١٠^-٩) كولوم ، وشحنة الكرة الثانية (-٢×١٠^-٩) كولوم . احسب :
١) جهد نقطة تقع في منتصف المسافة بينهما . ٢) الجهد الكلي للكرة الأولى .
٣) مقدار الشحنة على الكرة الثانية بعد وصلها بالأرض .

الحل :

١) جـ = ٩×١٠^٩ ($\frac{\text{ـــ}_{\text{١}}}{\text{ف}_{\text{١}}}$ + $\frac{\text{ـــ}_{\text{٢}}}{\text{ف}_{\text{٢}}}$)

= ٩×١٠^٩ ($\frac{١٠\times١٠^{-٩} - ٢\times١٠^{-٩}}{٩\times١٠^{-٢}}$) = ٨٠٠ فولت

٢) جـ ١ = جـ مطلق + جـ حثي

= ٩×١٠^٩ ($\frac{\text{ـــ}_{\text{١}}}{\text{نق}_{\text{١}}}$ + $\frac{\text{ـــ}_{\text{٢}}}{\text{ف}}$)

= ٩×١٠^٩ ($\frac{١٠\times١٠^{-٩}}{١\times١٠^{-٢}}$ - $\frac{٢\times١٠^{-٩}}{١٨\times١٠^{-٢}}$) = ٨٩٠٠ فولت

٣) جـ ٢ = جـ مطلق + جـ حثي = صفر

= ٩×١٠^٩ ($\frac{\text{ـــ}_{\text{١}}}{\text{نق}_{\text{٢}}}$ + $\frac{\text{ـــ}_{\text{١}}}{\text{ف}}$) = ٠

= $\frac{\text{ـــ}_{\text{١}}}{٢\times١٠^{-٢}}$ + $\frac{١٠\times١٠^{-٩}}{١٨\times١٠^{-٢}}$ = ٠

ـــ = $\frac{-١٠}{٩}$ ×١٠^-٩ كولوم

مثال (٦) : (س) موصل كروي معزول وقطره (٤) سم ، وجهده المطلق (٩٠) فولت ، (ص) موصل كروي آخر معزول وقطره (٦) سم ، وجهده المطلق (-١٨٠) فولت ، إذا وضع هذا الموصلان في الهواء بحيث كان البعد بين مركزيهما (٢٧) سم ، فاحسب ما يلي :

١) شحنة كل من الموصلين .

٢) الجهد الكلي للموصل (س) .

الحل :

١) $جـ_{س} = \frac{ق_{س}}{ن_{س}} \times ٩ \times ١٠^{٩}$

$٩٠ = \frac{ق_{س}}{٢ \times ١٠^{-٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩}$ ← $ق_{س} = ٢ \times ١٠^{-١٠}$ كولوم

$جـ_{ص} = \frac{ق_{ص}}{ن_{ص}} \times ٩ \times ١٠^{٩}$

$-١٨٠ = \frac{ق_{ص}}{٣ \times ١٠^{-٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩}$ ← $ق_{ص} = -٦ \times ١٠^{-١٠}$ كولوم

٢) $جـ_{س} = جـ_{مطلق} + جـ_{حثي}$

$= ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{ق_{س}}{ن_{س}} + \frac{ق_{ص}}{ف} \right)$

$= ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{٢ \times ١٠^{-١٠}}{٢ \times ١٠^{-٢}} - \frac{٦ \times ١٠^{-١٠}}{٢٧ \times ١٠^{-٢}} \right)$

$= ٧٠$ فولت

مثال (٧) : كرتان نصف قطر الأولى (٥) سم ، وتحمل شحنة (-٤) ميكروكولوم ، ونصف قطر الثانية (١٠) سم ، وتحمل شحنة قدرها (٢٠) ميكروكولوم ، وصلت الكرتان بسلك رفيع طويل جداً احسب :

١) الشحنة على كل كرة .

٢) جهد كل كرة (الجهد المشترك) .

الحل :

١) $(ق_{١} + ق_{٢})_{قبل} = (ق_{١} + ق_{٢})_{بعد}$

$-٤ \times ١٠^{-٦} + ٢٠ \times ١٠^{-٦} = (ق_{١} + ق_{٢})_{بعد}$

$ق_{٢} = ١٦ \times ١٠^{-٦} - ق_{١}$

$جـ_{١} = جـ_{٢}$

$٩ \times ١٠^{٩} \frac{ق_{١}}{٥ \times ١٠^{-٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ق_{٢}}{١٠ \times ١٠^{-٢}}$

$\frac{ق_{١}}{٥} = \frac{(١٦ \times ١٠^{-٦} - ق_{١})}{١٠}$

$٢ ق_{١} = ١٦ \times ١٠^{-٦} - ق_{١}$

$ق_{١} = \frac{١٦}{٣} \times ١٠^{-٦}$ كولوم

$ق_{٢} = \frac{٣٢}{٣} \times ١٠^{-٦}$ كولوم

٢) $جـ_{١} = \frac{ق_{١}}{ن_{١}} \times ٩ \times ١٠^{٩}$

$= \frac{\frac{١٦ \times ١٠^{-٦}}{٣} \times ٩ \times ١٠^{٩}}{٥ \times ١٠^{-٢}}$

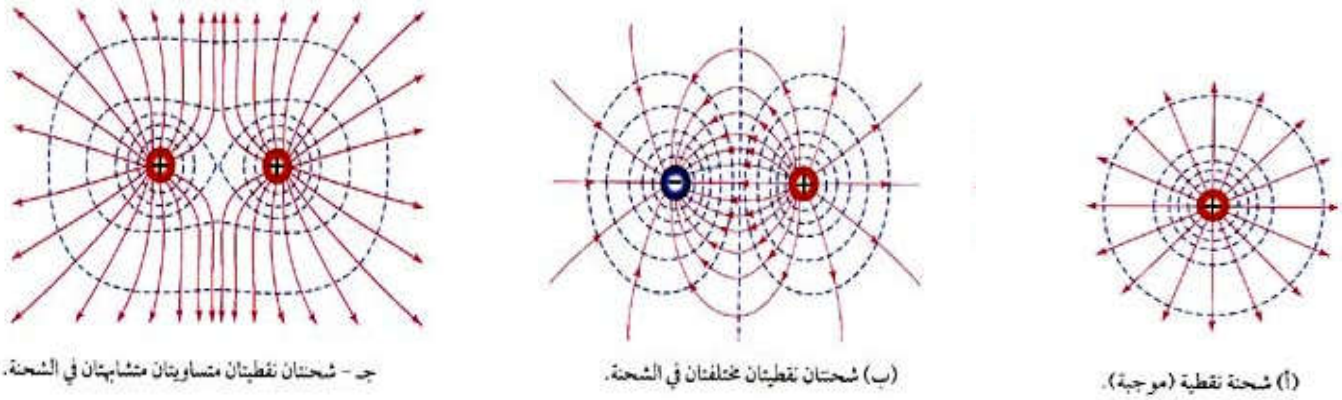
$= \frac{٤٨}{٥} \times ١٠^{٥}$ كولوم

$جـ_{١} = جـ_{٢} = \frac{٤٨}{٥} \times ١٠^{٥}$ كولوم

السطوح متساوية الجهد

تعرف سطوح تساوي الجهد بأنها " المحل الهندسي للنقاط المتساوية في الجهد " ، ويمكن أن يكون وهمي أو حقيقي .

بعض السطوح متساوية الجهد



(أ) شحنة نقطية (موجبة).

(ب) شحنتان نقطيتان مختلفتان في الشحنة.

جـ - شحنتان نقطيتان متساويتان متشابهتان في الشحنة.

خصائص السطوح المتساوية فى الجهد

١) السطوح متساوية الجهد لا تتقاطع ، فلا يمكن لنقطة التقاطع أن يكون لها أكثر من مقدار للجهد .

٢) السطوح متساوية الجهد متعامدة مع خطوط المجال الكهربائي (لأنه لا يوجد مركبة للمجال الكهربائي موازية للسطح وبالتالي لا يلزم بذل شغل لنقل شحنة على السطح متساوي الجهد) .

٣) فرق الجهد بين بين نقطتين على سطح تساوي جهد يساوي صفراً ، وكذلك الشغل اللازم لنقل أي شحنة على سطح متساوي الجهد يساوي صفر .

٤) يتساوى فرق الجهد بين كل سطحين متتاليين من سطوح تساوي الجهد .

سؤال (علل) : يعتبر سطح الموصل الكروي سطح تساوي جهد .
جواب : لأن جهود جميع النقاط الواقعة على السطح متساوية .

سؤال (علل) : تقارب سطوح تساوي الجهد عند رأس الموصل المخروطي وتباعدها عند قاعدته .
جواب : وذلك لأن الكثافة السطحية للشحنة (σ) تزداد عند الرأس وتقل عند القاعدة وبالتالي يكون المجال الكهربائي أكبر عند الرأس وتتقارب سطوح تساوي الجهد عنده .

$$\sigma = \frac{\nu}{أ}$$

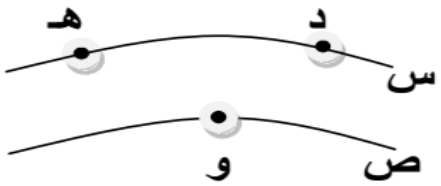
حيث : أ المساحة

مثال : (س ، ص) سطحان من سطوح تساوي الجهد (د ، هـ ، و) نقاط موجودة على السطحين فإذا كان جـ = ٢٥ فولت ، جـ = ٣٥ فولت ، فاحسب :

١) فرق الجهد بين النقطتين و ، هـ . ٢) الشغل المبذول لنقل شحنة (٥) ميكروكولوم من (هـ) إلى (و) .

٣) الشغل المبذول لنقل شحنة (-٢) ميكروكولوم من (هـ) إلى (د) .

الحل :



١) $جـ_{وهـ} = جـ_{و} - جـ_{هـ} = ٣٥ - ٢٥ = ١٠$ فولت

٢) $ش_{هـو} = ــ_{و} \times جـ_{وهـ} = ٥ \times ١٠^{-٦} \times ١٠ = ٥ \times ١٠^{-٥}$ جول

٣) $ش_{هـد} = ــ_{د} \times جـ_{دهـ} = -٢ \times ١٠^{-٦} \times ٠ = ٠$

المواسعة الكهربائية

المواسع الكهربائي : هو جهاز يستخدم لتخزين الشحنات الكهربائية ، والطاقة الكهربائية ، لاستخدامها حين الحاجة إليهما .
يتكون المواسع من موصلين بينهما مادة عازلة .
وتستخدم المواسعات في كثير من التطبيقات العملية ، فهي تستخدم في تركيب معظم الدارات الكهربائية والإلكترونية ، وفي دارات الإرسال والاستقبال في الإذاعة والتلفاز .

تعرف المواسعة (السعة) بأنها " النسبة بين مقدار الشحنة على أحد الموصلين وفرق الجهد بينهما " .

$$\text{السعة} = \frac{\text{الشحنة}}{\text{فرق الجهد}}$$

$$س = \frac{ش}{جـ}$$

تقاس السعة بوحدة كولوم/فولت وتسمى فاراد .

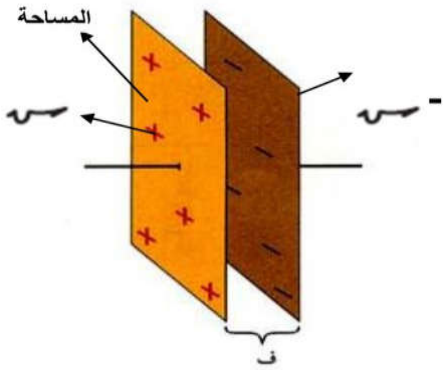
يعرف الفاراد بأنه " مواسعة موصل يحتاج شحنة قدرها (١) كولوم لرفع جهده بمقداره (١) فولت "

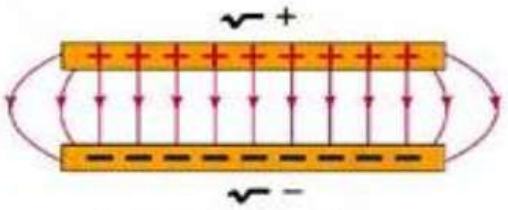
*** يتكون المواسع من موصلين تفصل بينهما مادة عازلة (الهواء ، البلاستيك ، الورق ، ....) .**

***) تصنف المواسعات من حيث القيمة إلى :**
١) مواسعات ثابتة القيمة ويرمز لها بالرمز (⊣⊢) .
٢) مواسعات متغيرة القيمة ويرمز لها بالرمز (⊣↗⊢) .

المواسع الكهربائي ذي اللوحين المتوازيين

يتألف المواسع الكهربائي ذو اللوحين المتوازيين من لوحين متوازيين ، مساحة كل منهما(أ) . أحدهما مشحون بشحنة (+) ، والآخر مشحون بشحنة (-) ، وتفصل بينهما مادة عازلة ويكون المجال الكهربائي بينهما منتظم . وتعتبر المسافة بين لوحي المواسع صغيرة جداً مقارنة بأبعاد اللوحين .





رسم تخطيطي لخطوط المجال الكهربائي بين لوحي مواسع ذي لوحين متوازيين .

* لو فرضنا وجود صفيحة (أ) تحمل شحنة موجبة فإن جهدها المطلق موجب وعند تقريب صفيحة أخرى (ب) تحمل شحنة سالبة منها فإن الصفيحة (ب) سوف تؤثر في الصفيحة (أ) بجهد حثي سالب فيصبح الجهد الكلي للصفيحة (أ) مساوياً للمجموع الجبري لجهدها المطلق الموجب والحثي السالب ولهذا فإن الجهد الكلي للصفيحة (أ) ينخفض وتزداد قدرتها على حمل الشحنات الكهربائية .

ولحساب مواسعة المواسع ذي اللوحين المتوازيين نستخدم العلاقة :

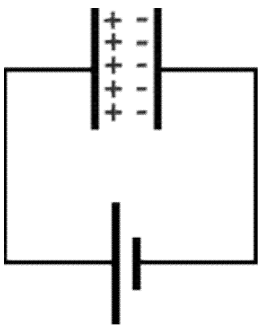
$$س = \frac{ع_. \times أ}{ف}$$

العوامل التي تعتمد عليها سعة المواسع ذي اللوحين المتوازيين :

١) مساحة اللوحين . طردية
٢) المسافة بين اللوحين . عكسية
٣) سماحية الوسط الكهربائي . طردية

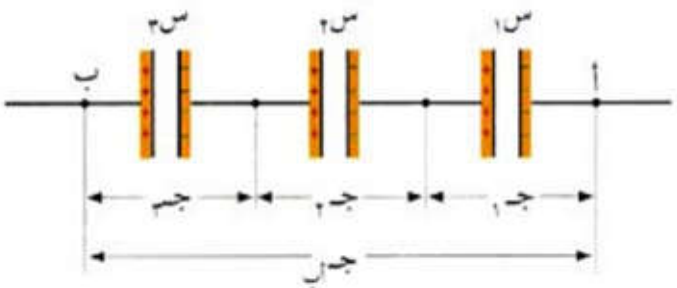
سؤال : كيف يتم شحن المواسع ذو اللوحين المتوازيين ؟

جواب : يتم بتوصيل هذين اللوحين ببطارية ويشحن أحد اللوحين بشحنة موجبة لاتصالة بقطب البطارية الموجب وفى نفس الوقت يشحن اللوح الأخر بشحنة سالبة نظراً لاتصالة بقطب البطارية السالب وينتج عن ذلك وجود فرق جهد بين اللوحين اقل من فرق الجهد بين قطبى البطارية فإن البطارية تستمر فى شحن اللوحين إلى أن يتساوى فرق الجهد بين اللوحين وبين قطبى البطارية .



توصيل المواسعات الكهربائية

١) التوصيل على التوالى : تتساوى الشحنة على كل مواسع ولكن فرق الجهد يتوزع بحيث :



$$جـ_{كلي} = جـ_1 + جـ_2 + جـ_3$$

$$\frac{ق}{س} = \frac{ق}{س_1} + \frac{ق}{س_2} + \frac{ق}{س_3}$$

$$\frac{1}{س_م} = \frac{1}{س_1} + \frac{1}{س_2} + \frac{1}{س_3}$$

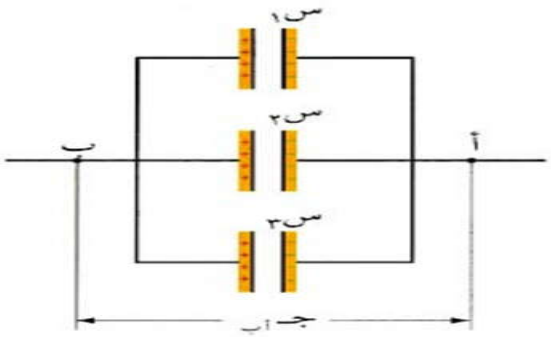
حيث $س_م$ السعة المكافئة

لاحظ أن السعة تقل عند التوصيل على التوالي .

يجوز استخدام العلاقة :

$$س_م = \frac{س_1 \times س_2}{س_1 + س_2}$$

٢) التوصيل على التوازي : يتساوى فرق الجهد بين طرفي كل مواسع ولكن الشحنة تتوزع بحيث :



$$ق_{كلية} = ق_1 + ق_2 + ق_3$$

$$س \cancel{جـ} = س_1 \cancel{جـ_1} + س_2 \cancel{جـ_2} + س_3 \cancel{جـ_3}$$

$$س_م = س_1 + س_2 + س_3$$

لاحظ أن السعة تزداد عند التوصيل على التوازي .

ملاحظة : عند تماثل مواسعات عددها (ن) في المقدار فإن :

١) $\frac{1}{(س_م)_{توالي}} = ن \times \frac{1}{س_{احداها}}$ ٢) $(س_م)_{توازي} = ن \times س_{احداها}$

الطاقة المختزنة في مواسع مشحون

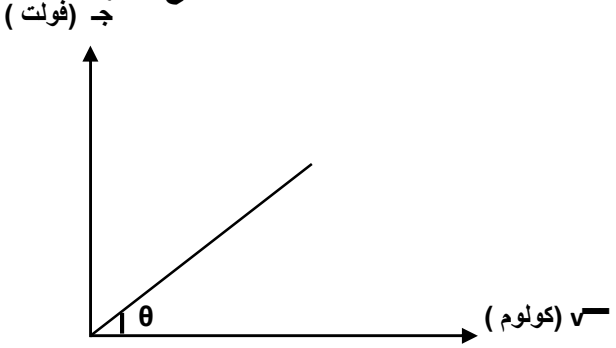
$$ط = \frac{١}{٢} ـــ_{ف} \times جـ \quad \text{----------} \quad (١)$$

$$ط = \frac{١}{٢} س \times جـ^{٢} \quad \text{----------} \quad (٢)$$

$$ط = \frac{١}{٢} \times \frac{ـــ_{ف}^{٢}}{س} \quad \text{----------} \quad (٣)$$

وتخزن الطاقة في المواسع على شكل طاقة وضع كهربائية (كامنة) .

يخزن المواسع الطاقة الكهربائية في المجال المنتظم بين لوحيه وبملاحظة العلاقة البيانية بين شحنة المواسع وجهده نلاحظ أن :



١) المساحة تحت المنحنى تساوي الطاقة المختزنة في المواسع .

٢) ميل الخط المستقيم يساوي مقلوب المواسعة . أي :

$$\text{ظا}\theta = \frac{جـ}{ـــ_{ف}} = \frac{١}{س}$$

ملاحظة مهمة : **في دارة مواسع كهربائي تحتوي على مفتاح :**

١) نطبق مبدأ حفظ الشحنة .

٢) نستبدل مكان الشحنة بعد الإغلاق بالقانون العام (ـــ_ف = س_م جـ) .

٣) نخرج جهد مشترك - حيث -
إذا شحن مواسع مواسع آخر أو أكثر فإنه يتصل معهم اجباري على التوازي (ألواح متشابهة) وهم يتصلون مع بعضهم إما على التوالي أو على التوازي حسب السؤال ونجد المواسعة المكافئة لهم حسب نوع التوصيل .

مثال (١) : مواسع كهربائي ذو لوحين متوازيين ، مساحة كل منهما (١٠٠) سم^{٢} ، والمسافة بينهما (١) مم .
وصل لوحاه بفرق جهد مقداره (١٢٠) فولت ، أحسب :
١) مواسعة المواسع . ٢) الشحنة التي يختزنها . ٣) المجال الكهربائي في الحيز بين اللوحين .

الحل :

١) س = $\frac{\varepsilon . أ}{ف}$ = $\frac{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ١٠٠ \times ١٠^{-٤}}{١ \times ١٠^{-٣}}$ = ٨,٨٥ × ١٠$^{-١١}$ فاراد .

٢) ـــ$_{ر}$ = س × جـ = ٨,٨٥ × ١٠$^{-١١}$ × ١٢٠ = ١,٠٦ × ١٠$^{-٨}$ كولوم .

٣) مـ = $\frac{جـ}{ف}$ = $\frac{١٢٠}{١ \times ١٠^{-٣}}$ = ١٢ × ١٠^{٤} فولت / م .

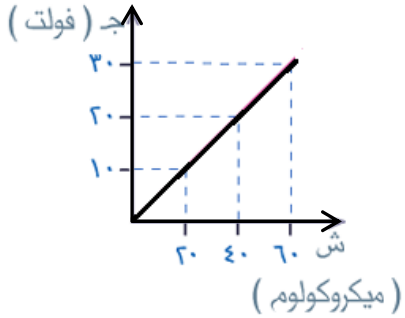
مثال (٢) : موصل كروي شحنته (٢٠) ميكروكولوم ، وجهده (٢) فولت ، احسب :
١) مواسعته . ٢) نصف قطره .

الحل :

١) س = $\frac{ـــ_{ر}}{جـ}$ = $\frac{٢٠ \times ١٠^{-٦}}{٢}$ = ١ × ١٠$^{-٥}$ فاراد

٢) س = $\frac{نق}{٩ \times ١٠^{٩}}$ ⟸ ١ × ١٠$^{-٥}$ = $\frac{نق}{٩ \times ١٠^{٩}}$ ⟸ نق = ٩ × ١٠^{٤} م .

مثال (٣) : المنحنى في الشكل المجاور ، يمثل العلاقة بين شحنة مواسع وفرق الجهد بين لوحيه معتمداً على بيانات الشكل ، احسب :
١) الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع .
٢) مواسعة المواسع .

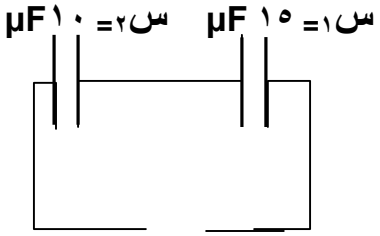


الحل :

١) ط = $\frac{١}{٢}$ ـــ$_{ر}$ جـ = $\frac{١}{٢}$ × ٦٠ × ١٠$^{-٦}$ × ٣٠ = ٩ × ١٠$^{-٤}$ جول

٢) س = $\frac{ـــ_{ر}}{جـ}$ = $\frac{٦٠ \times ١٠^{-٦}}{٣٠}$ = ٢ × ١٠$^{-٦}$ فاراد

مثال (٤) : اعتماداً على البيانات المثبتة على الشكل المجاور احسب فرق الجهد الكهربائي لمصدرالشحن إذا كانت شحنة المواسع الأول (٣٠٠) ميكروكولوم .



الحل :

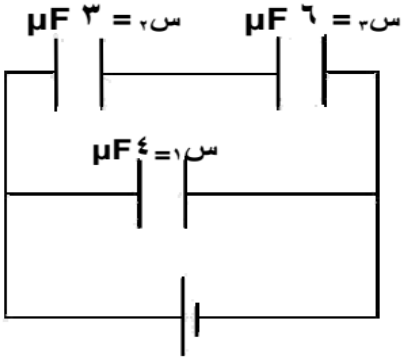
س$_{م}$ = $\frac{١٥ \times ١٠}{١٠ + ١٥}$ = ٦ µF

جـ$_{مصدر}$ = $\frac{ـــ_{ر}}{س}$ = $\frac{٣٠٠ \times ١٠^{-٦}}{٦ \times ١٠^{-٦}}$ = ٥٠ فولت

مثال (٥) : استعن بالبيانات المثبتة على الشكل واحسب ما يلي :

١) المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات .

٢) شحنة كل مواسع .



الحل :

١) س٢ و س٣ على التوالي

$$س_{٤} = \frac{٦ \times ٣}{٦+٣} = \frac{١٨}{٩} = ٢ \text{ ميكروفاراد}$$

س٤ و س١ على التوازي

$$س_{م} = ٢+٤ = ٦ \text{ ميكروفاراد}$$

٢) $ـ_{٧_{١}} = س_{١} \times جـ_{١} = ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٢٤ = ٩٦ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

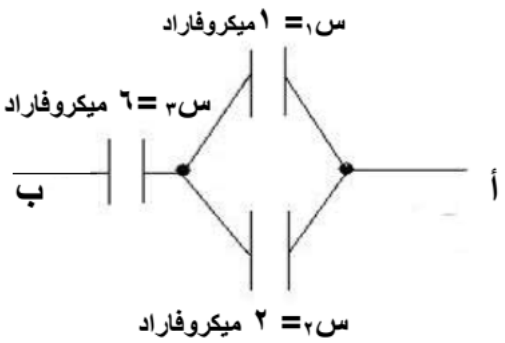
$ـ_{٧_{٤}} = س_{٤} \times جـ_{٤} = ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٢٤ = ٤٨ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

$ـ_{٧_{٤}} = ـ_{٧_{٢}} = ـ_{٧_{٣}} = ٤٨ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

مثال (٦) : إذا كان فرق الجهد بين النقطتين (أ ، ب) يساوي (٦٠) فولت احسب ما يلي :

١) المواسعة المكافئة .

٢) جهد كل مواسع وشحنته .



الحل :

١) س١ و س٢ على التوازي

$$س_{٤} = ١+٢ = ٣ \text{ ميكروفاراد}$$

س٤ و س٣ على التوالي

$$س_{م} = \frac{٣ \times ٦}{٣+٦} = ٢ \text{ ميكروفاراد}$$

٢) $ـ_{\text{كلية}} = س_{م} \times جـ_{\text{كلي}} = ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٦٠ = ١٢٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

$ـ_{\text{كلية}} = ـ_{٧_{٣}} = ـ_{٧_{٤}} = ١٢٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

$$جـ_{٣} = \frac{ـ_{٧}}{س_{٣}} = \frac{١٢٠ \times ١٠^{-٦}}{٦ \times ١٠^{-٦}} = ٢٠ \text{ فولت}$$

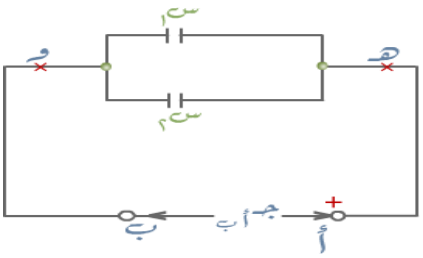
$$جـ_{١} = جـ_{٢} = \frac{ـ_{٧_{٤}}}{س_{٤}} = \frac{١٢ \times ١٠^{-٥}}{٣ \times ١٠^{-٦}} = ٤٠ \text{ فولت}$$

$ـ_{٧_{١}} = س_{١} \times جـ_{١} = ١ \times ١٠^{-٦} \times ٤٠$
$= ٤٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

$ـ_{٧_{٢}} = س_{٢} \times جـ_{٢} = ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٤٠$
$= ٨٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

مثال (٧) : مواسعان (س١ ، س٢) ، سعة الأول (٢) ميكروفاراد وسعة الثاني (٥) ميكروفاراد تم وصلهما بمصدر كهربائي كما في الشكل فرق الجهد بين طرفيه (جـ أ ب) = ١٨ فولت ، احسب :

١) السعة المكافئة للمواسعين .
٢) شحنة كل مواسع .
٣) شحنة المواسع المكافئ .
٤) طاقة المواسع س١ .



الحل :

١) س١ و س٢ على التوازي

س م = ٢+٥ = ٧ ميكروفاراد

٢) ـــ١ = س١×جـ١ = ٢×١٠^-٦×١٨
= ٣٦×١٠^-٦ كولوم

ـــ٢ = س٢×جـ٢ = ٥×١٠^-٦×١٨
= ٩٠×١٠^-٦ كولوم

٣) ـــكلية = س م×جـكلي
= ٧×١٠^-٦×١٨
= ١٢٦×١٠^-٦ كولوم

لاحظ أن ـــكلية = ـــ١ + ـــ٢
= ٣٦×١٠^-٦ + ٩٠×١٠^-٦
= ١٢٦×١٠^-٦ كولوم

٤) ط = ١/٢ ـــ جـ = ١/٢ ×٣٦×١٠^-٦×١٨
= ٣٢٤×١٠^-٦ جول

مثال (٨) : وصلت ست مواسعات متساوية على التوازي فكانت السعة المكافئة لها (٩) ميكروفاراد ، احسب مواسعتها المكافئة إذا وصلت على التوالي .

الحل :

س توازي = ن × س

٩ = ٦ × س

س = ٩/٦ = ١,٥ ميكروفاراد

١/س م = ن×١/س = ٦ × ١/١,٥ = ٤

س م = ١/٤ ميكروفاراد

مثال (٩) : مواسع كهربائي ذو لوحين متوازيين مواسعته (٣×١٠^-١١) فاراد ، وصل لوحاه بفرق جهد (٢٠) فولت إذا علمت أن المسافة بين لوحيه (١٧,٧×١٠^-٣) م ، والوسط الفاصل بينهما هواء ، إحسب :

١) الشحنة على كل من لوحيه .
٢) مساحة أي من لوحيه .

الحل :

١) ـــ = س × جـ = ٣×١٠^-١١×٢٠

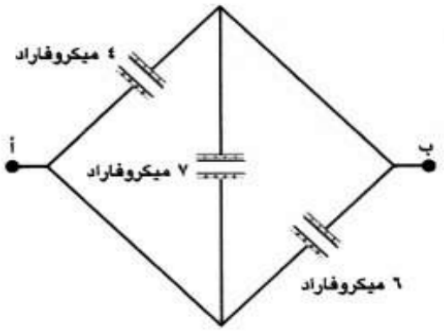
= ٦×١٠^-١٠ كولوم

٢) س = ٤.ε.أ / ف

٣×١٠^-١١ = ٨,٨٥×١٠^-١٢ × أ / ١٧,٧×١٠^-٣

أ = ٦×١٠^-٢ م٢

مثال (١٠) : وصلت مجموعة من المواسعات كما في الشكل فإذا علمت أن (جـ$_{أب}$ = ٤٨ فولت) جد :
١) المواسعة المكافئة . ٢) شحنة كل مواسع .
٣) الطاقة المختزنة في المواسع (٤ ميكروفاراد) .



الحل :

١) المواسعات الثلاث على التوازي

س$_م$ = ٤+٧+٦= ١٧ ميكروفاراد

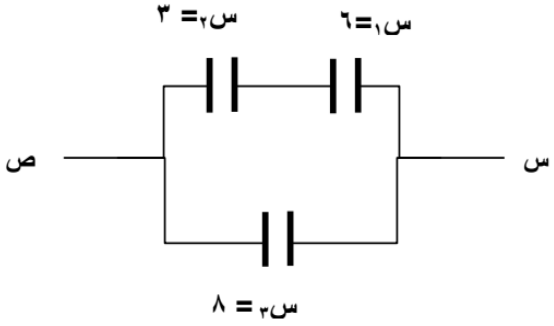
٢) ـــ$_{١٧}$ = س$_١$×جـ$_١$ = ٤×١٠$^{-٦}$×٤٨
= ١٩٢×١٠$^{-٦}$ كولوم

ـــ$_{٢٧}$ = س$_٢$×جـ$_٢$ = ٧×١٠$^{-٦}$×٤٨
= ٣٣٦×١٠$^{-٦}$ كولوم

ـــ$_{٣٧}$ = س$_٣$×جـ$_٣$ = ٦×١٠$^{-٦}$×٤٨
= ٢٨٨×١٠$^{-٦}$ كولوم

٣) ط = $\frac{١}{٢}$ ـــ$_{٧}$ جـ = $\frac{١}{٢}$ ×١٩٢×١٠$^{-٦}$×٤٨
= ٤٦٠٨× ١٠$^{-٦}$ جول

مثال (١١) : ثلاث مواسعات متصلة كما في الشكل ، إذا كانت شحنة المواسع الأول (١٢×١٠$^{-٦}$) كولوم ، والسعة مقدرة بالميكروفاراد جد :
١) المواسعة المكافئة . ٢) فرق الجهد لكل مواسع .
٣) طاقة المواسع (س$_٣$) . ٤) فرق الجهد (س ، ص) .



الحل :

١) س$_١$ و س$_٢$ على التوالي

س$_٤$ = $\frac{٣×٦}{٣+٦}$ = ٢ ميكروفاراد

س$_٤$ و س$_٣$ على التوازي

س$_م$ = ٢+٨ = ١٠ ميكروفاراد

٢) جـ $_١$ = $\frac{ـــ_{١٧}}{س_١}$ = $\frac{١٢×١٠^{-٦}}{٦×١٠^{-٦}}$ = ٢ فولت

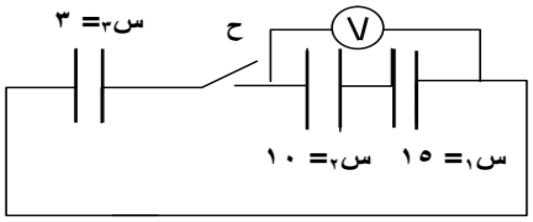
جـ $_٢$ = $\frac{ـــ_{٢٧}}{س_٢}$ = $\frac{١٢×١٠^{-٦}}{٣×١٠^{-٦}}$ = ٤ فولت

جـ $_٣$ = جـ $_١$ + جـ $_٢$ = ٢+٤ = ٦ فولت

٣) ط $_٣$ = $\frac{١}{٢}$ س$_٣$ جـ$_٣^٢$ = $\frac{١}{٢}$ ×٨×١٠$^{-٦}$×٣٦
= ١٤٤×١٠$^{-٦}$ جول

٤) جـ $_{س ص}$ = ٦ فولت

مثال (١٢) : يوضح الشكل ثلاثة مواسعات موصولة س١ ، س٢ مشحونة ، س٣ غير مشحونة ، إذا كانت قراءة الفولتميتر والمفتاح مفتوح (٣٠) فولت ، والسعة بالنانوفاراد ، احسب قراءة الفولتميتر والمفتاح مغلق .



الحل :

$س_{توالي} = \frac{١٥ \times ١٠}{١٥ + ١٠} = ٦$ نانوفاراد

$—_{قبل} = س \times جـ = ٦ \times ١٠^{-٦} \times ٣٠$

$= ١٨٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

$\sum —_{قبل} = \sum —_{بعد}$

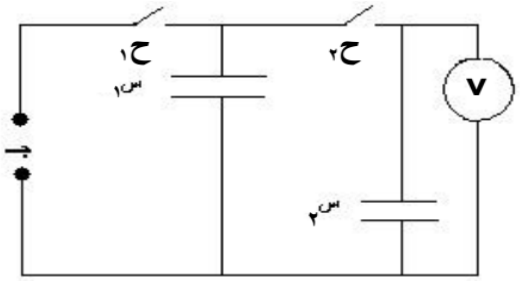
$١٨٠ \times ١٠^{-٦} = س_م \times جـ_{مشترك}$

$١٨٠ \times ١٠^{-٦} = (٦ \times ١٠^{-٦} + ٣ \times ١٠^{-٦}) \times جـ_{مشترك}$

$جـ_{مشترك} = ٢٠$ فولت . (وهي قراءة الفولتميتر)

مثال (١٣) : في الدارة الكهربائية الممثلة بالشكل المجاور ، إذا أغلق المفتاح (ح١) لفترة كافية لشحن المواسع س١ ثم فتح ، ومباشرة أغلق المفتاح ح٢ ، معتمداً على البيانات التالية جـ = ٢٥ فولت ، س١ = ٤٠ ميكروفاراد س٢ = ٦٠ ميكروفاراد ، احسب :

١) قراءة الفولتميتر (V) . ٢) الطاقة المختزنة في المواسع س٢ .



الحل :

١) $—_١ = س_١ \times جـ_١ = ٤٠ \times ١٠^{-٦} \times ٢٥$

$= ١٠٠٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

$\sum —_{قبل} = \sum —_{بعد}$

$١٠٠٠ \times ١٠^{-٦} = س_م \times جـ_{مشترك}$

$١٠٠٠ \times ١٠^{-٦} = (٤٠ \times ١٠^{-٦} + ٦٠ \times ١٠^{-٦}) \times جـ_{مشترك}$

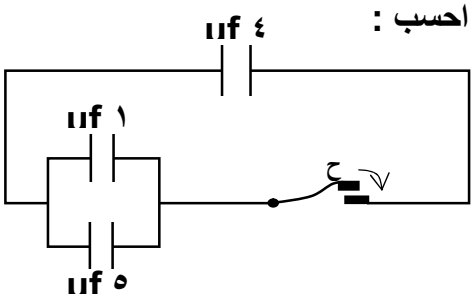
$جـ_{مشترك} = ١٠$ فولت .

$جـ_{مشترك} = جـ_١ = جـ_٢ = ١٠$ فولت . (وهي قراءة الفولتميتر)

٢) $ط_٢ = \frac{١}{٢} س_٢ جـ_٢^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٦٠ \times ١٠^{-٦} \times ١٠٠$

$= ٣ \times ١٠^{-٣}$ جول

مثال (١٤) : في الشكل المجاور ، جهد المواسع (س١ = ٤ µf) يساوي (٢٠) فولت عندما كان المفتاح (ح) مفتوحاً والمواسعان (س٢ = ١ µf ، س٣ = ٥ µf) غير مشحونين ، احسب :



١) جهد المواسع (٤ µf) عند إغلاق المفتاح .
٢) الشحنة على المواسعين (١ µf و ٥ µf) بعد إغلاق المفتاح .

الحل :

١) ـــ١ = س١ × جـ١ = ٤×١٠^-٦ × ٢٠
= ٨٠×١٠^-٦ كولوم

∑ـــقبل = ∑ـــبعد

٨٠×١٠^-٦ = سم × جـمشترك

٨٠×١٠^-٦ = (٤+ ١+ ٥) ×١٠^-٦ × جـمشترك

جـمشترك = ٨ فولت .

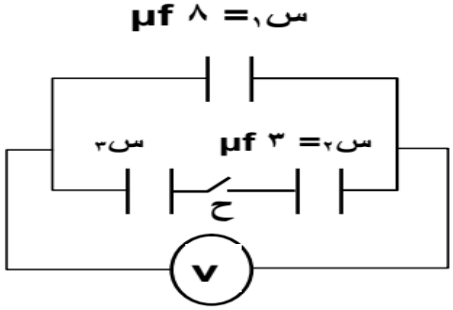
جـمشترك = جـ١ = جـ٢ = جـ ٣ = ٨ فولت .

٢) ـــ٢ = س٢ × جـمشترك = ١×١٠^-٦ ×٨
= ٨×١٠^-٦ كولوم

ـــ٣ = س٣ × جـمشترك = ٥×١٠^-٦ ×٨
= ٤٠×١٠^-٦ كولوم

مثال (١٥) : في الشكل مواسعان (س٢ ، س٣) غير مشحونان ، فإذا كانت قراءة الفولتميتر والمفتاح (ح) مفتوح تساوي (١٥) فولت ، وأصبحت بعد اغلاق المفتاح (١٢) فولت ، احسب مواسعة المواسع (س٣) .

الحل :

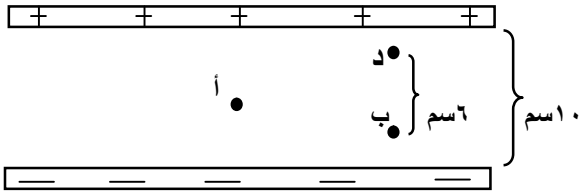


اسئلة منوعة على الفصل

س١ : مواسع ذو لوحين متوازيين المجال الكهربائي بين لوحيه (٨٠) فولت/م . كما في الشكل ، عينت النقاط (أ، ب) داخل المجال والنقطة (د) على اللوح الموجب . احسب :

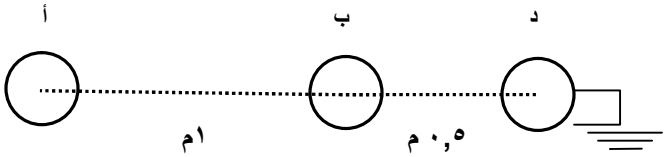
١) سرعة شحنة مقدارها (٤) نانوكولوم وكتلتها (٠,٥) ملي غرام عند النقطة ب ، إذا تحركت من السكون من النقطة د .

٢) فرق الجهد بين لوحي المواسع .



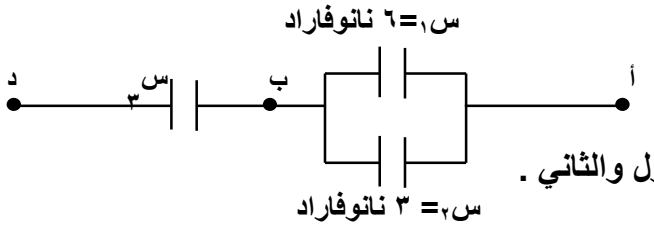
س ٢ : ثلاث كرات موصلة (أ، ب، د)، نصف قطر كل منها (١) سم ، شحنة (أ) ، (ب) تساوي (-٢ ، ٣) ميكروكولوم على الترتيب ، في حين تتصل الكرة (د) بالأرض ، كما في الشكل إذا علمت أن أب = ١م ، ب د = ٠,٥م احسب :

١) شحنة الكرة (د) .
٢) جهد الكرة (أ) .



س٣ : إذا كان فرق الجهد بين النقطتين (أ ، د) يساوي (٦٠) فولت وشحنة المواسع الأول (٢٤٠) نانوكولوم احسب :

١) شحنة المواسع الثاني .
٢) مواسعة المواسع الثالث .
٣) الطاقة المختزنة في كلا المواسعين الأول والثاني .



س٤ : وصل مواسع مواسعته (٤) ميكروفاراد وجهده (٦٠) فولت مع مواسع أخر غير مشحون مواسعته (٦) ميكروفاراد احسب شحنة المواسع الثاني بعد التوصيل .

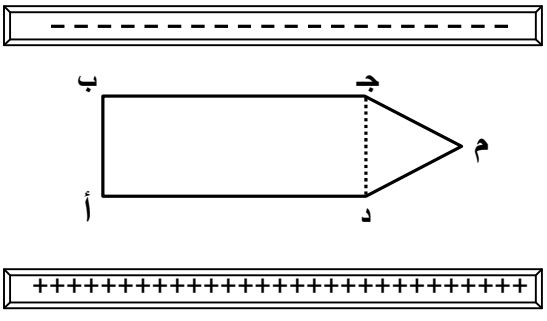
س٥ : كرة موصلة مشحونة ، مواسعتها (س) وجهدها (جـ) لامست وعاء غير مشحون مواسعته (٢س) وضح ماذا يحدث لجهد الكرة .

١) إذا كان التلامس من الخارج . ٢) إذا كان التلامس من الداخل بحيث غمرت الكرة كلياً داخل الوعاء .

س٦ : يؤثر مجال كهربائي منتظم شدته (٥٠٠) فولت/م على جسم على شكل مستطيل طولة (٢) م وعرضه (١) م وفي نهايته مثلث متساوي الاضلاع كما في الشكل مستعيناً بالبيانات اوجد :

١) جـأب ٢) جـب جـ ٣) جـأجـ

٤) جـجـ م

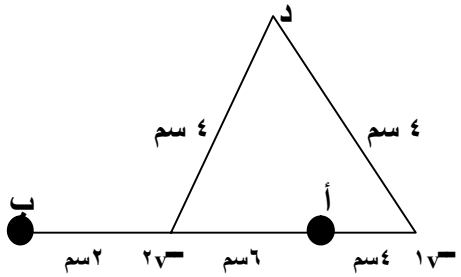


س٧ : شحنتان نقطيتان الأولى (١٢) μc ، والثانية (-٨) μc موضوعتان في الهواء وتبعدان عن بعضهما مسافة (١٠) سم ، احسب :

١) مقدار الجهد الكهربائي عند النقاط أ و ب المبينة في الشكل .

٢) الجهد عند النقطة (د) .

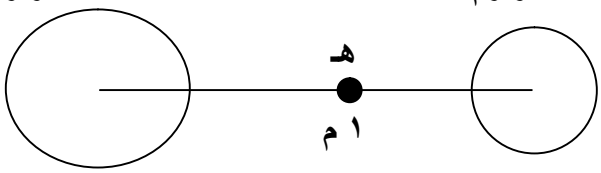
٣) الشغل اللازم لنقل شحنة (٣) ميكروكولوم من النقطة (د) إلى النقطة (أ) .



س٨ : من الشكل احسب :

١) جهد كل كرة .

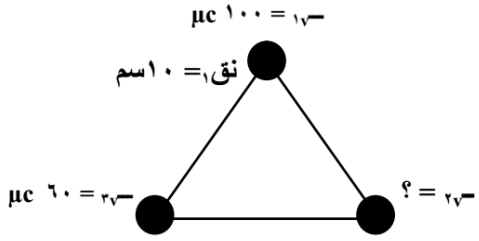
٢) جهد نقطة تنصيف المسافة بينهما .



س٩ : كرتان متحدتان في المركز نصف قطر الأولى (٩) سم وشحنتها (١٨٠) μc ونصف قطر الثانية (١٨) سم وشحنتها (-٩٠) μc احسب :

١) جهد كل من الكرتين . **٢) فرق الجهد بين سطحي الكرتين .**

س١٠ : ثلاث كرات موصلة متماثلة موضوعة على رؤوس مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه (١٠٠) سم فإذا كان جهد الكرة الأولى يساوي صفرا فاحسب شحنة الكرة الثانية .



س١١ : مواسع ذو لوحين متوازيين سعته في الهواء (٢) μf يتصل مع بطارية فرق الجهد بين طرفيها (١٠) فولت احسب الشحنة التي على المواسع .

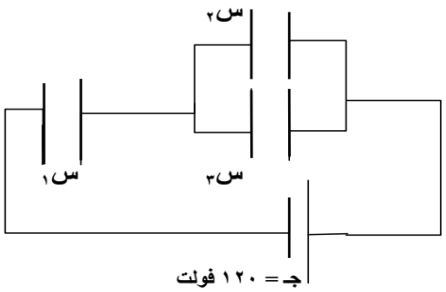
س١٢ : موصلان كرويان متحدان في المركز نصفا اقطارهما (٥ ، ٥,١) سم على الترتيب الخارجي موصول بالأرض والداخلي مشحون بشحنة مقدارها (١٠٠) μc احسب :

١) مواسعة المواسع . **٢) فرق الجهد بين لوحيه .**

س١٣ : ثلاث مواسعات سعاتهما على الترتيب (٦ ، ٩ ، ١٨) μF موصولة مع بطارية فرق الجهد بين طرفيها (١٨) فولت كيف تصل هذه المواسعات موضحاً بالرسم للحصول على :

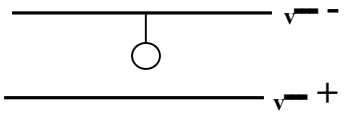
١) أكبر سعة وما مقدار شحنة وجهد كل منها . **٢) اقل سعة وما مقدار شحنة وجهد كل منها .**

س١٤ : في الشكل المجاور ما مقدار السعة المكافئة وما مقدار شحنة كل مواسع علماً أن
س١ = ٣ µf ، س٢ = ٢ µf ، س٣ = ٤ µf



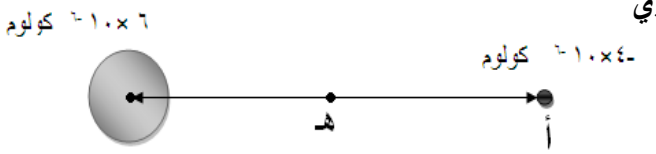
س١٥ : تحرك إلكترون من السكون داخل مجال كهربائي منتظم شدته (٩٠) نيوتن/كولوم احسب :
١) تسارع الإلكترون داخل المجال . ٢) الزمن اللازم ليخرج الإلكترون من المجال الذي يبلغ طوله (٢) م .
(اعتبر ش$_e$ = -١,٦×١٠$^{-١٩}$ كولوم ، ك = ٩,١×١٠$^{-٣١}$ كغم)

س١٦ : جسيم شحنته (٥×١٠$^{-٦}$) كولوم معلق بواسطة خيط عازل كتلته (٩) غم موضوع في مجال منتظم شدته (١٠^{٤}) نيوتن/كولوم ، فإذا اتزن الجسم جد :
١) الشد في الخيط . ٢) إذا عكس المجال احسب الشد في الخيط .

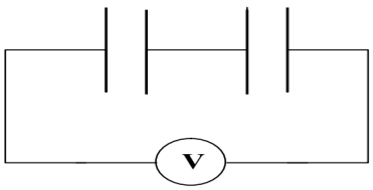


س١٧: مواسع كهربائي ذو لوحين متوازيين ، مساحة كل منهما (١٠٠) سم^{٢} ، والمسافة بينهما (١) مم . وصل لوحا المواسع بفرق جهد مقداره (١٢٠) فولت ، فإذا كان الهواء هو الوسط الفاصل بين اللوحين . احسب :
١) مواسعة المواسع . ٢) شحنة المواسع .

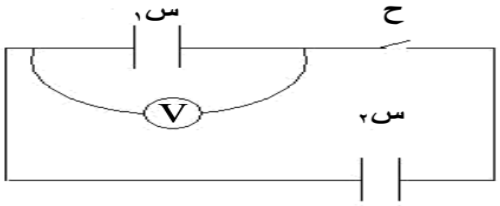
س١٨ : وضعت شحنة نقطية (-٤ × ١٠$^{-٦}$) كولوم عند النقطة (أ) و على بعد (١٨) سم من مركز موصل كروي نصف قطره (٢) سم يحمل شحنة (٦ × ١٠$^{-٦}$) كولوم جد :
١) جهد الموصل الكروي ٢) مواسعة الموصل الكروي
٣) الشغل اللازم لنقل إلكترون من المالانهاية إلى النقطة (هـ) التي تنصف المسافة بين الشحنة النقطية و مركز الموصل .



س١٩ : من الشكل المجاور إذا علمت أن قراءة الفولتميتر (١٥٠) فولت ، وأن س١ = ١ µf وشحنة المواسع الأول (٣٠) µc ، احسب :
١) شحنة المواسع الثاني . ٢) الطاقة المختزنة في المواسعين .

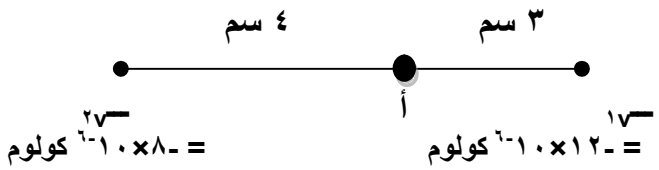


س٢٠ : في الشكل المرسوم جانباً كانت قراءة الفولتمتر (V) والمفتاح ح مفتوحاً (٤٠) فولت ، فإذا كان المواسع س٢ غير مشحون ومواسعته (٢) µF ، ومواسعة المواسع س١ (٤) µF ، احسب :
١) قراءة الفولتميتر بعد غلق المفتاح ح .
٢) الطاقة المختزنة في المواسع س٢ بعد غلق المفتاح ح .

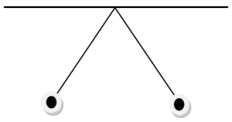


س٢١ : كم يجب أن تكون مساحة كل من لوحي مواسع ذي لوحين متوازيين ، البعد بينهما (١) مم ، حتى تكون مواسعته (١) فاراد ؟ إذا كان الهواء هو الوسط الفاصل بين اللوحين .

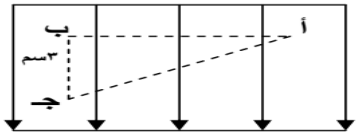
س٢٢ : في الرسم المجاور أين يجب وضع شحنة ثالثة موجبة قدرها (٥) ميكروكولوم لتصبح محصلة المجالات عند النقطة (أ) تساوي صفراً .



س٢٣ : كرتان متماثلتان مشحونتان ، كتلة كل منهما تساوي (٣×١٠^-٩) كغم معلقتان في حالة اتزان بخيط كما في الشكل طول كل خيط يساوي(٠,١٥) م ، أوجد مقدار الشحنة في كل كرة إذا كانت الزاوية بين الخيطين (٦٠°) .

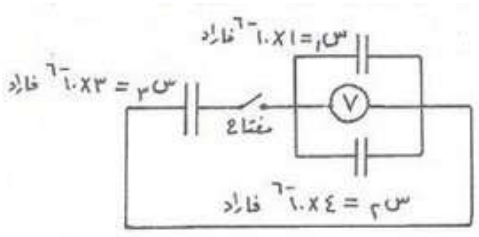


س٢٤ : لوحين فلزيين المسافة بينهما (٠,١) م والمجال الكهربائي بينهما (٣×١٠^٥) نيوتن /كولوم كما في الشكل المجاور حسب المعطيات المثبتة على الشكل احسب :



١) سم نقطتين متساويتان في الجهد . ٢) فرق الجهد بين اللوحين .
٣) الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (٢×١٠^-٦) كولوم من جـ الى أ .

س٢٥ : في الشكل ثلاث مواسعات ، (س١ ، س٢) مشحونان ، (س٣) غير مشحون فإذا كانت قراءة الفولتميتر والمفتاح مفتوح تساوي (٢٠) فولت ، احسب :

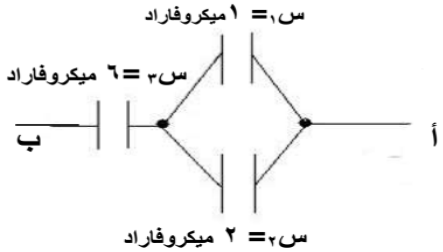


١) شحنة المواسع (س١) قبل غلق المفتاح .
٢) قراءة الفولتميتر بعد إغلاق المفتاح .

س٢٦ : موصلان كرويان نصف قطر الأول (٥) سم ، ويحمل شحنة قدرها (+٤×١٠^-٨) كولوم ، ونصف قطر الثاني (١٠) سم وغير مشحون ، والبعد بين مركزيهما (٢٠) سم ، فإذا وصلا معاً بسلك رفيع احسب :
١) الشحنة على كل كرة بعد التوصيل . ٢) جهد كل كرة (الجهد المشترك) .

س٢٧ : مواسع ذي لوحين متوازيين بينهما الهواء اذا كانت مساحة كل لوح (٨) سم^٢ ، وكان البعد بين اللوحين (١٠) ملم . وإذا علمت أن $\epsilon = ٨,٨ \times ١٠^{-١٢}$ فاراد / متر وأن المواسع موصول ببطارية فرق الجهد بين قطبيها (٦) فولت . جد :
١) مواسعة المواسع . ٢) شحنة المواسع . ٣) المجال الكهربائي بين اللوحين .

س٢٨ : استعن بالبيانات المثبتة على الشكل المجاور واحسب ما يلي :



١) المواسعة المكافئة . ٢) جهد كل مواسع .
٣) الطاقة المختزنة في المواسع المكافئ . ٤) جهد النقطة أ .

اسئلة وزارية وحلولها على وحدة الكهرباء السكونية

اسئة الوزارة (٢٠٠٧) صيفي

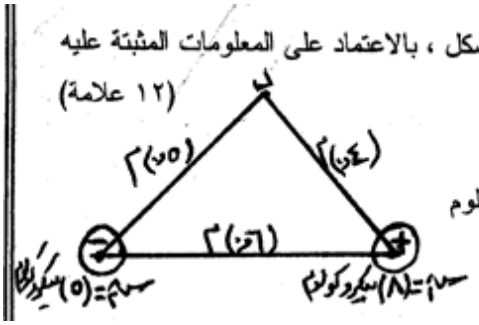
ب) شحنتان كهربائيتان نقطيتان موضوعتان في الهواء كما في الشكل ، بالاعتماد على المعلومات المثبتة عليه

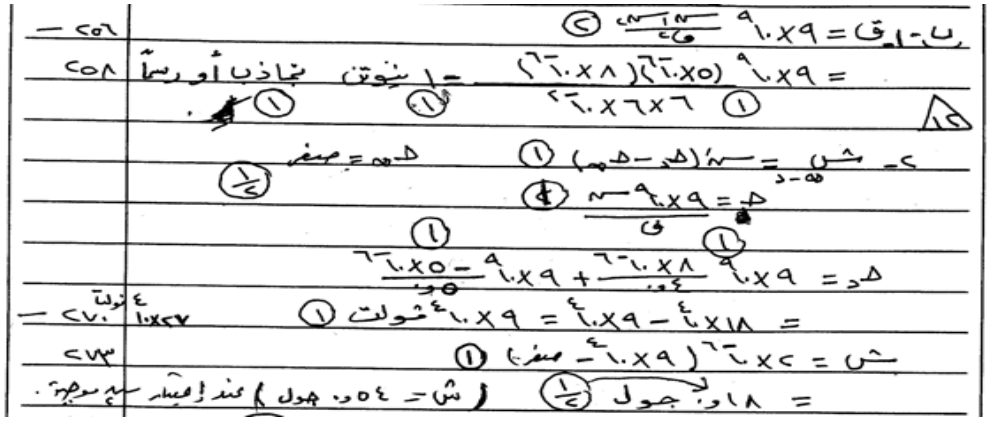
(١٢ علامة)

احسب ما يأتي :

١) القوة الكهربائية المتبادلة بينهما مقداراً واتجاهاً.

٢) الشغل المبذول لنقل شحنة موجبة مقدارها (٢×١٠^{-٦}) كولوم من المالانهاية إلى النقطة (د).





ج) يبين الشكل المجاور مجموعة من المواسعات الموصولة معاً، وقيم مواسعاتها معطاة بالميكروفاراد،

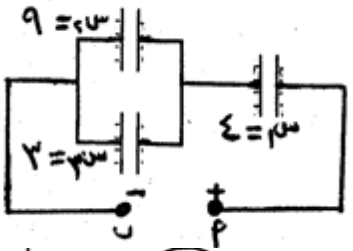
فإذا كانت شحنة المواسع (س١) = (١٢٠×١٠^{-٦}) كولوم.

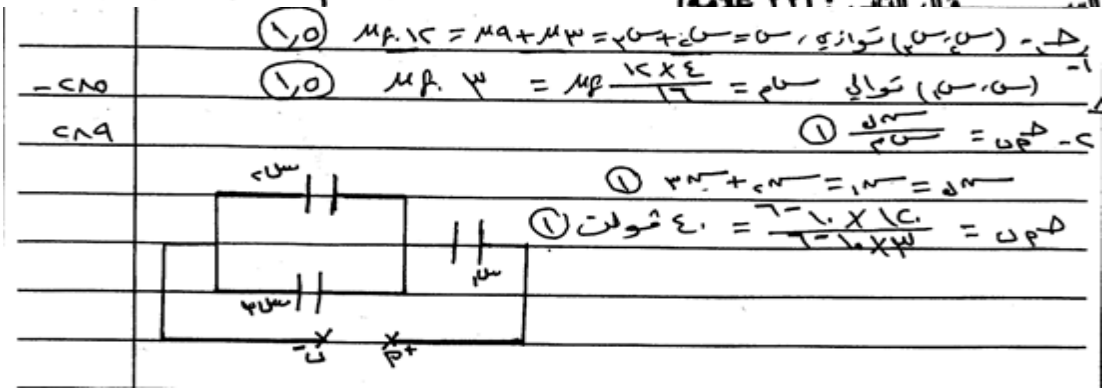
(٦ علامات)

فاحسب ما يأتي :

١) المواسعة المكافئة للمجموعة.

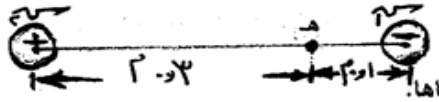
٢) فرق الجهد (جـ ب).





اسئلة الوزارة (٢٠٠٧) شتوي

ب) شحنتان كهربائيتان نقطيتان موضوعتان في الهواء؛ ($ش_1$ = −٤ × ١٠$^{-٩}$ كولوم ، (١١ علامة)
$ش_2$ = +٩ × ١٠$^{-٩}$ كولوم) ، كما في الشكل ،



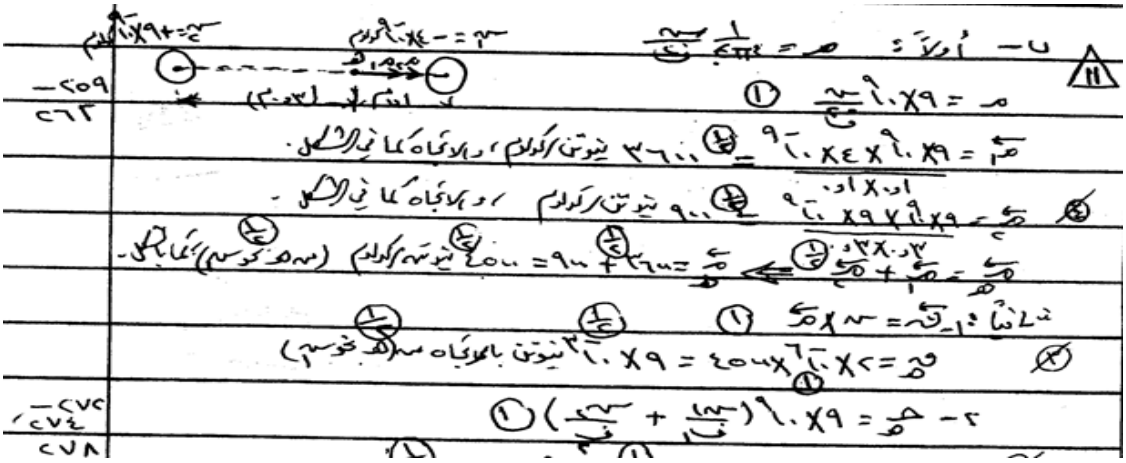
بالاعتماد على المعلومات المثبتة عليه، أجب عما يأتي :

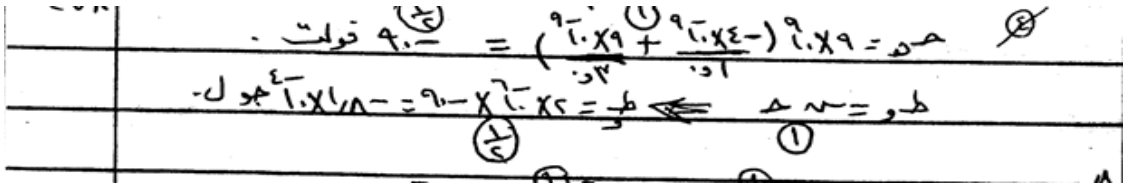
أولاً : احسب المجال الكهربائي في النقطة (هـ) مقداراً واتجاهاً.

ثانياً : إذا وضعت في النقطة (هـ) شحنة كهربائية نقطية ($ش_3$ = +٢ × ١٠$^{-٦}$) كولوم ، فاحسب ما يأتي :

١) القوة الكهربائية المؤثرة في ($ش_3$) مقداراً واتجاهاً.

٢) طاقة الوضع الكهربائية للشحنة ($ش_3$).





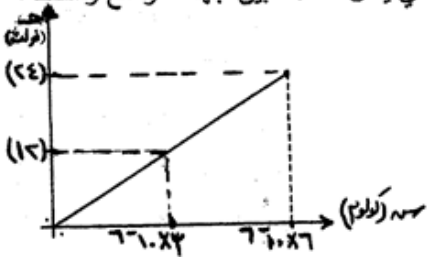
ج) وصل مواسع كهربائي ذو لوحين متوازيين البعد بينهما (٢ × ١٠$^{-٣}$) م ، بفرق جهد مقداره (٢٤) فولت حتى شحن كلياً، اعتماداً على الرسم البياني المجاور، الذي يمثل العلاقة بين جهد المواسع وشحنته.

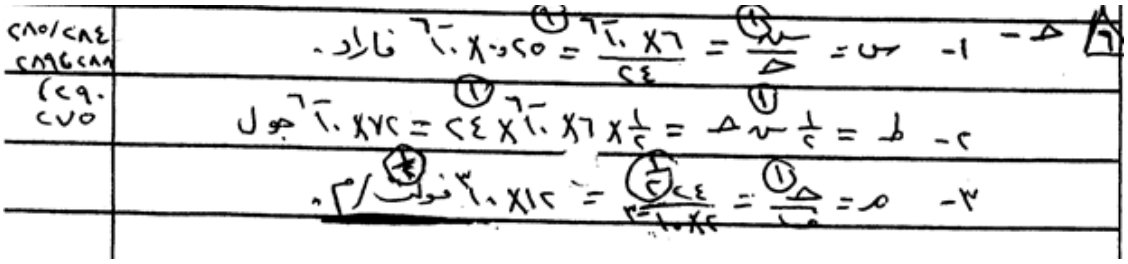
احسب ما يأتي : (٦ علامات)

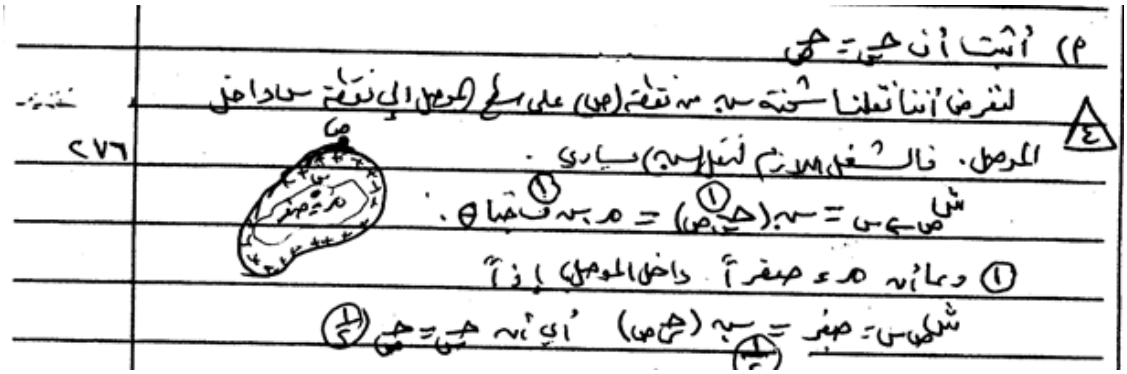
١) مواسعة المواسع الكهربائي.

٢) الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع.

٣) المجال الكهربائي بين لوحي المواسع.



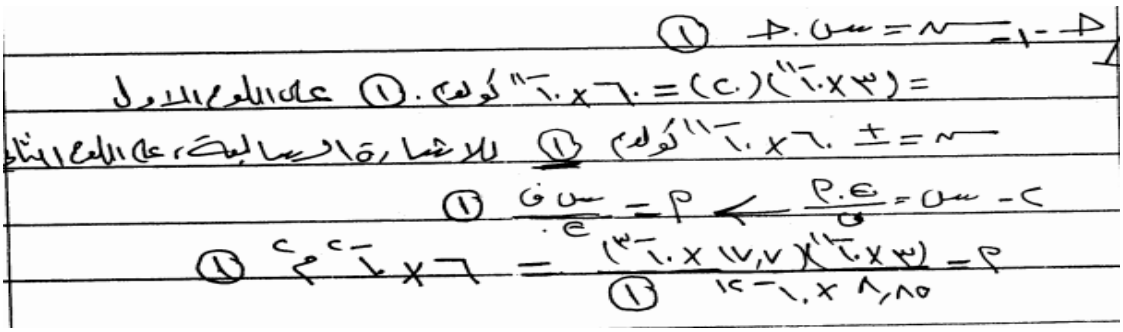




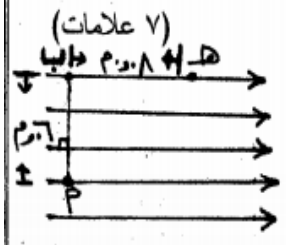
اسئلة الوزارة (٢٠٠٨) صيفي

ج- مواسع كهربائي ذو لوحين متوازيين مواسعته (٣×١٠^{-١١}) فاراد، وصل لوحاه بفرق جهد مقداره (٢٠) فولت. إذا علمت أن المسافة بين لوحيه ($١٧,٧ \times ١٠^{-٣}$) م والوسط الفاصل بينهما هواء، **احسب** :

١) الشحنة على كل من لوحيه. ٢) مساحة أي من لوحيه. (٦ علامات)

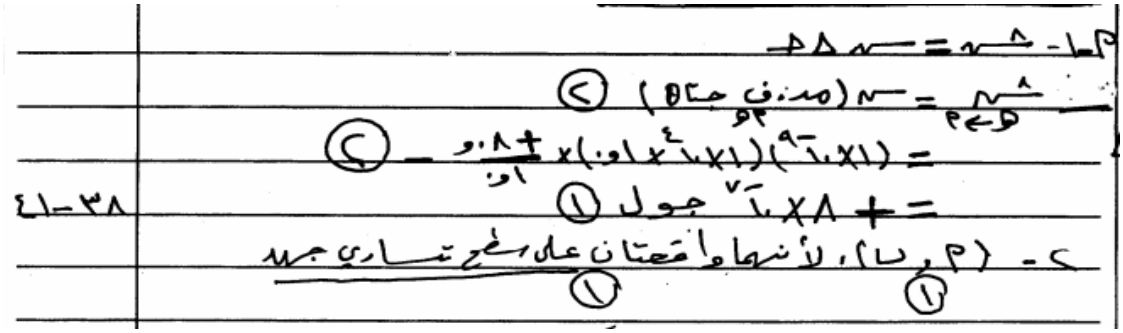


أ - يمثّل الشكل مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره ($١٠^{٤}$) فولت/م ، (أ ، ب ، هـ) نقاط واقعة داخله، اعتماداً على الأبعاد المبينة في الشكل : (٧ علامات)



١) **احسب** الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها (١×١٠^{-٩}) كولوم من هـ إلى أ بسرعة ثابتة.

٢) **حدّد** نقطتان على الشكل فرق الجهد بينهما يساوي صفراً، **فسّر ذلك**.



اسئلة الوزارة (٢٠٠٨) شتوي

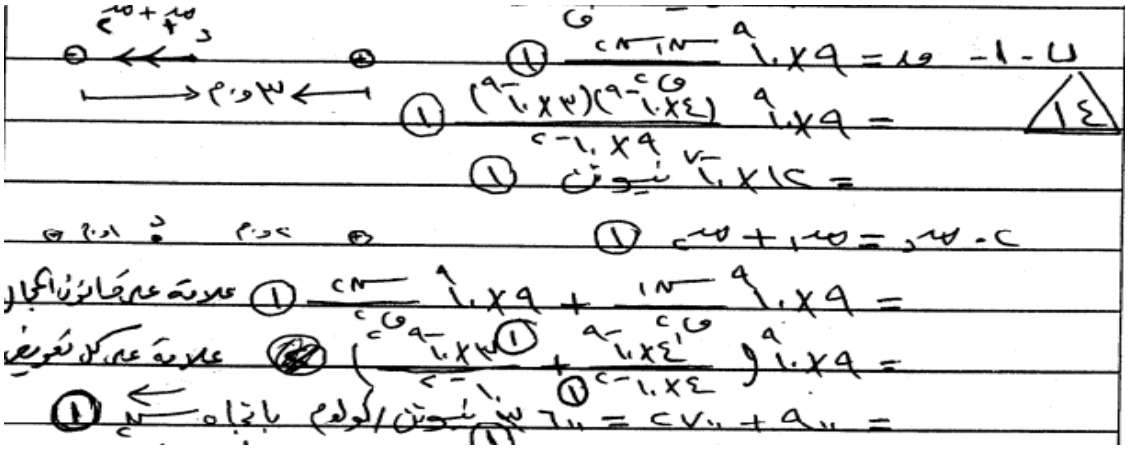
ب- يمثل الشكل المجاور شحنتان كهربائيتان نقطيتان (سم١، سم٢) وموضوعتان في الهواء. (١٤ علامة)

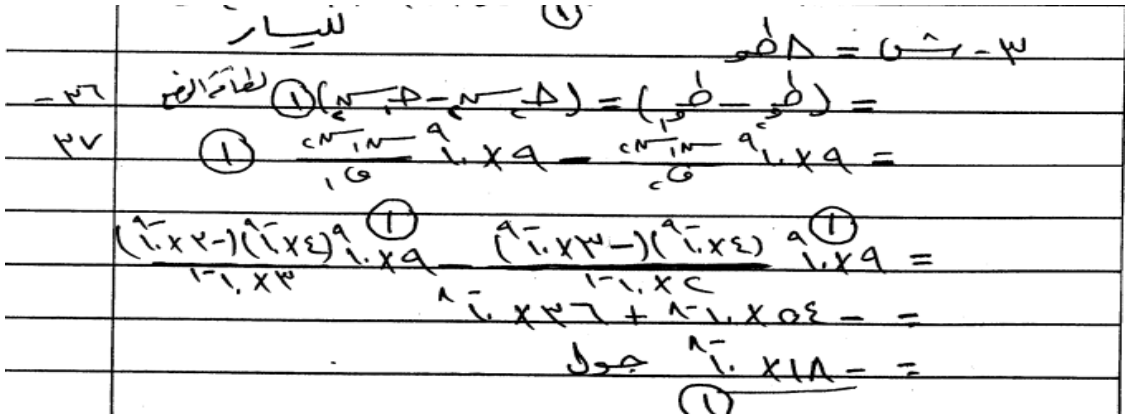
اعتماداً على القيم المثبتة عليه **احسب** :

١- القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين.

٢- المجال الكهربائي عند النقطة (د) مقداراً واتجاهاً.

٣- التغير في طاقة الوضع الكهربائية في نقل الشحنة (سم٢) إلى النقطة (د).



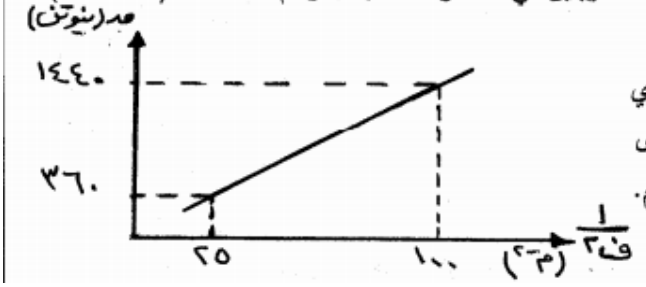


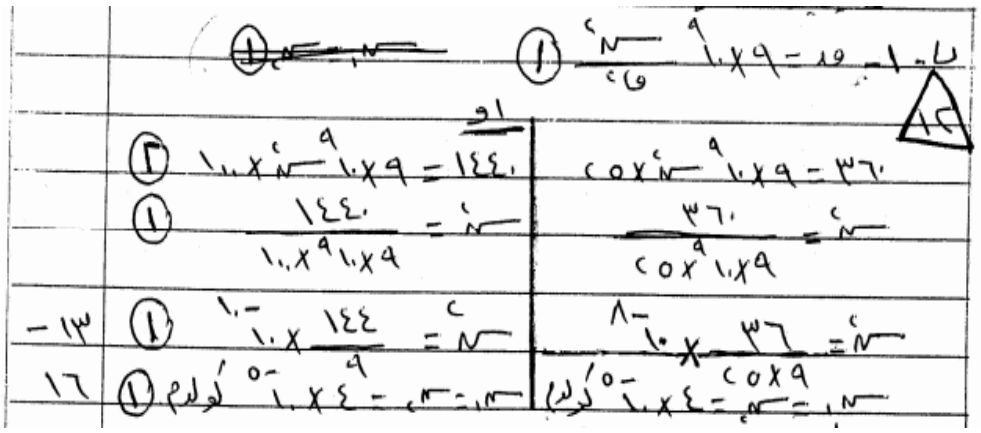
اسئلة الوزارة (٢٠٠٩) صيفي

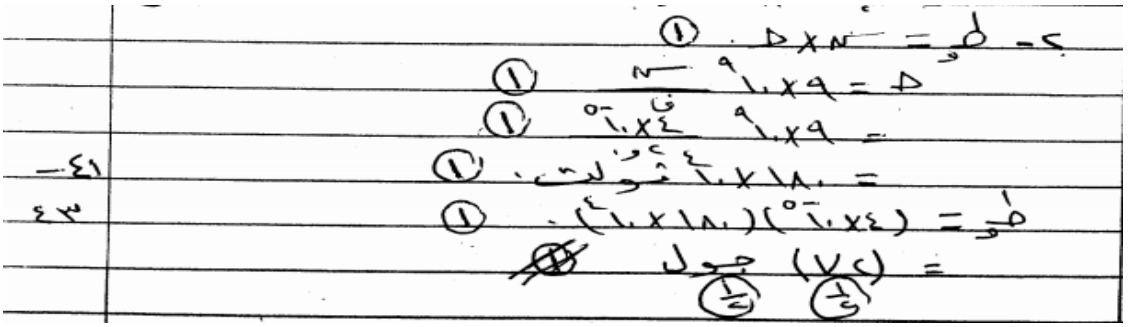
ب) يُمثّل الرسم البياني المجاور العلاقة بين القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين موجبتين **ومقلوب مربع المسافة** بينهما، إذا علمت أن الشحنتين متساويتين في المقدار، مستعيناً بالرسم **احسب** : (١٢ علامة)

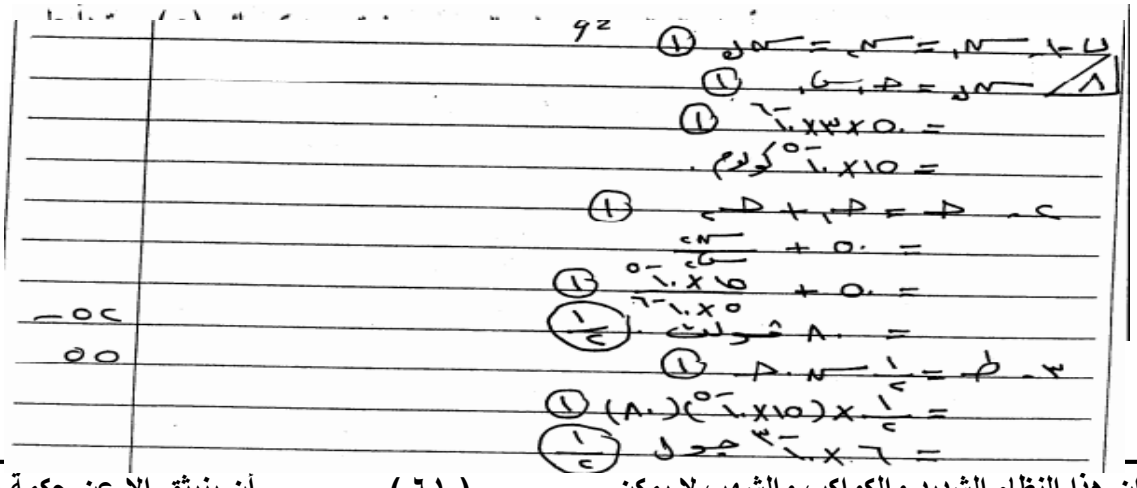
١) مقدار كل من الشحنتين.

٢) طاقة الوضع الكهربائية الناجمة عن أي من الشحنتين والمؤثرة في الشحنة الأخرى عندما تكون المسافة بينهما (٠,٢) م.







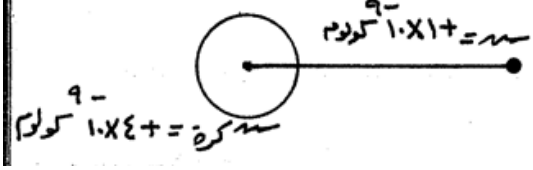


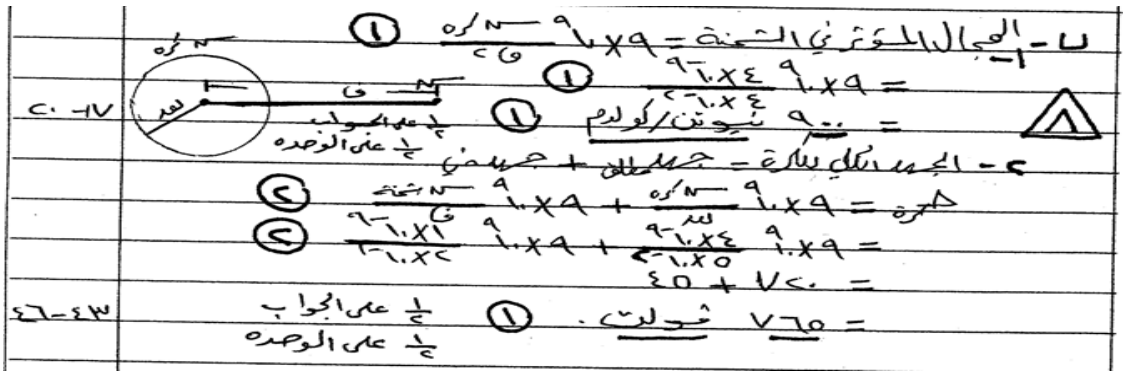
اسئلة الوزارة (٢٠٠٩) شتوي

ب- الشكل المجاور يمثل شحنة كهربائية نقطية مقدارها ($+1 \times 10^{-9}$) كولوم، تبعد مسافة (٠,٢) م عن مركز موصل كروي مشحون نصف قطره (٠,٠٥) م في الهواء بالاستعانة بالقيم المثبتة عليه **احسب**:(٨ علامات)

١) المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة النقطية.

٢) الجهد الكهربائي الكلي للكرة.

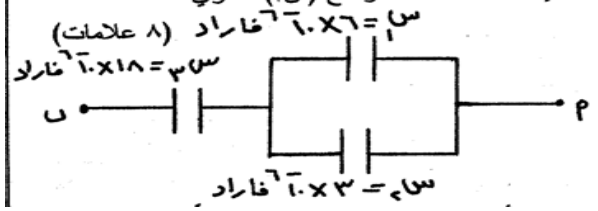




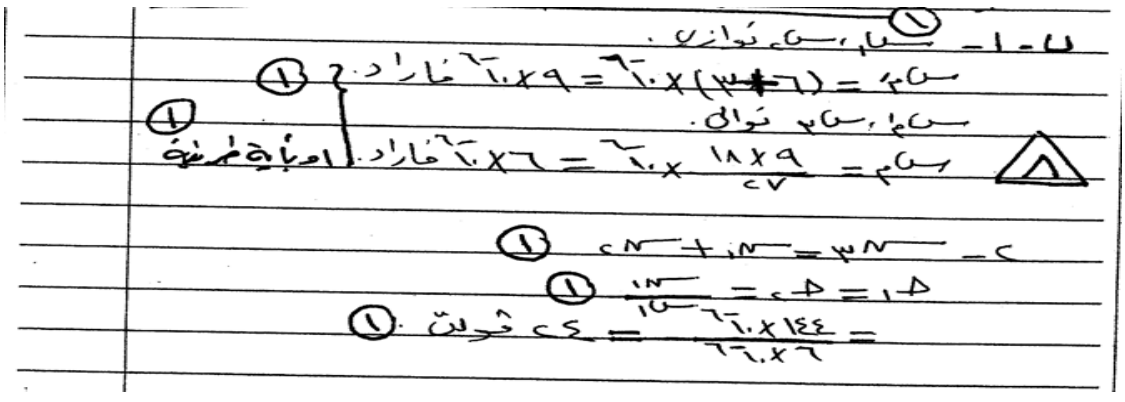
ب- يبيّن الشكل مجموعة من المواسعات الموصولة معاً، إذا كانت شحنة المواسع (س١) تساوي (١٤٤×10^{-6}) كولوم **فاحسب** : (٨ علامات)

١) المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات.

٢) **شحنة وجهد** المواسع (س٣).



السـؤال الثالث : (١٨ علامة)



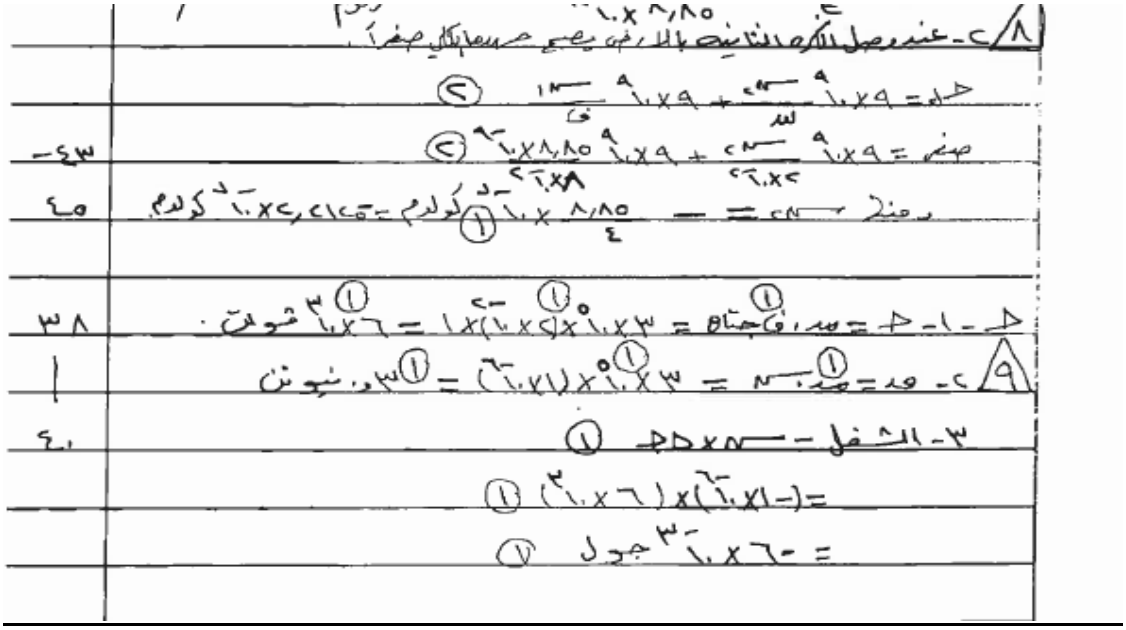
اسئلة وزارة (٢٠١٠)صيفي

ج) ثُبّت لوحان فلزيان مشحونان متوازيان قبالة بعضهما البعض داخل أنبوب مفرغ من الهواء وعلى بُعد (٢×١٠^{-٢}) م من بعضهما. فتولد بينهما مجالاً كهربائياً قدره (٣×١٠^{٩}) فولت/م. احسب : (٩ علامات)

١) فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين.

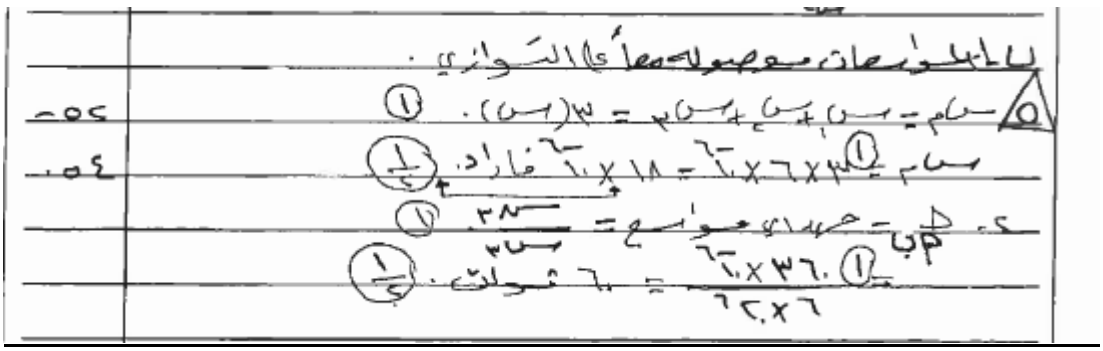
٢) مقدار القوة المؤثرة في شحنة نقطية مقدارها (-١×١٠^{-٦}) كولوم وضعت بين اللوحين.

٣) الشغل الذي يبذله المجال في نقل شحنة مقدارها (-١×١٠^{-٦}) كولوم من اللوح السالب إلى اللوح الموجب.



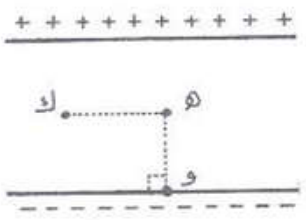
ب) ثلاث مواسعات مواسعة كلٍ منهما (٦×١٠^{-٦}) فاراد، متصلة معاً كما في الشكل، إذا علمت أن شحنة س٢ = (٣٦٠×١٠^{-٦}) كولوم، احسب :

١) السعة المكافئة للمجموعة. ٢) فرق الجهد (أ ب). (٥ علامات)



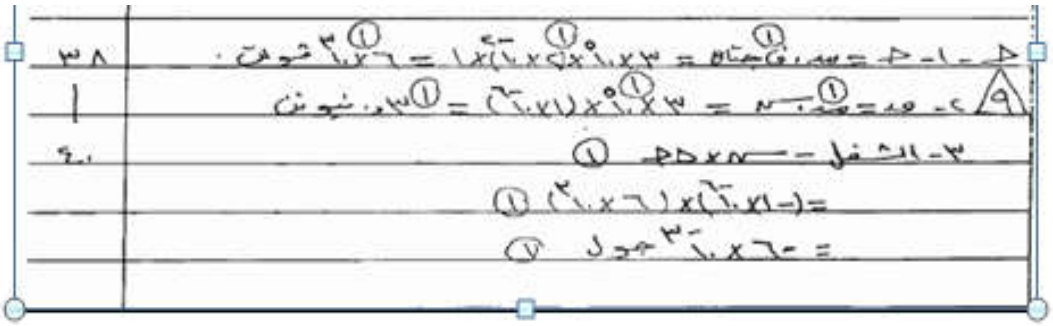
اسئلة وزارة (٢٠١٠) شتوي

ب) يمثّل الشكل لوحين فلزيين متوازيين لا نهائيين، الفرق في الجهد بينهما (٢) فولت. وتفصل بينهما مسافة (٠,١) م. إذا كانت النقطتان (هـ ، ك) تقعان في منتصف المسافة بين اللوحين، والنقطة (و) تقع على اللوح السالب. احسب : ١) المجال الكهربائي عند النطقة (هـ)

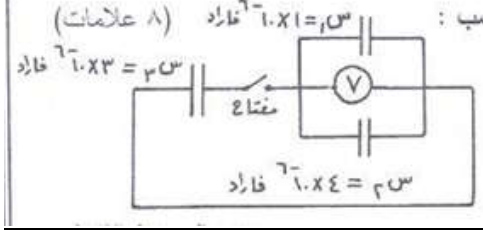


٢) فرق الجهد (جـ هـ ، و).

٣) الشغل المبذول لنقل إلكترون من (و) إلى (ك). (١١ علامة)

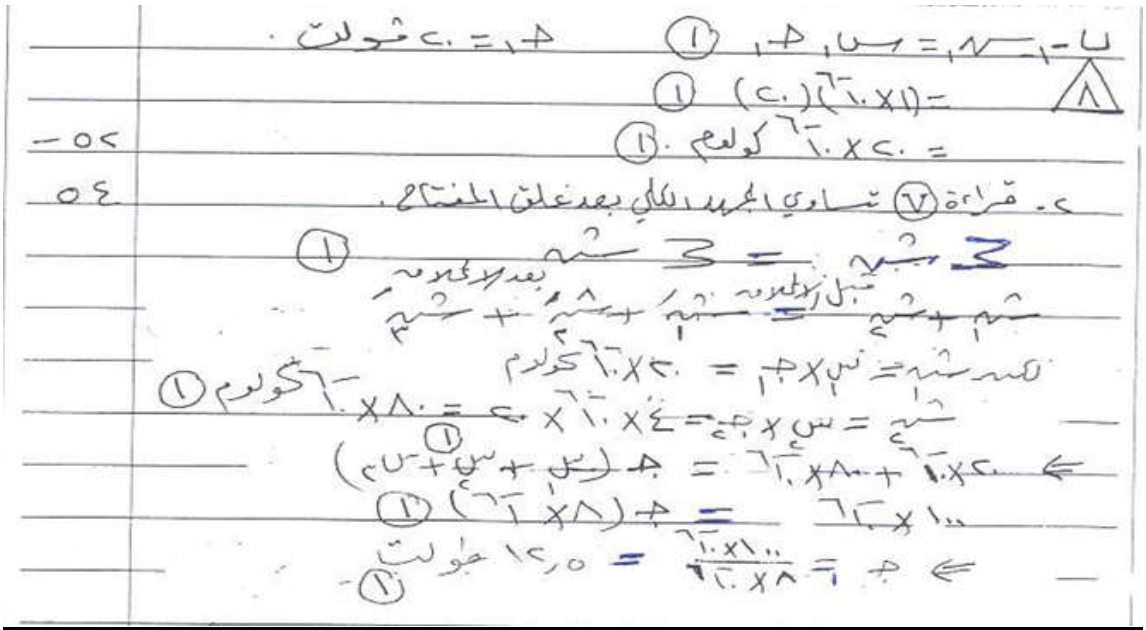


ب) يبيّن الشكل ثلاث مواسعات : (س١ ، س٢) مشحونين، والمواسع (س٣) غير مشحون. فإذا كانت قراءة الفولتمتر (V) والمفتاح (ح) مفتوح تساوي (٢٠) فولت. احسب : (٨ علامات)



١) شحنة المواسع (س١) قبل غلق المفتاح.

٢) قراءة الفولتمتر (V) بعد غلق المفتاح.

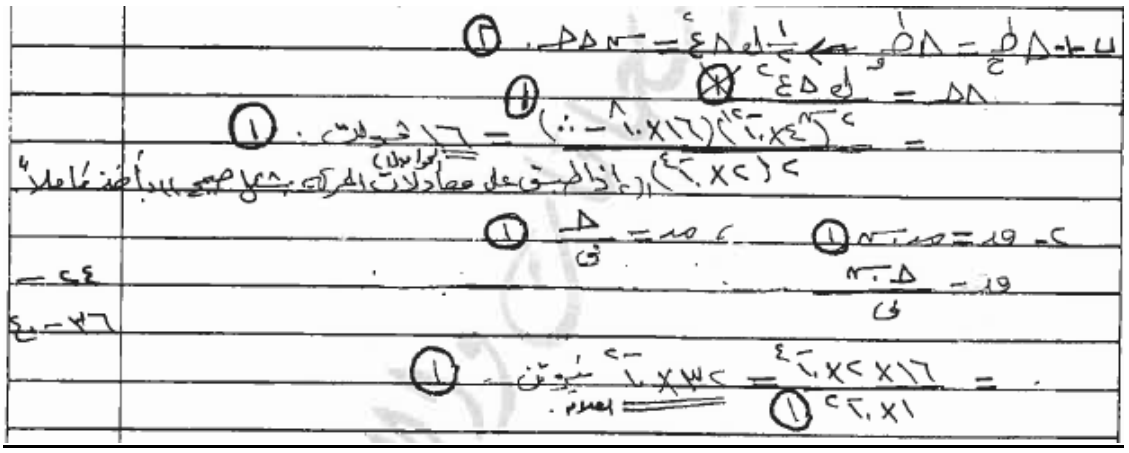


اسئلة الوزارة (٢٠١١) صيفي

ب) تحرك جسيم شحنته (٢×١٠^{-٤}) كولوم، وكتلته (٤×١٠^{-١٢}) كغم من السكون، من اللوح الموجب إلى اللوح السالب في الحيز بين لوحي مواسع ذي لوحين متوازيين، إذا كانت المسافة بين اللوحين (١×١٠^{-٢})م وسرعة وصول الجسيم إلى اللوح السالب (٤×١٠^{٤}) م/ث، فاحسب:

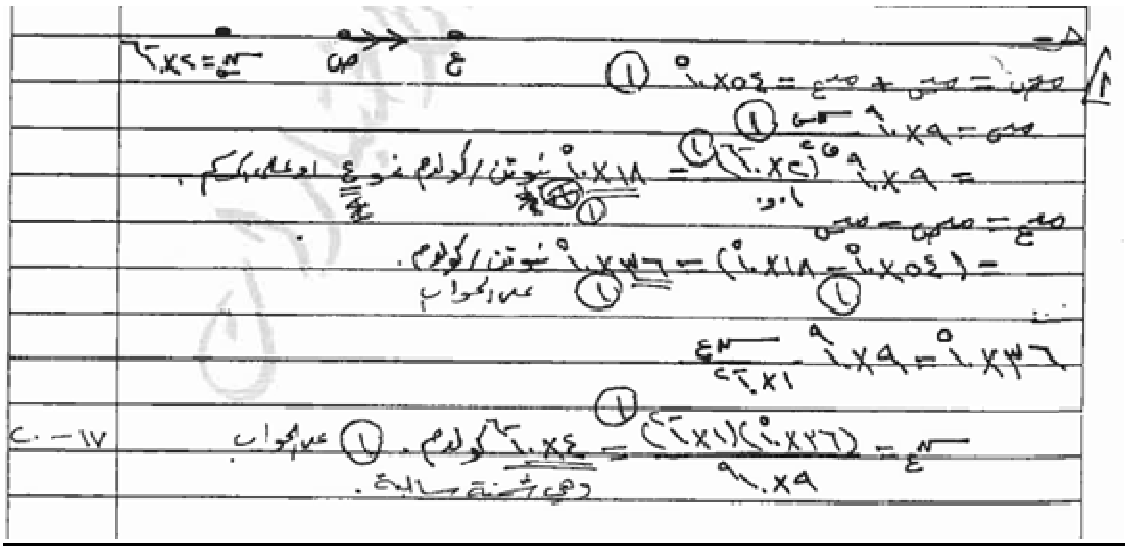
١) فرق الجهد بين طرفي المواسع.

٢) القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم أثناء حركته (بإهمال تأثير الجاذبية الأرضية). (٨ علامات)



ج) يمثّل الشكل ثلاث نقاط (س ، ص ، ع) على استقامة واحدة، عند النقطة (س) شحنة مقدارها (٢×١٠^{-٦}) كولوم، احسب مقدار الشحنة الواجب وضعها عند (ع) ليكون المجال المحصل عند (ص) مساوياً (٥٤×١٠^{٥}) نيوتن/كولوم، واتجاهه نحو (ع).

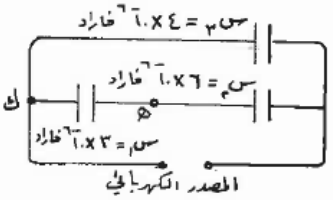
(٨ علامات)

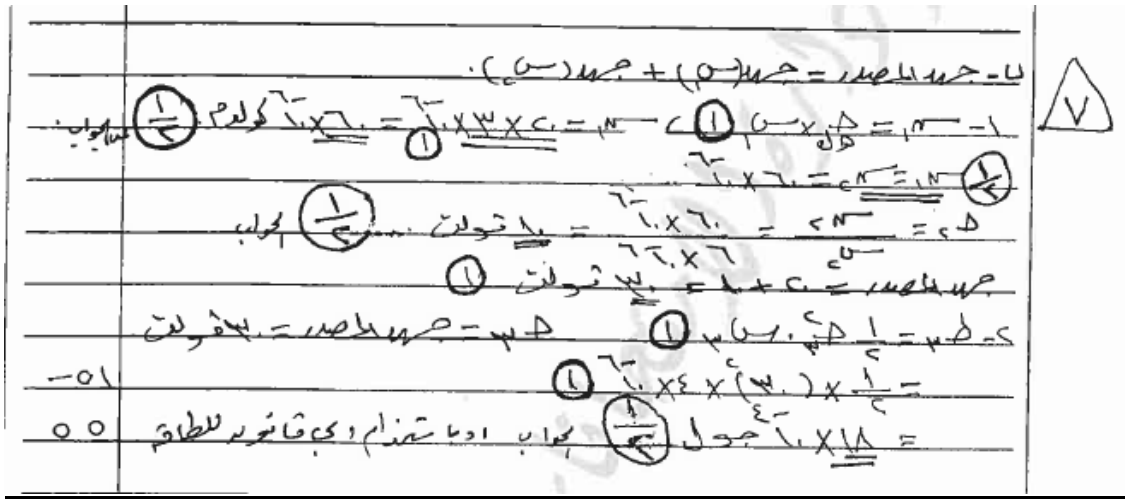


ب) اعتماداً على البيانات المبينة على الشكل المجاور، وإذا علمت أن جهد (هـ ك) = ٢٠ فولت، (٧ علامات)

احسب: ١) فرق الجهد بين طرفي المصدر الكهربائي.

٢) الطاقة المختزنة في المواسع (س٣).





اسئلة الوزارة(٢٠١١) شتوي

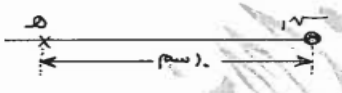
٢- ماذا نعني بقولنا أن فرق الجهد بين نقطتين = (٢٠) فولت ؟

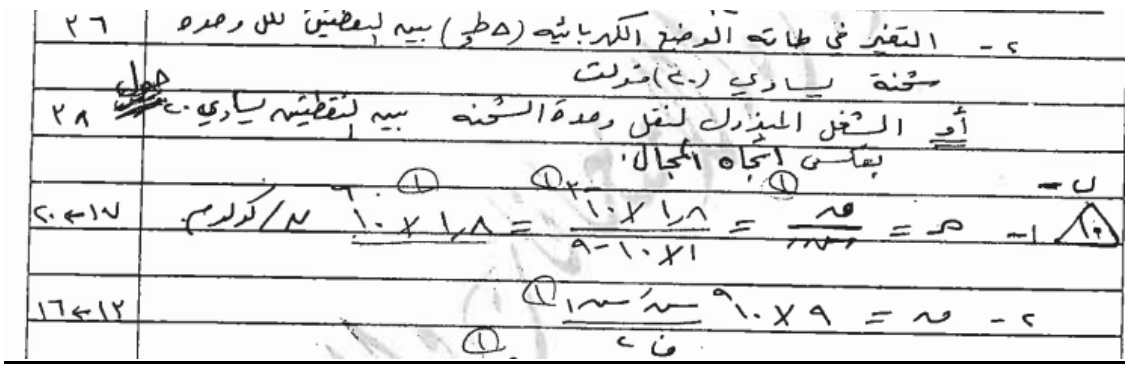
ب) شحنة كهربائية نقطية (سـ١) موضوعة في الهواء وتبعد مسافة (١٠) سم عن النقطة (هـ). فإذا كانت القوة الكهربائية التي تؤثر بها الشحنة (سـ١) على شحنة اختبار (سـ٠ = -١ × ١٠^-٩) كولوم موضوعة عند النقطة (هـ) تساوي (١,٨ × ١٠^-٣) نيوتن باتجاه محور السينات الموجب. احسب : (١٠ علامات)

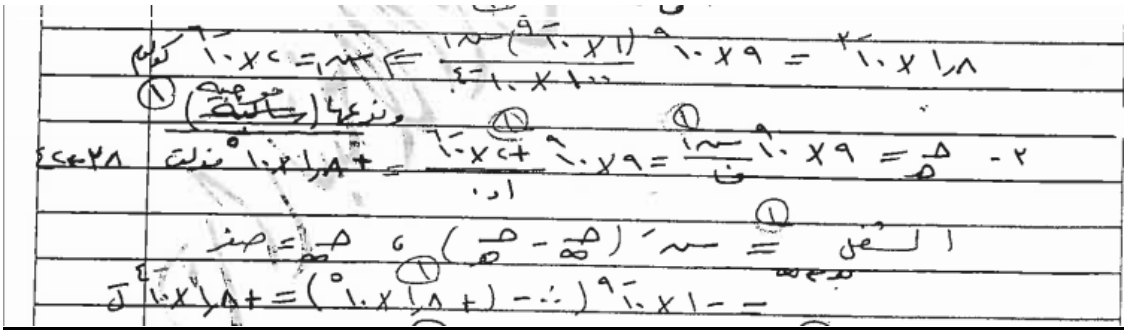
١) المجال الكهربائي عند النقطة (هـ)

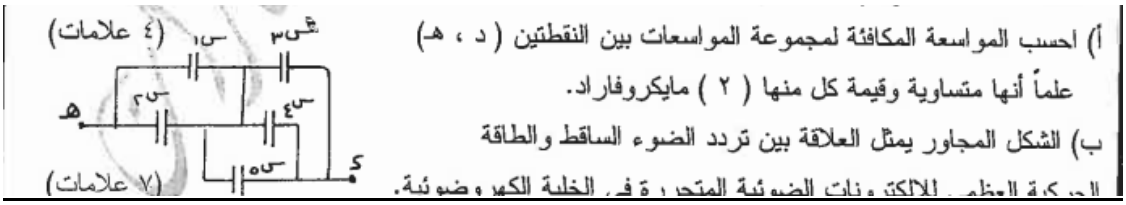
٢) مقدار الشحنة (سـ١) ونوعها.

٣) الشغل اللازم لنقل (سـ٠) من النقطة (هـ) إلى اللانهاية.

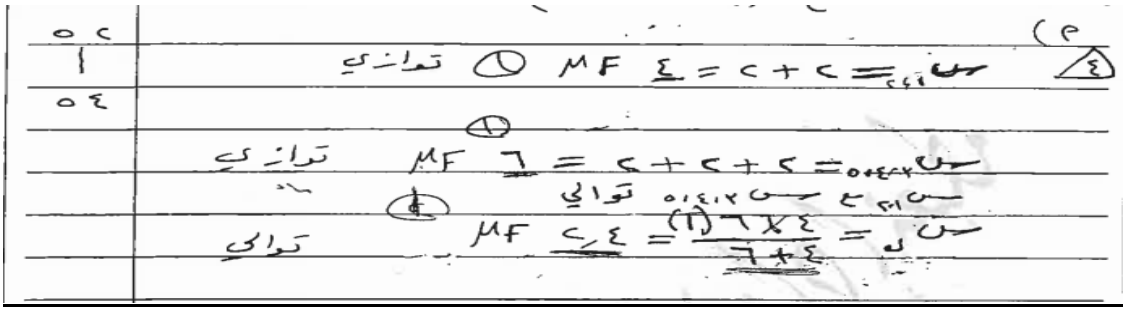




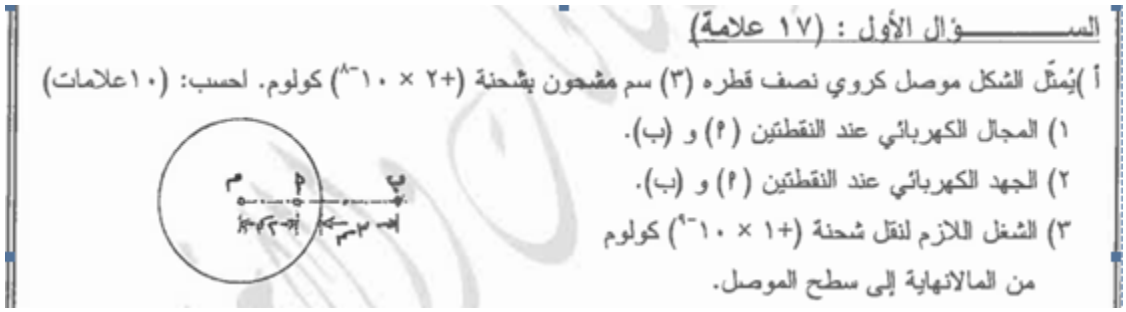




أ) احسب المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات بين النقطتين (د ، هـ)
علماً أنها متساوية وقيمة كل منها (٢) مايكروفاراد.
ب) الشكل المجاور يمثل العلاقة بين تردد الضوء الساقط والطاقة
الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المتحررة في الخلية الكهروضوئية.



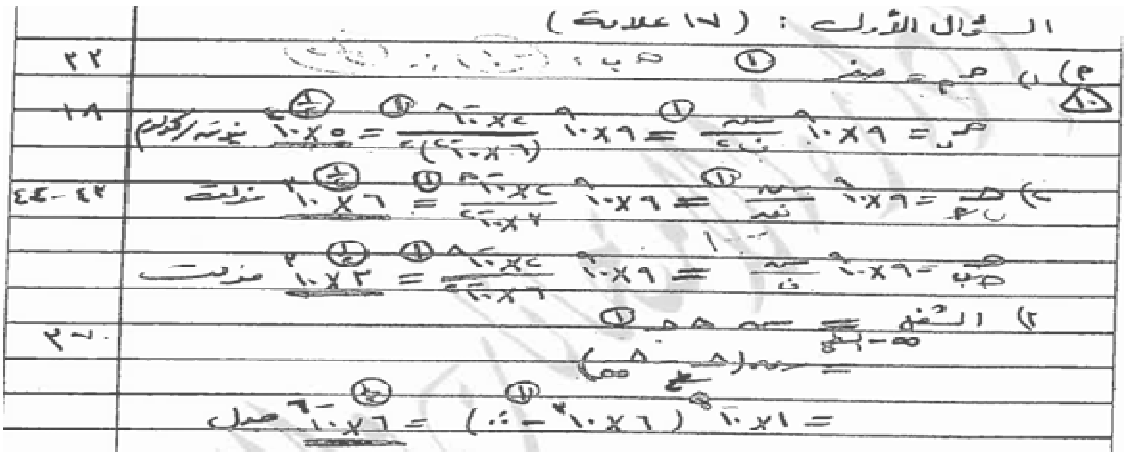
اسئلة الوزارة (٢٠١٢شتوي)



السـؤال الأول : (١٧ علامة)

أ)يُمثّل الشكل موصل كروي نصف قطره (٣) سم مشحون بشحنة (+٢ × ١٠$^{-٨}$) كولوم. احسب: (١٠علامات)

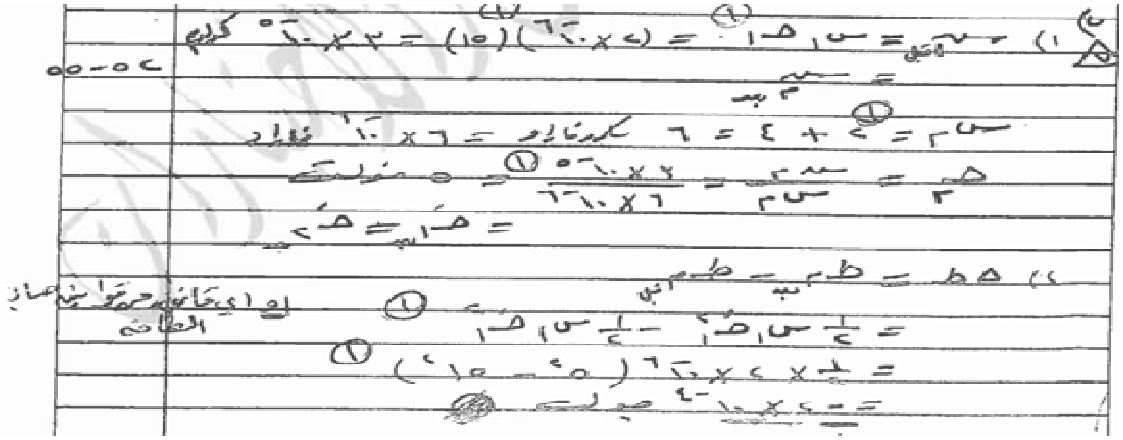
١) المجال الكهربائي عند النقطتين (أ) و (ب).
٢) الجهد الكهربائي عند النقطتين (أ) و (ب).
٣) الشغل اللازم لنقل شحنة (+١ × ١٠$^{-٩}$) كولوم من المالانهاية إلى سطح الموصل.



ب) مواسع (س١) مشحون مواسعته (٢) ميكروفاراد وجهده (١٥) فولت وصل مع مواسع آخر (س٢) غير مشحون ومواسعته (٤) ميكروفاراد. احسب: (٧ علامات)

١) جهد المواسع (س٢) بعد التوصيل.

٢) مقدار التغير في الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع (س١).

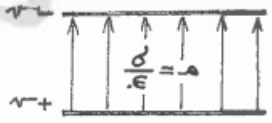


السـؤال الثاني : (١٦ علامة)

أ) علّل: (٣ علامات)

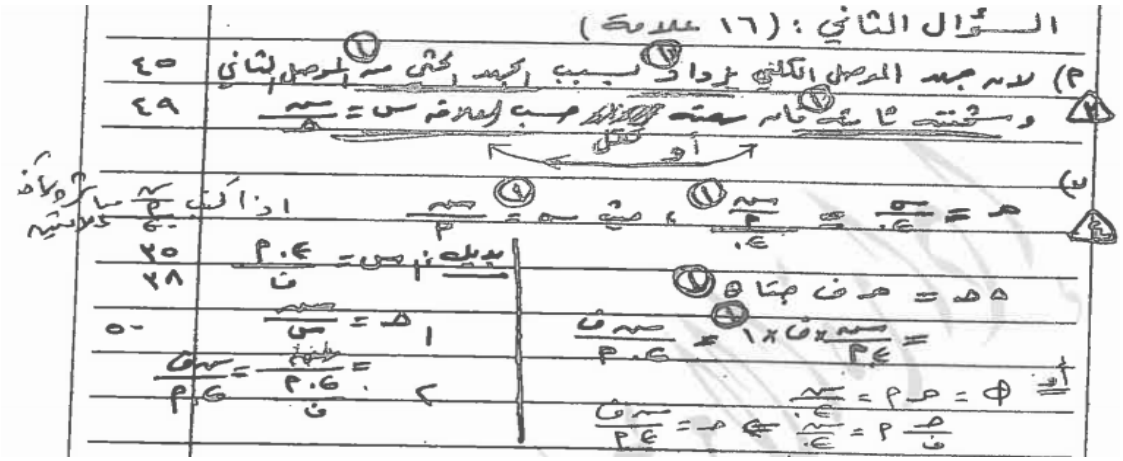
تقل مواسعة موصل مشحون عند تقريبه من موصل ثاني مشحون بشحنة مشابهة لشحنة الأول.

ب) يُمثّل الشكل لوحين فلزيين متوازيين مساحة كل منهما (م) أحدهما مشحون بشحنة موجبة (+ش) والآخر مشحون بشحنة سالبة مماثلة (−ش) وتفصلهما مسافة (ف). أثبت أن فرق الجهد بين اللوحين يعطى بالعلاقة: $\Delta جـ = \frac{ش ف}{\varepsilon_0 م}$



(٤ علامات)

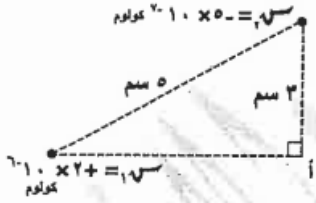
يتبع الصفحة الثانية ...

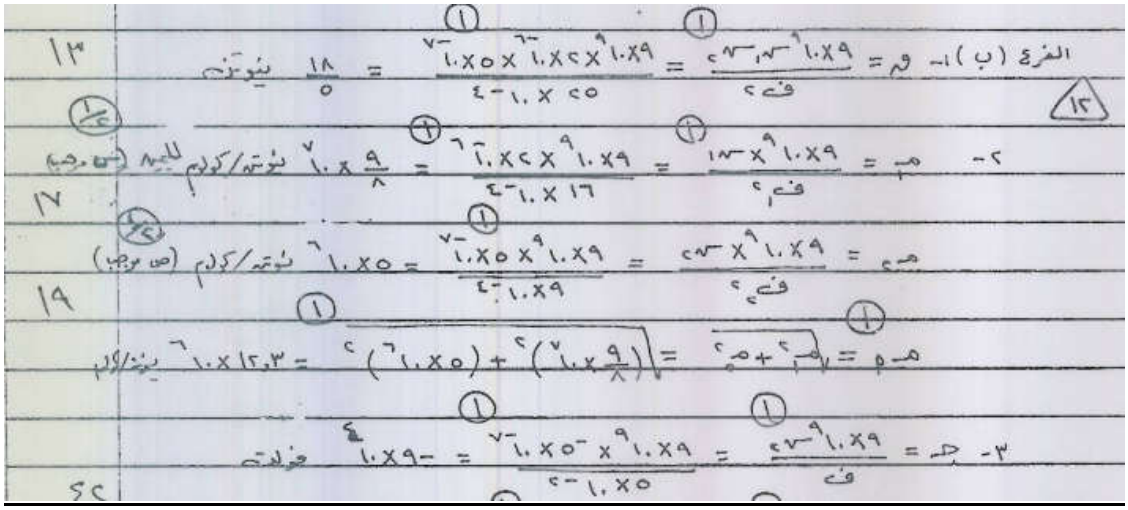


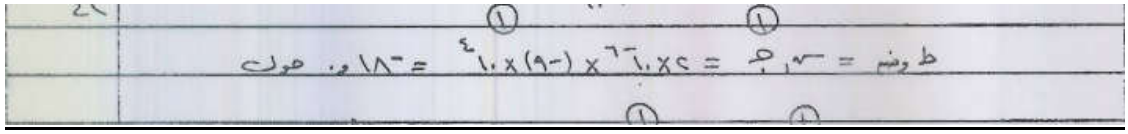
اسئلة الوزارة (٢٠١٢) صيفي

ب) شحنتان كهربائيتان نقطيتان موضوعتان في الهواء، معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل (١٢ علامة)

احسب: ١- القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (س٣).
٢- مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (أ).
٣- طاقة الوضع الكهربائية للشحنة (س٣)

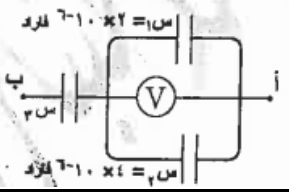




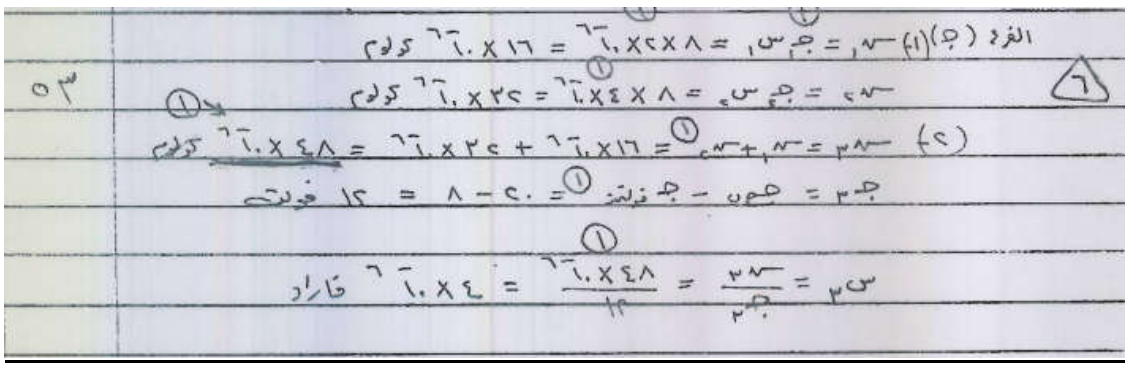


ج) معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل، وإذا علمت أن جـ أ ب = ٢٠ فولت، (٦ علامات)

وقراءة الفولتميتر (V) = (٨) فولت، احسب:
١- الشحنة على كل من المواسعين (س١ ، س٢).
٢- مواسعة المواسع (س٣).

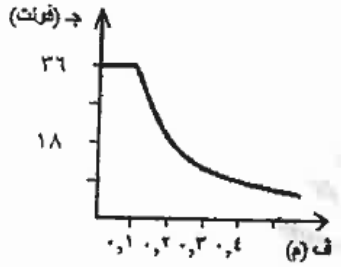


السـؤال الثاني: (٢٥ علامة)



اسئلة وزارية (٢٠١٣) شتوي

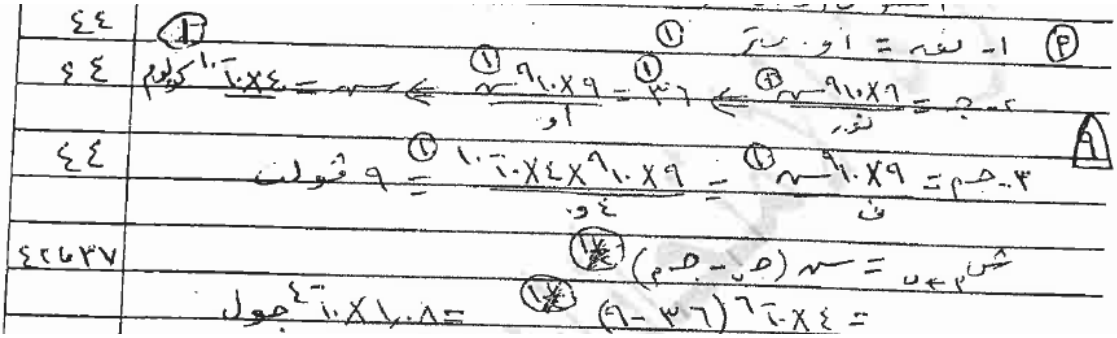
أ) يبين الرسم البياني المجاور العلاقة التي تربط الجهد الكهربائي لموصل كروي مشحون بشحنة موجبة والبُعد عن مركزه. معتمداً على البيانات المثبتة جـد : (٩ علامات)



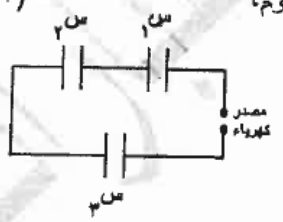
١) نصف قطر الموصل الكروي.

٢) شحنة الموصل الكروي.

٣) الشغل المبذول لنقل شحنة (+٤ × ١٠$^{-٦}$) كولوم من نقطة (أ) والتي تبعد (٠,٤) م عن مركز الموصل الكروي إلى نقطة (ب) التي تقع على سطح الموصل.



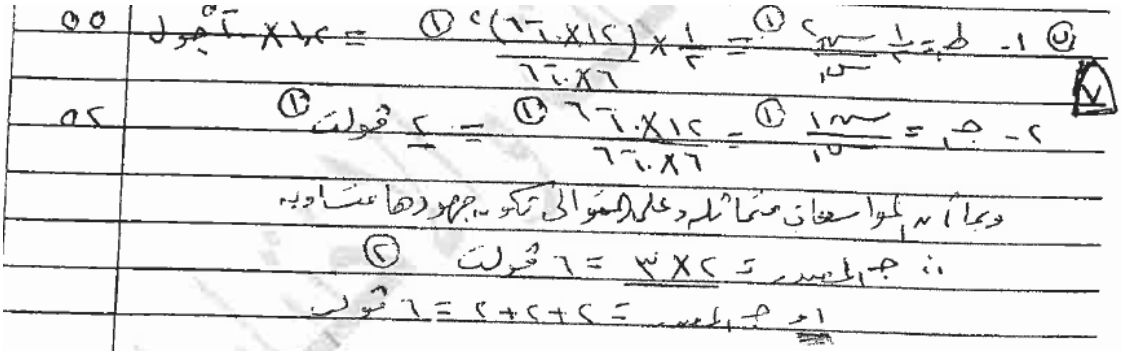
ب) ثلاثة مواسعات كهربائية متماثلة، المواسعة الكهربائية لكل منها (٦ × ١٠$^{-٦}$) فاراد، تتصل معاً كما في الشكل، فإذا كانت شحنة المواسع (س١) تساوي (١٢ × ١٠$^{-٦}$) كولوم، (٧ علامات)



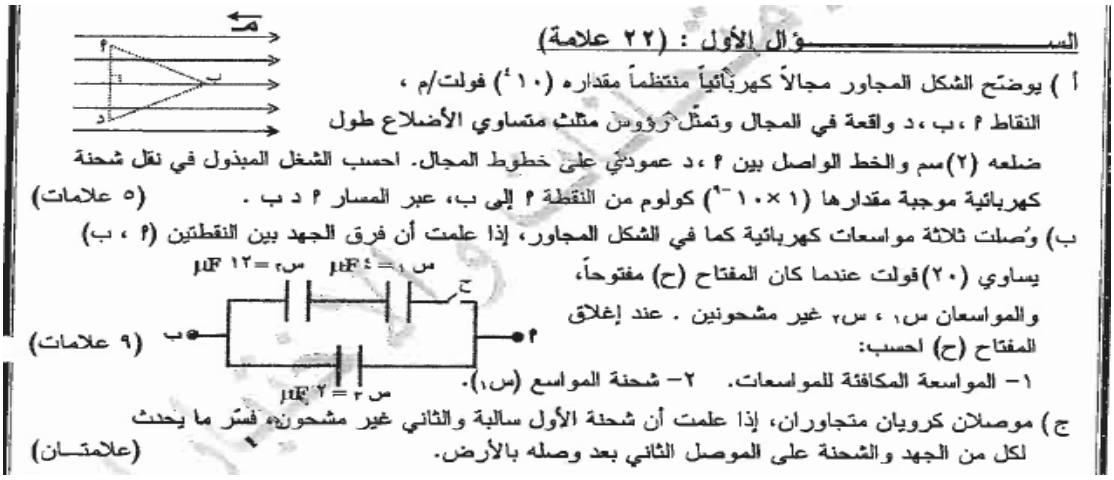
احسب :

١) الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع (س١).

٢) فرق الجهد بين طرفي المصدر.



اسئلة وزارية (٢٠١٣) صيفي



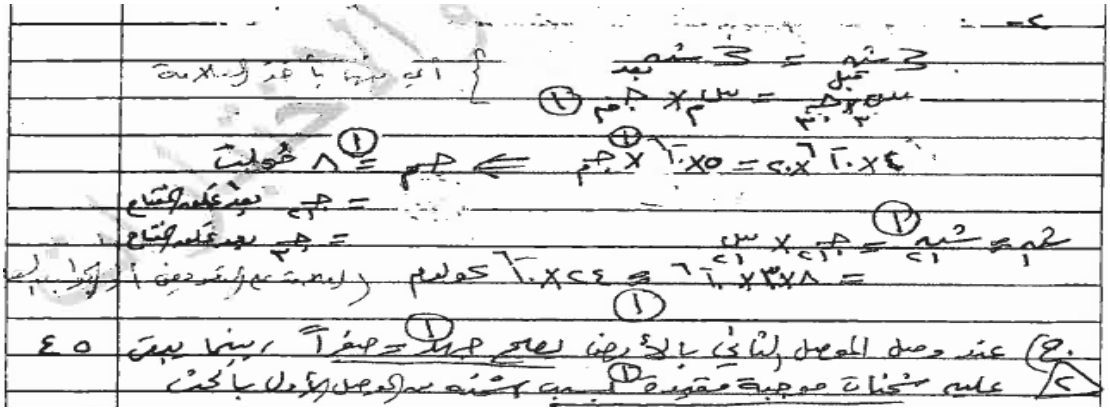
السـؤال الأول : (٢٢ علامة)

أ) يوضّح الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره (10^4) فولت/م ، النقاط ف ، ب ، د واقعة في المجال وتمثّل رؤوس مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه (٢)سم والخط الواصل بين ف ، د عمودي على خطوط المجال. احسب الشغل المبذول في نقل شحنة كهربائية موجبة مقدارها (1×10^{-3}) كولوم من النقطة ف إلى ب، عبر المسار ف د ب . (٥ علامات)

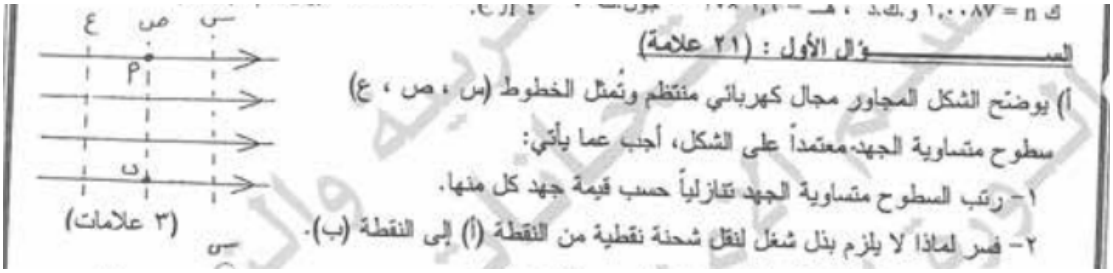
ب) وُصلت ثلاثة مواسعات كهربائية كما في الشكل المجاور، إذا علمت أن فرق الجهد بين النقطتين (ف ، ب) يساوي (٢٠)فولت عندما كان المفتاح (ح) مفتوحاً، والمواسعان س١ ، س٢ غير مشحونين . عند إغلاق المفتاح (ح) احسب: (٩ علامات)

١- المواسعة المكافئة للمواسعات. ٢- شحنة المواسع (س١).

ج) موصلان كرويان متجاوران، إذا علمت أن شحنة الأول سالبة والثاني غير مشحونة، فسّر ما يحدث لكل من الجهد والشحنة على الموصل الثاني بعد وصله بالأرض. (علامتـان)



اسئلة وزارية (٢٠١٤)شتوي

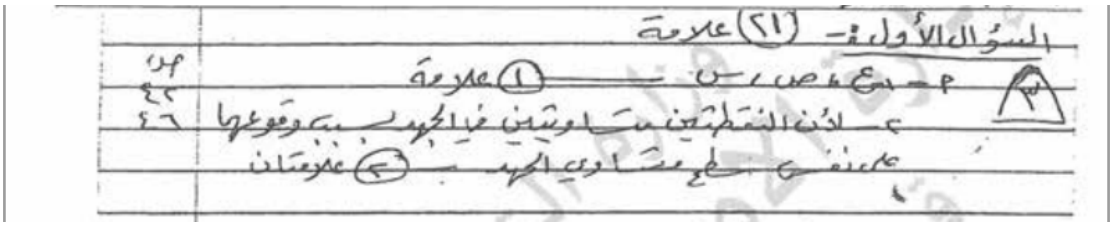


السـؤال الأول : (٢١ علامة)

أ) يوضّح الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم وتُمثل الخطوط (س ، ص ، ع) سطوح متساوية الجهد معتمداً على الشكل، أجب عما يأتي:

١- رتب السطوح متساوية الجهد تنازلياً حسب قيمة جهد كل منها.

٢- فسر لماذا لا يلزم بذل شغل لنقل شحنة نقطية من النقطة (أ) إلى النقطة (ب). (٣ علامات)



الصفحة الثانية

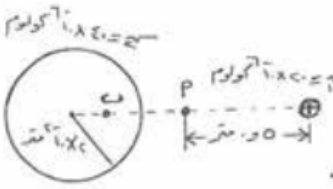
السـؤال الثاني : (٢٢ علامة)

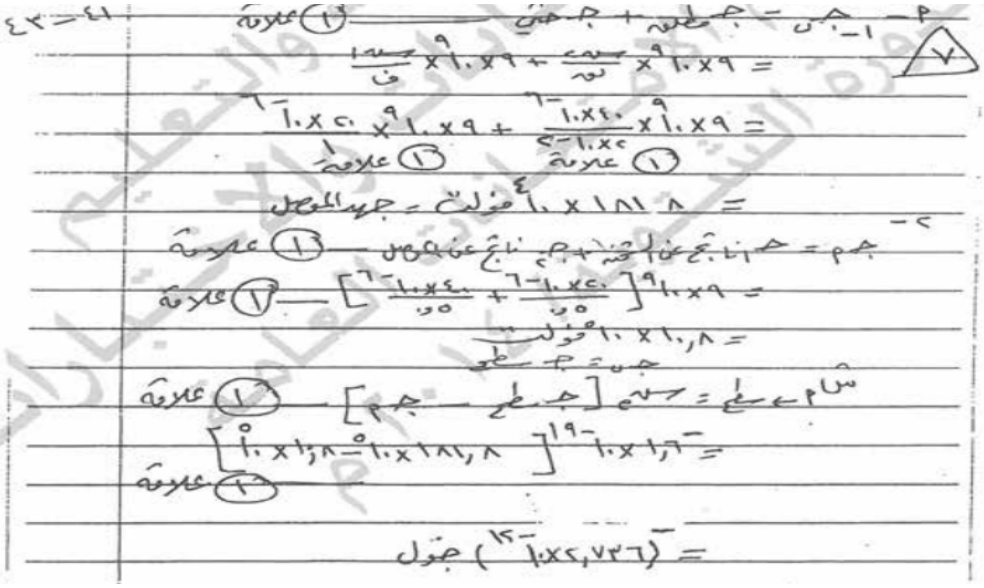
أ) في الشكل المجاور شحنة نقطية (٣ ،) تبعد عن مركز موصل كروي مشحون مسافة (١) م ، معتمداً على الشكل وبياناته، احسب:

١- جهد النقطة (ب) والتي تبعد عن مركز الموصل مسافة (١×١٠^{-٢}) م.

٢- الشغل اللازم لنقل إلكترون من النقطة (أ) إلى سطح الموصل.

(٧ علامات)





السـؤال الخامس : (٢٤ علامة)

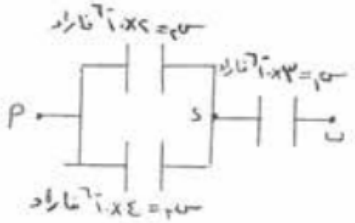
أ) معتمداً على الشكل المجاور وبياناته. إذا كان فرق الجهد بين النقطتين (ب ، د) يساوي(١٥) فولت، فاحسب:

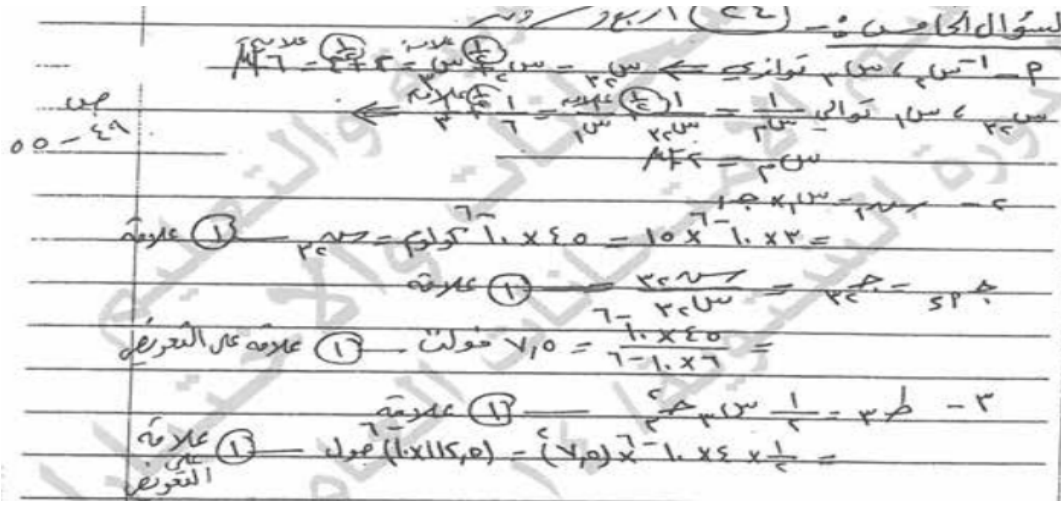
١- المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات.

٢- فرق الجهد بين النقطتين (أ ، د).

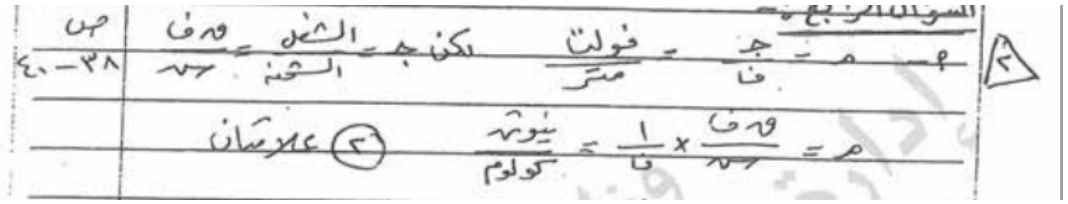
٣- الطاقة المختزنة في المواسع (س٢).

(٧ علامات)

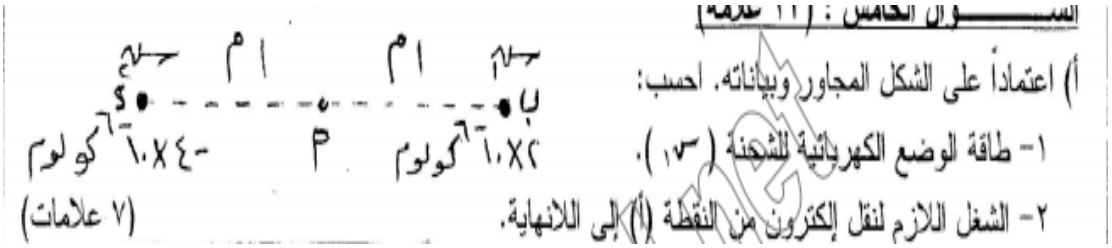




أ) اثبت أن وحدة قياس المجال الكهربائي (نيوتن/كولوم) تكافئ (فولت/متر).
(استخدم قوانين المجال الكهربائي المنتظم).

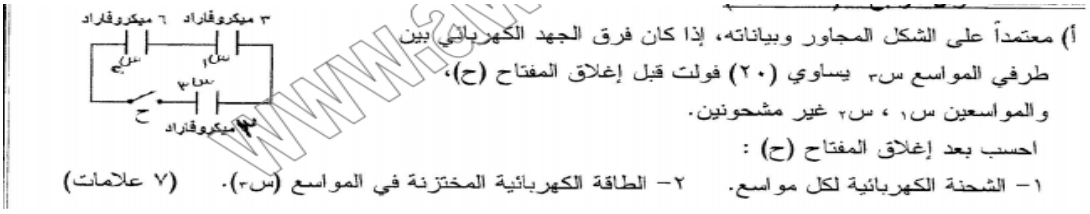


اسئلة الوزارة (٢٠١٤) صيفي



السؤال الخامس : (١١ علامة)

أ) اعتماداً على الشكل المجاور وبياناته، احسب:
١- طاقة الوضع الكهربائية للشحنة (م٣).
٢- الشغل اللازم لنقل إلكترون من النقطة (أ) إلى اللانهاية. (٧ علامات)



أ) معتمداً على الشكل المجاور وبياناته، إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين طرفي المواسع س٣ يساوي (٢٠) فولت قبل إغلاق المفتاح (ح)، والمواسعين س١ ، س٢ غير مشحونين.
احسب بعد إغلاق المفتاح (ح) :
١- الشحنة الكهربائية لكل مواسع. ٢- الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع (س٣). (٧ علامات)

www.sa

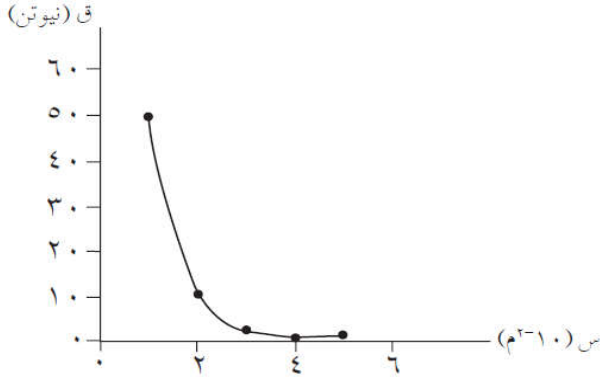
إجابات أسئلة الفصل الأول

١)

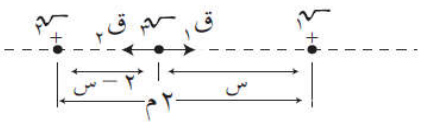
رقم الفقرة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
رمز الإجابة الصحيحة	أ	ب	د	جـ	أ	د	ب	ب	جـ

٢)

س (١٠$^{-٢}$م)	ق (نيوتن)
١	٥٠,٦٢٥
٢	١٢,٦٥٦
٣	٥,٦٢٥
٤	٣,١٦٤
٥	٢,٠٢٥



٣) يجب أن تقع الشحنة الثالثة ـــ$_{٣}$ بين الشحنتين الأولى والثانية. فإذا افترضنا بعد ـــ$_{٣}$ عن ـــ$_{١}$ هو مسافة (س) ، فإن بعدها عن ـــ$_{٢}$ يكون (٢ − س) كما هومبين في الشكل المجاور. ولكي تكون القوة المحصلة المؤثرة في ـــ$_{٣}$ صفراً، فلا بد أن تكون القوتان، متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه، أي أن:

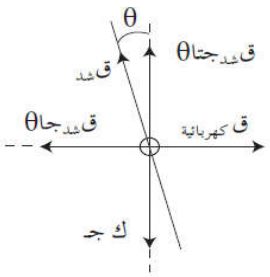


$$ق_{١} = ق_{٢} \Leftarrow \frac{ـــ_{١} ـــ_{٣}}{س^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩} = \frac{ـــ_{٢} ـــ_{٣}}{(٢ - س)^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩}$$

$$\Leftarrow \frac{ـــ_{١}}{س^{٢}} = \frac{ـــ_{٢}}{(٢ - س)^{٢}} \Leftarrow \frac{١٥}{س^{٢}} = \frac{٦}{(٢ - س)^{٢}} \Leftarrow ٦س^{٢} = ١٥ (٢ - س)^{٢} \Leftarrow س = ١,٢٢٥ م$$

٤) القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين قوة متبادلة، وحسب القانون الثالث لنيوتن فإن $\overleftarrow{ق_{٢١}} = -\overleftarrow{ق_{١٢}}$ ، لذا فإن: $\frac{ق_{٢١}}{ق_{١٢}} = -١$

٥) بما أن كل من الكرتين في وضع اتزان ، لذا فإن القوة المحصلة المؤثرة في كل منهما تساوي صفرا كما هو مبين في الشكل المجاور، ومن تحليل القوى بالاتجاهين السيني والصادي نجد أن:



ق$_{شد}$ جتا θ − ك جـ ..... (١)، حيث ق$_{شد}$: قوة الشد في الخيط

ق$_{كهربائية}$ − ق$_{شد}$ جا θ ..... (٢)، حيث ق$_{كهربائية}$: القوة الكهربائية بين الشحنتين

$$- ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ـــ^{٢}}{ف^{٢}}$$

وبالتعويض عن ق$_{شد}$ من المعادلة (١) في المعادلة (٢)، نجد أن:

$$ق_{كهربائية} - ك جـ ظا θ = - ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ـــ^{٢}}{ف^{٢}} \Leftarrow$$

$$ـــ = - \sqrt{\frac{ك جـ ف^{٢} ظا θ}{٩ \times ١٠^{٩}}}$$ ، حيث: ف = ٢ (ل جا θ)= ٠,٠٢٦ م ، ومنها نجد: ـــ = − ٤,٤ × ١٠$^{-٨}$ كولوم.

٦) أ) مـ = $\frac{\text{ش} \times ٩ \times ١٠^{٩}}{\text{ف}^{٢}}$

مـ$_{٢}$ = مـ$_{١}$ − $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{(٠,٨)^{٢}}$ ≈ ٠,٢٨ × ١٠^{٩} نيوتن/ كولوم

مـ$_{ح}$ = مـ$_{١}$ + مـ$_{٢}$ = ٢ × ٠,٢٨ × ١٠^{٩} − ٠,٥٦ × ١٠^{٩} نيوتن/كولوم باتجاه (−ش$_{٢}$)

ب) ق = مـ$_{ح}$ ش = ٠,٥٦ × ١٠^{٩} × ١,٢٨ × ١٠$^{-١٨}$ ≈ ٧,٢ × ١٠$^{-١٤}$ نيوتن ، باتجاه المجال.

جـ) جـ = جـ$_{١}$ + جـ$_{٢}$ = ٩ × ١٠^{٩} ($\frac{\text{ش}_{١}}{\text{ف}_{١}}$ + $\frac{\text{ش}_{٢}}{\text{ف}_{٢}}$)

وبما أن الشحنتين متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الإشارة، والنقطة تقع في منتصف المسافة بينهما، إذاً (جـ = صفر)

٧) (أ) جـ$_{اب}$ = جـ$_{ا}$ − جـ$_{ب}$ = (جـ$_{ا}$ − جـ$_{هـ}$) + (جـ$_{هـ}$ − جـ$_{ب}$) = (مـ ف$_{اهـ}$ جتا θ) + صفر

= ٣٢٥ × ٠,٨ × جتا ١٨٠° = − ٢٦٠ فولت.

(ب) ش$_{ا←ب}$ = − ش$_{e}$ جـ$_{ب ا}$ = − ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ × (+٢٦٠) = − ٤,١٦ × ١٠$^{-١٧}$ جول.

٨) بما أن : ق = ٩ × ١٠^{٩} × $\frac{\text{ش}_{١}\text{ش}_{٢}}{\text{ف}^{٢}}$ ⇐ ف = $\sqrt{٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\text{ش}_{١}\text{ش}_{٢}}{\text{ق}}}$ = ٠,٢٣٢ م

وعندما يتلامس الجسمان المشحونان ، فإن الشحنة تنتقل بينهما حتى يتساويان في الجهد، وبما أنهما متماثلان فإن الشحنة تتوزع بينهما بالتساوي، فتكون الشحنة على كل منهما : ش = ٢ ميكروكولوم.

⇐ ق = ٩ × ١٠^{٩} × $\frac{\text{ش}^{٢}}{(٢\text{ف})^{٢}}$ = ٠,١٧ نيوتن (تنافر) .

٩) Φ$_{\text{المكعب}}$ = $\frac{\text{ش}_{٤}}{\varepsilon_{٥}}$ = $\frac{(١٥ - ٤٠) \times ١٠^{-١٢}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}}$ = − ٢,٨٢ نيوتن . م^{٢} / كولوم.

Φ$_{\text{أحد الأوجه}}$ = $\frac{١}{٦}$ Φ$_{\text{المكعب}}$ = − ٠,٤٧ نيوتن . م^{٢} / كولوم.

١٠) Φ = $\frac{\text{ش}_{٤}}{\varepsilon_{٥}}$ ⇐ ش$_{٤}$ = Φ$_{٥}$ ε = ٨,٨٥ × ١٠$^{-١٢}$ × (−٥) = − ٤٤,٢٥ × ١٠$^{-١٢}$ كولوم = − ٤٤,٢٥ بيكوكولوم

١١) (أ) مـ = − $\frac{٦٠٠٠}{٢ \times ١٠^{-٣}}$ = − ٣ × ١٠^{٩} فولت/م.

(ب) Δ ط$_{ح}$ = ش − Δ ط$_{ر}$ = − ش$_{e}$ Δ جـ = − ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ × ٦٠٠٠ = − ٩,٦ × ١٠$^{-١٦}$ جول.

(جـ) مـ = $\frac{٦٠٠٠}{١ \times ١٠^{-٣}}$ = ٦ × ١٠^{٩} فولت / م ، أي أن المجال تضاعف. أما الطاقة الحركية للإلكترون فتبقى ثابتة لأن فرق الجهد بين اللوحين يبقى ثابتًا.

١٢) (أ) هـ ← و

(ب) مـ$_{هـ}$ = مـ$_{ر}$ = $\frac{جـ}{ف}$ = $\frac{١٠٠}{٥ \times ١٠^{-٢}}$ = ٢٠٠٠ فولت / م .

(جـ) ش$_{هـ \leftarrow ر}$ = $-\nu$ مـ ف$_{ر هـ}$ جتاθ = $-١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٢٠٠٠ \times ٢,٥ \times ١٠^{-٢}$ جتا١٨٠ = ٨×١٠^{-١٨} جول.

(د) جـ$_{هـ ر}$ = جـ$_{هـ}$ − جـ$_{ر}$ = مـ ف$_{هـ ر}$ جتا صفر = $٢٠٠٠ \times ٢,٥ \times ١٠^{-٢} \times ١$ = ٥٠ فولت.

(هـ) ش$_{ر \leftarrow د}$ = $-\nu$ مـ ف$_{د ر}$ جتا٩٠ = صفر

(و) جـ$_{د ر}$ = جـ$_{د}$ − جـ$_{ر}$ = مـ ف$_{د ر}$ جتا ٩٠° = صفر

(ز) ق = $-\nu$ مـ = $٢ \times ١٠^{-٦} \times ٢٠٠٠ \times ٤ \times ١٠^{-٣}$ نيوتن باتجاه المجال.

١٣) (أ) نق = ١٠ سم .

(ب) مـ = صفر.

(جـ) لحساب المجال عند سطح الموصل، نحسب أولا الشحنة على سطحه حيث: جـ = $\frac{\nu}{نق}$ ٩×١٠^{٩}

$\frac{\nu}{١٠ \times ١٠^{-٢}}$ ٩×١٠^{٩} = ١٨ ، ومنها نجد: ν = ٢×١٠^{-١٠} كولوم ⇐

مـ = $\frac{\nu}{نق^{٢}}$ = $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٩}{(١٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$ = $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-١٠} \times ٩}{(١٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$ = ١٨٠ نيوتن/كولوم

(د) جـ$_{٣٠سم}$ − جـ$_{٢٠سم}$ = $٩ \times ١٠^{٩} \times (\frac{٢ \times ١٠^{-١٠}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} - \frac{٢ \times ١٠^{-١٠}}{٢٠ \times ١٠^{-٢}})$ = ٩ فولت.

١٤) ليكن عدد المواسعات في هذه المجموعة ن، وعليه فإن: س$_{توازي}$ = س + س + ... = ن س ، بينما س$_{توالي}$ = $\frac{س}{ن}$

وبما أن: س$_{توازي}$ = ١٠٠ س$_{توالي}$ ⇐ ن س = ١٠٠ $\frac{س}{ن}$ ⇐ ن^{٢} = ١٠٠ ، ومنها : ن = ١٠ مواسعات.

١٥) (أ) س = $\frac{\nu}{جـ}$ = $\frac{٨٠ \times ١٠^{-٦}}{١٦}$ = ٥×١٠^{-٦} فاراد = ٥ ميكروفاراد.

(ب) س = $\frac{\varepsilon_{\circ} أ}{ف}$ ⇐ ف = $\frac{\varepsilon_{\circ} أ}{س}$ = $\frac{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ١ \times ١٠^{-٤}}{٥ \times ١٠^{-٦}}$ = $١,٧٧ \times ١٠^{-١٠}$م

(جـ) σ = $\frac{\nu}{أ}$ = $\frac{٨٠ \times ١٠^{-٦}}{١ \times ١٠^{-٤}}$ = ٠,٨ كولوم/م^{٢} .

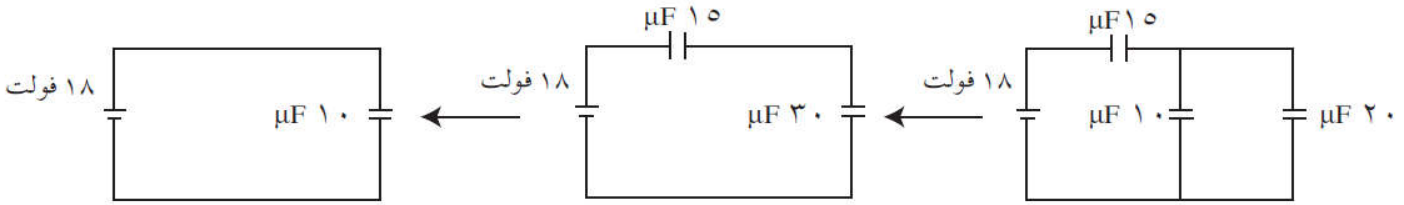
(د) مـ = $\frac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}}$ = $\frac{٠,٨}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}}$ = $٩,٠٤ \times ١٠^{١٠}$ نيوتن / كولوم ،

أو مـ = $\frac{جـ}{ف}$ = $\frac{١٦}{١,٧٧ \times ١٠^{-١٠}}$ = $٩,٠٤ \times ١٠^{١٠}$ فولت/م.

(هـ) ط = $\frac{١}{٢}$ νجـ = $\frac{١}{٢} \times ٨٠ \times ١٠^{-٦} \times ١٦$ = $٦,٤ \times ١٠^{-٤}$ جول .

(و) ط = $\frac{١}{٢}$ س جـ^{٢} = $\frac{١}{٢} \times ٥ \times ١٠^{-٦} \times (٤٢)^{٢}$ = $٤٤,١ \times ١٠^{-٤}$ جول.

(١٦



$\Leftarrow$ $\nu_{\text{كلية}} = س_{\text{مكافئة}} \times جـ = ١٠ \times ١٠^{-٦} \times ١٨ = ١٨٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم $= \nu_{\mu F ٣٠}$

$جـ_{\mu F ٣٠} = \frac{\nu}{س} = \frac{١٨٠ \times ١٠^{-٦}}{٣٠ \times ١٠^{-٦}} = ٦$ فولت $= جـ_{\mu F ١٠}$ $\Leftarrow$

$ط_{\mu F ١٠} = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ١٠ \times ١٠^{-٦} \times (٦)^{٢} = ١,٨ \times ١٠^{-٤}$ جول.

١٧) (أ) المواسعات الثلاثة موصولة على التوازي ، لذا : $س_{\text{مكافئة}} = ٤ + ٧ + ٦ = ١٧ \times ١٠^{-٦}$ فاراد.

(ب) بما أن : $جـ_{اب} = جـ_{\mu F ٤} = جـ_{\mu F ٧} = جـ_{\mu F ٦} = ٤٨$ فولت $\Leftarrow$ $\nu_{\mu F ٤} = س جـ = ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٤٨ = ١٩٢$ ميكروكولوم ،

$\nu_{\mu F ٧} = س جـ = ٧ \times ١٠^{-٦} \times ٤٨ = ٣٣٦$ ميكروكولوم ، $\nu_{\mu F ٦} = س جـ = ٦ \times ١٠^{-٦} \times ٤٨ = ٢٨٨$ ميكروكولوم .

(جـ) $ط = \frac{١}{٢} \nu جـ = \frac{١}{٢} \times ١٩٢ \times ١٠^{-٦} \times ٤٨$

$= ٤٦٠٨ \times ١٠^{-٦}$ جول

١٨) $س_{١} = ٤$ μF ، $س_{٢} = ١$ μF ، $س_{٣} = ٥$ μF

عندما يكون المفتاح مفتوحًا $\nu_{١} = س_{١} جـ = ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٢٠ = ٨٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم.

عند غلق المفتاح تتوزع هذه الشحنة على المواسع ($س_{١}$) وعلى المواسع ($س_{٣٢}$ = ٦μF) وهو المكافئ للمواسعين $س_{٢}$، $س_{٣}$ حتى يتساويان في الجهد. من قانون حفظ الشحنة:

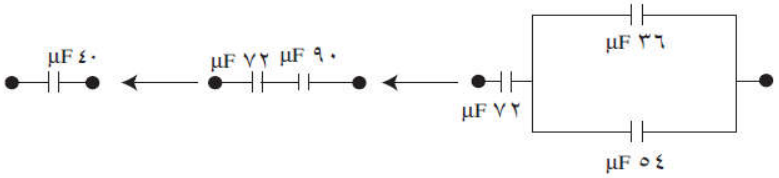
$\nu_{١} = \nu_{١} + \nu_{٣٢}$

$\nu_{١} = جـَ س_{١} + جـَ س_{٣٢}$. حيث جـَ : جهد المواسع بعد غلق المفتاح

$جـَ = \frac{\nu_{١}}{س_{١} + س_{٣٢}} = \frac{٨٠ \times ١٠^{-٦}}{(٤ + ٦) \times ١٠^{-٦}} = ٨$ فولت

$\nu_{٢} = جـَ س_{٢} = ٨ \times ١ \times ١٠^{-٦} = ٨ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

$\nu_{٣} = جـَ س_{٣} = ٨ \times ٥ \times ١٠^{-٦} = ٤٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .



(١٩

$\Leftarrow$ $ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٤٠ \times ١٠^{-٦} \times (٥٠)^{٢} = ٠,٠٥$ جول.