المبدع في الفيزياء

أعداد الاستاذ:محمد الغرايبة

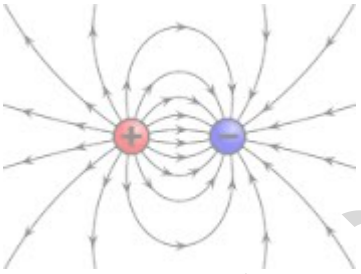
مركز الجامعة

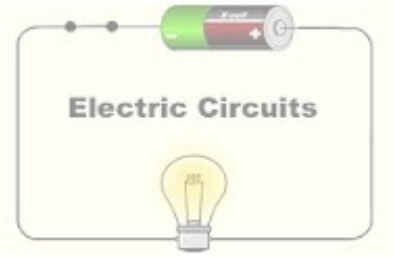
العقبة

0787684738

أعداد الاستاذ محمد الغرايبة

الكهرباء الساكنة





الكهرباء الساكنة

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

١-١ القوة الكهربائية:-

١-١-١ الشحنة الكهربائية :-

* الشحنة الكهربائية نوعان موجبة وسالبة .
* أصغر شحنة حرة موجودة في الطبيعة هي شحنة الإلكترون لذا سميت بالشحنة الأساسية ، ويرمز لها بالرمز(ش$_e$) ومقدارها (١،٦ X ١٠$^{-١٩}$ كولوم) حيث الكولوم هو الوحدة التي تقاس بها الشحنة في النظام العالمي للوحدات .

* الشحنة الكهربائية : احدى خصائص المادة وأما أن تكون موجبة أو سالبة .
* الشحن (التكهرب) : العملية التي يشحن بها جسم بشحنة كهربائية .
* تشحن المواد بثلاث طرق :
١- الدلك ٢- اللمس ٣- التأثير .
* تقسم المواد حسب قابليتها لنقل الشحنات خلالها الى ثلاث اقسام :
١- موصلة ٢- عازلة ٣- شبه موصله.

س/ ما هو مبدأ **حفظ الشحنة ؟**

وهو ان مجموع الشحنة الكهربائية لأي نظام معزول هو كمية ثابتة ، اي أن ما يكسبه جسم يفقده آخر في هذا النظام .

س/ ما هو مبدأ **تكمية الشحنة ؟**

وهو ان الشحنة الكهربائية على اي جسم هي من مضاعفات شحنة الالكترون . اي أن :

{ الشحنة = عدد صحيح X شحنة الإلكترون }

ش جسم = ن X **ش** e

* الجسم الذي **يفقد** الكترونات تصبح شحنته موجبة .
* الجسم الذي **يكسب** الكترونات تصبح شحنته سالبة .

مثال : ما شحنة جسيم فقد ١٠ الكترون ، علما بان شحنة الالكترون = ١,٦× ١٠$^{-١٩}$ كولوم.

(Σ ش قبل = Σ ش بعد)

سؤال : ما شحنة جسم اكتسب ($١٠^{٧}$) إلكترون ؟

الحل :

$ش_{جسم} = ن \times ش_{e} = ١٠^{٧} \times ١،٦ \times ١٠^{-١٩}$

$ش_{جسم} = ١،٦ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم (سالبة) .

١-١-٢ قانون كولوم :-

*** الشحنات المتشابهة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب بما يسمى بالقوى الكهربائية بين الشحنات .**

* وضع العالم كولوم قانون يجد من خلاله مقدار القوة الكهربائية بين أي شحنتين بإهمال أبعاد الكرات (**وكأن الشحنة تتركز في مركز الكرات الصغيرة**) .

* استخدم العالم كولوم **جهاز ميزان اللي** للوصول لقانونه عن طريق حساب مقدار القوة المتبادلة بين شحنتين متجاورتين .

* **نص قانون كولوم** : (القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين ($ش_{١}$ ، $ش_{٢}$) تفصل بينهما مسافة (ف) تتناسب طردياً مع مقدار كل من الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما) .

$ق = \text{ثابت} \times \frac{ش_{١} ش_{٢}}{ف^{٢}}$ ، الثابت = $\frac{١}{٤\pi\epsilon_{.}} = ٩ \times ١٠^{٩}$ نيوتن. م^{٢}/ كولوم^{٢} .

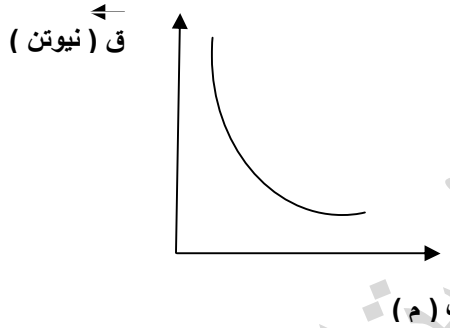
* $\epsilon_{.}$:- السماحية الكهربائية للوسط (الفراغ أو الهواء) = $٨،٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم^{٢} / نيوتن. م^{٢} .

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

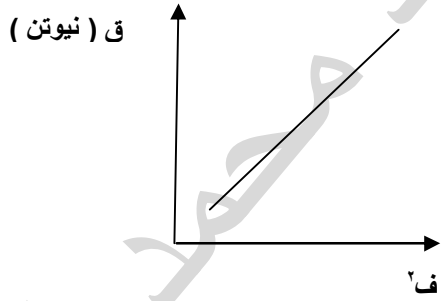
* العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين هي :

١. **سماحية الوسط الكهربائية (ε.)** **(علاقة عكسية مع ق) .**
٢. **مقدار كل من الشحنتين (علاقة طردية مع ق) (كولوم) .**
٣. **مربع المسافة الفاصلة بين الشحنتين (ف^{٢}) (علاقة عكسية مع ق) (متر تربيع) .**

وعند تمثيل العلاقة بين **ق** (القوة المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين) و**ف** (المسافة بين الشحنتين) نحصل على الشكل :



وعند تمثيل العلاقة بين **ق** و $\frac{1}{ف^{2}}$ نحصل على علاقة خطية كما في الشكل التالي :



قانون الجذب الكتلي :

$$ق = ج \frac{ك_{١} ك_{٢}}{ف^{٢}}$$

حيث ج = ٦.٧ × ١٠$^{-١١}$ نيوتن .م^{٢} / كغ^{٢}

* **ملي** كولوم =١٠$^{-٣}$ كولوم = ١/١٠٠٠ كولوم .
* **ميكرو**كولوم =١٠$^{-٦}$ كولوم = ١/١٠٠٠٠٠٠ كولوم .
* **نانو**كولوم =١٠$^{-٩}$ كولوم = ١/١٠٠٠٠٠٠٠٠٠كولوم .
* **بيكو**كولوم =١٠$^{-١٢}$كولوم = ١/١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠كولوم .

* **<u>القوة كمية متجهة</u>** لذا يجب تحديد إتجاه القوة كما يجب معرفة مقدارها وتحديد طبيعة القوة (تنافر أو تجاذب) .

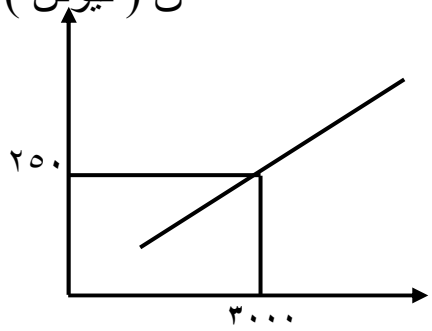
أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

مثال : شحنتان كهربئيتان مقدار كل منهما ١٠ × ١٠$^{-٦}$ كولوم والمسافة بينهما ١٠ سم ، اوجد

١- القوة المتبادلة بينهما .(علما بأن الوسط المحيط هو الفراغ) .

٢- قوة الجذب الكتلي بين الشحنتين علما بأن كتلتيهما (٢٠ × ١٠$^{-٣٠}$) كغم

سؤال : مستعيناً بالشكل رقم (١-٢ ب) إحسب ميل المستقيم ثم جد مقدار كل من الشحنتين (على فرض أنهما شحنتان متماثلتان) ؟



الشكل (١-٢/ ب)

الحل:- ش$_{١}$ = ش$_{٢}$ = ش

الميل = Δص/ Δس = ٢٥٠ / ٣٠٠٠

= ١ / ١٢ نيوتن . م = ق X ف^{٢} ١/ف^{٢}(١ / م^{٢})

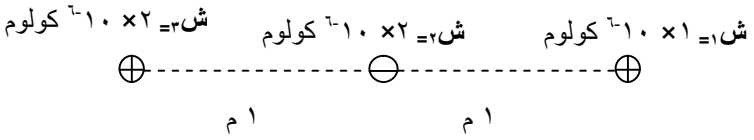
من قانون كولوم ⟵ ق X ف^{٢} = ٩ X ١٠^{٩} ش^{٢}

١ / ١٢ = ٩ X ١٠^{٩} ش^{٢} ش^{٢} = ٩،٢٦ X ١٠$^{-١٢}$

ش^{٢} = ١ / ١٢ X ٩ X ١٠^{٩} ش = $\sqrt{٩،٢٦ \text{ X } ١٠^{-١٢}}$

ش = ± ٣،٠٤ X ١٠$^{-٦}$ كولوم = ش$_{١}$ = ش$_{٢}$

مثال : في الشكل المقابل ، أوجد القوة المحصلة والمؤثرة في الشحنة ش٢ .



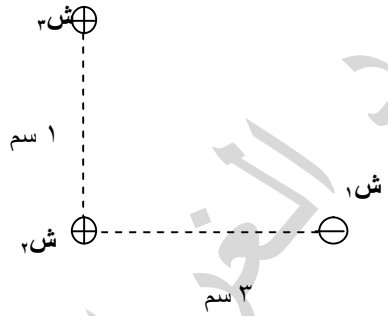
مثال (٣): في الشكل المقابل ، اذا علمت أن :

ش١ = ٦ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم .

ش٢ = ١ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم .

ش٣ = ١ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم .

أوجد القوة المحصلة والمؤثرة في ش٢ ؟



أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

سؤال : كرتان صغيرتان مشحونتان مجموع شحنتيهما ٥ ميكروكولوم والمسافة بين مركزيهما ١ م ، إذا كانت القوة المتبادلة بينهما ٥،٤ X ١٠ $^{-٢}$ نيوتن ، أوجد مقدار كلٍ من الشحنتين ؟

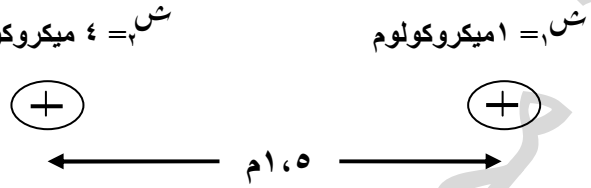
الحل : ش$_١$ + ش$_٢$ = ٥ X ١٠ $^{-٦}$ كولوم ⟵ ش$_٢$ = ٥ X ١٠ $^{-٦}$ - ش$_١$

ق = $\frac{٩\text{X}١٠^{٩}\ \text{ش}_١\ \text{ش}_٢}{\text{ف}^٢}$ ⟵ ٥،٤ X ١٠ $^{-٢}$ = ٩ X ١٠ ^{٩} ١ (٥ X ١٠ $^{-٦}$ - ش$_١$) / ١

٦X١٠ $^{-١٢}$ = ٥ X ١٠ $^{-٦}$ ش$_١$ - ش$_١^٢$ ⟵ ش$_١^٢$ - ٥ X ١٠ $^{-٦}$ ش$_١$ + ٦ X ١٠ $^{-١٢}$ = صفر

(ش$_١$ - ٢ X ١٠ $^{-٦}$) (ش$_١$ - ٣ X ١٠ $^{-٦}$) = صفر

سؤال : **شحنتان تقع على المستوى السيني (كما بالشكل المجاور) ، احسب أين يجب وضع شحنة ثالثة سالبة على المستوى السيني لتكون القوة المحصلة عليها تساوي صفر ؟**



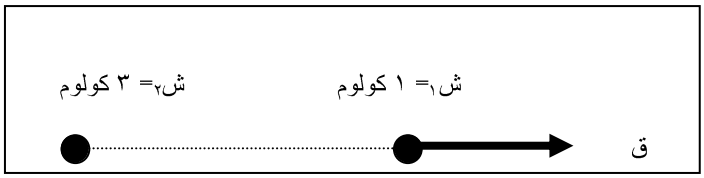
الحل:

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

وزارة ٢٠٠٠ : **ما العامل الذي لا يتوقف عليه مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطتين؟**

أ) نوع كل من الشحنتين ب) مقدار كل من الشحنتين ج) نوع الوسط الفاصل بين الشحنتين د) المسافة بين الشحنتين

وزارة ٢٠٠٠ : **في الشكل المجاور إذا كانت القوة المؤثرة على الشحنة النقطية (ش١) تساوي (ق) نيوتن باتجاه الشرق، فإن القوة المؤثرة على (ش٢) تساوي (بالنيوتن):**



أ) ٣ق غرباً ب) ٣ق شرقاً
ج) ق غرباً د) ق شرقاً ٣

وزارة ٢٠٠٢ : **إن عبارة "مقدار شحنة أي جسم يجب أن تساوي عدداً صحيحاً من شحنة الإلكترون" تدل على أن شحنة الجسم:**

أ) أقل من شحنة الإلكترون ب) محفوظة ج) لا تقنى ولا تستحدث د) مكماة

اجابة أسئلة متعدد الخيارات

) أ
) ج
) د

أعداد الاستاذ محمد الغرايبة

١ - ٢ المجال الكهربائي :-

سؤال : كيف تؤثر الشحنات الكهربائية على بعضها البعض بقوة دون تلامس ؟

طور العالم (مايكل فارادي) مفهوما جديدا سماه المجال الكهربائي حاول تفسير السؤال السابق ، فقال ان المنطقة حول الشحنة تتأثر.

* **المجال الكهربائي** :- هو القوة المؤثرة في شحنة إختبار صغيرة موجبة موضوعة في نقطة معينة مقسوماً على شحنة الإختبار.

$$م = \frac{ق}{ش_{.}}$$

م : المجال الكهربائي .
ق : القوة المؤثرة ، $ش_{.}$: شحنة الإختبار النقطية .

وبتعويض قانون كولوم في في قانون المجال :

$$م = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \quad ش}{ف^{٢}}$$

* إفترض العلماء أن تكون **شحنة الاختبار النقطية دائماً موجبة لذا يكون إتجاه المجال دائماً باتجاه القوة نفسها** .

*** يجب أن تكون شحنة الاختبار صغيرة جداً حتى لا يؤثر مجالها على قيمة المجال الكهربائي المراد قياسه**

- تستخدم شحنة الاختبار الموجبة في :

١. الكشف عن وجود المجال الكهربائي واتجاهه .
٢. قياس شدة المجال الكهربائي .
٣. تخطيط المجال الكهربائي .

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

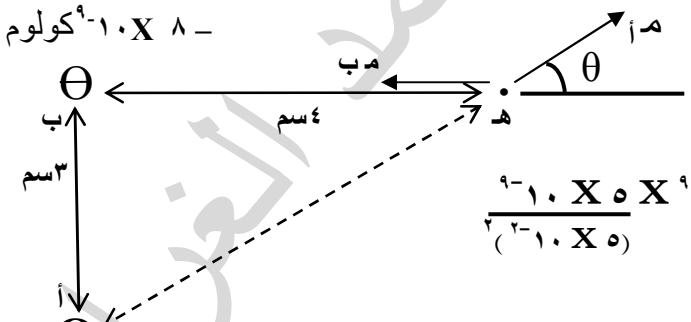
مثال ١-٣ : إحسب المجال الكهربائي في موضع شحنة الاختبار التي قيمتها ١ نانوكولوم والتي تؤثر بها قوة كهربائية مقدارها ٠،٦ نيوتن ، ١٥° .

الحل :

$$\text{مـ} = \frac{\text{ق}}{\text{ش .}} = \frac{٠،٦}{١\text{X}١٠^{-٩}} = ٦\text{X}١٠^{٨} \text{ نيوتن / كولوم ، } ١٥^{\circ} .$$

- **نقطة التعادل :** هي النقطة التي ينعدم عندها المجال (مـ = صفر) . **وتوجد :**
  - ❖ في منتصف المسافة بين شحنتين متشابهتين ومتساويتين .
  - ❖ بين شحنتين متشابهتين وغير متساويتين وأقرب للصغرى .
  - ❖ خارج شحنتين مختلفتين نوعاً ومختلفتين مقداراً على الخط الواصل بينهما وأقرب للصغرى .
  - ❖ أي شحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع **لا يوجد لهما نقطة تعادل**.

مثال ١-٤ : شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء كما في الشكل (١ – ٤)
إحسب :
١- المجال الكهربائي عند النقطه (هـ) .
٢- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها (-١ بيكوكولوم) موضوعة عند النقطة (هـ) .



الحل:

أهـ = $\sqrt{٣^{٢} + ٤^{٢}}$ = ٥ سم

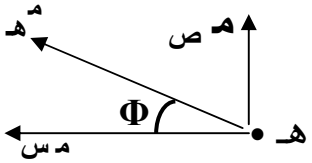
١) $\text{مـ}_{\text{أ}} = \frac{٩\text{X}١٠^{٩} \text{ ش}_{\text{أ}}}{\text{ف}^{٢}}$ = $\frac{٩\text{X}١٠^{٩}\text{X}٥\text{X}١٠^{-٩}}{(٥\text{X}١٠^{-٢})^{٢}}$

= ١،٨ X ١٠^٤ نيوتن / كولوم . كما في الشكل

$\text{مـ}_{\text{ب}} = \frac{٩\text{X}١٠^{٩} \text{ ش}_{\text{ب}}}{\text{ف}^{٢}} = ٩\text{X}١٠^{٩}\text{X}\frac{٨\text{X}١٠^{-٩}}{(٤\text{X}١٠^{-٢})^{٢}} = ٤،٥\text{X}١٠^{٤}$ نيوتن/ كولوم .

- نحلل (مـ أ)
- مـ أس = مـ أ جتاθ = ١،٨ X ١٠^٤ X ٠،٨ = ١،٤٤ X ١٠^٤ نيوتن / كولوم . س+ .
- مـ أص = مـ أ جاθ = ١،٨ X ١٠^٤ X ٠،٦ = ١،٠٨ X ١٠^٤ نيوتن / كولوم . ص+
- $\sum$ مـ س = مـ أس + مـ ب = ١،٤٤ X ١٠^٤ – ٤،٥ X ١٠^٤ = – ٣،٠٦ X ١٠^٤ نيوتن /كولوم

• $\sum$ م ص = ١،٠٨ X ١٠ $^{-٤}$ نيوتن / كولوم . ص+



م هـ = $\sqrt{\text{م}^{٢}\text{ص} + \text{م}^{٢}\text{س}}$ = $\sqrt{(-٣،٠٦ \text{ X } ١٠^{-٤})^{٢} + (١،٠٨ \text{ X } ١٠^{-٤})^{٢}}$

← م هـ = ٣،٢٤ X ١٠ $^{-٤}$ نيوتن / كولوم .

ظاΦ = $\frac{\text{م ص}}{\text{م س}}$ = $\frac{١،٠٨}{-٣،٠٦}$ ← Φ = ظا$^{-١}$(- ٠،٣٥)

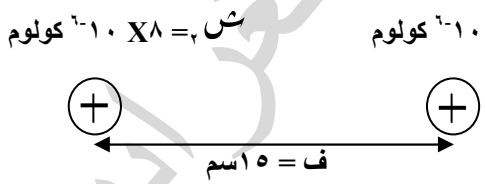
٢) ق = م ش = ٣،٢٤ X ١٠ $^{-٤}$ X ١ X ١٠ $^{-١٢}$

← ق = ٣،٢٤ X ١٠ $^{-٨}$ نيوتن .

اتجاه القوة عكس اتجاه المجال بمقدار (١٨٠°) ، وذلك لأن الشحنة سالبة .

← $\angle$ = Φ + ١٨٠°

سؤال: في الشكل المجاور،
إحسب بُعد نقطة التعادل عن الشحنة الأولى ؟



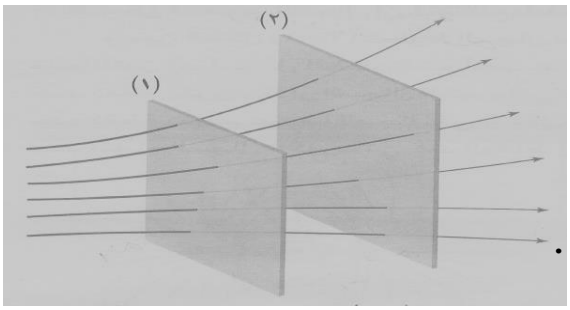
الحل :

أعداد الأستاذ: محمد الغرايبة

١-٢-١ خطوط المجال الكهربائي :

* **خط المجال الكهربائي** : هو المسار الوهمي الذي تسلكه شحنة الاختبار الموجبة حرة الحركة عند وضعها في المجال الكهربائي .
* ترتبط خطوط المجال بالمجال الكهربائي عند أي نقطة في الحيز المحيط بالشحنة بما يلي :

- يكون متجه المجال الكهربائي مماساً لخط المجال الكهربائي عند أي نقطة .



ملاحظات الشكل المجاور :

١- مقدار المجال عند السطح (١) أكبر منها عند السطح (٢)
والسبب أن خطوط المجال عند السطح (١) أكثر تقارباً منها عند السطح (ب) .. **ومنه نستنتج أن مقدار المجال غير ثابت.**

٢- خطوط المجال تشير الى اتجاهات مختلفة (**أي أن اتجاه المجال غير ثابت**) .

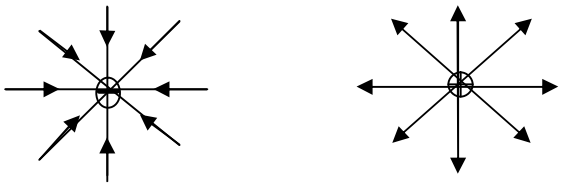
س : ما هي قواعد رسم خطوط المجال المجال الكهربائي ؟

١-تبدأ الخطوط من الشحنة الموجبة وتنتهي بالشحنة السالبة .

٢-عدد خطوط المجال الخارجة من الشحنة الموجبة أو تلك الداخلة الى السالبة يتناسب مع مقدار الشحنة .

٣-لا يمكن لخطوط المجال أن تتقاطع .

س : ارسم خطوط المجال الكهربائي لشحنة نقطية موجبة وأخرى سالبة .



س : لا يمكن لخطوط المجال أن تتقاطع .

لأنه لو تقاطعت الخطوط ، لوجد عند نقطة التقاطع أكثر من اتجاه للمجال (أكثر من مماس) وهذا مستحيل لأنه يتناقض مع مفاهيم المقادير والمتجهات .

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

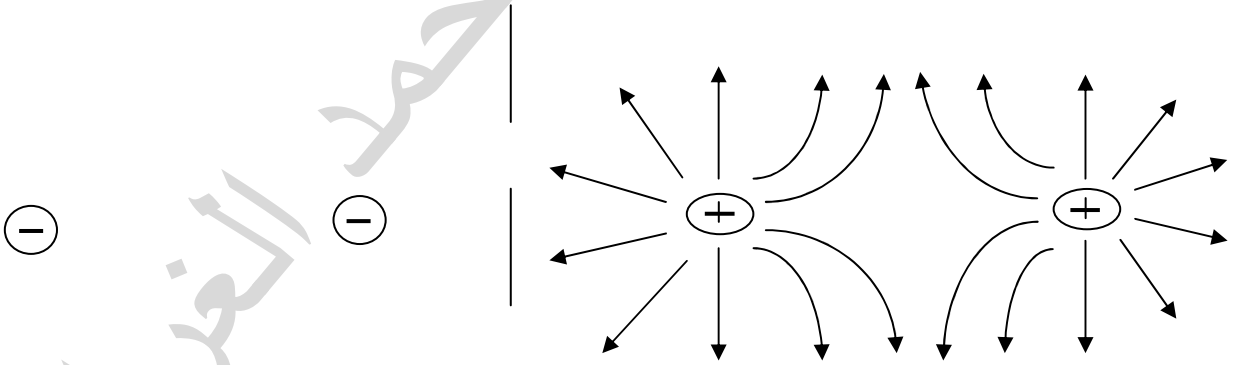
- **يعد المجال الناشئ عن شحنة نقطية مجال غير منتظم لما سلف ذكره .**

- **<u>المجال المنتظم</u>** : هو المجال الذي يكون فيه خطوط المجال متوازية ولها نفس الاتجاه .
- لرسم خطوط المجال الكهربائي لأي توزيع من الشحنات الكهربائية قواعد ، هي :

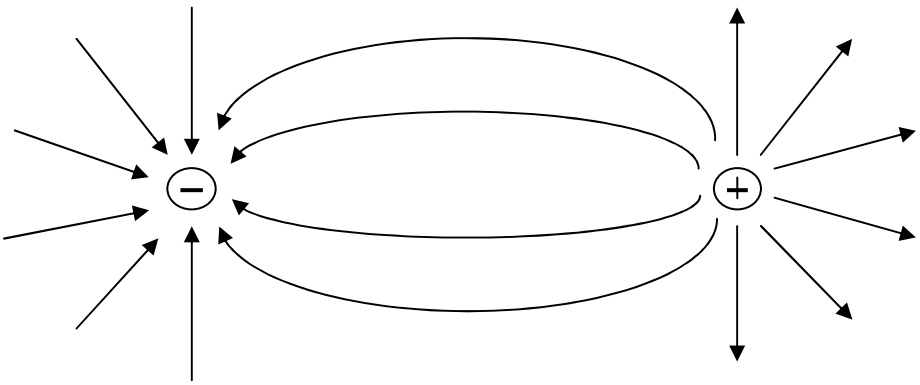
١ـ تبدأ خطوط المجال من الشحنة الموجبة وتنتهي بالشحنة السالبة ، علل ؟
(لأن كل خط مجال يمثل حركة شحنة اختبار موجبة تتنافر مع الشحنة الموجبة **فتظهر وكأنها** خارجة منها أو مبتعدة عنها ، وتتجاذب مع الشحنة السالبة **فتظهر وكأنها** داخلة فيها أو مقتربة منها) .

٢ـ عدد خطوط المجال الخارجة من الشحنة الموجبة أو تلك الداخلة إلى الشحنة السالبة يتناسب مع مقدار الشحنة .

* خطوط المجال بين شحنتين متماثلتين :

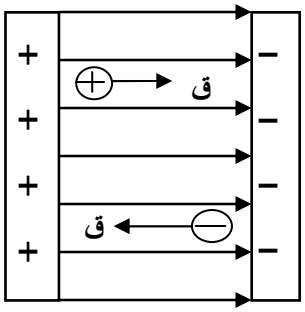


* خطوط المجال بين شحنتين متساويتين مقدارا" ومختلفتين نوعا" :



١-٢- ٢ : حركة جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم :

* يمكن الحصول على مجال كهربائي منتظم في الحيز بين لوحين فلزيين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين احداهما موجبة والأخرى سالبة . ويمثل المجال المنتظم برسم خطوط مستقيمة متوازية البعد بينهما متساوٍ وتشير بالاتجاه نفسه. كما في الشكل (١- ٨) المجاور .



الشكل (١- ٨)

*** أي جسيم مشحون يتحرك داخل المجال المنتظم فانه يكتسب تسارعا ثابتا بسبب ثبات القوة المؤثرة عليه مقدارا و اتجاها .**

ق = م ش = ك ت

$$\Longleftarrow \quad ت = \frac{م\ ش}{ك}$$

* يتم حل هذه المسائل باستخدام معادلات الحركة **بتسارع ثابت** .

$$ع_{٢} = ع_{١} + ت\ ز$$

$$ع_{٢}^{٢} = ع_{١}^{٢} + ٢ ت\ ف$$

$$ف = ع_{١}\ ز + \frac{١}{٢}\ ت\ ز^{٢}$$

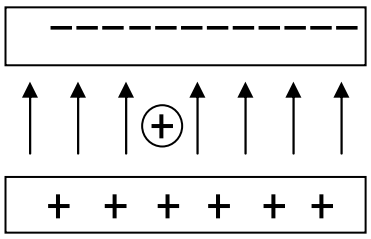
- نلاحظ أن تسارع أي شحنة موضوعة في مجال كهربائي يعتمد على العوامل التالية : ١) شدة المجال الكهربائي (م) (تناسب طردي مع ت) .
  ٢) شحنة الجسيم (ش) (تناسب طردي مع ت) .
  ٣) كتلة الجسيم المشحون (ك) (تناسب عكسي مع ت) .

*** حركة الشحنات الموجبة تكون دائماً مع اتجاه المجال الكهربائي ، وحركة الشحنات السالبة عكس اتجاه المجال .**

* **الجسم متزن** : تعني أن محصلة القوى على الجسم = صفر ، وله حالتان :
١. يبقى الجسم ساكن اذا كان ساكن .
٢. يتحرك الجسم بسرعة ثابتة اذا كان متحرك .

مثال (١-٥) :

اتزن جسم شحنته (٣ نانو كولوم) عند وضعه في مجال كهربائي منتظم (١ X ١٠^{٦} نيوتن / كولوم) كما هو مبين في الشكل المجاور (١-٩) .
جد كتلة الجسيم المشحون ؟ (جـ = ١٠م/ث^{٢}) .



الشكل (١-٩)

الحل

- الجسم المتزن ⟵ محصلة القوى = صفر

ق$_{ك}$ = ق$_{و}$ ⟵ م ش = ك جـ

$$ك = \frac{م\ ش}{جـ} = \frac{٣ X ١٠^{-٩} X ١ X ١٠^{٦}}{١٠} = ٣ X ١٠^{-٤}$$

ك = ٣ X ١٠$^{-٤}$ كغم

مثال (١-٦) :

تحرك إلكترون من السكون في مجال كهربائي منتظم مقداره (٤ X ١٠^{٣} نيوتن / كولوم) بالاتجاه الأفقي ، بإهمال الجاذبية احسب سرعة الإلكترون بعد قطعه مسافة أفقية مقدارها (٨،٣ ملم) .

الحل :

ع$_{١}$ = صفر ، ك$_{e}$ = ٩،١١ X ١٠$^{-٣١}$ كغم .

ع$_{٢}^{٢}$ = ع$_{١}^{٢}$ + ٢ ت ف

= صفر + ٢ X ٧ X ١٠^{١٤} X ٨،٣ X ١٠$^{-٣}$

ع$_{٢}^{٢}$ = ١١،٦ X ١٠^{١٢}

ع$_{٢}$ = $\sqrt{١١،٦ X ١٠^{١٢}}$

ع$_{٢}$ = ٣،٤ X ١٠^{٦} م / ث .

ت = $\frac{م\ ش}{ك}$

= $\frac{١،٦ X ١٠^{-١٩} X ٤ X ١٠^{٣}}{٩،١١ X ١٠^{-٣١}}$

ت = ٧ X ١٠^{١٤} م/ث^{٢}

* من تطبيقات المجال الكهربائي المنتظم استخدامه في **أنبوب أشعة المهبط** .

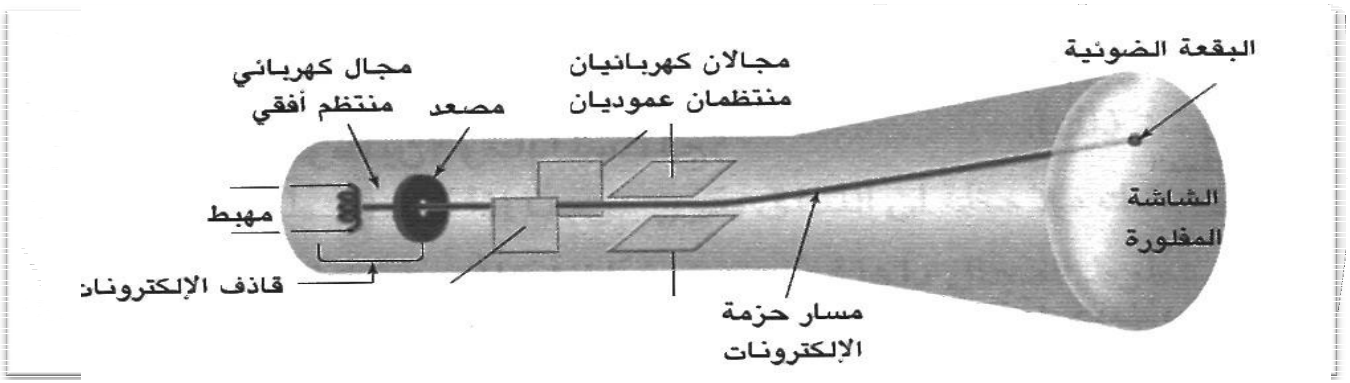
* هذا الأنبوب يستخدم في شاشات الحاسوب وجهاز راسم الذبذبات .

* **الأجزاء:**

١) **قاذف الالكترونات** : يتكون من :
- فتيل ملتهب (مهبط سالب) .
- مصعد مثقوب موجب ،
- مجال كهربائي منتظم أفقي : يعمل على تسريع حركة الالكترونات داخل القاذف .

٢) **مجالان كهربائيان منتظمان عموديان** : يعملان على حرف مسار حزمة الالكترونات .

٣) **شاشة مفلورة** .



التوضيح :

١-يتم في الانبوب بعث إلكترونات من فتيل ملتهب (مهبط) .

٢-ثم تسريعها في مجال كهربائي منتظم أفقي نحو مصعد مثقوب (داخل قاذف الإلكترونات) .

(القاذف : عبارة عن حيز تنبعث الالكترونات منه خلال ثقب صغير جداً)

٣-بعد ذلك يحرف مسار حزمة الالكترونات يميناً ويساراً ثم أعلى وأسفل عبر مجاليين كهربائيين منتظمين عموديين على مسار الحزمة .

٤-من خلال التحكم في المجالين يتم توجيه حزمة الالكترونات نحو الشاشة المفلورة فتترك عليها بقعة ضوئية .

س : **في أنبوبة أشعة المهبط بين وظيفة كل جزء من الأجزاء التالية :**

١- **المهبط :** بعث إلكترونات من فتيل ملتهب مهبط .

٢- **قاذف الالكترونات :** يتم تسريع الالكترونات في مجال كهربائي منتظم أفقي نحو مصعد مثقوب .

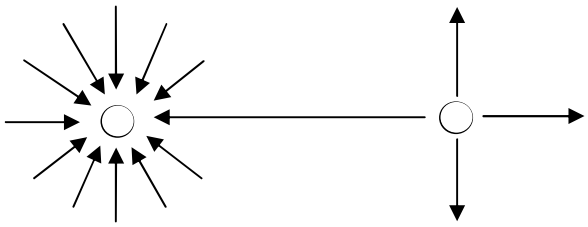
٣- **المجالين العاموديين على مسار الحزمة :** توجيه حزمة الالكترونات فتحرف الالكترونات يميناً ويساراً ثم أعلى وأسفل.

٤- **الشاشة المفلورة :** تنتج بقع ضوئية عند سقوط الالكترونات عليها .

سؤال : في الشكل المجاور ، حدد :

١) **النسبة** $ش_1 : ش_2$ ؟

٢) **نوع شحنة كل منهما ؟**



$ش_2$ $ش_1$

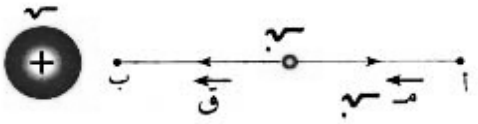
الحل :

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

(١-٤) : الجهد الكهربائي :

(١-٤-١) : فرق الجهد الكهربائي :

في الشكل المقابل عند محاولة قوة خارجية نقل الشحنة الكهربائية من الموقع (أ) الى الموقع (ب) فاننا نبذل شغلا يخزن على شكل طاقة وضع :



(Δ ط و) كهربائية = (ط و)ب − (ط و)أ = ش ب ← أ

حيث (ط و : طاقة الوضع) و (ش : الشغل)

ويعرف فرق الجهد الكهربائي على انه :

" التغير في طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة " ، أي أن :

$$جـ_{ب\,أ} = جـ_ب - جـ_أ = \frac{\Delta ط_و}{ش} = \frac{ط_{وب} - ط_{وأ}}{ش}$$

جـ $_\infty$ = صفر ، (ط و)$_\infty$ = صفر ، جـ الأرض = صفر .

* الجهد الكهربائي هو **كمية قياسية** وحدته (جول / كولوم) وتدعى هذه الوحدة (الفولت) ، لذا يتم حساب **مقدار** الجهد الكهربائي **فقط** .

سؤال : ماذا نعني بقولنا: إن الجهد الكهربائي في نقطة ما ٦ فولت؟

هذا يعني : اننا نحتاج الى شغل مقداره ٦ جول لنقل وحدة الشحنات الموجبة من المالانهاية الى تلك النقطة.

سؤال : ماذا يحدث لطاقة وضع شحنة الاختبار عند اقترابها من الشحنة الموجبة؟

يزداد التنافر وبالتالي تزداد طاقة وضعها .

سؤال : ماذا يحدث لطاقة وضع شحنة الاختبار عند اقترابها من الشحنة السالبة؟

يقل التنافر وبالتالي تقل طاقة وضعها .

أعداد الاستاذ محمد الغرايبة

مثال (١-١٦) :
شحنة كهربائية مقدارها ٢ X ١٠^-٨ كولوم ، موضوعة عند النقطة (أ) التي جهدها (٥ فولت) ، احسب : ١- طاقة الوضع الكهربائية للشحنة .
٢- الشغل اللازم لنقل الشحنة من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) الذي جهده ١٢ فولت .
٣- التغير في طاقة وضع الشحنة عند نقلها من (أ) إلى (ب) .

الحل

١) طو$_{أ}$ = **جـ** ش = ٢ X ١٠^-٨ X ٥ = ١٠ X ١٠^-٨ جول .

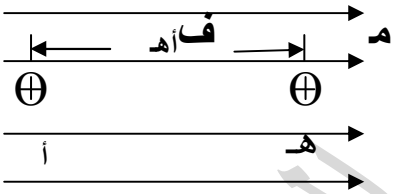
٢) ش$_{أ \leftarrow ب}$ = ش Δجـ = ش (جـ$_{ب}$ – جـ$_{أ}$)

= ٢ X ١٠^-٨ (١٢ – ٥) = ١٤ X ١٠^-٨ جول .

٣) Δطو = ش = + ١٤ X ١٠^-٨ جول . (+ : تزداد طاقة الوضع) .

(١-٤-٢) فرق الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم :

نلاحظ في الشكل المجاور شحنة موجبة موضوعة في مجال كهربائي منتظم ، ستتحرك الشحنة من الموقع (أ) إلى الموقع (هـ) بفعل القوة الكهربائية مما يؤدي **إلى تسارع الشحنة** وزيادة في طاقتها الحركية



الشكل (١-٢٣) / أ

اذا أردنا تحريك **الشحنة بسرعة ثابتة** يجب التأثير عليها بقوة خارجية مساوية للقوة الكهربائية بالمقدار و معاكسة لها بالاتجاه وبهذا نحصل على فرق في طاقة الوضع مقداره

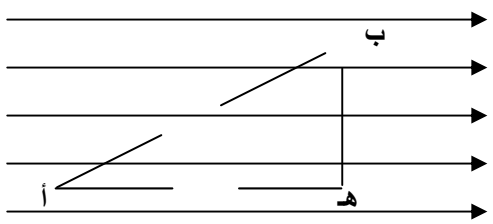
ط و =(ط و) أ – (ط و) هـ = الشغل هـ أ

= ق . ف أهـ = ش مـ . ف أهـ

جـ$_{أهـ}$ = $\frac{\Delta طو_{أهـ}}{ش}$ = $\frac{ش \cdot ف_{أهـ}}{ش}$ = مـ . ف$_{أهـ}$ = مـ ف$_{أهـ}$ جتا$\theta_{أهـ}$.

حيث $\theta_{أهـ}$: الزاوية المحصورة بين (مـ) والإزاحة (ف أهـ) .

• **ملاحظات مهمة** :



جـ أهـ
١- الحركة (أ ⟵ هـ) الإزاحة مع اتجاه المجال (θ = صفر) (جتاθ = ١) .

جـ هـ أ
٢- الحركة (هـ ⟵ أ) الإزاحة عكس اتجاه المجال (θ = ١٨٠°)(جتا١٨٠° = - ١) .

جـ ب هـ صفر
٣- الحركة (ب ⟵ هـ) أو(هـ ⟵ ب) الشكل (١- ٢٣) / ب الإزاحة تتعامد مع اتجاه المجال (θ = ٩٠°) (جتا٩٠° = صفر) .

* السطح الواصل بين النقطتين (ب ⟵ هـ) يسمى **سطح تساوي الجهد** ، لذا لا يوجد فرق جهد بين أي نقطتين عليه (Δ جـ = صفر) ، لذا لا يوجد تغير في طاقة الوضع الكهربائية لأي شحنة تتحرك على هذا السطح (**Δ ط و = الشغل = صفر**) .

س : اذكر أهم خصائص سطح تساوي الجهد .

- سطوح وهمية ، ولا تتقاطع .
- تتساوى على السطح الواحد جميع قيم الجهد.(جـ= صفر)
- لا يوجد تغير في طاقة الوضع للشحنة الكهربائية إذا تحركت عبر هذا السطح (ط و = صفر) .
- القوة الكهربائية لا تبذل شغلاً عند انتقال الشحنة عبر هذا السطح. (الشغل المبذول = صفر).
- سطوح عمودية على خط المجال .

س : علل : لا نبذل شغلاً عند تحريك شحنة عموديا عًلى مجال كهربائي منتظم ؟
لأن الحركة العامودية على خطوط المجال تكون على سطح تساوي الجهد ، لذا (Δجـ = صفر) وبالتالي (Δطو = صفر) أي أن (الشغل = صفر) .

مثال (١-١٧) :
تحرك بروتون شحنته(١،٦ X ١٠$^{-١٩}$) كولوم ، وكتلته (١،٦٧ X ١٠$^{-٢٧}$) كغم 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 هذه المسافة

١) $جـ_{أب}$ = م ف جتا صفر = ٦٢٥ X ٤ X $١٠^{-٢}$ X ١ = ٢٥ فولت .

٢) Δ $طو_{أب}$ = $ش_{P}$ ($جـ_{ب}$ – $جـ_{أ}$) = ١,٦ X $١٠^{-١٩}$ (- ٢٥)

⟵ Δ $طو_{أب}$ = - ٤ X $١٠^{-١٨}$ جول (طاقة وضع (أ) أكبر لأن جهدها أكبر) .

٣) $ط_{م_أ}$ = $ط_{م_ب}$ $طو_أ$ + $طح_أ$ = $طو_ب$ + $طح_ب$

⟵ $طح_ب$ = $طح_أ$ ($طو_أ$ - $طو_ب$)

٢/١ ك $ع_ب^{٢}$ = صفر + ٤ X $١٠^{-١٨}$ = ٤ X $١٠^{-١٨}$

$ع_ب$ = $\sqrt{\frac{٨ \text{ X } ١٠^{-١٨}}{١,٦٧ \text{ X } ١٠^{-٢٧}}}$ = ٦,٩ X $١٠^{٤}$ م / ث .

$طح_أ$ = صفر ($ع_أ$ = صفر)

$طو_أ$ - $طو_ب$ = - Δ $طو_{أب}$

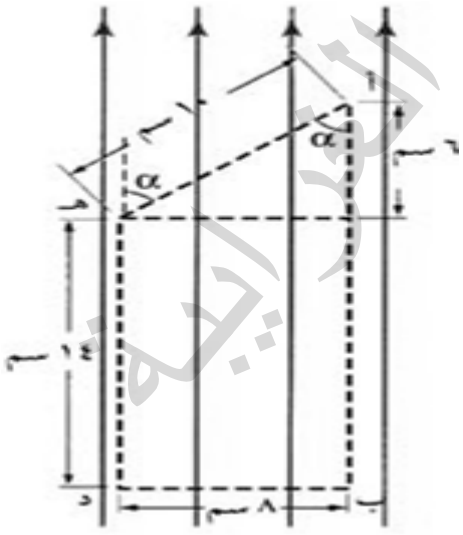
$ع_ب$ = سرعة البروتون عند النقطة (ب) .

- **يستخدم المجال الكهربائي** في المسارعات النووية لتسريع الجسيمات الصغيرة المشحونة .

مثال (١- ١٨) :

يؤثر مجال كهربائي منتظم مقداره $١٠^{٣}$ فولت/م في اتجاه الصادات الموجبة كما في الشكل (١-٢٤) ، مستعيناً بالبيانات المبينة على الشكل ، احسب :

١- $جـ_{أب}$. ٢- $جـ_{بد}$. ٣- $جـ_{دأ}$. ٤- $جـ_{هـأ}$.



الحل :

١) $جـ_{أب}$ = م ف $_{أب}$ جتا ١٨٠° = $١٠^{٣}$ X ٠،٢ X ١-

$جـ_{أب}$ = - ٢٠٠ فولت .

٢) $جـ_{بد}$ = م ف $_{بد}$ جتا ٩٠° = صفر . (جتا ٩٠° = صفر)

٣) جـأ = جـدب + جـ ب أ

= مـ فـدب جتا ٩٠° + مـ فـب أ جتا صفر

جـأ = صفر + ١٠^٣ X ٠،٢ X ١ = ٢٠٠ فولت .

جـأب = - جـب أ

٤) جـهـ أ = جـهـ و + جـ و أ

* أو :

= مـ فـهـ و جتا ٩٠° + مـ فـو أ جتا صفر

= صفر + ١٠^٣ X ٠،٠٦ X ١

جـهـ أ = ٦٠ فولت .

مثال : شحنة مقدارها٣ × ١٠^-٦ كولوم ، موضوعة في نقطة جهدها (٨) فولت ، احسب :

١- طاقة الوضع الكهربائية للشحنة.

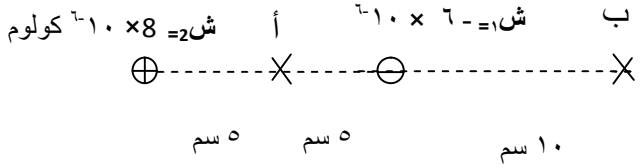
٢- الشغل اللازم لنقلها الى نقطة جهدها ١٢ فولت .

٣- التغير في طاقة وضع الشحنة لنقلها الى نقطة جهدها ١٢ فولت .

٤- الشغل اللازم لنقل الشحنة الى مالانهاية .

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

مثال : في الشكل التالي ، احسب ما يلي :



١- جهد النقطة أ .

٢- جهد النقطة ب.

٣- طاقة الوضع لشحنة مقدارها (٤ × ١٠-٦) كولوم موضوعة في النقطة أ .

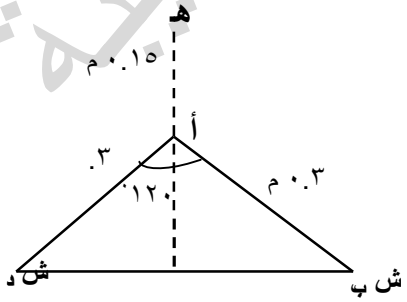
٤- فرق االجهد بين النقطتين (أ و ب) .

٥- الشغل اللازم لنقل الشحنة ٤ × ١٠-٦ من النقطة أ الى النقطة ب .

مثال : وزارة ٢٠٠٥ / بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل المجاور ، واذا علمت ان (ش ب = ش د = +٥ × ١٠-٩ كولوم) والشحنات نقطية وموضوعة في الهواء ، فاحسب مايلي :

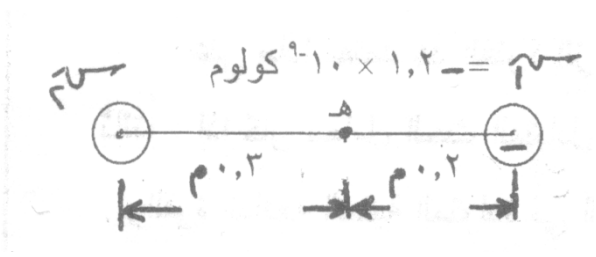
١- المجال المحصل عند النقطة أ .

٢- مقدار ونوع الشحنة النقطية الواجب وضعها في النقطة (هـ) ليصبح الجهد الكهربائي الكلي في النقطة (أ) = صفر .



أعداد الاستاذ محمد الغرايبة

مثال وزارة ٢٠٠٦ الدورة الشتوية : بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل (ش١ ، ش٢) شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء ، اذا كان الجهد الكهربائي في النقطة(هـ) يساوي صفر فاجب عما يأتي :



١ – احسب مقدار ونوع الشحنة (ش٢) .

٢–احسب المجال الكهربائي في النقطة هـ مقدارا واتجاها .

٣–ماذا نعني بقولنا " شحنة نقطية "

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

(١-٤-٣) : الجهد الكهربائي الناجم عن شحنات نقطية عدة :

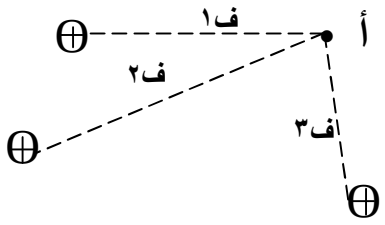
جـ = م . ف = ٩×١٠^{٩} $\frac{ص}{ف^{٢}}$. ف

م = ٩×١٠^{٩} $\frac{ص}{ف^{٢}}$

$$جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ص}{ف}$$

- (جـ) : جهد أي نقطة تبعد مسافة (ف) عن شحنة (ص) .
- الجهد كمية قياسية لذا نعوض إشارة الشحنة (موجبة أو سالبة) عند حساب الجهد ، **فنلاحظ أن جهد نقطة من شحنة موجبة هو موجب وجهد نقطة من شحنة سالبة هو سالب .**
- لحساب جهد نقطة تقع بين عدة شحنات فإننا نجد المجموع الجبري للجهود الناجم عن كل هذه الشحنات .

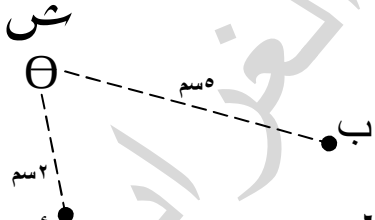
$$جـ_{أ} = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{ص_{١}}{ف_{١}} + \frac{ص_{٢}}{ف_{٢}} + \frac{ص_{٣}}{ف_{٣}} + ... \right)$$



الشكل (١ - ٢٥)

مثال(١-١٩) :

في الشكل (١-٢٦) جد (جـ أب) ،
إذا علمت أن (ص = -٣ ميكرو كولوم) .



الشكل (١-٢٦)

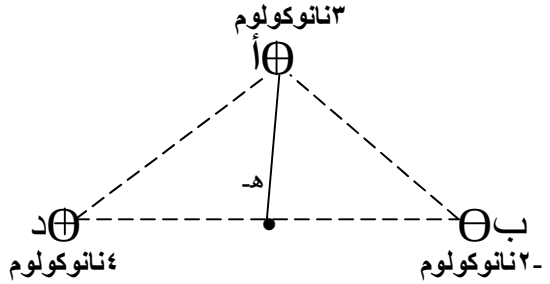
الحل :

- جـ$_{أ}$ = ٩×١٠^{٩} $\frac{ص}{ف}_{أ}$ = ٩×١٠^{٩} $\times \frac{-٣ \times ١٠^{-٦}}{٢ \times ١٠^{-٢}}$

جـ$_{أ}$ = - $١٣,٥ \times ١٠^{٥}$ فولت .

- **جـ$_{ب}$** = ٩×١٠^{٩} $\frac{ص}{ف}_{ب}$ = ٩×١٠^{٩} $\times \frac{-٣ \times ١٠^{-٦}}{٥ \times ١٠^{-٢}}$ = - $٥,٤ \times ١٠^{٥}$ **فولت .**
- **جـ$_{أب}$ = جـ$_{ب}$ – جـ$_{أ}$** = - $٥,٤ \times ١٠^{٥}$ - - $١٣,٥ \times ١٠^{٥}$

= $٨,١ \times ١٠^{٥}$ **فولت .**



مثال (١-٢٠) :

في الشكل (١-٢٧) شحنات نقطية ثلاثة موضوعة في الهواء وتفصل بينها المسافات الآتية : أ ب = أ د = ٥سم . ب د = ٨سم . احسب ما يلي :

١- الجهد الكهربائي عند النقطة (هـ) الواقعة في منتصف المسافة (ب د) .

٢- الشغل اللازم لنقل بروتون من المالانهاية إلى النقطة (هـ) .

٣- طاقة الوضع الكهربائي للبروتون في الموقع (هـ) .

الحل :

١) $جـ_{هـ} = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{ش_{أ}}{ف_{أهـ}} + \frac{ش_{د}}{ف_{دهـ}} + \frac{ش_{ب}}{ف_{ب هـ}} \right)$

$= ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{٣ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٢}} + \frac{٤ \times ١٠^{-٩}}{٤ \times ١٠^{-٢}} + \frac{-٢ \times ١٠^{-٩}}{٤ \times ١٠^{-٢}} \right)$

$= ١٣٥٠$ فولت .

$\overline{أهـ} = \sqrt{٥^{٢} + ٤^{٢}}$

$= \sqrt{٩}$

$\overline{أهـ} = ٣$ سم

٢) الشغل $= ش \Delta جـ = ش (جـ_{هـ} - جـ_{\infty}) = ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ١٣٥٠$

الشغل $= ٢,١٦ \times ١٠^{-١٦}$ جول . ⟵

٣) $ط_{و}$ = الشغل $= ٢,١٦ \times ١٠^{-١٦}$ جول .

- هذه الطاقة تم تخزينها في البروتون عند نقله من المالانهاية الى النقطة هـ .

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

مثال : وضعت شحنة مقدارها ٢ميكروكولوم على بعد (١م) عن شحنة أخرى مقدارها ١ ميكروكولوم ، جد مقدار طاقة وضع كل شحنة بالنسبة للشحنة الأخرى ؟

الحل :

- $طو_{١٢} = ش_{١} \times جـ_{١٢} = ش_{١} \times \frac{ش}{ف} \times ٩ \times ١٠^{٩} \times$

$$= ٢ \times ١٠^{-٦} \times \frac{١ \times ١٠^{-٦} \times ٩ \times ١٠^{٩}}{٢٦ \div ١}$$

$طو_{١٢} = ١٨ \times ١٠^{-٣}$ جول . ⟵

- $طو_{٢١} = ش_{٢} \times جـ_{٢١} = ش_{٢} \times \frac{ش}{ف} \times ٩ \times ١٠^{٩} \times$

$$= ١ \times ١٠^{-٦} \times \frac{٢ \times ١٠^{-٦} \times ٩ \times ١٠^{٩}}{١}$$

$طو_{٢١} = ١٨ \times ١٠^{-٣}$ جول . ⟵

$طو_{٢١} = طو_{١٢}$ ⟵

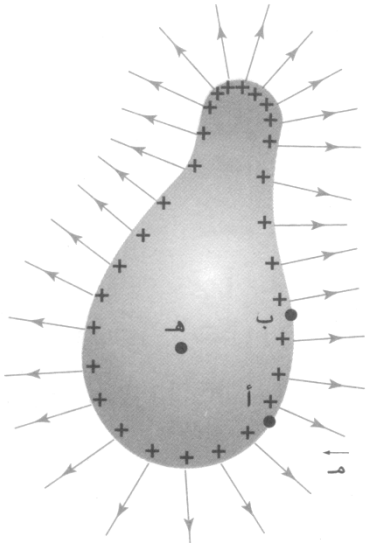
*** ملاحظة :** أي شحنتين (ش١ ، ش٢) تفصل بينهما مسافة (ف) فإن كلا الشحنتين تختزن طاقة وضع متساوية نسبة لبعضها .

مثال : شحنتان نقطيتان مقدارهما (٤ ، ٦) ميكروكولوم ، تفصل بينهما مسافة مقدارها (٣سم) ، احسب الشغل اللازم لجعل المسافة بينهما (٥ سم) ؟

الحل :

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

(١-٤-٤) : الجهد الكهربائي لموصل مشحون :



* في الشكل المقابل الشحنات مستقرة على سطح الموصل ولا تتحرك

لذا فأن : جـ ب – جـ أ = صفر جـ ب = جـ أ .

وهذا يعني ان كل النقاط على سطح الموصل متساوية في الجهد ،

لذا يعد سطح الموصل سطحا متساويا للجهد .

* وبما ان المجال داخل الموصل يساوي صفر فأن :

جـ هـ – جـ أ = صفر

جـ هـ = جـ أ (وهذا يعني ان الجهد عند اي نقطة داخل الموصل ثابت ويساوي قيمته عند سطح الموصل) .

*الشحنات تتوزع بانتظام على السطح الخارجي للموصل الكروي ، ويمكن النظر الى للشحنة الموزعة بانتظام على سطحه كأنها تتركز في منتصفه ، وعلى هذا يعطى الجهد الكروي لسطح مشحون بـ :

$$جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ش}{نق}$$

بحيث ف = نق

* لحساب الجهد على سطح الموصل الكروي أو في أي نقطة بداخله .

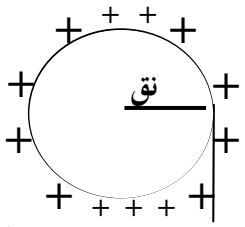
والجهد على بعد ف من مركز الموصل يساوي :

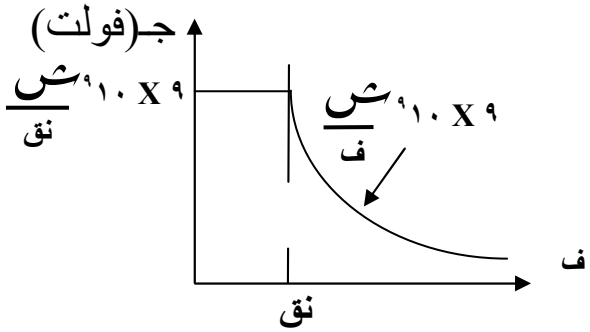
$$جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ش}{ف}$$

* لحساب جهد أي نقطة تقع خارج الموصل المشحون .

اعداد الاستاذ محمد الغرايبة

• **يبين الشكل (١ - ٢٩) رسماً بيانياً للجهد الناجم عن موصل كروي .**





سؤال ص (٤٤):

• ما عدد الالكترونات التي يجب ازالتها من موصل كروي نصف قطره ٣سم ليصبح الجهد الكهربائي على سطحه ٧٥٠٠فولت ؟

الحل :

• $جـ = \frac{ص}{نق} ٩ X ١٠$ ⟵

$٧٥٠٠ = \frac{ص}{٢-١٠ X ٣} ٩ X ١٠$

⟵ $ص = ٩-١٠ X ٢٥$ **كولوم .**

• $ص_{جسم} = ن ص_e$

$ن = ١٩-١٠ X ١،٦ X ٩-١٠ X ٢٥$

$ن = ١٠ ١٠ X ١٥،٦$ **إلكترون .**

*** إذا تلامس موصلين مشحونين ببعضهما يتساوى جهد كلٍ منهما ($جـ_١ = جـ_٢$) .**

• الجهد الكلي عند أي نقطة هو مجموع الجهود الحثية من الشحنات الأخرى المجاورة للنقطة + الجهد المطلق من الشحنة الموجودة على سطحه .

جـ الكلي = جـ المطلق + جـ الحثي

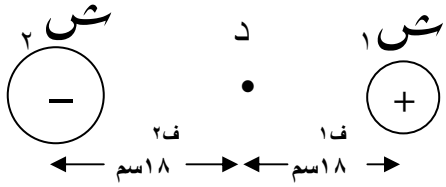
•عند توصيل موصل مشحون بالأرض يتغير عليه الآتي : ( )

١. مقدار الشحنة (**يمكن أن يتغير نوع شحنة الموصل عند وصله بالأرض اذا كانت الشحنات متشابهة**)

٢. الجهد الكلي للموصل = صفر .

مثال (١-٢٢) : موصلان كرويان نصفا قطريهما ١ سم ، ٢ سم على الترتيب ، والمسافة بين مركزيهما ٣٦ سم ، إذا علمت أن شحنة الأولى ١٠ نانو كولوم ، وشحنة الثانية -٢نانوكولوم ، جد ما يلي :

١- جهد نقطة تقع في منتصف المسافة بين الكرتين .
٢- جهد نقطة تقع على سطح الموصل الأول .
٣- الشحنة على الموصل الثاني بعد وصله بالأرض .



الحل : ف = ٣٦ X ١٠$^{-٢}$ م .

١) جـ = جـ$_{١}$ + جـ$_{٢}$ = $\frac{ص_{١}}{ف_{١}}$ ٩X١٠ ٩X٩ + $\frac{ص_{٢}}{ف_{٢}}$ ٩X١٠ ٩X٩ = $\frac{٩-X١٠ ٩X٩}{٢-X١٠ X١٨}$ + $\frac{٩-X١٠ X١٠ ٩X٩}{٢-X١٠ X١٨}$ + $\frac{٩-X١٠ X٢- ٩X٩}{٢-X١٠ X١٨}$

جـ = ٥٠٠ ـ ١٠٠ = ٤٠٠ فولت .

٢) أو (احسب الجهد الكلي للموصل الأول) جـ الكلي = جـ مطلق١ + جـ حثي٢

جـ الكلي = $\frac{ص_{١}}{نق_{١}}$ ٩X١٠ ٩X٩ + $\frac{ص_{٢}}{ف}$ ٩X١٠ ٩X٩ = $\frac{٩-X١٠ X١٠ ٩X٩}{٢-X١٠ X١}$ + $\frac{٩-X١٠ X٢- ٩X٩}{٢-X١٠ X٣٦}$

= ٩٠٠٠ ـ ٥٠ = ٨٩٥٠ فولت .

٣) الجهد الكلي = صفر = جـ مطلق٢ + جـ حثي١ ⟵ صفر = $\frac{ص_{٢}}{نق_{٢}}$ ٩X١٠ ٩X٩ + $\frac{ص}{ف}$ ٩X١٠ ٩X٩

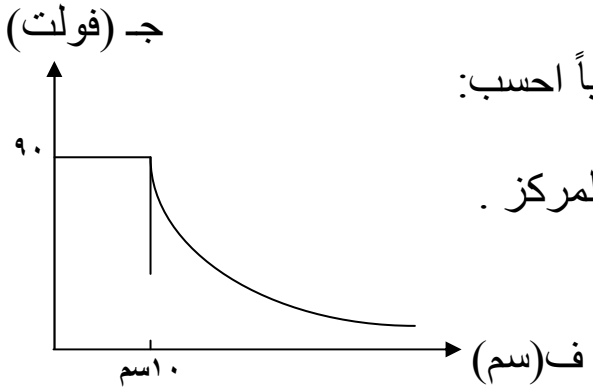
صفر = $\frac{ص_{٢}}{٢X١٠^{-٢}}$ ٩X١٠ ٩X٩ + $\frac{٩-X١٠ X١٠ ٩X٩}{٢-X١٠ X٣٦}$ = ٤،٥ X ١٠ ^{١١} ص$_{٢}$ + ٢٥٠

ص$_{٢}$ = $\frac{-٢٥٠}{٤،٥ X ١٠^{١١}}$ ⟵ ص$_{٢}$ = - ٠،٥٥ X ١٠$^{-٩}$ كولوم .

سؤال : يمثل الشكل المجاور العلاقة بين جهد موصل كروي مشحون والبعد عن مركزه بيانياً احسب:

١- شحنة الكرة .

٢- الجهد الكهربائي على بعد (٣سم) عن المركز .



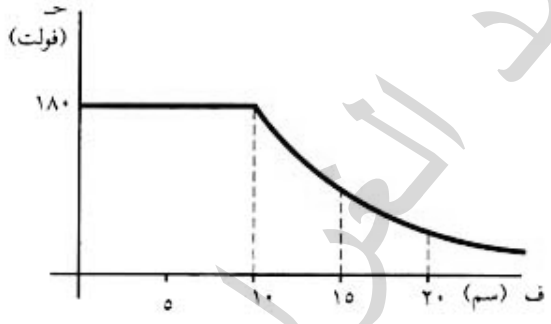
الحل :

مثال : مثلت العلاقة بين الجهد الكهربائي لموصل كروي مشحون، والبعد عن مركزه بيانياً كما في الشكل المقابل اعتماداً على الرسم، جد:

أ- نصف قطر الموصل

ب- الجهد على سطح الموصل

جـ- فرق الجهد بين نقطتين تبعدان عن مركز الموصل5 سم، ٢٠سم على الترتيب.

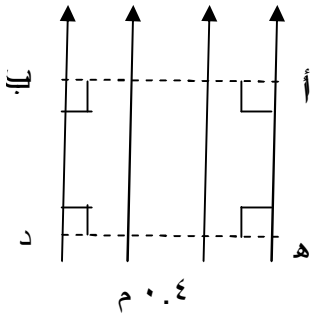


أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

مثال :وزارة ٢٠٠٥ دورة صيفية/ يمثل الشكل المجاور مجالا كهربائيا منتظما (١٠ ^{٣}) فولت / م ، اعتمادا على القيم المثبتة عليه ، احسب :

١- جـ $_{أهـ}$ (الجهد من أ الى هـ)

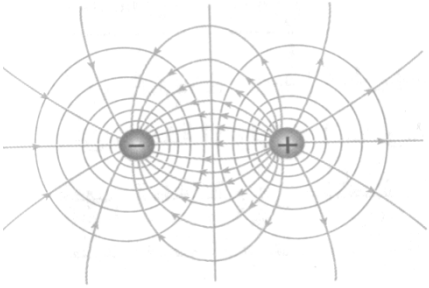
٢- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها مقداره (١) ميكروكولوم من النقطة هـ الى النقطة ب.



أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

(١-٤-٥) السطوح متساوية الجهد :

- **سطح متساوي الجهد** : هو السطح الذي لا تحتاج القوة الكهربائية إلى بذل شغل لنقل الشحنة عليه .



- صفات سطوح تساوي الجهد :

١- سطوح وهمية تسهم في تصور توزيع قيم الجهد.

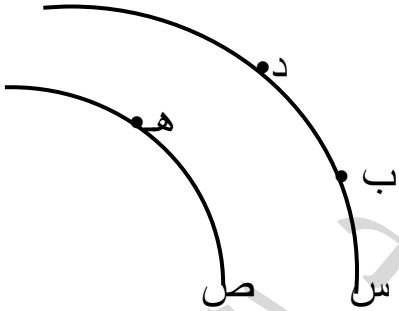
٢- سطوح تساوي الجهد تحيط بالشخنة.

٣- سطوح تساوي الجهد لا تتقاطع.

٤- سطوح تساوي الجهد متعامدة مع خطوط المجال.

*** مثال :** (س) و (ص) سطحان من سطوح تساوي الجهد . النقاط (ب ، د ، هـ) تقع على السطحين . اذا علمت أن (جـب = ٦٠ فولت) ، ولزم شغل كهربائي مقداره (٣ X ١٠$^{-٥}$) جول لنقل شحنة مقدارها (٣ميكروكولوم) من (د) إلى (هـ) ، احسب جهد السطح (ص) ؟

الحل :



جـب = جـ د (تقعان على خط تساوي جهد واحد) .

الشغل = ش Δ جـدهـ = ش (جـهـ - جـ د)

٣ X ١٠$^{-٥}$ = ٣ X ١٠$^{-٦}$ (جـهـ - ٦٠)

جـهـ - ٦٠ = ١٠ ⟵ جـهـ = ٧٠ فولت .

⟵ جهد السطح (ص) يساوي ٧٠ فولت .

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

(١-٥) : المواسعة الكهربائية والمواسع الكهربائي :

(١-٥-١) المواسعة الكهربائية :

- **المواسع** :هو جهاز يستطيع تخزين الشحنة الكهربائية مدة من الزمن .
- يتكون المواسع من موصلين تفصل بينهما مادة عازلة (هواء ، بلاستيك ، ورق ، .....) .
- يشحن أحد الموصلين بشحنة موجبة ويشحن الآخر بشحنة سالبة مماثلة ثم يقاس فرق الجهد بينهما (Δ جـ) فتكون المواسعة .

$$س = \frac{ش}{جـ}$$

- يستخدم المواسع في **دارات الارسال والاستقبال في الإذاعة والتلفزيون** .

سؤال : ماذا نعني بقولنا ان مواسعة مواسع ١٠ فاراد؟

هذا يعني ان يرتفع جهد الموصل بمقدار ١ فولت ، عند شحنه بمقدار ١٠ كولوم.

- **أشكال المواسعات** : ١- الكروي . ٢- الاسطواني . ٣- المواسع ذو اللوحين المتوازيين .

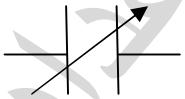
سؤال : موصل كروي تم شحنه بشحنه مقدارها ٣ ميكروكولوم فاصبح فرق الجهد بينه وبين الارض ٦٠ فولت ، احسب مواسعته . **الحل :**

- $س = \frac{ش}{جـ} = \frac{٣ \times ١٠^{-٦}}{٦٠}$

$س = ٥ \times ١٠^{-٨}$ **فاراد** .

ويرمز للمواسع بالدارات الكهربائية بالرموز التالية :

١- رمز المواسعة الثابتة .

2 -  رمز المواسعة المتغيرة .

مثال : موصل كروي مواسعته ١٨ × ١٠$^{-٩}$ فاراد وشحنته ٩ × ١٠$^{-١١}$ كولوم أوجد مايلي :

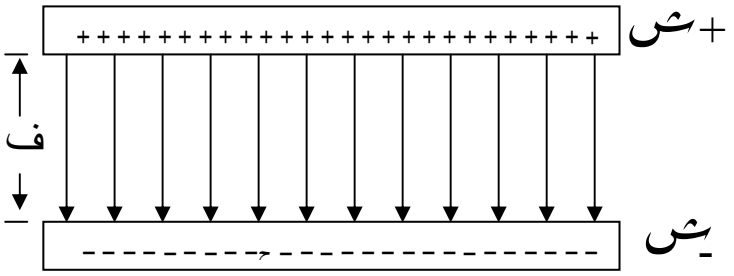
١-جهده.

٢-نصف قطر الموصل .

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

(١-٥-٣) : المواسع الكهربائي ذو اللوحين المتوازيين :

- يتألف من لوحين متوازيين ، مساحة كل منهما (أ) ، أحدهما مشحون بشحنة موجبة (+ش) والآخر مشحون بشحنة سالبة (-ش) وتفصل بينهما مسافة (ف) صغيرة مقارنةً بأبعاد اللوحين .



$$س = \frac{\epsilon . أ}{ف}$$

ونلاحظ أن المواسعة تعتمد على ما يلي :

١- المساحة (أ) : حيث تزداد بازدياد مساحة اللوحين .

٢- المسافة (ف) : حيث تقل بزيادة المسافة بين اللوحين .

٣- الوسط الموجود فيه الموصل(£ .) .

- **علل :** تكون المسافة بين لوحي المواسع صغيرة جداً مقارنة بأبعاد اللوحين ؟

الحل : لكي تكون سعة المواسع كبيرة ، حيث أن العلاقة بين المواسعة والمسافة الفاصلة بين لوحي المواسع عكسية ($س = \frac{\epsilon . أ}{ف}$) .

مهم جداً مكرر

* يعطى مقدار المجال الكهربائي المنتظم بين **لوحي المواسع** بـ $م = \frac{جـ}{ف}$

* يعطى الجهد الكهربائي بين **لوحي المواسع** بـ **جـ = م ف**

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

مثال : مواسع كهربائي ذو لوحيين متوازيين ، مساحة كل منهما ١٠٠ سم^{٢} والمسافة بينهما ١ ملم ، وصل لوحاه بفرق جهد مقداره ١٥٠ فولت ، فاحسب ما يلي :

١ – مواسعة المواسع .

٢ – الشحنة التي يختزنها .

٣- المجال الكهربائي في الحيز بين اللوحين .

الحل :

١) س = $\frac{\epsilon_{.} أ}{ف}$ = $\frac{١٠ \times ١٠٠ \times ٨،٨٥ \times ١٠^{-١٢}}{١ \times ١٠^{-٣}}$

س = ٨،٨٥ × ١٠$^{-١١}$ فاراد .

٢) ش = س جـ = ٨،٨٥ × ١٠$^{-١١}$ × ١٢٠

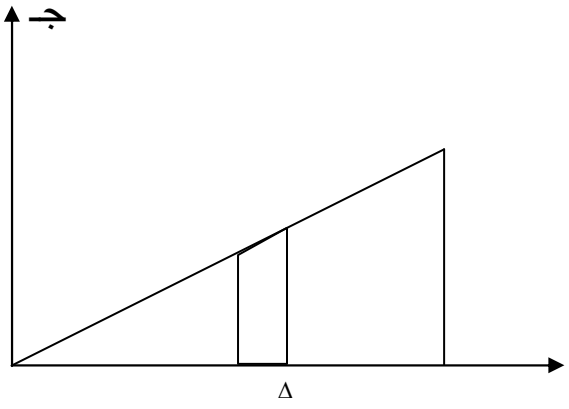
ش = ١،٠٦ × ١٠$^{-٨}$ كولوم .

٣) م = $\frac{جـ}{ف}$ = $\frac{١٢٠}{١ \times ١٠^{-٣}}$

م = ١٢ × ١٠^{٤} فولت / م .

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

(١-٥-٥) : الطاقة المخزونة في المواسع :



الشكل (١- ٣٩)

من الشكل (١-٣٩) نجد أن الشحنة على المواسع تزداد خطياً مع جهده خلال عملية شحنه (ش = س جـ) .

*وهذه الشحنة المخزنة داخل المواسع تحتاج لشغل لتخزينها ، وهذا الشغل يخزن في المواسع على شكل طاقة وضع كهربائية .

- نلاحظ من الشكل أن **المساحة المظللة تحت الخط المرسوم تساوي عددياً الشغل اللازم لشحن المواسع**
- **ميل الخط المستقيم يمثل مقلوب سعة المواسع** $\frac{١}{س}$. $\frac{ش}{جـ} = \frac{١}{س}$

$$ط = ش = \frac{١}{٢} ش \quad جـ = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \frac{ش^{٢}}{س}$$

مثال (١-٢٦) : مواسع مواسعته ٢ ميكروفاراد ، وصل بفرق جهد ٣٠ فولت . إذا علمت أن المسافة بين لوحيه ١ ملم . احسب : ١- الطاقة المختزنة في المواسع .
٢- الشحنة على المواسع . ٣- المجال الكهربائي بين لوحيه .

الحل :

١) $ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٩٠٠$

$ط = ٩ \times ١٠^{-٤}$ **جول .**

٢) $ش = س جـ = ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٣٠$

$ش = ٦ \times ١٠^{-٥}$ **كولوم .**

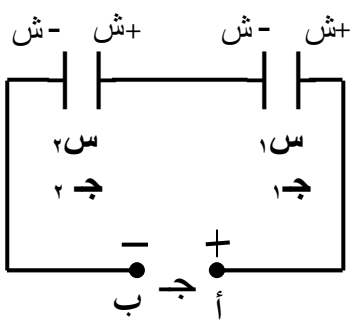
٣) $م = \frac{جـ}{ف} = \frac{٣٠}{١ \times ١٠^{-٣}}$ $م = ٣ \times ١٠^{٤}$ **فولت / م .**

(١-٥-٤) توصيل المواسعات :

- **تستخدم للحصول على مواسعة مكافئة كبيرة أو مواسعة مكافئة صغيرة .**

أ – التوصيل على التوالي : **(تستخدم هذه الطريقة للحصول على مواسعة مكافئة صغيرة) .**

* الشحنات متساوية على المواسعات الموصولة على التوالي .



$ش_{١} = ش_{٢} = ش$

$جـ_{أب} = جـ_{١} + جـ_{٢}$

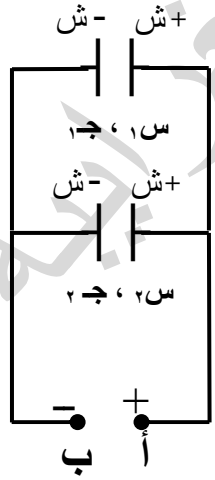
*** مجموع جهود المواسعات الموصولة على التوالي تساوي جهد البطارية .**

- $جـ_{أب} = جـ_{١} + جـ_{٢} \longleftarrow \frac{ش}{س} = \frac{ش_{١}}{س_{١}} + \frac{ش_{٢}}{س_{٢}}$

$\longleftarrow \frac{ش}{س} = \left(\frac{١}{س_{١}} + \frac{١}{س_{٢}}\right)$ | $ش = ش_{١} = ش_{٢}$

$$\frac{١}{س} = \frac{١}{س_{١}} + \frac{١}{س_{٢}}$$

ب- التوصيل على التوازي : **(تستخدم هذه الطريقة للحصول على مواسعة مكافئة كبيرة) .**



* عند وصل مواسعات كما في الشكل المجاور : أي على التوازي ، تقوم البطارية بشحن اللوح الأيسر لكلا المواسعين بشحنة موجبة ، واللوح الأيمن بشحنة سالبة مماثلة ، وذلك يجعل الجهد على كلا المواسعين متساوياً .

- $ش = ش_{١} + ش_{٢}$

$$جـ_{أب} = جـ_{١} = جـ_{٢}$$

ملاحظة (مهم) : جهود المواسعات الموصولة على التوازي متساوية وتساوي جهد المصدر .

- تتوزع الشحنة الرئيسية (ش) على كلا المواسعين حسب سعة وجهد كل منهما :

ش = ش١ + ش٢ ⟵ **س جـأب = س١ جـ١ + س٢ جـ٢**

⟸ بأخذ الجهد عامل مشترك ، تصبح العلاقة كما يلي : | **جـ أب = جـ١ = جـ٢**

| **س = س١ + س٢**

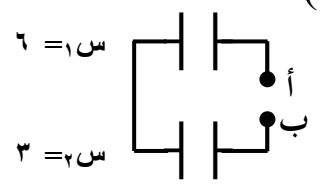
*** ملاحظة :**

١- اذا وصلت المواسعات بحيث تتصل **الألواح المختلفة الشحنة** معاً (الموجب مع السالب) يكون التوصيل **على التوالي** .

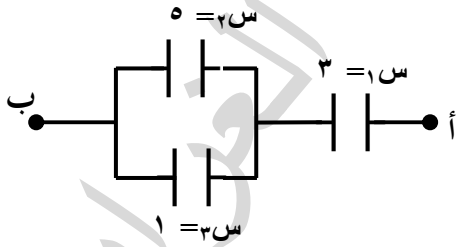
٢- اذا وصلت المواسعات بحيث تتصل **الألواح المتشابهة الشحنة** معاً (الموجب مع الموجب) يكون التوصيل **على التوازي** .

سؤال : احسب المواسعة المكافئة في الحالات التالية : **(المواسعة بالميكروفاراد)**

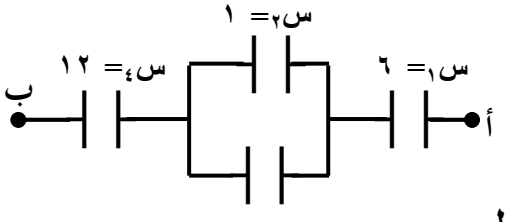
١)



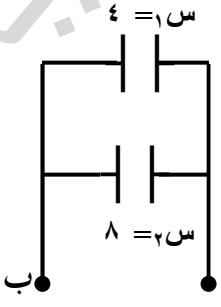
٢)



٣)



٤)



الحل :

١) توالي ، $\frac{١}{س} = \frac{١}{س_{١}} + \frac{١}{س_{٢}}$ ← $\frac{١}{س} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٣}$

$س = ٢ \ \mu f$

٢) (س٢،س٣) توازي ، $س_{٣٢} = س_{٢} + س_{٣} = ٥ + ١ = ٦ \ \mu f$

(س١ ، س٣٢) توالي ، $\frac{١}{س} = \frac{١}{س_{١}} + \frac{١}{س_{٣٢}}$ ← $\frac{١}{س} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٣}$

$س = ٢ \ \mu f$

٣) (س ،س) توازي ، س = س + س = ١ + ٢ = ٣ μf

(س١ ، س٣٢ ، س٤) توالي ، $\frac{١}{س} = \frac{١}{س_{١}} + \frac{١}{س_{٣٢}} + \frac{١}{س_{٤}}$ ← $\frac{١}{س} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٣} + \frac{١}{١٢}$

$س = \frac{١٢}{٧} \ \mu f$

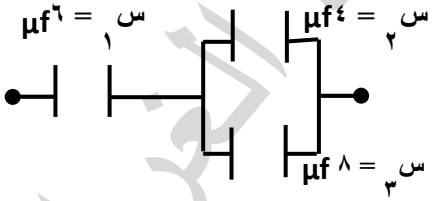
٤) (س١،س٢) توازي ، س = س١ + س٢ = ٤ + ٨ = ١٢ μf .

سؤال : يبين الشكل المجاور مجموعة من المواسعات موصولة معاً ، فإذا كان فرق الجهد بين النقطتين (أ ، ب) ٩ فولت ، احسب :

١) المواسعة الكلية للشكل .

٢) شحنة وجهد كل مواسع .

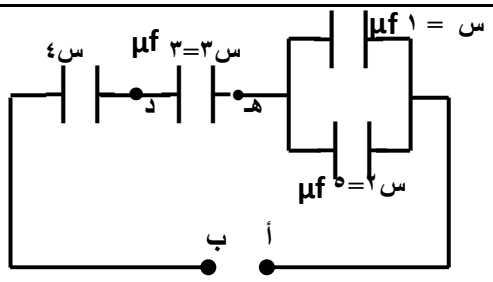
٣) الطاقة المختزنة في المواسع الثاني .



الحل :

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

سؤال : يبين الشكل المجاور مجموعة من المواسعات موصولة معاً ، فإذا كان فرق الجهد بين النقطتين (أ ، ب) ١٢ فولت ، وفرق الجهد بين النقطتين (هـ ، د) ٤ فولت ، احسب :



١) مواسعة المواسع س٤ .

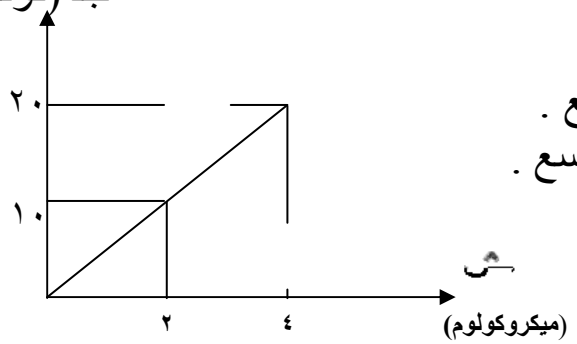
٢) شحنة المواسع س١ .

الحل :

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

سؤال : وصل مواسع ذو لوحين متوازيين البعد بينهما ٢ملم بفرق جهد (٢٠فولت) حتى شحن كلياً ، اعتماداً على الشكل المجاور الذي يمثل العلاقة بين جهد وشحنة المواسع ، جد :

١- مواسعة المواسع .
٢- المجال الكهربائي بين لوحي المواسع .
٣- الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع .



الحل :

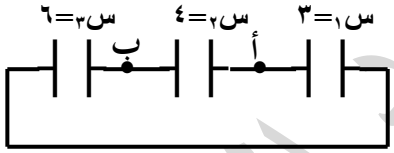
١) $س = \frac{\Delta ش}{\Delta جـ} = \frac{(٤-٢) \times ١٠^{-٦}}{٢٠-١٠}$

$= ٢ \times ١٠^{-٧}$ **فاراد**

٢) $م = \frac{جـ}{ف} = \frac{٢٠}{٢ \times ١٠^{-٣}} = ١ \times ١٠^{٤}$ **فولت / م .**

٣- $ط = \frac{١}{٢} ش جـ = \frac{١}{٢} \times ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٢٠ = ٤٠ \times ١٠^{-٦}$ **جول .**

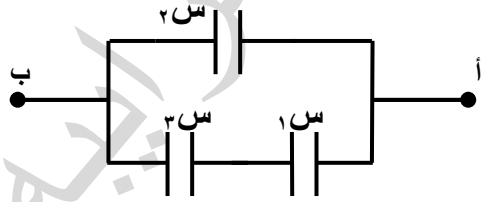
سؤال : اعتماداً على الشكل المجاور إحسب :



١- المواسعة المكافئة للمجموعة .
٢- فرق الجهد على كل مواسع .
٣- شحنة كل مواسع .
٤- الطاقة المختزنة في س١ . (**المواسعة بالميكروفاراد**).(**اعتبر جـ** أب = ١٢٠ **فولت**)

الحل :

- **نقوم بإعادة رسم الدارة كما بالشكل المجاور .**



١) (س١ ، س٣) توالي ،

$\frac{١}{س_{٣١}} = \frac{١}{س_{١}} + \frac{١}{س_{٣}}$ ← $\frac{١}{س_{٣١}} = \frac{١}{٣} + \frac{١}{٦}$ ← $س_{٣١} = ٢ \ \mu f$

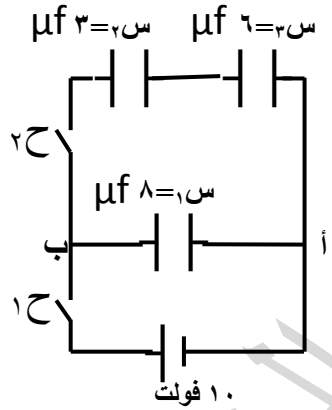
- (س٣١،س٢) توازي ، س = س٣١ + س٢ = ٢ + ٤ = ٦ µf .

٢+٣) جـ أب = جـ ٢ = جـ ٣١ = ١٢٠ فولت .

- **ش٢ = س٢ جـ٢ = ٤ X ١٠^-٦ X ١٢٠ = ٤٨٠ X ١٠^-٦ كولوم .**
- **ش٣١ = س٣١ جـ٣١ = ٢ X ١٠^-٦ X ١٢٠ = ٢٤٠ X ١٠^-٦ كولوم = ش١ = ش٣**
- **جـ١ = ش١ / س١ = ٢٤٠ X ١٠^-٦ / ٣ X ١٠^-٦ = ٨٠ فولت .**
- **جـ٣ = ش٣ / س٣ = ٢٤٠ X ١٠^-٦ / ٦ X ١٠^-٦ = ٤٠ فولت .**

٤) ط١ = ١/٢ ش١ جـ = ١/٢ X ٢٤٠ X ١٠^-٦ X ٨٠ = ٩٦ X ١٠^-٤ جول .

وزارة/ ٢٠٠٦م: في الشكل المجاور احسب :



أولاً : شحنة المواسع س١ عند غلق ح١ فقط .

ثانياً : إحسب (عند فتح ح١ ثم غلق ح٢) :

١- المواسعة المكافئة للمجموعة .

٢- جـ أب .

٣- الطاقة المختزنة في س٣ .

الحل :

أولاً : ش١ قبل = س١ جـ١ = ٨ X ١٠^-٦ X ١٠ = ٨٠ X ١٠^-٦ كولوم .

ثانياً : ١)(س٢ ، س٣) توالي ، $\frac{١}{س_{٣٢}} = \frac{١}{س_{٢}} + \frac{١}{س_{٣}}$ ← $\frac{١}{س_{٣٢}} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٣}$

س٣٢ = ٢ µf

- (س٣٢،س١) توازي ، س = س٣٢ + س١ = ٢ + ٨ = ١٠ µf .

٢) $ش_{\text{الكلية قبل}} = ش_{\text{الكلية بعد}} = ٨٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

$جـ_{\text{أب}} = \frac{ش_{\text{الكلية}}}{س} = \frac{٨٠ \times ١٠^{-٦}}{١٠ \times ١٠^{-٦}} = ٨$ فولت $= جـ_{١} = جـ_{٣٢}$

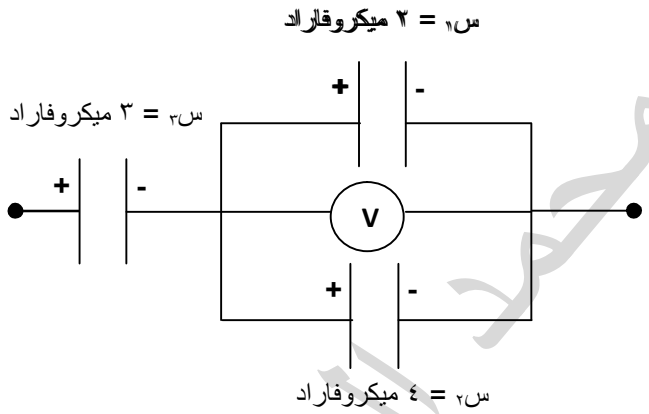
٣) $ش_{٣٢} = س_{٣٢} جـ_{٣٢} = ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٨ = ١٦ \times ١٠^{-٦}$ كولوم $= ش_{٢} = ش_{٣}$

$ط_{٣} = \frac{ش_{٣}^{٢}}{٢ س_{٣}} = \frac{(١٦ \times ١٠^{-٦})^{٢}}{٢ \times ٦ \times ١٠^{-٦}} = ٢١،٣ \times ١٠^{-٦}$ جول .

مثال وزارة ٢٠٠٥ الدورة الشتوية : في الشكل المجاور ، اذا كانت قراءة الفولتميتر = ١٠ فولت ، وكانت قيم المواسعات معطاة بالميكرو فاراد ، فاحسب:

١ – المواسعة المكافئة للمجموعة .

٢- الشحنة على المواسع (س٣) .

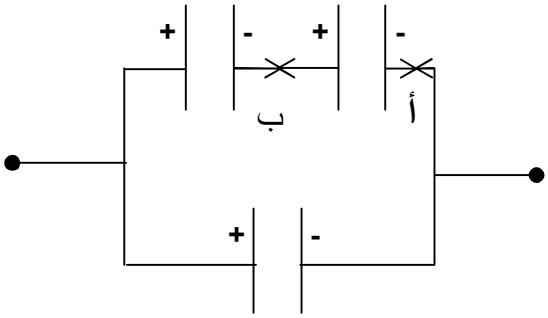


أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

مثال :وزارة ٢٠٠٥الدورة الصيفية :بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل المجاور ، واذا علمت أن (جـ أ ب) = ١٠ فولت ، وقيم المواسعات معطاة بالميكروفاراد . فاحسب ما يأتي :

١- المواسعة المكافئة للمجموعة.

٢- الطاقة المختزنة في المواسع (س٣) .



س٣ = ٨ ميكروفاراد

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

القانون	الوحدة	الاستخدام
شحنة الجسم = ن × شحنة e	كولوم	حساب شحنة الجسم من خلال معرفة عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة .
$ق = 9 \times 10^{9} \frac{ش_1 ش_2}{ف^2}$	نيوتن	حساب القوة المتبادلة بين شحنتين او حساب القوة التي تؤثر بها احداهما على الاخرى.
ق = مـــ × ش موضوعة	نيوتن	حساب القوة التي يؤثر بها المجال على شحنة موضوعة فيها.
$مـ = 9 \times 10^{9} \frac{ش}{ف^2}$	نيوتن /كولوم فولت /م	حساب المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية على بعد ف حساب المجال الكهربائي الناشئ عن موصل كروي مشحون عند نقطة تقع في الخارج (فـ > نق)
$جـ = 9 \times 10^{9} \frac{ش}{ف}$	فولت	-حساب الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية على بعد ف. -حساب الجهد الكهربائي الناشئ عن موصل كروي مشحون عند نقطة تقع في الخارج (فـ > نق). -حساب الجهد الكهربائي الناشئ عن موصل كروي مشحون عند نقطة تقع في داخله دائما نستخدم(فـ نق).مهما كانت قيمة فـ.
جـ الكلي = جـ مطلق + جـ حثي	فولت	لحساب الجهد الكهربائي على سطح موصل كروي يقع في مجال موصلات كروية اخرى.
Δ جـ = مـ ف جتا θ	فولت	لحساب فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم

القانون	الوحدة	الاستخدام
ط $_{و}$ = **جـ ش** موضوعة	**جول**	لحساب طاقة الوضع الكهربائية لشحنة عند وضعها في نقطة ما
Δ ط $_{و}$ = **Δ جـ ش** منقولة	**جول**	لحساب التغير في طاقة الوضع لشحنة ما عند نقلها من نقطة الى اخرى.
الشغل أ ب=**جـ** ب أ **ش** منقولة **الشغل** ب أ=**جـ** أ ب **ش** منقولة	**جول**	لحساب الشغل اللازم لنقل شحنة بين نقطتين في مجال كهربائي غير منتظم (شحنات او كرات) .
$س = \frac{ش}{جـ}$	**فاراد**	القانون العام لحساب المواسعة
$س = \frac{£.\ أ}{ف}$	**فاراد**	حساب المواسعة المواسع ذو اللوحين المتوازيين
$س = \frac{نق}{9 \times 10^{9}}$ $= نق 4 \pi £$	**فاراد**	حساب مواسعة للموصل الكروي بدلالة نق
$\frac{1}{س_{مكافئة}} = \frac{1}{س_1} + \frac{1}{س_2} + \frac{1}{س_3}$	**فاراد**	حساب المواسعة المكافئة لمجموعة من المواسعات الموصولة على التوالي
س مكافئة = **س**$_1$ + **س**$_2$ + **س**$_3$	**فاراد**	**حساب المواسعة المكافئة لمجموعة من المواسعات الموصولة على التوالي**
$ط = \frac{1}{2} ش جـ$ $= \frac{1}{2} س جـ^{2}$ $= \frac{1}{2} \frac{ش^{2}}{س}$	**جول**	حساب طاقة الوضع المختزنة في واواسع.

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

أسئلة متنوعة على نمط

اسئلة الوزارة

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

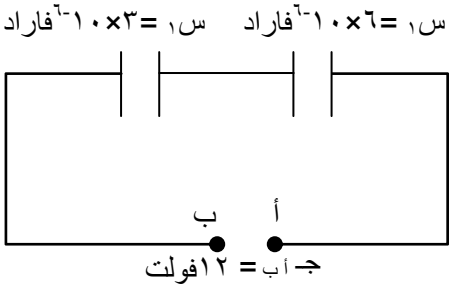
السـؤال الأول:

أ) مواسع كهربائي ذو لوحين متوازيين يفصل بينهما الفراغ ، والبعد بينهما ٨,٩×١٠^-٤ م ، ومساحة كل من لوحيه ٨×١٠^-٤ م^٢ ، شحن المواسع حتى أصبح فرق الجهد بين لوحيه (٥٠) فولت ، احسب

١) المواسعة الكهربائية للمواسع ٢) الطاقة الكهربائية المختزنة فيه

١- $س = \frac{\varepsilon . أ}{ف} = \frac{٨.٩ \times ١٠^{-١٢} \times ٨ \times ١٠^{-٤}}{٨.٩ \times ١٠^{-٤}} = ٨ \times ١٠^{-١٢}$ فاراد

٢- $ط = \frac{١}{٢} س \ جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٨ \times ١٠^{-١٢} \times (٥٠)^{٢} = ١ \times ١٠^{-٨}$ جول



جـ) معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل المجاور

احسب :

١ - فرق الجهد بين لوحي المواسع س١

٢ - الطاقة المختزنة في المواسع س٢

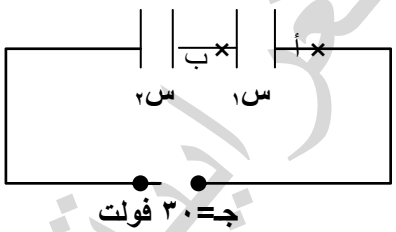
$جـ_{١} = \frac{شـ_{١}}{س_{١}}$ ، لذلك يجب حساب شـ١ ،و لحساب شـ ١ ، نلاحظ أن س١ ، وس٢ على التوالي وهذا يعني أن الشحنة على س١ تساوي الشحنة على س٢ وتساوي الشحنة على المواسع المكافئ لهما ولنرمز له بالرمز س

$\frac{1}{س} = \frac{١}{س_{١}} + \frac{١}{س_{٢}} = \frac{١}{٦ \times ١٠^{-٦}} + \frac{١}{٣ \times ١٠^{-٦}}$ ومنه س = ٢ × ١٠^-٦ فاراد

نقوم الآن بحساب الشحنة على س : شـ = جـ × س = ١٢ × ٢×١٠^-٦ = ٢٤ ميكروكولوم

$جـ_{١} = \frac{شـ_{١}}{س_{١}} = \frac{٢٤ \times ١٠^{-٦}}{٦ \times ١٠^{-٦}} = ٤$ فولت

٢ - الطاقة المختزنة في س٢ : $ط = \frac{١}{٢} \frac{شـ_{٢}^{٢}}{س_{٢}} = \frac{١}{٢} \frac{(٢٤ \times ١٠^{-٦})^{٢}}{٣ \times ١٠^{-٦}} = ٩٦ \times ١٠^{-٦}$ جول



ج) يمثل الشكل المجاور مواسعان كهربائيان موصولان على التوالي بمصدر للجهد الكهربائي مقداره (٣٠) فولت، فإذا كانت مواسعة الأول (٥) ميكروفاراد، وفرق الجهد بين النقطتين أ،ب (١٨) فولت. احسب:

١- مواسعة المواسع س٢ ٢- الطاقة المختزنة في المواسع المكافئ لهما

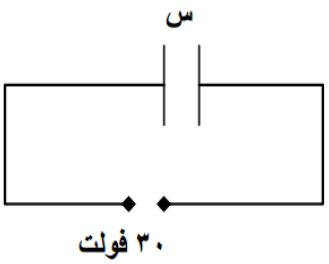
إن فرق الجهد بين النقطتين أ ، ب يعني أن الجهد على المواسع س١ هو ١٨ فولت

شـ ١= جـ١ × س١ = ١٨ × ٥ = ٩٠ ميكروكولوم

هذه الشحنة هي نفسها على المواسع س٢ ، وهي نفس الشحنة على المواسع المكافئ لهما لأنهما موصولان على التوالي

شـ = شـ ١ = شـ ٢= ٩٠ ميكروفاراد

س= $\frac{شـ}{جـ}$ = $\frac{٩٠}{٣٠}$ = ٣ ميكروفاراد ، حيث س المواسع المكافئ للمواسعين س١ و س٢

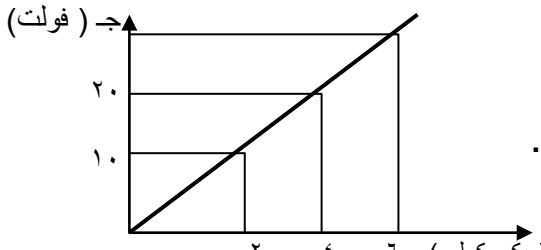


$\frac{1}{س}$ = $\frac{١}{س_١}$ + $\frac{١}{س_٢}$ ومنه س= $\frac{س_٢ \times س_١}{س_٢ + س_١}$

ومنه ٣ = $\frac{٥س}{س_٢ + ٥}$ ومنه ٣س٢ + ١٥ = ٥س٢ إذن س٢ = ٧,٥ ميكروفاراد

٢- ط = $\frac{١}{٢}$ س جـ^{٢} = $\frac{١}{٢}$ (٣×١٠$^{-٦}$) (٣٠)^{٢} = ١,٣٥×١٠$^{-٣}$ جول

ب- المنحنى في الشكل المجاور، يمثل العلاقة بين شحنة مواسع وفرق الجهد بين لوحيه، معتمداً على بيانات الشكل، احسب:



١- الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع عندما يكون جهده (٣٠) فولت.

٢- مواسعة المواسع.

إذا أخذنا النقطة (٤٠ ميكروكولوم، ٢٠ فولت) نحسب منها المواسعة

١- ط = $\frac{١}{٢}$ س جـ^{٢} = $\frac{١}{٢}$ ×٢×١٠$^{-٦}$ × ٣٠^{٢} = ٩٠٠×١٠$^{-٦}$ جول

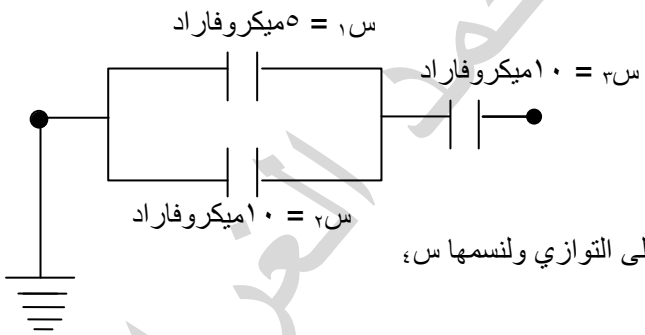
٢- س = $\frac{شـ}{جـ}$ = $\frac{٤٠ \times ١٠^{-٦}}{٢٠}$ = ٢×١٠$^{-٦}$ فاراد

(ج) في الشكل المجاور، إذا علمت أن شحنة المواسع (س١) تساوي (١٠٠) ميكروكولوم. احسب :

١ - المواسعة المكافئة للمواسعات الثلاث.

٢ - شحنة المواسع (س٣).

٣ - الجهد الكهربائي للنقطة (أ).



١- نحسب أولاً المواسعة المكافئة للمواسعين س١ و س٢ وهما على التوازي ولنسمها س٤

س٤ = س١+س٢ = ٥+ ١٠ =١٥ ميكروفاراد

تصبح الآن س٤ مع س٣ موصولة على التوالي و المواسعة المكافئة لهما س

$\frac{١}{س}$ = $\frac{١}{س_٣}$ + $\frac{١}{س_٤}$ = $\frac{١}{١٥}$ + $\frac{١}{١٠}$ ومنه س= ٦ ميكروفاراد

٢- لحساب جهد النقطة أ ، نحسب فرق الجهد بين النقطة أ والنقطة ب ، وهو نفسه جهد النقطة أ ن حيث جهد النقطة ب يساوي صفر لأنها موصولة بالأرض.

جـ أب =جـ أ - جـ ب = جـ أ = الجهد على المواسعة المكافئة

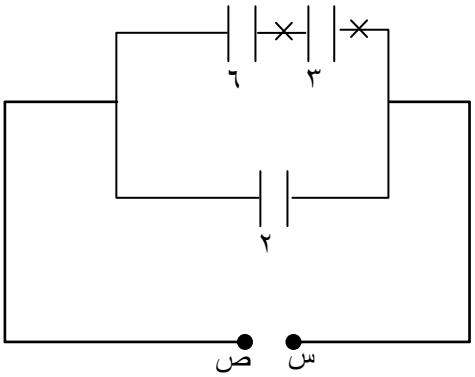
إن الشحنة على س١ تساوي (١٠٠) ميكروفاراد، نحسب منها الجهد على س١ (جـ١)

جـ١ = $\frac{شـ_١}{س_١}$ = $\frac{١٠٠}{٥}$ = ٢٠ فولت وهو يساوي الجهد على س٢ وعلى س٤

شـ٤ = جـ٤ × س٤ =٢٠ × ١٥ =٣٠٠ ميكروفاراد، وهذه نفس الشحنة على س٣ والمواسعة المكافئة لهما،

لذلك جـ = $\frac{شـ}{س}$ = $\frac{٣٠٠}{٦}$ = ٥٠ فولت = جـ أب = جـ أ

أ – اعتماداً على الشكل المرسوم جانباً والمعلومات المثبتة عليه إذا كان جـ$_{ب}$ = (٤٠) فولت، وجميع المواسعات بالميكروفاراد: احسب ما يلي



١ – المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات

٢ – جهد المصدر (فرق الجهد بين النقطتين س، ص)

١ – المواسعان (٣ و ٦) ميكروفاراد على التوالي

$\frac{1}{س} = \frac{١}{س_{١}} + \frac{١}{س_{٢}} = \frac{١}{٣} + \frac{١}{٦}$ ومنه س = ٢ ميكروفاراد

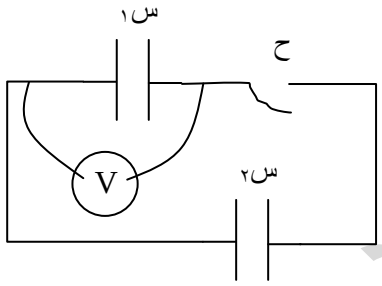
يصبح س مع ال (٢) ميكروفاراد على التوازي $س_{م}$ = ٢ + ٢ = ٤ ميكروفاراد

٢ - الشحنة على المواسع (٣ميكروفاراد) = جـ$_{ب}$ × س = ٤٠ × ٣ = ١٢٠ ميكروكولوم

وهي نفس الشحنة على المواسع س (لأنه ناتج من جمع (٣، ٦) ميكروفاراد على التوالي)

لذلك جـ$_{س}$ = $\frac{شـ}{س}$ = $\frac{١٢٠}{٢}$ = ٦٠ فولت وهو نفس الجهد على المواسع (٢ ميكروفاراد) والجهد بين النقطتين (س) و (ص)

جـ) في الشكل المرسوم جانباً كانت قراءة الفولتميتر V والمفتاح مفتوحاً (٤٠) فولت ، فإذا كان المواسع $س_{٢}$ غير مشحون ومواسعته (٢) μ F ومواسعة $س_{١}$ = (٤) μ F . احسب ما يأتي



١ – قراءة الفولتميتر (V) بعد غلق المفتاح.

٢ – الطاقة المختزنة في المواسع $س_{٢}$، بعد غلق المفتاح (ح)

١- $\Sigma شـ_{قبل} = \Sigma شـ_{بعد}$

$شـ_{١} + شـ_{٢} = شـ'_{١} + شـ'_{٢}$

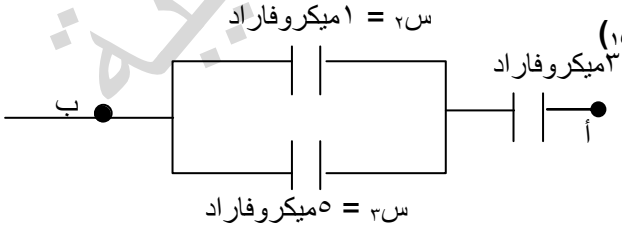
$جـ \times س_{١} + ٠ = شـ'_{١} + شـ'_{٢}$

$٤٠ \times ٤ \times ١٠^{-٦} = س_{١} \times جـ' + س_{٢} \times جـ' = جـ' (٢+٤) \times ١٠^{-٦}$ حيث جـ' هو الجهد المشترك

ومنه جـ' = $\frac{٤٠ \times ١٠^{-٦}}{٦ \times ١٠^{-٦}}$ = ٢٧ فولت

٢ – طـ$_{م(س٢)}$ = $\frac{١}{٢} س_{٢} جـ'^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٢٧^{٢}$

ب- يبين الشكل مجموعة من المواسعات الموصولة معاً، وقيم مواسعاتها معطاة بالميكروفاراد، فإذا كانت شحنة المواسع ($س_{١}$) تساوي (٣٠×١٠^{-٦}) كولوم. فاحسب ما يأتي:



١- المواسعة المكافئة للمجموعة.

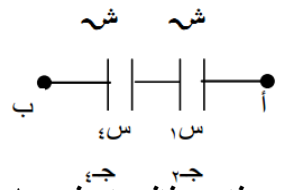
٢- الطاقة المختزنة في المواسع ($س_{٢}$).

١- ($س_{٢}$، $س_{٣}$) على التوازي← $س_{٤}$ = $س_{٢}$ + $س_{٣}$ = ١+ ٥ = ٦ ميكروفراد (جهدها متساوٍ)

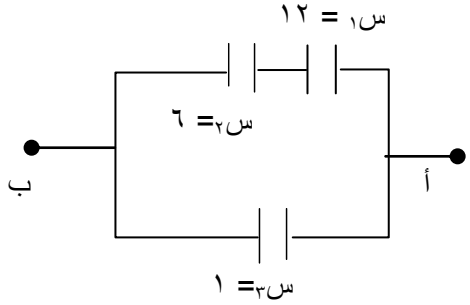
($س_{١}$، $س_{٤}$) على التوالي←$س_{٥}$ = $\frac{س_{١} \times س_{٤}}{س_{١} + س_{٤}}$ = $\frac{٦ \times ٣}{٦ + ٣}$ = ٢ ميكروفاراد (شحنتها متساوية)

٢- جـ٤ = $\frac{\text{ش}_{\text{ـ}٤}}{\text{جـ}_{٤}}$ = $\frac{٣٠ \times ١٠^{-٦}}{٦ \times ١٠^{-٦}}$ = ٥ فولت وهو نفس الجهد على س٢

ط = $\frac{١}{٢}$ جـ^{٢} س٢ = $\frac{١}{٢}$ (٥)^{٢} × ١×١٠$^{-٦}$ = ١٢,٥ ×١٠$^{-٦}$ جول



ج- يبين الشكل مجموعة من المواسعات الموصولة معاً، وقيم مواسعاتها معطاة بالميكروفاراد، فإذا كان فرق الجهد بين النقطتين (أ،ب) يساوي (١٠) فولت، فاحسب ما يأتي:



١- المواسعة المكافئة للمجموعة.

٢- شحنة المواسع (س٢).

٣- الطاقة المختزنة في المواسع (س٣).

١ – المواسعان (١٢ و ٦) ميكروفاراد على التوالي س٤، (شحنتها متساوية)

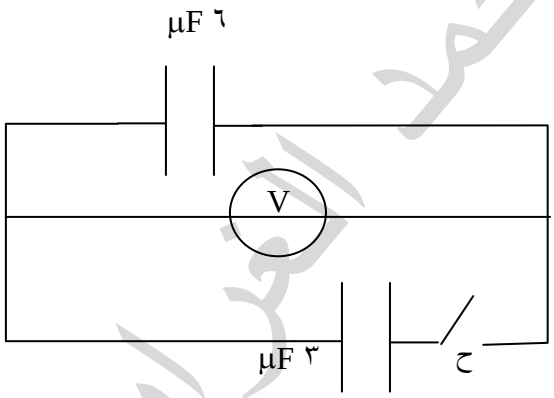
$\frac{١}{\text{س}_{٤}} = \frac{١}{\text{س}_{١}} + \frac{١}{\text{س}_{٢}} = \frac{١}{١٢} + \frac{١}{٦}$ ومنه س٤ = ٤ ميكروفاراد

يصبح س٤ مع ال (س٣) على التوازي س = ٤ + ١ = ٥ ميكروفاراد، (جهدها متساوٍ)

٢- جـ٤= جـ١ = ١٠ فولت، ومنه ش٤ = جـ × س = ١٠ × ٤ ×١٠$^{-٦}$ = ٤٠×١٠$^{-٦}$ كولوم، وهي نفس شحنة (س٢)

٣- ط= $\frac{١}{٢}$جـ^{٢} س٣ = $\frac{١}{٢}$ (١٠)^{٢} × ١×١٠$^{-٦}$ = ٥٠ ×١٠$^{-٦}$ جول

ج) في الشكل المجاور إذا كانت قراءة الفولتميتر (V) قبل غلق المفتاح (ح) تساوي (١٠) فولت



احسب بعد غلق المفتاح

١ - قراءة الفولتميتر (V)

٢ - الطاقة المختزنة في المجموعة

١ - تتوزع الشحنة على كل من الكرتين حتى يتساو جهدهما،

Σش قبل = Σش بعد

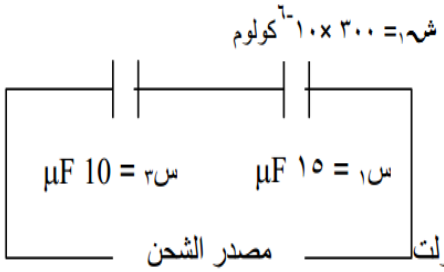
ش١ + ش٢ = ش`١ + ش`٢

جـ١س١ + ٠ = جـ` س١ + جـ` س٢

١٠×٦×١٠$^{-٦}$ = جـ` (٦×١٠$^{-٦}$ + ٣×١٠$^{-٦}$)

(حيث يتساو جهد كل من المواسعين أثناء التوصيل)

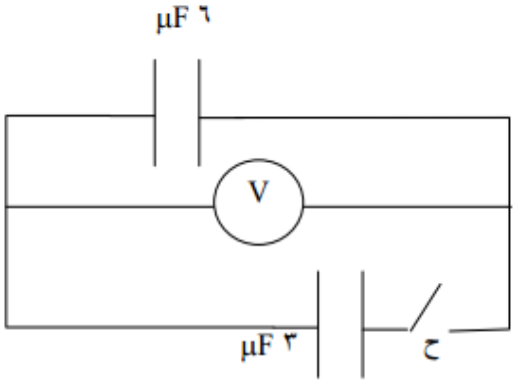
) اعتماداً على البيانات المثبتة على الشكل المجاور احسب فرق الجهد لمصدر الشحن



شـ١= شـ٢ = ٣٠٠×١٠-٦ كولوم لأن التوصيل على التوالي

جـ = جـ١ + جـ٢ = $\frac{شـ_1}{س_1} + \frac{شـ_2}{س_2} = \frac{٣٠٠\times١٠^{-٦}}{١٥\times١٠^{-٦}} + \frac{٣٠٠\times١٠^{-٦}}{١٠\times١٠^{-٦}}$ = ٥٠ فولت

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



احسب بعد غلق المفتاح

١ - قراءة الفولتميتر (V)

٢ - الطاقة المختزنة في المجموعة

١ - تتوزع الشحنة على كل من الكرتين حتى يتساو جهدهما،

$\Sigma شـ_{قبل} = \Sigma شـ_{بعد}$

$شـ_1 + شـ_2 = شـ'_1 + شـ'_2$

جـ١س١ + ٠ = جـ س١ + جـ س٢

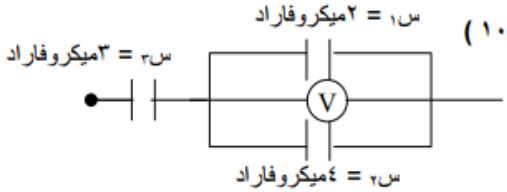
١٠×٦×١٠-٦ = جـ (٦×١٠-٦ + ٣×١٠-٦) (حيث يتساو جهد كل من المواسعين أثناء التوصيل)

ومنه جـ = ٦,٦٧ فولت

٢- طـ = $\frac{١}{٢}$ جـ٢ س$_{ك}$ = $\frac{١}{٢}$(٦,٦٧)٢ ×٩×١٠-٦ حيث س$_{ك}$ = ٣+٦ =٩

= ٢٠٠ ×١٠-٦ جول

أ- في الشكل المجاور إذا كانت قراءة الفولتميتر تساوي (١٠) فولت وكانت قيم المواسعات معطاة بالميكروفاراد فاحسب



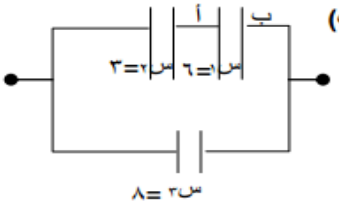
١- مواسعة المواسع ٢- الشحنة على المواسع (س٣).

١- (س١، س٢) توازي س٤ = ٢+٤ = ٦ ميكروفاراد

(س٤، س٣) توالي س ، $\frac{1}{س} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٣}$ ومنه س = ٢ ميكروفاراد.

٢- إن قراءة الفولتميتر تساوي الجهد على س٤، فنحسب شحنته: شـ٤= جـ س = ١٠ × ٦ = ٦٠ ميكروكولوم، وهي نفس الشحنة على المواسع س٣.

ب- بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل المجاور، وإذا علمت أن (جـ أ ب = ١٠ فولت) وقيم المواسعات معطاة بالميكروفاراد. فاحسب ما يأتي:



١ - المواسعة المكافئة للمجموعة.

٢ - الطاقة المختزنة في المواسع (س٣).

(س١،س٢) توالي س٤، $\frac{١}{س_{٤}} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٣}$ ⟸ س٤ = ٢ ميكروفاراد

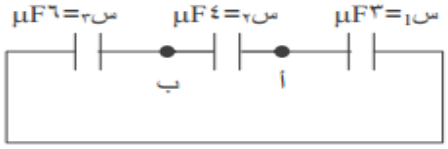
(س٤، س٣) توازي س = ٨+٢ = ١٠ ميكروفاراد

٢- نحسب الشحنة على (س١) وهي نفس الشحنة على س٤: شـ = جـ ١س١ = ١٠× ٦ = ٦٠ ميكروكولوم.

نحسب الجهد على س٤ وهو نفس الجهد على س٣

جـ٣ = جـ٤ = $\frac{٦٠}{٢}$ = ٣٠ فولت ومنه طـ = $\frac{١}{٢}$ جـ^{٢} س = $\frac{١}{٢}$ (٣٠)^{٢} ×٨×١٠$^{-٦}$ = ٣٦×١٠$^{-٤}$ جول.

بالاعتماد على المعلومات المثبتة في الشكل، وإذا علمت أن جـ أ ب = ١٢٠ فولت، فاحسب ما يأتي:



١- المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات.

٢- الشحنة والجهد الكهربائيين على المواسع (س١).

٣- الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع (س٣).

على اعتبار المصدر الكهربائي بين النقطتين (أ و ب)

١) (س١، س٣) توالي $\frac{١}{س_{٤}} = \frac{١}{٣} + \frac{١}{٦}$ ومنه س٤ =٢ ميكروفاراد.

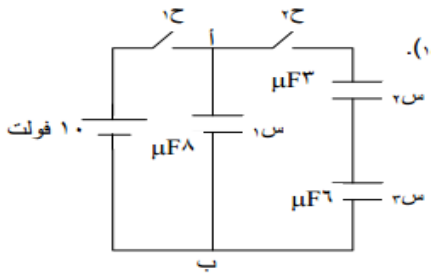
(س٤، س٢) توازي س ك = ٤+٢ = ٦ ميكروفاراد

٢) نحسب شـ ١ = شـ ٤=جـ ب س٤= ١٢٠ × ٢ = ٢٤٠ ميكروكولوم.

جـ ١ = $\frac{٢٤٠}{٣}$ = ٨٠ فولت.

٣) ط = $\frac{شـ^{٢}}{س}$ $\frac{١}{٢}$ = $\frac{(٢٤٠\times١٠^{-٦})^{٢}}{٦\times١٠^{-٦}}$ $\frac{١}{٢}$ = ٤,٨×١٠$^{-٣}$ جول

في الشكل المبين ثلاثة مواسعات (س١، س٢، س٣) غير مشحونة. بالاعتماد على البيانات الموضحة على الشكل، أجب عما يأتي :



أولاً: عند غلق المفتاح (ح١) وبقاء (ح٢) مفتوحاً، احسب شحنة المواسع (س١).

ثانياً: عند فتح المفتاح (ح١) وغلق (ح٢) فاحسب:

١) المواسعة المكافئة للمجموعة.

٢) جـ أ ب.

٣) الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع (س٢).

أولاً :شـ ١ = جـ س١ = ١٠×٨ = ٨٠ ميكروكولوم.

ثانياً : ١) (س٢، س٣) توالي $\frac{١}{س_{٤}} = \frac{١}{٣} + \frac{١}{٦}$ ومنه س٤ =٢ ميكروفاراد.

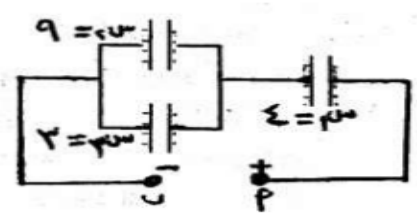
(س٤، س١) توازي س ك = ٨+٢ = ١٠ ميكروفاراد

٢) جـ أ ب = $\frac{شـ_{كلية}}{س_{كلية}}$ = $\frac{٨٠}{١٠}$ = ٨ فولت أو نستخدم مبدأ حفظ الشحنة.

٣) نحسب شـ ٢ = شـ ٤=جـ ب س٤= ٨ × ٢ = ١٦ ميكروكولوم.

ط = $\frac{١}{٢}$ $\frac{شـ^{٢}}{س}$ = $\frac{(١٦\times١٠^{-٦})^{٢}}{٣\times١٠^{-٦}}$ $\frac{١}{٢}$ = ٤٢,٦×١٠$^{-٦}$ جول

) يبين الشكل المجاور مجموعة من المواسعات الموصولة معاً، وقيم مواسعاتها معطاة بالميكروفاراد، فإذا كانت شحنة المواسع (س١) =(١٢٠×١٠^-٦)كولوم فاحسب ما يأتي :



١) المواسعة المكافئة للمجموعة.

٢) فرق الجهد (جـ أ ب)

س٢، وس٣ توازي س٤ = ٣+٩ = ١٢ ميكروفاراد.

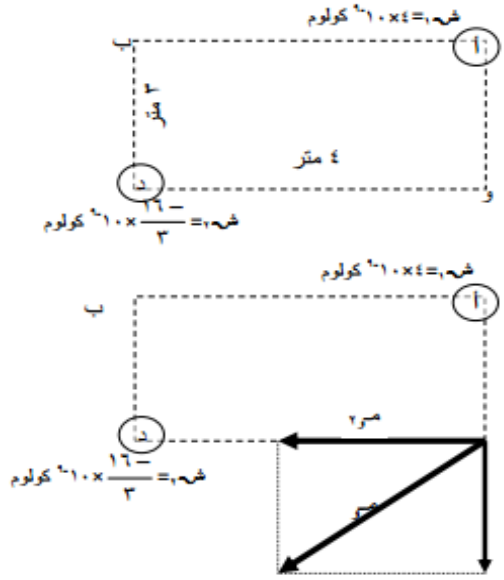
س١ مع س٤ توالي $\frac{1}{\text{س}_م} = \frac{١}{٤} + \frac{١}{١٢}$ ومنه س م = ٣ ميكروفاراد.

٢) الشحنة على المواسع الأول هي نفس شحنة المواسع المكافئ لذلك جـ أ ب = $\frac{\text{ش}}{\text{جـ}} = \frac{١٢٠}{٣} = ٤٠$ فولت.

كرتان فلزيتان نصف قطر كل منهما (نق = ٠,١٢ م) وضع مركز الكرة الأولى عند الرأس (أ) ومركز الكرة الثانية عند الرأس (د) للمستطيل (أ ب د و) ، معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل المجاور وأن الشحنات موزعة بانتظام على سطحي الكرتين ، احسب

١ - المجال الكهربائي عند النقطة (و)

٢ - الجهد الكهربائي للكرة الأولى الموضوع مركزها عند النقطة (أ)



١ -

مر = $\sqrt{\text{مـ}_١^٢ + \text{مـ}_٢^٢}$

مـ١ = $\frac{\text{ش}_١}{\text{ف}_١^٢} ٩\text{×}١٠\text{×}٩ = \frac{٤\text{×}١٠^{-٩}}{٣^٢} ٩\text{×}١٠\text{×}٩$ = ٤ نيوتن/كولوم

مـ٢ = $\frac{\text{ش}_٢}{\text{ف}_٢^٢} ٩\text{×}١٠\text{×}٩ = \frac{\frac{١٦}{٣}\text{×}١٠^{-٩}}{٤^٢} ٩\text{×}١٠\text{×}٩$ = ٣ نيوتن/كولوم

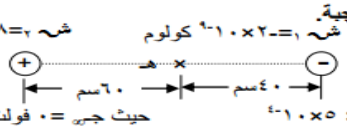
مر = $\sqrt{٤^٢ + ٣^٢}$ = ٥ نيوتن/ كولوم وبالاتجاه الموضح في الشكل ولإيجاد الاتجاه هـ=ظا^-١ $\frac{٤}{٣}$ = ٥٣°

٢ - جـ١= جـ مطلق + جـ حثي = $٩\text{×}١٠^{٩}(\frac{\text{ش}_١}{\text{نق}_١} + \frac{\text{ش}_٢}{\text{ف}}) ٩\text{×}١٠\text{×}٩ = (\frac{٤\text{×}١٠^{-٩}}{٠,١٢} + \frac{\frac{١٦}{٣}\text{×}١٠^{-٩}}{٥})$ =٣٠٠ +٩,٦-=٢٩٠,٤ فولت

ج) يبين الشكل المجاور هدفتان كهربائيتان نقطيتان، المسافة بينهما في الهواء (١٠٠) سم، مستعيناً بالشكل والبيانات المبينة عليه، احسب:

١ - الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (٥×١٠^-٤) كولوم من ما لا نهاية إلى النقطة هـ .

٢ - بعد النقطة التي ينعدم فيها المجال (نقطة التعادل) عن الشحنة الموجبة.

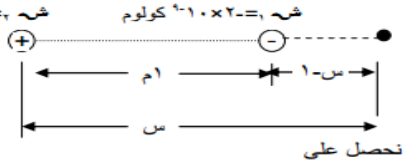


١- ش∞ ـــــهـ = جـ هـ∞ × شـ = (جـ هـ - جـ∞) × شـ = جـ هـ × ٥×١٠^-٤ حيث جـ∞ = ٠ فولت

جـ هـ = جـ١ + جـ٢ = $٩\text{×}١٠^{٩}(\frac{\text{ش}_١}{\text{ف}} + \frac{\text{ش}_٢}{\text{ف}}) = ٩\text{×}١٠^{٩}(\frac{-٢\text{×}١٠^{-٩}}{٠,٤} + \frac{٨\text{×}١٠^{-٩}}{٠,٦})$ = ٧٥ فولت

ش∞ ـــــهـ = ٧٥ × ٥×١٠^-٤ = ٣٧٥ ×١٠^-٤ جول

٢- نفرض أن النقطة التي ينعدم عندها المجال تقع خارج الشحنتين من جهة الشحنة السالبة لأنها الأصغر، وعلى الخط الواصل بينهما، وعلى بعد س من الشحنة الموجبة ، كما في الشكل



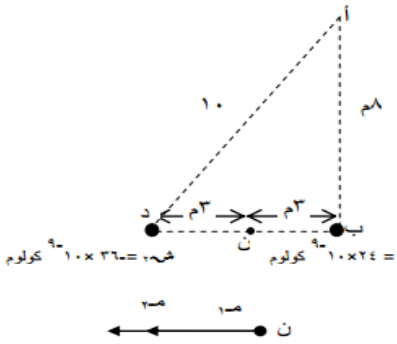
مـ١ = مـ٢

$٩\text{×}١٠^{٩}\frac{\text{ش}_١}{\text{ف}_١^٢} = ٩\text{×}١٠^{٩}\frac{\text{ش}_٢}{\text{ف}_٢^٢}$

$\frac{٢\text{×}١٠^{-٩}}{(\text{س}-١)^٢} = \frac{٨\text{×}١٠^{-٩}}{(\text{س})^٢}$ وبالاختصار وأخذ جذر الطرفين نحصل على

$\frac{١}{(\text{س}-١)} = \frac{٢}{\text{س}}$ بالضرب التبادلي س= ٢س -٢ ومنه س= ٢ م ، بعد نقطة التعادل عن الشحنة الموجبة

ب - (أ ب د) مثلث ، (ن) تنصف الضلع (ب د) ، وضعت عند الرأس (ب) شحنة (شـ ١) وعند الرأس (د) شحنة (شـ٢)، معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل المجاور، احسب:(١٤ علامة)



١- المجال الكهربائي في النقطة (ن).

٢- طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في الشحنة (شـ ٢).

٣- الشغل المبذول عند نقل الشحنة (شـ ١) من الرأس (ب) إلى الرأس (أ).

١ - لحساب المجال الكهربائي عند النقطة (ن) ،

م١ = ٩×١٠^٩ × شـ١ / ف١^٢ = ٩×١٠^٩ × ٢٤×١٠^-٩ / ٣^٢ = ٢٤ نيوتن/كولوم ، لليسار

م٢ = ٩×١٠^٩ × شـ٢ / ف٢^٢ = ٩×١٠^٩ × ٣٦×١٠^-٩ / ٣^٢ = ٣٦ نيوتن/كولوم، لليسار

م = م١ + م٢ = ٢٤ + ٣٦ = ٦٠ نيوتن/كولوم باتجاه اليسار

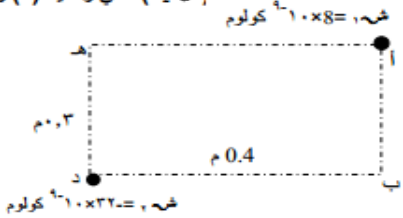
٢ - ط (شـ ٢) = جـ × شـ٢ = ٩×١٠^٩ × شـ١ شـ٢ / ف = ٩×١٠^٩ × ٢٤×١٠^-٩ × -٣٦×١٠^-٩ / ٦ = -١٢٩٦ × ١٠^-٩ جول

٣ – جـ١ = ٩×١٠^٩ × -٣٦×١٠^-٩ / ١٠ = -٣٢,٤ فولت

جـ٢ = ٩×١٠^٩ × -٣٦×١٠^-٩ / ٦ = -٥٤ فولت

ش أ ← ب = (جـ١ – جـ٢) × شـ١ = (-٣٢,٤ - -٥٤) × ٢٤×١٠^-٩ = ٥١٨,٤×١٠^-٨ جول

ج) (أ ب د هـ) مستطيل أطوال لأضلاعه (٠,٣) م و (٠,٤) م ، وضعت الشحنتان (شـ١ ، شـ٢) في رأسيه (أ) و (د) على الترتيب احسب



١)القوة المؤثرة على الشحنة السالبة (شـ٢)

٢)المجال الكهربائي عند النقطة (ب)

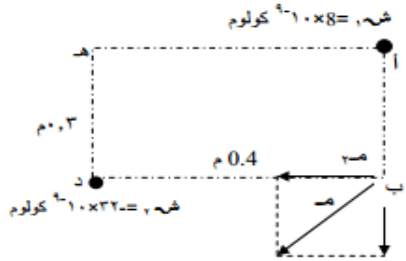
٣)الجهد الكهربائي عند النقطة (هـ)

١ - ق = ٩×١٠^٩ × شـ١ شـ٢ / ف^٢ ، ف = √(٠,٤^٢ + ٠,٣^٢) = ٠,١٢ م

ق = ٩×١٠^٩ × ٣٢×١٠^-٩ × ٨×١٠^-٩ / ٠,١٢^٢ = ٩,٢١٦×١٠^-٦ نيوتن

٢- المجال الكهربائي عند النقطة ب ناتج عن مجال (شـ ١) و(شـ ٢)

لذلك نحسب المجالين ثم نقوم بحساب محصلة المجالين



م١ = ٩×١٠^٩ × شـ١ / ف١^٢

= ٩×١٠^٩ × ٨×١٠^-٩ / ٠,٣^٢ = ٨٠٠ نيوتن/كولوم باتجاه الأسفل

م٢ = ٩×١٠^٩ × شـ٢ / ف٢^٢ = ٩×١٠^٩ × ٣٢×١٠^-٩ / ٠,٤^٢ = ١٨٠٠ نيوتن/كولوم ، باتجاه اليسار

م = √(م١^٢ + م٢^٢) = √(٨٠٠^٢ + ١٨٠٠^٢) = ١٩٦٩,٧ نيوتن/كولوم

لإيجاد اتجاه المجال ظاهـ = م١ / م٢ = ٨٠٠ / ١٨٠٠

٣) جـ م = جـ ١م + جـ ٢م = ٩×١٠^٩ × (شـ١ / ف١ + شـ٢ / ف٢) = ٩×١٠^٩ × (٨×١٠^-٩ / ٠,٤ + -٣٢×١٠^-٩ / ٠,٣) = -٧٨٠ فولت

ب) جسيم نقطي موضوع في الهواء شحن بإعطائه (مليون إلكترون) احسب :

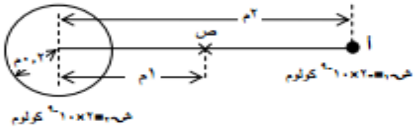
١- شحنة الجسيم

٢- طاقة الوضع الكهربائية لشحنة مقدارها (١٢-١٠×٠,٥^١٢-١٠) كولوم عند وضعها في نقطة تبعد (١٦)سم عن الجسيم المشحون.

١ شـ = ن شـ = ١٠^٦ × ١,٦×١٠^-١٩ = ١,٦×١٠^-١٣ كولوم وهي سالبة

٢- ط = جـ ش١ = ٩×١٠^٩ × شـ١ شـ٢ / ف١ = ٩×١٠^٩ × ١,٦×١٠^-١٣ × -٠,٥×١٠^-١٢ / ٠,١٦ = ٤,٥-×١٠^-١٥ جول

ب) وضعت شحنة نقطية شـ١ = (-٢×١٠^-٩) كولوم عند النقطة (أ) وعلى بعد (٢) م من مركز موصل كروي أجوف معزول يحمل شحنة شـ٢ = (٢×١٠^-٩) كولوم ، كما هو مبين في الشكل جانباً. اعتماداً على المعلومات المبينة على الشكل احسب ما يأتي :



١ – الجهد الكهربائي على سطح الموصل الكروي

٢ – الشغل اللازم لنقل إلكترون من اللانهاية إلى سطح الموصل الكروي.

٣ – المجال الكهربائي عند النقطة (ص) التي تنصف المسافة بين الشحنتين.

جهد الموصل = جـ سطح + جـ شـ = أ شـ٢ / نق + أ شـ١ / ف = ٩×١٠×٢×١٠^-٩ (١/٠,٢ - ١/٢) = ٨١ فولت

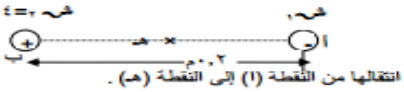
ش(سـ) سطح الموصل = جـ موصل ∞ شـ ع

= (جـ موصل - جـ∞) × شـ ع = (٨١ – ٠) × (-١٠×١,٦^-١٩)

٣ – مـ محصلة = مـ١ + مـ٢ (حيث أن المجالين بنفس الاتجاه عند النقطة (ص) و كلاهما باتجاه اليمين (محور س+)

= أ شـ٢ / ف٢^٢ + أ شـ١ / ف١^٢ = ٩×١٠×٢×١٠^-٩ (٢/١)^٢ = ٣٦ نيوتن/كولوم

ب- شحنتان نقطيتان (شـ١ ، شـ٢) موضوعتان في الهواء عند النقطتين (أ،ب)، فإذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة (هـ) الواقعة في منتصف المسافة بينهما يساوي صفراً، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل. احسب ما يأتي:



١- الشحنة (شـ١).

٢- المجال الكهربائي عند النقطة (هـ).

٣- التغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة (شـ١) عند انتقالها من النقطة (أ) إلى النقطة (هـ) .

١- جـ هـ = صفر = ٩×١٠^٩ شـ٢ / ف + ٩×١٠^٩ شـ١ / ف

صفر = ٩×١٠^٩ × شـ١ / ٠,١ + ٩×١٠^٩ × ٤×١٠^-٦ / ٠,١ ومنه شـ١ = -٤×١٠^-٦ كولوم

٢- مـ هـ = مـ١ + مـ٢ = ٩×١٠^٩ × شـ١ / ف١^٢ + ٩×١٠^٩ × شـ٢ / ف٢^٢

= ٩×١٠^٩ × ٤×١٠^-٦ × ٩ / (٠,١)^٢ + ٩×١٠^٩ × ٤×١٠^-٦ × ٩ / (٠,١)^٢ = ٧٢×١٠^٥ نيوتن/كولوم من هـ إلى أ (باتجاه (س+))

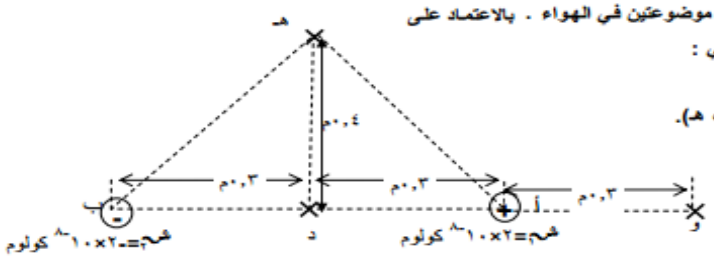
٣- Δ طـ و = طـ و - طـ ا = شـ١ (جـ هـ – جـ ا) جـ هـ = ٩×١٠^٩ × ٤×١٠^-٦ × ٩ / ٠,١ = ٣٦×١٠^٤ فولت

ش(أ،هـ) = -٤×١٠^-٦ (٣٦×١٠^٤ - ١٨×١٠^٤) جـ ا = ٩×١٠^٩ × ٤×١٠^-٦ × ٩ / ٠,٢ = ١٨×١٠^٤ فولت

ب- يبين الشكل شحنتين نقطيتين (أ،ب) موضوعتين في الهواء . بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل أوجد ما يأتي :

١- المجال الكهربائي عند النقطة (د).

٢- جـ و د (فرق الجهد بين النقطتين و ، هـ).



١- مـ١ = ٩×١٠^٩ شـ١ / ف١^٢ = ٩×١٠^٩ × ٢×١٠^-٨ / ٠,٣^٢ = ٢٠٠٠ نيوتن/كولوم باتجاه اليسار (محور س-)

مـ٢ = ٩×١٠^٩ شـ٢ / ف٢^٢ = ٩×١٠^٩ × ٢×١٠^-٨ / ٠,٣^٢ = ٢٠٠٠ نيوتن/كولوم باتجاه اليسار (محور س-)

مـ١ ← د → مـ٢

مـ = مـ١ + مـ٢ = ٢٠٠٠ + ٢٠٠٠ = ٤٠٠٠ نيوتن/كولوم باتجاه اليسار (محور س-)

٢- جـ و = ٩×١٠^٩ شـ١ / ف أ و + ٩×١٠^٩ شـ٢ / ف ب و = ٩×١٠^٩ (٢×١٠^-٨ / ٠,٣ + -٢×١٠^-٨ / ٠,٩) = ٤٠٠ فولت

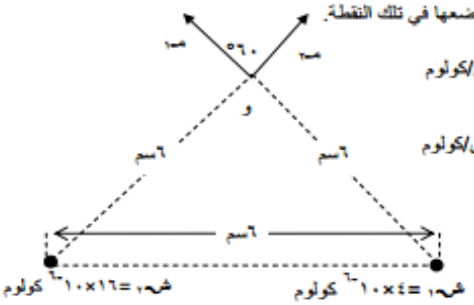
جـ هـ = ٩×١٠^٩ (٢×١٠^-٨ / ٠,٥ + -٢×١٠^-٨ / ٠,٥) = صفر فولت

جـ و هـ = جـ و – جـ هـ = ٤٠٠ – ٠ = ٤٠٠ فولت

ب)شحنتان نقطيتان : الأولى مقدارها (٤×١٠^-٦) كولوم والثانية مقدارها (١٦×١٠^-٦) كولوم والمسافة بينهما في الهواء (٦)سم.
احسب

١- المجال الكهربائي في نقطة تبعد مسافة (٦)سم عن كل من الشحنتين.

٢- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة ثالثة مقدارها (١×١٠^-٦) عند وضعها في تلك النقطة.



م١ = ٩×١٠^٩ × شـ١ / ف١^٢ = ٩×١٠^٩ = ٤×١٠^-٦ / (٦×١٠^-٢)^٢ = ١×١٠^٧ نيوتن/كولوم

م٢ = ٩×١٠^٩ × شـ٢ / ف٢^٢ = ٩×١٠^٩ = ١٦×١٠^-٦ / (٦×١٠^-٢)^٢ = ٤×١٠^٧ نيوتن/كولوم

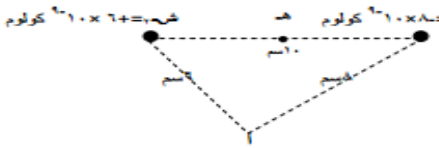
وبما أن المثلث متساوي الأضلاع فالزاوية بين المجالين
تساوي (٦٠°)

م = √(م١^٢ + م٢^٢ + ٢م١م٢ جتا٦٠)

م = √(٣٢٠^٢ + ٢٤٠^٢ + ٢×٣٢٠×٢٤٠ جتا٦٠) = ٣,٦×١٠^٧ نيوتن/كولوم

٢- ق = م شـ = ٣,٦×١٠^٧ × ١×١٠^-٦ = ٣٦ نيوتن

ب) يمثل الشكل التالي شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء البعد بينهما (١٠)سم، اعتماداً على المعلومات المثبتة على الشكل احسب :



١- القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين النقطيتين.
٢- المجال الكهربائي في النقطة (هـ) منتصف المسافة بين الشحنتين.
٣- طاقة الوضع الكهروستاتيكية لشحنة سالبة مقدارها (٣×١٠^-٩) كولوم عند وضعها في النقطة (أ).

١- ق = ٩×١٠^٩ × شـ١ شـ٢ / ف^٢ = ٩×١٠^٩ × ٨×١٠^-٩ × ٦×١٠^-٩ / ٠,١^٢ = ٤٣,٢×١٠^-٦ نيوتن (تجاذب)

٢- لحساب المجال الكهربائي عند النقطة (هـ) ، نحسب مجال (شـ١) ومجال (شـ٢) ثم نحسب محصلتهما،

م١ = ٩×١٠^٩ × شـ١ / ف١^٢ = ٩×١٠^٩ = ٨×١٠^-٩ / (٥×١٠^-٢)^٢ = ٧٢/٢٥ ×١٠^٩ نيوتن/كولوم ، لليمين

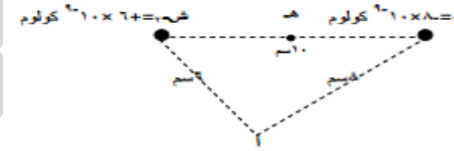
م٢ = ٩×١٠^٩ × شـ٢ / ف٢^٢ = ٩×١٠^٩ = ٦×١٠^-٩ / (٥×١٠^-٢)^٢ = ٥٤/٢٥ ×١٠^٩ نيوتن/كولوم ، لليمين

م = م١ + م٢ = ٧٢/٢٥ ×١٠^٩ + ٥٤/٢٥ ×١٠^٩ = ١٢٦/٢٥ ×١٠^٩ نيوتن/كولوم ، لليمين

٣- جـ = ٩×١٠^٩ × شـ١ / ف + ٩×١٠^٩ × شـ٢ / ف = ٩×١٠^٩ (٨×١٠^-٩ / ٠,٠٨ + ٦×١٠^-٩ / ٠,٠٦) = ٠ فولت

طـو = جـ ـور شـ = (٠) شـ = ٠ جول

ب) يمثل الشكل التالي شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء البعد بينهما (١٠)سم، اعتماداً على المعلومات المثبتة على الشكل احسب :



١- القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين النقطيتين.
٢- المجال الكهربائي في النقطة (هـ) منتصف المسافة بين الشحنتين.
٣- طاقة الوضع الكهروستاتيكية لشحنة سالبة مقدارها (٣×١٠^-٩) كولوم عند وضعها في النقطة (أ).

١- ق = ٩×١٠^٩ × شـ١ شـ٢ / ف^٢ = ٩×١٠^٩ × ٨×١٠^-٩ × ٦×١٠^-٩ / ٠,١^٢ = ٤٣,٢×١٠^-٦ نيوتن (تجاذب)

٢- لحساب المجال الكهربائي عند النقطة (هـ) ، نحسب مجال (شـ١) ومجال (شـ٢) ثم نحسب محصلتهما،

م١ = ٩×١٠^٩ × شـ١ / ف١^٢ = ٩×١٠^٩ = ٨×١٠^-٩ / (٥×١٠^-٢)^٢ = ٧٢/٢٥ ×١٠^٩ نيوتن/كولوم ، لليمين

م٢ = ٩×١٠^٩ × شـ٢ / ف٢^٢ = ٩×١٠^٩ = ٦×١٠^-٩ / (٥×١٠^-٢)^٢ = ٥٤/٢٥ ×١٠^٩ نيوتن/كولوم ، لليمين

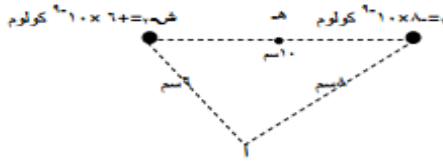
م = م١ + م٢ = ٧٢/٢٥ ×١٠^٩ + ٥٤/٢٥ ×١٠^٩ = ١٢٦/٢٥ ×١٠^٩ نيوتن/كولوم ، لليمين

٣- جـ = ٩×١٠^٩ × شـ١ / ف + ٩×١٠^٩ × شـ٢ / ف = ٩×١٠^٩ (٨×١٠^-٩ / ٠,٠٨ + ٦×١٠^-٩ / ٠,٠٦) = ٠ فولت

طـو = جـ ـور شـ = (٠) شـ = ٠ جول

غرايبة

ب) يمثل الشكل التالي شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء شـ١=-٨×١٠^-٩ كولوم، شـ٢=+٦×١٠^-٩ كولوم البعد بينهما (١٠)سم، اعتماداً على المعلومات المثبتة على الشكل احسب :



١- القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين النقطيتين.

٢- المجال الكهربائي في النقطة (هـ) منتصف المسافة بين الشحنتين.

٣- طاقة الوضع الكهروستاتيكية لشحنة سالبة مقدارها (٣×١٠^-٩) كولوم عند وضعها في النقطة (أ).

١- ق = ٩×١٠^٩ × (شـ١ شـ٢)/ف^٢ = ٩×١٠^٩ × (٨×١٠^-٩ × ٦×١٠^-٩)/(٠,١)^٢ = ٤٣,٢×١٠^-٣ نيوتن (تجاذب)

٢- لحساب المجال الكهربائي عند النقطة (هـ) ، نحسب مجال (شـ١) ومجال (شـ٢) ثم نحسب محصلتهما،

م١ = ٩×١٠^٩ × شـ١/ف١^٢ = ٩×١٠^٩ × ٨×١٠^-٩/(٥×١٠^-٢)^٢ = ٧٢/٢٥ ×١٠^٤ نيوتن/كولوم ، لليمين

م٢ = ٩×١٠^٩ × شـ٢/ف٢^٢ = ٩×١٠^٩ × ٦×١٠^-٩/(٥×١٠^-٢)^٢ = ٥٤/٢٥ ×١٠^٤ نيوتن/كولوم ، لليمين

م = م١ + م٢ = ٧٢/٢٥ ×١٠^٤ + ٥٤/٢٥ ×١٠^٤ = ١٢٦/٢٥ ×١٠^٤ نيوتن/كولوم ، لليمين

٣- جـ = ٩×١٠^٩ × شـ١/ف + ٩×١٠^٩ × شـ٢/ف = ٩×١٠^٩ (-٨×١٠^-٩/٠,٠٨ + ٦×١٠^-٩/٠,٠٦) = ٠ فولت

طـ و = جـ بينما شـ = (٠) شـ = ٠ جول

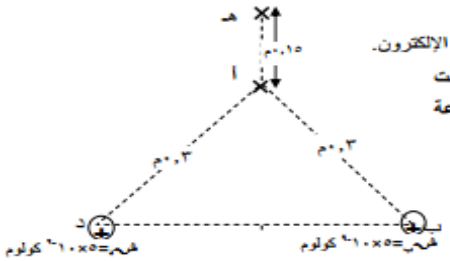
أ- وضح المقصود بكل من : تكمية الشحنة:

تكمية الشحنة: شحنة أي جسم يجب أن تساوي عدداً صحيحاً من شحنة الإلكترون.

ب- بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل المجاور، وإذا علمت أن (س ب = س ر = + ٥×١٠^-٩ كولوم) والشحنات نقطية وموضوعة في الهواء، فاحسب ما يأتي:

١ - المجال الكهربائي في النقطة (أ) مقداراً واتجاهاً.

٢ - مقدار ونوع الشحنة النقطية الواجب وضعها في النقطة (هـ) ليصبح الجهد الكهربائي الكلي في النقطة (أ) يساوي صفراً.



١- لحساب المجال الكهربائي عند النقطة (أ) ، نحسب مجال (شـ١) ومجال (شـ٢) ثم نحسب محصلتهما،

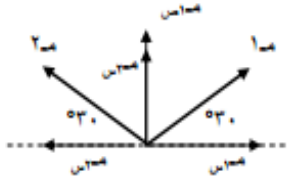
م١ = ٩×١٠^٩ × شـ١/ف١^٢ = ٩×١٠^٩ × ٥×١٠^-٩/(٠,٣)^٢ = ٥٠٠ نيوتن/كولوم ، كما في الشكل

م٢ = ٩×١٠^٩ × شـ٢/ف٢^٢ = ٩×١٠^٩ × ٥×١٠^-٩/(٠,٣)^٢ = ٥٠٠ نيوتن/كولوم ، كما في الشكل

مجس = مجس١ + مجس٢ = م١ جتا٣٠ + م٢ جتا٣٠ = ٥٠٠×٠,٨٧ - ٥٠٠×٠,٨٧ = ٠

مجص = مجص١ + مجص٢ = ٥٠٠×٠,٥ + ٥٠٠×٠,٥ = ٢٥٠+٢٥٠ = ٥٠٠ نيوتن/كولوم

م محصلة = ٥٠٠ نيوتن/كولوم نحو محور الصادات الموجب

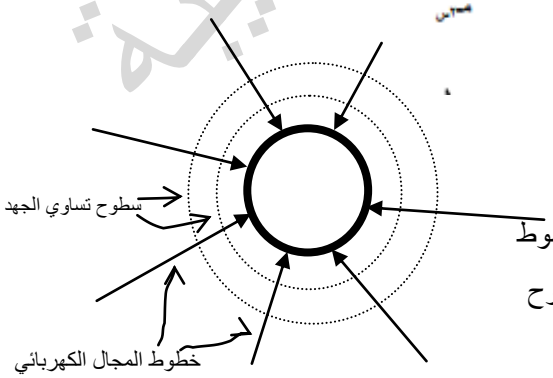


٢- جـ = ٩×١٠^٩ × شـ١/ف + ٩×١٠^٩ × شـ٢/ف + ٩×١٠^٩ × شـ/ف = ٠

٠ = ٩×١٠^٩ × ٥×١٠^-٩/٠,٣ + ٩×١٠^٩ × ٥×١٠^-٩/٠,٣ + ٩×١٠^٩ × شـ/٠,١٥

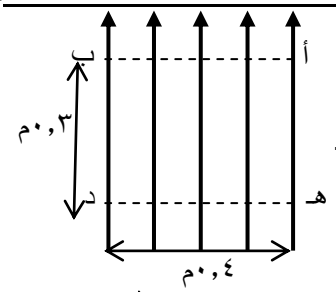
ومنه شـ = ٥٠×١٠^-٩ كولوم

أ - أرسم خطوط المجال الكهربائي وخطوط تساوي الجهد لموصل كروي معزول ومشحون بشحنة سالبة .



خطوط المجال هي الخطوط المستقيمة المتصلة والتي تتجه لسطح الكرة خطوط تساوي الجهد هي الدوائر التي تحيط بالكرة في الفراغ تكون عبارة عن سطوح كروية مركزها مركز الموصل

ج- يمثل الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره (١٠^{٣}) فولت/م، اعتماداً على القيم المثبتة عليه احسب:

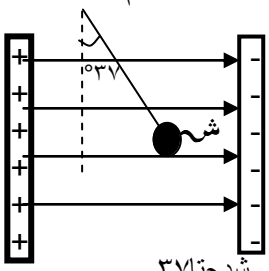


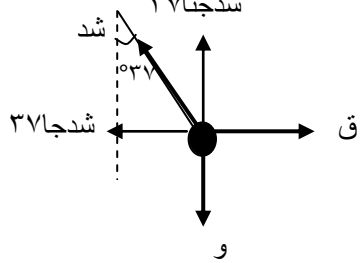
١- جـ أ هـ ٢- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (+١)ميكروكولوم من النقطة (هـ) إلى النقطة(ب).

١- جـ أ هـ = مـ ف جتاθ = ١٠^{٣} ×٠,٣×جتا١٨٠ = -٣٠٠ فولت

٢- ش$_{هـ}$ ـ ب = جـ ب هـ شـ لكن جـ ب هـ =جـ ب أ +جـ أ هـ = مـ ف جتا٩٠ + -٣٠٠=-٣٠٠فولت

ج- كرة فلزية مشحونة بشحنة (+٦×١٠$^{-٩}$ كولوم)، وزنها (٢×١٠$^{-٣}$ نيوتن)، معلقة بخيط بين صفيحتين متوازيتين رأسيتين البعد بينهما (٤×١٠$^{-٣}$ م)/ وعندما وصلت الصفيحتان بمصدر كهربائي اتزنت الكرة في وضع يميل فيه الخيط عن الرأسي بزاوية (٣٧)° كما في الشكل، احسب فرق الجهد للمصدر الكهربائي.





و = شد جتا٣٧ ومنه ٢×١٠$^{-٣}$ = شد ×٠,٨ ومنه شد= ٢,٥×١٠$^{-٣}$ نيوتن

ق = شد جا٣٧ ق= ٢,٥×١٠$^{-٣}$×٠,٦ = ١,٥×١٠$^{-٣}$ نيوتن

ق= مـ شـ ⇐ ١,٥×١٠$^{-٣}$ = مـ ×٦×١٠$^{-٩}$ ومنه مـ = ٢٥×١٠^{٤} نيوتن/كولوم

لكن جـ = مـ ف ⇐ جـ = ٢٥×١٠^{٤} × ٤×١٠$^{-٣}$ = ١٠٠٠ فولت

ب- يستخدم قانون كولوم الذي تمثل العلاقة (ق = $\frac{١}{٤\pi\varepsilon}$ × $\frac{شـ_{١} شـ_{٢}}{ف}$) لحساب القوة المتبادلة بين الشحنات الكهربائية النقطية الساكنة. أجب عما يأتي:

١) ما الكمية الفيزيائية التي يدل عليها الرمز (ε) ؟ وما وحدة قياسها؟

٢) لماذا تكون القوة بين الشحنات متبادلة؟

١- السماحية الكهربائية ووحدة قياسها (كولوم^{٢}/ نيوتن م^{٢})

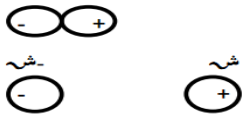
٢- القوة الكهربائية بين الشحنات عبارة عن فعل ورد فعل حسب قانون نيوتن الثالث.

ج) قربت ساق مشحونة من كرتين صغيرتين فلزيتين متلامستين غير مشحونتين، فشحنت بالحث، ثم فصلت الكرتان عن بعضهما بواسطة عازل حتى أصبحت المسافة بين مركزيهما (٠,١)م، ثم أبعدت الساق نهائياً فوجد أن الكرتين تتجاذبان بقوة مقدارها (٩×١٠$^{-٥}$) نيوتن، احسب عدد الإلكترونات التي انتقلت من أحد الكرتين إلى الأخرى خلال عملية الشحن .

١- ق= ٩×١٠^{٩} × $\frac{شـ شـ}{ف^{٢}}$ (عند فصل الكرتين تشحن الكرتان بشحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتان)

٩×١٠$^{-٥}$= ٩×١٠^{٩} × $\frac{شـ^{٢}}{٠,١^{٢}}$

ومنه شـ^{٢} = ١×١٠$^{-١٦}$ و شـ = ١×١٠$^{-٨}$ كولوم



ن= $\frac{شـ}{شـ_{e}}$ = $\frac{١×١٠^{-٨}}{١,٦×١٠^{-١٩}}$ = ٦٢٥×١٠^{٨} إلكترون

ب) جسيم نقطي موضوع في الهواء شحن بإعطائه (مليون إلكترون) احسب :

١- شحنة الجسيم

٢- طاقة الوضع الكهربائية لشحنة مقدارها (٠,٥×١٠$^{-١٢}$) كولوم عند وضعها في نقطة تبعد (١٦)سم عن الجسيم المشحون.

١ شـ = ن شـ$_{e}$ = ١٠^{٦}×١,٦×١٠$^{-١٩}$ = ١,٦×١٠$^{-١٣}$ كولوم وهي سالبة

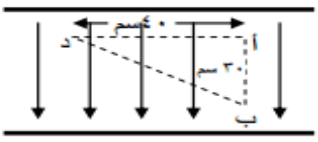
٢- طـ$_{و}$ = جـ$_{و}$ ش$_{١}$= ٩×١٠^{٩} $\frac{شـ_{٢} شـ_{١}}{ف_{١}}$ =٩×١٠^{٩} $\frac{١٠×١,٦-^{١٣}×١٠×٠,٥^{-١٢}}{٠,١٦}$ = -٤,٥×١٠$^{-١٥}$ جول

ج) يمثل الشكل المجاور ، لوحان معدنيان متوازيان، فرق الجهد بينهما (١٠ ^{٣}) فولت ، والمسافة بينهما (٠,٥) متر في الهواء، وضعت شحنة كهربائية سالبة مقدارها (١ × ١٠ $^{-٦}$) كولوم في النقطة د،

(١) احسب : أ ــ القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة عند النقطة د،

ب- الشغل اللازم لنقل الشحنة من النقطة د إلى النقطة ب

(٢) مستعيناً بالشكل : ما النقطتان اللتان يكون عندهما الجهد الكهربائي متساوياً



١ - ق= مـ × شـ لكن مـ = $\frac{جـ}{ف}$ = $\frac{١٠^{٣}}{٠,٥}$ = ٢×١٠^{٣} نيوتن/كولوم

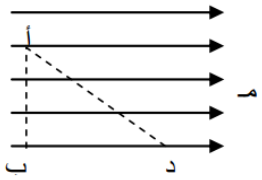
= ٢×١٠^{٣} × ١ × ١٠$^{-٦}$ = ٢ × ١٠$^{-٣}$ نيوتن

ش د ـــــ ب = جـ ب د × شـ لكن جـ ب د = جـ ب أ + جـ أ د

= ـ٦٠٠ × (-١ × ١٠$^{-٦}$) = مـ × ف ب أ × جتا١٨٠ + مـ × ف أ د × جتا٩٠

= ٦ × ١٠$^{-٤}$ جول = ٢×١٠^{٣}×٠,٣-×١ = ٠+ = ـ٦٠٠ فولت

ب. يوضح الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً (مـ) مقداره ١٠ ^{٤} فولت/م ، والنقاط (أ) ، (ب) ، (د) واقعة في المجال ، بحيث تقع النقطتان (ب) ، (د) على خط مجال واحد والزاوية (أ ب د) قائمة، وطول (ب د) يساوي ٤سم، احسب الشغل المبذول في نقل شحنة كهربائية موجبة مقدارها ٦×١٠$^{-٩}$كولوم من (د) إلى (أ) (



ش د ـــــ أ = جـ أ د شـ= (جـ ب + جـ ب د) شـ

= (مـ × ف أ ب ×جتا٩٠ + مـ ف ب د × جتا٠) شـ

=(٠+ ١٠^{٤} × ٠,٠٤ ×جتا٠) ×٦ ×١٠$^{-٩}$ = ٢٤ ×١٠$^{-٧}$ جول

أحمد الغرايبة