الفيزياء

الصف الثاني الثانوي

المجال الكهربائي

إعداد م.أنس الشعار

0789342541

القوة الكهربائية و المجال الكهربائي

قانون تكمية الشحنة:

يفقد الجسم إلكترونات فيصبح موجب الشحنة أو يكسبها فيصبح سالب الشحنة وفق العلاقة:

$$ش = ن \times ش_e$$

حيث ش شحنة الجسم و هي موجبة أو سالبة.

$ش_e$: شحنة الإلكترون.

ن عدد الإلكترونات التي كسبها الجسم أو خسرها.

تسمى العلاقة السابقة علاقة تكمية الشحنة و التي تدل على أن شحنة جسم ما تساوي عددًا صحيحًا موجبًا من شحنة الإلكترون الواحد.

و تستخدم في إحدى الحالات الآتية:

١- طلب حساب شحنة جسم فقد أو اكتسب إلكترونات. (تطبيق مباشر)

٢- في أسئلة (ما معنى أن شحنة جسم ما تساوي....) ومعنى ذلك خسارته أو اكتسابه لعدد ن من الإلكترونات.

٣- في أسئلة (هل يمكن لجسم ما أن تكون شحنته...) حيث يتم حساب ن و يجب أن يكون عددًا صحيحًا موجبًا.

سؤال ١ صفحة ١٠:

هل يمكن لجسم مشحون أن يحمل شحنة (٣×١٠^{-١٩}) كولوم . فسر إجابتك.

$$ش = ن \times ش_e$$

$$\frac{٣ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = \frac{ن \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$$

$$ن = \frac{٣}{١,٦}$$

$$ن = ١,٨٧٥$$

ن ليس عددًا صحيحًا و بالتالي لا يمكن.

سؤال ٢ صفحة ١٠:

يعد الكولوم وحدة قياس كبيرة نسبيًا من الناحية العملية .

وضح ذلك عن طريق حساب عدد الإلكترونات التي يفقدها جسم أو يكسبها لتصبح شحنته ١ كولوم.

$$ش = ن \times ش_e$$

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

إعداد م. أنس الشعار ٠٧٨٩٢٥٣٤٧٩

$$ن = \frac{١}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$$

$$ن = \frac{١٠}{١٦} \times ١٠^{١٩}$$

$$ن = ٠,٦٢٥ \times ١٠^{١٩} \text{ إلكترونًا}$$

$$ن = ٦٢٥ \times ١٠^{١٦} \text{ إلكترونًا}$$

التجاذب و التنافر بين الشحنات الكهربائية (القوى الكهربائية):

- كما هو معلوم فالشحنات المتماثلة تتنافر،
و الشحنات المختلفة تتجاذب.

- عند تجاذب شحنتين أو تنافرهما فالقوة الكهربائية التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية تساوي بالمقدار و تعاكس بالاتجاه تلك القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى دومًا.

- القوة (سواءً الكهربائية أو أي قوة) متجه : أي لها مقدار و لها اتجاه.

- مقدار القوة الكهربائية الناشئة بين شحنتين تفصل بينهما مسافة (ف) تعطى بالقانون الآتي (قانون كولوم):

$$ق_ك = \frac{أ \times ش_١ \times ش_٢}{ف^٢}$$

تعوض كل من الشحنتين دون إشارة لأن أي متجه مقداره موجب.

أ ثابت قيمته ٩×١٠^{٩}

- ما هي وحدة قياس الثابت أ في القانون السابق؟

$$ق_ك = \frac{أ \times ش_١ \times ش_٢}{ف^٢}$$

$$[ق_ك] = \frac{[أ] \times [ش_١] \times [ش_٢]}{[ف^٢]}$$

$[ق_ك]$ تعني وحدة قياس $ق_ك$

$$[أ] \times [ش_١] \times [ش_٢] = [ف^٢] \times [ق_ك]$$

$$[أ] = \frac{[ق_ك] \times [ف^٢]}{[ش_١] \times [ش_٢]}$$

$$[أ] = \text{نيوتن . م}^٢/\text{كولوم}^٢$$

إعداد: أنس الشعار ٠٩٣٤٢٥٤١

- هل القوة الكهربائية قوة تلامس أم قوة تأثير عن بعد؟

هي قوة تأثير عن بعد أو قوة مجال بمعنى أنها تنشأ حتى لو تكن الشحنات متلامسة مع بعضها.

المجال الكهربائي:

هو خاصية للحيز المحيط بالشحنة يظهر أثرها بشكل قوة كهربائية تؤثر في أي شحنة موضوعة في ذلك الحيز.

- المجال الكهربائي متجه: له مقدار و له اتجاه.

- يحدد اتجاهه باتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة موجبة توجد في النقطة المراد تحديد اتجاه المجال فيها.

- مقدار المجال الكهربائي يحسب من العلاقة:

$$\text{مـ}_{1} = \frac{\text{أ} \times \text{ش}_{1}}{\text{ف}^{2}}$$

ش$_{1}$ هي الشحنة المولدة لـ مـ$_{1}$

- لو أن شحنة أخرى ش$_{2}$ وضعت في المجال مـ$_{1}$ لتأثرت بقوة كهربائية $\overleftarrow{\text{ق}_{\text{ك}}}$ حيث:

$$\text{مـ}_{1} = \frac{\text{ق}_{\text{ك}}}{\text{ش}_{2}}$$

- ما هي وحدة قياس المجال الكهربائي؟

$$\text{مـ} = \frac{\text{ق}_{\text{ك}}}{\text{ش}}$$

$$[\text{مـ}] = \frac{[\text{ق}_{\text{ك}}]}{[\text{ش}]}$$

$[\text{مـ}] = \frac{\text{نيوتن}}{\text{كولوم}}$ أو بالشكل: نيوتن/ كولوم

و سيمر لاحقًا أن هناك وحدة أخرى له هي : فولت / متر.

- هل المجال الكهربائي يتناسب طردًا أم عكسًا مع (ق$_{\text{ك}}$) و (ش) حيث:

$$\text{مـ} = \frac{\text{ق}_{\text{ك}}}{\text{ش}}$$

إعداد رأس الشعار ٠٧٩٣٤٥٤١

مـ لا يتناسب طردًا و لا عكسًا مع القوة أو الشحنة التي تأثرت بتلك القوة فهو مستقل عنهما و لو تغيرت إحداهما زيادة أو نقصانًا فستتغير الأخرى بالنسبة نفسها و يبقى حاصل قسمتهما ثابتًا.

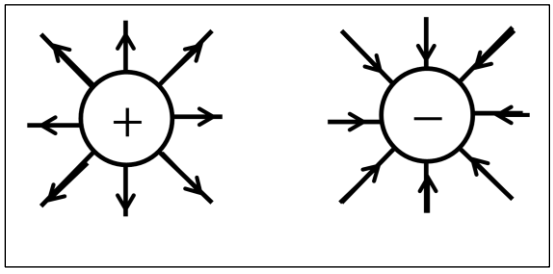
و من القانون:

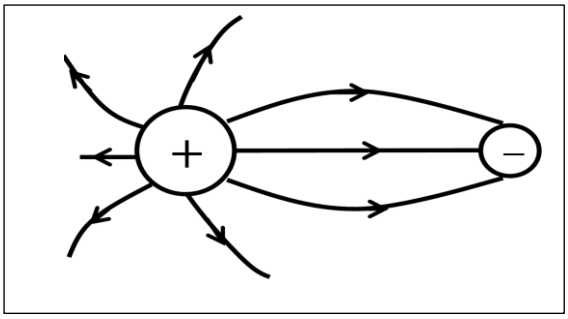
$$\text{مـ} = \frac{\text{أ} \times \text{ش}}{\text{ف}^{٢}}$$

نجد أن المجال الكهربائي يتناسب طردًا مع مقدار الشحنة المولدة له و عكسًا مع مربع المسافة بين الشحنة و النقطة المحسوب عندها.

- ما هي خطوط المجال الكهربائي؟

هي خطوط وهمية
تخرج من الشحنة الموجبة
و تدخل إلى الشحنة السالبة
تمثل مسار شحنة موجبة حرة الحركة
توضع في ذلك المجال
و يكون المجال الكهربائي مماسًا لها في جميع النقاط.
و هذه الخطوط مفتوحة و ليست مغلقة.





- إن زيادة كثافة تلك الخطوط تدل أن مقدار المجال كبير .
و العكس صحيح.

سؤال ٣ صفحة ١٠:

بين كيف يمكن الإفادة من خطوط المجال الكهربائي في معرفة كل من :

١- مقدار المجال الكهربائي في نقطة ما.

إن زيادة كثافة تلك الخطوط تدل أن مقدار المجال كبير .
و العكس صحيح.

٢- اتجاه المجال الكهربائي في نقطة.

المجال الكهربائي دومًا مماس لتلك الخطوط في جميع النقاط.

إعداد/ أيمن الشعار ٠٧٨٩٢٥٢٤٠٤

- هل تتقاطع خطوط المجال الكهربائي ؟ فسر إجابتك.

لا

لأنه لو تقاطع خطان فهناك مماسان في نقطة تقاطعهما

مماس للخط الأول و مماس للخط الثاني

أي هناك اتجاهان للمجال الكهربائي في تلك النقطة و هذا مستحيل.

سؤال ٤ صفحة ١٠٠:

وضعت شحنة اختبار موجبة عند نقطة في مجال كهربائي فتأثرت بقوة باتجاه المحور الصادي السالب.

أ- ما اتجاه المجال عند تلك النقطة؟

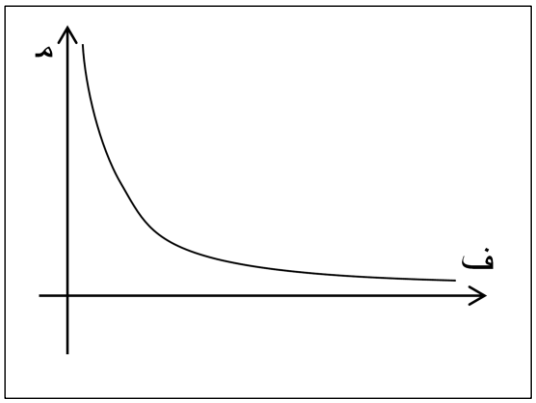
هو اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة الموجبة أي نحو المحور الصادي السالب.

ب- إذا وضع إلكترون بدلًا من شحنة الاختبار فهل يتغير مقدار المجال الكهربائي أو اتجاهه عند تلك النقطة ؟ فسر إجابتك.

المجال الكهربائي لا يتأثر مقداره و لا اتجاهه بالشحنة الموضوعة فيه

بل يتأثران بنوع الشحنة المولدة له (يؤثر على اتجاه المجال) و مقدارها (يؤثر على مقدار المجال).

- ارسم شكلًا يوضح العلاقة بين المجال الكهربائي و بعد النقطة عن الشحنة المولدة له.

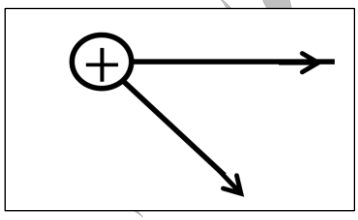


- ما هو المجال المنتظم ؟

و هل المجال الناشئ عن شحنة نقطية منتظم أم لا؟ و لماذا؟

المجال المنتظم هو المجال الثابت في مقداره و في اتجاهه في جميع النقاط.

إن المجال الناشئ عن شحنة نقطية ليس ثابتًا في اتجاهه (و هذا كافٍ لنقول أنه غير منتظم)



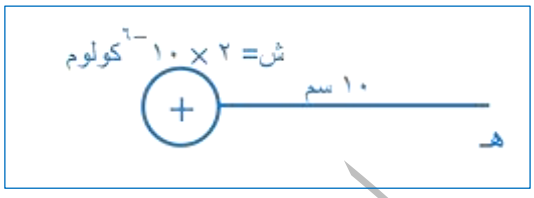
و أيضًا غير ثابت في مقداره فكلما ابتعدت النقطة عن الشحنة صغر المجال.

(و هذا كافٍ لنقول أنه غير منتظم).

أعداد وأنس الشعار

مثال (١-١) صفحة ١٢:

يبين الشكل شحنة نقطية ٢ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم



موضوعة في الهواء

إذا كانت (هـ) نقطة تقع في مجال الشحنة الكهربائية و على بعد ١٠ سم فجد عند النقطة (هـ):

١- المجال الكهربائي مقدارًا و اتجاهًا.

$$\text{مـ} = \frac{\text{أ} \times \text{ش}}{\text{ف}^{٢}}$$

$$\text{مـ} = \frac{٩ \times ١٠ \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{(١٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

مـ = ١٨ × ١٠ ^{٥} نيوتن/كولوم

الاتجاه: هو اتجاه قوة كهربائية تؤثر في شحنة موجبة توضع عند هـ أي نحو محور السينات الموجب.

$\overleftarrow{\text{مـ}}$ = ١٨ × ١٠ ^{٥} نيوتن/كولوم، نحو+ س

(تحديد المقدار و الاتجاه هو تحديد المتجه).

٢- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة (– ٢ × ١٠ $^{-٩}$ كولوم) توضع عند هذه النقطة مقدارًا و اتجاهًا.

$$\text{مـ} = \frac{\text{ق}_{\text{ك}}}{\text{ش}}$$

$$\frac{\text{ق}_{\text{ك}}}{١٠ \times ٢^{-٩}} = \frac{١٨ \times ١٠^{٥}}{١}$$

ق $_{\text{ك}}$ = ١٨ × ١٠ ^{٥} × ٢ × ١٠ $^{-٩}$

$\overleftarrow{\text{ق}_{\text{ك}}}$ = ٣٦ × ١٠ $^{-٤}$ نيوتن، نحو - س (عكس اتجاه المجال)

- كيف يمكن حساب المجال الكهربائي المحصل في نقطة و الناشئ عن وجود مجالين كهربائيين فيها.

نميز وجود أربع حالات:

١- المجالان بالاتجاه نفسه: $\Longrightarrow$

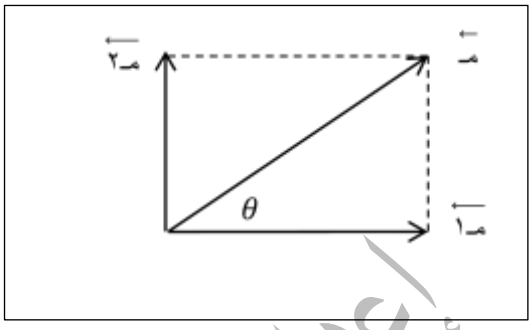
مقدار المجال المحصل هو جمع مقداري المتجهين و اتجاهه هو نفسه اتجاه المجالين.

٢- المجالان متعاكسان بالاتجاه: $\longleftarrow\bullet\longrightarrow$

مقدار المجال المحصل هو حاصل طرح المقدارين (الكبير – الصغير) و اتجاهه اتجاه الكبير.

إعداد: أنس الشعار | www.

٣- المجالان متعامدان:



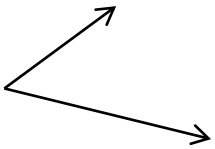
يحسب مقدار المجال المحصل من العلاقة:(علاقة فيثاغورس)

$$م = \sqrt{م_{١}^{٢} + م_{٢}^{٢}}$$

أما الاتجاه فيتحدد من خلال حساب θ الزاوية التي يصنعها متجه المجال مع محور السينات الموجب.

حيث ظا θ $= \frac{م_{٢}(العمودي)}{م_{١}(الأفقي)}$

٤- المجالان بينهما زاوية تختلف عن ٩٠^{o}:



عنده نحسب:

$م_{١س} = م_{١}$ جتا $\theta_{١}$

($\theta_{١}$: زاوية المجال الأول مع محور + س)

$م_{٢س} = م_{٢}$ جتا $\theta_{٢}$

$م_{١ص} = م_{١}$ جا $\theta_{١}$

$م_{٢ص} = م_{٢}$ جا $\theta_{٢}$

ثم:

$م_{س} = \mp م_{١س} \mp م_{٢س}$

$م_{ص} = \mp م_{١ص} \mp م_{٢ص}$

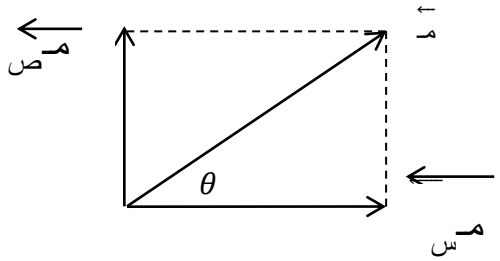
تسبق $م_{١س}$ بإشارة + إن كان متجه المجال الأول نحو اليمين و بإشارة – إن كان متجهًا نحو اليسار.

و كذلك $م_{٢س}$

تسبق $م_{١ص}$ بإشارة + إن كان متجه المجال الأول نحو الأعلى و بإشارة – إن كان متجهًا نحو الأسفل.

و كذلك $م_{٢ص}$

بعد ذلك نكون أمام حالة تشابه الحالة الثالثة:



إعداد: أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٥٤٠٤

$$مـ = \sqrt{مـ_{س}^{٢} + مـ_{ص}^{٢}}$$

$$\theta \text{ ظا} = \frac{مـ_{ص}(\text{العمودي})}{مـ_{س}(\text{الأفقي})}$$

و الأمثلة الآتية توضح ذلك:

مثال (١-٢) صفحة ١٣:
يبين الشكل شحنتين نقطيتين موضوعتين في الهواء:

بالاعتماد على البيانات المثبتة في الشكل جد:
١- المجال الكهربائي المحصل عند النقطة س مقدارًا و اتجاهًا.

$$مـ_{١} = \frac{أ \times ش_{١}}{ف_{١}^{٢}}$$

$$مـ_{١} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-٩}}{(٣ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

$$\overleftarrow{مـ_{١}} = ٢ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم، نحو- س}$$

$$مـ_{٢} = \frac{أ \times ش_{٢}}{ف_{٢}^{٢}}$$

$$مـ_{٢} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١٦ \times ١٠^{-٩}}{(٤ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

$$\overleftarrow{مـ_{٢}} = ٩ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم، نحو- س}$$

$$مـ = مـ_{١} + مـ_{٢}$$

$$\overleftarrow{مـ} = ١١ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم، نحو- س}$$

٢- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة (٢ بيكو كولوم) توضع عند النقطة س مقدارًا و اتجاهًا.

$$مـ = \frac{ق_{ك}}{ش}$$

$$١١ \times ١٠^{٤} = \frac{ق_{ك}}{٢ \times ١٠^{-١٢}}$$

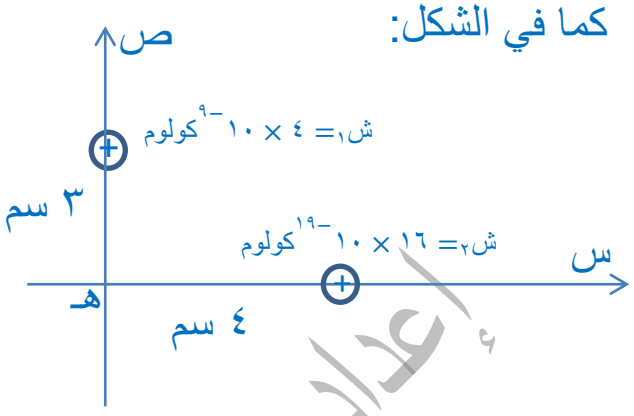
$$ق_{ك} = ١١ \times ١٠^{٤} \times ٢ \times ١٠^{-١٢}$$

$$\overleftarrow{ق_{ك}} = ٢٢ \times ١٠^{-٨} \text{ نيوتن، نحو- س}$$
(باتجاه المجال لأنها تؤثر على شحنة موجبة)

إعداد م. أنس الشعار ٠٧٨٩٢٤٢٥٤١

مثال (١-٣) صفحة ١٤:

شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء كما في الشكل:



جد المجال الكهربائي المحصل عند النقطة هـ مقدارًا و اتجاهًا.

$$\text{مـ}_1 = \frac{\text{أ} \times \text{ش}_1}{\text{ف}_1^2}$$

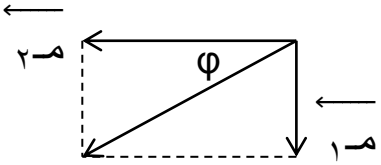
$$\text{مـ}_1 = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٩}}{(٣ \times ١٠^{-٢})^2}$$

$$\overleftarrow{\text{مـ}_1} = ٤ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم، نحو- ص}$$

و سنجد أن:

$$\overleftarrow{\text{مـ}_2} = ٩ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم، نحو- س}$$

$$\text{مـ} = \sqrt{\text{مـ}_{\text{س}}^2 + \text{مـ}_{\text{ص}}^2}$$



$$\text{مـ} = \sqrt{(٤ \times ١٠^{٤})^2 + (٩ \times ١٠^{٤})^2}$$

$$\text{مـ} = ١٠^{٤} \times \sqrt{١٦ + ٨١}$$

$$\text{مـ} = ١٠^{٤} \times \sqrt{٩٧}$$

$$\text{مـ} \approx ٩,٨ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم}$$

حسب الشكل:

$$\text{ظا } \varphi = \frac{\text{مـ}_1}{\text{مـ}_2}$$

$$\text{ظا } \varphi = \frac{٤ \times ١٠^{٤}}{٩ \times ١٠^{٤}}$$

$$\text{ظا } \varphi = \frac{٤}{٩}$$

إن كانت θ زاوية المجال المحصل مع محور السينات الموجب:

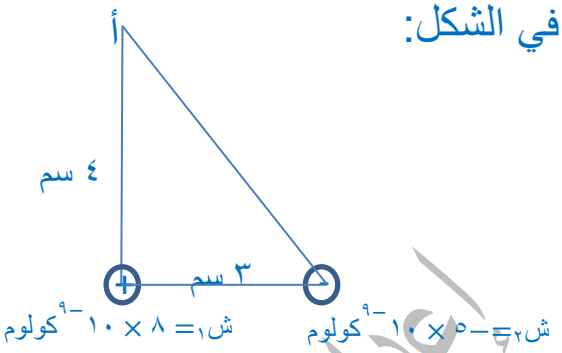
$$\theta = ١٨٠^{\circ} + \varphi$$

$$\overleftarrow{\text{مـ}_1} = ٩,٨ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم، } \theta$$

إعداد أنس الشعار ٠٧٩٢٤٢٥٤١

مثال (١-٤) صفحة ١٦:

شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء كما في الشكل:



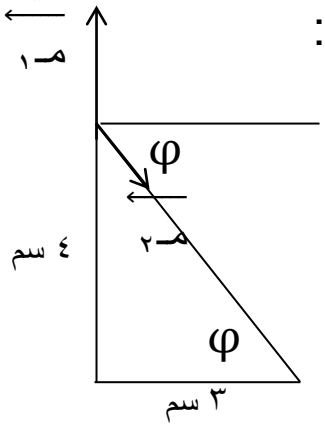
ادرس الشكل ثم جد المجال الكهربائي المحصل عند أ مقدارًا و اتجاهًا.

$$م_{١} = \frac{ش_{١} \times أ}{ف_{١}^{٢}}$$

$$م_{١} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٨ \times ١٠^{-٩}}{(٤ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

$\overleftarrow{م_{١}}$ = ٤,٥ × ١٠^٤ نيوتن/كولوم، نحو+ ص

م٢ = ١,٨ × ١٠^٤ نيوتن/كولوم، و اتجاهه كما في الشكل:



نحن أمام الحالة الرابعة:

$م_{١س} = ٠$

$م_{١ص} = م_{١} = ٤,٥ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/كولوم

نحو + ص

$م_{٢س} = م_{٢} جتا \varphi$

$م_{٢س} = ١,٨ \times ١٠^{٤} \times \frac{٣}{٥}$

$م_{٢س} = ١,٠٨ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/كولوم و نحو + س

$م_{٢ص} = م_{٢} جا \varphi$

$م_{٢س} = ١,٨ \times ١٠^{٤} \times \frac{٤}{٥}$

$م_{٢س} = ١,٤٤ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/ كولوم و نحو - ص

$م_{س} = م_{١س} + م_{٢س}$

$م_{س} = ٠ + ١,٠٨ \times ١٠^{٤}$

$م_{س} = ١,٠٨ \times ١٠^{٤}$ نيوتن / كولوم

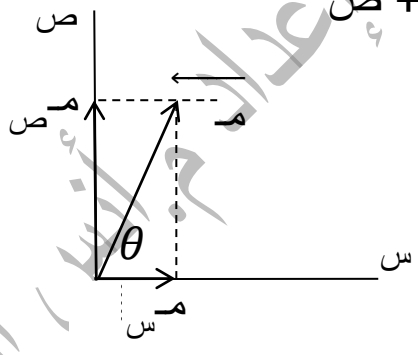
إعداد: أنس الشعار ٠٧٩٣٤٢٥٤١

$$\text{مـ}_{ص} = \text{مـ}_{1ص} - \text{مـ}_{2ص}$$

$$\text{مـ}_{ص} = ٤,٥ \times ١٠^{٤} - ١,٤٤ \times ١٠^{٤}$$

$$\text{مـ}_{ص} = ٣,٠٦ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن /كولوم}$$

نحو + ص



$$\text{مـ} = \sqrt{\text{مـ}_{س}^{٢} + \text{مـ}_{ص}^{٢}}$$

$$\text{مـ} = \sqrt{(١ \times ١٠^{٤})^{٢} + (٣ \times ١٠^{٤})^{٢}}$$

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

$$\text{ظا } \theta = \frac{\text{مـ}_{ص}}{\text{مـ}_{س}}$$

$$\text{ظا } \theta = \frac{٣ \times ١٠^{٤}}{١ \times ١٠^{٤}}$$

$$\text{ظا } \theta = ٣$$

$$\overleftarrow{\text{مـ}} = ٤,٥ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/ كولوم، } \theta$$

مراجعة (١-٢) صفحة ١٨:

١-يبين الشكل إلكترونًا و بروتونًا موضوعين على المحور السيني:

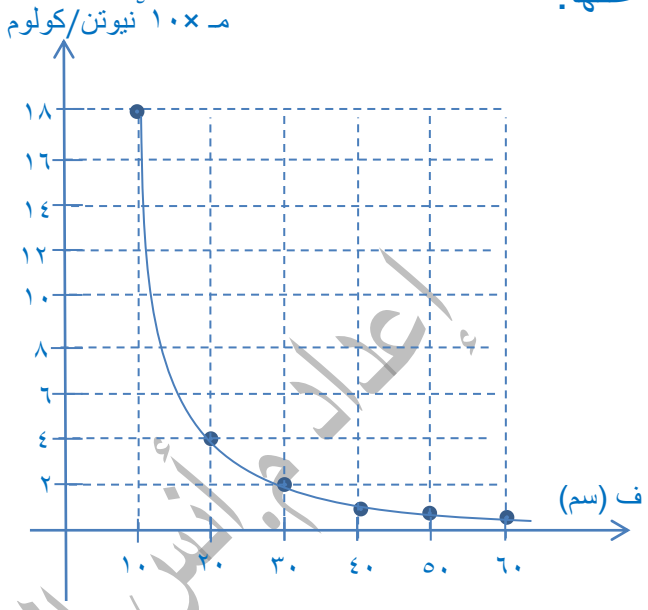
حدد اتجاه المجال الكهربائي المحصل عند النقطتين س ، ص.

كلا المجالين اللذين تولدا في س و الناتجان عن البروتون و الإلكترون باتجاه - س إذًا المجال المحصل عند س باتجاه – س.

في النقطة ص المجال الناشئ عن الإلكترون نحو + س أكبر من ذلك الناشئ عن البروتون نحو – س لأن مقدار شحنة الإلكترون يساوي مقدار شحنة البروتون و الإلكترون أقرب ، فالمجال المحصل عند ص نحو + س.

إعداد أ/ أنس الشعار ٠٧٨٩٢٤٠٤٠٧

٢- يبين الشكل منحنى العلاقة بين المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية و البعد عنها.



معتمدًا على الشكل جد مقدار كل مما يأتي:

أ- المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن الشحنة (٣٠) سم.

بقراءة مباشرة نجد:

مـ = ٢ × ١٠^٥ نيوتن/كولوم

ب- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة (١×١٠^{-٩}) كولوم توضع عند نقطة تبعد (٣٠) سم عن الشحنة.

في هذه النقطة نجد بقراءة مباشرة للمنحنى أن :

مـ = ٤,٥ × ١٠^٥ نيوتن/كولوم

$$\text{مـ} = \frac{\text{ق}_\text{ك}}{\text{ش}}$$

$$\frac{\text{ق}_\text{ك}}{١ \times ١٠^{-٩}} = ٤,٥ \times ١٠^{٥}$$

$$\text{ق}_\text{ك} = ٤,٥ \times ١٠^{-٤} \text{ نيوتن}$$

$\overleftarrow{\text{ق}_\text{ك}} = ٤,٥ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن، بجهة المجال.

ج- الشحنة الكهربائية المولدة للمجال.

$$\text{مـ} = \frac{\text{أ} \times \text{ش}}{\text{ف}^{٢}}$$

لو اخترنا النقطة التي تبعد عن الشحنة (٣٠) سم (و يمكن اختيار أي نقطة أخرى):

$$\frac{\text{ش} \times ١٠^{٩} \times ٩}{(٣٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}} = ٢ \times ١٠^{٥}$$

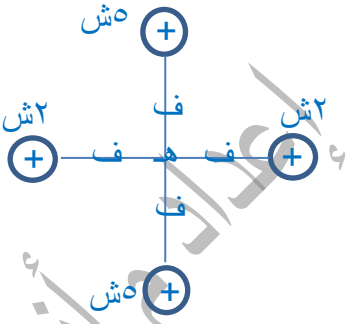
$$\frac{\text{ش} \times ١٠^{٩} \times ٩}{٩ \times ١٠^{١٠}} = \frac{٢ \times ١٠^{٥} \times ٩٠٠ \times ١٠^{-٤}}{٩ \times ١٠^{١٠}}$$

ش = ٢٠٠ × ١٠^-٨ كولوم

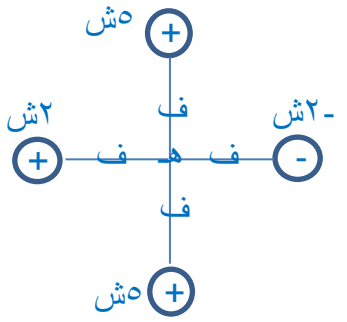
ش = ٢ × ١٠^-٦ كولوم

إعداد وائل الشعار ٠٧٨٩٢٤٣٤٣٤

٣- يبين الشكل توزيعات مختلفة من الشحنات النقطية،
إذا كان ف يمثل بعد كل شحنة عن النقطة هـ فجد المجال الكهربائي المحصل مقدارًا و اتجاهًا عند النقطة (هـ) بدلالة كل من (ش، ف).



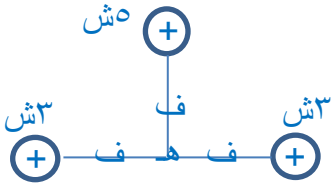
الشحنتان (٢ش،٢ش) ينتج عنهما مجالان متساويان بالمقدار و متعاكسان بالاتجاه و بالتالي المجال المحصل عنهما معدوم.
كذلك الشحنتان (٥ش،٥ش)
و بالتالي المجال المحصل معدوم.



الشحنتان (٥ش،٥ش) ينتج عنهما مجالان متساويان بالمقدار و متعاكسان بالاتجاه و بالتالي المجال المحصل عنهما معدوم.
أما الشحنتان (-٢ش،٢ش) ينتج عنهما مجالان متساويان بالمقدار و متماثلان بالاتجاه نحو + س و بالتالي محصلتهما :

$$مـ = \frac{أ \times ٢ش}{ف^{٢}} + \frac{أ \times ٢ش}{ف^{٢}}$$

$$مـ = \frac{٤أ ش}{ف^{٢}}$$



الشحنتان (٣ش،٣ش) ينتج عنهما مجالان متساويان بالمقدار و متعاكسان بالاتجاه و بالتالي المجال المحصل عنهما معدوم.
يبقى فقط تأثير الشحنة (٥ش)

$$مـ = \frac{٥أش}{ف^{٢}}$$

و نحو - ص

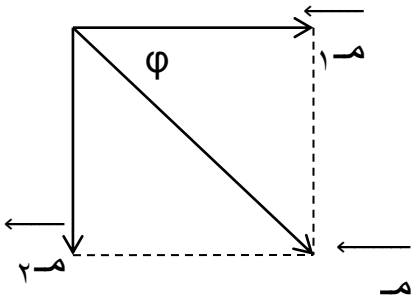
الشحنتان (-٣ش،٢ش) ينتج عنهما مجالان نحو + س و المجال المحصل عنهما هو

$\frac{٥أش}{ف^{٢}}$ و نحو + س

الشحنة (٥ش) ينتج عنها مجال نحو – ص

و بالمقدار $\frac{٥أش}{ف^{٢}}$

إعداد/ أنس الشعار ٠١٠٣٤٤٢٥٤١

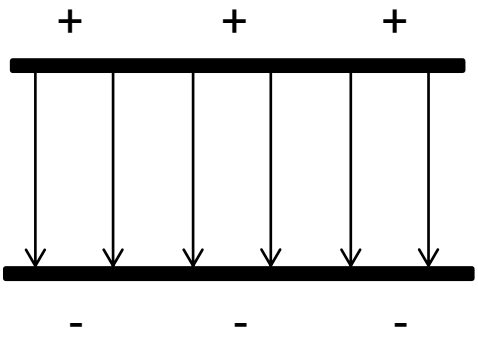


$$م = \sqrt{\left(\frac{ه أش}{ف^{٢}}\right)^{٢} + \left(\frac{ه أش}{ف^{٢}}\right)^{٢}}$$

$$م = \frac{ه \sqrt{٢}\ أش}{(ف)^{٢}}$$

المجال الكهربائي المنتظم

- هو المجال الثابت في مقداره و في اتجاهه في كل نقطة من نقاطه.
- يمكن أن نجده في الحيز بين صفيحتين متوازيتين إحداهما مشحونة بشحنة موجبة و الثانية مشحونة بشحنة سالبة شحنتها تساوي بالمقدار شحنة الأولى.



و يمثل هذا المجال المنتظم بخطوط متوازية و متساوية المسافة عن بعضها.

كثافة الشحنة السطحية σ:

عندما تتوزع شحنة ش على سطح مساحته أ فإن كثافة الشحنة السطحية تعطى بالعلاقة:

$$\sigma = \frac{ش(كولوم)}{أ(م^{٢})}$$

فتكون وحدة قياس كثافة الشحنة السطحية هي كولوم/ م^{٢}.

أ هي مساحة الصفيحة و ليس ٩×١٠^{٩}

إعداد/ أنس الشعار ٠١٠٩٣٤٢٥٨٧

قانون حساب المجال الكهربائي بين صفيحتين:

$$مـ = \frac{ق_ك}{ش} = \frac{\sigma}{ع_.}$$

حيث ش الشحنة المتأثرة بالمجال و ليس الشحنة الموزعة على الصفيحتين.

و $ق_ك$ القوة الكهربائية التي أثرت عليها.

$ع_.$ السماحية الكهربائية للهواء.

$$مـ = \frac{أ \times ش}{ف^2}$$ خاص بالشحنة النقطية

$$مـ = \frac{\sigma}{ع_.} = \frac{ش}{أ ع_.}$$ خاص بالشحنة السطحية (الموزعة على سطح)

$$مـ = \frac{ق_ك}{ش}$$ يصلح في الحالتين.

- إن أي شحنة توضع في مجال منتظم سوف تتأثر بقوة ثابتة المقدار و الاتجاه و بالتالي ستكتسب تسارعًا ثابت المقدار و الاتجاه حسب قانون نيوتن:

$$ق_ك = ك \times ت$$

$$مـ \times ش = ك \times ت$$

$$ت = \frac{مـ \times ش}{ك}$$

العلاقة السابقة لحساب تسارع شحنة ش موضوعة في مجال كهربائي منتظم مـ و كتلتها ك.

و ستكون المعادلات التي تحكم حركتها هي الآتية:

$$ع = ع_. + ت ز$$

$$ع^2 = ع_.^2 + 2 ت \Delta س$$

$$\Delta س = ع_. ز + \frac{1}{2} ت ز^2$$

ع : السرعة النهائية ، $ع_.$ السرعة الابتدائية

$\Delta س$: الإزاحة ، ز:الزمن

إعداد: أنس الشعار ٠٩٦٣٤٢٥٤٠٧٨

- جميع المعادلات السابقة تحوي التسارع.
- المعادلة الأولى تحوي السرعة و الزمن و لا تحوي الإزاحة و هي أول معادلة (نشك) بها للوصول إلى المطلوب لأنها الأبسط.
- المعادلة الثانية تحوي السرعة و الإزاحة و لا تحوي الزمن.
- المعادلة الثالثة تحوي الإزاحة و الزمن و لا تحوي السرعة.

(المقصود بالسرعة هي السرعة النهائية).

مثال (١-٥) صفحة ٢٠:

صفيحتان موصلتان متوازيتان مساحة كل منهما (١×١٠^{-٢}) م^{٢}

شحنت إحداهما بشحنة موجبة و الأخرى بشحنة سالبة

و كانت الشحنة الكهربائية على كل صفيحة $١,٧٧ \times ١٠^{-٩}$ كولوم

إذا علمت أن ε$_{.}$ = $٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم^{٢} /نيوتن.م^{٢}

فاحسب مقدار:

١- المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين.

٢- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة (١×١٠^{-٩}) كولوم توضع في الحيز بين الصفيحتين.

٣- المجال الكهربائي عندما تصبح الشحنة الكهربائية ضعفي ما كانت عليه على كل من الصفيحتين مع بقاء مساحة كل من الصفيحتين ثابتة.

١-

$$\text{مـ} = \frac{\text{ش}}{\text{أ ε}_{.}} \quad \checkmark$$

(يمكن استخدام هذا القانون حاليًا ففيه قيمة واحدة فقط غير معروفة)

$$\text{مـ} = \frac{\text{ق}_{\text{ك}}}{\text{ش}} \times$$

(لا يمكن استخدام هذا القانون حاليًا ففيه أكثر من قيمة واحدة غير معروفة)

$$\text{مـ} = \frac{\text{ش}}{\text{أ ε}_{.}}$$

(أ هنا هي المساحة و ليس ١×١٠^{٩})

$$\text{مـ} = \frac{١,٧٧ \times ١٠^{-٩}}{١ \times ١٠^{-٢} \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}}$$

$$\text{مـ} = \frac{١}{٥} \times ١٠^{٥}$$

إعداد: أنس الشعار ٠٧٩٣٤٣٤٥٤١

$\overleftarrow{مـ} = ٢ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/كولوم، من الصفيحة الموجبة نحو الصفيحة السالبة.

-٢

$$مـ = \frac{ق_ك}{ش}$$

$$\frac{ق_ك}{١ \times ١٠^{-٩}} = ٢ \times ١٠^{+٤}$$

$\overleftarrow{ق_ك} = ٢ \times ١٠^{-٥}$ نيوتن، من الصفيحة الموجبة نحو الصفيحة السالبة (اتجاه المجال).

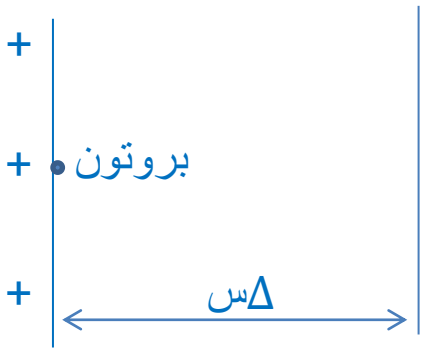
-٣

$$مـ = \frac{ش}{أ_ع}$$

التناسب بين المجال و الشحنة طردي فعندما تزداد الشحنة إلى الضعف مع بقاء أ ثابتة يزداد المجال أيضًا إلى الضعف و يصبح ٤×١٠^{٤} نيوتن/كولوم من الصفيحة الموجبة إلى السالبة.

مثال (١-٦) صفحة ٢٢:

تحرك بروتون من السكون في مجال كهربائي منتظم مقداره (٥٠١) نيوتن/كولوم من نقطة عند الصفيحة الموجبة إلى نقطة عند الصفيحة السالبة
و أصبحت سرعة البروتون
$١,٢ \times ١٠^{٥}$ م/ث بعد قطعه إزاحة Δس



إذا علمت أن كتلة البروتون
$١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧}$ كغ و شحنته هي
$١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم فاحسب:

١- تسارع البروتون.
٢- الزمن الذي يحتاجه البروتون لكي يصل إلى الصفيحة السالبة.
٣- الإزاحة التي قطعها.

-١

$$ت = \frac{مـ \times ش_P}{ك_P}$$

إعداد مؤنس الشعار أبو رمان

$$ت = \frac{٥٠١ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧}}$$

$$ت = ٤,٨ \times ١٠^{١٠} \text{ م/ث}^{٢}$$

و اتجاهه نحو + س

٢-

$$ع = ع_{.} + ت ز$$

$$\frac{١,٢ \times ١٠^{٥}}{٤,٨ \times ١٠^{١٠}} = \frac{ز}{٤,٨ \times ١٠^{١٠}}$$

$$ز = \frac{١,٢ \times ١٠^{٥}}{٤,٨ \times ١٠^{١٠}}$$

$$ز = ٢,٥ \times ١٠^{-٦} \text{ ث}$$

٣-

يمكن الحل بالقانون:

$$ع^{٢} = ع_{.}^{٢} + ٢ت\Delta س$$

أو بالقانون:

$$\Delta س = ع_{.} ز + \frac{١}{٢} ت ز^{٢}$$

لو اعتمدنا الأول:

$$\frac{\Delta س ٢ \times ٤,٨ \times ١٠^{١٠}}{٢ \times ٤,٨ \times ١٠^{١٠}} = \frac{(١,٢ \times ١٠^{٥})^{٢}}{٢ \times ٤,٨ \times ١٠^{١٠}}$$

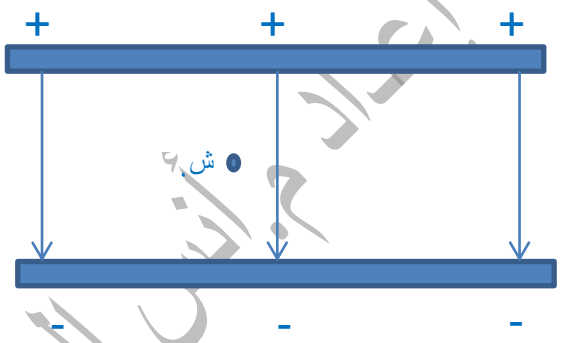
$$\Delta س = ٠,١٥ \text{م نحو + س}$$

إعداد م. أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

- مثال (١-٧) صفحة ٢٣:

يبين الشكل مجالًا كهربائيًا منتظمًا اتجاهه نحو المحور الصادي السالب ، وضع فيه جسيم شحنته ٣نانو كولوم و كتلته ٣× ١٠$^{-٥}$ كغ فاتزن.

فإذا علمت أن تسارع الجاذبية الأرضية جـ = ١٠ م / ث^{٢} فأجب عما يأتي:



١- ما نوع شحنة الجسيم ؟

٢- احسب مقدار المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين.

٣- إذا استخدمنا صفيحتين لهما نصف المساحة ، فكيف نغير الشحنة الكهربائية على الصفيحتين كي يبقى الجسم متزنًا ؟

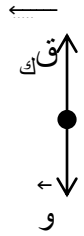
١- الجسم متزن :

يخضع لقوة وزنه نحو الأسفل

و بالتالي لقوة كهربائية نحو الأعلى مساوية له بالمقدار

أي عكس اتجاه المجال

فهو إذًا سالب الشحنة.



٢- ق ك = و

مـ × ش = ك×جـ

$$\frac{\text{مـ} \times ٣ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٩}} = \frac{٣ \times ١٠^{-٥} \times ١٠}{٣ \times ١٠^{-٩}}$$

مـ = ١ × ١٠^{٥} نيوتن / كولوم.

٣- بقيت ق ك نفسها

أي بقي مـ نفسه

حيث: مـ = $\frac{\text{ش}}{\text{أ}\varepsilon_{\circ}}$

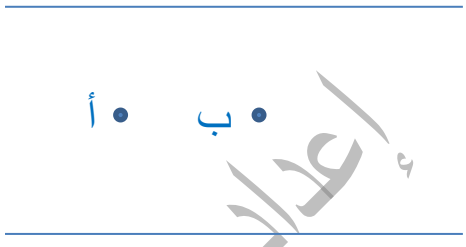
التناسب بين الشحنة الموزعة على الصفيحتين و المساحة تناسب طردي عندما مـ ثابتة

و بالتالي إن قلت المساحة إلى النصف يجب أن تقل الشحنة إلى النصف.

إعداد مراجعة الشعار ٠٧٩٢٥٤١٠٤١

مراجعة صفحة ٢٤:

١- اتزن جسيم (أ) كتلته (ك) و شحنته – ش. في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل:



ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ- حدد نوع الشحنة الكهربائية على الصفيحتين.

ب - إذا أدخل جسيم (ب) شحنته – ش. و كتلته ٢ك في المجال الكهربائي نفسه فهل يتزن؟

ج- إذا زادت الشحنة الكهربائية على الصفيحتين فهل يبقى الجسم أ محافظًا على اتزانه؟ فسر ذلك.

أ-

أ يخضع لقوة وزنه نحو الأسفل و بالتالي هو يخضع لقوة كهربائية نحو الأعلى و اتجاهها عكس اتجاه المجال بين الصفيحتين فتكون الصفيحة العليا موجبة و السفلى سالبة.

ب-

شحنة أ و ب متساوية و بالتالي يخضعان لقوتين كهربائيتين متساويتين لكن وزن ب ضعف وزن أ لأن كتلة الأول ضعف كتلة الثاني، و لن يتزن ب بل سيتحرك للأسفل.

ج-

$$\text{مـ} = \frac{\text{ش}}{\text{أع}}$$

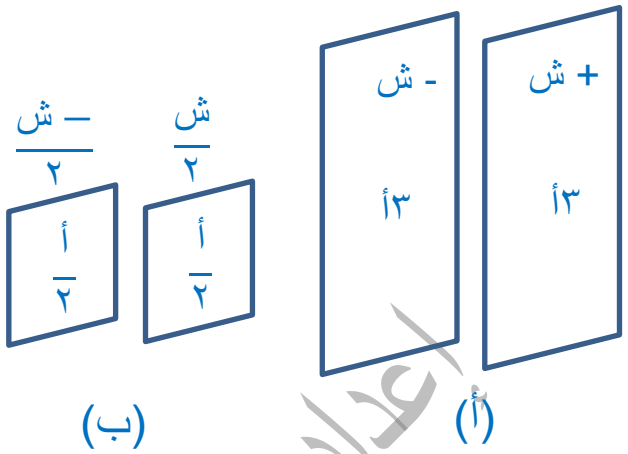
التناسب بين المجال و الشحنة الموزعة على الصفيحتين تناسب طردي

ق ك = مـ × ش (الشحنة المتأثرة بالقوة)

التناسب بين القوة و المجال طردي مما سبق نجد أن زيادة الشحنة على الصفيحتين يزيد القوة الكهربائية على الشحنة المتأثرة و بالتالي أ سيتحرك للأعلى و لن يتزن.

إعداد: أنس الشعار ٠٧٨٩٢٤٣٠٤٠

٢- معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل:



في أي الحالتين يكون مقدار المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين أكبر؟ فسر إجابتك.

$$م = \frac{ش}{أ ع_{.}}$$

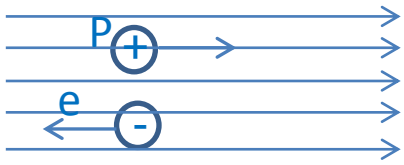
$$م_{أ} = \frac{ش}{٣أ ع_{.}}$$

$$م_{ب} = \frac{\frac{ش}{٢}}{أ ع_{.}}$$

$$م_{ب} = \frac{ش}{أ ع_{.}}$$

(الأكبر) $م_{ب} = ٣م_{أ}$

٣- يبين الشكل مجالًا كهربائيًا منتظمًا يتحرك فيه إلكترون و بروتون.



إذا كانت كتلة الإلكترون تعادل $\frac{١}{١٨٤٠}$ من كتلة البروتون تقريبًا فأجب عن الأسئلة الآتية:

أ – أيهما أكبر مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في البروتون أم المؤثرة في الإلكترون؟

ب- أيهما أكبر مقدارًا تسارع البروتون أو تسارع الإلكترون؟ فسر إجابتك.

أ-

$$م = \frac{ق_{ك}}{ش}$$

$$ق_{ك} = م \times ش$$

البروتون و الإلكترون متساويان بمقدار شحنتيهما و بالتالي يخضعان لقوتين كهربائيتين متساويتين.

ب-

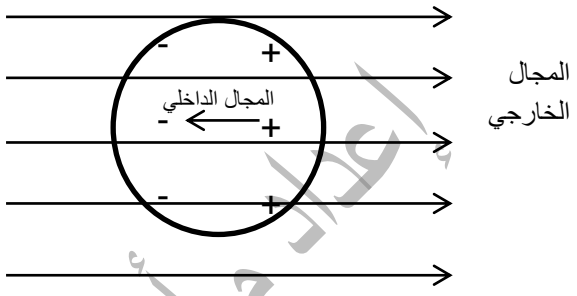
$$ق = ك \times ت$$

التناسب بين الكتلة و التسارع عكسي و بما أن كتلة البروتون أكبر فتسارعه أقل.

إعداد مدرسة أس الشعار ٠٧٩٣٤٢٥٤٤٤

حماية الأجهزة الكهربائية من المجالات الخارجية:

و ذلك بوضعها ضمن موصلات
فالموصل تتأثر إلكتروناته بالمجال الكهربائي الخارجي بقوة معاكسة له



و بالتالي ينشأ داخله مجال كهربائي معاكس للخارجي
و يكون المجال المحصل لهما صفرًا
و كأن الجهاز لا يخضع لتأثير أي مجال.

مراجعة صفحة ٢٦:

١- عند وضع هاتف داخل إناء فلزي يلاحظ أنه لا يمكن الاتصال مع الهاتف في هذه الحالة ، كيف تفسر ذلك؟

لأن الإناء موصل و يشكل درعًا واقيًا من المجالات الكهربائية الخارجية.

٢- أيهما أكثر أمانًا البقاء داخل السيارة خلال العاصفة المصحوبة بالبرق أم الخروج منها؟فسر إجابتك.

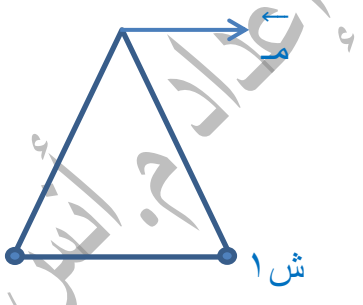
البقاء داخلها أكثر أمنًا ، فجسمها موصل و يشكل درعًا واقيًا من المجالات الكهربائية الخارجية.

إعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

أسئلة الفصل الأول

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

١) يبين الشكل اتجاه المجال الكهربائي المحصل عند نقطة تبعد عن الشحنتين (ش١،ش٢) المسافة نفسها



إذا علمت أن الشحنتين متساويتان في المقدار فإن:

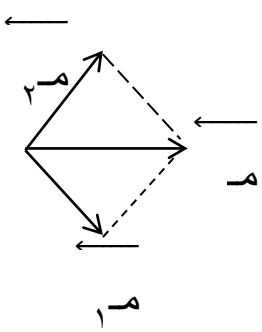
أ- ش١موجبة ، ش٢ موجبة.

ب- ش١موجبة ، ش٢ سالبة.

ج- ش١سالبة ، ش٢ موجبة.

د- ش١سالبة ، ش٢ سالبة.

إن كانت $\overleftarrow{م_1}$ و $\overleftarrow{م_2}$ كما في الشكل :



لكان $\overleftarrow{م}$ نحو + س

و هذا يتطلب كون ش١سالبة ، ش٢ موجبة.

٢-يبين الشكل شحنة نقطية (ش) عند النقطة أ تولد حولها مجالًا كهربائيًا ، عندما وضعت شحنة (-ش.)عند

النقطة ب تأثرت بقوة كهربائية باتجاه المحور السيني الموجب ، يكون اتجاه المجال الكهربائي عند النقطة ب و نوع الشحنة الكهربائية (ش) على الترتيب:

أ- (+ س ، سالبة).

ب- (+ س ، موجبة).

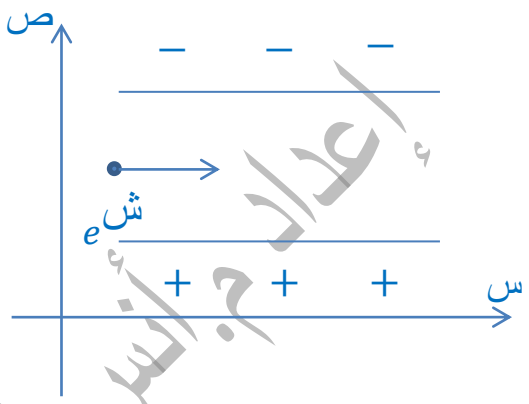
ج- (- س ، سالبة).

د- (- س ، موجبة).

اتجاه المجال الكهربائي عكس اتجاه القوة المؤثرة على الشحنة السالبة أي هنا المجال نحو - س و قد تولد عن شحنة موجبة فالجواب الصحيح (د)

إعداد م. أنس الشعار ٠٩٦٣٩٣٥٤٠٠٧٠٠

٣- عندما يدخل إلكترون يتحرك بالاتجاه السيني الموجب إلى منطقة مجال كهربائي منتظم كما يبين الشكل:



فإن هذا الإلكترون يكتسب تسارعًا بالاتجاه:

أ – الصادي الموجب.

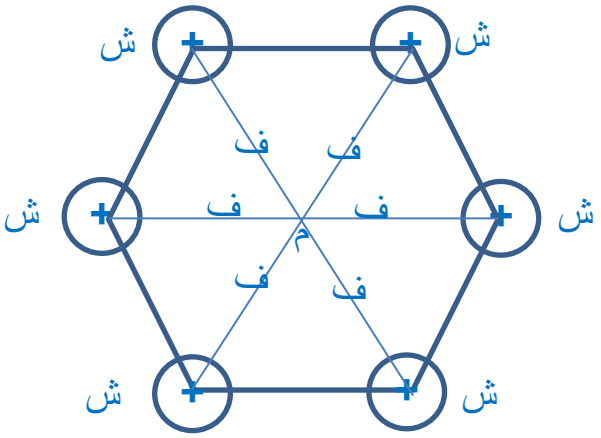
ب- الصادي السالب.

ج- السيني الموجب.

د- السيني السالب.

يخضع الإلكترون السالب لقوة كهربائية بعكس اتجاه المجال الكهربائي الذي هو للأعلى فإذًا القوة للأسفل و دومًا التسارع باتجاهها فالجواب الصحيح ب.

٤- وزعت شحنات نقطية مقدار كل منها (+ ش) على رؤوس مضلع سداسي كما في الشكل:



إذا أزيلت شحنة نقطية واحدة فإن المجال الكهربائي المحصل عند النقطة م يساوي:

أ- صفرًا.

ب- $٥ \times \frac{\text{أش}}{\text{ف}^٢}$

ج- $٦ \times \frac{\text{أش}}{\text{ف}^٢}$

د- $\frac{\text{أش}}{\text{ف}^٢}$

إن المجال المحصل لكل شحنتين متقابلتين قطريًا من الشحنات الموجودة معدوم ،
فإن أزلنا شحنة واحدة يبقى تأثير الشحنة المقابلة لها و بالتالي الجواب الصحيح هو د.

إعداد م/ أنس الشعار ٠٧٩٣٦٣٥٤٠٢

٥- ينشأ مجال كهربائي منتظم في الحيز بين صفيحتين موصلتين متوازيتين مشحونتين بشحنتين متساويتين في المقدار و مختلفتين في النوع، فإذا أصبحت مساحة الصحيفتين ضعفي ما كانت عليه ، و قلت الشحنة الكهربائية إلى النصف فإن المجال الكهربائي:

أ- يقل إلى النصف.

ب- يتضاعف مرتين.

ج- يقل إلى الربع.

د- يتضاعف أربع مرات.

$$مـ = \frac{ش}{أ ع .}$$

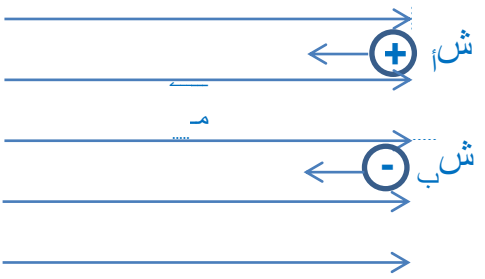
$$مـ = \frac{\frac{١}{٢} ش}{٢ أ ع .}$$

$$مـ = \frac{ش}{٤ أ ع .}$$

$$مـ = \frac{١}{٤} مـ$$

الجواب الصحيح (ج)

٢- عند دخول الجسيمات المشحونة إلى مجال كهربائي فإنها تتأثر بقوة كهربائية و يبين الشكل اتجاه الحركة لجسمين (أ) موجب الشحنة و (ب) سالب الشحنة قبل دخولهما إلى مجال كهربائي منتظم:



وضح لكل جسيم:

أ- اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة فيه في أثناء حركته في المجال الكهربائي.

أ موجب : باتجاه المجال (+س)

ب سالب: بالعكس.

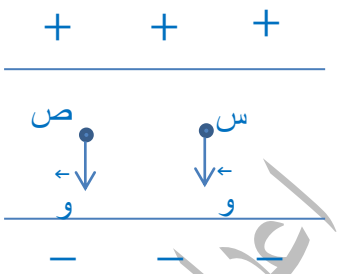
ب- أثر القوة الكهربائية في مقدار سرعة الجسيم.

القوة المؤثرة في أ بعكس اتجاه حركته لذا ستنقص سرعته.

و القوة المؤثرة في ب مع اتجاه حركته لذا ستزداد سرعته.

إعداد: أنس الشعار ٠٥٤١٧٨٩٣٤٠

٤- جسيمان (س) و (ص) مشحونان و متساويان في الوزن وضعا ساكنين في مجال كهربائي منتظم.



و لوح أن الجسيم (س) بقي ساكنًا بينما تحرك الجسيم (ص) باتجاه محور الصادات الموجب.

أجب عما يأتي:

أ- ما نوع شحنة كل من الجسيمين؟

كلاهما يخضع لقوة وزنه نحو – ص

فهو بالتالي يخضع أيضًا لقوة كهربائية نحو + ص

أي بعكس اتجاه المجال

فكلاهما سالب.

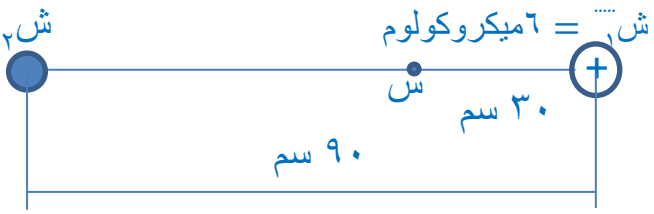
ب- كيف تفسر اختلاف الحالة الحركية للجسمين (س) و (ص) بالرغم من أنهما متساويان في الوزن؟

إن مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في (س) نحو + ص يساوي تمامًا مقدار وزنها نحو – ص لذا (س) متزن.

أما القوة لكهربائية المؤثرة في (ص) فمقدارها أكبر من مقدار وزنها لذا يتحرك باتجاهها نحو + ص.

و سبب ذلك أن مقدار شحنة ص أكبر من مقدار شحنة (س) حيث $ق_ك = مـ \times ش$

٥- شحنتان نقطيتان ($ش_١$ ،$ش_٢$) موضوعتان في الهواء و البعد بينهما (٩٠) سم إذا علمت أن المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (س) يساوي صفرًا



و معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل:

فجد مقدار الشحنة $ش_٢$ و نوعها.

مجالا الشحنتين متعاكسان و بالتالي مجال $ش_٢$ نحو + س أي هي موجبة.

$$مـ_١ = مـ_٢$$

$$\frac{ش_١}{ف_١^٢} = \frac{ش_٢}{ف_٢^٢}$$

$$\frac{ش_٢}{(٦٠)^٢} = \frac{٦}{(٣٠)^٢}$$

(لا داع للتحويل إلى المتر و إلى الكولوم)

إعداد: أنس الشعار ٠٧٨٣٤٢٥٤٢١

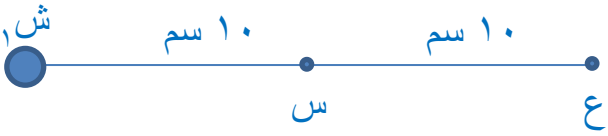
$$\frac{٦}{٩٠٠} = \frac{ش_٢}{٣٦٠٠}$$

$$\frac{٩٠٠ ش_٢}{٩٠٠} = \frac{٣٦٠٠ \times ٦}{٩٠٠}$$

$ش_٢ = ٢٤$ ميكروكولوم

$ش_٢ = ٢٤ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

٦- وضعت شحنة ($ش_١ = -٢ \times ١٠^{-٦}$) كولوم على بعد ١٠ سم من النقطة (س) كما في الشكل:



احسب مقدار الشحنة الكهربائية الواجب وضعها في النقطة ع و حدد نوعها ليكون مقدار المجال المحصل عند النقطة (س).

مساويًا ٥٤×١٠^{-٦} نيوتن /كولوم و يكون اتجاهه نحو النقطة ع.

$$م_١ = \frac{أ ش_١}{ف_١^{٢}}$$

$$م_١ = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{(١٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

$\overleftarrow{م_١} = ١٨ \times ١٠^{٥}$ نيوتن/كولوم، نحو- س

$م = م_٢ - م_١$

المجال الثاني نحو + س أي $ش_٢$ سالبة.

$م = م_٢ + م_١$

$م_٢ = ١٨ \times ١٠^{٥} + ٥٤ \times ١٠^{٥}$

$م_٢ = ٧٢ \times ١٠^{٥}$ نيوتن/كولوم

$$م_٢ = \frac{أ ش_٢}{ف_٢^{٢}}$$

$$\frac{ش_٢ \times ١٠^{٩} \times ٩}{(١٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}} = ٧٢ \times ١٠^{٥}$$

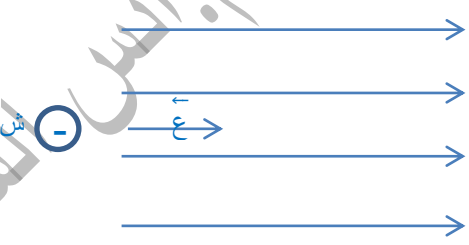
$$\frac{ش_٢ \times ١٠^{٩} \times ٩}{١٠^{٩} \times ٩} = \frac{٧٢ \times ١٠^{٥} \times ١٠^{-٢}}{١٠^{٩} \times ٩}$$

أعداد م/ أنس النجار ٠٧٨٩٣٤٣٥٤١

ش$_{٢}$ = ٨×١٠$^{-٦}$كولوم

(و هي سالبة)

٧- إلكترون يتحرك بالتجاه السيني الموجب بسرعة $\frac{٨}{٣}$ × ١٠^{٦} م/ث ، أدخل هذا الإلكترون مجالًا كهربائيًا منتظمًا مقداره ١×١٠^{٣} نيوتن /كولوم و بالاتجاه المبين في الشكل:



إذا بدأ الإلكترون الحركة تحت تأثير المجال الكهربائي من النقطة (أ) و توقف عند النقطة (ب) فاحسب الإزاحة التي قطعها.

$$ت = \frac{مـ \times ش_{e}}{ك_{e}}$$

$$ت = \frac{١ \times ١٠^{٣} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٩ \times ١٠^{-٣١}}$$

$$ت = \frac{١٦}{٩} \times ١٠^{١٤} \text{ م/ث}^{٢}$$

$$\overleftarrow{مـ} = ١٨ \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن/كولوم، نحو- س}$$

$$ع^{٢} = ع_{.}^{٢} + ٢ت\Delta س$$

$$٠ = (\frac{٨}{٣} \times ١٠^{٦})^{٢} + ٢ \times \frac{-١٦}{٩} \times ١٠^{١٤} \Delta س$$

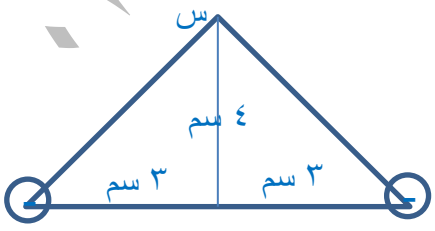
$$\frac{\frac{٣٢}{٩} \times ١٠^{١٤} \times \Delta س}{\frac{٣٢}{٩} \times ١٠^{١٤}} = \frac{\frac{٦٤}{٩} \times ١٠^{١٢}}{\frac{٣٢}{٩} \times ١٠^{١٤}}$$

$$\Delta س = ٢ \times ١٠^{-٢}$$

$$\Delta س = ٠.٠٢ م$$

- شحنتان نقطيتان متماثلتان ش = ٥- × ١٠$^{-٦}$ كولوم موضوعتان في الهواء.

معتمدا على البيانات المثبتة في الشكل:



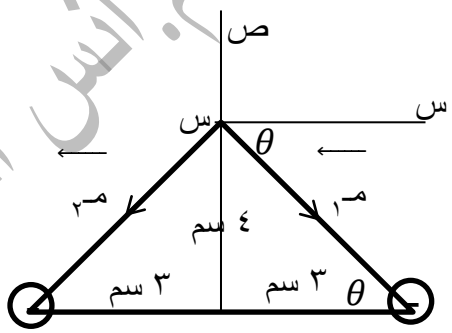
احسب المجال الكهربائي عند النقطة (س) مقدارًا و اتجاهًا.

إعداد م. أنس الشعار ٠٧٩٣٤٣٥٤١

$$م_{1} = \frac{أ \times ش_{1}}{ف_{1}^{2}}$$

$$م_{1} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٥ \times ١٠^{-٦}}{(٥ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

$م_{1} = ١,٨ \times ١٠^{٧}$ نيوتن/ كولوم.



$م_{1س} = م_{1} \text{ جتا} \theta$

$م_{1س} = ١,٨ \times ١٠^{٧} \times \frac{٣}{٥}$ نيوتن/ كولوم
نحو + س

$م_{2س} = م_{1س}$ لكن نحو - س.

$م_{س} = م_{1س} - م_{2س}$

$م_{س} = ٠$

$م_{1ص} = م_{1} \text{ جا} \theta$

$م_{1س} = ١,٨ \times ١٠^{٧} \times \frac{٤}{٥}$ نيوتن/ كولوم
نحو - ص.

$م_{2ص} = م_{1ص}$ و بالاتجاه نفسه

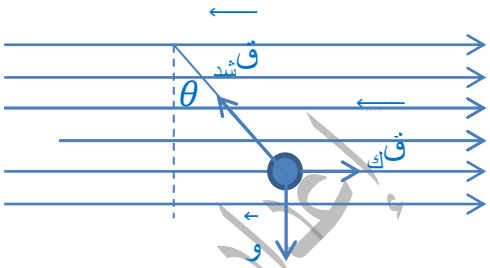
$م_{ص} = م_{1ص} + م_{2ص}$

$م_{ص} = ٢,٨٨ \times ١٠^{٧}$ نيوتن / كولوم

$\overleftarrow{م} = ٢,٨٨ \times ١٠^{٧}$ نيوتن/كولوم، نحو
- ص

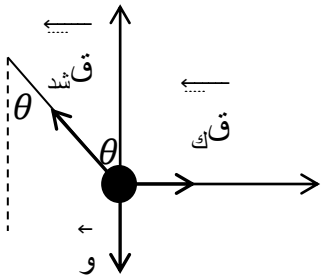
إعداد م. أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

كرة صغيرة مشحونة شحنتها (ش.) و وزنها (و) علقت بخيط داخل مجال كهربائي منتظم فاتزنت كما هو مبين في الشكل:



أثبت أن مقدار المجال الكهربائي يعطى بالعلاقة:

$$\text{مـ} = \frac{\text{و ظا}\theta}{\text{ش.}}$$



$ق_{ك\,س} = ق_{ك}$ نحو + س ، $ق_{ك\,ص} = ٠$

$و_{س} = ٠$ ، $و_{ص} = و$ نحو – ص

$ق_{شد\,س} = ق_{شد}$ جا θ نحو – س

$ق_{شد\,ص} = ق_{شد}$ جتا θ نحو + ص

بما أن الكرة متزنة:

$ق_{س} = ٠$

$ق_{ك} - ق_{شد}$ جا$\theta = ٠$

$$\text{جا}\theta = \frac{ق_{ك}}{ق_{شد}}$$

$ق_{ص} = ٠$

$-و + ق_{شد}$ جتا$\theta = ٠$

$$\text{جتا}\theta = \frac{و}{ق_{شد}}$$

$$\text{ظا}\theta = \frac{\text{جا}\theta}{\text{جتا}\theta}$$

$$\text{ظا}\theta = \frac{\frac{ق_{ك}}{ق_{شد}}}{\frac{و}{ق_{شد}}}$$

إعداد: أنس الشعار ٠٩٢٤٢٥٤١

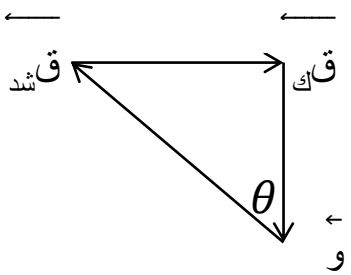
$$\text{ظا}\theta = \frac{\text{ق}_\text{ك}}{\text{و}}$$

$$\text{ظا}\theta = \frac{\text{مـ} \times \text{ش}}{\text{و}}$$

$$\frac{\text{وظا}\theta}{\text{ش}} = \frac{\text{مـ} \times \text{ش}}{\text{ش}}$$

$$\text{مـ} = \frac{\text{و} \times \text{ظا}\theta}{\text{ش}}$$

طريقة ثانية (<u>للتأكد من صحة الحل</u>):



فقط في حالة وجود ثلاث قوى تؤثر في جسم و هو متزن يمكن استخدام طريقة مثلث القوى حيث القوى الثلاث تشكل مثلثًا مغلقًا(بداية أول قوة هي نهاية الأخيرة).

من الشكل :$\text{ظا}\theta = \frac{\text{ق}_\text{ك}}{\text{و}}$

ثم نكمل كما سبق أعلاه.

إعداد: أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

تدريبات عن بحث المجال الكهربائي

- ما معنى أن شحنة جسم هي ٥ نانو كولوم و شحنة جسم آخر هي -٥ نانو كولوم.

$$ش = ن ش_e$$

$$\frac{^{-9}10\times5}{^{-19}10\times1,6} = ن \frac{^{-19}10\times1,6}{^{-19}10\times1,6}$$

$$ن = \frac{^{-9}10\times5}{^{-19}10\times1,6}$$

$$ن = 3,125\times10^{10}$$

$$ن = 3125\times10^{7} \text{ إلكترونًا}$$

الجسم الأول قد خسر 3125×10^{7} إلكترونًا بينما اكتسب الجسم الثاني ذلك العدد.

- جسم شحنته -٦ نانو كولوم ، فقد $3,5\times10^{13}$ إلكترونًا كم تصبح شحنته؟

$$\Delta ش = ن ش_e$$

$$\Delta ش = 3,5\times10^{13}\times1,6\times10^{-19}$$

$$\Delta ش = 5,6\times10^{-6} \text{ كولوم}$$

$$ش - ش_. = 5,6\times10^{-6}$$

$$ش - (-6\times10^{-9}) = 5,6\times10^{-6}$$

$$ش = -6\times10^{-9} + 5,6\times10^{-6}$$

$$ش = -0.4\times10^{-6} \text{ كولوم}$$

إعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

- جسم شحنته ٨ نانو كولوم و يراد جعلها -٩×١٠^{-٩} كولوم، كيف يمكن ذلك؟

$$\Delta ش = ن ش_e$$

$$ش - ش_. = ن ش_e$$

$$\frac{-٩\times١٠^{-٩} \times -٨\times١٠^{-٩}}{-١٩\times١٠\times١,٦} = \frac{ن\times -١,٦\times١٠^{-٩}}{١٩-١٠\times١,٦}$$

$$ن = ١٠,٦٢٥ \times ١٠^{١٠}$$

$$ن = ١٠٦٢٥ \times ١٠^{٧}$$ إلكترونًا

يجب أن يكسب الجسم ذلك العدد من الإلكترونات.

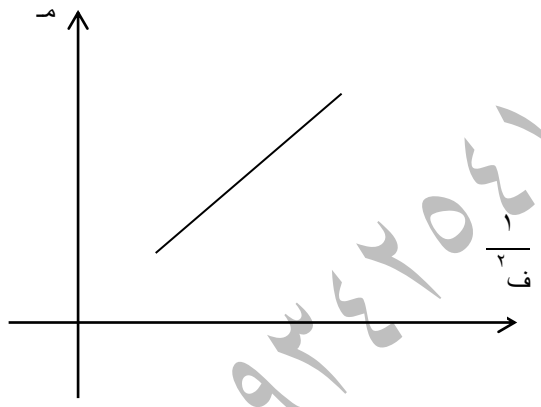
- ما هي العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين؟

حسب القانون:

$$ق_ك = \frac{أش_١ ش_٢}{ف^٢}$$

تتناسب القوة الكهربائية طردًا مع مقدار كل من الشحنتين و عكسًا مع مربع المسافة بينهما.

- ارسم شكلًا يوضح العلاقة مقدار المجال الكهربائي المتولد عن شحنة نقطية و مقلوب مربع المسافة بين الشحنة و النقطة التي يحسب عندها المجال.



إعداد م. أنس الشعار ٠٧٨٩٢٤٢٥٤١

- في الشكل : المطلوب تحديد النقطة التي لو وضعت فيها شحنة كهربائية -٥ نانو كولوم لانعدمت القوة الكهربائية المؤثرة فيها.

النقطة المطلوبة يكون فيها المجال الكهربائي معدومًا و هي لا تقع بين الشحنتين لأن كلا المجالين سيكون نحو + س ،
إنما تقع خارج الشحنتين أقرب إلى الشحنة الصغرى.

و بفرض أنها تبعد عن ش٢ مسافة س:

$$م_{١} = م_{٢}$$

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

$$\frac{٢}{س^{٢}} = \frac{٨}{(٢٠ + س)^{٢}}$$

$$\frac{٢(٢٠ + س)^{٢}}{٨(٢٠ + س)^{٢}} = \frac{٨س^{٢}}{٨(٢٠ + س)^{٢}}$$

$$\sqrt{\frac{١}{٤}} = \sqrt{\frac{س^{٢}}{(٢٠+س)^{٢}}}$$

$$\frac{١}{٢} = \frac{س}{٢٠ + س}$$

$$٢س = س + ٢٠$$

$$س = ٢٠ \text{ سم}$$

تبعد هذه النقطة عن ش١ مسافة ٤٠ سم و عن ش٢ مسافة ٢٠ سم.

- كيف يصبح الجواب في الفقرة السابقة لو كانت الشحنة الموضوعة:
٥ نانو كولوم
-٧ نانو كولوم.

لن يتغير الجواب فالمجال الكهربائي في تلك النقطة معدوم و لن يتأثر بأية شحنة توضع فيها .

إعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٣٤٢٥٤١

- شحنتان متماثلتان تبعدان مسافة (٠,٢) م عن بعضهما تؤثران ببعضهما بقوة كهربائية متبادلة تساوي (٠,١) نيوتن احسب مقدار كل من الشحنتين.

$$ق_ك = \frac{أ ش_1 ش_2}{ف^2}$$

$$٠,١ = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_1^2}{(٠,٢)^2}$$

$$\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_1^2}{٩ \times ١٠^{٩}} = \frac{٩ \times ١٠^{-٣}}{٩ \times ١٠^{٩}}$$

$$ش_1 = \sqrt{\frac{٤}{٩} \times ١٠^{-١٢}}$$

$$ش_1 = ش_2 = \frac{٢}{٣} \times ١٠^{-٦} \text{ كولوم}$$

أو:

$$ش_1 = ش_2 = \frac{-٢}{٣} \times ١٠^{-٦} \text{ كولوم}$$

- جسمان متماثلان أحدهما غير مشحون و الآخر شحنته -٦ ميكرو كولوم تلامس الجسمان لفترة ثم أبعدا بحيث كانت المسافة بينهما ٥٠سم
احسب القوة الكهربائية المتبادلة بينهما و كم عدد الإلكترونات المنتقلة من الجسم المشحون إلى الجسم الآخر.

بما أن الجسمين متماثلان فستتوزع عليهما الشحنة بالتساوي:

$$ق_ك = \frac{أ ش_1 ش_2}{ف^2}$$

$$ق_ك = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٣ \times ١٠^{-٦} \times ٣ \times ١٠^{-٦}}{(٠.٥)^2}$$

$ق_ك = ٣٢٤ \times ١٠^{-٣}$ نيوتن و هي قوة تنافر.

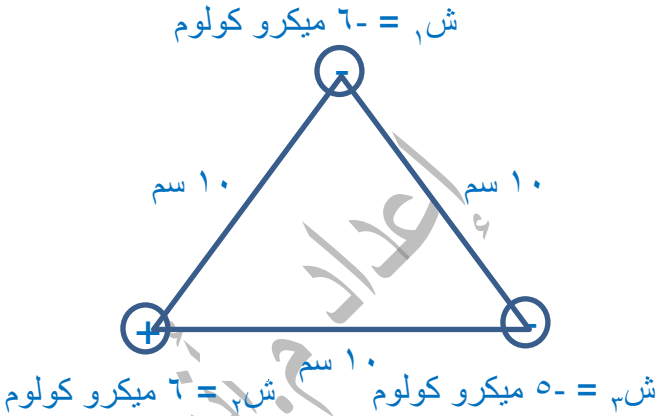
$$ش = ن ش_e$$

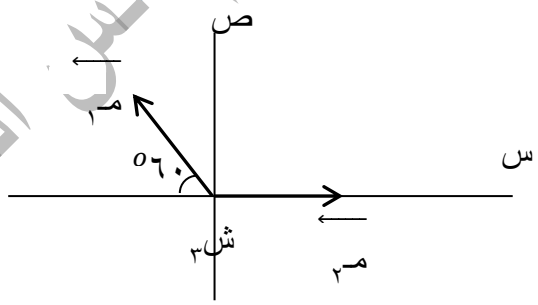
$$\frac{٣ \times ١٠^{-٦}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = \frac{ن \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$$

$ن = ١٨٧٥ \times ١٠^{١٠}$ إلكترونًا

إعداد مؤسسة الشعار ٠٧٨٣٤٢٥٤١

- احسب القوة الكهربائية المؤثرة على ش٣ .





$$م_{١} = \frac{أش_{١}}{ف_{١}^{٢}}$$

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

$$م_{١} = ٥٤ \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن / كولوم}$$

$$م_{١س} = م_{١} \text{ جتا } ٦٠^{o}$$

$$م_{١س} = \frac{١}{٢} \times ٥٤ \times ١٠^{٥}$$

$$م_{١س} = ٢٧ \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن / كولوم. و نحو – س.}$$

$$م_{١ص} = م_{١} \text{ جا } ٦٠^{o}$$

$$م_{١ص} = \frac{\sqrt{٣}}{٢} \times ٥٤ \times ١٠^{٥}$$

$$م_{١ص} = \sqrt{٣}٢٧ \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن / كولوم.}$$

و نحو + ص

$$م_{٢} = \frac{أش_{٢}}{ف_{٢}^{٢}}$$

$$م_{٢} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٦ \times ١٠^{-٦}}{(١٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

$$م_{٢} = ٥٤ \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن / كولوم}$$

$$م_{٢س} = م_{٢} = ٥٤ \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن / كولوم و نحو + س.}$$

$$م_{٢ص} = ٠$$

إعداد أ/ أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

$$م_{س} = -م_{١س} + م_{٢س}$$

$$م_{س} = -٢٧ \times ١٠^{٥} + ٥٤ \times ١٠^{٥}$$

$$م_{س} = ٢٧ \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن / كولوم.}$$

$$م_{ص} = م_{١ص} + م_{٢ص}$$

$$م_{ص} = \sqrt{٣} ٢٧ \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن / كولوم.}$$

$$م = \sqrt{م_{س}^{٢} + م_{ص}^{٢}}$$

$$م = \sqrt{(٢٧ \times ١٠^{٥})^{٢} + (\sqrt{٣} ٢٧ \times ١٠^{٥})^{٢}}$$

$$م = ٢٧ \times ١٠^{٥} \times \sqrt{٣ + ١}$$

$$م = ٢٧ \times ١٠^{٥} \times ٢$$

$$م = ٥٤ \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن / كولوم}$$

$$ظا\ \theta = \frac{م_{ص}}{م_{س}}$$

$$ظا\ \theta = \frac{١}{\sqrt{٣}}$$

$$\theta = ٦٠^{o}$$

$$ق_{ك} = م \times ش_{٣}$$

$$ق_{ك} = ٥٤ \times ١٠^{٥} \times ٥ \times ١٠^{-٦}$$

$$ق_{ك} = ٢٧ \text{ نيوتن}$$

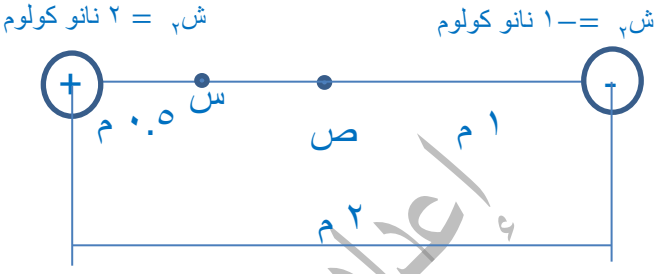
و اتجاهها عكس اتجاه المجال لأنها تؤثر في شحنة سالبة.

$$\overleftarrow{ق_{ك}} = ٢٧ \text{ نيوتن ، } ١٨٠^{o} + ٦٠^{o}$$

$$\overleftarrow{ق_{ك}} = ٢٧ \text{ نيوتن ، } ٢٤٠^{o}$$

أعداد م/ أنس الشمار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

- في الشكل يراد وضع شحنة كهربائية في النقطة (س) حتى ينعدم المجال الكهربائي في النقطة (ص) و المطلوب:



تحديد نوع تلك الشحنة و مقدارها.

$$مـ_{١} = \frac{أش_{١}}{ف_{١}^{٢}}$$

$$مـ_{١} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-٩}}{(١)^{٢}}$$

$\overleftarrow{مـ_{١}}$ = ١٨ نيوتن/ كولوم ،نحو + س

$$مـ_{٢} = \frac{أش_{٢}}{ف_{٢}^{٢}}$$

$$مـ_{٢} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١ \times ١٠^{-٩}}{(١)^{٢}}$$

$\overleftarrow{مـ_{١}}$ = ٩ نيوتن/ كولوم ، نحو + س

و المجال المحصل عند النقطة (ص):

$$مـ = مـ_{١} + مـ_{٢}$$

$\overleftarrow{مـ}$ = ٢٧ نيوتن/ كولوم ، نحو + س

إذًا الشحنة المراد وضعها في س يجب أن يكون اتجاه مجالها نحو – س أي هي سالبة و بحيث:

$مـ_{٣}$ = ٢٧ نيوتن/ كولوم

$$مـ_{٣} = \frac{أش_{٣}}{ف_{٣}^{٢}}$$

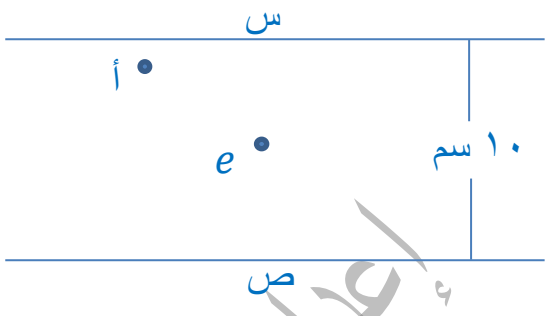
$$\frac{ش_{٣} \times ٩ \times ١٠^{٩}}{(٠,٥)^{٢}} = ٢٧$$

$$ش_{٣} \times ٩ \times ١٠^{٩} = \frac{١}{٤} \times ٢٧$$

$ش_{٣} = ٧٥ \times ١٠^{-١١}$ كولوم
(و هي سالبة).

إعداد م. أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

- وضع إلكترون في منتصف المسافة بين الصفيحتين (س) و (ص) كما في الشكل و اتزن.



فإن كانت كتلة الإلكترون ٩ × ١٠$^{-٣١}$كغ و مساحة كل من الصفيحتين (س) و (ص) هي $\frac{١٦}{٩}$ م^{٢} :

- احسب الشحنة الكهربائية الموزعة على الصفيحتين.

عند اتزان الإلكترون:

و = ق$_{ك}$

ك$_e$ × جـ = مـ × ش$_e$

$$\frac{٩ \times ١٠^{-٣١} \times ١٠}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = \frac{\text{مـ} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$$

مـ = $\frac{٩}{١,٦}$ × ١٠$^{-١١}$ نيوتن / كولوم.

$$\text{مـ} = \frac{\text{ش}}{\text{أ}_{ع}}$$

$$\frac{\text{ش}}{\frac{١٦}{٩} \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}} = \frac{٩}{١,٦} \times ١٠^{-١١}$$

ش = $\frac{٩}{١,٦}$ × ١٠$^{-١١}$ × $\frac{١٦}{٩}$ × ٨,٨٥ × ١٠$^{-١٢}$

ش = ٨,٨٥ × ١٠$^{-٢٢}$ كولوم.

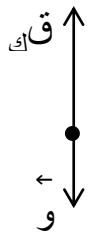
ش$_{س}$ = ٨,٨٥ × ١٠$^{-٢٢}$ كولوم.

ش$_{ص}$ = − ٨,٨٥ × ١٠$^{-٢٢}$ كولوم.

- كيف يتغير الجواب في السؤال السابق إن وضع الإلكترون في النقطة (أ) التي تبعد ١ سم عن الصفيحة (س).

لن يتغير فالمجال منتظم (ثابت المقدار و الاتجاه في كل نقطة).

- لو أردنا تحريك الإلكترون نحو الأعلى بتسارع ثابت مقداره ٥٠ م / ث^{٢} فكم يجب أن تكون الشحنة على كل صفيحة.



ق = ك$_e$ × ت

ق$_{ك}$ − و = ك$_e$ × ت

ق$_{ك}$ − ٩ × ١٠$^{-٣١}$ × ١٠ = ٩ × ١٠$^{-٣١}$ × ٥٠

إعداد: أنس الشعار ٠٧٨٩٢٣٢٥٠٤

$$ق_{ك} = ٥٤ \times ١٠^{-٣٠} \text{ نيوتن}$$

$$مـ = \frac{ق_{ك}}{ش_{e}} = \frac{ش}{أ_{ع}.}$$

$$\frac{٥٤ \times ١٠^{-٣٠}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = \frac{ش}{\frac{١٦}{٩} \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}}$$

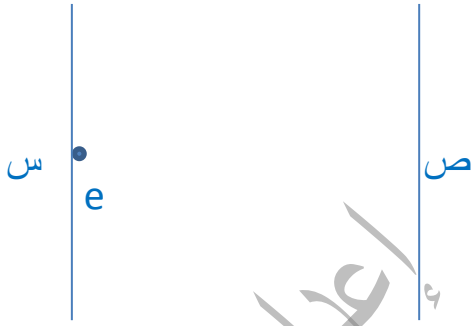
$$ش = \frac{١٦}{٩} \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times \frac{٥٤}{١٦} \times ١٠^{-١٠}$$

$$ش_{س} = ٥٣,١ \times ١٠^{-٢٢} \text{ كولوم}$$

$$ش_{ص} = -٥٣,١ \times ١٠^{-٢٢} \text{ كولوم}$$

إعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

- تحرك إلكترون بتسارع ثابت من الصفيحة (س) إلى الصفيحة (ص) حيث المسافة الفاصلة بينهما ٩ سم



و شحنة كل منهما ١٧,٧ ميكرو كولوم

و مساحته هي ١,٠م^{٢} و المطلوب:

١- حدد نوع شحنة كل من (س) و (ص).

(س) سالبة و (ص) موجبة فالإلكترون السالب يخضع لقوة معاكسة باتجاهها لاتجاه المجال الكهربائي.

٢- أثبت أن تسارع الإلكترون يعطى بالعلاقة:

$$ت = \frac{ش_{e} \times ش}{أ_{e} . ك}$$

ثم احسب سرعة الإلكترون عند وصوله الصفيحة (ص).

$$ت = \frac{ش_{e} \times مـ}{ك_{e}}$$

$$ت = \frac{\frac{ش}{أ.} \times ش_{e}}{ك_{e}}$$

$$ت = \frac{ش ش_{e}}{أ_{e} . ك}$$

لحساب السرعة عند (ص) نحسب التسارع أولًا

بالتعويض في العلاقة الأخيرة:

$$ت = \frac{١٧,٧ \times ١٠^{-٦} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٠,١ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ٩ \times ١٠^{-٣١}}$$

$$ت = \frac{٣٢}{٩} \times ١٠^{١٨}\ م/ث^{٢}$$

$$ع^{٢} = ع_{.}^{٢} + ٢ت \Delta س$$

$$ع^{٢} = ٠ + ٢ \times \frac{٣٢}{٩} \times ١٠^{١٨} \times ٩ \times ١٠^{-٢}$$

$$ع = \sqrt{ع^{٢}} = \sqrt{٦٤ \times ١٠^{١٦}}$$

$$ع = ٨ \times ١٠^{٨}\ م/ث$$

إعداد: وائل الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

٣- احسب الزمن الذي استغرقه الإلكترون حتى وصل (ص).

$$ع = ع_{.} + ت ز$$

$$٨ \times ١٠^{٨} = ٠ + \frac{٣٢}{٩} \times ١٠^{١٨} \times ز$$

$$ز = \frac{٨ \times ١٠^{٨}}{\frac{٣٢}{٩} \times ١٠^{١٨}}$$

$$ز = \frac{٨ \times ٩}{٣٢} \times ١٠^{٨-١٨}$$

$$ز = ٢,٢٥ \times ١٠^{-١٠} ث$$

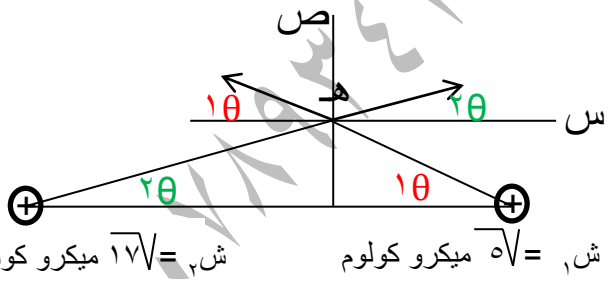
- في الشكل يطلب تحديد المجال الكهربائي عند النقطة هـ
و ما هي القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها ٣ نانو كولوم موضوعة في هـ و في شحنة أخرى مقدارها -٥ نانو كولوم.

ش$_{١}$ = $\sqrt{٥}$ ميكرو كولوم ش$_{٢}$ = $\sqrt{١٧}$ ميكرو كولوم

$$مـ_{١} = \frac{أ ش_{١}}{ف_{١}^{٢}}$$

$$مـ_{١} = \frac{\sqrt{٥} \times ١٠^{-٦} \times ٩ \times ١٠^{٩}}{(\sqrt{٥} \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

$$مـ_{١} = \frac{٩ \times ١٠^{٧}}{\sqrt{٥}} \text{ نيوتن / كولوم.}$$



ش$_{١}$ = $\sqrt{٥}$ ميكرو كولوم ش$_{٢}$ = $\sqrt{١٧}$ ميكرو كولوم

$$مـ_{١س} = مـ_{١} \text{ جتا} \theta_{١}$$

$$مـ_{١س} = \frac{٩ \times ١٠^{٧}}{\sqrt{٥}} \times \frac{٢}{\sqrt{٥}}$$

أعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

$$م_{1س} = \frac{١٨ \times ١٠^{٧}}{٥}$$

$$م_{1س} = ٣,٦ \times ١٠^{٧}$$ نيوتن / كولوم و نحو - س

$$م_{1ص} = م_{١} \ جا\theta_{١}$$

$$م_{1ص} = \frac{٩ \times ١٠^{٧}}{\sqrt{٥}} \times \frac{١}{\sqrt{٥}}$$

$$م_{1ص} = \frac{٩ \times ١٠^{٧}}{٥}$$

$$م_{1ص} = ١,٨ \times ١٠^{٧}$$ نيوتن / كولوم و نحو + ص.

$$م_{٢} = \frac{أ ش_{٢}}{ف_{٢}^{٢}}$$

$$م_{٢} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \sqrt{١٧} \times ١٠^{-٦}}{(\sqrt{١٧} \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

$$م_{٢} = \frac{٩ \times ١٠^{٧}}{\sqrt{١٧}}$$ نيوتن / كولوم.

$$م_{2س} = م_{٢} \ جتا\theta_{٢}$$

$$م_{2س} = \frac{٩ \times ١٠^{٧}}{\sqrt{١٧}} \times \frac{٤}{\sqrt{١٧}}$$

$$م_{2س} = \frac{٣٦ \times ١٠^{٧}}{١٧}$$

$$م_{2س} = ٢,١٢ \times ١٠^{٧}$$ نيوتن / كولوم و نحو + س

$$م_{2ص} = م_{٢} \ جا\theta_{٢}$$

$$م_{2ص} = \frac{٩ \times ١٠^{٧}}{\sqrt{١٧}} \times \frac{١}{\sqrt{١٧}}$$

$$م_{2ص} = \frac{٩ \times ١٠^{٧}}{١٧}$$

$$م_{2ص} = ٠,٥٣ \times ١٠^{٧}$$ نيوتن / كولوم و نحو + ص

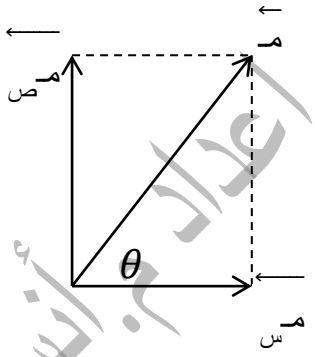
$$م_{س} = -م_{1س} + م_{2س}$$

$$م_{س} = ١,٤٨ \times ١٠^{٧}$$ نيوتن / كولوم و نحو + س

إعداد م. أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

$$م_{ص} = م_{١ص} + م_{٢ص}$$

$$م_{ص} = ٢,٣٣ \times ١٠^{٧} \text{ نيوتن / كولوم و نحو + ص}$$



$$م = \sqrt{م_{س}^{٢} + م_{ص}^{٢}}$$

$$م = \sqrt{(١,٤٨ \times ١٠^{٧})^{٢} + (٢,٣٣ \times ١٠^{٧})^{٢}}$$

$$م = ٢,٧٦ \times ١٠^{٧} \text{ نيوتن / كولوم}$$

$$\text{ظا } \theta = \frac{م_{ص}}{م_{س}} = \frac{٢,٣٣ \times ١٠^{٧}}{١,٤٨ \times ١٠^{٧}}$$

$$\text{ظا } \theta = ١,٥٧$$

$$\overleftarrow{م} = ٢,٧٦ \times ١٠^{٧} \text{ نيوتن / كولوم ، } \theta$$

حيث ظا θ = ١,٥٧

$$ق_{ك} = م \times ش$$

$$ق_{ك} = ٢,٧٦ \times ١٠^{٧} \times ٣ \times ١٠^{-٩}$$

$$\overleftarrow{ق_{ك}} = ٨,٢٨ \times ١٠^{-٢} \text{ نيوتن ، } \theta$$

(باتجاه المجال).

-

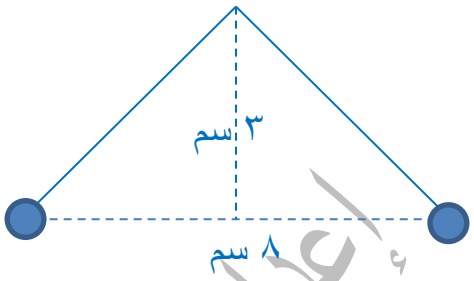
$$ق_{ك} = م \times ش$$

$$ق_{ك} = ٢,٧٦ \times ١٠^{٧} \times ٥ \times ١٠^{-٩}$$

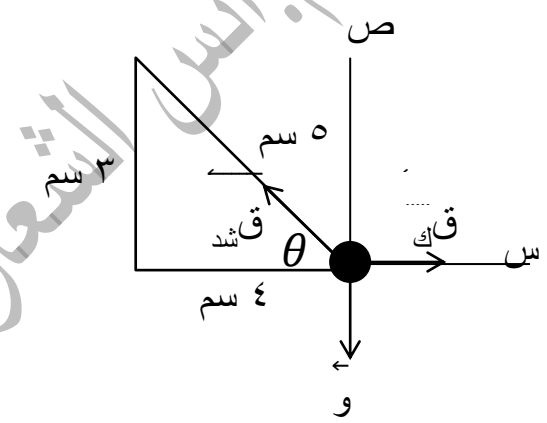
$$\overleftarrow{ق_{ك}} = ١٣,٨ \times ١٠^{-٢} \text{نيوتن ، } \theta + ١٨٠^{o}$$

إعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

- كرتان متماثلتان مشحونتان بالشحنة نفسها ، معلقتان بخيطين و مستقرتان كما هو مبين بالشكل:



فإن كانت كتلة كل منهما ٦٧,٥ غ فاحسب شحنة كل منهما.



ق ك س = ق ك نحو + س ، ق ك ص = ٠

و س = ٠ ، و ص = و نحو – ص

ق شد س = ق شد جتا θ = $\frac{٤}{٥}$ ق شد نحو – س.

ق شد ص = ق شد جا θ = $\frac{٣}{٥}$ ق شد نحو + ص.

بما أن الكرة متزنة :

ق س = ٠

ق ك - $\frac{٤}{٥}$ ق شد = ٠ ....(١)

و

ق ص = ٠

– و + $\frac{٣}{٥}$ ق شد = ٠ ....(٢)

– ك جـ + $\frac{٣}{٥}$ ق شد = ٠

– ٦٧,٥ × ١٠ $^{-٣}$ × ١٠ + $\frac{٣}{٥}$ ق شد = ٠

$\frac{\frac{٣}{٥}\text{ق شد}}{\frac{٣}{٥}} = \frac{٠.٦٧٥}{\frac{٣}{٥}}$

ق شد = $\frac{٥}{٣}$ × ٠,٦٧٥ = ١,١٢٥ نيوتن

حسب (١):

ق ك = $\frac{٤}{٥}$ ق شد

أعداد: أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

$ق_ك = ١,١٢٥ \times \frac{٤}{٥} = ٠,٩$ نيوتن

$ق_ك = \frac{أش_١ ش_٢}{ف^٢}$

$\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_١^{٢}}{(٨ \times ١٠^{-٢})^{٢}} = ٠,٩$

$٩ \times ١٠^{٩} \times ش_١^{٢} = ٠,٩ \times (٨ \times ١٠^{-٢})^{٢}$

$ش_١^{٢} = \frac{٠,٩ \times (٨ \times ١٠^{-٢})^{٢}}{٩ \times ١٠^{٩}}$

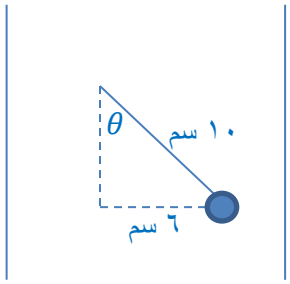
$ش_١ = \sqrt{\frac{(٨ \times ١٠^{-٢})^{٢}}{١٠^{١٠}}}$

$ش_١ = ش_٢ = ٨ \times ١٠^{-٧}$ كولوم.

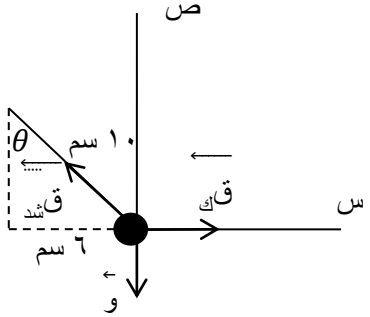
أو:

$ش_١ = ش_٢ = - ٨ \times ١٠^{-٧}$ كولوم.

- وضعت كرة مشحونة بين صفيحتين و معلقة بخيط طوله (١٠) سم فانحرفت عن موضع اتزانها بزاوية θ كما في الشكل:



١- إن كانت كتلة الكرة ٧٠ غ فاحسب القوة الكهربائية المؤثرة عليها.



$ق_{ك\ س} = ق_ك$ نحو + س ، $ق_{ك\ ص} = ٠$

$و_س = ٠$ ، $و_ص =$ و نحو – ص

$ق_{شد\ س} = ق_{شد}$ جا $\theta = \frac{٦}{١٠} ق_{شد} =$

$\frac{٣}{٥} ق_{شد}$ و نحو – س

$ق_{شد\ ص} = ق_{شد}$ جتا $\theta = \frac{٨}{١٠} ق_{شد} =$

$\frac{٤}{٥} ق_{شد}$ نحو + ص

إعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٩٢٤٢٥٤١

بما أن الكرة متزنة :

$$ق_{س} = ٠$$

$$ق_{ك} - \frac{٣}{٥} ق_{شد} = ٠ \quad ....(١)$$

و

$$ق_{ص} = ٠$$

$$- و + \frac{٤}{٥} ق_{شد} = ٠ \quad ....(٢)$$

$$- ك جـ + \frac{٤}{٥} ق_{شد} = ٠$$

$$- ٠.٠٧ \times ١٠ + \frac{٤}{٥} ق_{شد} = ٠$$

$$\frac{\frac{٤}{٥} ق_{شد}}{\frac{٤}{٥}} = \frac{٠,٧}{\frac{٤}{٥}}$$

$$ق_{شد} = \frac{٥ \times ٠,٧}{٤}$$

$$ق_{شد} = ٠,٨٧٥ \text{ نيوتن}$$

حسب (١) :

$$ق_{ك} = \frac{٣}{٥} \times ٠,٨٧٥$$

$$ق_{ك} = ٠,٥٢٥ \text{ نيوتن}$$

$$\longleftarrow$$

$$ق_{ك} = ٠,٥٢٥ \text{ نيوتن، نحو + س.}$$

١- إن كانت شحنة الكرة ٣ نانو كولوم ما هو مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين.

$$مـ = \frac{ق_{ك}}{ش}$$

$$مـ = \frac{٠,٥٢٥}{٣ \times ١٠^{-٩}}$$

$$مـ = ١,٧٥ \times ١٠^{٨} \text{ نيوتن / كولوم}$$

٢-بفرض أن الشحنة الموزعة على كل صفيحة مقدارها ٦ ميكرو كولوم احسب مساحة كل صفيحة.

$$مـ = \frac{ش}{أ ع_{٠}}$$

$$١,٧٥ \times ١٠^{٨} = \frac{٦ \times ١٠^{-٦}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times أ}$$

$$\frac{١,٧٥ \times ١٠^{٨} \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times أ}{١,٧٥ \times ١٠^{٨} \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}} = \frac{٦ \times ١٠^{-٦}}{١,٧٥ \times ١٠^{٨} \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}}$$

$$أ = ٠,٣٩ \times ١٠^{-٢} \text{ م}^{٢}$$

إعداد م. أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٤٦٨

قوانين المجال الكهربائي

١- قانون تكميم الشحنة:

$$ش = ن\ ش_e$$

ش: شحنة الجسم و هي موجبة أو سالبة
ن: عدد الإلكترونات المنتقلة من الجسم أو إليه و هي عدد صحيح موجب.
$ش_e$ شحنة الإلكترون

٢-قانون القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين بينهما مسافة ف:

$$ق_ك = \frac{أ ش_1 ش_2}{ف^2}$$

أ ثابت يساوي ٩×١٠^9

٣-قانون المجال الكهربائي المتولد عن شحنة نقطية في نقطة تبعد عنها مسافة ف:

$$مـ = \frac{أ ش}{ف^2}$$

٤-قانون العلاقة بين المجال الكهربائي المؤثر في شحنة ش و القوة المؤثرة في تلك الشحنة:

$$مـ = \frac{ق_ك}{ش}$$

يصلح هذا القانون سواء كان المجال متولدًا عن شحنة نقطية أو عن شحنة موزعة على سطح.
المجال و القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة موجبة بالاتجاه نفسه.
المجال و القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة سالبة باتجاهين متعاكسين.

٥-المجال المحصل عند نقطة يتواجد فيها مجالان:
هناك حالات أربعة : الجمع و الطرح و علاقة فيثاغورس و طريقة تحليل كل مجال.

٦-المجال المنتظم الناشئ عن شحنة موزعة على صفيحتين:

$$مـ = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

σ : كثافة الشحنة السطحية
ε_0 : السماحية الكهربائية.

إعداد م. أنس الشعار ٠٩٦٣٩٢٥٨٠٧٨

و حيث $\sigma = \frac{ش}{أ}$

أ هنا هي مساحة الصفيحة الواحدة و ليس ٩×١٠^{٩}

فيمكن أن تكتب:

$$مـ = \frac{ش}{أ ع.}$$

$$مـ = \frac{ق_{ك}}{ش(المتأثرة)}$$

٧- تسارع شحنة موضوعة داخل مجال منتظم:

$$ت = \frac{مـ \times ش}{ك}$$

٨- معادلات الحركة لجسم يتحرك بتسارع ثابت:

$$ع = ع. + ت ز$$

$$ع^{٢} = ع.^{٢} + ٢ت \Delta س$$

$$\Delta س = ع. ز + \frac{١}{٢} ت ز^{٢}$$

ع : السرعة النهائية.

ع. : السرعة البدائية.

Δ س: الإزاحة و لها جهة.

ت : التسارع و له جهة.

إعداد: أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

الفيزياء

الصف الثاني الثانوي

الجهد الكهربائي

إعداد م.أنس الشعار

0789342541

الجهد الكهربائي

بفرض شحنة $ش$ تولد حولها مجالًا كهربائيًا ،

و بفرض شحنة أخرى $ش_{.}$ موجودة على بعد كبير جدًا من الشحنة $ش$ (في اللانهاية)

و أردنا إحضار الشحنة الثانية إلى منطقة المجال الكهربائي للشحنة الأولى و بسرعة ثابتة (أي تغير الطاقة الحركية لتلك الشحنة الثانية يساوي الصفر) .

فهذا يتطلب منا بذل قوة خارجية عليها تساوي بالمقدار و تعاكس بالاتجاه قوة التنافر الكهربائية بين الشحنتين. (أي إحضارها قسرًا).

و بالتالي بذل شغل يختزن على شكل طاقة وضع تختزن في الشحنة المنقولة.

- لو قسمنا الطاقة المختزَنة على الشحنة المختزِنة لتلك الطاقة لحصلنا على جهد النقطة التي نقلت إليها الشحنة و نكتب :

$$جـ = \frac{ط_{و}}{ش_{.}}$$

- إن الجهد مقدار قياسي و ليس متجهي فهو موجب أو سالب أو صفر و ليس له اتجاه .

- في العلاقة السابقة هل جـ يتناسب طردًا أم عكسًا مع $ط_{و}$ و مع $ش_{.}$ ؟

إن جهد نقطة ما لا يتناسب طردًا و لا عكسًا مع مقدار الشحنة الموضوعة فيها و لا مع طاقة الوضع لتلك الشحنة فعند زيادة الشحنة تزداد طاقة الوضع بالنسبة نفسها و العكس بالعكس و يبقى ناتج قسمتهما ثابتًا.

- من العلاقة السابقة نجد أن وحدة قياس الجهد الكهربائي هي جول / كولوم أو ما يسمى بالفولت.

- و من العلاقة السابقة نجد تعريف الفولت: هو جهد نقطة لو وضعت فيها شحنة كهربائية مقدارها ١ كولوم لكانت طاقة الوضع لها ١ جول.

-

$$جـ = \frac{ط_{و}}{ش_{.}}$$

و منه نجد:

$$\Delta جـ = \frac{\Delta ط_{و}}{ش_{.}}$$

إعداد قناص الشعار ٠٧٨٩٢٣٤٧٧٧

أي إن فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين يساوي تغير طاقة الوضع لوحدة الشحنة (أي واحد كولوم) عند نقلها بين تلك النقطتين.

و بكلمة أخرى : لو تم نقل شحنة بين نقطتين من مجال كهربائي و لم تتغير طاقة الوضع لها فهاتان النقطتان متساويتان بالجهد، أو فرق الجهد بينهما يساوي الصفر.

فرق الجهد بين نقطتين أ وَ ب هو :

$$جـ_{أب} = جـ_{م} - جـ_{ب}$$

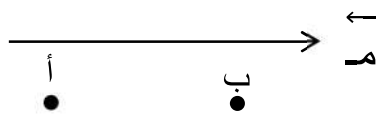
ملاحظات قبل حل مسائل الجهد الكهربائي:

١- $جـ_{أب} = جـ_{م} - جـ_{ب}$

و ليس $جـ_{ب} - جـ_{م}$

٢- $جـ_{أب} = - جـ_{ب أ}$

٣- إن كان الاتجاه أ ⟵ ب مع اتجاه المجال الكهربائي فهذا يعني أن جهد النقطة (أ) أكبر من جهد النقطة (ب)



و بالتالي $جـ_{أب}$ موجب.

(التفسير و هو غير مطلوب : لو كان المجال متولدًا عن شحنة موجبة لكانت (أ) أقرب من (ب) إليها و بالتالي جهد أ هو الأكبر

و لو كان متولدًا عن شحنة سالبة فإن (ب) أقرب من (أ) إليها و بالتالي جهد ب هو الأقل

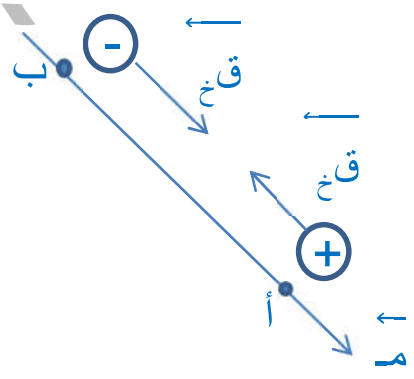
و لو كان متولدًا عن شحنتين موجبة و سالبة فلن يختلف التفسير).

٤- لحساب الشغل الذي تبذله سواءً القوة الكهربائية (الشغل الطوعي) أو القوة الخارجية (الشغل القسري) عند انتقال شحنة ما بين نقطتين فإن الشغل:

- في كلا الحالتين سيُحسَب على أنه موجب.
- و يساوي حاصل ضرب مقدار الشحنة المتحركة بفرق الجهد بين النقطتين.

مثال (٢-١) صفحة ٣٤:

شحنة نقطية (٢×١٠^{-٩}) كولوم نقلت من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) في مجال كهربائي بسرعة ثابتة



إعداد م. أنس الشعار ٠٩٦٣٩٣٢٠٠٠٠

إذا بذلت القوة الخارجية شغلًا (١٤×١٠^{-٩}) جول فاحسب :

١- فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين أ و ب ($جـ_{ب} - جـ_{م}$).

٢- الشغل الذي تبذله قوة خارجية لنقل شحنة (-٢×١٠^{-٩}) كولوم من ب إلى أ بسرعة ثابتة.

١- $ش_{أ \leftarrow ب} = -ك . (جـ_{ب} - جـ_{م})$

(أو: $-ك . (جـ_{م} - جـ_{ب})$

$$\frac{١٤ \times ١٠^{-٩}}{٢ \times ١٠^{-٩}} = \frac{جـ_{ب أ} \times ٢ \times ١٠^{-٩}}{٢ \times ١٠^{-٩}}$$

$جـ_{ب أ}$ = ٧ فولت

(موجب و الإشارة صحيحة).

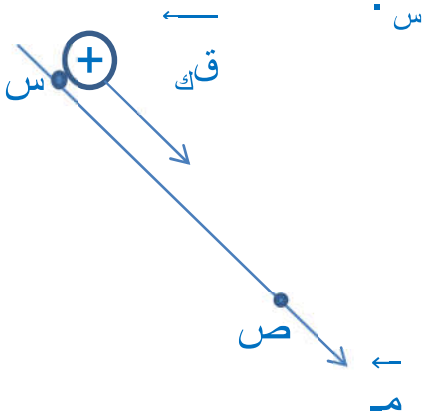
٢- $ش_{ب \leftarrow أ} = -ك . (جـ_{م} - جـ_{ب})$

$ش_{ب \leftarrow أ} = -٢ \times ١٠^{-٩} \times -٧$

$ش_{ب \leftarrow أ} = ١٤ \times ١٠^{-٩}$ جول

مثال (٢-٢) صفحة ٣٦:

- يبين الشكل بروتونًا يتحرك في مجال كهربائي تحت تأثير القوة الكهربائية فقط من النقطة (س) إلى النقطة (ص) فإذا بذلت القوة الكهربائية عليه شغلًا ٨×١٠^{-١٩} جول فاحسب فرق الجهد $جـ_{ص س}$.



$ش_{س \leftarrow ص} = -ك . (جـ_{س} - جـ_{ص})$

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

$جـ_{س ص}$ = ٥ فولت

$جـ_{ص س}$ = -٥ فولت

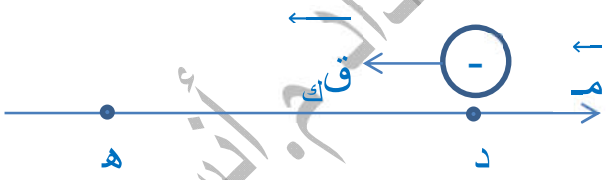
إعداد مرانس الشعار ٠٧٨٣٢٥٤٠٤١

مراجعة (٢-١) صفحة ٣٦:

١- ماذا نعني بقولنا إن فرق الجهد بين نقطتين يساوي (١٢) فولت؟

أي لو نقلنا شحنة مقدارها ١ كولوم (وحدة الشحنات) بينهما لتغيرت طاقة وضعها بمقدار ١٢ جول.

٢- نقطتان (د) ، (هـ) ضمن مجال كهربائي



إذا كان جـ$_{دهـ}$ = -٤ فولت

و جـ$_{هـ}$ = ٨ فولت

فاحسب:

أ- شغل القوة الكهربائية المبذول لنقل إلكترون من النقطة (د) إلى النقطة (هـ).

ب- شغل القوة الخارجية المبذول لنقل بروتون من اللانهاية إلى النقطة د بسرعة ثابتة.

ج- مقدار التغير في طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون و البروتون في الفرعين السابقين.

أ- ش$_{د\leftarrow هـ}$ = - e × جـ$_{دهـ}$

ش$_{د\leftarrow هـ}$ = - ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ × - ٤

ش$_{د\leftarrow هـ}$= ٦,٤ × ١٠$^{-١٩}$ جول.

ب- ش$_{د\leftarrow \infty}$ = P × (جـ$_{د}$ - جـ$_{\infty}$)

حيث : جـ$_{دهـ}$ = -٤

جـ$_{د}$ - جـ$_{هـ}$ = -٤

جـ$_{د}$ - ٨ = -٤ و منه جـ$_{د}$ = ٤ فولت.

جـ$_{\infty}$ = ٠ دومًا

ش$_{د\leftarrow \infty}$ = ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ × ٤

ش$_{د\leftarrow \infty}$ = ٦,٤ × ١٠$^{-١٩}$ جول.

ج- ش = - (Δط$_{و}$) e = -

= - ٦,٤ × ١٠$^{-١٩}$ جول.(الشغل الطوعي و هو شغل القوة الكهربائية يسبب نقصان طاقة الوضع فيكون تغيرها سالب).

ش = (Δط$_{و}$) P =

= ٦,٤ × ١٠$^{-١٩}$ جول.(الشغل القسري و هو شغل القوة الخارجية يسبب زيادة طاقة الوضع فيكون تغيرها موجب).

أحلام أنس الشعار ٠٩٦٣٤٢٥٤١

الجهد الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية

إن الجهد الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية ـــ و في نقطة تبعد عنها مسافة ف هو:

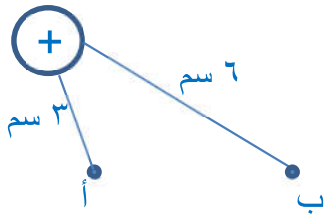
$$جـ = \frac{ـــ أ}{ف}$$

الجهد موجب أو سالب
و الشحنة في القانون السابق تعوض بإشارتها.

- اذكر العوامل الأربعة التي يعتمد عليها جهد نقطة و الناشئ عن وجودها بالقرب من شحنة نقطية.

حسب القانون السابق نجد:
١- مقدار الشحنة
٢-نوعها
٣-المسافة بين الشحنة و النقطة
٤-السماحية الكهربائية للهواء.

مثال (٢-٣) صفحة ٣٧:
يبين الشكل شحنة نقطية (ـــ = +٣ نانو كولوم) و نقطتان (أ) و (ب) تبعدان عن الشحنة مسافة (٣) سم و (٦) سم على الترتيب جد:



١- فرق الجهد $جـ_{أ ب}$

٢- فرق الجهد $جـ_{أ ب}$ لو كانت (ـــ = -٣ نانو كولوم)

١-

$$جـ_{أ} = \frac{ـــ أ}{ف_{أ}}$$

$$جـ_{أ} = \frac{٩ \times ١٠ \times ٣ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٩}}$$

$$جـ_{أ} = ٩٠٠ \text{ فولت}$$

بالطريقة نفسها سنجد أن :

$$جـ_{ب} = ٤٥٠ \text{ فولت.}$$

إعداد م. أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

$جـ_{ا ب} = جـ_{ا} - جـ_{ب}$

$جـ_{ا ب} = ٩٠٠ - ٤٥٠ = ٤٥٠$ فولت.

٢-

$$جـ_{ا} = \frac{أ \; ق}{ف_{أ}}$$

$$جـ_{ا} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times -٣ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٩}}$$

$جـ_{ا} = - ٩٠٠$ فولت

و سيكون $جـ_{ب} = - ٤٥٠$ فولت

$جـ_{ا ب} = جـ_{ا} - جـ_{ب}$

$جـ_{ا ب} = -٩٠٠ + ٤٥٠ = -٤٥٠$ فولت.

الجهد الكهربائي الناتج عن وجود عدة شحنات نقطية:

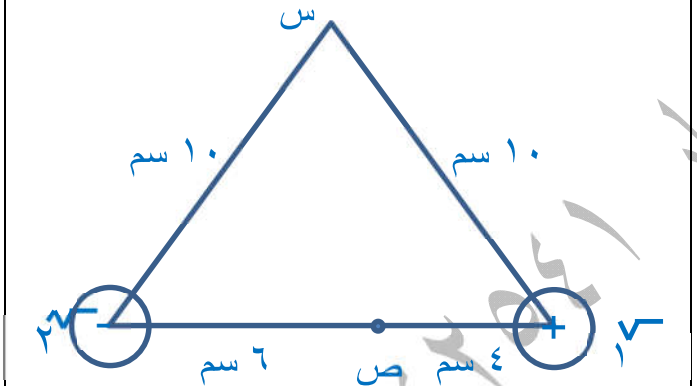
$جـ = جـ_{١} + جـ_{٢} + جـ_{٣} + ...$

حيث كل من $جـ_{١}$, $جـ_{٢}$, $جـ_{٣}$ ..... موجب أو سالب.

مثال (٢-٤) صفحة ٣٩:

يبين الشكل شحنتين نقطتيتين موضوعتين في الهواء ($ق_{١}$ = ٤ ميكرو كولوم ، $ق_{٢}$ = -٤ ميكرو كولوم)

معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل احسب جهد كل من النقطتين (س ، ص)



$جـ_{س} = جـ_{١} + جـ_{٢}$

$$جـ_{س} = أ \left(\frac{ق_{١}}{ف_{١}} + \frac{ق_{٢}}{ف_{٢}} \right)$$

$$جـ_{س} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \left(\frac{٤ \times ١٠^{-٦}}{٠.١} + \frac{-٤ \times ١٠^{-٦}}{٠.١} \right)$$

$جـ_{س}$ = صفر

إعداد/ أنس الشعار ٠١٠٩٣٤٤٢٨٩٧

$$جـ_{ص} = جـ_{١} + جـ_{٢}$$

$$جـ_{ص} = أ\ (\frac{-٤}{ف_{١}} + \frac{-٤}{ف_{٢}})$$

$$جـ_{ص} = ٩ \times ١٠^{٩} \times (\frac{-٤ \times ١٠^{-٦}}{٠.٠٤} + \frac{-٤ \times ١٠^{-٦}}{٠.٠٦})$$

$$= ٩ \times ١٠^{٩} \times (١ \times ١٠^{-٤} - \frac{-٢}{٣} \times ١٠^{-٤})$$

$$= ٩ \times ١٠^{٩} \times (\frac{+١}{٣} \times ١٠^{-٤})$$

$$= ٣ \times ١٠^{٥}\ \text{فولت}$$

مراجعة (٢-٢) صفحة ٤٠:

١- يبين الشكل ثلاث نقاط (س،ع،ص)

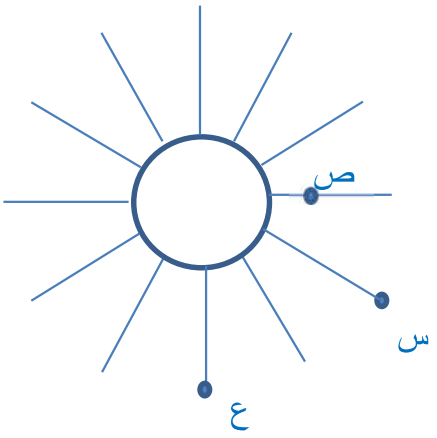
تقع ضمن المجال الكهربائي لشحنة نقطية

بعد النقطة (س) عن الشحنة يساوي بعد

النقطة (ع) و ($جـ_{س ص}$ = ٣ فولت)

أجب عما يأتي:

أ- أي النقطتين (س،ص) يكون الجهد عندها أعلى؟



جـ - حدد اتجاه المجال الكهربائي.

د- قارن بين ($جـ_{س ص}$) و ($جـ_{ص ع}$)

أ- $جـ_{س ص} = جـ_{س} - جـ_{ص}$ =٣(موجب)

و بالتالي س جهدها أكبر.

ب- س أبعد عن الشحنة من ص و جهدها أكبر و بالتالي الشحنة سالبة.

ج- لو وضعت شحنة موجبة في أية نقطة حول الشحنة لتأثرت بقوة اتجاهها نحو الشحنة المولدة للمجال و بالتالي جهة المجال نحو الشحنة.

د- $جـ_{س} = جـ_{ع}$ لأنهما متساويا البعد عن الشحنة و بالتالي:

$$جـ_{س ص} = -جـ_{ص ع}$$

إعداد/ أنس الشعار ٠٥٣٤٢٥٤١

٢- يبين الشكل نقطة (س) على الخط الواصل بين شحنتين نقطيتين ،

إذا كانت $\vec{ق}_1$ موجبة و $جـ_س = ٠$ فأجب عما يأتي:

- ما نوع الشحنة $\vec{ق}_2$

- أيهما أكبر مقدارًا $\vec{ق}_1$ أم $\vec{ق}_2$ ؟

- $جـ_س = جـ_1 + جـ_2 =$ صفر

الجهد الأول موجب لأنه نتج عن شحنة موجبة
و الثاني سالب (كي يكون مجموعهما صفر) أي نتج عن شحنة سالبة.

- حسب القانون:

$$جـ = \frac{أ}{ف}$$

عندما الجهد نفسه يكون التناسب بين الشحنة و المسافة طردي
س أقرب للشحنة الأولى فهذه الشحنة هي الأصغر (بالمقدار).

طاقة الوضع الكهربائي لنظام مكون من شحنتين نقطيتين

- إن طاقة الوضع الناتجة عند تقريب شحنتين من بعضهما تعطى بالعلاقة

$$ط_و = \frac{أ \vec{ق}_1 \vec{ق}_2}{ف}$$

هذه الطاقة موجبة في حال كانت الشحنتان متماثلتان
و سالبة إن كانت الشحنتان مختلفتان
حيث تعوض كل شحنة مع إشارتها.
و تساوي الجهد الناشئ عن الشحنة الثابتة مضروبًا بمقدار الشحنة المنقولة للنقطة المعتبرة.
و تساوي أيضًا بالمقدار الشغل المبذول لتقريب الشحنتين من بعضهما.

- الشحنتان المتماثلتان تتنافران
و لتقريبهما من بعضهما و تكوين النظام (جلب إحداهما من اللانهاية إلى مكان قريب من الثانية بسرعة ثابتة)
يلزم بذل شغل خارجي (قسري) من قوة خارجية مساوية بالمقدار و معاكسة بالاتجاه لقوة التنافر الكهربائي بينهما
تجبرهما على الاقتراب من بعضهما فتزداد طاقة الوضع للنظام (الشغل المبذول يساوي طاقة الوضع) لذا تكون طاقة وضع النظام موجبة.

إعداد م. أنس الشعار ٠٩٦٣٩٢٥٠٤٨٧

- الشحنتان المختلفتان تتجاذبان و لتقريبهما من بعضهما و تكوين النظام (جلب إحداهما من اللانهاية إلى مكان قريب من الثانية بسرعة ثابتة)
يلزم بذل شغل خارجي (قسري) من قوة خارجية مساوية بالمقدار و معاكسة بالاتجاه لقوة التجاذب الكهربائي بينهما
تجبرهما على الابتعاد عن بعضهما فتنقص طاقة الوضع للنظام بمقدار الشغل المبذول.لذا تكون طاقة الوضع سالبة.

مثال (٢-٥) صفحة ٤٢:
يفصل بين الإلكترون و البروتون في ذرة الهيدروجين مسافة ($٥,٢٩ \times ١٠^{-١١}$ م) تقريبًا
احسب طاقة الوضع الكهربائية لذرة الهيدروجين.

$$ط_و = \frac{P \, e}{ف}$$

$$ط_و = \frac{٩ \times ١٠ \times -١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٥,٢٩ \times ١٠^{-١١}}$$

$$ط_و = -٤,٣٦ \times ١٠^{-١٨} \text{ جول}$$

مراجعة (٢-٣) صفحة ٤٢:

١-نظام يتألف من شحنتين نقطيتين سالبتين ، طاقة وضعه الكهربائية موجبة ، فما تفسير ذلك؟

الشحنتان المتماثلتان تتنافران و لتقريبهما من بعضهما و تكوين النظام (جلب إحداهما من اللانهاية إلى مكان قريب من الثانية بسرعة ثابتة)
يلزم بذل شغل خارجي (قسري) من قوة خارجية مساوية بالمقدار و معاكسة بالاتجاه لقوة التنافر الكهربائي بينهما
تجبرهما على الاقتراب من بعضهما فتزداد طاقة الوضع للنظام (الشغل المبذول يساوي طاقة الوضع) أي طاقة الوضع موجبة.

٢-معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل:

(أ)

(ب)

و الذي يبين نظامين للشحنات (أ، ب) قارن بين مقدار طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في كل نظام.

أعداد أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

بالنسبة للشكل (أ):

$$ط_و = \frac{ش_أ^{2}}{2ف}$$

و بالنسبة للشكل (ب):

$$ط_و = \frac{ش_أ \times ش_ب \times ش}{ف}$$

$$ط_و = \frac{ش_أ^{2}}{ف}$$

في الحالة الأولى طاقة الوضع نصف طاقة الوضع في الحالة الثانية.

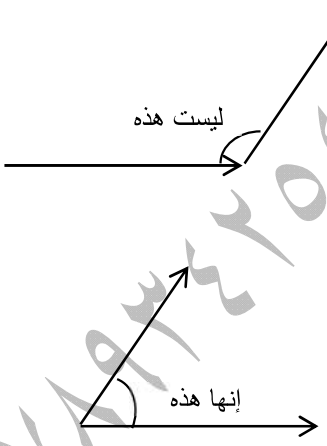
فرق الجهد الكهربائي

بفرض نقطتين في مجال كهربائي منتظم (أ ، ب) و المسافة بينهما (ف) ضمن مجال كهربائي منتظم و θ هي الزاوية بين متجه المجال و متجه المسافة $\overleftarrow{أب}$ (و ليس $\overleftarrow{ب أ}$) فإن :

$$جـ_{أ ب} = م_{\overleftarrow{ف}} = م \times ف \times جتا\ \theta$$

ملاحظة هامة :

الزاوية بين متجهين تتحدد عندما (ينطلقان) من النقطة نفسها.

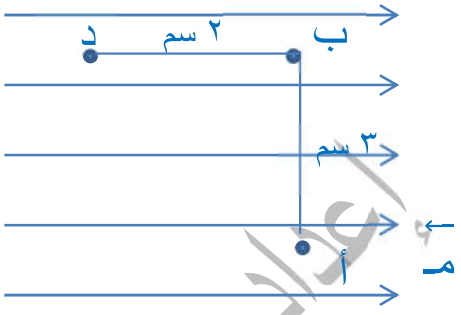


من العلاقة السابقة يمكن استنتاج أن وحدة المجال الكهربائي هي فولت / متر إضافة إلى نيوتن / كولوم.

إعداد أنس السعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

مثال (٢-٦) صفحة ٤٤:

يبين الشكل ثلاث نقاط (أ،ب،د) ضمن مجال كهربائي منتظم مقداره ١٠^{٣} نيوتن / كولوم



معتمدًا على الشكل احسب: جـ$_{ب د}$ و جـ$_{أ ب}$

جـ$_{ب د}$ = مـ × ف$_{ب \leftarrow د}$ × جتا ١٨٠^{o}

جـ$_{ب د}$ = ١٠^{٣} × ٢×١٠$^{-٢}$ × ١-

جـ$_{ب د}$ = — ٢٠ فولت (صحيح أنه سالب).

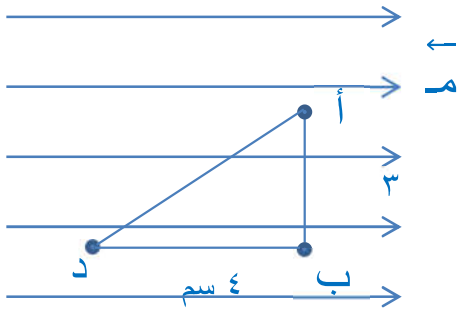
جـ$_{أ ب}$ = مـ × ف$_{أ \leftarrow ب}$ × جتا ٩٠^{o}

جـ$_{أ ب}$ = ١٠^{٣} × ٣×١٠$^{-٢}$ × ٠

جـ$_{أ ب}$ = ٠

مثال (٢-٧) صفحة ٤٥:

يبين الشكل ثلاث نقاط (أ،ب،د) في مجال كهربائي منتظم مقداره ٢ × ١٠^{٢} نيوتن / كولوم

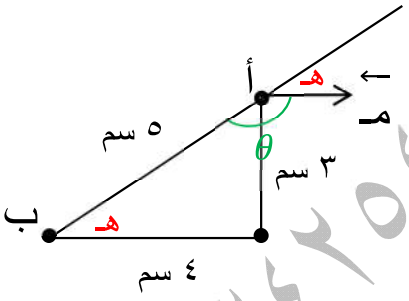


معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل

احسب: جـ$_{أ د}$ في حالتين:

١- عبر المسار (أ← د)

٢- عبر المسار (أ← ب← د)



١-جـ$_{أ د}$ = مـ × ف$_{أ \leftarrow د}$ × جتا θ

جـ$_{أ د}$ = مـ × ف$_{أ \leftarrow د}$ ×- جتا هـ

جـ$_{أ د}$ = ٢ ×١٠^{٢} ×٥×١٠$^{-٢}$ × $\frac{-٤}{٥}$

جـ$_{أ د}$ = ٨- فولت (ننتبه أنه سالب).

إعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

جـ$_{أ د}$ = جـ$_{أ ب}$ + جـ$_{ب د}$

جـ$_{أ ب}$ = مـ × ف$_{أ←ب}$ × جتا ٩٠^{o}

جـ$_{أ ب}$ = مـ × ف$_{أ←ب}$ × ٠ = ٠

جـ$_{ب د}$ = مـ × ف$_{ب←د}$ × جتا ١٨٠^{o}

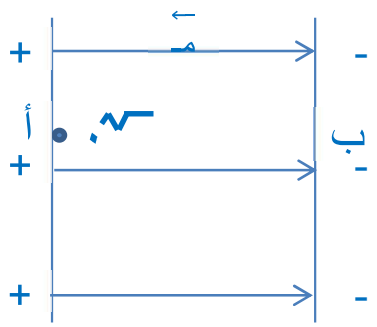
جـ$_{ب د}$ = ٢×١٠^{٢} × ٤×١٠$^{-٢}$ × ١-

جـ$_{ب د}$ = ٨- فولت

جـ$_{أ د}$ = ٠ – ٨ = ٨ - فولت.

مثال (٢-٨) صفحة ٤٦:

يتحرك بروتون شحنته (ـ١.٦) و كتلته (ك) من السكون من النقطة (أ) عند الصفيحة الموجبة إلى النقطة (ب) عند الصفيحة السالبة في الحيز بين الصفيحتين إذا كان فرق الجهد (جـ) بين النقطتين



(أ،ب) فأثبت أن سرعة البروتون بعد قطعه الإزاحة بين الصفيحتين تعطى بالعلاقة الآتية:

$$ع = \sqrt{\frac{٢ \times (-١.٦) \times جـ}{ك}}$$

طريقة أولى:

البروتون طوال فترة انتقاله بين الصفيحتين يخضع لقوة كهربائية ثابتة بالاتجاه و المقدار و بالتالي سيكتسب تسارعًا ثابت المقدار و الاتجاه و نكتب:

$$ع^{٢} = ع_{.}^{٢} + ٢ت \Delta س$$

$$ع^{٢} = ٠ + ٢ \times \frac{(-١.٦) \times مـ}{ك} \Delta س$$

إعداد مؤنس الشعار ٠٧٩٣٤٤٥٤١

$$ع = \sqrt{ع^{٢}} = \sqrt{\frac{٢ \times ٩٫٨ \times جـ}{ك}}$$

طريقة ثانية:

النظام محافظ و بالتالي تغير الطاقة الحركية للبروتون يساوي الشغل المبذول من قبل القوة الكهربائية:

$$\Delta ط_{ح} = ٩٫٨ (جـ_{أ} - جـ_{ب})$$

$$ط_{حب} - ط_{حأ} = ٩٫٨ \times جـ$$

$$\frac{١}{٢} ك ع^{٢} - ٠ = ٩٫٨ \times جـ$$

$$ع^{٢} = \frac{٢ \times ٩٫٨ \times جـ}{ك}$$

$$ع = \sqrt{ع^{٢}} = \sqrt{\frac{٢ \times ٩٫٨ \times جـ}{ك}}$$

مراجعة (٢-٤) صفحة ٤٧:

١- يقاس المجال الكهربائي بوحدة نيوتن / كولوم

و تبين المعادلة مـ = $\frac{جـ}{ف}$ أن وحدة قياس المجال الكهربائي فولت / متر

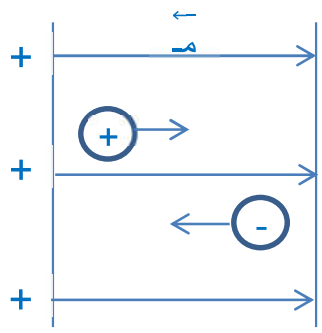
أثبت أن الوحدتين متكافئتين.

$$\frac{\text{نيوتن}}{\text{كولوم}} = \frac{\text{جول}}{\text{متر} \times \text{كولوم}} = \frac{\text{فولت} \times \text{كولوم}}{\text{متر} \times \text{كولوم}} = \frac{\text{فولت}}{\text{متر}}$$

أو:

$$\frac{\text{فولت}}{\text{متر}} = \frac{\text{جول}}{\text{متر} \times \text{كولوم}} = \frac{\text{نيوتن} \times \text{متر}}{\text{متر} \times \text{كولوم}} = \frac{\text{نيوتن}}{\text{كولوم}}$$

٢- تحرك إلكترون و بروتون من السكون داخل مجال كهربائي منتظم باتجاهين متعاكسين كما هو مبين في الشكل:



فقطع كل منهما الإزاحة نفسها

إذا علمت أن كتلة الإلكترون تعادل $\frac{١}{١٨٤٠}$ من كتلة البروتون تقريبًا

فقارن بين كل مما يأتي في نهاية الإزاحة

١- سرعة الإلكترون و سرعة البروتون

٢- الطاقة الحركية لكل منهما.

إعداد / أنس الشعار ٠٥٤١٠٣٩٨٧٦

أ- إن كلًا منهما يخضع للقوة الكهربائية نفسها لأن مقداري شحنتيهما متساويان و سيكون:

$$\text{ت}_e = \frac{\text{مـ} \times e\sqrt{\ }}{e^{\text{ك}}}$$

$$\text{ت}_P = \frac{\text{مـ} \times P\sqrt{\ }}{P^{\text{ك}}}$$

بما أن كتلة البروتون أكبر بكثير من كتلة الإلكترون فتسارع الأول أصغر بكثير من تسارع الثاني و بالتالي سرعة الثاني (الإلكترون) ستكون أكبر من سرعة الأول.

ب - Δ ط$_{\text{ح}_e}$ = $e\sqrt{\ }$ × جـ (الشحنة بقيمتها المطلقة)

- Δ ط$_{\text{ح}_P}$ = $P\sqrt{\ }$ × جـ

تغير الطاقة الحركية لكل منهما هو نفسه و كلاهما بدأ من السكون (أي طاقته حركية البدائية صفر)
فالطاقة الحركية النهائية لكليهما ستكون نفسها.

سطوح تساوي الجهد

هي سطوح جميع نقاطها لها الجهد نفسه أو نقول إن فرق الجهد بين أية نقطتين من نقاطها يساوي الصفر.

- لأجل الشحنة النقطية: سطوح تساوي الجهد هي كرات متحدة المركز (مركزها هو الشحنة النقطية) و المسافات بينها غير متساوية.

- لأجل الحيز بين صفيحتين : تلك السطوح هي سطوح متوازية و موازية للصفيحتين و مطابقة في شكلها لشكل الصفيحتين و المسافات بينها متساوية.

- لم لا يلزم بذل شغل لنقل أي شحنة بين أي نقطتين واقعتين على سطح تساوي جهد؟

الشغل يساوي مقدار الشحنة المنقولة مضروبًا بفرق الجهد بين النقطتين و بما أن ذلك الفرق معدوم فالشغل معدوم.

- لماذا تكون سطوح تساوي الجهد معامدة لمتجه المجال الكهربائي؟

قلنا أن الشغل معدوم عند نقل الشحنة على تلك السطوح:

ش = ق ف جتاθ

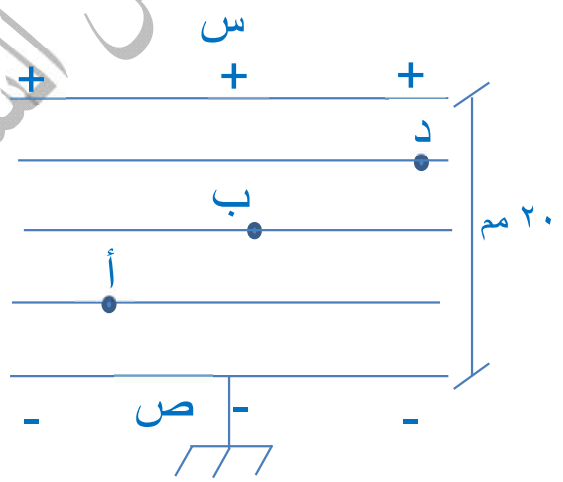
ش= ٠ إذًا جتاθ =٠ و منه $\theta = ٩٠^o$

إعداد م. أنس الشعار

أي $\overleftarrow{ق}$ يتعامد مع $\overleftarrow{ف}$ و بما أن $\overleftarrow{ق}$ و $\overleftarrow{مـ}$ بالاتجاه نفسه أو باتجاهين متعاكسين فإن $\overleftarrow{مـ}$ يتعامد مع $\overleftarrow{ف}$.

مثال (٢-٩) صفحة ٥٠:

صفيحتان موصلتان متوازيتان شحنت الصفيحة (س) بشحنة موجبة و شحنة الصفيحة (ص) بشحنة سالبة و يبين الشكل سطوح تساوي الجهد في الحيز بين الصفيحتين.



احسب:

١- المجال الكهربائي بين الصفيحتين مقدارًا و اتجاهًا .

٢- الجهد الكهربائي في النقاط (أ،ب،د)

١- $مـ = \frac{\Delta جـ}{\Delta ع}$ (لا يمكن الآن استخدامه)

$مـ = \frac{ق_ك}{\Delta ف}$ (المتأثرة) (لا يمكن الآن استخدامه)

$مـ = \frac{\Delta جـ}{\Delta ف}$

$مـ = \frac{١٢٠٠}{٢٠ \times ١٠^{-٣}}$

$مـ = ٦ \times ١٠^{٤}$ فولت / متر
(أو نيوتن / كولوم)

و اتجاهه من الصفيحة س إلى الصفيحة ص

$مـ = \frac{جـ_د - جـ_ص}{ف_{د \leftarrow ص}}$

$٦ \times ١٠^{٤} = \frac{جـ_د - ٠}{١٥ \times ١٠^{-٣}}$

$جـ_د = ٦ \times ١٠^{٤} \times ١٥ \times ١٠^{-٣}$

$جـ_د = ٩٠٠$ فولت

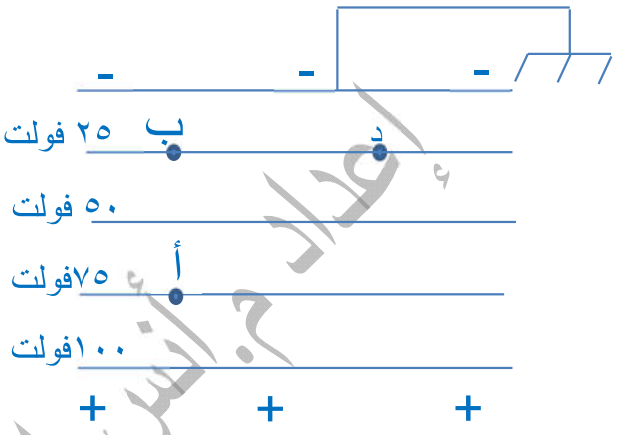
بالطريقة نفسها سنجد:

$جـ_ب = ٦٠٠$ فولت، $جـ_م = ٣٠٠$ فولت

إعداد/ فارس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

مثال (٢-٥) صفحة ٥١:

- يبين الشكل سطوح تساوي الجهد في الحيز بين صفيحتين موصلتين متوازيتين احسب:



أ- فرق الجهد جـ$_{أب}$

ب- شغل القوة الكهربائية المبذول عند نقل شحنة (٢) نانو كولوم من (ب) إلى (د).

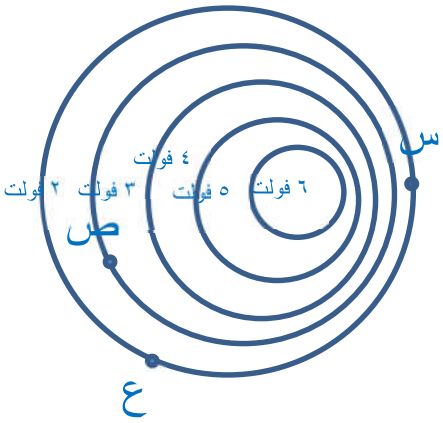
أ- جـ$_{أب}$ = جـ$_{م}$ - جـ$_{ب}$ = ٥٠ فولت

ب- ش = ـــ × جـ$_{دب}$

= ٢ × ١٠$^{-٩}$ × ٥٠

ش = ٠

٢- يبين الشكل بعض سطوح تساوي الجهد لتوزيع من الشحنات الكهربائية معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل أجب عما يأتي:



- هل الجهد عند النقطة (س) يساوي الجهد عند النقطة (ص) ؟ فسر إجابتك.

نعم لأنهما يقعان على سطح تساوي جهد واحد.

- قارن بين مقدار المجال الكهربائي عند النقطتين (س) و (ص) مفسرًا إجابتك.

بما أن كثافة الخطوط عند (س) أكبر فالمجال عندها أكبر.

- احسب شغل القوة الخارجية اللازمة لنقل بروتون من النقطة (ع) إلى النقطة (ص).

ش = ـــ × جـ$_{ع ص}$

ش = ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ × ١

ش = ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ جول

إعداد/ أنس الشعار ٠١٠٩٣٤٧٧٨٧

الجهد الكهربائي لموصل مشحون

- عندما تتوزع شحنات على جسم فإنها تتنافر

بحيث تكون أبعد ما يمكن عن بعضها

لذا تتوزع على السطح الخارجي للجسم.

- وجد أن الرأس المدبب تكون كثافة الشحنة السطحية عليه أكبر ما يمكن.
- جميع نقاط جسم ما موصل و مشحون لها الجهد نفسه أي الموصل كله عبارة عن سطح تساوي جهد.

و التفسير أن جميع الشحنات عليه متزنة و مستقرة أي القوة المحصلة المؤثرة على أية شحنة تساوي الصفر و بالتالي فرق الجهد بين أية نقطتين يساوي الصفر.

(فلو كان جهد نقطة يختلف عن أخرى لانجذبت الشحنة إلى إحداهما و لما استقرت مكانها).

- ما قيمة المجال الكهربائي داخل موصل مشحون؟ و لم؟

قيمته هي الصفر

فالشحنات تتوزع على سطحه الخارجي و ليس هناك شحنات داخله.

- لماذا جهد أية نقطة داخل موصل مشحون يساوي جهد أية نقطة على سطحه؟

عند نقل أية شحنة بين هاتين النقطتين لن يكون هناك شغل مبذول (حيث لا مجال داخل الموصل) و بالتالي فرق الجهد بينهما يساوي الصفر.

إعداد أنس الشعار ٠٩٦٣٢٥٤١٧٨٩

- فسر حدوث الشرارات الكهربائية (التفريغ الكهربائي) عند وجود جهد جهد كهربائي عالٍ أو بالقرب من الرؤوس المدببة.

الشحنات في هذه المناطق كثيفة

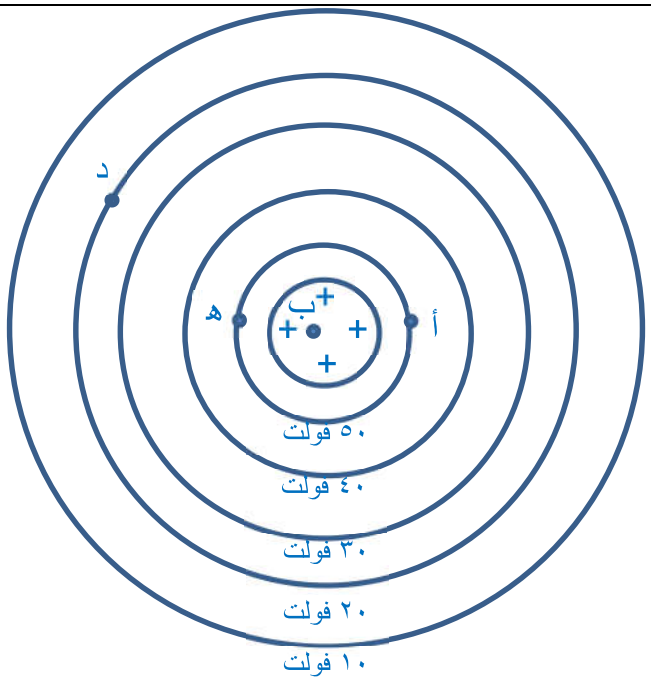
ينتج حولها مجال كهربائي قوي

يعمل على تأيين الهواء (تحويله إلى موصل)

تتحرك الشحنات عبره.

مراجعة (٢-٦) صفحة ٥٤:

معتمدًا على الشكل الذي يبين سطوح تساوي الجهد لموصل كروي مشحون أجب عما يأتي:



أ- رتب النقاط (أ، ب،هـ،د) تصاعديًا وفق قيم المجال الكهربائي عندها.

المجال داخل الموصل معدوم

أما خارجه فيقل كلما ابتعدت النقطة عن الشحنة

و بالتالي: ب ثم د ثم (أ و هـ)

ب- رتب النقاط (أ، ب،هـ،د) تصاعديًا وفق قيم الجهد الكهربائي عندها.

جهد النقطة (ب) داخل الموصل كجهد أية نقطة على سطح الموصل.

أما خارج الجسم فيقل الجهد بالابتعاد عن الجسم.

و بالتالي: د ثم (أ و هـ) ثم ب

إعداد فراس الشعار ٠٩٦٣٩٣٥٤٥٧٧

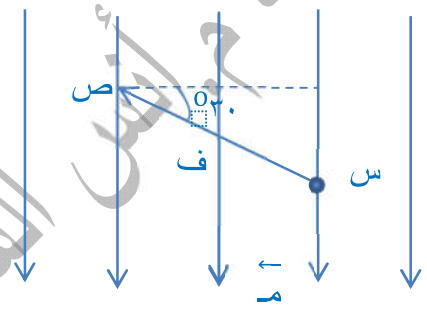
ج- هل تتغير طاقة الوضع الكهربائية لإلكترون عند انتقاله من النقطة (ب) داخل الموصل إلى سطح الموصل؟ فسر إجابتك. تغير طاقة الوضع يساوي مقدار الشحنة المنتقلة مضروبًا بفرق الجهد بين النقطتين و بما أن (ب) و أية نقطة من سطح الموصل متساويتان بالجهد فلا تتغير طاقة الوضع للإلكترون (و لا لأي شحنة أخرى). ٢- لماذا يجب الحذر من الرؤوس المدببة عند التعامل مع أجسام فلزية ذات جهد كهربائي عالٍ. الشحنات في هذه المناطق كثيفة ينتج حولها مجال كهربائي قوي يعمل على تأيين الهواء (تحويله إلى موصل)	تتحرك الشحنات عبره أي تنطلق شرارات كهربائية.

إعداد: أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

أسئلة الفصل الثاني

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

١-تقع النقطتان (س،ص) في مجال كهربائي منتظم مقداره (مـ) و البعد بينهما (ف) كما في الشكل و عليه فإن (جـ$_{س ص}$) :

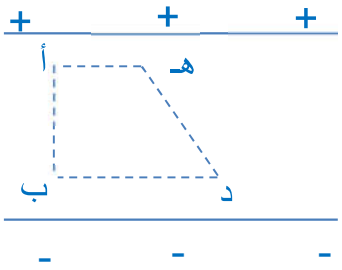


أ – مـ ف جتا١٨٠ ب- م ف جتا ١٢٠
ج- م ف جتا ٣٠ د- م ف جتا ٦٠

الجواب الصحيح هو (ب)

فالزاوية بين متجهين تتحدد عند خروجهما من النقطة نفسها.

٢- يبين الشكل صفيحتين موصلتين متوازيتين ، (أ، ب، د، هـ) أربع نقاط تقع في المجال الكهربائي بين الصفيحيتين. تزداد طاقة الوضع لشحنة نقطية موجبة عند انتقالها من:



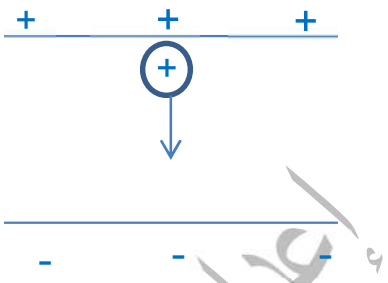
أ – من النقطة (د) إلى النقطة (هـ)
ب – من النقطة (د) إلى النقطة (ب)
ج- من النقطة (أ) إلى النقطة (ب)
د- من النقطة (أ) إلى النقطة (هـ)

الجواب الصحيح هو (أ)

حيث تزداد طاقة الوضع عندما يكون الشغل قسريًا أو ناتجًا عن قوة خارجية أجبرت الشحنة على التحرك.

إعداد مؤنس الشعار ٠٧٨٣٤٤١٥٤١

٣-عندما تتحرك شحنة موجبة حرة في مجال كهربائي منتظم فإن القوة الكهربائية تبذل عليها شغلًا :



أ - موجبًا ،فتزداد طاقة الوضع الكهربائية للنظام.

ب - سالبًا ،فتقل طاقة الوضع الكهربائية للنظام.

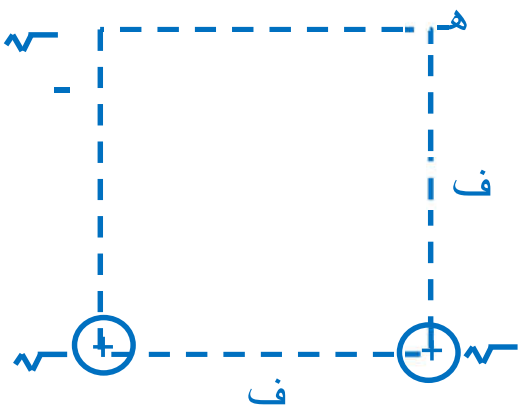
ج - موجبًا ،فتقل طاقة الوضع الكهربائية للنظام.

د - سالبًا ،فتزداد طاقة الوضع الكهربائية للنظام.

الجواب الصحيح هو (ج)

فشغل القوة الكهربائية (الطوعي) موجب و يسبب نقصان طاقة الوضع.

٤- عند وضع ثلاث شحنات نقطية متساوية في المقدار عند رؤوس مربع كما يبين الشكل:



أ- $\frac{٢ أ}{ف}$

ب- $\frac{٣أ}{ف}$

ج- $\frac{٢أ}{٢\sqrt{} ف}$

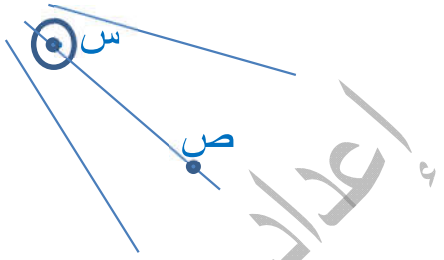
د- $\frac{أ}{٢\sqrt{} ف}$

الجواب الصحيح هو (د)

فالشحنة السالبة و الموجبة المقابلة لها قطريًا يلغيان جهد بعضهما و يبقى فقط تأثير الشحنة المقابلة قطريًا للنقطة (هـ).

إعداد: أنس الشعار ٠٧٨٩٢٤٢٥٤١

٢- يبين الشكل نقطتين (س،ص) في مجال كهربائي، وضعت شحنة سالبة عند النقطة (س) فتحركت بتأثير القوة الكهربائية نحو النقطة (ص) ، ادرس الشكل و أجب عما يأتي:



أ- حدد اتجاه المجال الكهربائي.

هو عكس اتجاه القوة المؤثرة

على الشحنة السالبة أي من

(ص) نحو (س)

ب- هل تزداد طاقة الوضع الكهربائية للشحنة أم تقل؟

عمل القوة الكهربائية ينقص طاقة الوضع

أي ستقل طاقة الوضع.

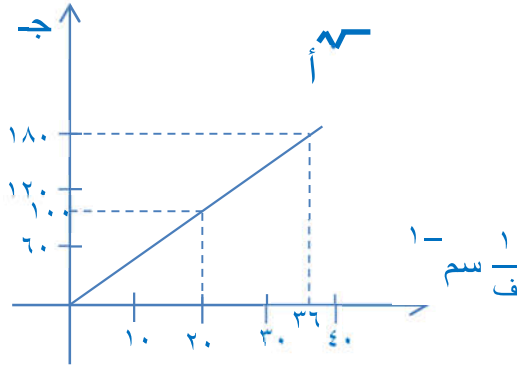
ج - هل $جـ_{س ص}$ موجب أم سالب؟

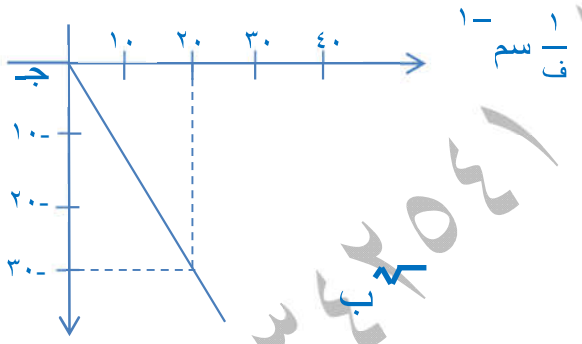
الشحنة السالبة تحركت نحو (ص) أي نحو

الجهد الأعلى و عليه $جـ_{س ص}$ سالب.

٣- يبين الشكل تمثيلًا بيانيًا للعلاقة بين الجهد الناشئ عن كل من شحنتين نقطيتين ($ش_أ$ و $ش_ب$) و مقلوب البعد عن كل منهما .

اعتمادًا على البيانات جد مقدار كل من الشحنتين و نوعها.





الشحنة أ:

النقطة (١٠٠,٢٠):

$$جـ = \frac{ش}{ف} أ$$

$$\frac{١٠٠}{١٨٠ \times ١٠^{٧}} = \frac{ش \times ٢٠ \times ١٠ \times ١٠^{٩} \times ٩}{٢٠ \times ١٠ \times ١٠^{٩} \times ٩}$$

إعداد و تأليف أشعار ٠٧٨٩٢٤٢٥٤١

$$ن = \frac{٥}{٩} \times ١٠^{-٧}$$ كولوم.

الشحنة ب:

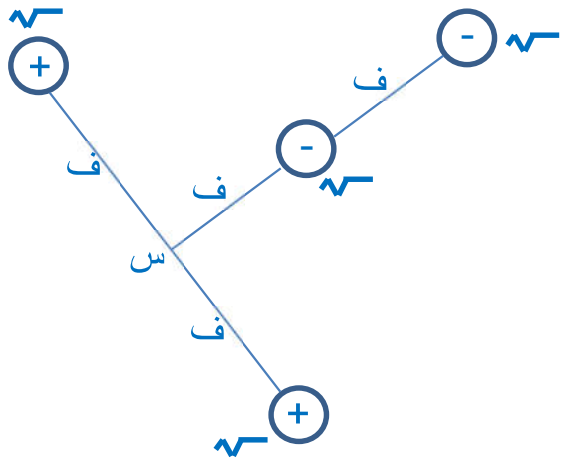
النقطة (٢٠،-٣٠)

$$جـ_{أ} = \frac{ن}{ف} = -٣٠$$

$$\frac{-٣٠}{١٨٠ \times ١٠^{٧}} = \frac{ن \times ١٠^{٩} \times ٩}{٢٠ \times ١٠^{-٢} \times ٩ \times ١٠^{٩}}$$

$$ن = \frac{-١}{٦} \times ١٠^{-٧}$$ كولوم.

٤-في الشكل احسب الجهد الكهربائي عند النقطة (س) علمًا أن (ن = ٥) ميكرو كولوم و (ف = ٤) سم.



$$جـ_{س} = أ(\frac{ن}{ف} + \frac{ن}{ف} + \frac{ن}{٢ ف})$$

$$جـ_{س} = أ \frac{ن}{٢ف}$$

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

$$= ١,١٢٥ \times ١٠^{٦}$$ فولت.

إعداد م/ أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٤٢٤١

٥-شحنتان نقطيتان متماثلتان في النوع موضوعتان في الهواء ، و المسافة بينهما (١٠) سم كما في الشكل

إذا كانت طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في النظام المكون منهما ٧٢×١٠$^{-٢}$جول فاحسب:

أ- مقدار كل من الشحنتين.

$$ط_{و} = أ \frac{ق_١ ق_٢}{ف}$$

$$٧٢\times١٠^{-٢} = \frac{ق^{٢}\times٢}{١٠\times١٠^{-٢}} \times ٩\times١٠^{٩}$$

$$\frac{٧٢\times١٠^{-٣}}{١٨\times١٠^{٩}} = \frac{ق^{٢}\times٢\times ٩\times١٠^{٩}}{١٨\times١٠^{٩}}$$

$$ق^{٢} = ٤\times١٠^{-١٢}$$

$$ق = ٢\times١٠^{-٦} \text{ كولوم}$$

$$ق_٢ = ٤\times١٠^{-٦} \text{ كولوم}$$

ب- الشغل الذي تبذله القوة الكهربائية لنقل الشحنة (ق) من موقعها إلى اللانهاية.

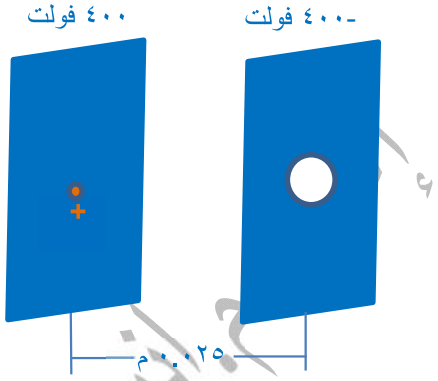
الشغل المبذول يساوي تغير طاقة الوضع بالقيمة المطلقة

و في اللانهاية طاقة الوضع للشحنة صفر

فالشغل هو نفسه طاقة الوضع للنظام أي ٧٢×١٠$^{-٢}$جول.

إعداد أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

٦-يبين الشكل بروتونًا أطلق من السكون في الحيز بين صفيحتين مشحونتين متوازيتين
معتمدً على البيانات المثبتة في الشكل احسب:



أ- المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحيتين.

ب- القوة الكهربائية المؤثرة في البروتون مقدارًا و اتجاهًا.

جـ- سرعة البروتون لحظة خروجه من الثقب في الصفيحة السالبة.

أ-

$$\text{مـ} = \frac{\text{جـ}}{\text{ف}}$$

$$\text{مـ} = \frac{٨٠٠}{٠,٠٢٥} = ٣٢\times١٠^{٣} \text{ فولت /م}$$

ب-

$$\text{مـ} = \frac{\text{ق}_\text{ك}}{P\sqrt{\ }}$$

$$\frac{\text{ق}_\text{ك}}{١٠\times١,٦^{-١٩}} = ٣٢\times١٠^{٣}$$

$$\text{ق}_\text{ك} = ٣٢\times١٠^{٣} \times ١٠\times١,٦^{-١٩}$$

$$\text{ق}_\text{ك} = ٥,١٢\times١٠^{-١٥} \text{ نيوتن}$$

و اتجاهها من الصفيحة الموجبة نحو السالبة

أو نحو + س.

جـ-

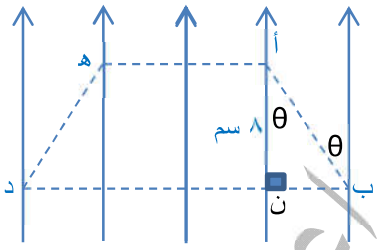
$$\text{ع} = \sqrt{\frac{٢\ \sqrt{\ }\ \text{جـ}}{\text{ك}}}$$

$$\text{ع} = \sqrt{\frac{٢\times١,٦\times١٠^{-١٩}\times ٨٠٠}{١,٦٧\times١٠^{-٢٧}}}$$

$$\text{ع} = ٣٩,١٥\times١٠^{٤} \text{ م/ ث}$$

أنس الشعار ٠٧٩٣٤٢٥٤١

٧- يبين الشكل أربع نقاط (أ،ب،د،هـ) تقع في مجال كهربائي منتظم مقداره ($١٠^{٣}$) فولت / م



احسب :

أ- فرق الجهد $جـ_{هـد}$

$جـ_{هـد} = جـ_{ن} = مـ ف_{أ←ن}$ جتا ١٨٠^{o}

$جـ_{ن} = ١٠^{٣} \times ٨ \times ١٠^{-٢} \times -١$

$جـ_{ن} = -٨٠$ فولت. (صحيح أنه سالب).

ب- شغل القوة الكهربائية عند نقل شحنة (١×١٠^{-٦}) كولوم من (ب) إلى (هـ) عبر المسار ب←أ←هـ

$جـ_{ب هـ} = جـ_{ب أ} + جـ_{أ هـ}$

$جـ_{ب هـ} = مـ ف_{ب←أ}$ جتا θ + $مـ ف_{أ←هـ}$ جتا ٩٠^{o}

جتا $٩٠^{o} = ٠$

$جـ_{ب هـ} = ١٠^{٣} \times ف_{ب←أ} \times \frac{٨ \times ١٠^{-٢}}{ف_{ب←أ}}$

$جـ_{ب هـ} = ٨٠$ فولت

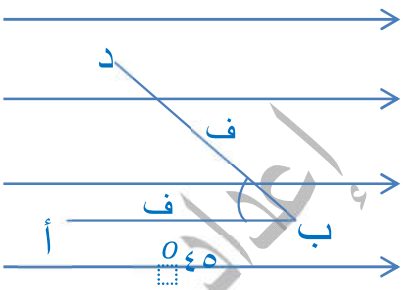
ش = $-$ × $جـ_{ب هـ}$

ش = $١ \times ١٠^{-٦} \times ٨٠$

ش = ٨×١٠^{-٥} جول

أعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

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



إذا كانت (ف =٥) سم فاحسب:

أ- $جـ_{أ ب}$

ب- $جـ_{ب د}$

جـ- ($جـ_{أ د}$) عبر المسار (أ←ب←د).

أ- $جـ_{أ ب} = مـ \times ف_{أ←ب} \times جتا ٠^{o}$

$جـ_{أ ب} = ٦٠٠ \times ٥ \times ١٠^{-٢} \times ١$

$جـ_{أ ب} = ٣٠$ فولت

(موجب: ✓)

ب- $جـ_{ب د} = مـ \times ف_{ب←د} \times جتا ١٣٥^{o}$

$جـ_{ب د} = ٦٠٠ \times ٥ \times ١٠^{-٢} \times \frac{-١}{٢٧}$

$جـ_{ب د} = \frac{-٣٠}{٢٧}$ فولت

جـ-

$جـ_{أ د} = جـ_{أ ب} + جـ_{ب د}$

$جـ_{ب د} = -٣٠ \frac{٣٠}{٢٧}$ فولت

إعداد مؤنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

تدريبات خارجية على بحث الجهد الكهربائي

١- ماذا نعني بقولنا إن مقدار المجال الكهربائي في نقطة ما يساوي : ٨٠٠ نيوتن / كولوم
و ما معنى قولنا إن جهد نقطة ما يساوي ٧ فولت و جهد أخرى -٧ فولت.

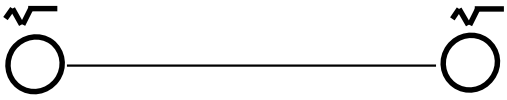
٨٠٠ نيوتن / كولوم: معنى ذلك أنه لو وضعت شحنة مقدارها ١ كولوم في تلك النقطة لخضعت لقوة مقدارها ٨٠٠ نيوتن.

٧ فولت : معنى ذلك أنه يلزم بذل شغل من قوة خارجية لجلب وحدة الشحنات الكهربائية الموجبة من اللا نهاية إلى النقطة المعتبرة مقداره ٧ جول.

-٧ فولت : معنى ذلك أنه يلزم بذل شغل من القوة الكهربائية لجلب وحدة الشحنات الكهربائية الموجبة من اللا نهاية إلى النقطة المعتبرة مقداره ٧ جول.

٢- هل كل نقطة انعدام للمجال الكهربائي هي نقطة انعدام للجهد الكهربائي؟

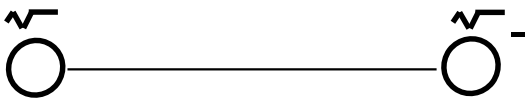
ليس بالضرورة و المثال الآتي يوضح ذلك:



نقطة المنتصف بين الشحنتين هي نقطة انعدام للمجال الكهربائي و لكن ليست نقطة انعدام للجهد الكهربائي.

٣- هل كل نقطة انعدام للجهد الكهربائي هي نقطة انعدام للمجال الكهربائي؟

ليس بالضرورة و المثال الآتي يوضح ذلك:



نقطة المنتصف بين الشحنتين هي نقطة انعدام للجهد الكهربائي و لكنها ليست نقطة انعدام للمجال الكهربائي.

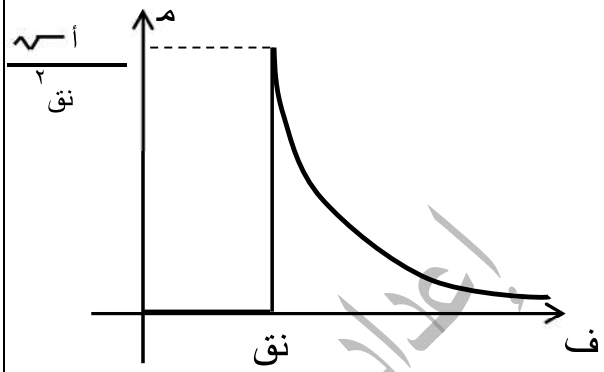
٤- ما هي العلاقة بين كثافة الشحنة السطحية على صفيحتين متوازيتين مشحونتين و الجهد الكهربائي بينهما؟

$$\text{مـ} = \frac{\text{جـ}}{\text{ف}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{.}}$$

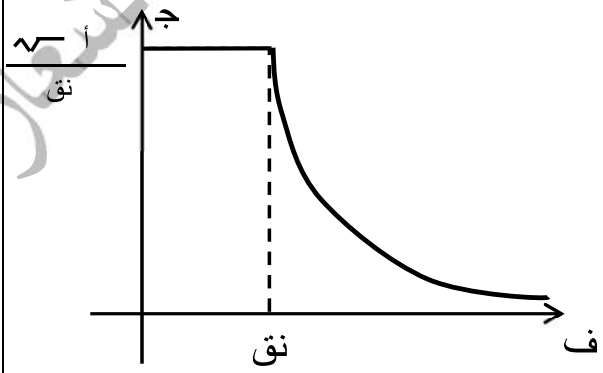
$$\text{جـ} = \frac{\text{ف}\,\sigma}{\varepsilon_{.}}$$

إعداد/ أيمن الشعار ٠١٠٨٣٠٢٠٧٨٩

٥- ارسم شكلًا يوضح العلاقة بين المجال الكهربائي و البعد عن مركز موصل كروي مشحون نصف قطره نق.



٦- ارسم شكلًا يوضح العلاقة بين الجهد الكهربائي و البعد عن مركز موصل كروي مشحون نصف قطره نق.



٧- إن كان جـ$_{أ}$ = -٣ فولت

جـ$_{ب}$ = ٧ فولت

فاحسب الشغل الناتج عن نقل شحنة مقدارها (٦) نانوكولوم من النقطة (أ) إلى النقطة (د) بسرعة ثابتة.

و هل هو ناتج عن قوة كهربائية أم قوة خارجية؟

جـ$_{أ د}$ = جـ$_{أ ب}$ + جـ$_{ب د}$

جـ$_{أ د}$ = — ٣ — ٧ = -١٠ فولت

الشغل = الشحنة المنقولة ×فرق الجهد

= ٦ × ١٠ $^{-٩}$ × ١٠

ش = ٦ × ١٠ $^{-٨}$ جول (شغل قوة كهربائية)

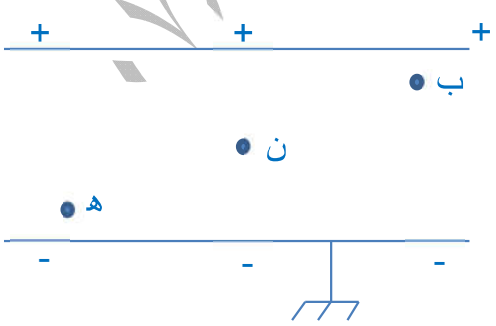
٨- (ب،هـ ،ن) ثلاث نقاط في مجال كهربائي منتظم بين صفيحتين موصلتين متوازيتين، بحيث:

جـ$_{ب}$ - جـ$_{هـ}$ = ٧ فولت

جـ$_{هـ ن}$ = -٢ فولت

جـ$_{هـ}$ = ١ فولت

فإذا كانت المسافة بين الصفيحتين ٩ سم و كانت هـ تبعد عن الصفيحة السالبة بمقدار ١ سم فالمطلوب:



أ- احسب المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين.

إعداد م/ أسامة الشال ٠١٠٩٣٠٧٨٩٧

ب- احسب القوة المؤثرة في شحنة (-٣) نانو كولوم توضع مرة في (ب) و أخرى في (ن) و ثالثة في (هـ) مقدارً و اتجاهًا.

ج-احسب الجهد بين الصفيحتين و حدد موقع النقطة ن.

أ- مـ = $\frac{جـ_{هـ}}{ف_{هـ}}$ حيث ف$_{هـ}$ بعد النقطة (هـ) عن الصفيحة السالبة.

مـ = $\frac{١}{١٠\times١^{-٢}}$ = ١٠٠ فولت / متر

ب – في النقاط الثلاث الحل نفسه:

مـ = $\frac{ق_{ك}}{ش}$

ق$_{ك}$ = مـ × ش

= ١٠٠ × ٣×١٠$^{-٩}$ = ٣×١٠$^{-٧}$ نيوتن و اتجاهها نحو الصفيحة الموجبة (عكس المجال) أو نقول نحو + ص

ج -

مـ = $\frac{جـ}{ف}$

$\frac{جـ}{١٠\times٩^{-٢}}$ = ١٠٠

جـ = ١٠٠×٩×١٠$^{-٢}$ = ٩ فولت

لتحديد موقع النقطة (ن): (الحل باختصار)

جـ$_{هـن}$ = -٢ فولت

جـ$_{هـ}$ = ١ فولت

إذاً جـ$_{ن}$ = ٣ فولت

مـ = $\frac{جـ_{ن}}{ف_{ن}}$ و منه ف$_{ن}$ = ٤ سم (بعدها عن الصفيحة السالبة).

إعداد: أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

- موصل كروي مشحون نصف قطره ١٠ سم ، كثافة الشحنة السطحية عليه $\frac{١٨}{\pi}$ ميكرو كولوم/م^{٢} فإذا علمت أن الموصل الكروي المشحون يكافئ شحنة نقطية موضوعة في مركزه فاحسب مقدار المجال الكهربائي و الجهد الكهربائي في نقطة تبعد ٨ سم عن مركزه و أخرى تبعد ١٥ سم عن سطحه.

بالنسبة للنقطة الأولى:
المجال عندها صفر لأنها في داخل الموصل.

شحنة الموصل = كثافة الشحنة السطحية × مساحة سطح الكرة

شحنة الموصل = $\frac{١٨}{\pi} \times ١٠^{-٦} \times \pi \times$ ٤نق^{٢}

شحنة الموصل = ١٨×١٠$^{-٦}$ × ٤ × (١٠×١٠$^{-٢}$)^{٢}

شحنة الموصل = ٧٢×١٠$^{-٨}$كولوم

جهد النقطة الأولى هو نفسه جهد نقطة على سطح الناقل الكروي أي ف = نق :

جـ = $\frac{٩\times١٠ \times ٧٢\times١٠^{-٨}}{١٠^{-٢}}$ =

٦٤٨×١٠^{٣} فولت

بالنسبة للنقطة الثانية بعدها عن المركز ٢٥ سم

و سيكون :

مـ = أ $\frac{\text{الشحنة}}{\text{مربع المسافة}}$

مـ = ١,٠٣٦٨×١٠^{٤} نيوتن/ كولوم

و سيكون:

جـ = أ $\frac{\text{الشحنة}}{\text{المسافة}}$

جـ = ٢,٥٩٢×١٠^{٣} فولت

إعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٩٢٤٢٥٤١

- موصلان كرويان المسافة بين مركزيهما ٢٠ سم ، الأول موصول بالأرض ونصف قطره ٥ سم و الثاني مشحون بشحنة سالبة ٩- نانو كولوم احسب شحنة الناقل الأول.

الناقل الأول موصول بالأرض إذًا جهده صفر:

$$جـ = جـ_{١} + جـ_{٢} = ٠$$

$$\frac{ك_{١}}{ف_{١}} + \frac{ك_{٢}}{ف_{٢}} = ٠$$

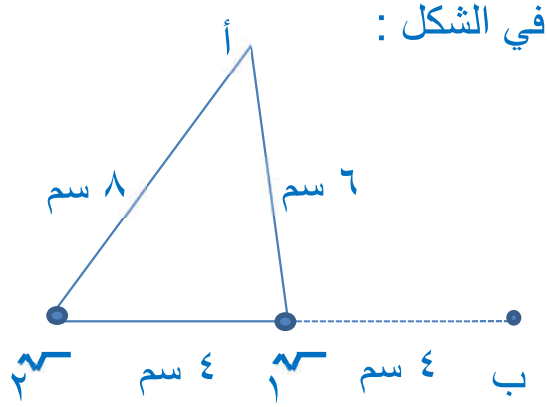
$$\frac{ك_{١}}{٥} + \frac{-٩}{٢٠} = ٠$$

الشحنات مقدرة بالنانو كولوم و المسافات بالسانتي متر.

و منه الشحنة الأولى = $\frac{٤٥}{٢٠}$ = ٢٢,٥ نانو كولوم

أي $٢٢,٥ \times ١٠^{-٩}$ كولوم

- في الشكل :



إن كان مـ ب = ٠ و جـ م = -١٥×١٠^{-٥}

فولت احسب مقدار كل من الشحنتين.

عند النقطة (ب):

$$مـ_{١} = مـ_{٢}$$

$$\frac{ك_{١}}{ف_{١}} = \frac{ك_{٢}}{ف_{٢}}$$

$$\frac{ك_{١}}{١٦} = \frac{ك_{٢}}{٦٤}$$

$$ك_{١} = ٤ ك_{٢}$$

$$جـ م = جـ_{١} + جـ_{٢}$$

إعداد مرانس الشعار ٠٩٣٤٢٥٤١

يجب الانتباه إلى أن الشحنتين واحدة موجبة و الأخرى سالبة حتى ينعدم المجال في (ب) و يجب ملاحظة أيضًا أن السالبة هي الثانية فهي أكبر من الأولى بالمقدار و جهد (أ) سالب و بعدا الشحنتين متقاربين:

$$-١٥\times١٠^{٥} = ٩\times١٠^{٩}\left(\frac{\sqrt{}_{١}}{٦\times١٠^{-٢}} - \frac{\sqrt{}_{٤}}{٨\times١٠^{-٢}}\right)$$

(الكسر الأول نضربه بـ ٤ بسطًا و مقامًا

و الكسر الثاني بـ ٣)

$$-١٥\times١٠^{٥} = ٩\times١٠^{١١}\left(\frac{\sqrt{}_{-٨}}{٢٤\times١٠^{-٢}}\right)$$

$$٩\times١٠^{١١}\times٨\times\sqrt{}_{١} = ١٥\times١٠^{٥}\times٢٤\times١٠^{-٢}$$

$$\sqrt{}_{١} = ٥\times١٠^{-٨}$$

$$\sqrt{}_{٢} = -٢٠\times١٠^{-٨}\text{كولوم}$$

إعداد: أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١

ملخص قوانين الجهد الكهربائي

- الجهد الكهربائي مقدار قياسي و ليس متجهي فالجهد الناشئ عن شحنة موجبة يكون موجبًا و عن السالبة سالبًا.

- عندما نضع شحنة في نقطة فإن جهد النقطة يساوي طاقة الوضع لتلك الشحنة مقسومًا على مقدار الشحنة .

- الطاقة و الشغل وجهان لعملة واحدة : عند بذل شغل من قوة كهربائية (طوعي) تنقص طاقة الوضع بمقدار ذلك الشغل

و عند بذل الشغل من قوة خارجية (قسري) تزداد طاقة الوضع بمقدار ذلك الشغل.

- $جـ_{أ ب} = جـ_{أ} - جـ_{ب}$ و ليس العكس.

- عند طلب حساب الشغل سواء المبذول من القوة الخارجية أو الكهربائية يحسب على أنه موجب و لكن إن كان السؤال هل هو موجب أم سالب :

شغل القوة الكهربائية موجب
و شغل القوة الخارجية سالب.

- فرق الجهد بين نقطتين يساوي عدديًا زيادة طاقة الوضع لوحدة الشحنة (واحد كولوم) عند نقلها بين تلك النقطتين (إلى النقطة ذات الجهد الأعلى)

- الجهد الناشئ عن شحنة نقطية و على مسافة (ف) منها:

$$جـ = أ \frac{ش}{ف}$$

و الجهد الناشئ في نقطة عن عدة شحنات نقطية محيطة بها:

$$جـ = جـ_{١} + جـ_{٢} + ...$$

حيث كل من هذه الجهود موجب أو سالب.

- النقطة الأقرب للشحنة الموجبة جهدها أعلى من النقطة الأبعد عنها،
و النقطة الأبعد عن الشحنة السالبة جهدها أعلى من النقطة القريبة منها.

- طاقة الوضع لنظام مكون من شحنتين:

$$ط_{و} = أ \frac{ش_{١} ش_{٢}}{ف}$$

كل من الشحنتين تعوض بإشارتها و بالتالي فالطاقة موجبة أو سالبة.

أعداد: أنس الشعار ٠٩٦٣٢٥٤١

- فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم:

جـ = مـ ف جتاθ

ف هي المسافة بين النقطتين

و θ هي الزاوية بين متجه المجال و متجه المسافة عندما يخرجان من النقطة نفسها.

- زيادة الخطوط عند نقطة (سواء خطوط المجال أو خطوط تساوي الجهد) يدل على كبر مقدار المجال عندها.

إعداد/ أنس الشعار ٠٧٨٩٣٤٢٥٤١