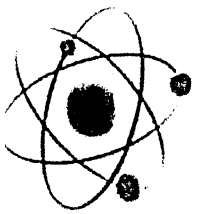
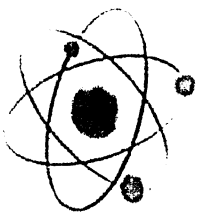
سلسلة الإمبراطور في الفيزياء





المجال الكهربائي

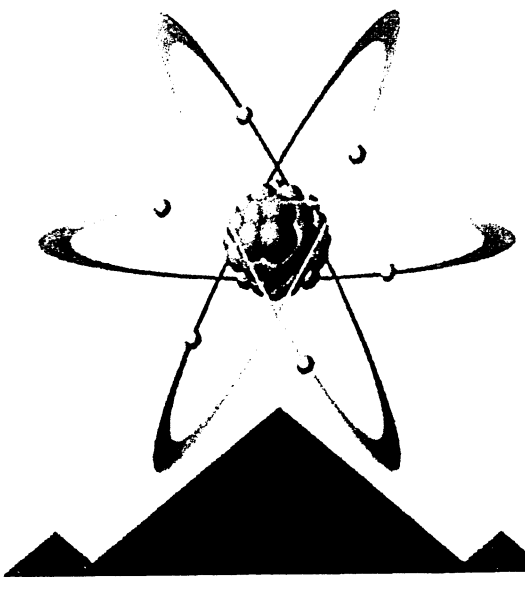
إعداد الأستاذ : أمجد الأحمد

مركز اولى القبلتين
ياجوز _ الجبل الشمالي
ت: 0788344860

مركز المعين الثقافي
طبربور
ت:0795777278

اكاديمية احمد الزير
ضاحية الياسمين
ت : 0787414147

اكاديمية النجم الساطع الثقافية
شارع المدينة المنورة
ت : 0780909020



⁂ الشحنة الكهربائية

- خاصية من خواص المواد تمكنها من التأثير على بعضها البعض
- تقاس بوحدة خاصة تسمى (كولوم)
- كمية قياسية غير متجهة
- الشحنة الكهربائية نوعين : - موجبة مثل البروتونات ، سالبة مثل الإلكترونات
- الشحنات المختلفة تتجاذب والمتشابهة تتنافر كهربائيا
- تتكون المادة من ذرات، ومن مكونات الذرة بروتونات موجبة الشحنة والإلكترونات سالبة الشحنة، وفي الذرة المتعادلة يكون عدد الإلكترونات مساويا عدد البروتونات، ويصبح الجسم مشحونًا عندما يفقد عددًا صحيحًا من الإلكترونات أو يكسبها
- **الجسم المتعادل:** جسم يكون فيه عدد الإلكترونات مساويا عدد البروتونات
- **الجسم المشحون:** جسم فقد عددًا صحيحًا من الإلكترونات أو اكسبها

مبدأ تكمية الشحنة

تعريفه : شحنة أي جسم يجب أن تكون من مضاعفات شحنة الإلكترون .

ش الجسم = ن ش$_{e}$

حيث:

ن = عدد الالكترونات المكتسبة أو المفقودة

ش $_{e}$ = شحنة الالكترونات = ١.٦ × ١٠ $^{-١٩}$ كولوم .

شحنة الإلكترون : سميت **الشحنة الأساسية** لأنها أصغر شحنة موجودة في الطبيعة

ملاحظه : تكون شحنة الجسم موجبة إذا فقد الجسم إلكترونات وسالبة إذا اكتسبت الكترونات .

مثال (١) : كم هو عدد الالكترونات التي يجب أن يفقدها جسم معدني حتى تصبح شحنته ١.٦ كولوم علما بأن شحنة الإلكترون ١.٦ × ١٠ $^{-١٩}$ كولوم ؟

سعه = ن سعه ج
١,٦ = ن × ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$
ن = ١ × ١٠ ^{١٩} الكترون

لاحظ أنه عدد الالكترونات عدد صحيح
وعدد الالكترونات هائل ولذلك يعتبر الواحد كولوم شحنه كبيره

الكولوم : وحدة كبيرة نسبيا لأنه للوصول اليها يجب ان يفقد الجسم او يكسب عدد هائل من الالكترونات

مثال (٢): أي الشحنات التالية مقبول وجودها في الطبيعة ؟

١) ١.٦ × ١٠ $^{-١٣}$ كولوم
٢) ١.٦ × ١٠ $^{-٢٠}$ كولوم
٣) ٠.٨ × ١٠ $^{-١٣}$ كولوم
٤) ٠.٨ × ١٠ $^{-٢٠}$ كولوم

١) سعه = ن سعه ج
١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$ = ن × ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$
ن = ١ × ١٠ ^{٦} الكترونة (مقبول)

٢) سعه = ن سعه ج
١,٦ × ١٠ $^{-٢٠}$ = ن × ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$
ن = ١٠ الكترونة (غير مقبول)

مثال (٣) واجب : هل يمكن لجسم مشحون أن يحمل شحنة(3×10^{-19}) كولوم؟ فسر إجابتك.

مثال(٤) واجب : يعد الكولوم وحدة قياس كبيرة نسبيًا من الناحية العملية. وضح ذلك عن طريق حساب عدد الإلكترونات التي يفقدها جسم أو يكسبها لتصبح شحنته(1) كولوم.

التحويلات :

بيكو = $١٠^{-١٢}$ نانو = $١٠^{-٩}$ ميكرو = $١٠^{-٦}$

ملي = $١٠^{-٣}$ سانتي = $١٠^{-٢}$ كيلو = $١٠^{٣}$

انجستروم (A°) = $١٠^{-١٠}$ م

إلكترون فولت = ١.٦ x $١٠^{-١٩}$ جول

(و . ك . ذ) = ٩٣١.٥ مليون إلكترون فولت

حول ما يلي :

ملي متر = $١٠^{-٣}$ متر

(ملي متر)^{٢} =($١٠^{-٣}$)^{٢} متر^{٢} = $١٠^{-٦}$ متر^{٢}

(ملي متر)^{٣} = ($١٠^{-٣}$)^{٣} متر^{٣} = $١٠^{-٩}$ متر^{٣}

تنشأ بين الأجسام المشحونة قوى كهربائية تكون تنافرًا أو تجاذبًا، وقد تمكن العالم كولوم من تحديد العوامل التي يعتمد عليها مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين عن طريق قانون يسمى

قانون كولوم

نصه: مقدار القوة الكهربائية (ق$_{ر}$) يتناسب طرديًا مع مقدار كل من الشحنتين النقطيتين (س$_{١}$ ، س$_{٢}$) وعكسيًا مع مربع المسافة بينهما، وتعتمد القوة الكهربائية أيضًا على طبيعة الوسط الذي توجد فيه الشحنات.

$$ق_{ر} = \frac{أ \, س_{١} \, س_{٢}}{ف^{٢}}$$

حيث :

ف :المسافة بين الشحنتين النقطيتين

أ: ثابت كولوم، ويعتمد فقط على طبيعة الوسط الذي توجد فيه الشحنات

أ=(ثابت كولوم) = $\frac{1}{\varepsilon \, \pi \, 4}$ حيث ε : السماحية الكهربائية للوسط المحيط بالشحنات.

إذا كان الوسط المحيط بالشحنات هو الهواء أو الفراغ :

$\varepsilon = \varepsilon_{.}$ = السماحية الكهربائية للهواء = ٨.٨٥ × $١٠^{-١٢}$ كولوم^{٢}/نيوتن.م^{٢}

يصبح ثابت كولوم $\frac{1}{\varepsilon_{.} \, \pi \, 4}$ = $\frac{1}{10^{-12} \times 8.85 \times \pi \, 4}$ = (٩ × $١٠^{٩}$) نيوتن.م^{٢} / كولوم^{٢}

وتقتصر دراستنا على الشحنات الكهربائية التي توضع في الهواء

المقصود بالقوة المتبادلة بين الشحنتين: أي ان القوة الكهربائية التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الثانية تساوي القوة الكهربائية التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الاولى و لكن تعاكسها بالإتجاه

ملاحظات:

١) ينطبق قانون كولوم على الشحنات النقطية المتمركزة في نقطة أو تكون محمولة على أجسام صغيرة جدا في الحجم بحيث يمكن اعتبارها وكأنها متمركزة في نقطة

٢) الشحنة نقطية: هي الاجسام المشحونة التي تكون ابعادها صغيرة جدًا بالنسبة إلى المسافات بينها.

٣) في قانون كولوم لا يتم تعويض الإشارة السالبة للشحنات لأن القوة كمية متجهة والإشارة السالبة تدل على الاتجاه فقط

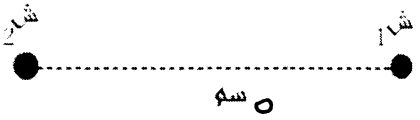
٤) **تعمد القوه الكهربائية على :**
أ) مقدار حاصل ضرب الشحنتين طردي ب) مربع المسافة بين الشحنتين عكسي ج) السماحية الكهربائية للوسط الفاصل بين الشحنتين عكسي

٥) ويمكن التوصل لوحدة قياس ثابت كولوم من قانون كولوم على النحو الآتي:

$$\text{ق} = \frac{\text{أ} \times \text{أ}}{\text{ف}^2} \Leftarrow [1] = \frac{[\text{ق}][\text{ف}^2]}{[\text{أ}][\text{أ}]} = \frac{\text{نيوتن.م}^2}{\text{كولوم}^2}$$

حيث يعني وضع رمز الكمية الفيزيائية بين قوسين مربعين، الوحدة التي تقاس بها تلك الكمية في النظام العالمي للوحدات.

مثال (٥) : شحنتان نقطيتان الأولى ٥ ميكروكولوم والثانية ١٥ ميكروكولوم وضعتا في الهواء على بعد ٥ سم من بعضهما أوجد:



١) اتجاه القوة الكهربائية التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الثانية

٢) القوة الكهربائية التي توثر بها الشحنة الثانية على الأولى (إتجاه)

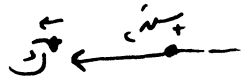
٣) القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين

٤) ماذا يحدث للقوة الكهربائية عند زياده احدى الشحنتين الى الضعف

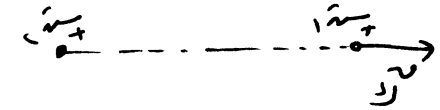
٥) ماذا يحدث للقوة الكهربائية عند زياده المسافة بين الشحنتين الى الضعف

٦) ماذا يحدث لاتجاه القوة الكهربائية عند تغيير اشاره احدى الشحنتين

الحل: ١) (سـ)



٢) (سـ)



٣) $\text{ق}_1 = \frac{\text{م}_1 \times \text{م}_2}{\text{ف}^2} = \frac{٩ \times ١٠^{-٩} \times ١٥ \times ١٠^{-٦}}{(٥ \times ١٠^{-٢})^2}$

$= ٥٤٠$ نيوتن (تنافر)

٤) تزداد إلى الضعف

$\text{ق}_2 = \frac{\text{م}_1 \times \text{م}_2}{\text{ف}^2} = ٢\left(\frac{\text{م}_1 \times \text{م}_2}{\text{ف}^2}\right) = ٢\text{ق}_1$

٥) تقل الى الربع

$\text{ق}_2 = \frac{\text{م}_1 \times \text{م}_2}{(٢\text{ف})^2} = \frac{١}{٤}\left(\frac{\text{م}_1 \times \text{م}_2}{\text{ف}^2}\right)$

$\text{ق}_2 = \frac{١}{٤}\text{ق}_1$

٦) يعكس اتجاه القوتين

- لاحظ ان القوة الكهربائية ذات تأثير عن بعد، وقد تمكن العالم فارادي من تفسير تأثيرها بافتراض مفهوم المجال الكهربائي

(المجال الكهربائي)

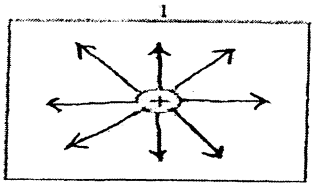
المجال الكهربائي خاصية للحيز المحيط بالشحنة الكهربائية (ـــ م) يظهر تأثيره على شكل قوة كهربائية تؤثر في شحنة أخرى(ـــ ك) توضع في هذا الحيز

-تصنف القوة الكهربائية بأنها قوة مجال مثل قوة الجاذبية الأرضية والقوة المغناطيسية

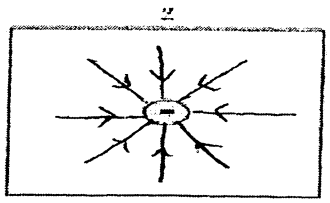
❖ **خط المجال الكهربائي** تعريفه: **المسار الذي تسلكه شحنة الاختبار الموجبة حرة الحركة عند وضعها في المجال الكهربائي**

- المجال الكهربائي كمية متجهة لتحديد اتجاه المجال الكهربائي عند نقطه نفرض وجود شحنة اختبار **موجبة** موضوعه عند النقطة ويكون اتجاه المجال باتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في شحنه الاختبار الموجبة

مثلا :-



خطوط المجال لشحنة موجبة



خطوط المجال لشحنة سالبة

وتستخدم في الكشف عن المجال الكهربائي شحنة نقطية صغيرة موجبة تسمى شحنة الاختبار، فإذا وضعت شحنة اختبار عند نقطة ضمن مجال كهربائي فإنها تتأثر بقوة ويكون مقدار المجال الكهربائي عند النقطة مساويا مقدار القوة الكهربائية مقسوما على مقدار شحنة الاختبار

فوائد شحنه الاختبار الموجبة :

١) تحديد اتجاه المجال الكهربائي

٢) الكشف عن المجال الكهربائي

❖ **تعريف المجال الكهربائي عند نقطة (م) : القوة الكهربائية المؤثرة في وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة عند تلك النقطة**

$$\text{م} = \frac{\text{ق}_{\text{ك}}}{\text{ـــ ك}}$$

وحدته (نيوتن / كولوم)

حيث

م = المجال الكهربائي عند نقطه

ـــ ك = شحنه الاختبار الموضوعة عند النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها (وليست المولدة للمجال أي ليست الشحنة هي مصدر المجال)

ق ك = القوة الكهربائية المؤثرة في شحنه الاختبار الموضوعة عند النقطة

- المجال الكهربائي **كمية متجهة** ولذلك **نعوض** الإشارة **السالبة** للشحنة ويجب تحديد اتجاهه

- بما أن المجال الكهربائي هو المنطقة المحيطة بالشحنة وبالتالي فإن **الشحنة النقطيه لا تؤثر داخلها بمجال كهربائي**

- **القانون السابق يستخدم لحساب القوه عند نقطه معلوم مجالها أو المجال عند نقطه معلوم القوة عندها** (ق = م ـــ ك)

- وضح المقصود بأن المجال الكهربائي عند نقطة يساوي ٥ نيوتن / كولوم؟

أي أنه إذا وضعت شحنة موجبة مقدارها ١ كولوم عند تلك النقطة فسوف تتأثر بقوة مقدارها ٥ نيوتن

❖ بما ان خط المجال هو **المسار الذي تسلكه شحنة الاختبار الموجبة حرة الحركة عند وضعها في المجال الكهربائي** و بالتالي:

١) إذا وضعت شحنة موجبة داخل المجال الكهربائي تتأثر بقوة كهربائية اتجاهها **باتجاه** المجال الكهربائي (إذا وضعت شحنة موجبة داخل المجال الكهربائي فإنها تتحرك باتجاه المجال الكهربائي)

) إذا وضعت شحنة سالبة داخل المجال الكهربائي تتأثر بقوة كهربائية **عكس اتجاه** المجال الكهربائي (إذا وضعت شحنة سالبة داخل المجال الكهربائي فإنها تتحرك عكس المجال الكهربائي)

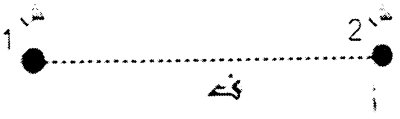
ملاحظات مهمه :

١) المجال الكهربائي عند نقطة لا يعتمد على مقدار شحنة الاختبار ويتخذ قيمة ثابته عند النقطة (علل):

لأنه اذا تغير مقدار شحنة الاختبار سوف يتغير مقدار القوة بحيث تبقى النسبة ثابته اي يبقى المجال ثابت

٢) اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة لا يعتمد على اشارة الشحنة الموضوعة عند النقطة ويبقى اتجاهه ثابتا عند نفس النقطة (علل) :
لان اتجاه المجال بنفس اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في شحنه الاختبار الموجبة دائما فاذا اصبحت اشارة الشحنة الموضوعة عند النقطة سالبه فان اتجاه القوه الكهربائية المؤثرة في الشحنة الموضوعة عند النقطة يصبح عكس المجال دون ان يتغير اتجاه المجال

مثال (٦) : اذا علمت ان المجال الكهربائي عند أ يساوي ٢ x ١٠ ^{٥} نيوتن / كولوم باتجاه السينات الموجب اجب عما يلي:



١) اي الشحنات هي التي ولدت المجال عند النقطة أ
٢) ما اشاره الشحنة ش١
٣) اذا علمت ان (ش٢ = ٢ x ١٠ $^{-٥}$ كولوم) احسب القوة الكهربائية المؤثرة فيها
٤) اذا استبدلت ش٢ بشحنه اخرى قيمتها (- ٤ x ١٠ $^{-٦}$ كولوم) ماذا يحدث للقوة الكهربائية و المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة الموضوعة عند أ مقدارا و اتجاها

١) ش١

٢) باتجاه المجال باتجاه (+س)
يجب أن تكون الشحنة شحنة موجبة

٣) ق = هـ ش٢

ق = ٢ × ١٠ $^{-٥}$ × ٢ × ١٠ ^{٩} = ٤ نيوتن (+س)

٤) القوة تتغير وتصبح ٨ × ١٠ نيوتن (-س)
لكن المجال الكهربائي عند (P) يبقى ثابت .

مثال (٧) : وضعت شحنة اختبار موجبة عند نقطة في مجال كهربائي فتأثرت بقوة باتجاه المحور الصادي السالب:

أ) ما اتجاه المجال عند تلك النقطة؟
ب) اذا وضع إلكترون بدلاً من شحنة الاختبار، فهل يتغير مقدار المجال الكهربائي أو اتجاهه عند تلك النقطة؟ فسر إجابتك

P) اتجاهه (+ص)

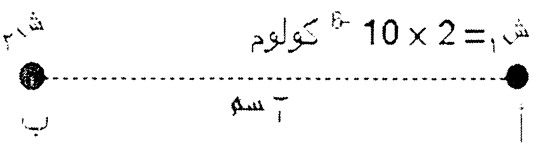
ب) لا تتغير مقدار المجال الكهربائي ولا اتجاهه (والتفسير في الملاحظات المهمة) .

مثال (٨) واجب: الشكل شحنة نقطية عند النقطة أ تولد حولها مجالاً كهربائيًا. عندما وضعت شحنة سالبه عند النقطة ب تأثرت بقوة كهربائية باتجاه المحور السيني الموجب. يكون اتجاه المجال الكهربائي عند النقطة ب ونوع الشحنة الكهربائية على الترتيب:

ا)+س ،سالبة ب)+س ،موجبة

ج)-س ،سالبة د)-س ،موجبة

مثال (٩) واجب : - في الشكل المرسوم إذا علمت أن القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة (ش١) تساوي (١٨٠ نيوتن غربا) احسب :



١) المجال الكهربائي عند (أ)

٢) اذا استبدلت ش١ بشحنه اخرى قيمتها (٤ × ١٠ ^-٦ كولوم) ماذا يحدث للقوة الكهربائية و المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة الموضوعة عند أ مقدارا و اتجاها

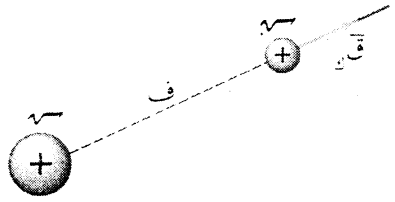
الجواب :- ١) ٩٠ × ١٠^٦ نيوتن/كولوم (شرق)

٢) المجال يبقى ثابت مقدار و اتجاها و القوه تصبح = ٢٦٠ نيوتن (شرق)

تستخدم العلاقة $م = \frac{ق_ك}{ش}$ لحساب المجال الكهربائي عند نقطة بغض النظر عن مصدر المجال الكهربائي فيمكن ان يكون مصدر المجال اشكال عده من الشحنات وستقتصر دراستنا على نوعين من اشكال الشحنات المولدة للمجال الكهربائي وهي الشحنات النقطية و صفيحتين متوازيتين مشحونتين

(المجال الكهربائي الناشئ عن شحنات نقطية)

يبين الشكل نقطة تقع في المجال الكهربائي لشحنة نقطية ش على بعد ف منها، فإذا وضعت شحنة نقطية ش٠ عند تلك النقطة فإن المجال الكهربائي يؤثر فيها بقوة كهربائية ق_ك وبما أن الشحنة الكهربائية المولدة للمجال الكهربائي نقطية، وكذلك الشحنة الكهربائية المتأثرة فإنه طبقًا لقانون كولوم



$ق_ك = \frac{أ \times ش \times ش_0}{ف^2}$ وبتعويض (ق_ك) في العلاقة $م = \frac{ق_ك}{ش_0}$

$م = \frac{أ \times ش \times ش_0}{ف^2 \times ش_0}$ وباختصار (ش٠) فإن:

$$م = \frac{أ \times ش}{ف^2}$$

يستخدم لإيجاد المجال الكهربائي الناتج **عن شحنة نقطية** وذلك عند نقطة تبعد عن الشحنة مسافة (ف)

حيث م = المجال الكهربائي ، ش = مقدار الشحنة المولدة (مصدر المجال) ، أ: ثابت كولوم

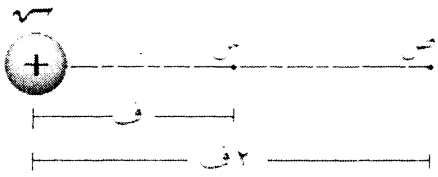
ف= المسافة بين الشحنة المولدة والنقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها

العوامل التي يعتمد عليها المجال الكهربائي عند نقطة تقع في مجال تلك الشحنة النقطية :

١) مقدار الشحنة المولدة طردي ٢) مربع المسافة بين الشحنة المولدة والنقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها عكسي ٣) ثابت كولوم

لاحظ ان المجال الكهربائي لا يعتمد على مقدار الشحنة ش٠ الموضوعة عند النقطة المراد حساب المجال عندها

مثال (١٠) : في الشكل المرسوم شحنه نقطيه (ش= ٨ X ١٠ $^{-٦}$ كولوم) النقطة (س)



تبعد عن الشحنة مسافه (ف= ٢ سم) اوجد :

١) المجال الكهربائي عند النقطة (س)

٢) المجال الكهربائي عند النقطة (ص)

٣) اذا وضعت شحنة مقدارها (-٢ X ١٠ $^{-٦}$ كولوم) عند النقطة (س) احسب القوة الكهربائية المؤثرة فيها مقدارا و اتجاها

٤) اذا وضعت شحنة مقدارها (-٢ X ١٠ $^{-٦}$ كولوم) عند النقطة (ص) هل تبقى القوة كما في الفرع السابق فسر اجابتك

١) $م_س = \frac{ث_{مولده}}{ف^2} = \frac{٩ \times ١٠ \times ٨ \times ١٠^{-٦}}{(٢ \times ١٠^{-٢})^2}$

$= ١٨ \times ١٠^{٧}$ نيوتن/كولوم (س+)

٢) $م_ص = \frac{ث_{مولده}}{ف^2} = \frac{٩ \times ١٠ \times ٨ \times ١٠^{-٦}}{(٤ \times ١٠^{-٢})^2}$

$= ٤٥ \times ١٠^{٦}$ نيوتن/كولوم (س+)

٣) $ق_س = م_س \cdot ث_{س} = ١٨ \times ١٠^{٧} \times ٢ \times ١٠^{-٦}$

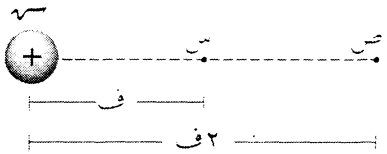
$= ٣٦٠$ نيوتن (س) (عكس المجال)

٤) $ق_ص = م_ص \cdot ث_{ص} = ٤٥ \times ١٠^{٦} \times ٢ \times ١٠^{-٦}$

$= ٩٠$ نيوتن (س) (عكس المجال)

تغيرت القوه لأنه $م_س > م_ص$.

مثال (١١) :نقطتان (س ،ص) تقعان في المجال الكهربائي لشحنة نقطية موجبة،



كما يبين الشكل وضعت شحنة مقدارها

(1×10^{-6}) كولوم عند النقطة (س) فتأثرت بقوة كهربائية مقدارها

(8×10^{-3}) نيوتن. جد:

١) المجال الكهربائي عند النقطة (س) مقدارًا واتجاهًا.

٢) القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة نقطية مقدارها(-1×10^{-6}) كولوم توضع عند النقطة(ص)، مقدارًا واتجاهًا .

١) $م_س = \frac{ق_س}{ث_س} = \frac{٨ \times ١٠^{-٣}}{١ \times ١٠^{-٦}} = ٨ \times ١٠^{٣}$ نيوتن/كولوم (س+)

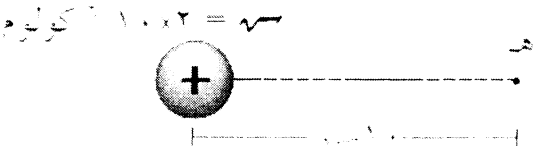
٢) $م_س = \frac{ث_{مولده}}{ف^2}$ ← $م_ص = \frac{ث_{مولده}}{(٢ف)^2}$ (بالقسمة)

$\therefore م_ص = \frac{١}{٤} \times م_س = \frac{١}{٤} \times ٨ \times ١٠^{٣} = ٢ \times ١٠^{٣}$ ن/ك (س+)

$ق_ص = م_ص \cdot ث_{ص} = ٢ \times ١٠^{٣} \times ١ \times ١٠^{-٦}$

$= ٢ \times ١٠^{-٣}$ نيوتن (س) (عكس المجال)

مثال (١٢) واجب : يبين الشكل شحنة نقطية(2×10^{-6}) كولوم موضوعة في الهواء . إذا كانت (هـ) نقطة تقع في مجال الشحنة الكهربائية وعلى بعد ١٠ سم منها فجد عند النقطة(هـ) :



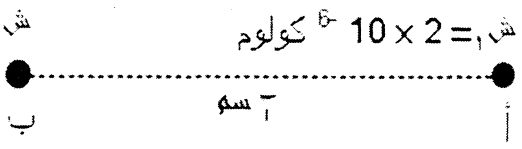
١ المجال الكهربائي مقدارًا واتجاهًا .

٢ القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة (-2×10^{-9}) كولوم توضع عند هذه النقطة، مقدارًا واتجاهًا.

١) $م = \frac{ش}{ف^2} = \frac{٢\times١٠^{-٦}\times٩\times١٠^{٩}}{(١٠\times١٠^{-٢})^2} = ١٨\times١٠^{٥}$ نيوتن/كولوم (ـس)

٢) $ق = م \cdot ش = ١٨\times١٠^{٥}\times٢\times١٠^{-٩} = ٣٦\times١٠^{-٤}$ نيوتن (ـس) (عكس المجال)

مثال (١٣) واجب : - في الشكل المرسوم إذا علمت أن القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة (ش٠) تساوي (١٨٠ نيوتن غربا) احسب :



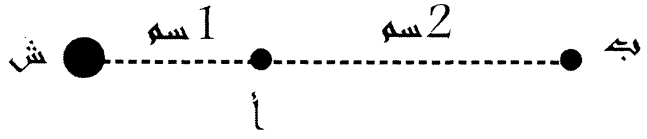
١) المجال الكهربائي عند (أ)

٢) الشحنة (ش٠) و نوعها

٣) المجال الكهربائي عند (ب)

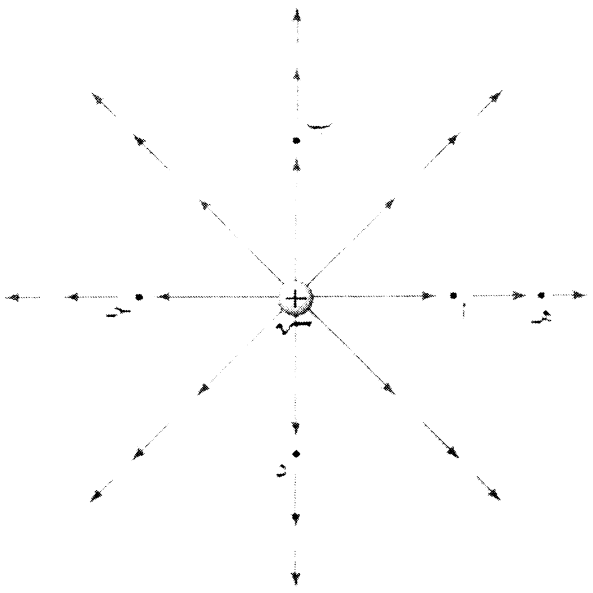
الجواب :- ١) ٩٠×١٠^{٦} نيوتن/كولوم (ـس) ٢) $ش_{٠} = -٤\times١٠^{-٦}$ كولوم ٣) ٤٥×١٠^{٦} ن/ك (ـس)

مثال (١٣) واجب : في الشكل إذا كان($م_{هـ}$) الكهربائي عند النقطة أ يساوي ٣٠ نيوتن \ كولوم نحو الغرب اوجد المجال الكهربائي عند ب مقدارا و اتجاها ؟



الجواب :- $\frac{١٠}{٣}$ نيوتن/كولوم (ـس)

ملاحظه مهمه :



يعد المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية

مجالاً غير منتظم؛ أي أنه غير ثابت في المقدار والاتجاه.

ففي الشكل يكون مقدار المجال الكهربائي عند النقاط

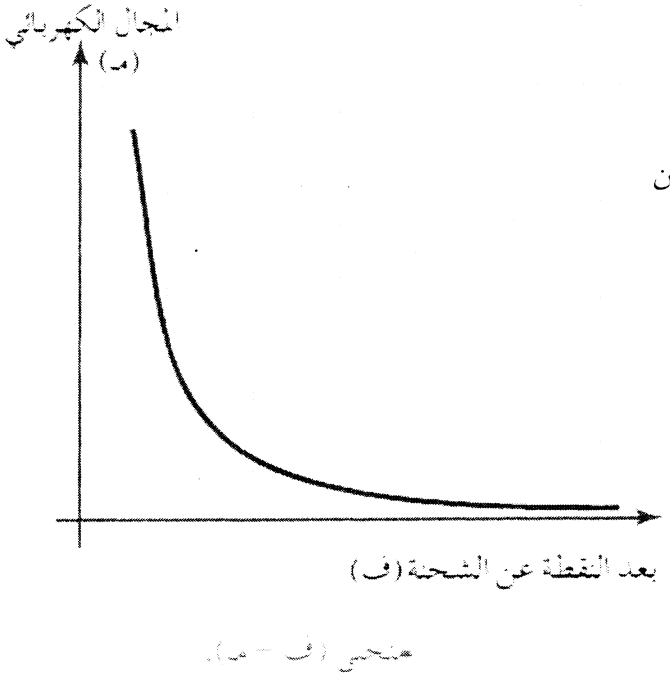
(أ، ب، جـ، د) متساويا؛ لأن لهذه النقاط البعد نفسه عن الشحنة

النقطية إلا أن اتجاه المجال الكهربائي عند كل منها مختلف، وكذلك فإن مقدار المجال الكهربائي عند النقطة

(هـ) أقل من مقداره عند النقطة(أ) بالرغم من أن للمجال الكهربائي الاتجاه نفسه عند هاتين النقطتين

» **تعريف المجال الكهربائي الغير منتظم** : هو مجال كهربائي غير ثابت في المقدار والاتجاه

التمثيل البياني للعلاقة بين المجال الكهربائي عند نقطة، وبعد هذه النقطة عن الشحنة.



منحنى (ف ـ م)

-لاحظ انه كلما ابتعدنا عن الشحنة المولدة للمجال

(مصدر المجال الكهربائي) يقل المجال الكهربائي

ـ ينطبق على الرسم البياني قانون المجال الكهربائي الناتج عن

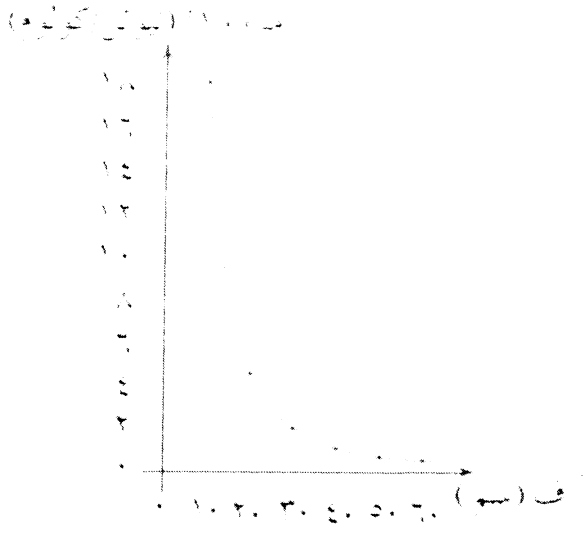
شحنة نقطية $\vec{م} = \frac{\text{آ}}{\text{ف}^2}$

- المتغيرات في القانون هي المسافة عن الشحنة و المجال

الكهربائي عند النقطة و لكن الشحنة المولدة

للمجال الكهربائي ثابتة

مثال (١٤): معتمدًا على الشكل جد مقدار كل مما يأتي:



١) المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن الشحنة ٣٠ سم .

٢) القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة(1×10^{-9})كولوم توضع عند نقطة تبعد(٢٠) سم عن الشحنة .

3) الشحنة المولدة للمجال

١) من الرسم ف = ٣٠ سم ← م = ٢×١٠^٥ نيوتن/كولوم

٢) م = ك ش / ف^٢ × م = ٣٠ بالقسمة م = ش / ف^٢

ك = ٩×١٠^٩ ، م = ٤٥×١٠^٥ نيوتن/كولوم ← م = ش / ف^٢

٤٥×١٠^٥ = ٩×١٠^٩ ش / (٠,٣)^٢

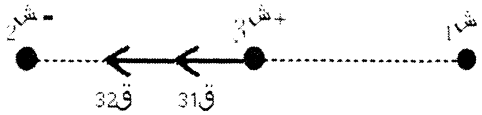
٣) م = ك ش / ف^٢ ⇐ ٢×١٠^٥ = ٩×١٠^٩ ش / (٠,٣)^٢ ← ش = ٢×١٠^-٦ كولوم .

❖ مراجعة مهمة

محصلة متجهات :_هو متجه يعمل عمل مجموعة من المتجهات والتي تؤثر في **نفس الجسم** او النقطه

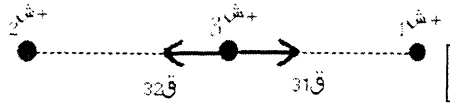
إيجاد محصلة متجهين (قوتين)

١) **إذا كانت القوتين في نفس الاتجاه** : لحساب المحصلة | ق محصلة = ق٣١ + ق٣٢ |



يكون اتجاه المحصلة باتجاه القوتين

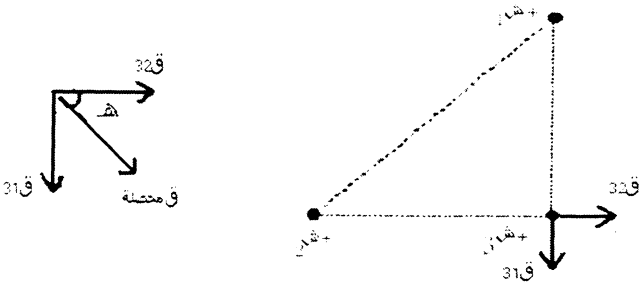
٢) **إذا كانت القوتين متعاكستين في الاتجاه** لحساب المحصلة | ق محصلة = ق كبيرة - ق صغيرة |



يكون اتجاه المحصلة باتجاه القوة الكبيرة

ملاحظة :- هذه هي الحالة الوحيدة والتي يمكن أن تكون فيها **محصلة قوتين** تساوي **صفر** عندما تكون القوتين متساويتين في المقدار متعاكستين في الاتجاه

٣) **إذا كانت القوتين متعامدتين**



-لإيجاد المحصلة تستخدم نظرية فيثاغورس :-

$$ق_{المحصلة} = \sqrt{ق_{31}^2 + ق_{32}^2}$$

-لتحديد الاتجاه نستخدم ظل الزاوية ظا هـ = $\frac{ق_{31}}{ق_{32}}$

ويجب تحديد الاتجاه بين المحور السيني الموجب و المحصلة بزاويه عكس عقارب الساعة و بالشكل تكون الزاوية = ٣٦٠ − هـ

ملاحظة :- المحصلة تنصف الزاوية بين القوتين إذا كانت القوتين متساويتين

٤) **إيجاد المحصلة باستخدام طريقة تحليل المتجهات:-**

تستخدم لإيجاد محصلة أكثر من قوتين ، و لإيجاد محصلة قوتين بينهما زاوية غير (صفر،١٨٠،٩٠)

طريقة التحليل:

ا)نحلل القوى التي ليست على المحاور لمحيث القريب من الزاوية يأخذ (جتا)الزاوية والبعيد يأخذ (جا)الزاوية

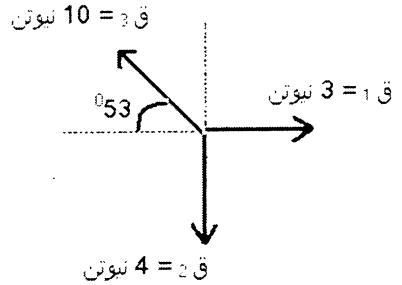
ب)يظهر قوى على المحاور

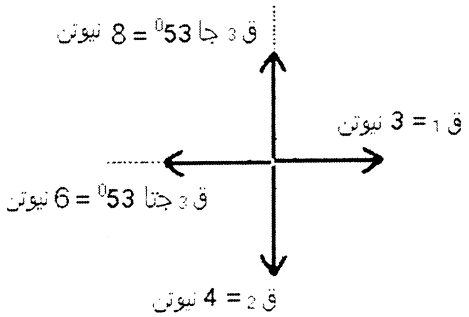
ج)تجمع القوى التي في نفس الاتجاه ونطرح المعاكسة

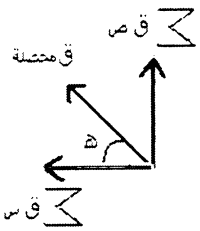
د)يظهر قوتين إحداهما على المحور السيني تسمى (Σ ق س) والأخرى على المحور الصادي تسمى (Σ ق ص)

هـ)ونحسب محصلة القوتين على نظرية فيثاغورس

لاحظ الأشكال :-







$$ق_{المحصلة} = \sqrt{(\Sigma ق_س)^2 + (\Sigma ق_ص)^2}$$

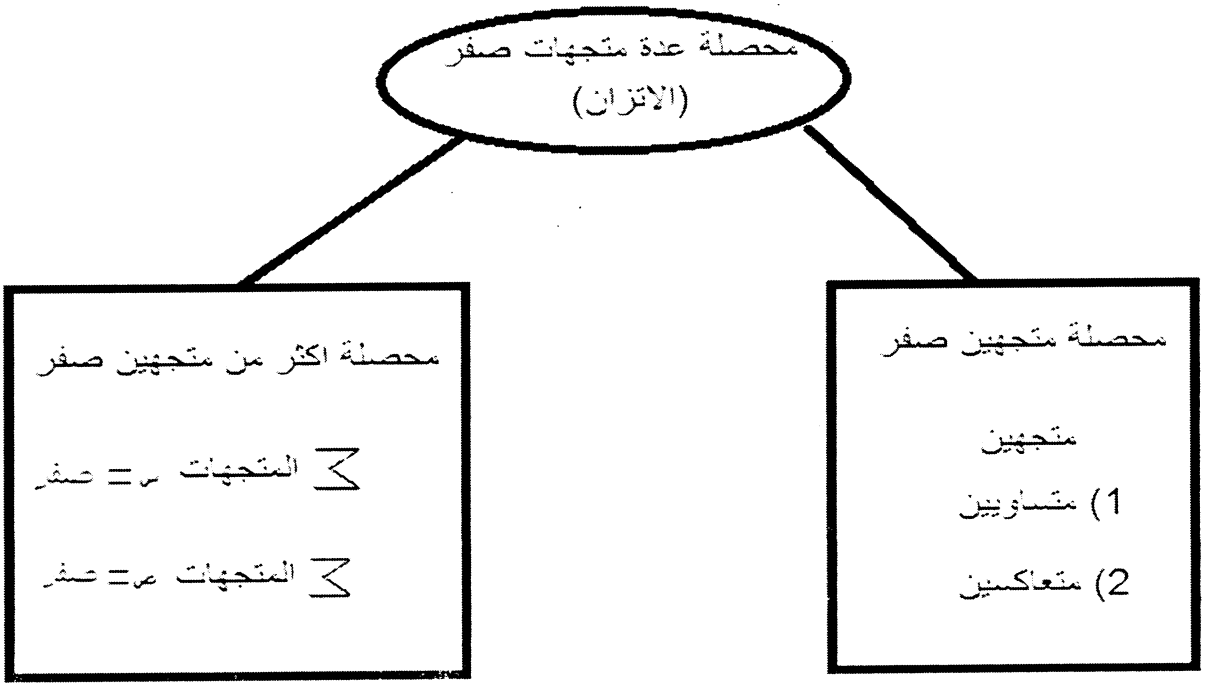
$$ظا\ هـ = \frac{\Sigma ق_ص}{\Sigma ق_س}$$

تميل المحصلة عن محور السينات الموجب بزاوية قيمتها = ١٨٠ - هـ

ملاحظة مهمة جدا :- هناك شرطان حتى تكون محصلة أكثر من قوتين صفر هما :-

أن يكون ١) Σ ق س = صفر ٢) Σ ق ص = صفر

و تنطبق طرق المحصلة على كل الكميات المتجهة و ليس القوى فقط



إيجاد المجال الكهربائي المحصل الناشئ عن عدة الشحنات عند نقطة :

مثال (١٥) :- شحنتان نقطيتان الأولى ١ × ١٠ $^{-٩}$ كولوم والثانية -٤ × ١٠ $^{-٩}$ كولوم موضوعتان في الهواء على بعد ١٢ سم من بعضهما

احسب :-

١)شدة المجال الكهربائي في منتصف المسافة بينهما

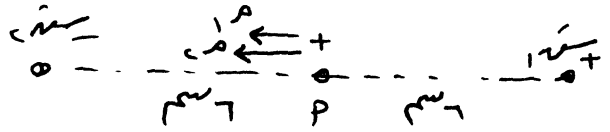
٢)المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن الأولى ١٢ سم وعن الثانية ٢٤ سم (واجب)

٣) المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن الثانية ١٢ سم وعن الأولى ٢٤ سم (واجب)

٤)إذا وضعت شحنة مقدارها -١ × ١٠ $^{-١٢}$ كولوم أحسب القوة الكهربائيه المؤثره عليها وهي في منتصف المسافة.

٥)إذا وضعت شحنة مقدارها ١ × ١٠ $^{-١٢}$ كولوم في منتصف المسافة احسب القوة الكهربائيه المؤثره عليها

١) نفرض وجود شحنة اختبار موجبة في منتصف المسافة لتحديد اتجاه المجال الكهربائي ((لاحظ المجالين في نفس الاتجاه))



١) $م_1 = \frac{ك\ سنة_1}{ف_1^2} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١ \times ١٠^{-٩}}{(٦ \times ١٠^{-٢})^2} = \frac{٩}{٣٦} \times ١٠^{٤} = \frac{١}{٤} \times ١٠^{٤}$ نيوتن/كولوم (سـ)

$م_2 = \frac{ك\ سنة_2}{ف_2^2} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٩}}{(٦ \times ١٠^{-٢})^2} = ١ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/كولوم (سـ)

$م_{محصل} = م_1 + م_2 = \frac{١}{٤} \times ١٠^{٤} + ١ \times ١٠^{٤} = \frac{٥}{٤} \times ١٠^{٤}$ نيوتن/كولوم (سـ)

٤) $م_{محصل} = م_{محصل} \cdot سنة_P = \frac{٥}{٤} \times ١٠^{٤} \times ١ \times ١٠^{-١٢} = \frac{٥}{٤} \times ١٠^{-٨}$ نيوتن (سـ) (مع المجال ١)

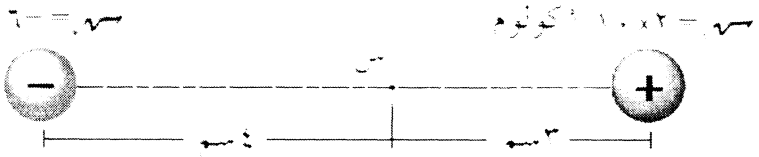
٥) $م_{محصل} = م_{محصل} \cdot سنة_P = \frac{٥}{٤} \times ١٠^{٤} \times ١ \times ١٠^{-١٢} = \frac{٥}{٤} \times ١٠^{-٨}$ نيوتن (سـ) (مع المجال ١)

تذكر :الشحنة الموجبة تتأثر بقوة كهربائية محصلة مع المجال الكهربائي و الشحنة السالبة تتأثر بقوة كهربائية محصلة عكس المجال الكهربائي

مثال (١٦) واجب : يبين الشكل شحنتين نقطيتين موضوعتين في الهواء. بالاعتماد على البيانات المثبتة في الشكل، جد:

١) المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (س) مقدارًا واتجاهًا. [١١ × ١٠^٤ نيوتن/كولوم (سـ)]

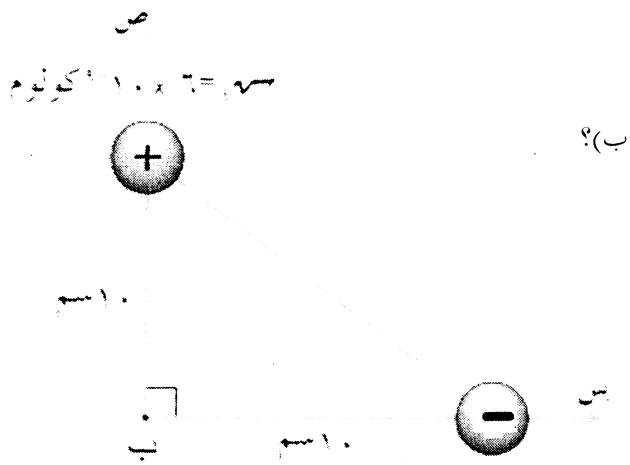
٢) القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة(٢) بيكوكولوم توضع عند النقطة (س) مقدارًا واتجاهًا . [٢٢ × ١٠^-٦ نيوتن (سـ)]



مثال (١٧):-(أ ، ب ،ج) مثلث متساوي الساقين وقائم الزاوية في ب طول ضلعه أ ب = ١٠ سم ،وضع عند رأسه(أ)الشحنة ٦ × ١٠^-٩ كولوم وعند رأسه (جـ)الشحنة – ٨ × ١٠^-٩ كولوم احسب :

١) المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (ب) مقدارًا واتجاهًا.

٢) القوة الكهربائية على شحنة مقدارها ٢ × ١٠^-١٠ كولوم موضوعة عند (ب)؟



١) $م_{ب} = \frac{ثـ_{1}}{ف^{2}} = \frac{٦ \times ١٠^{-٩} \times ٩ \times ١٠^{٩}}{(١٠ \times ١٠^{-٢})^{2}}$

$= ٥٤ \times ١٠^{٢}$ نيوتن/كولوم (ص)

$م_{ب} = \frac{ثـ_{2}}{ف^{2}} = \frac{٨ \times ١٠^{-٩} \times ٩ \times ١٠^{٩}}{(١٠ \times ١٠^{-٢})^{2}}$

$= ٧٢ \times ١٠^{٢}$ نيوتن/كولوم (+س)

$م_{محصلة} = \sqrt{م_{1}^{2} + م_{2}^{2}}$

$= \sqrt{(٥٤ \times ١٠^{٢})^{2} + (٧٢ \times ١٠^{٢})^{2}}$

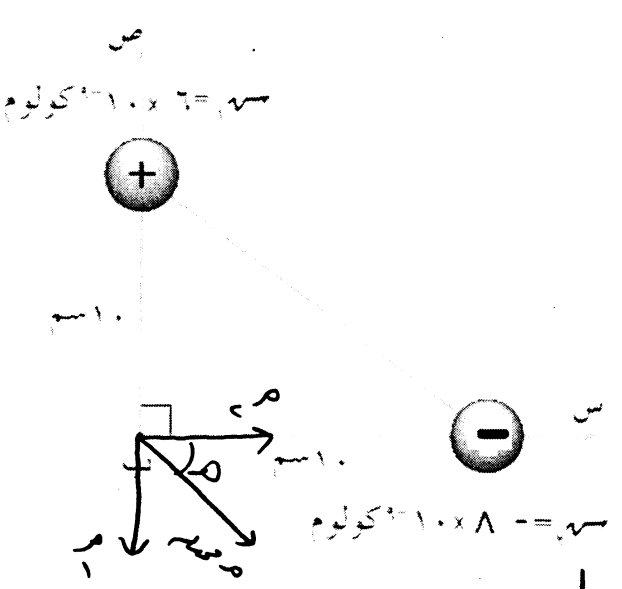
$= \sqrt{(٩ \times ٦ \times ١٠^{٢})^{2} + (٩ \times ٨ \times ١٠^{٢})^{2}}$

$= \sqrt{(٩)^{2}(٦)^{2}(١٠)^{2} + (٩)^{2}(٨)^{2}(١٠)^{2}}$

$= \sqrt{(٩)^{2}(١٠)^{2}[(٦)^{2} + (٨)^{2}]}$

$= ٩ \times ١٠^{٢} \sqrt{(٦)^{2} + (٨)^{2}}$

$= ٩٠ \times ١٠^{٢}$ نيوتن/كولوم



$ظا هـ = \frac{م_{ص}}{م_{س}} = \frac{٥٤ \times ١٠^{٢}}{٧٢ \times ١٠^{٢}}$

$ظا هـ = \frac{٣}{٤}$ ⇐ $هـ = ظا^{-١}(\frac{٣}{٤})$

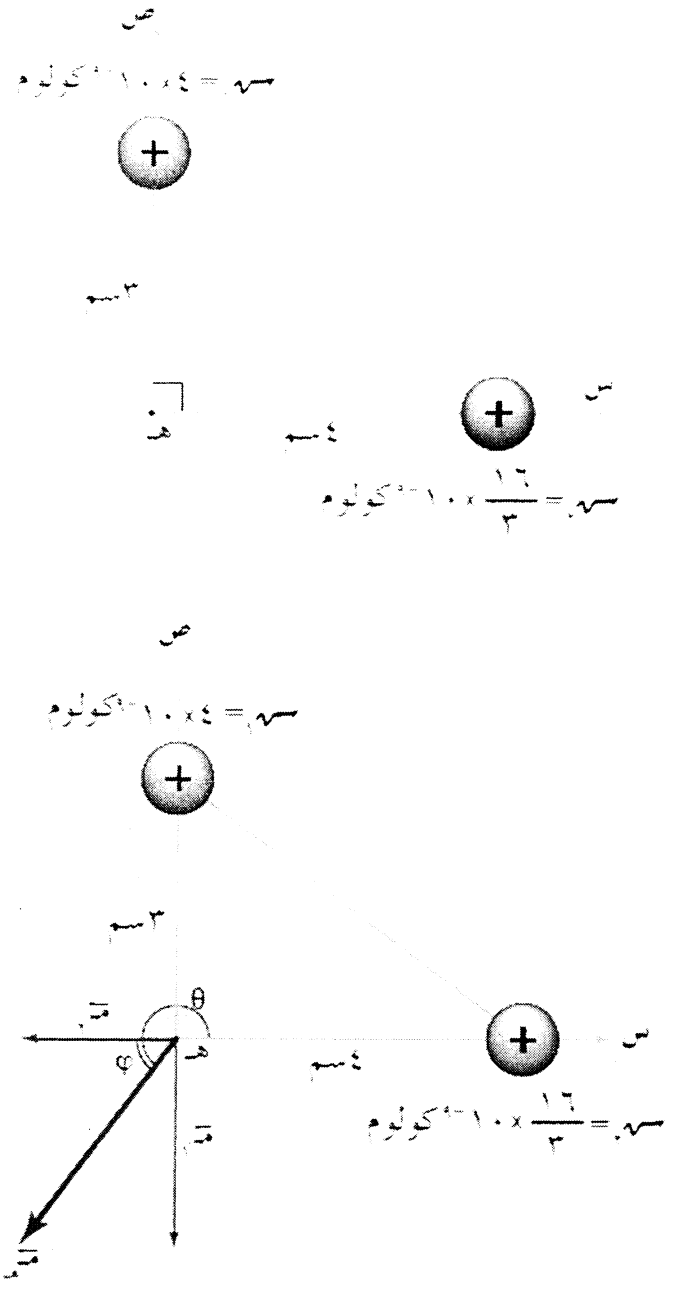
$= ٣٧°$

الزاوية المطلوبة $= ٢٦٠° - ظا^{-١}(\frac{٣}{٤})$

$= (٢٦٠ - ٣٧)°$

مثال (١٨) : شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء، كما يبين الشكل

جد المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (هـ) مقدارًا واتجاهًا



$$م_1 = \frac{|سـ_1|}{ف_1^2} = \frac{٩ \times ١٠^{-٩} \times ٤ \times ١٠^{-٩}}{(٣ \times ١٠^{-٢})^2}$$

$$= ٤ \times ١٠^{٩} \text{ نيوتن/كولوم (ص)}$$

$$م_2 = \frac{|سـ_2|}{ف_2^2} = \frac{٩ \times ١٠^{-٩} \times \frac{١٦}{٣} \times ١٠^{-٩}}{(٤ \times ١٠^{-٢})^2}$$

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

$$م_{محصل} = \sqrt{م_1^2 + م_2^2}$$

$$= \sqrt{(٤ \times ١٠^{٤})^2 + (٣ \times ١٠^{٤})^2}$$

$$= \sqrt{(٤)^2 (١٠^{٤})^2 + (٣)^2 (١٠^{٤})^2}$$

$$= \sqrt{[(٣)^2 + (٤)^2] (١٠^{٤})^2}$$

$$= \sqrt{٩ + ١٦} \times ١٠^{٤}$$

$$= ٥ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم}$$

ويبين الشكل أن المجال الكهربائي المحصل يصنع زاوية (φ) مع المحور السيني السالب، حيث $ظا\varphi = \frac{م_1}{م_2} = \frac{٤}{٣}$ ، فتكون $\varphi = ٥٣^\circ$.

ويحدد اتجاه المجال الكهربائي المحصل بالزاوية المحصورة بين المحور السيني الموجب والمجال الكهربائي المحصل (θ)؛ بعكس دوران عقارب الساعة. وعليه تكون:

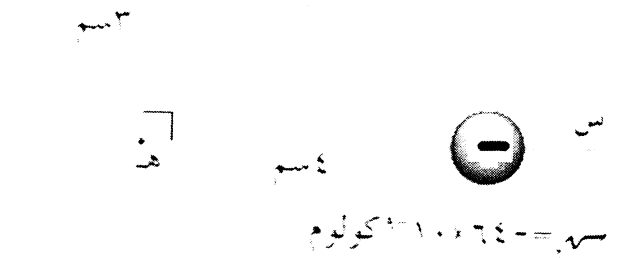
$\theta = (١٨٠ + ٥٣) = ٢٣٣^\circ$.

$م = ٥ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/كولوم، ٢٣٣°.

مثال (١٩) واجب :شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء، كما يبين الشكل جد :

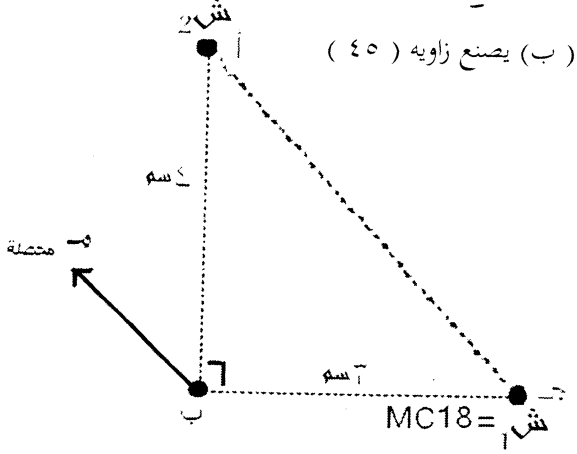
١) المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (هـ) مقدارًا واتجاهًا

٢) القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة(−٢) ميكروكولوم توضع عند النقطة (هـ) مقدارًا واتجاهًا



مثال (٢٠) واجب : في الشكل المرسوم إذا كان المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (ب) يصنع زاويه (٤٥)

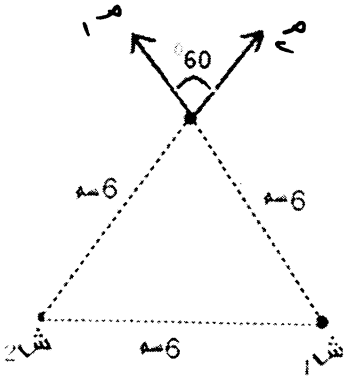
مع محور السيني السالب أوجد مقدار الشحنة ش٢ ونوعها ؟

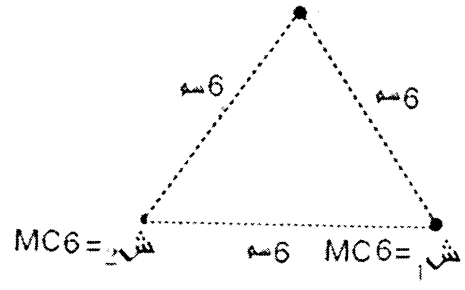


مثال (٢١): شحنتان الأولى ٦ ميكروكولوم و الثانية ٦ ميكروكولوم موضوعتان في الهواء على بعد ٦ سم من بعضهما أوجد

١) المجال الكهربائي المحصل عند نقطة تبعد ٦ سم عن كل من الشحنتين ؟

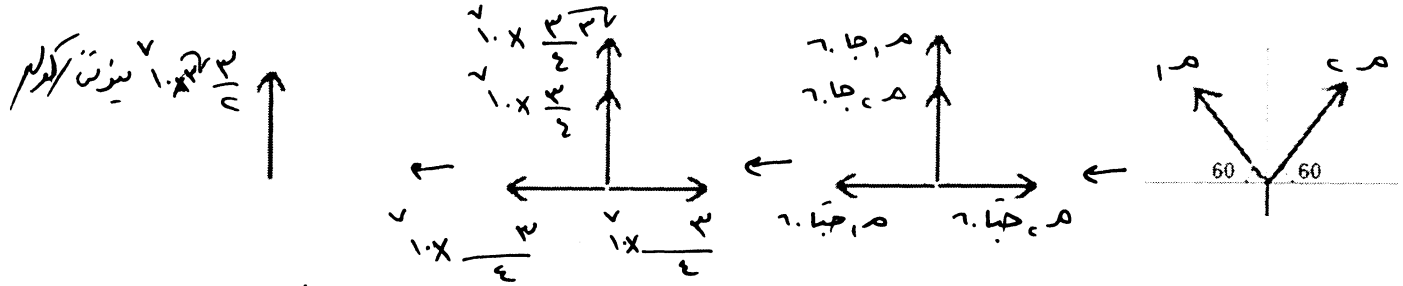
٢) القوة الكهربائية المؤثرة على شحنه ثالثة مقدارها ٦ ميكروكولوم موضوعة على بعد ٦ سم عن كل من الشحنتين ؟





$م_1 = \frac{ث_1 \, ش}{ف_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = \frac{3}{4} \times 10^7$ نيوتن/كولوم باتجاه يميل عن س+ بزاوية 120°

$م_2 = \frac{ث_2 \, ش}{ف_2^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = \frac{3}{4} \times 10^7$ نيوتن/كولوم باتجاه يميل عن س+ بزاوية 120°



$\frac{3}{4} \times 10^7$ نيوتن/كولوم

$\frac{3}{4} \sqrt{3} \times 10^7$ نيوتن/كولوم

$م_{1 جـ} = م_{2 جـ} = \frac{3}{4} \times 10^7$

$\sum م_س = م_{1 جـ} - م_{2 جـ} = \frac{3}{4} \times 10^7 - \frac{3}{4} \times 10^7 = صفر$

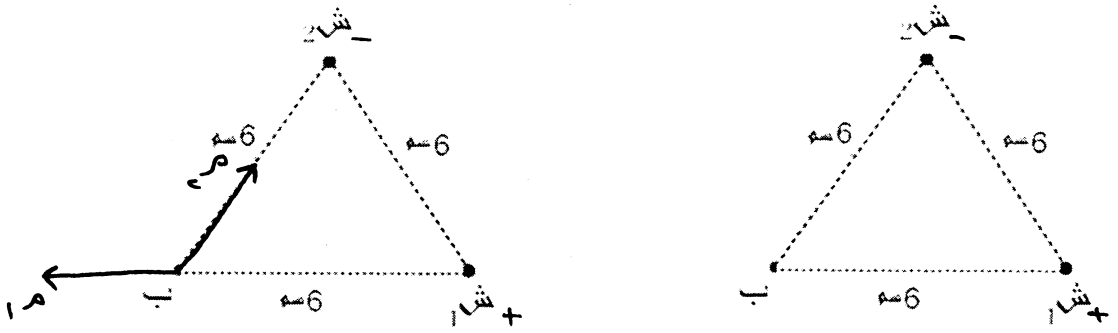
$\sum م_ص = \frac{3}{4} \sqrt{3} \times 10^7 + \frac{3}{4} \sqrt{3} \times 10^7 = \frac{3}{2} \sqrt{3} \times 10^7$ نيوتن/كولوم (+ص)

$م_{محصلة} = \frac{3}{2} \sqrt{3} \times 10^7$ نيوتن/كولوم

مثال (٢٢): شحنتان الأولى ٣٦ ميكروكولوم و الثانية -٣٦ ميكروكولوم موضوعتان في الهواء على بعد ٦ سم من بعضهما أوجد

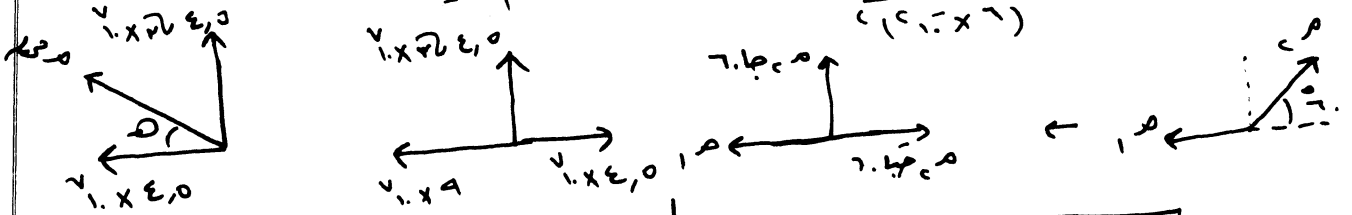
١) المجال الكهربائي المحصل عند نقطة تبعد ٦ سم عن كل من الشحنتين النقطة (ب) ؟

٢) القوة الكهربائية المؤثرة على شحنه ثالثة مقدارها -٢ ميكروكولوم موضوعة على بعد ٦ سم عن كل من الشحنتين ؟



$م_1 = \frac{ث_1 \, ش}{ف_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 36 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 9 \times 10^7$ نيوتن/كولوم (سـ)

$م_2 = \frac{ث_2 \, ش}{ف_2^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 36 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 9 \times 10^7$ نيوتن/كولوم يميل عن س+ بزاوية 60°



$م_{محصلة} = \sqrt{م_1^2 + م_2^2}$

$= \sqrt{(9 \times 10^7)^2 + (\frac{3}{4} \sqrt{2} \times 10^7)^2}$

$= \frac{3}{4} \sqrt{2} \times 10^7 \sqrt{(1)^2 + (\sqrt{2})^2}$

$= 9 \times 10^7$ نيوتن/كولوم (135°)

$ظا\theta = \frac{\sum م_ص}{\sum م_س} = \frac{\frac{3}{4} \sqrt{2} \times 10^7}{\frac{3}{4} \times 10^7}$

$ظا\theta = ظا\sqrt{2} \Rightarrow \theta = \sqrt{2} = ظا^{-1} = 60°$

$\theta = 180 - 60 = 120°$

مثال (٢٣) : شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء، كما هو مبين في الشكل ادرس الشكل

ثم جد المجال الكهربائي المحصل عند النقطة(أ) مقدارًا واتجاهًا

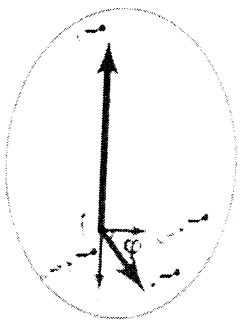
$$م_1 = \frac{ثابت \times ق_1 \times ق}{ف^2} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٨ \times ١٠^{-٩}}{(٤ \times ١٠^{-٢})^2}$$

$$م_1 = ٤٫٥ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم } (+ص)$$

$$م_2 = \frac{ثابت \times ق_2 \times ق}{ف^2} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٥ \times ١٠^{-٩}}{(٥ \times ١٠^{-٢})^2}$$

$$= \frac{٩}{٥} \times ١٠^{٤} = ١٫٨ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم باتجاه } \theta \text{ يصنع}$$

مع محور السينات الموجب كما في الشكل.

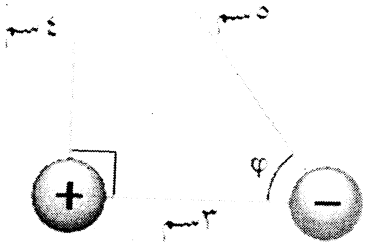


$$م_{س} = م_2 \text{ جتا } \theta = ١٫٨ \times ١٠^{٤} \times \frac{٧}{٥}$$

$$م_{س} = ١٫٠٨ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم } (+س)$$

$$م_{ص} = م_2 \text{ جا } \theta = ١٫٨ \times ١٠^{٤} \times \frac{٤}{٥}$$

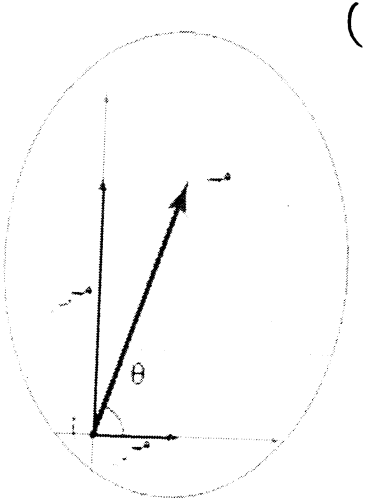
$$= ١٫٤٤ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم } (+ص)$$



$$\sum م_{س} = م_{س} = ١٫٠٨ \times ١٠^{٤} \approx ١٠ \times ١ \text{ نيوتن/كولوم } (+س)$$

$$\sum م_{ص} = م_1 - م_{ص} = ٤٫٥ \times ١٠^{٤} - ١٫٤٤ \times ١٠^{٤}$$

$$\sum م_{ص} = ٢٫٠٦ \times ١٠^{٤} \approx ٣ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم } (+ص)$$



$$م_{المحصل} = \sqrt{(\sum م_{س})^2 + (\sum م_{ص})^2}$$

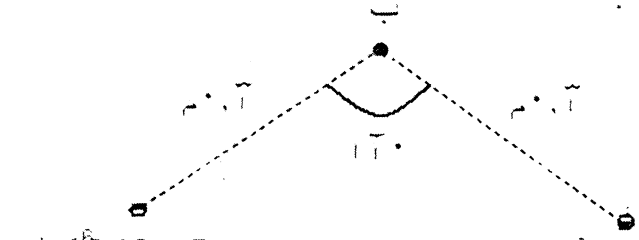
$$= \sqrt{(١٠ \times ١)^2 + (٣ \times ١٠^{٤})^2}$$

$$= \sqrt{١٠} \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/كولوم } (٧٢^\circ)$$

$$\text{ظا } \theta = \frac{\sum م_{ص}}{\sum م_{س}} = \frac{٣ \times ١٠^{٤}}{١ \times ١٠^{٤}} = ٣$$

$$\theta = ٧٢^\circ$$

مثال (٢٤) واجب : أوجد المجال الكهربائي المؤثرة على النقطة (ب) ؟

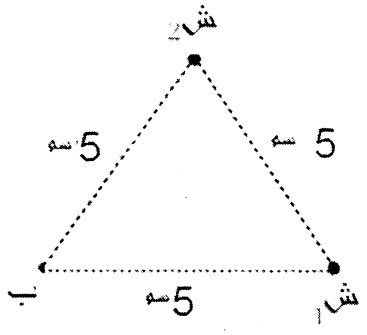


الجواب :- ٥×١٠^{٩} ن/ك (←)

مثال (٢٥): شحنتان الأولى ٢٥ ميكروكولوم و الثانية -٢٥ ميكروكولوم موضوعتان في الهواء على بعد ٥ سم من بعضهما أوجد

١) المجال الكهربائي المحصل عند نقطة تبعد ٥سم عن كل من الشحنتين النقطة (ب) ؟

٢) القوة الكهربائية المؤثرة على شحنه ثالثة مقدارها -٢ ميكروكولوم موضوعة على بعد ٥ سم عن كل من الشحنتين ؟



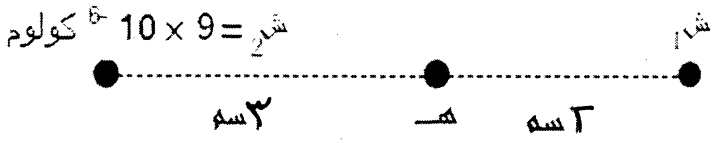
الجواب :-

١) ٢٠×٩ ن/ك ← عمودي على سطح بزاوية ١٣٥°

٢) ١٨٠ نيوتن عكس المجال الكهربائي

اسئلة عكسية على المجال الكهربائي لعدة شحنات نقطية :

مثال (٢٦): إذا علمت أن المجال الكهربائي المحصلة المؤثر على على النقطة (هـ) يساوي (٤×١٠^{٧} نيوتن/كولوم) شرقا أوجد مقدار و إشارة (ش١) ؟



$م = م_{ش٢} + م_{ش١} = \frac{ك ش٢}{ف^{٢}} + \frac{ك ش١}{ف^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{-٦}}{(٣ \times ١٠^{-٢})^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩} = ٩ \times ١٠^{٧}$ نيوتن/كولوم (←)

بما أنه $م_{ش٢} > م_{محصل}$ ← مستحيل أن يكون $م_{ش١}$ باتجاه (←) لكي تكون (←)

لم يجب أن يكون $م_{ش١}$ باتجاه (←) وحتى أقل من $م_{ش٢}$

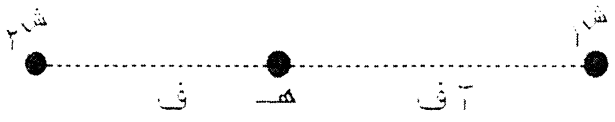
$م_{محصل} = م_{ش٢} - م_{ش١} \Leftarrow ٤ \times ١٠^{٧} = ٩ \times ١٠^{٧} - م_{ش١}$

$م_{ش١} = ٥ \times ١٠^{٧}$ نيوتن/كولوم (→)

$م_{ش١} = \frac{ك ش١}{ف^{٢}} \quad \frac{ك ش١}{ف^{٢}} = ٥ \times ١٠^{٧} \quad \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش١}{(٢ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$

$ش١ = \frac{٥}{٩} \times ١٠^{-٦}$ كولوم و اشارتها (موجبة)

مثال (٢٧) :في الشكل المرسوم ش ٢ = ٤ × ١٠$^{-6}$ كولوم إذا كانت النقطة هـ نقطة عندها محصله المجال الكهربائي صفر فأوجد ش١ و حدد نوعها ؟



يؤثر على النقطه هـ مجالين متساويين متعاكسين

م١ = م٢

$\frac{\text{ش}_1}{(2\text{ف})^2} = \frac{\text{ش}_2}{\text{ف}^2} \leftarrow \text{م}_2 = \text{م}_1$

$\frac{\text{ش}_1}{4\text{ف}^2} = \frac{4 \times 10^{-6}}{\text{ف}^2}$ ⇐ ش١ = ١٦ × ١٠$^{-6}$ كولوم

وبما أنه اتجاه م٢ نحو (س-) يجب أنه يكون اتجاه (م١) (س+)

ولذلك تكون الشحنه موجبه

مثال (٢٦) :في الشكل المرسوم ش ٢ = ٤ × ١٠$^{-6}$ كولوم إذا كانت النقطة هـ نقطة عندها محصله المجال الكهربائي صفر فأوجد ش١ و حدد نوعها ؟

يؤثر على النقطه هـ مجالين متساويين متعاكسين

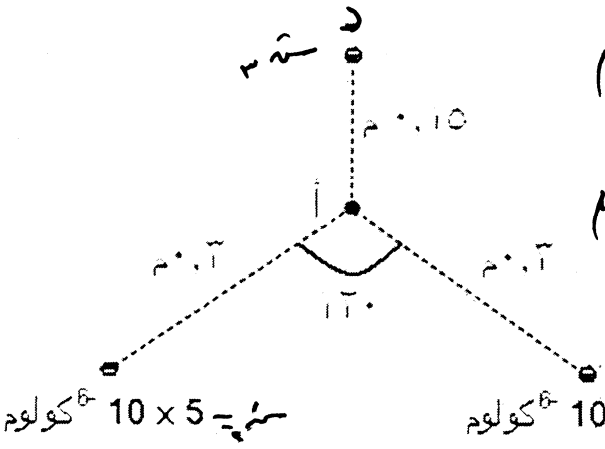
م١ = م٢

$\frac{\text{ش}_1}{(2\text{ف})^2} = \frac{\text{ش}_2}{\text{ف}^2} \leftarrow \text{م}_2 = \text{م}_1$

$\frac{\text{ش}_1}{4\text{ف}^2} = \frac{4 \times 10^{-6}}{\text{ف}^2}$ ⇐ ش١ = ١٦ × ١٠$^{-6}$ كولوم

وبما أنه اتجاه م٢ نحو (س-) يجب أنه يكون اتجاه م١ (س+) وبالتالي الشحنه سالبه

مثال (٢٧) :في الشكل المرسوم أوجد إذا وضعت شحنة عند (د) كم مقدار الشحنة و اشارة حتى يصبح المجال الكهربائي عند (أ) يساوي صفر ؟



$\text{م}_1 = \frac{\text{ش}_1}{\text{ف}_1^2} = \frac{9 \times 10^{9} \times 5 \times 10^{-6}}{(0,3)^2} = 5 \times 10^{5}$ نيوتن/كولوم

$\text{م}_2 = \frac{\text{ش}_2}{\text{ف}_2^2} = \frac{9 \times 10^{9} \times 5 \times 10^{-6}}{(0,3)^2} = 5 \times 10^{5}$ نيوتن/كولوم

يؤثر ثلاث مجالات وبالتالي

حتى يصبح المحصلة صفر $\sum \text{م}_\text{س} = 0$ ∴

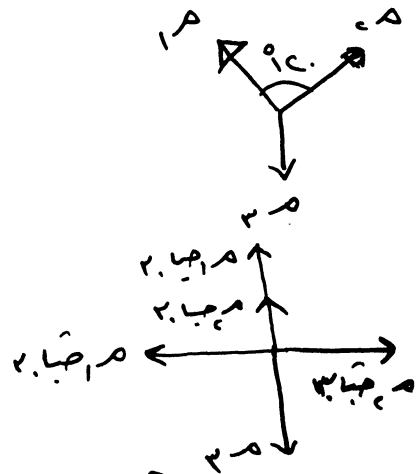
$\sum \text{م} = 0$ ∴

$\sum \text{م}_\text{س} = \text{م}_1 \text{جا}٢٠ + \text{م}_2 \text{جا}٢٠ - \text{م}_3 = 0$ ∴

$5 \times 10^{5} \times \frac{1}{2} + 5 \times 10^{5} \times \frac{1}{2} - \text{م}_3 = 0$ ∴

$\text{م}_3 = 5 \times 10^{5}$ نيوتن/كولوم

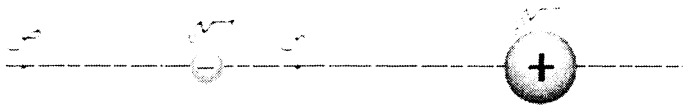
$\frac{\text{ش}_3}{\text{ف}_3^2} = \text{م}_3 \leftarrow \frac{\text{ش}_3}{(0,15)^2} = 5 \times 10^{5}$



ش٣ = + ١٢٥ × ١٠$^{-6}$ كولوم

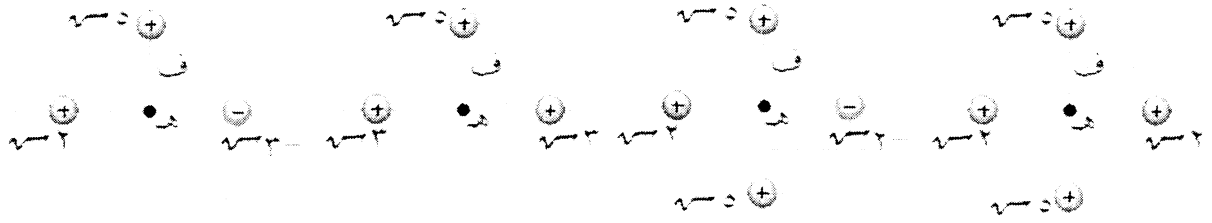
امثلة متنوعة على المجال الكهربائي الناتج عن شحنات نقطية (واجبات) :

مثال (٢٨) : يبين الشكل إلكترونا وبروتونًا موضوعين على المحور السيني. حدد اتجاه المجال الكهربائي المحصل عند النقطتين (س)(ص).



الجواب ← عند(س) باتجاه (سـ) عند(ص) ← باتجاه (سـ)

مثال (٢٩) :يبين الشكل توزيعات مختلفة من الشحنات النقطية ،إذا كان (ف) يمثل بعد كل شحنة عن النقطة (هـ)، فجد المجال الكهربائي المحصل مقدارًا واتجاهًا عند النقطة (هـ) بدلالة (ف و شـ)



الجواب أ) صفر ب) $\frac{٤ شـ}{ف^٢}$ ج) $\frac{٥ شـ}{ف^٢}$ د) $\frac{٥ شـ}{ف^٢}$

مثال (٣٠) يبين الشكل اتجاه المجال الكهربائي المحصل عند نقطة تبعد عن الشحنتين ($شـ_١$ ، $شـ_٢$) المسافة نفسها. إذا علمت أن الشحنتين متساويتان في المقدار فإن:

أ $شـ_١$ موجبة، $شـ_٢$ موجبة.

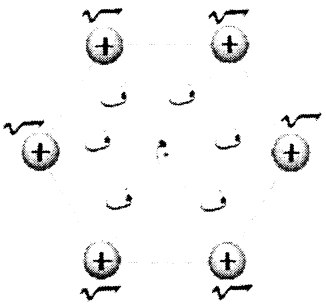
ب $شـ_١$ موجبة، $شـ_٢$ سالبة.

ج $شـ_١$ سالبة، $شـ_٢$ موجبة.

د $شـ_١$ سالبة، $شـ_٢$ سالبة.

مثال (٣١) :

وزعت شحنات نقطية مقدار كل منها (+ شـ) على رؤوس مضلع سداسي كما في الشكل . إذا أزيلت شحنة نقطية واحدة فإن مقدار المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (م) يساوي:



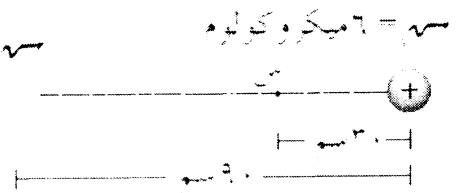
أ صفرا

ب $٥ \times (\frac{أ شـ}{ف^٢})$

ج $٦ \times (\frac{أ شـ}{ف^٢})$

د $(\frac{أ شـ}{ف^٢})$

مثال (٣٢) : شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء، والبعد بينهما(٩٠) سم ،



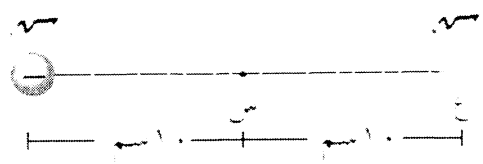
إذا علمت أن المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (س) يساوي صفرًا، ومعتمدًا على البيانات

فجد مقدار الشحنة الثانية ونوعها.

الجواب :- $س_{ب} = ٤ \times ١٠^{-٦}$ كولوم.

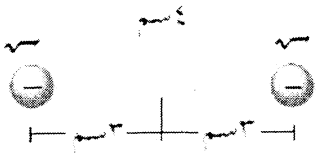
مثال (٣٣) :

وضعت شحنة ($س_{ا} = -٢ \times ١٠^{-٦}$ كولوم) على بعد (١٠) سم من النقطة (س) كما في الشكل . احسب مقدار الشحنة الكهربائية الواجب وضعها عند النقطة (ع). وحدد نوعها، ليكون مقدار المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (س) مساويا (٥٤×١٠^{٦}) نيوتن/ كولوم ويكون اتجاهه نحو النقطة (ع).



الجواب :- $س_{ع} = -٨ \times ١٠^{-٦}$ كولوم.

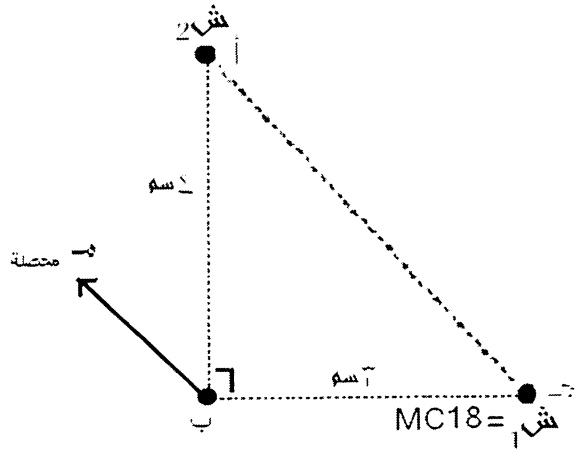
مثال (٣٤) : شحنتان نقطيتان متماثلتان ($س = -٥ \times ١٠^{-٦}$ كولوم، موضوعتان في الهواء. معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل ، احسب المجال الكهربائي عند النقطة (س) مقدارا واتجاهًا.



الجواب :- $م_{محص} = \frac{٧٢}{٢٥} \times ١٠^{٧}$ نيوتن/كولوم (صـ)

مثال (٣٥): في الشكل المرسوم إذا كان المجال الكهربائي المحصل يوازي الضلع أ جـ

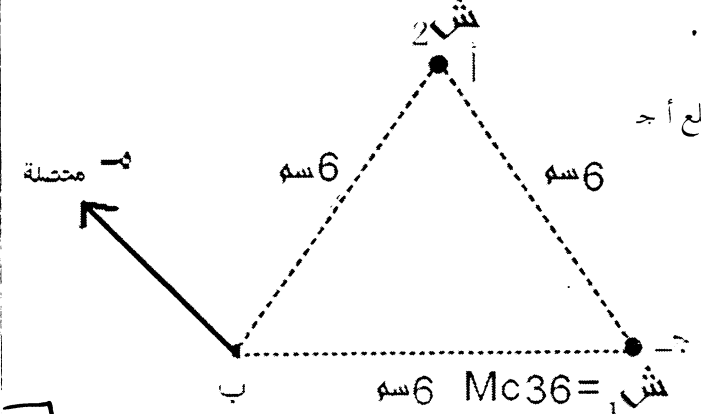
أوجد مقدار الشحنة ش٢ ونوعها ؟



الجواب :- $س_{ش_٢} = -\frac{١٨}{٣} \times ١٠^{-٦}$ كولوم.

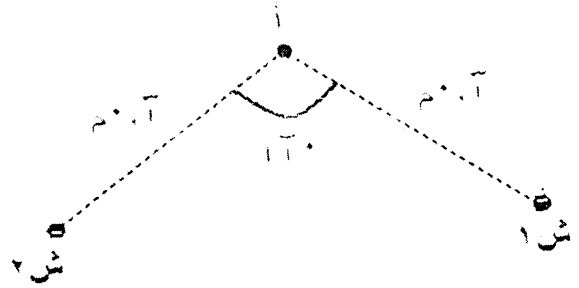
مثال (٣٦) : في الشكل المرسوم إذا كان المجال الكهربائي المحصل يوازي الضلع أ جـ

أوجد مقدار الشحنة ش٢ ونوعها ؟

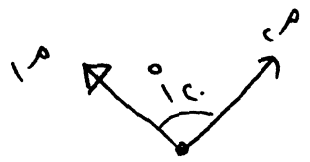


الجواب :- $س_{ش_٢} = -٣٦ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

مثال (٣٧) : اذا علمت ان محصله المجال عند النقطه (أ) والناتج عن الشحنات النقطيه يساوي ١ × ١٠ ^٥ نيوتن/ كولوم باتجاه الشمال اوجد مقدار و اشاره كل من الشحنتين؟



بما أنه $م_{محصلة}$ باتجاه (ص+) فيجب أنه تكون $سئ_1$ و $سئ_2$ موجبتان حتى تكون $م_1$ ، $م_2$ باتجاه ص الموجب بالرسم

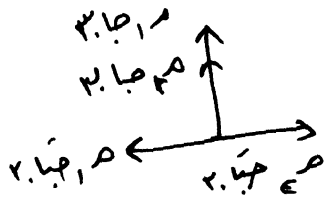


وبما أنه محصلة المجال على (ص+) بالتالي

$\sum م_ص = م_2 جا٣٠ - م_1 جا٣٠$

$م_1 جا٣٠ = م_2 جا٣٠$

$\therefore م_1 = م_2$



$م = \frac{ك سئ}{ف^2} \Leftarrow \frac{م_1}{م_2} = \frac{سئ_1}{سئ_2}$

$\therefore سئ_1 = سئ_2$ ---- ①

$\sum م_{محصلة} = م_{محصلة} = ١ \times ١٠^5$ نيوتن/كولوم $= م_1 جا٣٠ + م_2 جا٣٠$

$١ \times ١٠^5 = م_1 \times \frac{1}{2} + م_2 \times \frac{1}{2}$

$١ \times ١٠^5 = م_1 \times \frac{1}{2} + م_1 \times \frac{1}{2}$

$م_1 = ١ \times ١٠^5$ نيوتن/كولوم

$م_1 = \frac{ك سئ_1}{ف^2} \leftarrow ١ \times ١٠^5 = \frac{٩ \times ١٠^9 سئ_1}{(٠,٣)^2}$

$سئ_1 = ١ \times ١٠^{-6}$ كولوم

$\therefore$ بما أنه $سئ_1 = سئ_2$

$سئ_2 = ١ \times ١٠^{-6}$ كولوم

((خصائص خطوط المجال الكهربائي))

١) خطوط المجال الكهربائي تبدو خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة (**علل**):

لان خط المجال الكهربائي يمثل المسار الذي تسلكه شحنة الاختبار الموجبة حرة الحركة فتتنافر مع الشحنة الموجة و تتجاذب مع السالبة

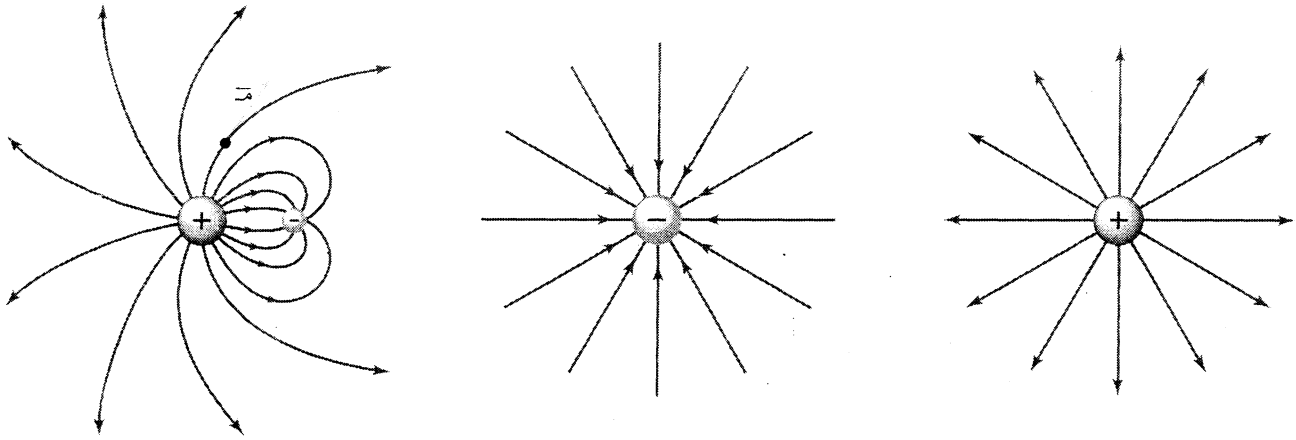
٢) يُحدَّد اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة ما برسم مماس لخط المجال الكهربائي عند تلك النقطة، تسمى هذه الخاصية (علاقة خطوط المجال باتجاه المجال الكهربائي)

٣) خطوط المجال الكهربائي **لا تتقاطع** (**علل**) :

الجواب :- لو تقاطع خطان من خطوط المجال لترتب على ذلك وجود اتجاهين للمجال عند نفس النقطة وهذا لا يجوز

٤) وتدل كثافة خطوط المجال الكهربائي في منطقة ما (عدد الخطوط التي تخترق وحدة المساحة عموديًا)على مقدار المجال الكهربائي؛ حيث يكون مقدار المجال الكهربائي كبيرًا في المنطقة التي تتقارب فيها الخطوط، بينما يكون مقداره صغيرًا في المنطقة التي تتباعد فيها الخطوط تسمى هذه الخاصية (علاقة خطوط المجال بمقدار المجال الكهربائي)

- **خطوط المجال الكهربائي حول شحنات نقطية مختلفة :**



علل :- المجال الناتج عن شحنة نقطية مجال غير منتظم ؟

الجواب : -لأن كثافة الخطوط غير متساوية أي أن مقداره واتجاهه غير ثابت

سؤال : بيّن كيف يمكن الإفادة من خطوط المجال الكهربائي في معرفة كل من:

أ. مقدار المجال الكهربائي في منطقة ما ب. اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة.

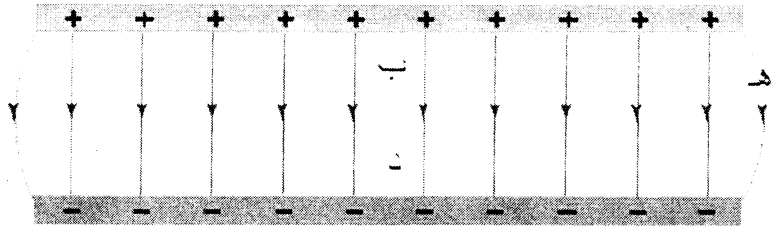
الجواب :

أ) من كثافة خطوط المجال الكهربائي في منطقة ما حيث يكون مقدار المجال الكهربائي كبيرًا في المنطقة التي تتقارب فيها الخطوط، بينما يكون مقداره صغيرًا في المنطقة التي تتباعد فيها الخطوط

ب) يُحدَّد اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة ما برسم مماس لخط المجال الكهربائي عند تلك النقطة

(المجال كهربائي منتظم)

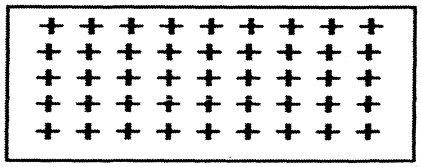
يمكن الحصول على المجال الكهربائي المنتظم عن طريق شحن صفيحتين موصلتين متوازيتين إحداهما بشحنة سالبة والأخرى بشحنة موجبة يكون المجال الكهربائي منتظما في الحيز بين الصفيحتين وبعيدًا عن الأطراف. كما في الشكل



مـ ب = مـ د (لهما نفس كثافة خطوط المجال)

مـ ب > مـ هـ (الكثافة عند ب اكبر من هـ)

- **تعريف المجال كهربائي منتظم**: هو مجال كهربائي ثابت مقدارًا واتجاهًا عند النقاط جميعها
- مصدر المجال الكهربائي في هذه الحالة الشحنات الموزعة على سطحي الصفيحتين .
- يمثَّل المجال الكهربائي المنتظم بخطوط مستقيمة متوازية والبعد بينها متساو، اتجاهها يمثل اتجاه المجال الكهربائي، وكثافتها تعبّر عن مقداره.
- عند شحن صفيحتين موصلتين متوازيتين إحداهما بشحنة سالبة والأخرى بشحنة موجبة **فإن الشحنة تتوزع على سطحيهما بانتظام (أي ان المسافة بين الشحات تكون متساوية)**



- **تعريف الكثافة السطحية للشحنة**

كمية الشحنة الكهربائية لكل وحدة مساحة

$$\sigma = \frac{ش}{أ}$$ تقاس بوحدة (كولوم/ م^2)

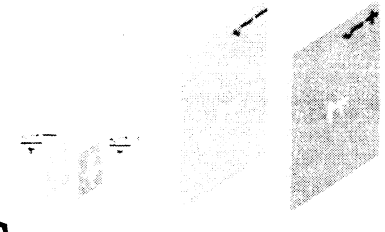
حيث :

ش :مقدار الشحنة على إحدى الصفيحتين

أ : مساحة الصفيحة الواحدة

- تعتمد الكثافة السطحية على شحنة الصفيحة طرديا و مساحة الصفيحة عكسيا فاذا بقيت الشحنة على الصفيحة ثابتة و مساحة الصفيحة ثابتة تكون الكثافة السطحية على الصفيحة ثابتة
- يمكن تغيير الكثافة السطحية وذلك بتغيير احد العاملين او العاملين معا و لكن ليس بنفس المقدار (اذا تغيرتا بنفس المقدار تبقى الكثافة ثابته
- تدل الكثافة السطحية على تزاحم الشحنات على سطح الصفيحة فكلما زادت الكثافة السطحية للشحنة زاد تزاحم الشحنات على سطح الصفيحة

مثال (٣٨) : معتمدا على الشكل اي الحالتين تكون الكثافة السطحية للشحنة اكبر؟



$\sigma_م = \frac{ش}{م} = \frac{ش}{م \times \frac{1}{3}} = \frac{ش}{\frac{م}{3}}$

$\sigma_ب = \frac{ش}{ب} = \frac{ش}{\frac{م}{4}} = \frac{ش}{م}$

$\sigma_ب > \sigma_م$

مثال (٣٩): صفيحتين متوازيتين مشحونتين بشحنتين متساويتين مقدارا كل منهما ٨ X ١٠ كولوم و مختلفتين نوعا و مساحة الصفيحة الواحدة ٢ سم^{٢} اوجد :

١) الكثافة السطحية للشحنة

٢) اذا زادت المساحة الى ثلاث اضعاف مع بقاء شحنة اللوحين ثابتة ماذا يحدث للكثافة السطحية للشحنة

٣) اذا زادت الشحنة الى اربعة اضعاف مع بقاء المساحة ثابتة ماذا يحدث للكثافة السطحية للشحنة

٤) اذا زادت الشحنة الى الضعفين و المساحة الى الضعفين ماذا يحدث للكثافة السطحية للشحنة

١) $\sigma_1 = \frac{س_1}{م_1}$

$= \frac{٨ \times ١٠^{-٦}}{٢ \times ١٠^{-٤}}$

$= ٤ \times ١٠^{-٢}$ كولوم/م^{٢}

٢) $\sigma_2 = \frac{س_2}{م_2} = \frac{س_1}{٣م_1} = \frac{1}{٣}\sigma_1$

$\sigma_2 = \frac{1}{٣}\sigma_1$ (تقل الى الثلث)

٣) $\sigma_3 = \frac{س_3}{م_3} = \frac{٤س_1}{٣م_1} = \frac{٤س_1}{م_1}$

$\sigma_3 = ٤(\frac{س_1}{م_1}) = ٤(\sigma_1)$

تزداد الى أربعة اضعاف

٤) $\sigma_4 = \frac{س_4}{٤م_1} = \frac{٢س_1}{٤م_1} = \frac{س_1}{م_1}$

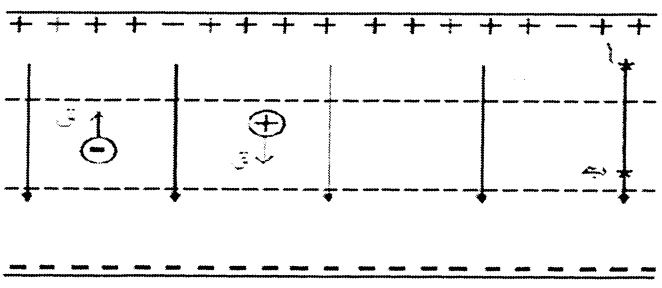
$\sigma_4 = \sigma_1$

تبقى ثابتة .

المجال الكهربائي المنتظم يعطى بالعلاقة

$$م = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

- **شرط استخدام هذا القانون** ان تكون الكثافة السطحية للشحنة على الصفيحتين متساوية
- حيث : σ : الكثافة السطحية للشحنة على أي من اللوحين
- ε : السماحية الكهربائية للهواء او الفراغ
- المجال الكهربائي المنتظم لا يعتمد على بعد النقطة عن أي من اللوحين فهو ثابت عند جميع النقاط عند ثبات الكثافة السطحية للشحنة و السماحية الكهربائية
- يعتمد المجال الكهربائي المنتظم على الكثافة السطحية للشحنة طرديا و السماحية الكهربائية عكسيا ، عند تغيير احدهما تتغير قميه المجال الكهربائي بين الصفيحتين و لكنة يبقى متخذا نفس القيمة الجديدة عند جميع النقاط



$م_أ = م_ب$

لحساب القوة الكهربائية المؤثرة في جسم مشحون موضوعة في مجال كهربائي منتظم:-

ق = مـ × ش ⟵ القوة الكهربائية المؤثرة على الجسم المشحون الموضوعة في المجال الكهربائي المنتظم : تكون ثابتة مقدارا واتجاها على نفس الجسم المشحون **و في نفس المجال الكهربائي المنتظم** ، و يتغير مقدار القوة بتغير اما مقدار شحنة الجسم الموضوع في المجال او تغيير مقدار المجال الكهربائي المنتظم

مثال (٤٠): صفيحتين متوازيتين مشحونتين بشحنتين متساويتين مقدارا كل منهما ٨.٨٥ X ١٠ $^{-٦}$ كولوم و مختلفتين نوعا و مساحة الصفيحة الواحدة ٠.٥ سم^{٢} الوسط الفاصل بين اللوحين اوجد :

١) المجال الكهربائي في الحيز بين اللوحين

٢) وضعت شحنة مقدارها ٨ X ١٠ $^{-٦}$ كولوم بين اللوحين احسب القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة مقدارا و اتجاها

٣) وضعت شحنة مقدارها -٢ X ١٠ $^{-٦}$ كولوم بين اللوحين هل تتغير القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة مقدارا و اتجاها فسر اجابتك

٤) اذا زادت المساحة الى ثلاث اضعاف مع بقاء شحنة اللوحين ثابتة ماذا يحدث للمجال الكهربائي

٥) اذا زادت شحنة اللوحين الى اربعة اضعاف مع بقاء المساحة اللوحين ثابتة ماذا يحدث للمجال الكهربائي و للقوة المؤثرة في الجسم المشحون في فرع (٢)

٦) اذا زادت شحنة اللوحين الى الضعفين و المساحة الى الضعفين ماذا يحدث للمجال الكهربائي

١) $م = \frac{ك}{\varepsilon_0} = \frac{سئه}{\varepsilon_0 أ}$ $= \frac{٨,٨٥ \times ١٠^{-٦}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ٠,٥ \times ١٠^{-٤}}$

$م = ٢ \times ١٠^{١٠}$ نيوتن/كولوم .

٢) $ق = م سئه$

$= ٢ \times ١٠^{١٠} \times ٨ \times ١٠^{-٦}$

$= ١٦ \times ١٠^{٤}$ نيوتن (باتجاه المجال)

٣) $ق = م سئه = ٢ \times ١٠^{١٠} \times -٢ \times ١٠^{-٦} = -٤ \times ١٠^{٤}$ نيوتن (عكس المجال)

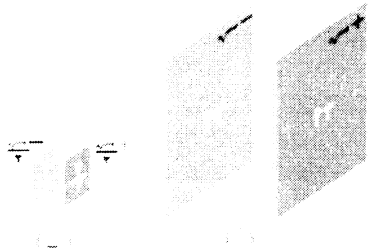
تتغير لأنه مقدار الشحنة واشارتها تغيرت .

٤) $م_{جديد} = \frac{ك_{جديد}}{\varepsilon_0} = \frac{سئه}{\varepsilon_0 ٣أ} = \frac{١}{٣} م_{قديم}$

(يقل الى الثلث).

٥) $م_{جديد} = \frac{ك_{جديد}}{\varepsilon_0} = \frac{٤ سئه}{\varepsilon_0 أ} = ٤ م$ (يزداد الى اربعة أضعاف)

مثال (٤١) : معتمدا على الشكل اي الحالتين يكون المجال الكهربائي بين اللوحين اكبر؟ فسر اجابتك.



$م_ب = \frac{سئه}{\varepsilon_0 أ} = \frac{سئه}{\varepsilon_0 ٣أ} = \frac{١}{٣} م_أ$ ← $م_أ > م_ب$

$ك_ب = \frac{سئه}{٤ ٣ \varepsilon_0} = \frac{سئه}{٣ \varepsilon_0}$ ← $ك_أ > ك_ب$ لأنه $ك = م سئه$

مثال (٤٢) واجب :صفيحتان موصلتان متوازيتان مساحة كل منهما(1×10^{-2})م^2، شحنت إحداهما بشحنة موجبة والأخرى بشحنة سالبة، وكانت الشحنة الكهربائية على كل صفيحة ($17,7 \times 10^{-9}$)كولوم. فأحسب مقدار:

١) المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين.

٢) القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة (1×10^{-9})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

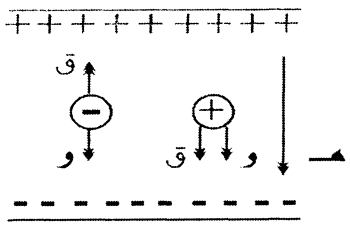
الجواب ١ - ١) ٢×١٠^{٥} نيوتن/كولوم

ج) ٢×١٠^{-٤} نيوتن

٣) ٤×١٠^{٥} نيوتن/كولوم .

((تسارع جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم))

عندما يوضع جسيم مشحون كتلته (ك) في مجال كهربائي منتظم فإنه يتأثر بقوة كهربائية ثابتة مقدارًا واتجاهًا. فإذا تحرك الجسيم تحت تأثير هذه القوة فإنه سيكتسب تسارعًا (ت) ثابتًا مقدارًا واتجاهًا حسب قانون نيوتن الثاني :



$$\text{مجموع (ق)} = \text{ك} \times \text{ت}$$

$$\text{ق كهربائية} \pm \text{و} = \text{ك} \times \text{ت}$$

- في حالة الجسيمات الذرية **فقط** (البروتونات والإلكترونات) فإن وزنها يكون مهملًا مقارنة بالقوة الكهربائية المؤثرة فيها

$$\text{ق}_{\text{ك}} = \text{ك ت}$$

$$\text{م}_{\text{س}} = \text{ك ت}$$

- يصبح القانون :

$$\text{ت} = \frac{\text{م}_{\text{س}}}{\text{ك}}$$

- تعتمد قيمة التسارع على المجال الكهربائي المنتظم بين اللوحين طردي و شحنة الجسم طردي و كتلة الجسم عكسيي و بما ان شحنة الجسم الواحد و كتلته ثابتة داخل نفس المجال الكهربائي المنتظم يكون مقدار تسارع الجسم على طول حركته ثابت

- **يمكن تغيير قيمة التسارع عن طريق:**

١) تغيير شحنة الجسم او كتلته و يتم ذلك باستبدال الجسم نفسه

٢) تغيير قيمة المجال الكهربائي بين اللوحين و ذلك عن طريق تغيير الكثافة السطحية للشحنة او تغيير السماحيه الكهربائية

- يكون اتجاه التسارع باتجاه القوة الكهربائية. وبما أن التسارع ثابت (اي تتغير سرعته بانتظام) بثبات العوامل التي يعتمد عليها يمكن تطبيق **معادلات الحركة بتسارع ثابت:**

$$\text{ع} = \text{ع}_{\text{ب}} + \text{ت ز}$$

$$\Delta\text{س} = \text{ع}_{\text{ب}} \text{ ز} + \frac{1}{2} \text{ت ز}^2$$

$$\text{ع}^2 = \text{ع}_{\text{ب}}^2 + 2 \text{ت} \Delta\text{س}$$

- حيث :

(ع) : **السرعة النهائية للجسم** ، ($\text{ع}_{\text{ب}}$) : **السرعة الابتدائية للجسم** ، (Δس) : **الازاحة التي يقطعها الجسم**

(ز) : **الزمن اللازم للحركة**

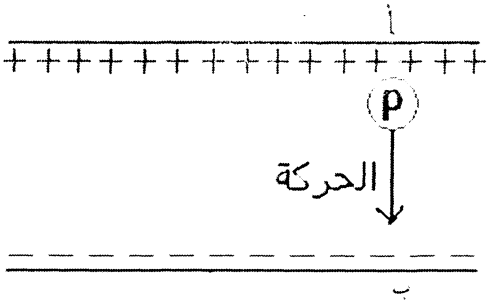
- **ملاحظات مهمة جدا:**

١) اذا كانت محصلة القوى المؤثرة بالجسم المشحون باتجاه حركته فان سرعته سوف تزداد (يتسارع الجسم)

٢) اذا كانت محصلة القوى المؤثرة بالجسم المشحون عكس اتجاه حركته فان سرعته سوف تقل (يتباطأ الجسم)

٣) اذا كانت محصلة القوى المؤثرة في الجسم صفر يتزن الجسم ، لن تزداد سرعته او تقل (ت=صفر) فإما ان يتحرك بسرعة ثابته او يسكن (حسب قانون نيوتن الاول)

مثال (٤٣):- يتحرك بروتون من السكون من النقطة أ عند اللوح الموجب إلى النقطة ب عند اللوح السالب بين لوحين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين مقدارا مختلفتين نوعا ، تفصل بينهما مسافة ٤ سم إذا كان المجال بين اللوحين ٦٢٥ نيوتن / كولوم احسب :-



١) تسارع البروتون

٢) سرعته النهائيه

٣) زمن حركة البروتون

٤) الكثافة السطحية للشحنة على كل لوح

شحنة البروتون ١.٦ X ١٠ $^{-١٩}$ كولوم وكتلته ١.٦ X ١٠ $^{-٢٧}$ كغم

١) $ت = \frac{ص ش}{ك}$

$= \frac{١.٦ \times ٦٢٥ \times ١٠^{-١٩}}{١.٦ \times ١٠^{-٢٧}}$

$= ٦٢٥ \times ١٠^{٨}$ م/ث^{٢}

٢) $ع_{ن}^{٢} = ع_{١}^{٢} + ٢ ت س$

$ع_{ن}^{٢} = ٠ + ٢ \times ٦٢٥ \times ٤ \times ١٠^{٦}$

$ع_{ن}^{٢} = ٥٠ \times ١٠^{٨}$

$ع_{ن} = \sqrt{٥٠ \times ١٠^{٨}} \approx ٧ \times ١٠^{٤}$ م/ث

٣) $ع_{ن} = ع_{١} + ت ن$

$٧ \times ١٠^{٤} = ٠ + ٦٢٥ \times ١٠^{٨} \times ن$

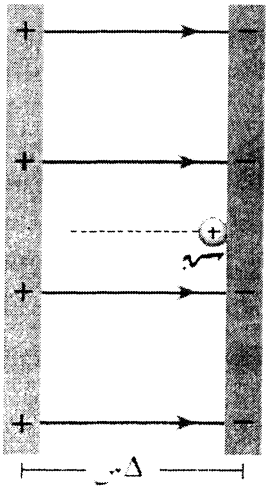
$ن = \frac{٧ \times ١٠^{٤}}{٦٢٥ \times ١٠^{٨}} = ١١,٢ \times ١٠^{-٧}$ ث

٤) $ص = \frac{ش}{٥ هـ}$

$ش = ٦٢٥$

$ش = ٦٢٥ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ كولم/م^{٢}

مثال (٤٤) واجب : تحرك بروتون من السكون في مجال كهربائي منتظم مقداره (501) نيوتن/كولوم من نقطة عند الصفيحة الموجبة إلى نقطة عند الصفيحة السالبة، و أصبحت سرعة البروتون (2.1×10^{5}) م/ث بعد قطعه الإزاحة اوجد :



١) تسارع البروتون

٢) زمن حركة البروتون

٣) ازاحة البروتون

٤) الكثافة السطحية للشحنة على كل لوح

شحنة البروتون ١.٦ X ١٠ $^{-١٩}$ كولوم وكتلته ١.٦ X ١٠ $^{-٢٧}$ كغم

الجواب :- ١) ٥٠١×١٠^{٨} م/ث^{٢} (تسارع)

٢) ٤×١٠^{-٦} ث

٣) ١٥×١٠^{-٢} م

٤) $٥٠١ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ كولم/م^{٢}

مثال (٤٥): قارن بين إلكترون وبروتون في نفس المجال كهربائي منتظم من حيث القوة الكهربائية المؤثرة عليهما و التسارع و اتجاه القوة علما بان شحنة الإلكترون – ١.٦ X ١٠ $^{-١٩}$ كولوم و كتلته ٩.١ X ١٠ $^{-٣١}$ كغم ،

شحنة البروتون ١.٦ X ١٠ $^{-١٩}$ كولوم و كتلته ١.٦ X ١٠ $^{-٢٧}$ كغم؟

الجسيم	القوة	اتجاه القوة	التسارع
الكترون	ق = مـ × ش متساوية	عكس المجال	ت = مـ × ش / ك اكبر
بروتون	ق = مـ × ش متساوية	مع المجال	ت = مـ × ش / ك اقل

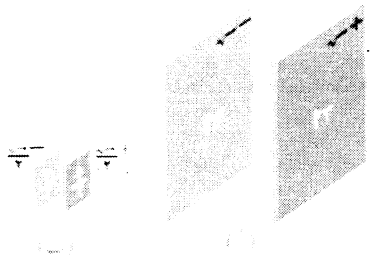
مثال (٤٦) واجب :يبين الشكل مجالاً كهربائيًا منتظمًا يتحرك فيه إلكترون وبروتون ،إذا كانت كتلة الإلكترون تعادل 1840/1 من كتلة البروتون تقريبًا، فأجب عن الأسئلة الآتية:

١) أيهما أكبر مقدارًا القوة الكهربائية المؤثرة في البروتون أم المؤثرة في الإلكترون؟

٢) أيهما أكبر مقدارًا تسارع البروتون أم تسارع الإلكترون؟ فسر إجابتك.

١) متساويه ٢) الالكترون

مثال (٤٧) : معتمدا على الشكل اي الحالتين يكون تسارع الكترون بين اللوحين اكبر؟ فسر اجابتك.



مثال (٤٨) : واجب : يتسارع بروتون في الحيز بين صفيحتين مشحونتين بشحنتين متساويتين مقدارا مختلفتين نوعا و هو في الحيز بين الصفيحتين زيدت شحنة كل صفيحة الى ثلاث اضعاف مع بقاء مساحة الصفيحتين ثابته ماذا يحدث لتسارع البروتون . فسر اجابتك

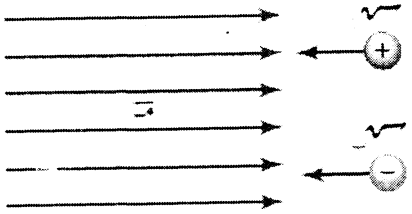
يزداد التسارع ثلاث اضعاف

مثال (٤٩) : اطلق الكترون و بروتون للحركة عكس مجال كهربائي منتظم اجب عما يلي :

١) حدد اتجاه القوة المؤثرة في الجسمين (البروتون مع المجال و الالكترون عكس المجال)

٢) اي الجسمين ستزداد سرعته و ايهما ستقل (البروتون ستقل سرعته لان حركته عكس القوة و الالكترون ستزداد)

مثال (٥٠) واجب عند دخول الجسيمات المشحونة إلى مجال كهربائي فإنها تتأثر بقوة كهربائية، ويبين الشكل اتجاه الحركة لجسيمين (أ) موجب الشحنة و(ب) سالب الشحنة قبل دخولهما إلى مجال كهربائي منتظم. وضح لكل جسيم:



١) اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة فيه في أثناء حركته في المجال الكهربائي.

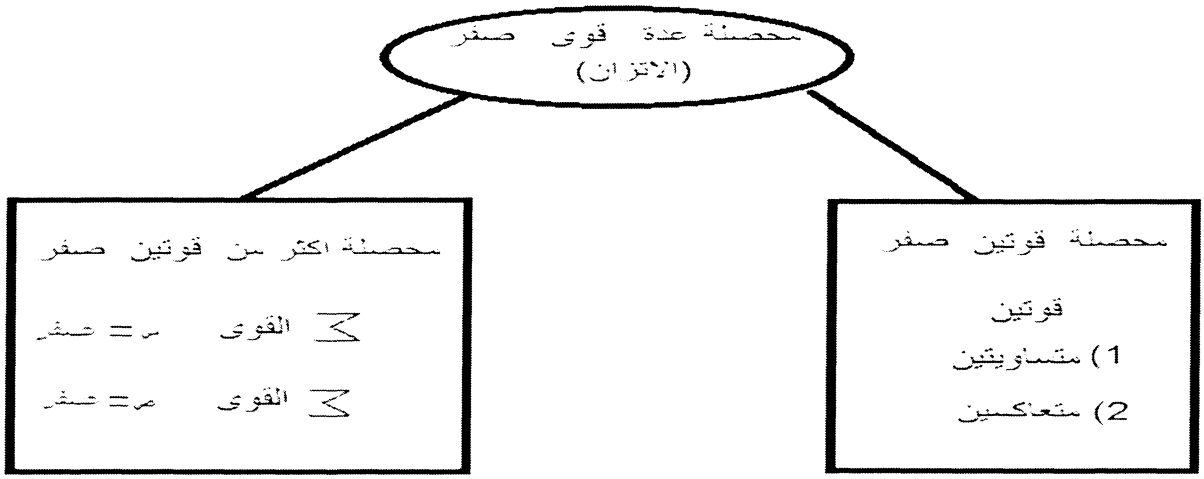
٢) أثر القوة الكهربائية في مقدار سرعة الجسيم

الجواب ١) سـ م باي ٥ (سـ ٤) سـ ب باي ٥ (سـ)

٢) سـ م يتباطأ سـ ب يتسارع

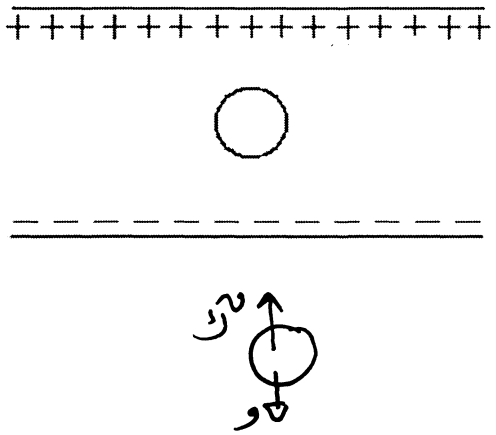
(الاتزان في المجال الكهربائي المنتظم)

عندما تكون محصلة القوى المؤثرة في جسم تساوي صفر فان الجسم يتزن فإما ان يتحرك بسرعة ثابتة او يكون ساكنا



مثال (٥١) :في الشكل المرسوم لوحين معدنين مشحونين بشحنتين متساويتين مقدارا مختلفتين نوعا المسافه بينهما ١٠ سم

وكرة مشحونة بشحنة مقدارها ٢ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم متزنة بين الصفيحتين إذا علمت أن كتلة الكرة ٢٠٠ غم احسب:-



١) القوة الكهربائية

٢) المجال الناتج عن اللوحين

٣) نوع شحنة الكرة

٤) الكثافة السطحية للشحنة على كل لوح

٥)اذا زادت الشحنة على كل لوح الى الضعف هل يبقى الجسم متزنا فسر اجابتك ، واذا لم يتزن كيف يجب تغيير مساحة كل لوح ليحافظ على اتزانه

١) بما أنه الكره متزنه وتؤثر عليها قوتين الوزنه للأسفل وبالتالي القوه الكهربائيه للأعلى حتى تتزنه ق ك = و = ٢ نيوتن

٣) ق ك = و

م ش ء ك × ج

م = $\frac{٢ \times ١٠^{-٢} \times ٢٠٠ \times ١٠^{-٣}}{١٠^{-٦} \times ٢}$

= ١ × ١٠$^{-٦}$ نيوتن/كولوم

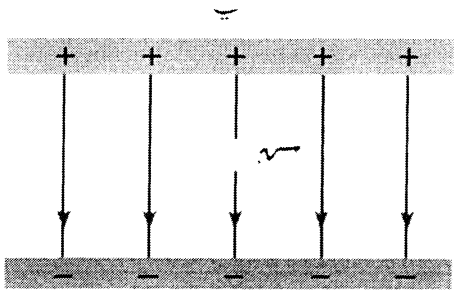
٢) سالبه (تأثرت لقوه عكس المجال الكهربائي)

٤) م = $\frac{\delta}{\varepsilon_0}$ ← $\delta = ١٠^{-٦} \times ١ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$

$\delta = ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم/م^{٢}

٥) عند زياده الشحنه تزداد الكثافه الى الضعف وبالتالي يزداد المجال الكهربائي للضعف وللمحافظه على الإتزان يجب أنه المحافظه على قيمه المجال بزياده المسافه الى الضعف

مثال (٥٢) واجب : يبين الشكل مجالً كهربائيًا منتظمًا اتجاهه نحو المحور الصادي السالب، **وضع** فيه جسيم شحنته(3) نانوكولوم وكتلته (3×10^{-5}) كغ، فاتزن .إذا علمت أن تسارع الجاذبية الأرضية (جـ = 10م/ث^2) فأجب عما يأتي:



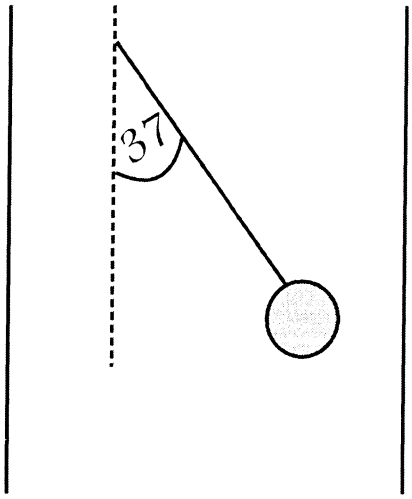
١) ما نوع شحنة الجسيم؟ (سالبة)

٢) احسب مقدار المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين.(1×10^{6} ن/ك)

٣) إذا استخدمنا صفيحتين لهما نصف المساحة، فكيف نُغير الشحنة الكهربائية على الصفيحتين لكي يبقى الجسيم متزنًا؟

نقل شحنة الصفيحتين الى النصف

مثال (٥٣) : علقت كرة وزنها ٠.٠١٦ نيوتن وشحنتها 1×6 $^{-9}$ كولوم بواسطة خيط خفيف بين لوحين معدنيين متوازيين ومشحونين بشحنتين مختلفتين والبعد بينهما ٥سم وهما في وضع رأسي ،فإذا كانت الزاوية التي يميل بها الخيط عن العمودي ٣٧° عندما تتزن الكره احسب :



١)المجال بين اللوحين و حدد اتجاه

٢) الكثافة السطحية للشحنة على كل لوح

١) يؤثر على الكره ثلاث قوى حتى تتزن

ك س = ٠ ∴ و ك ظا هـ = ٠

ك ص = ٠

و - ث جتا ٣٧ = ٠

و = ث جتا ٣٧ -- ①

و = ك ث ٠.٨

ث = 2×10^{-2} نيوتن

ك س = ٠

ك - ث جا ٣٧ = ٠

ك = ث جا ٣٧ -- ②

ك = 1.2×10^{-2} $\times$ 6×10^{-9}

= 1.3×10^{-2} ن

ك = م هـ

1.2×10^{-2} = م 6×10^{-9}

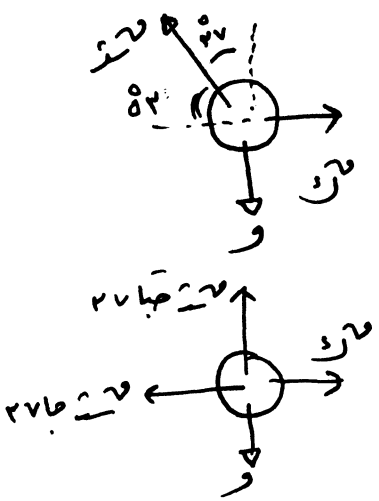
م = 2×10^{-6} ك/ن

(+) باتجاه اليسار .

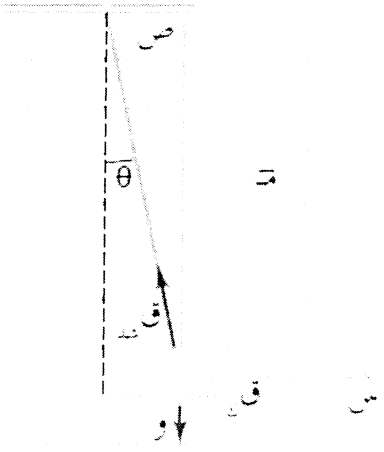
٢) $\sigma = \frac{\delta}{\varepsilon_0}$

$\delta = 2\times10^{-6}\times 8.85\times10^{-12}$

$= 17.7\times10^{-6}$ ك/م^2



مثال (٥٤) واجب :كرة صغيرة مشحونة شحنتها(٠.٣)، ووزنها (و) علقت بخيط داخل مجال كهربائي منتظم، فاتزنت كما هو مبين في الشكل ، أثبت أن مقدار المجال الكهربائي و الكثافة السطحية للشحنة على اللوح يعطى بالعلاقات على الترتيب:

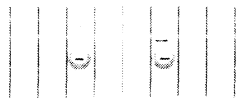


$$م = \frac{و\ ظا\ \theta}{٠.٣}$$

$$\sigma = \frac{و\ ظا\ \theta\ \varepsilon_0}{٠.٣}$$

امثلة متنوعه على المجال الكهربائي المنتظم (واجبات) :

مثال (٥٥)واجب : اتزن جسيم(أ) شحنته(-ش). وكتلته (ك) في مجال كهربائي منتظم كما هو مبين في الشكل ادرس الشكل، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



١) حدد نوع الشحنة الكهربائية على الصفيحتين.

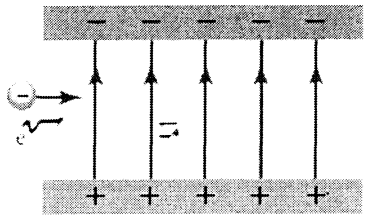
٢) إذا أُدخل جسيم (ب) شحنته(-ش) وكتلته(2ك) في المجال الكهربائي نفسه، فهل يتزن؟ فسر إجابتك .

٣) إذا زادت الشحنة الكهربائية على الصفيحتين فهل يبقى الجسيم(أ) محافظًا على اتزانه؟ فسر ذلك .

الجواب :- ١) علوي (+) سفلي (-)

٢) لا ، لأنه الوزنه تكون اصغر من القوه الكهربائيه

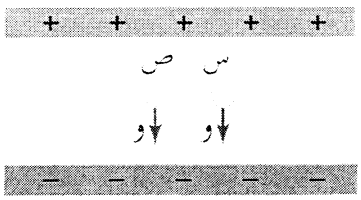
٣) لا ، لأنه القوه الكهربائيه تصبح اكبر من الوزنه



مثال (٥٥)واجب : عندما يدخل إلكترون متحركٌ بالتجاه 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.

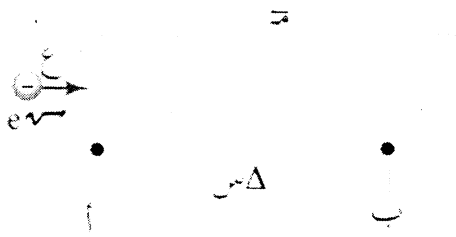


مثال (٥٥)واجب :جسيمان (س) و(ص) مشحونان ومتساويان في الوزن، وُضعا ساكنين في مجال كهربائي منتظم كما يبين الشكل، ولوحظ أن الجسيم (س) بقي ساكنًا، بينما تحرك الجسيم(ص) باتجاه محور الصادات الموجب .أجب عما يأتي: .

١) ما نوع شحنة كل من الجسيمين؟ س (سالب) ، ص (سالب)

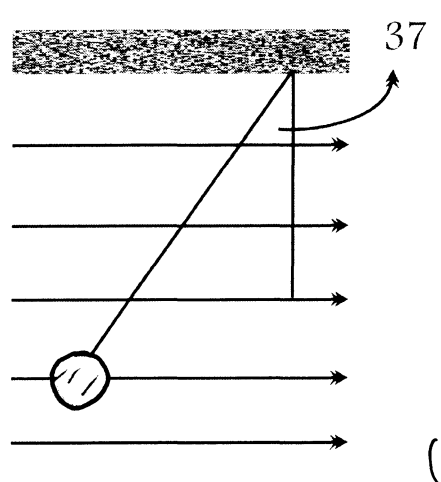
٢) كيف تفسر اختلاف الحالة الحركية للجسمين (س) و(ص) بالرغم من أنهما متساويان في الوزن؟

القوه الكهربائيه على ص اكبر من س لأنه كتلته اكبر



مثال (٥٦) : الكترون يتحرك باتجاه المحور السيني الموجب بسرعة (٣\٨) مليون متر\ث ادخل الالكترون الى مجال كهربائي منتظم قيمته (١ x ١٠ ^{٣}) نيوتن\ كولوم، اذا بدأ الالكترون حركته من (أ) وتوقف عند (ب) فاحسب الازاحة التي قطعها

الجواب :- $\Delta س = ٥ \times ١٠^{-٣}$ م .

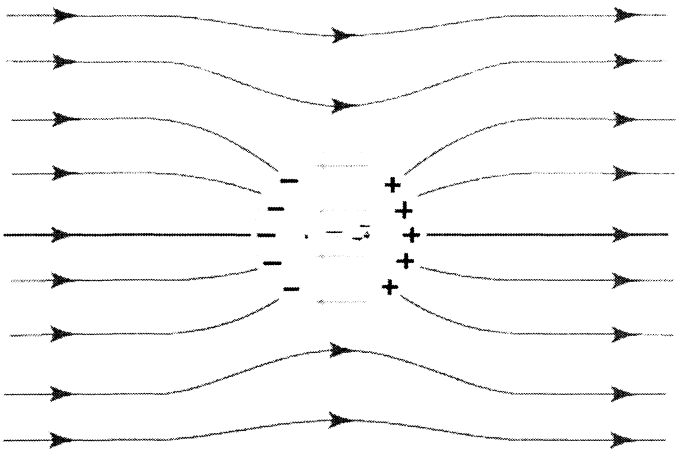


مثال (٥٦) : في الشكل المرسوم كرة كتلتها ١٠٠غم ، موضوعة في مجال كهربائي منتظم مقداره ٣×١٠ ^{٣} نيوتن/ كولوم فانحرفت عن الوضع الرأسي بزاوية ٣٧° و اتزنت احسب مقدار الشحنة ونوعها

$\frac{٤}{٥} \times ١٠^{-٣}$ كولوم (سالبه)

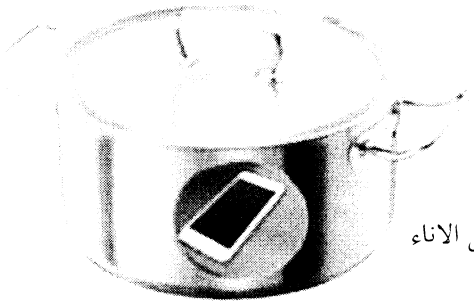
حماية الاجهزة الالكترونية من المجلات الكهربائية الخارجية

تحتوي الموصلات على إلكترونات حرة، وعندما يوضع موصل في مجال كهربائي خارجي تتأثر هذه الإلكترونات بقوة كهربائية تدفعها للحركة بعكس اتجاه المجال الكهربائي المؤثر، فيشحن الموصل بالحث، وتتوزع الشحنات على السطح الخارجي للموصل، كما هو مبين في الشكل فينشأ داخل الموصل مجال كهربائي مساوٍ للمجال الكهربائي الخارجي، ومعاكسٌ له في التجاه، فيكون المجال الكهربائي المحصل داخل الموصل صفرًا، وبذلك يمنع الموصل المجال الكهربائي الخارجي من اختراقه .



علل: الموصلات تستخدم لتغليف الأجهزة الإلكترونية، وتشكل درعًا واقيًا لها او تغلف الأجهزة الإلكترونية بأكياس مصنوعة من مادة موصلة لحماية الأجهزة الإلكترونية ؟

الجواب : عندما يوضع موصل في مجال كهربائي خارجي فيشحن الموصل بالحث، وتتوزع الشحنات على السطح الخارجي للموصل فينشأ داخل الموصل مجال كهربائي مساوٍ للمجال الكهربائي الخارجي، ومعاكسٌ له في التجاه، فيكون المجال الكهربائي المحصل داخل الموصل صفرًا، وبذلك يمنع الموصل المجال الكهربائي الخارجي من اختراقه .



مثال(٥٧): عند وضع هاتف داخل اناء فلزي يلاحظ انه لا يمكن الاتصال مع الهاتف

فسر ذلك ؟

الهاتف يعمل على امواج كهرومغناطيسة تتكون من مجال كهربائي و عند وضع الهاتف داخل الاناء يشحن الاناء بالحث و تتوزع الشحنات على سطح الاناء فينشأ داخل الاناء مجال كهربائي مساوٍ للمجال الكهربائي الخارجي، ومعاكسٌ له في الاتجاه، فيكون المجال الكهربائي المحصل داخل الاناء صفرًا، وبذلك يمنع الاناء المجال الكهربائي الخارجي من اختراقه و الوصول الى الهاتف.

مثال (٥٨) :ايهما اكثر امانا البقاء داخل السيارة خلال عاصفه مصحوبة بالبرق ام الخروج منها . فسر اجابتك ؟

البقاء داخل السيارة ، لان جسمها الخارجي عبارة عن مادة موصلة اذا ضرب البرق السيارة فيشحن جسم المركبة ، وتتوزع الشحنات على السطح الخارجي للمركبة ويمنع وصول الشحنات للراكب

(ملخص قوانين الفصل)