(١ – ١) القوة الكهربائية والمجال الكهربائي:

مهم جداً:
شحنة الإلكترون وشحنة البروتون متساويتان، ومقدار كل منهما ١,٦×١٠ $^{-١٩}$ كولوم يمكن للمادة أن تفقد أو تكسب إلكترونات، ولا نتحدث هنا عن فقد أو كسب البروتونات.

✓ **معلومات أساسيَّة**:
- جميع المواد تتكون من ذرات.
- جميع الذرات تحوي **إلكترونات** سالبة الشحنة، و**بروتونات** موجبة الشحنة.
- إن عدد الإلكترونات والبروتونات في المادة (أي في ذراتها) هو الذي يحدد إذا كانت المادة مشحونة أوغير مشحونة؛ وبذلك يمكن أن تتواجد المادة في ثلاث حالات:
١- مادة **متعادلة الشحنة**، يكون فيها عدد الإلكترونات **مساوياً** لعدد البوتونات.
٢- مادة **سالبة الشحنة**، يكون فيها عدد الإلكترونات **أكبر** من عدد البروتونات. ← هنا المادة اكتسبت إلكترون أوأكثر.
٣- مادة **موجبة الشحنة**، يكون فيها عدد الإلكترونات **أقل** من عدد البروتونات. ← هنا المادة فقدت إلكترون أوأكثر.
- اتفق العلماء على اعتبار أن **شحنة الإلكترون** لا يمكن أن تتجزأ ولذلك أطلقوا عليها مصطلح **الشحنة الأساسيَّة**.

سؤال: عرِّف الشحنة الأساسية؟
الإجابة: **الشحنة الأساسيَّة**: هي **أصغر شحنة حرَّة في الطبيعة** وهي شحنة الإلكترون وتساوي (١,٦×١٠ $^{-١٩}$) كولوم.

سؤال: كيف يصبح الجسم مشحوناً؟
الإجابة: يصبح الجسم مشحوناً عندما _____. ← (الكتاب ص٨)

- إن شحنة أي جسم يجب أن تكون من مضاعفات شحنة الإلكترون، وهذا ما يسمى **مبدأ تكمية الشحنة**.

سؤال: اكتب علاقة رياضية تعبر بها عن مبدأ تكمية الشحنة، موضحاً دلالة كل رمز؟
الإجابة: العلاقة الرياضية لمبدأ تكمية الشحنة هي:
← (الكتاب ص٨)
حيثُ: (~): شحنة الجسم، و(ن): عدد الإلكترونات المفقودة أوالمكتسبة، و(~): شحنة الإلكترون.

سؤال: متى نقول عن شحنة الجسم أنها موجودة في الطبيعة؟
الإجابة: تكون شحنة أي جسم موجودة في الطبيعة (أي أنها مكمَّاة) عندما **تحوي عدداً صحيحاً** من مقدار شحنة الإلكترون.

سؤال: هل يمكن لجسم مشحون أن يحمل شحنة (٣×١٠ $^{-١٩}$) كولوم؟ فسِّر إجابتك.
الإجابة: لا يمكن لجسم مشحون أن يحمل هذه الشحنة؛ لأنها غير مكمَّاة.
(((توضيح.. هذه الشحنة لا تحوي عدداً صحيحاً من مقدار شحنة الإلكترون)))

سؤال: لكل من الشحنات الآتية حدِّد إذا كان يمكن أن توجد في الطبيعة أم لا؟ مفسراً إجابتك.
١) (٦,٤ × ١٠ $^{-٢٠}$) كولوم.
٢) (٩,٦ × ١٠ $^{-٢٢}$) كولوم.
٣) (– ٣,٢ × ١٠ $^{-١٨}$) كولوم.

الإجابة:
١)
٢)
٣)

سؤال: يُعدُّ الكولوم وحدة قياس كبيرة نسبياً من الناحية العملية. وضِّح ذلك عن طريق حساب عدد الإلكترونات التي يفقدها جسم أويكسبها لتصبح شحنته (١) كولوم.
الحل:

سؤال: متى نُطلق على الشحنة الكهربائية التي يحملها الجسم أنها **شحنة نقطيَّة ؟**
الإجابة: عندما تكون أبعاد الأجسام المشحونة صغيرة جداً بالنسبة إلى المسافات بينها، حيثُ تبدو الشحنة الكهربائية على الجسم كأنَّها تتركز في نقطة.

سؤال: تنشأ بين الأجسام الكهربائية قوى كهربائية تكون تنافراً أوتجاذباً، ما هي العوامل التي يعتمد عليها مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين؟
الإجابة: حدَّد العالم كولوم هذهِ العوامل وهي أنَّ مقدار القوة الكهربائية (**ق**ك):
١- يتناسب طردياً مع مقدار كل من الشحنتين النقطيتين. ٢- يتناسب عكسيًّا مع مربع المسافة بين الشحنتين النقطيتين.
٣- طبيعة الوسط الذي توجد فيه الشحنات. **معلومة**: ستقتصر دراستنا على الشحنات الكهربائية التي توضع في الهواء.

سؤال: اكتب العلاقة الرياضية **لقانون كولوم**، التي نحسب من خلالها مقدار القوة الكهربائية، موضحاً دلالة كل رمز؟
الإجابة: العلاقة الرياضية لقانون كولوم هي:

حيثُ: (ف): المسافة بين الشحنتين النقطيتين، و(أ): ثابت كولوم، ($\overrightarrow{ق_{١}}$ ، $\overrightarrow{ق_{٢}}$):مقدار كل من الشحنتين النقطيتين.

سؤال (توضيحي): على ماذا يعتمد ثابت كولوم؟ وما هو مقداره؟
الإجابة: يعتمد ثابت كولوم فقط على طبيعة الوسط الذي توجد فيه الشحنات. يُعبَّر عن ثابت كولوم بالمقدار ($\frac{١}{\varepsilon\ \pi\ ٤}$)؛
حيثُ: (ε) هي السماحية الكهربائيَّة للوسط ، فإذا كان الوسط هواءً أو فراغاً فإنَّهُ يُعبَّرُ عن السماحية الكهربائية بالرمز **(ε.)**
وعندها تكون قيمة الثابت كاملاً في الفراغ أو الهواء: $\frac{١}{\varepsilon.\ \pi\ ٤} = ٩ \times ١٠^{٩}$ **نيوتن. م^{٢} / كولوم^{٢}**

سؤال: ما هو مقدار ووحدة قياس السماحية الكهربائية في الهواء أوالفراغ؟
الإجابة: **ε. = (٨,٨٥ × ١٠$^{-١٢}$) كولوم^{٢} / نيوتن. م^{٢}** وهي أصغر قيمة ممكنة للسماحية الكهربائيَّة

سؤال: وضح لماذا توصف القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين بأنها **قوة متبادلة؟**
الإجابة: تبعاً لقانون نيوتن الثالث "لكل فعل رد فعل مساوٍ لهُ في المقدار ومعاكس لهُ في الاتجاه" ؛ أي أن القوة التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الثانية ($\overrightarrow{ق_{٢١}}$) تساوي القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الأولى ($\overrightarrow{ق_{١٢}}$) مقداراً وتعاكسها اتجاهاً، بحيث: $\overrightarrow{ق_{٢١}} = -\overrightarrow{ق_{١٢}}$

سؤال: مستخدماً قانون كولوم توصَّل إلى وحدة قياس ثابت كولوم.
الإجابة: ← (الكتاب ص٩)

سؤال: ما هو المفهوم الذي وضعه العالم فارادي ليمكنه من تفسير أنَّ القوة الكهربائية ذات تأثير عن بُعد؟
الإجابة: تمكَّن فارادي من تفسير تأثير القوة الكهربائية عن بُعد بافتراض مفهوم المجال الكهربائي.

توضيح: يُعّدُّ المجال الكهربائي خاصيَّة للحيِّز المحيط بالشحنة الكهربائية ، يظهر تأثيره على شكل قوة كهربائية تؤثِّر في شحنة أخرى توضع في هذا الحيِّز.

سؤال: اكتب ثلاثة أمثلة على قوة مجال؟
الإجابة: من الأمثلة على قوة مجال:
١- القوة الكهربائية ٢- القوة المغناطيسية ٣- قوة الجاذبيَّة الأرضيَّة.

تذكر أنَّ:
شحنة الاختبار هي **شحنة نقطيَّة صغيرة المقدار موجبة**. . . . . وتستخدم في:
١) الكشف عن المجال الكهربائي. ٢) قياس شدة المجال الكهربائي. ٣) رسم خطوط المجال الكهربائي.

سؤال: عرِّف المجال الكهربائي عند نقطة؟ وعبِّر عنه بعلاقة رياضية مناسبة.
الإجابة: المجال الكهربائي عند نقطة هو: ← (الكتاب ص٩)
القوة الكهربائية المؤثرة في وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة عند تلك النقطة.

العلاقة الرياضية لحساب المجال الكهربائي عند نقطة هي:

$$\overleftarrow{م} = \frac{\overleftarrow{ق}}{ـــ}$$

يُقاس المجال الكهربائي بوحدة: نيوتن/كولوم

معلومة مهمة:
- المجال الكهربائي كمية متجهة
- ونحدد اتجاهه عند نقطة باتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار موجبة موضوعة عند تلك النقطة.
- المجال الكهربائي لا يعتمد على مقدار شحنة الاختبار.

سؤال: علل يجب أن تكون شحنة الاختبار صغيرة المقدار؟
الإجابة: ذلك لكي لا تُحدِث تأثيراً يُذكَر في المجال المُراد قياسُه.

سؤال: وضِعَت شحنة اختبار موجبة عند نقطة في مجال كهربائي فتأثَّرَت بقوة باتجاه المحور الصادي السالب:
أ) ما اتجاه المجال عند تلك النقطة؟ الإجابة: _____.
ب) إذا وُضِع إلكترون بدلاً من شحنة الاختبار، فهل يتغيَّر مقدار المجال الكهربائي أواتجاهه عند تلك النقطة؟ فسِّر إجابتَك.
الإجابة: _____
_____.

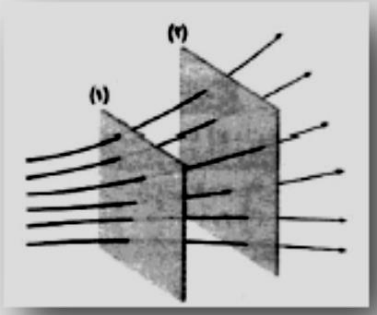
سؤال: عرِّف خط المجال الكهربائي؟
الإجابة: هو **المسار الذي تسلكه شحنة الاختبار الموجبة حرَّة الحركة عند وضعها في المجال الكهربائي.**

سؤال: ما الفهم أو التصوُّر الذي تسهم به خطوط المجال الكهربائي؟
الإجابة: تسهم خطوط المجال الكهربائي في التعرُّف على المجال الكهربائي ووصفه مقداراً واتجاهاً.

سؤال: ما هي خصائص خطوط المجال الكهربائي؟
الإجابة: ١- خطوط وهميَّة. ٢- خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع.
٣- تكون خطوط المجال الكهربائي خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة.

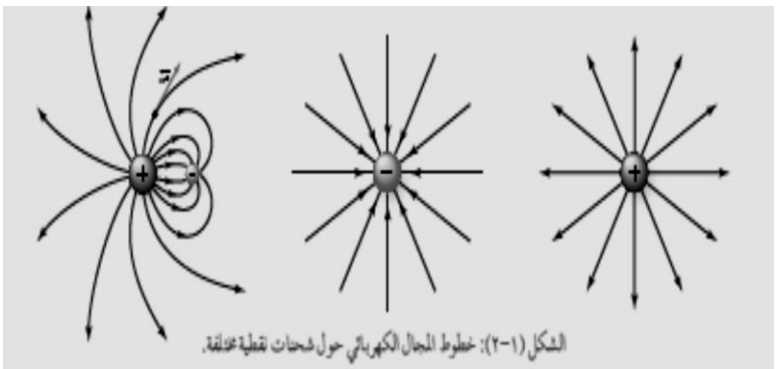
سؤال: فسِّر العبارة الآتية: " تكون خطوط المجال الكهربائي خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة".
التفسير: لأنَّ خطوط المجال الكهربائي **تمثل المسار لشحنة اختبار موجبة** والتي تتجه **مبتعدة عن الشحنة الموجبة ومقتربة من الشحنة السالبة**.

- يوجد مفهوم مهم وهو مفهوم كثافة خطوط المجال الكهربائي حيثُ يقوم هذا المفهوم على عدد الخطوط التي تعبر عمودياً وحدة المساحة. ويستفاد منه في المقارنة بين شدة المجال الكهربائي من نقطة إلى أخرى، وتحديد اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة.

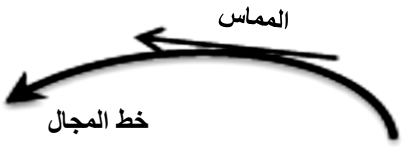


سؤال: في الشكل المجاور، قارن بين مقدار المجال الكهربائي عند كل من السطحين (١) و (٢)؟
الإجابة: في الشكل المجاور تبدو خطوط المجال متقاربة عند عبورها السطح (١) أكثر من تقاربها عند السطح (٢)، لذا يكون مقدار المجال عند السطح (١) أكبر منه عند السطح (٢).
سؤال: لا يمكن لخطوط المجال الكهربائي أن تتقاطع، علل ذلك.
الإجابة: لأنها لو تقاطعت لكان للمجال في نقطة التقاطع أكثر من اتجاه و هذا غير صحيح، حيثُ أنَّ للمجال اتجاه واحداً في النقطة الواحدة.

سؤال: **بيِّن** كيف يمكن الإفادة من خطوط المجال الكهربائي في معرفة كل من:
أ) مقدار المجال الكهربائي في منطقة ما.
ب) اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة.


الشكل (١-٢): خطوط المجال الكهربائي حول شحنات نقطية مختلفة.

الإجابة: أ) من خلال كثافة خطوط المجال الكهربائي في المنطقة والتي تدل على مقدار المجال الكهربائي؛ حيث يكون مقدار المجال الكهربائي كبيراً في المنطقة التي تتقارب فيها الخطوط، بينما يكون مقداره صغيراً في المنطقة التي تتباعد فيها الخطوط.
ب) يُحَدَّد اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة ما برسم مماس لخط المجال الكهربائي عند تلك النقطة. (كتاب صفحة ١٠)



(١ - ٢) المجال الكهربائي الناشئ عن شحنات نقطية:

✓ **معلومة مهمَّـة:**

- تستخدم العلاقة (مـ = ق / س.) لحساب المجال الكهربائي عند نقطة بغض النظر عن معرفتنا لمصدر المجال الكهربائي.

- يمكن التوصُّـل إلى علاقة أخرى لحساب المجال الكهربائي عند نقطة وذلك باستخدام قانون كولوم على النحو الآتي:

$ق = \frac{أ\,س\,س.}{ف^{٢}}$ وبالتعويض في علاقة المجال ينتج لدينا:

$م = \frac{أ\,س\,س.}{ف^{٢}\,س.}$ وباختصار(س.) فإن:

$م = \frac{أ\,س}{ف^{٢}}$ (الكتاب صفحة ١١)

✓ بما أن هذه العلاقة للمجال:

$م = \frac{أ\,س}{ف^{٢}}$

تعتمد على قانون كولوم يجب الانتباه إلى أنَّ:

شرط استخدامها هو أن تكون الشحنة الكهربائية المولِّدة للمجال (المصدر) شحنة نقطيَّـة.

سؤال: اكتب العوامل التي يعتمد عليها مقدار المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطيَّـة عند نقطة في الهواء.

الإجابة: العوامل هي:

١) مقدار الشحنة الكهربائيَّـة المولدة للمجال الكهربائي (المصدر). {علاقة طردية}

٢) مربع بين الشحنة الكهربائيَّـة والنقطة المراد حساب المجال عندها. {علاقة عكسية}

سؤال: ما المقصود بأن المجال الكهربائي عند نقطة يساوي (٥×١٠ ^ ° نيوتن/كولوم)؟ **مهم !!**

الإجابة: هذا يعني أن هذا المجال يؤثر بقوة كهربائية قدرها (٥×١٠ ^ ° نيوتن) في **وحدة** الشحنات **الموجبة** الموضوعة عند تلك النقطة.

معلومة مهمَّـة:

- مقدار المجال الكهربائي في المالانهاية يساوي صفر!! ، حيثُ تُستخدم هذه المعلومة في كثير من التطبيقات الفيزيائية كنقطة مرجعيَّة، مثل حسابات الجهد الكهربائي عند نقطة والذي سيمر معنا لاحقاً.
- مقدار المجال الكهربائي داخل الموصلات الفلزيَّة يُساوي صفر!! ، حيثُ أنَّ هذه الحقيقة مفيدة جداً في حفظ المواد التي لا نريد تعريضها للمجال الكهربائي فيقوم الفيزيائي بوضع المادة ضمن حيز فلزِّي مغلق..!

سؤال: أ- ما هي استخدامات الصيغة الرياضيَّة مـ = ق/ س. ؟

الإجابة: ١) تعريف المجال الكهربائي. ٢) اشتقاق وحدة قياس المجال الكهربائي.

٣) حساب المجال الكهربائي عندما لا نعلم مقدار الشحنة المسببة، مثل حالة المجال المنتظم "ندرسها لاحقا".

٤) حساب القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة موضوعة في مجال معلوم المقدار والاتجاه.

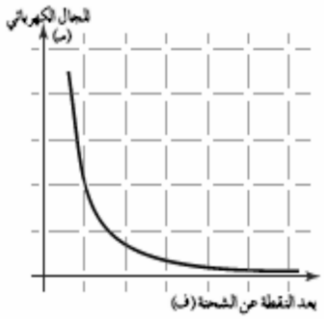
ب- ما هي استخدامات الصيغة الرياضيَّة مـ = ٩×١٠ ^ ٩ س/ ف^٢ ؟

الإجابة: ١) تحديد العوامل المؤثرة بمقدار المجال الكهربائي عند نقطة. ٢) حساب المجال عند نقطة عند معرفة مقدار الشحنة المسببة للمجال الكهربائي (المصدر).

سؤال: من خلال دراستك للمجال الكهربائي الناشئ عن شحنات نقطية ارسم التمثيل البياني الصحيح للعلاقة بين المجال الكهربائي عند نقطة، وبعد هذهِ النقطة عن الشحنة المولِّدة للمجال الكهربائي (المصدر).

الإجابة:

أنظر الرسم البياني المجاور

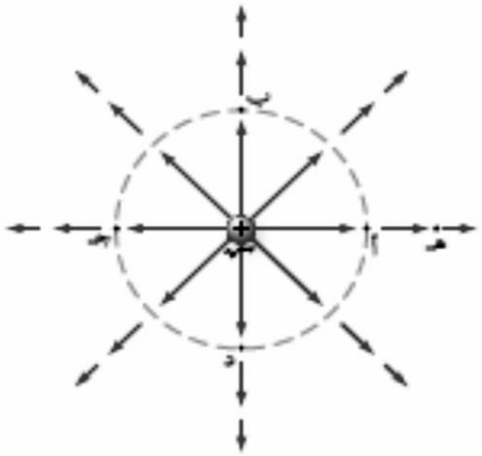


سؤال: "يعتبر المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطيَّة **مجالاً غير منتظم**"، وضح هذه العبارة.

الإجابة: ذلكَ يعني أنَّ المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية يكون **غير ثابت في المقدار والاتجاه**.

سؤال: الشكل المجاور لمجال كهربائي لشحنة نقطيَّة موجبة، المطلوب:

بيِّن أن هذا المجال يعتبر مجالاً غير منتظم.



الإجابة:

يكون المجال الكهربائي عند النقاط (أ ، ب ، جـ ، د) متساوياً في المقدار لأنَّ لهذه النقاط البعد نفسه عن الشحنة النقطيَّة المولِّدة، إلا أنَّ اتجاه المجال الكهربائي عند كل منها مختلف، وكذلك فإنَّ مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (هـ) أقل من مقداره عند النقطة (أ) بالرُّغم من أن للمجال الكهربائي الاتجاه نفسه عند هاتين النقطتين.

سؤال: متى يكون اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة نقطية:

أ) مع اتجاه المجال الكهربائي؟ ب) عكس اتجاه المجال الكهربائي؟

الإجابة:

أ) يكون اتجاه **القوة بنفس اتجاه المجال**؛ عندما تكون الشحنة المتأثرة (الواقعة في منطقة المجال) **موجبة**.

ب) يكون اتجاه **القوة عكس اتجاه المجال**؛ عندما تكون الشحنة المتأثرة (الواقعة في منطقة المجال) **سالبة**.

✓ أسئلة حسابيَّة:

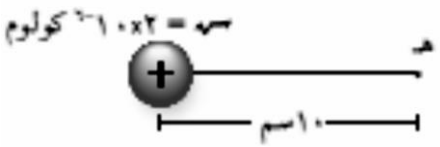
مثال: إذا علمت أنَّ القوة الكهربائية على شحنة نقطية (٢ × ١٠$^{-٦}$) كولوم، موضوعة في الهواء عند نقطة تساوي (٥,٤×١٠$^{-٢}$) نيوتن نحو السينات الموجب، احسب مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند تلك النقطة.

الحل:

- على فرض أن الشحنة النقطيَّة كانت سالبة، ما الذي سيتغيَّر في إجابتك؟

الحل:

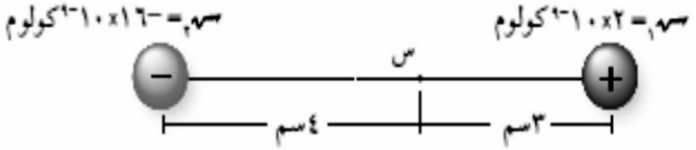
مثال: يبيِّن الشكل شحنة نقطية (٢ × ١٠$^{-٦}$) كولوم موضوعة في الهواء. إذا كانت (هـ) نقطة تقع في مجال الشحنة الكهربائية وعلى بُعد (١٠) سم منها فجد عند النقطة (هـ):



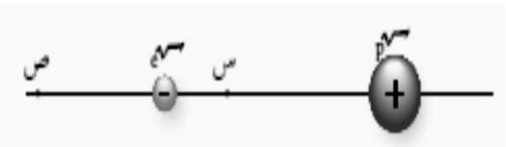
١) المجال الكهربائي مقداراً واتجاهاً.
٢) القوة الكهربائيَّـة المؤثرة في شحنة (- ٢ × ١٠$^{-٩}$) كولوم توضع عند هذه النقطة، مقداراً واتجاهاً.
الحل:

مثال: يبيِّن الشكل شحنتين نقطيتين موضوعتين في الهواء. بالاعتماد على البيانات المثبتة في الشكل، جد:
١) المجال الكهربائي المحصِّل عند النقطة (س) مقداراً واتجاهاً.
٢) القوة الكهربائيَّـة المؤثرة في شحنة (٢) بيكوكولوم توضع عند النقطة (س) مقداراً واتجاهاً.

الحل:



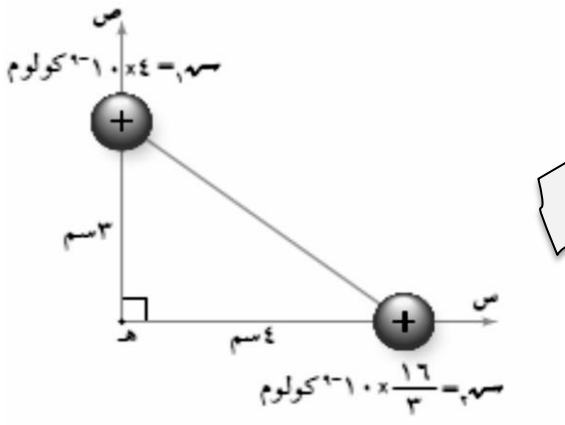
سؤال: يبيِّن الشكل المرفق إلكتروناً وبروتوناً موضوعين على المحور السيني. حدِّد اتجاه المجال الكهربائي المحصِّل عند كلٍّ من النقطتين (س) ، (ص).



الإجابة:
- **عند النقطة (س)** اتجاه المجال المحصِّل نحو السينات السالب.
- **عند النقطة (ص)** اتجاه المجال المحصِّل نحو السينات الموجب.

لاحظ أنَّ: الشحنتان متساويتان مقداراً ومختلفتان نوعاً؛ لذلك لا وجود لنقطة انعدام مجال.
- تذكَّـر أنَّ: نقطة **انعدام المجال المحصِّل** هي النقطة التي يكون المجال المحصِّل عندها معدوماً.....
[سوف نوضح ذلك في الحصة الصفيَّـة]

مثال: شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء، كما يبيِّن الشكل. جد المجال الكهربائي المحصِّل عند النقطة (هـ) مقداراً واتجاهاً.

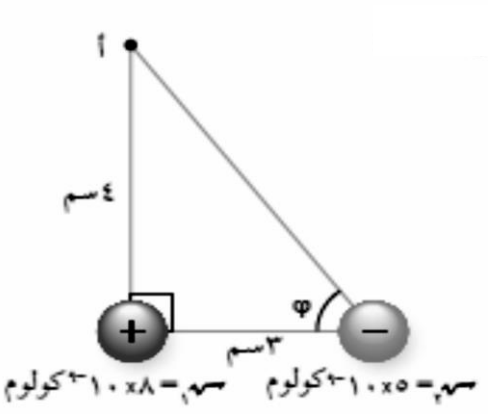


محصلة لمتجهين منطبقين كلٌّ على محور

الحل:

مثال: شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء، كما هو مُبَيَّن في الشكل المجاور. ادرس الشكل ثُمَّ جد المجال الكهربائي المحصِّل عند النقطة (أ) مقداراً واتجاهاً.

الحل:

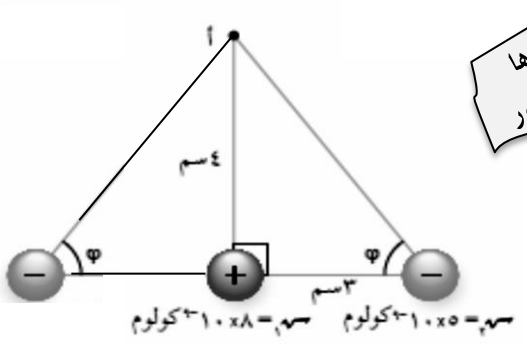


محصلة متجهين أحدهما غير منطبق على محور

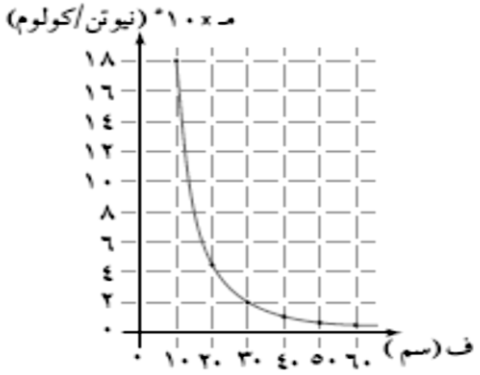
مثال: شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء، كما هو مُبَيَّن في الشكل المجاور. ادرس الشكل ثُمَّ جد المجال الكهربائي المحصِّل عند النقطة (أ) مقداراً واتجاهاً.

الحل:

محصلة لعدة متجهات منها ما هو غير منطبق على محور



سؤال: يبيِّن الشكل منحنى العلاقة بين المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطيَّة والبُعد عنها. معتمداً على الشكل جد مقدار كل مما يأتي:



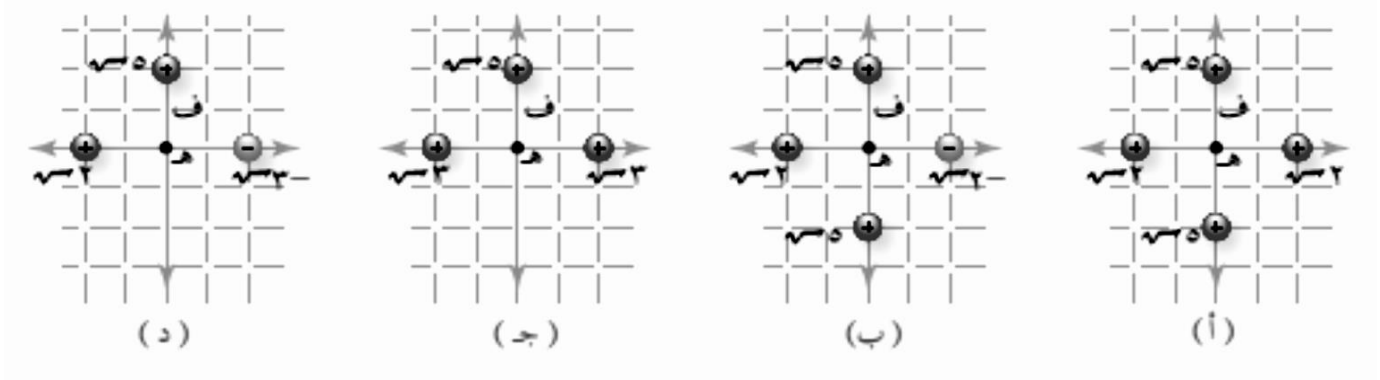
أ) المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن الشحنة (٣٠) سم.

ب) القوة الكهربائيَّة المؤثرة في شحنة (١ × ١٠ $^{-٩}$) كولوم توضع عند نقطة تبعد (٢٠) سم عن الشحنة.

جـ) الشحنة الكهربائيَّة المولِّدة للمجال.

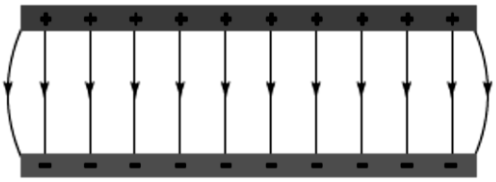
الحل:

سؤال: يُبَيِّن الشكل المرفق توزيعات مختلفة من الشحنات النقطيَّة، إذا كان (ف) يمثِّل بُعد كل شحنة عن النقطة (هـ)، فجد المجال الكهربائي المحصِّل مقداراً واتجاهاً عند النقطة (هـ) بدلالة كل من ($\vec{س}$ ، ف).



الحل:

(١ - ٣) المجال الكهربائي المنتظم:


الشكل (١-١٣): المجال الكهربائي المنتظم.

✓ **معلومة مهمَّة:**

- عند شحن صفيحتين موصلتين متوازيتين إحداهما بشحنة سالبة والأخرى بشحنة موجبة، فإنَّ الشحنة **تتوزَّع على سطحيهما بانتظام**، وينشأ **مجال كهربائي منتظم ثابت مقداراً واتجاهاً** عند النقاط جميعها في الحيِّز بين الصفيحتين وبعيداً عن الأطراف.

- نُـعَبِّـر عن المجال الكهربائي المنتظم (رسماً) بخطوط مستقيمة متوازية والبعد بينها متساوٍ، اتجاهها يمثِّـل اتجاه المجال الكهربائي، وكثافتها تعبِّـر عن مقداره.

سؤال: ما هو مصدر المجال الكهربائي في حالة المجال الكهربائي المنتظم بين صفيحتين مشحونتين؟
الإجابة: مصدر المجال الكهربائي في هذه الحالة **الشحنات الموزَّعـة على سطحيّ الصفيحتين**.

سؤال: عرِّف الكثافة السطحية للشحنة، واكتب رمزها والعلاقة الحسابيَّـة، وحدِّد وحدة قياسها.
الإجابـة:
الكثافة السطحيَّـة للشحنة هي **كميَّـة الشحنة الكهربائيَّـة لكل وحدة مساحـة**. ⇦ يرمز لها بالرمز (σ)

وتحسب من العلاقة الرياضيَّـة الآتية: $\sigma = \frac{ن}{م}$ وتقاس بوحدة (كولوم / م^{٢}).

حيث:
(ن): مقدار الشحنة على إحدى الصفيحتين.
(م): مساحة الصفيحـة.

سؤال: اكتب علاقة رياضية **تربط بين المجال الكهربائي المنتظم بين الصفيحتين والكثافة السطحيَّـة للشحنة على الصفيحتين**. والعوامل التي يعتمد عليها المجال المنتظم بين الصفيحتين

الإجابة: - العلاقة هي: $ج = \frac{\sigma}{\varepsilon_{.}}$

- العوامل هي:
١) الكثافة السطحية للشحنة على الصفيحتين. {علاقة طردية}
٢) السماحيَّـة الكهربائيَّـة للوسط الفاصل بين الصفيحتين. {علاقة عكسية}

- هذه العلاقة نستخدمها حسابياً في حال كانت:
الكثافة السطحية للشحنة على الصفيحتين متساوية، والـوسط هـواء أوفــراغ

سؤال: فسِّـر العبارة الآتية:
"عندما يوضع جسيم مشحون كتلته (ك) في مجال كهربائي منتظم فإنَّـهُ يكتسب تسارعاً (ت) ثابت المقدار والاتجاه".
التفسير: لأنَّ الجسيم المشحون ذوالكتلة (ك) الموضوع في مجال كهربائي منتظم **يتأثَّـر بقوَّة كهربائيَّـة ثابتة المقدار والاتجاه**.

✓ **معلومة:**
- أثناء حركة جسيم مشحون، نهمل وزن الجسيم مقارنة بالقوة الكهربائيَّـة المؤثرة فيه على اعتبار أن الجسيم ذرِّي (إلكترون أوبروتون)؛ وعليه فإنَّ القوة الكهربائيَّـة تمثل القوة المحصِّـلة.
- يكون اتجاه التسارع باتجاه القوَّة الكهربائيَّـة.

سؤال: توصَّل إلى علاقة نحسب من خلالها التسارع للجسيم المتحرك في مجال كهربائي منتظم.

الحل:

$ق_{محصلة} = ك ت \longleftarrow ق_{ك} = ك ت \longleftarrow م سـ = ك ت$ **وبذلك فإنَّ التسارع :** $ت = \frac{م سـ}{ك}$

سؤال: يمكن وصف حركة الجسيم في مجال كهربائي منتظم باستخدام معادلات الحركة بتسارع ثابت، **علِّل**.

معادلات الحركة بتسارع ثابت:

$ع = ع_{.} + ت ز$

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

$ع^{2} = ع_{.}^{2} + 2 ت \Delta س$

التعليل: **بسبب أنَّ التسارع ناتج عن تأثير قوة ثابتة المقدار والاتجاه**، وهي القوة الكهربائية للمجال الكهربائي المنتظم.

مثال: صفيحتان موصلتان متوازيتان مساحة كل منهما (١×١٠^{-٢}) م^{٢} ، شحنت إحداهما بشحنة موجبة والأخرى بشحنة سالبة، وكانت الشحنة الكهربائيَّة على كل صفيحة ($١,٧٧ \times ١٠^{-٩}$) كولوم. احسب مقدار:

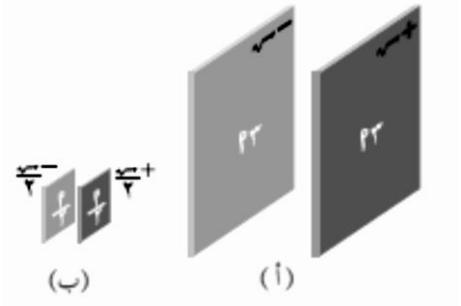
١) المجال الكهربائي في الحيِّز بين الصفيحتين.

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

٣) المجال الكهربائي عندما تصبح الشحنة الكهربائيَّة ضعفيّ ما كانت عليه على كل من الصفيحتين، مع بقاء مساحة كل من الصفيحتين ثابتة.

الحل:

سؤال: معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل حدِّد في أي الحالتين يكون مقدار المجال الكهربائي في الحيِّز بين الصفيحتين أكبر؟ فسِّر إجابتك.



الإجابة:

يكون مقدار المجال الكهربائي أكبر في الحالة (ب)، بسبب أنَّ الكثافة السطحية للشحنة على كل من الصفيحتين في هذه الحالة أكبر، والعلاقة طردية بين الكثافة السطحية للشحنة والمجال الكهربائي.

سؤال: تحرك إلكترون وبروتون في مجال كهربائي منتظم باتجاه موازي لخطوط المجال الكهربائي. إذا كانت كتلة الإلكترون تعادل ($\frac{1}{1840}$) من كتلة البروتون تقريباً، أجب عن الأسئلة الآتية:

أ) أيهما أكبر مقداراً القوة الكهربائية المؤثرة في البروتون أم المؤثرة في الإلكترون؟

ب) أيهما أكبر مقداراً تسارع البروتون أم تسارع الإلكترون؟ فسِّر إجابتك.

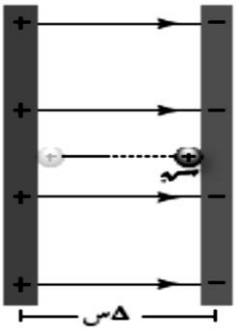
الإجابة:

أ) القوة الكهربائية على كل منهما متساوية. (**تذكر:** شحنة كل منهما متساوية، ويتعرضان لنفس المجال المنتظم ☺ ☺)

ب) **تسارع الإلكترون أكبر**، بسبب أن **كتلته أقل** والعلاقة عكسية بين التسارع وكتلة الجسيم.

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

إذا علمت أن كتلة البروتون ($١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧}$) كغ، وشحنته ($١,٦ \times ١٠^{-١٩}$) كولوم فاحسب:

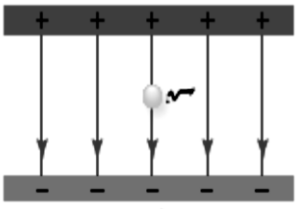


١) تسارع البروتون. ٢) الزمن الذي يحتاجه البروتون لكي يصل إلى الصفيحة السالبة.

٣) الإزاحة التي قطعها أثناء حركته.

الحل:

مثال: في الشكل مجال كهربائي منتظم نحو المحور الصادي السالب، وضع فيه جسيم شحنته (٣) نانوكولوم



وكتلته (٣×١٠^{-٥}) كغ، **فاتَّـزَنَ**. إذا علمت أن تسارع الجاذبيَّـة الأرضيَّـة (جـ = ١٠ م/ث^{٢}) فأجب عما يأتي:

١) ما نوع شحنة الجسيم؟ ٢) احسب مقدار المجال الكهربائي في الحيِّز بين اللوحين.

٣) إذا استخدمنا صفيحتين لهما نصف المساحة، فكيف نُـغيِّـر الشحنة الكهربائيَّـة على الصفيحتين لكي يبقى الجسيم متزناً؟

الحل:

.....

.....

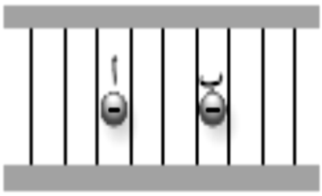
.....

.....

.....

.....

تذكَّــر أنَّ: اتجاه الوزن دائمًا نحو الأسفل



سؤال: اتزن جسيم (أ) شحنته (- ٣) وكتلته (ك) في مجال كهربائي منتظم كما هو مبيَّن في الشكل المجاور، ادرس الشكل، ثمَّ أجب عن الأسئلة الآتية:

أ) حدِّد نوع الشحنة الكهربائيَّة على كل من الصفيحتين.

ب) إذا أُدخِلَ جسيم آخر (ب) شحنته (- ٣) وكتلته (٢ك) في المجال الكهربائي نفسه، فهل يتزن؟ فسِّر إجابتك.

جـ) إذا زادت الشحنة الكهربائية على كل من الصفيحتين فهل يبقى الجسيم (أ) محافظاً على اتزانه؟ فسِّر ذلك.

الإجابة:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال: جسيم يحمل شحنة قدرها (٢) ميكروكولوم تحرك من السكون، في مجال منتظم شدته (١٠٠) نيوتن/كولوم مسافة (٢٠) سم ، فوصلت سرعته إلى (٢ × ١٠ ^{٤}) ثانية. احسب كتلة الجسيم.

الحل:

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال: انطلق إلكترون من السكون مغادراً الصفيحة السالبة فوصل الصفيحة الموجبة خلال (١×١٠$^{-٨}$) ثانية. فإذا كانت المسافة بين الصفيحتين (٢) سم ، احسب:

١) شدة المجال الكهربائي المؤثر.

٢) سرعة الإلكترون لحظة وصوله الصفيحة الموجبة.

الحل:

.....

.....

.....

.....

.....

واجب

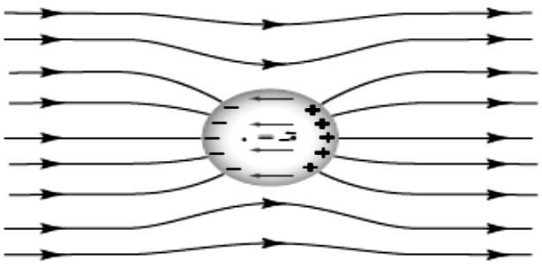
سؤال (محترم): مجال منتظم خطوطه عمودية نحو الصادات السالبة، شدته (٤ × ١٠ ^{٢} نيوتن/كولوم). وضعت فيه كرة معلقة بخيط كتلتها (٠,١ غم) و تحمل شحنة موجبة مقدارها (٢ ميكروكولوم). احسب قوة الشد في الخيط. [أعد حل السؤال في حال كان المجال نحو الصادات الموجب]

١ – ٤ حماية الأجهزة الإلكترونية من المجالات الكهربائية الخارجية

Protection of Electronic Devices From External Electric Fields

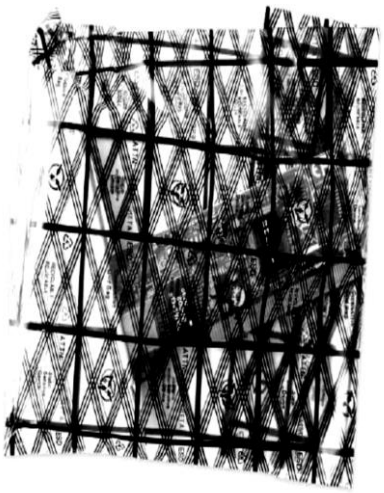
نعتمد في حياتنا على الكهرباء بشكل أساسي، وحيثما وجدت شحنات كهربائية توجد مجالات كهربائية. وقد تسبب هذه المجالات الكهربائية ضررًا للأجهزة الإلكترونية الحساسة، فكيف نحمي جهازًا ما من مجال كهربائي خارجي؟

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 (١–١٩)، فينشأ داخل الموصل مجال كهربائي مساوٍ للمجال الكهربائي الخارجي، ومعاكسٌ له في الاتجاه، فيكون المجال الكهربائي المحصّل داخل الموصل صفرًا، وبذلك يمنع الموصل المجال الكهربائي الخارجي من اختراقه.



الشكل (١–١٩): المجال الكهربائي داخل الموصل.

وبناء على ما سبق، فإن الموصلات تستخدم لتغليف الأجهزة الإلكترونية، وتشكل درعًا واقيًا لحمايتها من المجالات الكهربائية الخارجية، ويبين الشكل (١–٢٠) أكياسًا مصنوعة من مادة موصلة لحماية الأجهزة الإلكترونية.



الشكل (١–٢٠): أكياس مصنوعة من مادة موصلة لحماية الأجهزة الإلكترونية.

١) عند وضع هاتف داخل إناء فلزي كما في الشكل (١–٢١)، يلاحظ أنه لا يمكن الاتصال مع الهاتف في هذه الحالة. كيف تفسر ذلك؟ (يمكنك أن تجرب بنفسك)

الشكل (١–٢١): سؤال (١).

التفسير: الإناء فلزّي ومحكم الإغلاق والمجال الكهربائي المحصِّل داخله صفر، فلا تصله الموجات لاستقبال إشارة الاتصال.

٢) أيهما أكثر أمانًا البقاء داخل سيارة خلال العاصفة المصحوبة بالبرق، أم الخروج منها؟ فسر إجابتك.

التفسير: البقاء داخل سيارة، ذلك لأنَّ جسم السيارة وهي مغلقة فلزّي ويكون المجال الكهربائي المحصِّل داخلها صفر، فيشكل درعاً واقياً.

(الكتـــاب صفحة ٢٥ + ٢٦)