ملخص قوانين الفصل الأول: المجال الكهربائى

المصطلح	القانون	وحدة القياس	ملاحظات
تكميم الشحنة	$\text{سـ}_{\text{الجسم}} = \text{ن}\ \text{سـ}_{e}$	كولوم	شحنة الجسم = عدد الإلكترونات × شحنة الإلكترون
قانون كولوم	$\text{ق}_{\text{ك}} = \frac{\text{أ}\ \text{سـ}_{1}\ \text{سـ}_{2}}{\text{ف}^{2}}$	نيوتن	القوة الكهربائية كمية متجهة ، لذلك يجب أن نطبق قوانين محصلة القوى
المجال الكهربائي	$\overleftarrow{\text{مـ}} = \frac{\overleftarrow{\text{ق}_{\text{ك}}}}{\text{سـ}_{.}}$	نيوتن / كولوم	المجال الكهربائي كمية متجهة $\text{مـ} = ٩ \times ١٠^{٩}\ \frac{\text{سـ}}{\text{ف}^{2}}$
المجال الكهربائي المنتظم	$\text{مـ} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{.}} = \frac{\text{سـ}}{\text{ط}\ \varepsilon_{.}}$	نيوتن / كولوم	يعتمد المجال الكهربائي على السماحية الكهربائية للوسط الفاصل بين الصفيحتين
الكثافة السطحية للشحنة	$\sigma = \frac{\text{سـ}}{\text{ط}}$	كولوم/ م^{٢}	مصدر المجال الكهربائي الشحنات الموزعة على سطحي الصفيحتين
التسارع	$\text{ت} = \frac{\text{مـ}\ \text{سـ}}{\text{ك}}$	م/ ث^{٢}	حركة جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم ق محصلة = ك ت مـ سـ = ك ت
المجال الكهربائي المنتظم	$\text{مـ} = \frac{\text{ك جـ}}{\text{سـ}}$	نيوتن / كولوم	اتزان جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم الجسيم متزن، فإن: ق$_{\text{ك}}$ = و ⟸ مـ سـ$_{.}$ = ك جـ
معادلات الحركة بتسارع ثابت	$\text{ع}_{٢} = \text{ع}_{١} + \text{ت ز}$ $\text{ع}_{٢}^{٢} = \text{ع}_{١}^{٢} + ٢\text{ت}\ \Delta\text{س}$ $\Delta\text{س} = \text{ع}_{١}\ \text{ز} + \frac{١}{٢}\ \text{ت ز}^{٢}$		يكون اتجاه التسارع باتجاه القوة الكهربائية حيث (ع$_{٢}$): السرعة النهائية للجسيم، (ع$_{١}$): السرعة الابتدائية للجسيم، (Δس): الإزاحة التي يقطعها الجسيم، (ز): الزمن اللازم للحركة.

- وحدة قياس الشحنة الكهربائية هي الكولوم،ومن أجزائها:

ملي كولوم	$١٠^{-٣}$
ميكرو كولوم	$١٠^{-٦}$
نانو كولوم	$١٠^{-٩}$
بيكو كولوم	$١٠^{-١٢}$

ثوابت:

شحنة الإلكترون = ($١.٦ \times ١.^{-١٩}$) كولوم

ε : السماحية الكهربائية للوسط الفاصل ، وهي للفراغ أو الهواء $\varepsilon_{.}$ ومقداره يساوي $٨.٨٥ \times ١.^{-١٢}$ كولوم^{٢}/ نيوتن . م^{٢}

ثابت كولوم (أ) = $٩ \times ١.^{٩}$ نيوتن . م^{٢}/ كولوم^{٢}

إعداد الأستاذ مصطفى دعمس

متى يعود تاريخ اكتشاف الكهرباء السكونية؟
إلى القرن السادس قبل الميلاد على يد الفيلسوف طاليس .

ما المقصود بالشحنة الكهربائية؟
عبارة عن عدد صحيح من الإلكترونات السالبة أو البروتونات الموجبة

علل: الذرة في الظروف العادية متعادلة كهربائيا.
لأن عدد البروتونات الموجبة يساوي عدد الإلكترونات السالبة.

ما المقصود بالشحنة الأساسية؟
هي شحنة الإلكترون السالبة ، وهي أصغر شحنة حرة في الطبيعة، وتساوي (١.٦ ×١٠$^{-١٩}$) كولوم.

كيف يصبح الجسم مشحونا بشحنة كهربائية (موجبة أو سالبة)؟
عندما **يفقد** الجسم عدداً صحيحاً من الإلكترونات يشحن بشحنة **موجبة**،وعندما **يكسب** الجسم عدداً صحيحاً من الإلكترونات يشحن بشحنة **سالبة**.

اذكر نص مبدأ تكميم الشحنة بالكلمات،وعبر عنه بالرموز.
" تكون شحنة أي جسم مساوية لشحنة الإلكترون أو مضاعفاتها".
وبالتالي : شحنة الجسم = عدد الإلكترونات × شحنة الإلكترون

$$ش_{جسم} = ن \times ش_{e}$$

مبدأ تكمية الشحنة:
شحنة أي جسم = مضاعفات صحيحة لشحنة الإلكترون أو البروتون

$ش_{جسم}$: شحنة الجسم وتقاس بالكولوم
ن: عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة (عدد صحيح)
$ش_{e}$: شحنة الإلكترون وتساوي (- ١.٦ ×١٠$^{-١٩}$) كولوم.

في تجربة مماثلة للتجربة التي أجراها العالم (مليكان)، حصل باحثٌ على القيم الآتية لشحناتٍ كهربائيةٍ تحملها قطرات الزيت: ٣٢ × ١٠$^{-١٥}$ كولوم، ٩ × ١٠$^{-١٩}$ كلولم، ١,٣ × ١٠$^{-١٧}$ كولوم، أي هذه النتائج مقبولة علمياً؟
الإجابة:
القيمة: ٣٢ × ١٠$^{-١٥}$ كولوم مقبولة لأنها من مضاعفات شحنة الإلكترون.
القيمة: ٩ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم غير مقبولة لأنها أقل من شحنة الإلكترون.
القيمة: ١,٣ × ١٠$^{-١٧}$ كولوم غير مقبولة لأنها ليست من مضاعفات من شحنة الإلكترون.

ما عدد الإلكترونات التي يجب أن يفقدها جسم لتصبح شحنته +٨.٤×١٠$^{-١٧}$ كولوم ؟
الحل :
حتى تصبح شحنة الجسم +٨ , ٤ × ١٠$^{-١٧}$ كولوم يجب أن يخسر عدداً من الإلكترونات (ن) حسب مبدأ تكميم الشحنة

$$ش_{جسم} = ن \times ش_{e}$$

٨ , ٤ × ١٠$^{-١٧}$ = ن × ١.٦ ×١٠$^{-١٩}$ (لاحظ لم تعوض اشارة الشحنة السالبة)

$$ن = \frac{٤.٨ \times ١٠^{-١٧}}{١.٦ \times ١٠^{-١٩}}$$

ن= ٣٠٠

جسم متعادل انتقل إليه ٩١٠ إلكترون،
ما مقدار الشحنة التي اكتسبها؟

هل يمكن لجسم مشحون ان يحمل شحنة (-٣.٢×١٠$^{-١٩}$) كولوم؟ فسر اجابتك

إعداد الأستاذ مصطفى دعمس ت ٠٧٩٧٠١٨٩٤٣

ما المقصود بالشحنة النقطية؟
الشحنة الكهربائية التي يحملها الجسم كأنها تتركز في نقطة، عندما تكون أبعاد الأجسام شحونة صغيرة جدًّا بالنسبة للمسافات بينها.

ما أنواع القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنات الكهربائية ؟
١) **قوة تنافر**: إذا كانت الشحنتان من النوع نفسه (⊕→ ⊕←)
٢) **قوة تجاذب**: إذا كانت الشحنتان مختلفتين في النوع (⊖← ⊕→)

تمكن العالم (كولوم)،من تحديد العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين.اذكرها ؟
١- مقدار كل من الشحنتين ($س_1$ ، $س_2$) : العلاقة طردية
٢- مربع البعد بينهما ($ف^2$) : العلاقة عكسية
٣- السماحية الكهربائية للوسط الفاصل (ε): العلاقة عكسية

ما العوامل التي يعتمد عليها ثابت كولوم (أ) ؟
١- نوع مادة الوسط الفاصل بين الشحنتين (سماحية الوسط) .
٢- وحدات القياس المستخدمة في القانون.

ما وحدة ومقدار ثابت كولوم إذا كانت السماحية الكهربائية للوسط الفاصل هي الفراغ أو الهواء ε.
الحل : يمكن التوصل لوحدة قيا س ثابت كولوم من قانون كولوم على النحو الآتي:

$$ق_ك = \frac{أ\ س_1 س_2}{ف^2} \Leftarrow [أ] = \frac{[ق][ف^2]}{[س_1][س_2]} = \frac{\text{نيوتن.م}^2}{\text{كولوم}^2}$$

في النظام الدولي للوحدات ، تقاس الشحنة بوحدة الكولوم ، والمسافة بوحدة المتر، والقوة بوحدة نيوتن ، وتكون وحدة المقدار الثابت هي: نيوتن . م^2 / كولوم^2 .

وبالتعويض نجد أن $\frac{1}{-12(10\times 8.85\times \pi 4} = \frac{1}{\varepsilon \pi 4}$

الثابت(أ) $= ٩ \times ١٠^9$ نيوتن . م^2 / كولوم^2 ،

ما صفات القوة الكهربائية التي توصل إليها العالم (كولوم).؟
كيف تمكن العالم فارادي من تفسير تأثير القوة الكهربائية ذات تأثير عن بعد ؟ (مفهوم المجال الكهربائي).
بدلالة تأثير القوة الكهربائية فسّر فارادي بافتراض مفهوم المجال الكهربائي للحيز المحيط بالشحنة الكهربائية يظهر فيها تأثير القوة الناتجة عن هذه الشحنة تسمى **المجال الكهربائي** . وأن هذه القوة تقل كلما زادت المسافة حتى تنعدم القوة .

اذكر نص قانون كولوم بالكلمات،وعبّر عنه بالرموز.
القوة المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين تتناسب طردياً مع مقدار كلٍ منهما ، وعكسياً مع مربع المسافة بينهما. وبالرموز:

$$ق_ك = \frac{أ\ س_1 س_2}{ف^2}$$

حيث ق ك : القوة الكهربائية وتقاس بوحدة نيوتن ،
$س_1$:الشحنة الكهربائية الأولى وتقاس بالكولوم
$س_2$:الشحنة الكهربائية الثانية وتقاس بالكولوم
أ : ثابت كولوم ويساوي $\frac{1}{\varepsilon \pi 4}$
ε : السماحية الكهربائية للوسط الفاصل ، وهي للفراغ أو الهواء ε. ومقداره يساوي ٨.٨٥ x ١٠$^{-12}$ كولوم^2/ نيوتن . م^2

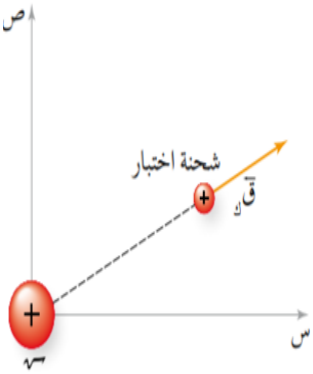
شحنتان نقطيتان، الأولى (+٢) نانو كولوم، والثانية (+٤) نانو كولوم، والمسافة الفاصلة بينهما (٥ سم).إذا وضعت شحنة ثالثة مقدارها (−٦) نانو كولوم على الخط الواصل بين الشحنتين، بحيث تبعد مسافة (٢ سم) عن الشحنة الأولى. احسب القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة الثالثة؟
الجواب:
ق ٣١ = ٢٧ × ١٠$^{-5}$ نيوتن،باتجاه اليمين.
ق ٣٢ = ٢٤ × ١٠$^{-5}$ نيوتن،باتجاه اليسار.
ق المحصلة = ق ٣١ - ق ٣٢ = ٣ × ١٠$^{-5}$ نيوتن،باتجاه اليمين.

ملحوظات مهمة عند حل الأسئلة الحسابية على قانون كولوم
١. اقرأ السؤال جيداً.
٢. ترجم السؤال إلى رسم ورموز وأرقام.
٣. عند تعويض المسافة (ف) في القانون لا تنسَ تحويل وحدتها إلى (متر).
٤. القوة الكهربائية كمية متجهة ، ولذلك يجب أن نطبق قوانين محصلة القوى.
٥.عند تعويض قيَم الشحنات قم بتعويض قيمتها المطلقة أي من دون إشارات سالبة،وهذا على كل الكميات المتجهة ؛لأن إشارة الشحنة تدل على نوعها وليس على مقدارها، ولكنها تؤخذ بعين الاعتبار في تحديد الاتجاه.
٦. قم بحلّ أكبر قدر ممكن من الأسئلة وأعد حلّ السؤال نفسه أكثر من مرة على فترات متباعدة حتى تتمكن جيداً وتصبح أكثر دقة وسرعة في الحل.

.. أثرت شحنة مقدارها (– ٦ ميكرو كولوم) بقوة جذب مقدارها (٤٨٠ نيوتن)، في شحنة ثانية تبعد عنها مسافة (٣ سم)، ما مقدار الشحنة الثانية؟ وما نوعها؟ ($س_2$= ٨ × ١٠$^{-6}$ نيوتن،موجبة)

ما المقصود بشحنة الإختبار.وما أهميتها؟

شحنة نقطية موجبة (+١كولوم) صغيرة تستخدم في الكشف عن المجال الكهربائي،فإذا وضعت شحنة إختبارعند نقطة ضمن مجال كهربائي فإنها تتأثر بقوة كهربائية، ويكون اتجاه المجال في نفس اتجاه القوة المؤثرة عليها .

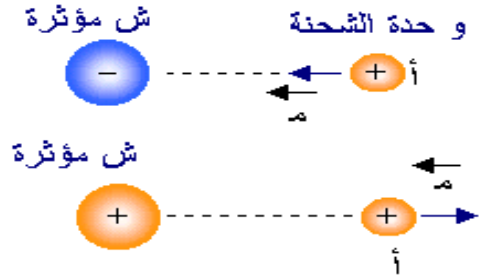


ما مصادر المجال الكهربائي؟

ينتج المجال الكهربائي عن الشحنات الكهربائية.

كيف يمكن تحديد اتجاه المجال الكهربائي؟

المجال الكهربائي كمية متجهة يحدد اتجاهه عند نقطة باتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة الاختبار الموجبة الموضوعة عند تلك النقطة . ويمكن تحديده من خلال المسار الذي تتبعه وحدة الشحنة كما هو موضح في الشكل .ومن المهم الانتباه :



١. أنها تتحرك بفعل التنافر بينها وبين الشحنة الموجبة على الكرة.
٢. أن مسارها هو الخط الهندسي الذي نقطة بدئه هي (أ) والذي يقع على الخط الواصل بين الشحنتين.
٣. يشير رمز السهم إلى اتجاه الحركة ، ولو بقيت شحنة الاختبار حرة لظلت تتحرك إلى مسافات كبيرة .
٤. اذا كانت النقطة المطلوب عندها حساب المجال مشحونة نهمل شحنتها ونعتبرها شحنة اختبارية صغيرة ؛لأن المجال الكهربائي لا يعتمد على مقدار شحنة الاختبار.
٥. يكون اتجاه المجال بنفس اتجاه القوة المؤثرة عليها ،ولكن إذا كانت الشحنة سالبة فإن القوة بعكس المجال .

المجال الكهربائي عند نقطة

يعرف بأنه القوة الكهربائية المؤثرة في وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة عند تلك النقطة. وبالرموز :

$$\overleftarrow{م} = \frac{\overleftarrow{ق_ك}}{ك}$$

لاحظ الأسهم التي تدل ان المجال الكهربائي والقوة الكهربائية كميتين متجهتين.ويمكن حساب المجال الكهربائي عند نقطة ما من العلاقة التالية:

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

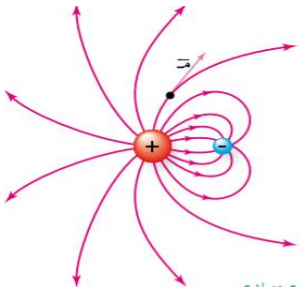
سؤال : ما وحدة قياس المجال الكهربائي ؟

يقاس المجال الكهربائي بوحدة (نيوتن / كولوم) .

خطوط المجال الكهربائي

خط المجال الكهربائي : المسار الذي تسلكه شحنة اختبار موجبة حرّة الحركة، عند وضعها في مجال كهربائي.

خصائص خطوط المجال الكهربائي:



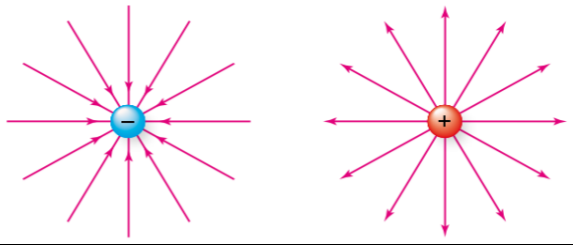
١. تتجه خطوط المجال الكهربائي **خارجه من الشحنة الموجبة**، وداخله في الشحنة السالبة.

٢.خطوط المجال الكهربائي **لا تتقاطع**.

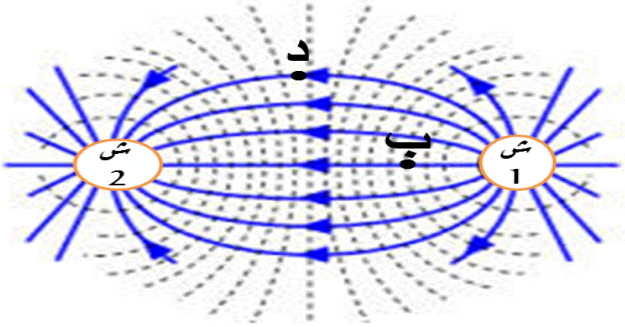
٣. تدل **كثافة خطوط المجال الكهربائي** في منطقة ما (عدد الخطوط التي تخترق وحدة المساحة عموديًّا) على **مقدار المجال الكهربائي**؛ حيث يكون مقدار المجال الكهربائي كبيرًا في المنطقة التي تتقارب فيها الخطوط، بينما يكون مقداره صغيرًا في المنطقة التي تتباعد فيها الخطوط.

٤. **يُحدَّد اتجاه المجال الكهربائي** عند نقطة ما **برسم مماس** لخط المجال الكهربائي عند تلك النقطة.

٥. تكون خطوط المجال متراصة وقريبة من الشحنة وتتباعد عن بعضها كلما ابتعدت عن الشحنة.



يبين الشكل خطوط المجال الكهربائي حول شحنتين نقطيتين،تأمل الشكل ثم اجب عما يلي:



أ- ما نوع كل من الشحنتين (ش١،ش٢)؟
ب- أي النقطيتين(ب،د) المجال الكهربائي أكثر مقداراً .ولماذا؟
ج- استنتج ثلاثة خصائص لخطوط المجال الكهربائي.

فسر لماذا لا تشكل خطوط المجال الكهربائي مسارات مغلقة.

إن خط المجال الكهربائي هو المسار الوهمي لحركة شحنة الاختبار، والمسار المغلق يتطلب عودة شحنة الاختبار نحو الشحنة الموجبة التي خرج منه خط المجال، ولا يمكن أن يحدث ذلك بسبب تنافر شحنة الاختبار الموجبة مع الشحنة الموجبة المولدة للمجال.

لماذا لا تتقاطع خطوط المجال الكهربائي ؟

لأنها لو تقاطعت يأخذ المجال في نقطة التقاطع أكثر من اتجاه وهذا مستحيل ،يخالف مفهوم الكمية المتجهة.

كيف يمكن الكشف عن أن خط المجال يتجه من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة.

عند وضع شحنة اختبار موجبة على خط المجال نجدها تتحرك مبتعدة عن الشحنة الموجبة ومقتربة من الشحنة السالبة، فاتجاه المجال هو اتجاه حركة شحنة الاختبار الموجبة.

مراجعة(١-١): صفحة ١٠

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

٢- يعد الكولوم وحدة قياس كبيرة نسبياً من الناحية العملية. وضح ذلك عن طريق عدد الإلكترونات التي يفقدها جسم أ و يكسبها لتصبح شحنته (١) كولوم .

٣- بين كيف يمكن الإفادة من خطوط المجال الكهربائي في معرفة كل من:
أ- مقدار المجال الكهربائي في منطقة ما.
ب- اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة.

٤- وضعت شحنة اختبار موجبة عند نقطة في مجال كهربائي فتأثرت بقوة باتجاه المحور سالب:
أ - ما اتجاه المجال عند تلك النقطة؟
ب- إ ذا وضع إلكترون بدلًا من شحنة الاختبار، فهل يتغير مقدار المجال الكهربائي أو اتجاهه عند تلك النقطة؟ فسر إجابتك.

الحل:

١: $ن = \frac{3\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 1.875$ (عدد غير صحيح، فإن هذه الشحنة ليست من مضاعفات شحنة الإلكترون وبالتالي لا يمكن أن نجد جسمًا شحنته ٣×١٠$^{-١٩}$

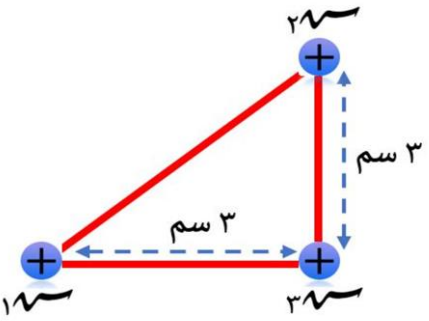
٢ : $ق = ن\ هـ$
١= ن × ١.٦×١٠$^{-١٩}$
ن= ٠.٦٢٥ ×١٠^{١٩} إلكترون ، وهذا عدد كبير جدًا على الجسم أن يفقده أو يكسبه حتى تصبح شحنته (١) كولوم.

٣: أ) من كثافة الخطوط حيث يكون مقدار المجال كبيراً في المنطقة التي تتقارب فيها الخطوط حيث تكون كثافتها أكبر، بينما يكون مقداره صغيراً في المنطقة التي تتباعد فيها الخطوط حيث تكون كثافتها أقل.
ب) نحدد اتجاه المجال برسم مماس على خط المجال عند تلك النقطة.

٤: أ) بما أن شحنة الاختبار موجبة فإن اتجاه المجال يكون باتجاه القوة أي أن اتجاه المجال عند تلك النقطة يكون باتجاه محور الصادات السالب.
ب) مقدار المجال عند نقطة يعتمد على الشحنة مصدر المجال (المسببة للمجال) ولا يعتمد على مقدار الشحنة الموضوعة عند النقطة، اتجاه المجال يحدد باتجاه القوة.

تدريب: أثبت صحة العلاقة $مـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ق}{ف^{٢}}$

سؤال:
وضعت ثلاث شحنات نقطية على رؤوس مثلث قائم الزاوية، كما هو موضّح في الشكل. احسب القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة $ق_{٣}$ إذا علمت أن: $ق_{١}$ = ٢ ميكرو كولوم، $ق_{٢}$ = ١.٥ ميكرو كولوم، $ق_{٣}$ = ٢ ميكرو كولوم.



الجواب:
ق محصلة = $\sqrt{(ق_{٣١})^{٢}+(ق_{٣٢})^{٢}} = \sqrt{(٤٠)^{٢}+(٣٠)^{٢}}$
ق محصلة = ٥٠ نيوتن

ما العوامل التي يعتمد عليها المجال الكهربائي عند نقطة تقع في مجال تلك الشحنة؟

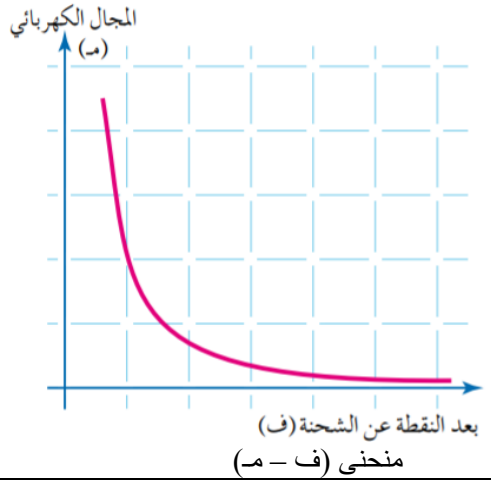
يبين الشكل نقطة تقع في المجال الكهربائي لشحنة نقطية (ش) على بعد (ف) منها، فإذا وضعت شحنة نقطية (ش.) عند تلك النقطة فإن المجال الكهربائي يؤثر فيها بقوة كهربائية (ق ك) وبما أن الشحنة الكهربائية المولدة للمجال الكهربائي نقطية، وكذلك الشحنة الكهربائية المتأثرة (ش.) فإنه طبقًا لقانون كولوم؛ تكون القوة الكهربائية المؤثرة في (ش.) ف^{٢}

$$ق_ك = \frac{أ\ ش\ ش.}{ف^{٢}}$$

$$\overleftarrow{م} = \frac{أ\ ش\ ش.}{ف^{٢}}$$ ،وباختصار (ش.) فإن:

$$\overleftarrow{م} = \frac{أ\ ش}{ف^{٢}}$$

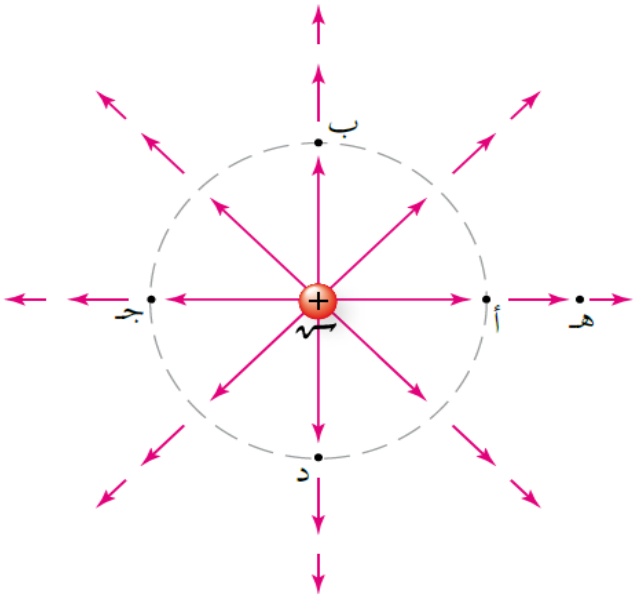
تبين العلاقة الأخيرة أن مقدار المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية عند نُقطة في الهواء يتناسب طردياً مع مقدار الشحنة الكهربائية المولدة للمجال الكهربائي (المصدر)، و عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنة الكهربائية والنقطة المراد حساب المجال عندها. ويبين الشكل التمثيل البياني للعلاقة بين المجال الكهربائي الناشئ عند نُقطة وبعد هذه النقطة عن الشحنة.



منحنى (ف – م)

المجال الكهربائي غير منتظم

يعد المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية مجالًا غير منتظم أي أنه غير ثابت في المقدار والاتجاه. ففي الشكل يكون مقدار المجال الكهربائي عند النقاط (أ،ب،جـ،د) متساوياً؛ لأن لهذه النقاط البعد نفسه عن الشحنة النقطية (ش) ، 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.



المجال الكهربائي لشحنة نقطية موجبة

كيف نحسب المجال الكهربائي عند نقطة ؟

الجواب : نفرض وجود شحنة اختبار صغيرة موجبة في تلك النقطة .

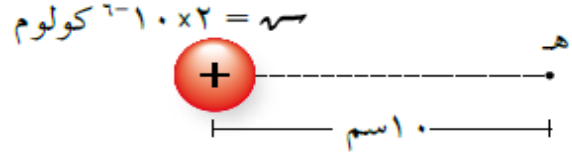
ماذا نعني بقولنا أن المجال الكهربائي عند نقطة يساوي(٧.٥) نيوتن / كولوم ؟

الحل :أي أن كل كولوم عند تلك النقطة يتأثر بقوة كهربائية مقدارها (٧.٥) نيوتن

ما الفرق بين الشحنة الكهربائية المولدة (المسببة) للمجال الكهربائي والشحنة الكهربائية المتأثرة (الموضوعة ش.)

ما نوع المجال الكهربائي الناشئ عن شحنات نقطية؟

مثال (١-١): يبين الشكل شحنة نقطية مقدارها ٢ × ١٠$^{-٦}$ كولوم، وضعت في الهواء، اذا كانت (هـ) نقطة تقع في مجال الشحنة الكهربائية وعلى بعد (١٠) سم منها فجد عند النقطة (هـ) :



١- المجال الكهربائي مقداراً واتجاهاً.

٢- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها(٩- × ١٠$^{-٩}$) كولوم توضع عند هذه النقطة مقداراً واتجاهاً.

الحل:

١- نحسب مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (هـ) من العلاقة:

$$مـ_{١} = \frac{أ\ سـ}{ف^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٢ \times ١٠^{-٦}}{(١٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

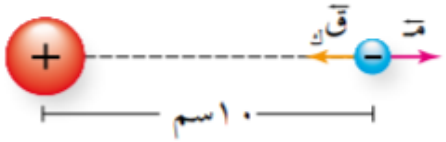
مـ = ١٨ × ١٠^{٤} نيوتن/ كولوم .

ونحدد اتجاه المجال الكهربائي باتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار موجبة نفترض وجودها عند النقطة (هـ)، فيكون اتجاه المجال الكهربائي باتجاه المحور السيني الموجب.

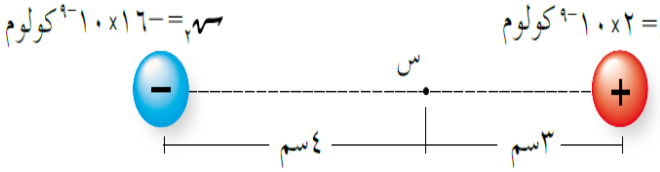
٢- يحسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة توضع عند النقطة (هـ) من العلاقة: **ق$_{ك}$ = مـ سـ**

=١٨ × ١٠^{٥} × ٢ × ١٠$^{-٩}$ = ٣٦ × ١٠$^{-٩}$ نيوتن.

لاحظ ان مقدار الشحنة الكهربائية يعوض من غير الإشارة ، وإذا كانت الشحنة المتأثرة سالبة،فإن اتجاه القوة الكهربائية يكون بعكس المجال الكهربائي؛ أي باتجاه المحور السيني السالب



(١-٢): يبين الشكل شحنتين نقطيتين موضعتين في الهواء، بالاعتماد على البيانات المثبتة في الشكل،جد :



١- المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (س) مقداراً واتجاهاً.

٢- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها(٢) بيكو كولوم توضع عند النقطة (س) مقداراً واتجاهاً.

الحل:

١- نحسب مقدار المجالين الكهربائيين (مـ ١، مـ ٢)عند النقطة(س) الناشئتين عن الشحنتين (سـ$_{١}$،سـ$_{٢}$) على الترتيب من العلاقة :

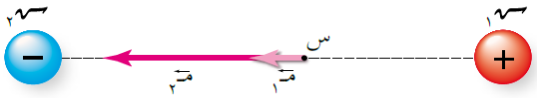
$$مـ_{١} = \frac{أ\ سـ_{١}}{ف_{١}^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٢ \times ١٠^{-٩}}{(٣ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

=٢ × ١٠^{٤} نيوتن ، / كولومباتجاه المحورالسيني السالب

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

= ٩ × ١٠^{٤} نيوتن/ كولوم ، باتجاه المحورالسيني السالب

بما ان المجالين الكهربائيين (مـ$_{١}$،مـ$_{٢}$) بالاتجاه نفسه كما في الشكل فان المجال الكهربائي المحصل يساوي حاصل جمعهما:



مـ = مـ$_{١}$ + مـ$_{٢}$ = ١١ × ١٠^{٤} نيوتن/كولوم باتجاه السيني الموجب

٢- تتأثر الشحنة الكهربائية (٢) بيكوكولوم الموضوعة عند النقطة (س) في المجال الكهربائي المحصل (مـ)، بقوة كهربائية محصلة

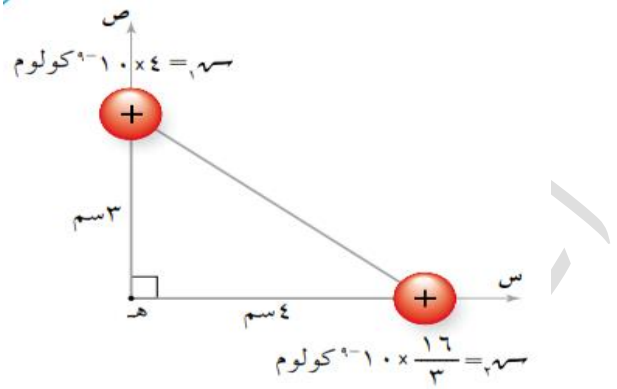
تحسب من العلاقة: **ق$_{ك}$ = مـ سـ**.

=١١ × ١٠^{٤} × ٢ × ١٠$^{-١٢}$

= ٢٢ × ١٠$^{-٨}$ نيوتن.

ويكون اتجاه القوة الكهربائية مع اتجاه المجال الكهربائي المحصل؛ أي باتجاه المحور السيني السالب ؛ لأن الشحنة الكهربائية المتأثرة موجبة.

(١-٣): شحنتان نقطيتان موضعتان في الهواء، كما يبين الشكل. جد المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (هـ) مقداراً واتجاهاً.



الحل: $م_{١} = \frac{أ\ س_{١}}{ف_{١}^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٤ \times ١٠^{-٩}}{٩ \times ١٠^{-٤}}$

$\overleftarrow{م}_{١} = ٤ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/ كولوم ، باتجاه المحور السيني الموجب

$م_{٢} = \frac{أ\ س_{٢}}{ف_{٢}^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\frac{١٦}{٣} \times ١٠^{-٩}}{١٦ \times ١٠^{-٤}}$

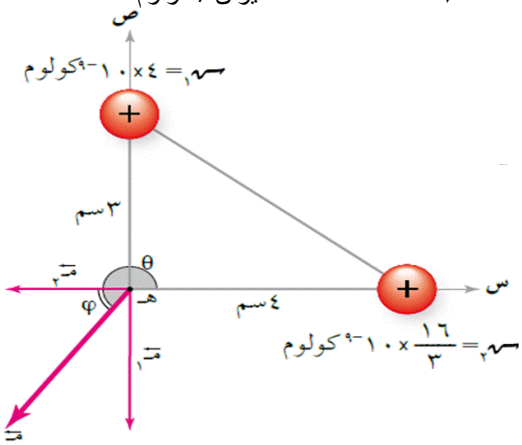
$\overleftarrow{م}_{٢} = ٣ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/ كولوم ، باتجاه المحور السيني السالب

وبما أن المجالين الكهربائيين($\overleftarrow{م}_{١}$ ، $\overleftarrow{م}_{٢}$) متعامدان كما في الشكل التالي،فأن المجال الكهربائي المحصل يحسب من قاعدة فيثاغورس

$م_{هـ} = \sqrt{(م_{١})^{٢} + (م_{٢})^{٢}}$

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

$= \sqrt{٢٥} = ٥ \times ١٠^{٤}$ نيوتن / كولوم



ويبين الشكل السابق أن المجال الكهربائي المحصل يصنع زاوية (φ) مع المحور السيني السالب،حيث ظا $\varphi = \frac{م_{١}}{م_{٢}} = \frac{٤}{٣}$ ،، فتكون $\varphi = ٥٣^{\circ}$

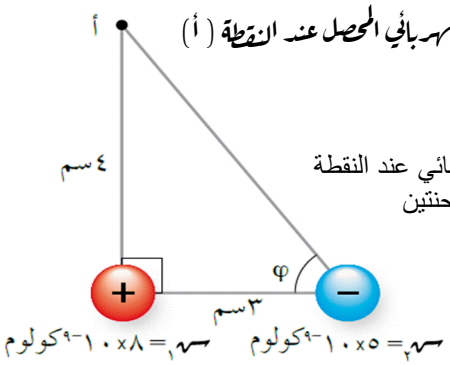
ويحدد اتجاه المجال الكهربائي المحصل بالزاوية المحصورة بين المحور السيني الموجب والمجال الكهربائي المحصل (θ)؛بعكس دوران عقارب الساعة،وعليه تكون:

$\theta = (١٨٠ + ٥٣) = ٢٣٣^{\circ}$

$\overleftarrow{م}_{١} = ٤ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/ كولوم، ٢٣٣°

مثال (١-٤): شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء، كما هو مبين في الشكل.

ادرس الشكل ثم جد المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (أ) مقداراً واتجاهًا.



الحل:

نحسب مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (أ) الناشئ عن كل من الشحنتين باستخدام العلاقة:

$\overleftarrow{م} = \frac{أ\ س}{ف^{٢}}$

$م_{١} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٨ \times ١٠^{-٩}}{١٦ \times ١٠^{-٤}} = ٤.٥ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/ كولوم

باتجاه المحور الصادي الموجب

$م_{٢} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٥ \times ١٠^{-٩}}{٢٥ \times ١٠^{-٤}} = ١.٨ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/ كولوم

باتجاه يصنع زاوية (φ) مع المحور السيني الموجب ، ولإيجاد محصلة المجالين الكهربائيين، نحلل ($م_{٢}$) إلى مركبتين، لاحظ الشكل:

$م_{٢س} = م_{٢} \text{ جتا} \phi = ١.٨ \times ١٠^{٤} \times \frac{٣}{٥} = ١.٠٨ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/كولوم

$م_{٢ص} = م_{٢} \text{ جا} \phi = ١.٨ \times ١٠^{٤} \times \frac{٤}{٥}$

$م_{٢ص} = ١.٤٤ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/ كولوم

نجد مجموع المركبات السينية:

$م_{س} = ١.٨ \times ١٠^{٤} \approx ١ \times ١٠^{٤}$ نيوتن / كولوم

باتجاه المحور السيني الموجب.

نجد مجموع المركبات الصادية:

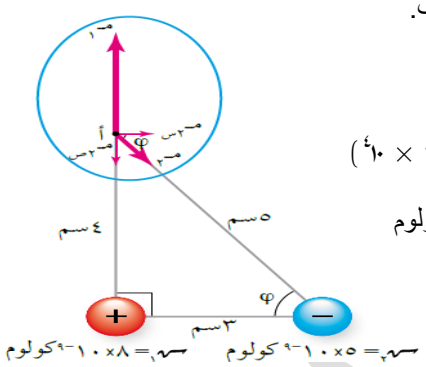
$م_{ص} = م_{١} - م_{٢ص}$

$= (٤.٥ \times ١٠^{٤}) - (١.٤٤ \times ١٠^{٤})$

$م_{ص} = ٣.٠٦ \times ١٠^{٤}$

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

باتجاه (+ ص)



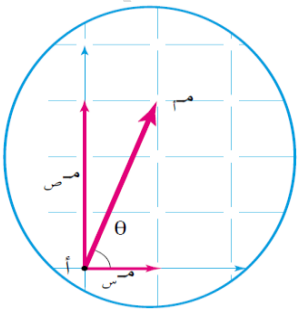
ولإيجاد المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (أ):

$م_{أ} = \sqrt{(١ \times ١٠^{٤})^{٢} + (٣ \times ١٠^{٤})^{٢}} = \sqrt{١٠} \times ١٠^{٤}$ نيوتن / كولوم

باتجاه يصنع زاوية (θ) مع المحور السيني الموجب كما هو مبين في الشكل. حيث:

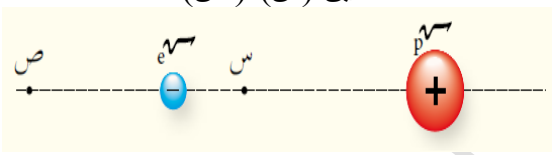
ظا $\theta = \frac{م_{ص}}{م_{س}} = \frac{٣}{١} = ٣،$ ، $\theta = ٧٢^{\circ}$

$م_{أ} = \sqrt{١٠} \times ١٠^{٤}$ نيوتن / كولوم



مراجعة(١-٢): صفحة ١

١- يبين الشكل إلكترونًا وبروتونًا موضوعين على المحور السيني. حدد اتجاه المجال الكهربائي المحصل عند النقطتين (س)،(ص).



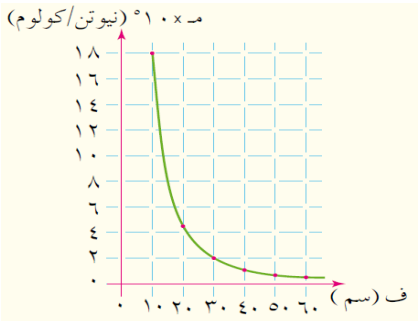
الحل:

٢- يبين الشكل المنحنى العلاقة بين المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية والبعد عنها. معتمدًا على الشكل جد مقدار كل مما يأتي:

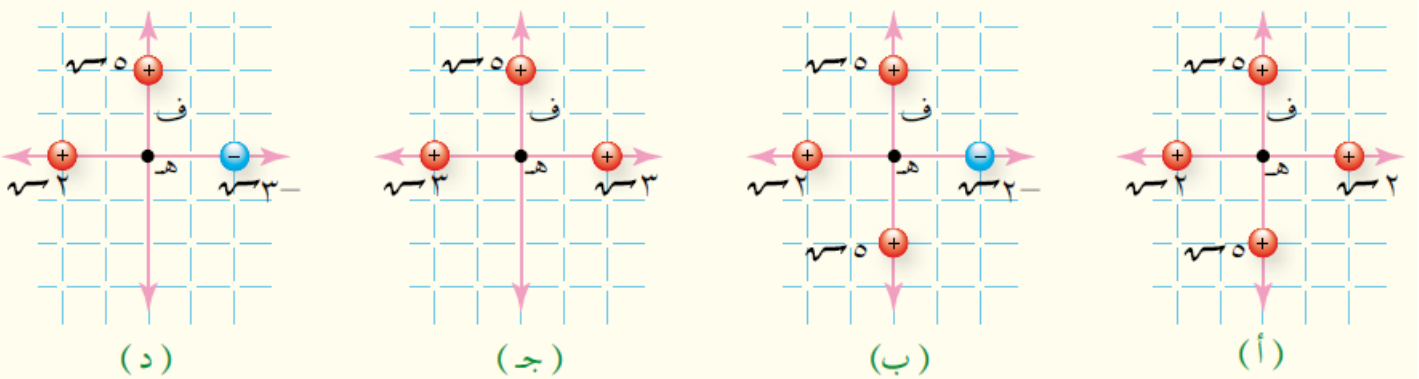
أ- المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن الشحنة (٣٠) سم.

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

ج- الشحنة الكهربائية المولدة للمجال.



٣- 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 كل من (س، ف).



٢- أ) من الشكل مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن الشحنة ٣٠ سم يساوي ٢×١٠^{٥} نيوتن / كولوم

ب) من الشكل مـ = ٤.٥×١٠^{٥} نيوتن / كولوم

بتطبيق العلاقة ق = مـ ش = ٤.٥×١٠^{-٤} *نيوتن*

جـ) نختار بعداً معيناً من الشكل ونستخرج مقدار المجال عنده مثل البعد ٣٠ سم يكون مـ = ٢×١٠^{٥} نيوتن / كولوم

$$مـ_{١} = \frac{أ\ س_{١}}{ف_{١}^{٢}} \Longleftarrow ٢ \times ١٠^{٥} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{س}{٣٠ \times ١٠^{-٤}}$$

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

٣- (أ) مـ المحصلة = صفر

(ب) مـ المحصلة = مـ$_{١}$ + مـ$_{٢}$ ،

$$مـ = أ(\frac{٢ \times س}{ف^{٢}} + \frac{٢ \times س}{ف^{٢}}) = \frac{٤ \times أ\ س}{ف^{٢}}$$ باتجاه محور السينات الموجب

(جـ) مـ المحصلة = $\frac{٥ \times أ\ س}{ف^{٢}}$ باتجاه محور الصادات السالب

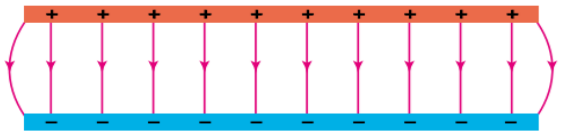
(د) مـ$_{١}$ = $\frac{٣ \times أ\ س}{ف^{٢}}$ محور السينات الموجب ، مـ$_{٢}$ = $\frac{٢ \times أ\ س}{ف^{٢}}$ محور السينات الموجب ، مـ$_{٣}$ = $\frac{٥ \times أ\ س}{ف^{٢}}$ محور الصادات السالب

$$مـ\ محصلة = \sqrt{(\frac{٥ \times أ\ س}{ف^{٢}})^{٢} + (\frac{٥ \times أ\ س}{ف^{٢}})^{٢}}$$

$\theta = ٤٥^{\circ}$

كيف يمكن الحصول على مجال كهربائي منتظم؟

عند شحن صفيحتين موصلتين متوازيتين إحداهما بشحنة سالبة والأخرى بشحنة موجبة كما يبين الشكل



فإن الشحنة تتوزع على سطحيهما بانتظام، وينشأ **مجال كهربائي منتظم ثابت مقدارًا واتجاهًا عند النقاط جميعها** في الحيز بين الصفيحتين وبعيدًا عن الأطراف. ويمثَّل المجال الكهربائي المنتظم بخطوط مستقيمة متوازية والبعد بينها متساوٍ ، اتجاهها يمثل اتجاه المجال الكهربائي، وكثافتها تعبِّر عن مقداره.

لاحظ أن مصدر المجال الكهربائي في هذه الحالة الشحنات الموزعة على سطحي الصفيحتين.

الكثافة السطحية للشحنة (σ)

١- تعرف بإنها كمية الشحنة الكهربائية لكل وحدة مساحة. ويرمز لها بالرمز σ .

$$(\sigma = \frac{\text{ـــ}}{\text{م}^2})$$

٢- تقاس بوحدة (كولوم/ م ٢).

٣- تعتمد على عاملين:

١- مقدار الشحنة على إحدى الصفيحتين،

٢- مساحة الصفيحة.

العلاقة الريا ضية للمجال الكهربائي المنتظم

فإذا كانت الكثافة السطحية للشحنة على الصفيحتين متساوية، وكان الوسط بين الصفيحتين هواءً أو فراغًا فإن المجال الكهربائي المنتظم يعطى بالعلاقة الريا ضية الآتية:

$$\text{ـ م} = \frac{\sigma}{\varepsilon_.}$$

العوامل المؤثرة للمجال الكهربائي المنتظم

من العلاقة السابقة نستنتج، أن مقدار المجال الكهربائي المنتظم يعتمدعلى :

١- مقدار الشحنة على إحدى الصفيحتين،

٢- مساحة الصفيحة.

٣- الكثافة السطحية للشحنة (طرديًّا)

٤- السماحية الكهربائية للوسط الفاصل بين الصفيحتين

حركة جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم

عندما يو ضع 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، وفقًا للقانون الثاني لنيوتن. لذلك فإن القوة الكهربائية تمثل ق المحصلة ، أي أن:

ق محصلة = ك ت

ق ك = ك ت

ـ م ـــ = ك ت

وبذلك فإن التسارع : ت = $\frac{\text{ـ م ـــ}}{\text{ك}}$

استنتج من العلاقة السابقة العوامل التي يعتمد عليها التسارع؟

١-

٢-

٣-

يكون اتجاه التسارع باتجاه القوة الكهربائية. ونحدد اتجاه تسارع الجسيم بناءً على نوع شحنته:

(+):اتجاه التسارع بنفس اتجاه المجال الكهربائي

(-):اتجاه التسارع بعكس اتجاه المجال الكهربائي

علل: لماذا يتم اهمال وزن الجسيمات الذرية (البروتونات والإلكترونات) أثناء حركة الجسيم.

لأن وزنها صغير جداً فيصبح مهملاً مقارنة بالقوة الكهربائية المؤثرة فيها.

معادلات الحركة بتسارع ثابت:

بما أن التسارع ثابت فإن حركة الجسيم يمكن وصفها باستخدام معادلات الحركة بتسارع ثابت:

$$ع_٢^2 = ع_١^2 + ٢ت\Delta س$$

$$\Delta س = ع_١ ز + \frac{١}{٢} ت ز^2$$

حيث (ع٢): السرعة النهائية للجسيم،

(ع١): السرعة الابتدائية للجسيم ،

(Δس): الإزاحة التي يقطعها الجسيم،

(ز): الزمن اللازم للحركة.

عند التعويض في معادلات الحركة السابقة :

(ت +): ع٢ > ع١

(ت -): ع٢ < ع١

مثال(١- ٥): صفيحتان موصلتان متوازيتان مساحة كل منهما (١ × ١٠$^{-٢}$)م^{٢} ، شحنت إحداهما بشحنة موجبة والأخرى بشحنة سالبة،وكانت الشحنة الكهربائية على كل صفيحة (١,٧٧ × ١٠$^{-٩}$) كولوم. اذا علمت أن (ε_o = ٨.٨٥ x ١٠$^{-١٢}$) كولوم^{٢}/ نيوتن. م^{٢} . فاحسب مقدار:

١- المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين.

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

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

الحل:

١) نحسب الكثافة السطحية للشحنة بتطبيق العلاقة $\sigma = \frac{ن}{م}$

$$\sigma = \frac{ن}{م} = \frac{١.٧٧ \times ١٠^{-٩}}{١ \times ١٠^{-٢}} \Longleftarrow \sigma = ١.٧٧ \times ١٠^{-٧} \text{ كولوم/م}^{٢}$$

نحسب المجال الكهربائي بتطبيق العلاقة: مـ = $\frac{\sigma}{\varepsilon_o}$

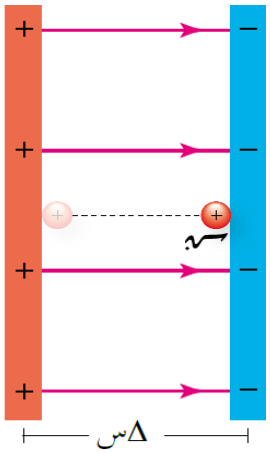
$$\text{مـ} = \frac{١.٧٧ \times ١٠^{-٧}}{٨.٨٥ \times ١٠^{-١٢}} \Longleftarrow \text{مـ} = ٢ \times ١٠^{٤} \text{ نيوتن/ كولوم}$$

٢- نحسب القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة الكهربائية بتطبيق العلاقة: ق$_ك$ = مـ ن

= ٢ × ١٠^{٤} × ١ × ١٠$^{-٩}$ = ٢ × ١٠$^{-٥}$ نيوتن

عندما تصبح الشحنة الكهربائية ضعفي ما كانت عليه مع بقاء مساحة الصفيحتين ثابتة تصبح (σ) ضعفي قيمتها، وبما أن المجال الكهربائي(مـ) يتناسب طرديًا مع كثافة الشحنة السطحية (σ) ح فإن المجال الكهربائي يصبح ضعفي ما كان عليه أي أن (مـ =٤ × ١٠^{٤}) نيوتن/ كولوم.

مثال (١- ٦): تحرك بروتون من السكون في مجال كهربائي منتظم مقداره (٥٠١) نيوتن/ كولوم من نقطة عند الصفيحة الموجبة إلى نقطة عند الصفيحة السالبة، كما يبين الشكل،وأصبحت سرعة البروتون ١,٢ × ١٠^{٥} م/ث بعد قطعه إزاحة Δ س، إذا علمت أن كتلة البروتون ١,٧ × ١٠$^{-٢٧}$ م/ث،وشحنته ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم ،فاحسب:



١- تسارع البروتون.

٢- الزمن الذي يحتاجه البروتون لكي يصل إلى الصفيحة السالبة.

٣- الإزاحة التي قطعها.

الحل:

١- يحسب التسارع من العلاقة:

ت = $\frac{ن}{ك}$

= $\frac{٥٠١ \times ١.٦ \times ١٠^{-١٩}}{١٠ \times ١.٦٧^{-٢٧}}$

= ٤.٨ × ١٠^{١٠} م/ ث^{٢}،باتجاه المحور السيني الموجب

٢- يحسب الزمن من العلاقة: ع = ع$_{ا}$ + ت ز

١.٢ × ١٠^{٥} = ٠ + ٤.٨ × ١٠^{١٠} ز^{٢}

ز = ٢.٥ × ١٠$^{-٦}$ ث

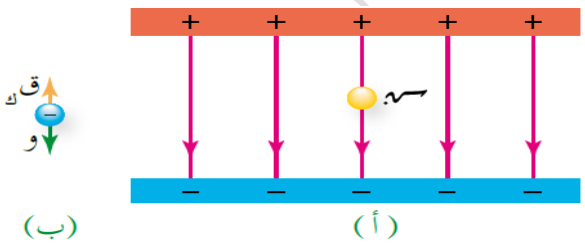
٢- يحسب الازاحة من العلاقة:

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

= ٠ + $\frac{١}{٢}$ × ٤.٨ × ١٠^{١٠} × (٢.٥ × ١٠$^{-٦}$)^{٢}

Δ س = ١٥ × ١٠$^{-٦}$م، باتجاه المحور السيني الموجب

مثال (١- ٧): يبين الشكل مجالًا كهربائيًا منتظمًا اتجاهه نحو المحور الصادي السالب، وضع فيه جسيم شحنته (٣) نانوكولوم و(كتلته ٣×١٠$^{-٥}$) كغ، إذا علمت أن تسارع الجاذبية الأرضية (جـ = ١٠ م/ث)، فأجب عما يأتي:



١- ما نوع شحنة الجسيم؟

٢- احسب مقدار المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين.

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

الحل :

١- بما أن الجسيم متزن، واتجاه الوزن نحو المحور الصادي السالب، فإن اتجاه القوة الكهربائية يجب أن يكون نحو المحور الصادي الموجب. انظر الشكل (ب)،وبما أن اتجاه القوة الكهربائية بعكس اتجاه المجال الكهربائي فإن شحنة الجسيم سالبة.

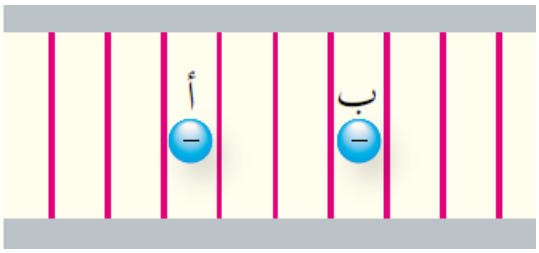
٢- بما أن الجسيم متزن، فإن: ق$_ك$ = و ⟸ مـ ن = ك جـ

مـ = $\frac{ك جـ}{ن}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{-٥} \times ١٠}{٣ \times ١٠^{-٩}}$ = ١ × ١٠^{٥} نيوتن/ كولوم.

٣- لبقاء الجسيم متزنًا يجب الحفاظ على المجال الكهربائي مقدارًا واتجاهًا مـ = $\frac{\sigma}{\varepsilon_o}$ ، وبما أن ($\sigma = \frac{ن}{م}$) فإنه عندما تقل مساحة الصفيحتين إلى النصف يجب أن تقل الشحنة الكهربائية إلى النصف لكي تبقى (σ) ثابتة.

مراجعة (١-٣):ص٢٤

١- اتزن جسيم (أ) شحنته (- ش) وكتلته (ك) في مجال كهربائي منتظم كما الشكل، ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



أ- حدد نوع الشحنة الكهربائية على الصفيحتين.

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

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

١) بما أن الجسيم (أ) متزن:

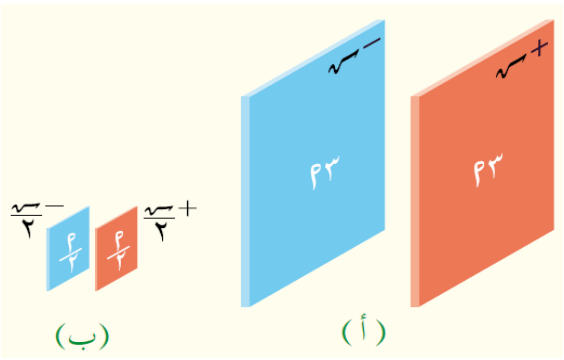
أ- بما أن اتجاه الوزن نحو الصادات السالب فإن اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم (أ) يكون نحو الصادات الموجب، وبما أن شحنة الجسيم سالبة فإن القوة الكهربائية المؤثرة فيه تكون بعكس اتجاه المجال وعليه يكون اتجاه المجال نحو الصادات السالب، فتكون الصفيحة العلوية موجبة الشحنة والصفيحة السفلية سالبة الشحنة.

ب- الجسيم(ب) كتلته (٢ك)، سيكون وزنه ضعفي وزن الجسيم (أ) ويتأثر الجسيم (ب) بالقوة الكهربائية نفسها المؤثرة في الجسيم (أ) لأن شحنتهما متساوية (ق$_{ك}$= م $\overrightarrow{ش}$.) وعليه يكون (وب > ق$_{ك}$) لذلك لن يتزن.

جـ) زيادة الشحنة على الصفيحتين تعني زيادة المجال الكهربائي مـ = $\frac{\overrightarrow{ش}}{\varepsilon_{أ}}$

، وبما أن(ق$_{ك}$= مـ $\overrightarrow{ش}$) فإن القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم (أ) تزداد وتصبح أكبر من وزنه فيصبح الجسيم (أ) غير متزن

٢- معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل حدد في أي الحالتين يكون مقدار المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين أكبر؟

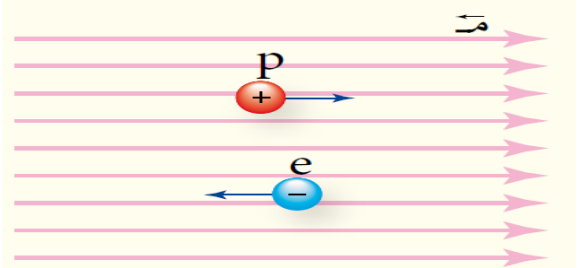


٢- مـ = $\frac{\sigma}{\varepsilon_{.}}$ = $\frac{\overrightarrow{ش}}{ρ_{.}\varepsilon}$

مـ(أ) = $\frac{\overrightarrow{ش}}{ρ_{٣}.\varepsilon}$ = $\frac{\overrightarrow{ش}}{ρ.\varepsilon}\frac{١}{٣}$

مـ (ب) = $\frac{\frac{\overrightarrow{ش}}{٢}}{\varepsilon_{أ}\frac{ρ}{٢}}$ = $\frac{\overrightarrow{ش}}{ρ\varepsilon}$ ، في الحالة (ب) يكون المجال الكهربائي أكبر من المجال في الحالة (أ).

٣- يبين الشكل التالي مجالًا كهربائيًّا منتظمًا يتحرك فيه ، إلكترون وبروتون إذا كانت كتلة الإلكترون تعادل $\frac{١}{١٨٤٠}$ من كتلة البروتون تقريبًا،فأجب عن الأسئلة التالية:



أ- أيهما أكبر مقدارًا القوة الكهربائية المؤثرة في البروتون المؤثرة في الإلكترون؟

ب- أيهما أكبر مقدارًا تسارع البروتون أم تسارع الإلكترون؟ فسرإجابتك.

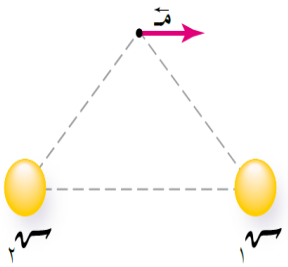
الحل أ) تعتمد القوة الكهربائية للشحنات الموضوعة في نفس المجال الكهربائي على الشحنة وفق العلاقة (ق = م ش .)، فالإلكترون والبروتون لهما الشحنة نفسها، لذا سيتأثران بالقوة الكهربائية نفسها.

ب- يعتمد التسارع على الكتلة وفق العلاقة ت = $\frac{\text{مـ}\overrightarrow{ش}}{ك}$ ، وبما أن كتلة الإلكترون أقل من كتلة البروتون فإن تسارع الإلكترون أكبر من تسارع البروتون.

أسئلة الفصل الأول صفحة ٢٧

١) ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

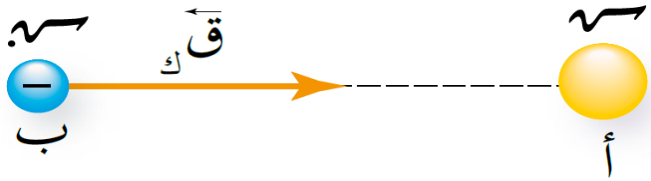
١- يبين الشكل عند اتجاه المجال الكهربائي المحصل عند نقطة تبعد عن الشحنتين ($س_1$ ، $س_2$) المسافة نفسها إذا علمت الشحنتين متساويتان في المقدار فإن:



أ) $س_1$ موجبة ، $س_2$ موجبة ب) $س_1$ موجبة ، $س_2$ سالبة

جـ) $س_1$ سالبة ، $س_2$ موجبة د) $س_1$ سالبة ، $س_2$ سالبة

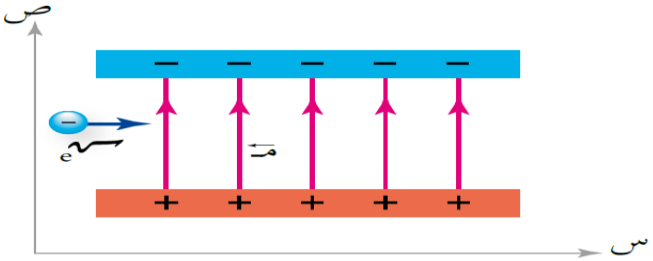
٢- يبين الشكل شحنة نقطية ($س$) عند النقطة (أ) تولد حولها مجالًا كهربائيًّا عندما وضعت شحنة ($-س$) عند النقطة (ب) تأثرت بقوة كهربائية باتجاه المحور السيني الموجب. يكون اتجاه المجال الكهربائي عند النقطة (ب)، ونوع الشحنة الكهربائية ($س$) على الترتيب:



أ) $+س$، سالبة ب) $+س$، موجبة

جـ) $-س$، سالبة د) $-س$، موجبة

٣- عندما يدخل إلكترون متحركٌ بالاتجاه السيني الموجب إلى منطقة مجال كهربائي منتظم، كما يبين الشكل ، فإن هذا الإلكترون يكتسب تسارعًا بالاتجاه:



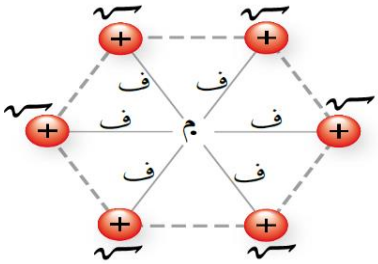
أ) الصادي الموجب

ب) الصادي السالب

جـ) السيني الموجب

د) السيني السالب

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

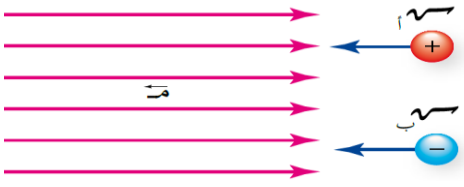


أ) صفراً ب) $م = ٥ \times (\frac{أ}{ف^2})$

جـ) $م = ٦ \times (\frac{أ}{ف^2})$ د) $(\frac{أ}{ف^2})$

٥- ينشأ مجال كهربائي منتظم في الحيز بين صفيحتين موصلتين متوازيتين مشحونتين بشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع. فإذا أصبحت مساحة الصفيحتين ضعفي ما كانت عليه وقلت الشحنة الكهربائية إلى النصف فإن المجال الكهربائي:

أ) يقل إلى النصف ب) يتضاعف مرتين جـ) يقل إلى الربع د) يتضاعف أربع مرات

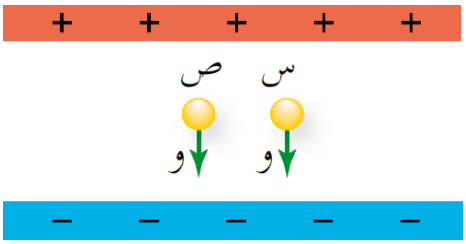


س٢: عند دخول الجسيمات المشحونة إلى مجال كهربائي فإنها تتأثر بقوة كهربائية، ويبين الشكل اتجاه الحركة لجسمين (أ) موجب الشحنة و(ب) سالب الشحنة قبل دخولهما إلى مجال كهربائي منتظم. وضح لكل جسيم:

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

ب- أثر القوة الكهربائية في مقدار سرعة الجسيم.

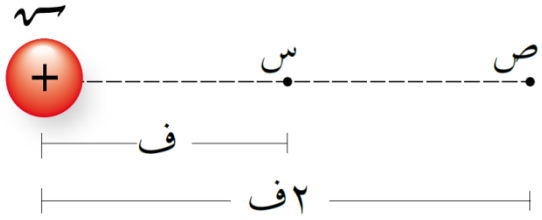
س٣: جسيمان (س)،و(ص) مشحونان ومتساويان في الوزن، وُضعا ساكنين في مجال كهربائي منتظم كما يبين الشكل ولوحظ أن الجسيم (س)، بقي ساكنًا، بينما تحرك الجسيم (ص) باتجاه محور الصادات الموجب أجب عما يأتي:



أ- ما نوع شحنة كل من الجسيمين؟

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

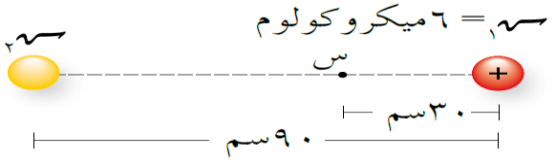
س٤: نقطتان (س، ص) تقعان في المجال الكهربائي لشحنة نقطية موجبة، كما يبين الشكل،وضعت شحنة مقدارها ١×١٠^{-٦} كولوم عند النقطة (س) فتأثرت بقوة كهربائية مقدارها ٨×١٠^{-٣} نيوتن.جد:



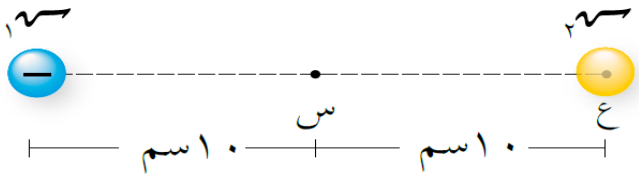
أ- المجال الكهربائي عند النقطة (س) مقدارًا واتجاهًا.

ب- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة نقطية مقدارها -١×١٠^{-٦} كولوم توضع عند النقطة (ص)، مقدارًا واتجاهًا.

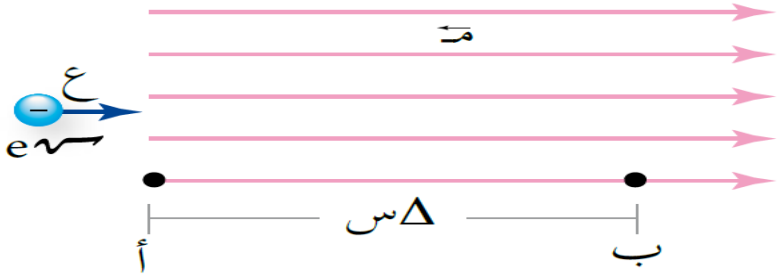
س٥: شحنتان نقطيتان($ش_١$، $ش_٢$) موضوعتان في الهواء والبعد بنهما (٩٠سم)، إذا علمت أن المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (س) يساوي صفراً ، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل . جد مقدار الشحنة ($ش_٢$) ونوعها.



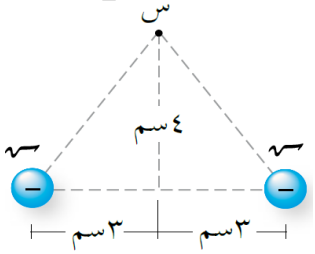
س٦: وضعت شحنة ($ش_١ = -٢ \times ١٠^{-٦}$) كولوم على بعد (١٠) سم من النقطة (س) كما في الشكل، احسب مقدار الشحنة الكهربائية الواجب وضعها عند النقطة (ع) وحدد نوعها،ليكون مقدار المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (س) مساوياً (٥٤×١٠^{٥}) نيوتن/ كولوم ويكونا تجاهه نحو النقطة (ع).



س٧: إلكترون يتحرك باتجاه المحور السيني الموجب بسرعة $\frac{٨}{٣} \times ١٠^{٦}$ م/ث ، أُدخل هذا الإلكترون مجالًا كهربائيًا منتظمًا مقداره (١×١٠^{٣}) نيوتن/ كولوم، وبالاتجاه المبين في الشكل ، إذا بدأ الإلكترون الحركة تحت تأثير المجال الكهربائي من النقطة (أ) وتوقف عند النقطة (ب) فاحسب الإزاحة التي قطعها.

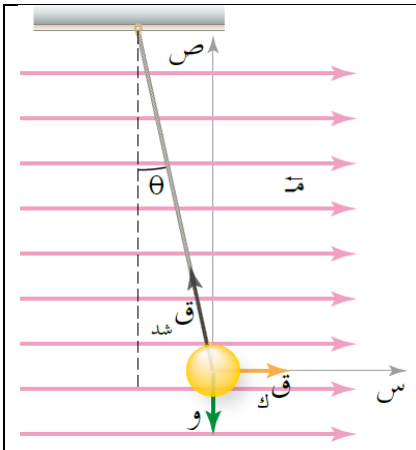


س٨: شحنتان نقطيتان متماثلتان ($ش = -٥ \times ١٠^{-٦}$) وكولوم ، ، موضوعتان في الهواء ، معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل، احسب :المجال الكهربائي عند النقطة (س) مقدارًا واتجاهًا.



س٩: كرة صغيرة مشحونة شحنتها (ـــ).، ووزنها (و) علقت بخيط داخل مجال كهربائي منتظم، فاتزنت كما هو مبين في الشكل، اثبت ان مقدار المجال الكهربائي يعطى بالعلاقة:

$$م = \frac{و\ ظا\ \theta}{ـــ}$$



اجابات أسئلة الفصل الأول صفحة ٢٧

س١:

الفقرة	١	٢	٣	٤	٥
رمز الإجابة	ج	د	ب	د	ج

س٢:

أ- الجسيم الموجب: تأثير القوة الكهربائية على الجسيم باتجاه المجال الكهربائي أي نحو محور السينات الموجب.
الجسيم السالب: تأثير القوة الكهربائية على الجسيم بعكس اتجاه المجال الكهربائي أي نحو محور السينات السالب.

ب- الجسيم الموجب: ستتناقص سرعته لأن اتجاه القوة الكهربائية عكس اتجاه حركته عند دخول منطقة المجال الكهربائي.
الجسيم السالب: ستتزايد سرعته لأن اتجاه القوة الكهربائية مع اتجاه حركته عند دخول منطقة المجال الكهربائي.

س٣: أ- شحنة الجسيم (س) سالبة، لأن الجسيم اتزن، وبما أن الوزن عمودي باتجاه (-ص)، فلا بد من وجود قوة باتجاه (+ص) تساوي الوزن وتعاكس اتجاهه، وهذه القوة هي القوة الكهربائية وبما أنها بعكس اتجاه المجال فهذا يعني أن الشحنة سالبة.
شحنة الجسيم (ص) سالبة لأنه تحرك باتجاه (+ص) وهذا يعني وجود قوة تؤثر فيه بهذا الاتجاه، وهذه القوة هي القوة الكهربائية وبما أنها بعكس اتجاه المجال فهذا يعني أن الشحنة سالبة.

ب - العامل الذي يحدد اتزان الجسيم س أو ص في منطقة المجال علاقة القوة الكهربائية بالوزن، ويعتمد مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في جسيم مشحون على مقدار المجال الكهربائي (وهو نفسه للجسيمين)، وعلى مقدار الشحنة، وفق العلاقة (ق = مـ ـــ)، وبما أن الجسيم (ص) تحرك نحو الصادات الموجب، فهذا يعني أن القوة الكهربائية أكبر من الوزن، وهذا يعني أن شحنة (ص) أكبر من شحنة (س).

س٤:

أ) $م_س = \frac{ق}{ـــ} = \frac{٨ \times ١٠^{-٣}}{١ \times ١٠^{-٦}} = ٨ \times ١٠^{٣}$ نيوتن/ كولوم باتجاه محورالسنيات الموجب

ب) إما أن يتم إيجاد قيم المسافات أو أن نشكل معادلات وبالحذف (القسمة) نتخلص من المسافات :

النقطة ص : $م_ص = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ـــ}{ف^٢}$ ..... (٢) النقطة س : $م_س = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ـــ}{ف^٢}$ ..... (١)

$ف_ص = ٢\ ف_س$ ، ـــ = ـــ

بقسمة المعادلتين ١ و ٢ نحصل على : $م_ص = ق \times$ ـــ

$= ٢ \times ١٠^{٣} \times ١ \times ١٠^{-٦} = ٢ \times ١٠^{-٣}$ نيوتن باتجاه المحور السيني السالب

س٥: مـ١ = مـ٢

$$\frac{\text{٢ث}}{(٦٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩} = \frac{\text{١ث}}{(٣٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩}$$

$$\frac{\text{٢ث}}{(٣٦٠٠ \times ١٠^{-٤})} = \frac{٦ \times ١٠^{-٦}}{(٩٠٠ \times ١٠^{-٤})}$$

$$\frac{\text{٢ث}}{١} = \frac{٦ \times ٣٦ \times ١٠^{-٦}}{٩}$$

٢ث = ٢٤ × ١٠^-٦ كولوم وهي موجبة

س٦: وبما أن المجال الكهربائي المحصل عند النقطة س يكون اتجاهه نحو النقطة ع فهذا يتطلب أن يكون أحد المجالين المتولدين في النقطة س باتجاه المحور السيني الموجب، وبما أن ش ١ سالبة فإن اتجاه المجال المتولد عنها عند النقطة س يكون باتجاه المحور السيني

مـ١ = ٩ × ١٠^٩ × $\frac{٢ \times ١٠^{-٦}}{(٠.١)^{٢}}$ = 18 × ١٠^٥ نيوتن/ كولوم باتجاه المحورالسيني السالب

مس = م ٢ – م ١

٥٤ × ١٠^٥ = م ٢ – 18 × ١٠^٥

م ٢ = 72 × ١٠^٥ نيوتن/ كولوم ومنه ◄◄: 72 × ١٠^٥ = ٩ × ١٠^٩ × $\frac{\text{٢ث}}{(٠.١)^{٢}}$

٢ث = ٨ × ١٠^-٦ *كولوم باتجاه الموجب المحورالسيني ،مما يدل ان الشحنة سالبة*

س٧: ت= $\frac{\text{مـش}}{\text{ك}}$ = $\frac{١ \times ١٠^{٣١} \times ١.٦ \times ١٠^{-١٩}}{٩ \times ١٠^{-٣١}}$ = $\frac{١٦}{٩}$ × ١٠^١٤ م/ث^٢

$$٠ = \left(\frac{٨}{٣} \times ١٠^{٦}\right)^{٢} + ٢ \times \frac{١٦}{٩} \times ١٠^{١٤} \times \Delta \text{س ع}^{٢} = \text{ع}^{٢} + ٢ \text{ت} \Delta \text{س}$$

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

$$\Delta \text{س} = ١٠^{-٢} \times \frac{٦٤}{٣٢} \gg\gg \Delta \text{س} = ٢ \times ١٠^{-٢} \text{م}$$

س٨: مـ = ٩ × ١٠^٩ $\frac{\text{ث}}{\text{ف}^{٢}}$

مـ١= مـ٢ = ٩ × ١٠^٩ × $\frac{٥ \times ١٠^{-٦}}{٢٥ \times ١٠^{-٤}}$ = $\frac{٩}{٥}$ × ١٠^٧ نيوتن/ كولوم

نحلل مـ١ :

مـ١ س = مـ١ جتا θ × $\frac{٩}{٥}$ × ١٠^٧ × $\frac{٣}{٥}$ نيوتن/ كولوم باتجاه المحورالسيني الموجب

إعداد المعلم مصطفى دعمس

مـ١ ص = مـ١ جا θ × $\frac{٩}{٥}$ × ١٠^٧ × $\frac{٤}{٥}$ نيوتن/ كولوم باتجاه المحور الصادي السالب

نحلل مـ٢:

مـ٢ س = مـ٢ جتا θ × $\frac{٩}{٥}$ × ١٠^٧ × $\frac{٣}{٥}$ نيوتن/ كولوم باتجاه المحور السيني السالب

مـ٢ ص = مـ٢ جا θ × $\frac{٩}{٥}$ × ١٠^٧ × $\frac{٤}{٥}$ نيوتن/ كولوم باتجاه المحور الصادي الموجب

مـ س= مـ ١س − مـ ٢س = صفر

مـ ح= مـ ص = مـ ١ص + مـ ٢ص

= ٢ × $\frac{٣٦}{٢٥}$ × ١٠^٧ = $\frac{٧٢}{٢٥}$ × ١٠^٧ نيوتن/ كولوم باتجاه المحور الصادي السالب

س٩: بما أن الكرة متزنة فإن:

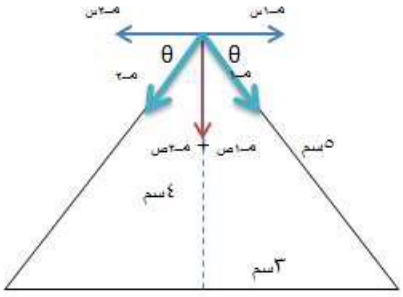
ق س = صفر ،وبالتالي : قك = قشد جا θ

ق ص = صفر ،وبالتالي : و = قشد جتا θ

بقسمة المعادلتين: $\frac{قك}{و}$ = $\frac{ق_{شد} \text{ جا } \theta}{ق_{شد} \text{ جتا } \theta}$

قك= و ظا θ ، لكن قك = مـ ش. وبالتالي: و ظا θ = مـ ش. أي أن :

مـ = $\frac{\text{و ظا } \theta}{ش}$



مفتاح الابداع في الفيزياء
للأستاذ مصطفى دعمس

طريقك للتفوق والنجاح

إعداد الأستاذ مصطفى دعمس

تمارين: (معظمها أسئلة وزارية للفرعين العلمي والصناعي قبل عام ٢٠١٩م).

١) ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

١- عندما تتحرك شحنة سالبة بتأثير القوة الكهربائية فقط،فأي العبارات الآتية تصف كلاً من اتجاه حركة الشحنة بالنسبة لاتجاة المجال الكهربائي،وطاقة وضعها الكهربائية (على الترتيب): (وزارة ٢٠١٩):

أ) مع اتجاهه،تقل **ب) عكس اتجاهه،تقل** ج) مع اتجاهه،تزداد د) عكس اتجاهه،تزداد

٢- إحدى العبارات الآتية ليست من صفات القوى الكهربائية:

أ- يتناسب مقدارها طرديًا مع حاصل ضرب مقداري الشحنتين.

ب- يتناسب مقدارها عكسيًا مع مربع البعد بين الشحنتين.

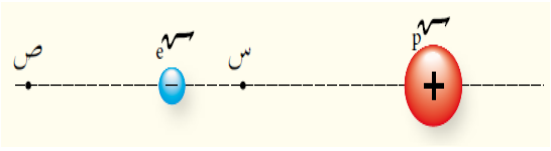
ج- ينطبق خط عملها على الخط الواصل بين الشحنتين.

د- يكون نوعها تجاذب في حالة الشحنات المتشابهة، و تنافر في حالة الشحنات المتخالفة.

٣- شحنتان نقطيتان (٣ ، ٣)، والبعد بينهما (ف)، إذا كانت القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (٣) تساوي (٦) نيوتن نحو الشرق، فإن القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (٣) تساوي:

أ- ٦ نيوتن نحو الشرق. **ب- ٦ نيوتن نحو الغرب.** ج- ١٨ نيوتن نحو الشرق. د- ١٨ نيوتن نحو الغرب.

٤- يبين الشكل إلكترونًا وبروتونًا موضوعين على المحور السيني. حدد نوع القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين واتجاهها بالنسبة لاتجاة المجال الكهربائي عند النقطتين (س)،(ص). (على الترتيب):



أ- تنافر، مع اتجاهه ب- تنافر، عكس اتجاهه

ج- قوة تجاذب، مع اتجاهه د- قوة تجاذب ،عكس اتجاهه

٥- شحنة مقدارها ٤ × ١٠^-٩ كولوم موضوعة في مجال مقداره ٢٠ نيوتن/ كولوم ما القوة المؤثرة عليها ؟

أ) ٨ × ١٠^-١٠ نيوتن ب) ٥ × ١٠^-١٠ نيوتن ج) ٨ × ١٠^-٨ نيوتن د) ٥ × ١٠^-٨ نيوتن

٦- أثرت شحنة مقدارها (-٦ ميكروكولوم) بقوة جذبٍ مقدارها (٤٨٠) نيوتن، في شحنةٍ ثانيةٍ تبعد عنها مسافة (٣) سم ما مقدار الشحنة الثانية؟ وما نوعها؟ (على الترتيب):

أ) ٤ ميكروكولوم،موجبة ب) ٤ ميكروكولوم، سالبة **ج) ٨ ميكروكولوم،موجبة** د) ٨ ميكروكولوم، سالبة

٧- شحنتان كهربائيتان المسافة بينهما ٣٠سم والقوة المتبادلة بينهما ٨ × ١٠^-٩ نيوتن كم تصبح القوة المتبادلة بينهما إذا أصبحت المسافة بينهما ٧.٥سم ؟

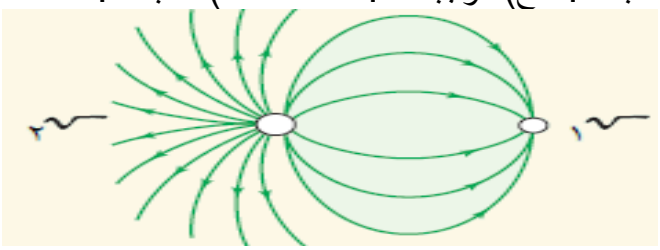
أ) ١٦ × ١٠^-٤ نيوتن ب) ٣٢ × ١٠^-٤ نيوتن **ج)** ٤ × ١٠^-٤ نيوتن د) ٢ × ١٠^-٤ نيوتن

٨- وحدة قياس ثابت كولوم (٩ x ١٠^٩) هي:

أ) نيوتن . م^٢/ كولوم ب) نيوتن . م^٢ / كولوم^٢ ج) نيوتن . كولوم^٢ / م^٢ د) نيوتن^٢ . كولوم/ م^٢

٩- معتمداً على الشكل الذي يمثل خطوط المجال الكهربائي لشحنتين نقطيتين ما نوع الشحنة(١)؟وما نسبة الشحنة الأولى إلى الثانية؟(على الترتيب):

أ) موجبة، ١:٣ ب) سالبة،١:٣ ج) موجبة، ١:٢ د) سالبة،١:٢



١٠- اعتمادا على مبدأ تكميم الشحنة أي من الشحنات التالية تعتبر منطقية ؟

أ) ١.٣ × ١٠^-١٩ كولوم ب) ٥.٢ × ١٠^-١٩ كولوم ج) -١.٣ × ١٠^-١٩ كولوم ج) -٦٤ × ١٠^-١٩ كولوم

١١- تدل كثافة خطوط المجال الكهربائي في منطقة ما :

أ- مقدار المجال الكهربائي في تلك النقطة ب- اتجاه المجال الكهربائي في تلك النقطة

ج- مقدار واتجاه القوة الكهربائية في تلك النقطة **د- عدد خطوط المجال الكهربائي في تلك النقطة**

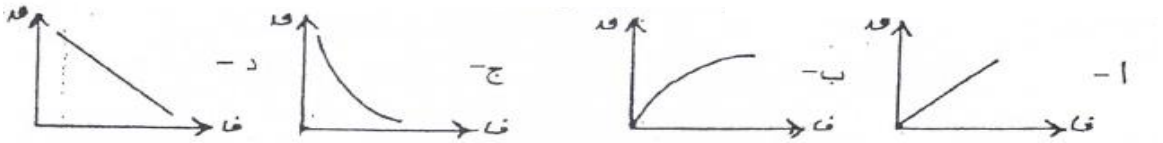
١٢- شحنتان نقطيتان ($ش_١$ ، $ش_٢$)، البعد بينهما (ف)، والقوة المتبادلة بينهما (ق)، ماذا يحدث لمقدار تلك القوة إذا ضاعفنا مقدار الشحنة الأولى فقط.

أ) تقل إلى النصف **ب)** تتضاعف مرتان ج) تتضاعف أربع مرات د) تقل إلى الربع

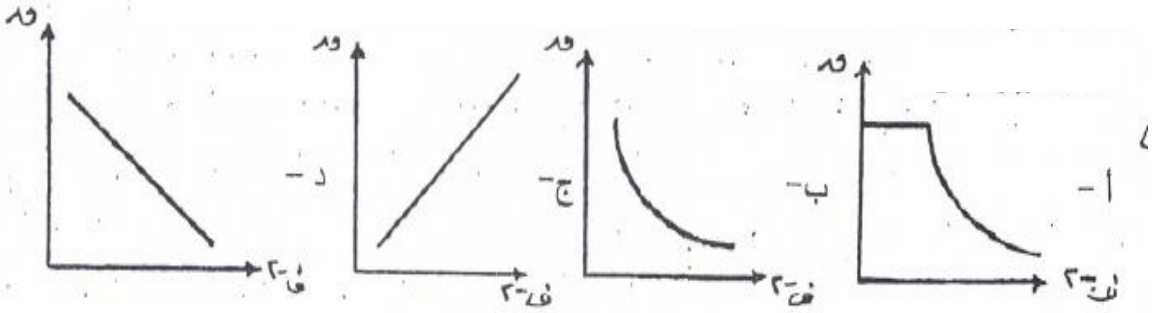
١٣- شحنتان نقطيتان (١ ، ٢)، البعد بينهما (ف)، والقوة المتبادلة بينهما (ق)، ماذا يحدث لمقدار تلك القوة إذا أصبحت المسافة بين الشحنتين نصف ما كانت عليه:

أ) تقل إلى النصف ب) تتضاعف مرتان **ج)** تتضاعف أربع مرات د) تقل إلى الربع

١٤- الشكل الذي يبين التمثيل البياني الصحيح للعلاقة بين القوة المتبادلة بين شحنتين والمسافة بينهما هو:



١٥- الشكل الذي يبين التمثيل البياني الصحيح للعلاقة بين القوة المتبادلة بين شحنتين ومقلوب مربع المسافة بينهما هو:



١٦- شحنتان نقطيتان تفصل بينهما مسافة إذا كانت ($ش_١ = ٥ ش_٢$) فإن:

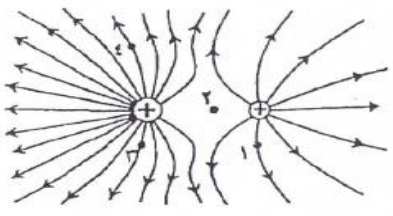
أ) $ق_{٢١} = ٥ ق_{٢}$ ب) $٥ ق_{٢١} = ٥ ق_{١٢}$ ج) $ق_{٢١} = ق_{١٢}$ د) $ق_{٢١} = ٠.١٢ ق_{١٢}$

١٧- من خصائص خطوط المجال الكهربائي:

أ- تتقاطع مع بعضها ب- تخترق الأجسام الموصلة

ج- متعامدة مع السطوح متساوية الجهد د- تتقارب في المناطق التي يكون فيها المجال صغيرًا

١٨- يمثل الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لشحنتين متجتورتين، النقطة التي يكون عندها المجال الكهربائي أكبر ما يمكن هي:



أ) ١ ب)٢

ج) ٣ د) ٤

١٩- إذا تحرك إلكترون وبروتون في مجال كهربائي منتظم لنفس الفترة الزمنية فإنهما يتساويان في:

أ) المسافة التي يقطعانها ب) سرعتهما النهائية

ج) التسارع الذي يكتسبانه د) القوة الكهربائية التي يتأثران بها

٢٠- أي الشحنات الكهربائية الآتية الأنسب لتكون شحنة اختبار وفق ما أتفق عليه ؟

أ) +٨× ١٠$^{-٩}$ كولوم ب) - ٨× ١٠$^{-٩}$ كولوم ج) +٨ كولوم ج) - ٨ كولوم

✍.... مسائل حسابية ...وزارية

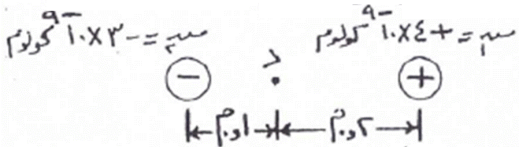
① في الشكل احسب محصلة القوى المؤثرة في الشحنة (ب) -١٢×١٠$^{-٩}$ كولوم ٥×١٠$^{-٩}$ كولوم +٤×١٠$^{-٩}$ كولوم أ ب د ٣سم ٣سم	② احسب محصلة القوى المؤثرة في الشحنة $\overrightarrow{ق}_{٣}$، إذا علمت أن ($\overrightarrow{ق}_{١}$ = $\overrightarrow{ق}_{٢}$ = +٢)ميكروكولوم، ($\overrightarrow{ق}_{٣}$=١٠) ميكروكولوم. س١ س٣ س٢ ق٣١ د ق٣٢ ٣سم ٢سم
③ شحنتان متساويتان تتنافران بقوة ٠.١ نيوتن إذا كانت المسافة بينهما ٥٠ سم احسب مقدار كل من الشحنتين	④ شحنتان نقطيتان $\overrightarrow{ق}_{١}$ = ٢ × ١٠$^{-٦}$ كولوم ، $\overrightarrow{ق}_{٢}$=- ٤ × ١٠$^{-٦}$ كولوم والمسافة بينهما في الهواء ٣م. احسب القوة المؤثرة على الشحنة ش٢ ؟
⑤ أ ب جـ مثلث قائم الزاوية في ب،وضعت عند رؤسه الشحنات ، $\overrightarrow{ق}_{أ}$ = -١٦×١٠$^{-٣}$ ميكروكولوم ، $\overrightarrow{ق}_{ب}$ = ٢ كولوم ، $\overrightarrow{ق}_{جـ}$ = ١٢×١٠$^{-٣}$ ميكروكولوم ، احسب القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة (ب) ، علماً بأن المسافة بين أ ب = ٤م ، المسافة بين ب جـ = ٣م ، والشحنات موجودة في الهواء .	⑥ وُضعت أربع شحنات كهربائية (١٢ ، -١٠، ١٦، ١) ميكروكولوم على رؤوس المستطيل (أ ب د هـ) على الترتيب . فإذا كان طول أ ب = ٨ سم ، ب د = ٦ سم ، فاحسب القوة المؤثرة في الشحنة الموضوعة في النقطة (هـ) .
⑦ يستخدم قانون كولوم الذي تمثله العلاقة المتبادلة بين الشحنات الكهربائية النقطية الساكنة . أجب عما يأتي : ١) ما الكمية الفيزيائية التي يدل عليها الرمز (ع.) ؟ وما وحدة قياسها ؟ ٢) لماذا تكون القوة بين الشحنات متبادلة ؟	⑧ شحنة اختبار مقدارها ٣ × ١٠$^{-٩}$ كولوم (لاحظ صغر مقدارها) تم وضعها عند نقطة (أ) مفروضة في مجال كهروستاتيكي.تبين بالقياس أن مقدار القوة المؤثرة عليها يساوي ١٢ × ١٠$^{-٨}$ نيوتن. احسب ١- شدة المجال عند (أ). ٢- القوة المؤثرة على شحنة مقدارها ١٨ كولوم تم وضعها عند النقطة (أ).

⑨ شحنة اختبار مقدارها ٢ $\times$ 10^{-9} كولوم ، وضعت في مجال كهربائي فتأثرت بقوة ٤ $\times$ 10^{-5} نيوتن
١- ما مقدار المجال الكهربائي في تلك النقطة
٢- إذا وضع في هذه النقطة شحنة مقدارها -٩ $\times$ 10^{-5} كولوم فما مقدار القوة المؤثرة فيها ؟

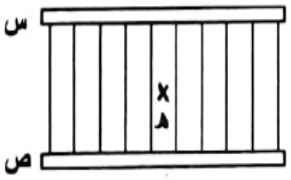
⑩ شحنتان نقطتيتان (٢٥ $\times$ 10^{-3}) ميكروكولوم ، (-٢٥ $\times$ 10^{-3}) ميكروكولوم ، وضعتا في الهواء على بعد (٨) م من بعضهما ، احسب :
١. المجال الكهربائي عند نقطة على العمود المنصف للبعد بين الشحنتين وعلى بعد (٣) م منه .
٢. القوة التي يتأثر بها إلكترون يوضع عند النقطة السابقة ، علما بأن ش$_{الكترون}$ = ١.٦ $\times$ 10^{-19} كولوم

⑪ يمثل الشكل المجاور ثلاث نقاط (س،ص،ع) على استقامة واحدة ، عند النقطة (س) شحنة مقدارها (٣ $\times$ 10^{-6}) ميكروكولوم ، احسب مقدار الشحنة الواجب وضعها عند (ع) ليكون المجال المحصل عند (ص) مساوياً (٥٤ $\times$ 10^{5}) نيوتن/ كولوم،واتجاهه نحو (ع).

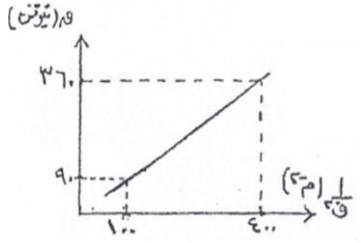
يمثل الشكل المجاور شحنتان نقطتيتان موضوعتان في الهواء، اعتماداً على البيانات المثبتة في الشكل، احسب :
١- القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين.
٢- المجال الكهربائي عند النقطة (د) مقدارًا واتجاهًا.



- يبين الشكل المجاور صفيحتين موصلتين متوازيتين (س،ص) مساحة كل منها (١ $\times$ 10^{-2}) م^{2} ،شحنت إحداهما بشحنة موجبة والأخرى بشحنة سالبة، فنشأ في الحيز بين الصفيحتين مجال كهربائي منتظم .فإذا وضع عند النقطة (هـ) جسيم مشحون شحنته (-٢) نانوكولوم. وكتلته (١ x 10^{-9}) كغم فاتزن.
أجب عما يأتي:
١- حدد نوع الشحنة الكهربائية على كل صفيحة.
٢- مقدار الشحنة الكهربائية على كل صفيحة.



- يمثل الشكل المجاور العلاقة البيانية المتبادلة لشحنتين كهربائيتين نقطتيتين ومتساويتين ومقلوب مربع المسافة،الوسط الفاصل بينهما الهواء، اعتماداً على القيم المثبتة على الشكل، احسب :
١- مقدار كل من الشحنتين.
٢- المجال الكهربائي عند منتصف المسافة بين الشحنتين عندما تكون القوة المتبادلة بينهما (٩٠) نيوتن .



إعداد المعلم مصطفى دعمس

مفتاح الابداع في الفيزياء

- ✓ يشمل جميع محتويات المادة لمنهاج الفيزياء الجديد
- ✓ ملخص قوانين كل فصل
- ✓ جميع أمثلة الكتاب وأسئلة كل فصل
- ✓ أسئلة وتدريبات على نمط أمتحان الثانوية العامة
- ✓ أسئلة أمتحان الثانوية العامة للفرعين العلمي والصناعي قبل عام ٢٠١٩ م تتوافق مع المنهاج الجديد.

من مؤلفات الأستاذ مصطفى دعمس الكتب التالية

عنوان الكتاب	دار النشر	سنة النشر	ISBN
مفتاح الابداع للفيزياء ١٠٢	دار كنوز المعرفة العلمية	٢٠١٢	٩٧٨-٩٩٥٧-٧٤-١٨٧-٧
مفتاح الابداع للفيزياء ١٠١	دار كنوز المعرفة العلمية	٢٠١١	٩٧٨-٩٩٥٧-٧٤-١٣٣-٤
الخصائص الكهربائية والمغناطيسية في الفيزياء	دار غيداء للنشر والتوزيع	٢٠٠٨