تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/ae

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف العاشر المتقدم اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/13

* للحصول على جميع أوراق الصف العاشر المتقدم في مادة كيمياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/13chemistry

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف العاشر المتقدم في مادة كيمياء الخاصة بـ الفصل الثاني اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/13chemistry2

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف العاشر المتقدم اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/grade13

* لتحميل جميع ملفات المدرس فهمي مرقطن اضغط هنا

للتحدث إلى بوت المناهج على تلغرام: اضغط هنا

https://t.me/almanahj_bot

الوحدة الرابعة : الكهرباء السكونية

الفصل الثاني : المجال الكهربائي

٢-١ : المجال الكهربائي :

المجال الكهربائي : هي المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية والتي يظهر فيها تأثير القوة الكهربائية .

الشحنة الكهربائية لا تؤثر بقوة مباشرة على شحنة أخرى بل يتم ذلك عبر مجالها الكهربائي ، حيث تعمل الشحنة الأولى على توليد مجال كهربائي يقوم بالتأثير بقوة على الشحنة الثانية .

شحنة الاختبار : هي شحنة افتراضية موجبة وصغيرة .

استخدام شحنة الاختبار :

(١) للاستدلال على وجود المجال الكهربائي .

(٢) تحديد اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة .

سؤال [١] علل : تكون شحنة الاختبار صغيرة وموجبة .

الإجابة :

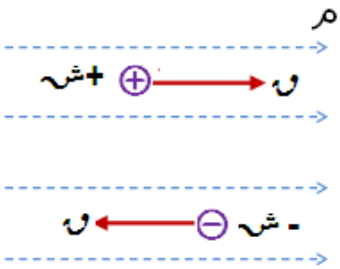
حتى لا تؤدي إلى إحداث تغيير في المجال الكهربائي المراد قياسه من حيث المقدار والاتجاه .

شدة المجال الكهربائي " م " : هي القوة التي يؤثر بها المجال الكهربائي على شحنة الاختبار الموضوعة في تلك النقطة مقسوماً على مقدار تلك الشحنة .

$$\text{شدة المجال الكهربائي} = \frac{\text{القوة الكهربائية}}{\text{شحنة الاختبار}} = \frac{\text{ق}}{\text{ش}_{\text{ه}}}$$

حيث : م : شدة المجال الكهربائي ، ق : القوة الكهربائي مقاسة بوحدة النيوتن

ش$_{\text{ه}}$: شحنة الاختبار مقاسة بالكولوم .



ملاحظـــة :

عند وضع شحنة كهربائية نقطية مقدارها " ش " في مجال كهربائي شدته " م " فإن المجال الكهربائي يؤثر على الشحنة بقوة كهربائية " ق " تعطى بالعلاقة :

ق = م × ش

ويكون اتجاه القوة الكهربائية بنفس اتجاه المجال الكهربائي إذا كانت الشحنة موجبة وبعكس اتجاه المجال إذا كانت الشحنة سالبة ، كما في الشكل المجاور.

فمثلاً عند ضع بروتون وإلكترون في مجال كهربائي ، فإن اتجاه القوة المؤثرة على البروتون تكون بنفس اتجاه المجال لأنه يحمل شحنة موجبة بينما يكون اتجاه القوة المؤثرة على الإلكترون بعكس اتجاه المجال لأنه سالب الشحنة .

سؤال [٢] علل : تتحرك الإلكترونات الحرة بعكس اتجاه المجال الكهربائي المؤثر .

الإجابة :

لأن الإلكترون يحمل شحنة كهربائية سالبة فيكون اتجاه القوة المؤثرة عليه من المجال الكهربائي بعكس اتجاه المجال لذلك يتحرك الإلكترون باتجاه القوة المؤثرة عليه بعكس اتجاه المجال .

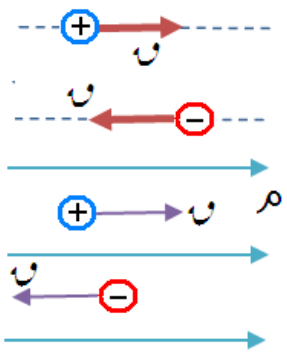
سؤال [٣] لماذا تم استخدام شحنة اختبار صغيرة المقدار موجبة لتحديد المجال الكهربائي عند نقطة ما ؟

الإجابة :

تم اختيار شحنة صغيرة موجبة لتحديد المجال الكهربائي عند نقطة ما ، لأن المجال الكهربائي للشحنة الموجبة يخرج منها فهو معروف الأصل والاتجاه ، وتم اختيارها صغيرة حتى لا تؤثر أبعادها على الأبعاد حولها .

وحدة شدة المجال الكهربائي = وحدة القوة الكهربائية / وحدة الشحنة الكهربائية = نيوتن / كولوم

ملاحظات على المجال الكهربائي :



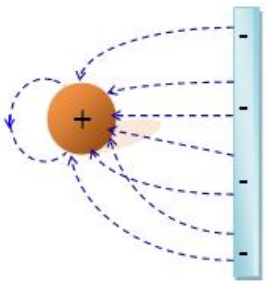
١. المجال الكهربائي كمية متجهة ، لذلك لا تعوض الإشارة السالبة للشحنة في القانون .
٢. إذا كانت الشحنة موجبة فإن اتجاه المجال الكهربائي الناتج منها عند نقطة ما يكون كما في الشكل المجاور .
٣. إذا كانت الشحنة سالبة فإن اتجاه المجال الكهربائي الناتج منها عند نقطة ما يكون كما في الشكل المجاور .
٤. إذا وضعت شحنة موجبة داخل مجال كهربائي فإنها تتحرك بنفس اتجاه خطوط المجال الكهربائي ، وإذا كانت سالبة فإنها تتحرك بعكس اتجاه خطوط المجال الكهربائي .

سؤال [٤] ماذا نعني بقولنا إن مجالاً كهربائياً مقداره ٥ نيوتن/كولوم .

الإجابة :

أي أن هذا المجال يؤثر بقوة مقدارها ٥ نيوتن على شحنة نقطية مقدارها ١ كولوم توضع فيه .

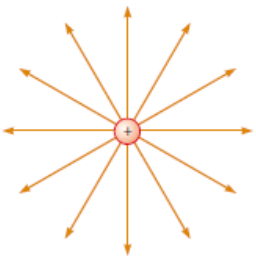
سؤال [٥] في الشكل المجاور ن استخرج ثلاثة أخطاء وع فيها طالب رسم خطوط المجال الكهربائي كما في الشكل المجاور :



الإجابة :

١. تقاطع خطوط المجال الكهربائي .
٢. خروج خطوط المجال الكهربائي من الشحنة السالبة ودخولها إلى الشحنة الموجبة .
٣. عودة خطوط المجال الكهربائي إلى الشحنة نفسها (تذكر خطوط المجال الكهربائي غير مقفلة)

سؤال [٦] يمثل الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لشحنة نقطية تمعن الشكل ثم أجب عما يلي :



١. على ماذا يدل تباعد خطوط المجال الكهربائي عن بعضها .
٢. هل يعتبر المجال الناتجة عن شحنة نقطية مجالاً منتظماً أم لا . فسر إجابتك .

الإجابة :

١. يدل على أن اتجاه المجال الكهربائي غير ثابت وكذلك مقدار المجال غير ثابت كلما ابتعدنا عن الشحنة ، أي المجال الكهربائي غير منتظم .
٢. لا تعتبر المجال الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية مجالاً منتظماً ، وذلك لأن خطوط المجال الكهربائي تتباعد في كل الاتجاهات كلما ابتعدنا عن الشحنة مما يدل على تناقص مقدار المجال كلما ابتعدنا عن الشحنة ، كما أن خطوط المجال تشير إلى اتجاهات مختلفة مما يعني أن اتجاهه غير ثابت وبالتالي فإن المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة النقطية مجالاً غير منتظماً .

سؤال [٧] شحنة مقدارها + ٢ ميكرو كولوم وضعت في مجال كهربائي مقداره ٥٠ نيوتن/كولوم ، احسب مقدار واتجاه القوة المؤثرة على هذه الشحنة .

الحل :

ق = م × شـ = ٥٠ × ٢×١٠^-٦ = ١٠٠×١٠^-٦ = ١×١٠^-٤ نيوتن .

يكون اتجاه القوة بنفس اتجاه المجال الكهربائي لكونها موجبة .

سؤال [٨] جسيم شحنته ٥ ميكرو كولوم وكتلته ٠,٠٢ غم يؤثر عليه مجال كهربائي بقوة مساوية لوزنه ، احسب مقدار هذا المجال .

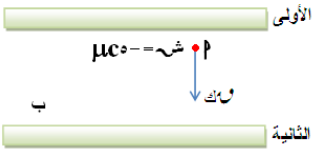
الحل :

ك = ٠,٠٢ غم = ٠,٠٢ × $١٠^{-٣}$ كغم = ٢ × $١٠^{-٥}$ كغم ، شـ = ٥ ميكرو كولوم = ٥ × $١٠^{-٦}$ كولوم .

ق الكهربائية = و = ك × جـ = ٢ × $١٠^{-٥}$ × ١٠ = ٢٠ × $١٠^{-٥}$ نيوتن = ٠,٠٠٠٢ نيوتن .

م = $\frac{ق}{شـ}$ = $\frac{٢٠ \times ١٠^{-٥}}{٥ \times ١٠^{-٦}}$ = ٤٠ نيوتن/كولوم .

سؤال [٩] صفيحتان مشحونتان بشحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين في النوع ، أ ، ب نقطتان في الحيز بين اللوحين ، كما في الشكل المجاور ، وضعت شحنة مقدارها " ـ ٥ ميكروكولوم عند النقطة " أ " فتأثرت بقوة كهربائية مقدارها ٠,٠٩ نيوتن للأسفل ، أجب عما يلي :

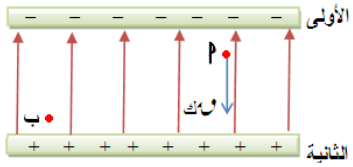


(١) أرسم خطوط المجال الكهربائي في الحيز بين اللوحين .

(٢) احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة " أ " .

(٣) ما مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها " +٦ ميكرو كولوم " عندما توضع في النقطة " ب " .

الإجابة :



(١) بما أن القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة السالبة باتجاه الأسفل ، والقوة المؤثرة على الشحنة السالبة تكون باتجاه معاكس للمجال الكهربائي ، لذلك يكون اتجاه المجا الكهربائي بين الصفيحتين باتجاه الأعلى ، أي تكون الصفيحة الثانية موجبة الشحنة والصفيحة الأولى سالبة الشحنة ، كما في الرسم المجاور .

(٢) عند النقطة " أ "

ق = م شـ

٩ × $١٠^{-٣}$ = م × ٥ × $١٠^{-٦}$

م = $\frac{٩ \times ١٠^{-٣}}{٥ \times ١٠^{-٦}}$ = ١٨٠٠ نيوتن/كولوم .

(٣) عند النقطة " ب " :

ق = م شـ = ١٨٠٠ × ٦ × $١٠^{-٦}$ = ٠,٠١٠٨ نيوتن ، باتجاه الأعلى نحو الصفيحة السالبة (بنفس باتجاه المجال)

٢ – ٢ : خطوط المجال الكهربائي :

يمكن تمثيل المجال الكهربائي في منطقة حول شحنة كهربائية ما عن طريق رسم خطوط القوى الكهربائية حول هذه الشحنة .

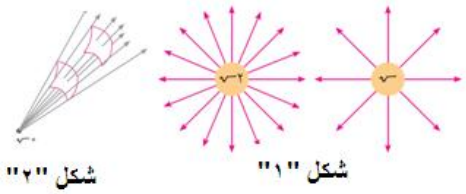
خط القوة الكهربائية : هو المسار الذي تسلكه شحنة اختبار موجبة عند وضعها في نقطة في المجال الكهربائي .

يمكن تخطيط المجال الكهربائي للشحنات الكهربائية باستخدام سائل مثل زيت الخروع ودقائق السميد .

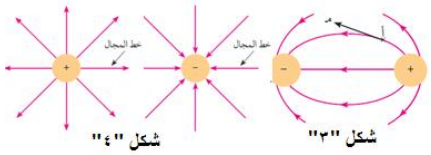
مميزات خطوط المجال الكهربائي :

(١) تتناسب شدة المجال الكهربائي في نقطة ما تناسباً طردياً مع مقدار الشحنة المولدة للمجال الكهربائي كما في الشكل المجاور " شكل ١ " .

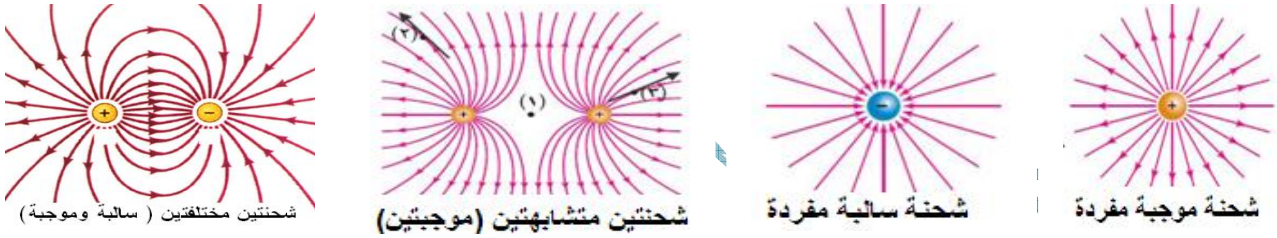
(٢) يتناسب عدد خطوط المجال الكهربائي التي تقطع وحدة المساحة العمودية عليها " كثافة خطوط المجال " طردياً مع شدة المجال الكهربائي ، كما في الشكل المجاور " ٢ " .



(٣) يدل اتجاه المماس لخط المجال عند أي نقطة على اتجاه المجال في تلك النقطة كما في الشكل المجاور " ٣ " .
(٤) خطوط وهمية تبدو خارجة من الشحنة الموجبة وتدخل إلى الشحنة السالبة ، كما في الشكل المجاور " ٤ " .



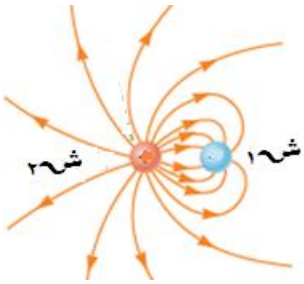
(٥) خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع .
ويبين الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لبعض الشحنات الكهربائية :



ملاحظات على خطوط المجال الكهربائي :
يتناسب عدد خطوط المجال الكهربائي التي تعبر وحدة المساحة من سطح ما مع مقدار المجال عند ذلك السطح ، وبذلك يكون مقدار المجال كبيراً في المنطقة التي تتقارب فيها خطوط المجال ، بينما يكون مقداره صغيراً في المنطقة التي تتباعد فيها الخطوط .

سؤال [١٠] علل : خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع .
الإجابة :
لأنها لو تقاطعت لكان عند نقطة التقاطع اتجاهان للمجال الكهربائي وهذا غير ممكن .

سؤال [١١] معتمداً على الشكل المجاور ، الذي يمثل خطوط المجال الكهربائي لشحنتين نقطيتين ، أجب عما يلي :
(١) ما نوع كل شحنة ؟
(٢) ما نسبة الشحنة الأولى إلى الشحنة الثانية .

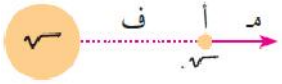


الإجابة :
(١) الشحنة الكبرى " شـ٢ " موجبة لأن خطوط المجال خارجة منها ، الشحنة الصغرى " شـ١ " سالبة .
(٢) عدد خطوط المجال الخارجة من الشحنة الموجبة = ١٦ خطاً
ومن الشحنة السالبة ٨ خطوط .

$$\frac{\text{الشحنة الموجبة}}{\text{الشحنة السالبة}} = \frac{١٦}{٨} = \frac{٢}{١}$$

٢ – ٣ : حساب شدة المجال الكهربائي الناشئ عن عدة شحنات نقطية :

أولاً : شدة المجال الكهربائي لشحنة نقطية :
لحساب شدة المجال الكهربائي " م " عن شحنة نقطية " شـ " عند نقطة مثل " أ " والتي تبعد مسافة مقدارها " ف " عن الشحنة النقطية ، نفترض وجود شحنة اختبار موجبة صغيرة " شـ٠ " عند النقطة " أ " ، ثم نحسب القوة التي تؤثر بها الشحنة النقطية "شـ" على شحنة الاختبار " شـ٠ " ، ثم نقسم هذه القوة " ق " على شحنة الاختبار " شـ٠ " فنحصل على شدة المجال " م " عند النقطة .



$$ن = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{شـ \times شـ_{٠}}{ف^{٢}}$$

لكن :

$$م = \frac{ن}{شـ_{٠}} = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{شـ \times شـ_{٠}}{ف^{٢}} \div شـ_{٠} = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{شـ \times شـ_{٠}}{ف^{٢}} \times \frac{١}{شـ_{٠}}$$

$$م = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{شـ}{ف^{٢}}$$ ، هذه العلاقة فقط تستخدم لحساب المجال الكهربائي عن الشحنات النقطية فقط .

من هذه العلاقة نلاحظ أن شدة المجال الكهربائي لا تعتمد على شحنة الاختبار ، وإنما تعتمد على :

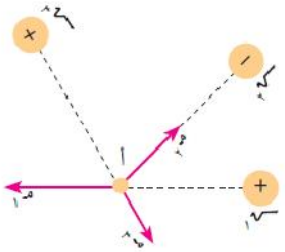
(١) مقدار الشحنة النقطية " شـ " : تتناسب شدة المجال تناسباً طردياً مع مقدار الشحنة النقطية .
(٢) بعد النقطة عن الشحنة النقطية " ف " : تتناسب شدة المجال عكسياً مع مربع بعد النقطة عن الشحنة النقطية .
(٣) سماحية الوسط المحيط بالشحنة النقطية " ε " : تناسب طردي مع سماحية الوسط .

ملاحظات :

(١) لا نعوض إشارة الشحنة في قانون المجال الكهربائي ، ولكن تؤخذ بعين الاعتبار عند تحديد الاتجاه .
(٢) لتحديد الاتجاه نعتمد على أن خطوط المجال الكهربائي خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة .

ملاحظة : يكون اتجاه المجال عند نقطة باتجاه القوة المؤثرة على شحنة الاختبار .

ثانياً : شدة المجال الكهربائي في نقطة بالقرب من عدة شحنات نقطية :

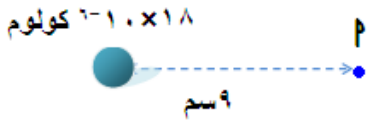


لحساب شدة المجال الكهربائي عند النقطة مثل "م" والناتج عن عدة شحنات نقطية ، فإننا نحسب المجال الناتج عن كل شحنة على انفراد عند النقطة " م " ثم نجد محصلة شدة المجال الكلية عند هذه النقطة عن طريق جمعها جمعاً اتجاهياً .

$$\overleftarrow{م} = \overleftarrow{م_{١}} + \overleftarrow{م_{٢}} + \overleftarrow{م_{٣}}$$

حيث " $\overleftarrow{م}$ " محصلة المجالات الكهربائية .

سؤال [١٢] بالاعتماد على الشكل المجاور ، احسب :



(١) المجال الكهربائي عند النقطة " م " مقداراً واتجاهاً .
(٢) مقدار واتجاه القوة المؤثرة على إلكترون يوضع عند النقطة " م "
اعتبر شحنة الإلكترون = −١,٦×١٠^-١٩ كولوم .

الحل :

(١) $م = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{شـ}{ف^{٢}} = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{١٨\times١٠^{-٦}}{(٠,٠٩)^{٢}}$

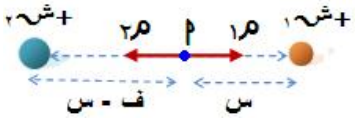
$= ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{١٨\times١٠^{-٦}}{٨١\times١٠^{-٤}} = ٢\times١٠^{+٧}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س+

(٢) $ق = م \times شـ = ٢\times١٠^{+٧} \times ١,٦\times١٠^{-١٩} = ٣,٢\times١٠^{-١٢}$ نيوتن ، بعكس اتجاه القوة الكهربائية (س−).

نقطة التعادل : هي النقطة التي ينعدم فيها المجال الكهربائي .
أو هي : النقطة التي تكون محصلة شدة المجال الكهربائي عندها تساوي صفراً .

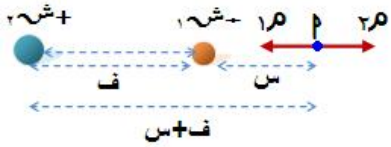
ملاحظات على نقطة التعادل :

[١] إذا كانت الشحنتان متشابهتان في النوع فإن نقطة التعادل تقع على الخط الواصل بينهما وتكون أقرب إلى الشحنة الصغرى بعد إهمال الإشارة السالبة .



نفرض أن هذه النقطة تبعد عن الشحنة الصغرى مسافة " س " فيكون بعدها عن الشحنة الكبرى " ف- س" باعتبار أن " ف " هي البعد بين الشحنتين .
ثم نطبق العلاقة : $م_{١} = م_{٢}$ ، وعندما تكون الشحنتان متساويتان في المقدار فإن نقطة التعادل تقع في منتصف المسافة بينهما .

[٢] إذا كانت الشحنتان مختلفتين في النوع فإن نقطة التعادل تقع خارج الخط الواصل بينهما وتكون أقرب إلى الشحنة الصغرى بعد إهمال الإشارة السالبة .



نفرض أن هذه النقطة تبعد عن الشحنة الصغرى مسافة " س " فيكون بعدها عن الشحنة الكبرى " ف+س" باعتبار أن " ف " هي البعد بين الشحنتين .

ثم نطبق العلاقة : م١ = م٢

عندما تكون الشحنتان المختلفتين في النوع متساويتين في المقدار ، لا يوجد هناك نقطة تعادل بينهما .

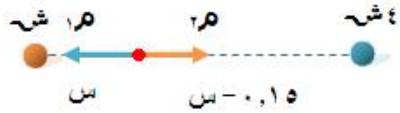
ملاحظة : عند وضع شحنة نقطية عند نقطة التعادل فإنها تكون متزنة أي أن محصلة القوى المؤثرة عليها من المجال الكهربائي تساوي صفراً ، حيث م = صفر ، لذلك فإن : ق = م × شـ = صفر × شـ = صفر .

ملاحظة : الشحنة النقطية لا تولد مجالاً كهربائياً في مكان تواجدها .

سؤال [١٣] شحنتان نقطيتان الأولى أربعة أمثال الثانية والمسافة بينهما ١٥ سم ، أوجد موضع نقطة التعادل إذا كانت الشحنتان :

١. متشابهتين في النوع . **٢. مختلفتين في النوع .**

الإجابة :



شـ٢ = شـ ، شـ١ = ٤ شـ

١. عندما تكون الشحنتان متشابهتين في النوع :

تقع نقطة التعادل بينهما ونفرض أنها تقع على بعد س من الصغرى فتكون على بعد ٠,١٥ – س من الكبرى .

م١ = م٢

$$\frac{\text{شـ}_1}{\text{ف}_1^2} \times 9\times10^{+9} = \frac{\text{شـ}_2}{\text{ف}_2^2} \times 9\times10^{+9}$$

$$\frac{\text{٤ شـ}}{[\text{٠,١٥ - س}]^2} = \frac{\text{شـ}}{[\text{س}]^2}$$ ، بالاختصار وأخذ الجذر التربيعي للطرفين .

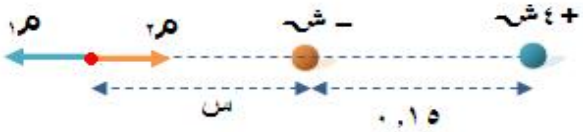
$$\frac{2}{[\text{٠,١٥ - س}]} = \frac{1}{[\text{س}]}$$

٢ س = ٠,١٥ – س

٣ س = ٠,١٥ ، س = $\frac{٠,١٥}{٣}$ = ٠,٠٥ سم = ٥ سم عن الصغرى وعن الكبرى = ١٥-٥ = ١٠ سم

٢. عندما تكون الشحنتان مختلفتين في النوع :

تقع نقطة التعادل خارج الخط الواصل بينهما إلى جهة الشحنة الصغرى ونفرض أنها تقع على بعد س من الصغرى فتكون على بعد ٠,١٥ + س من الكبرى .



م١ = م٢

$$\frac{\text{شـ}_1}{\text{ف}_1^2} \times 9\times10^{+9} = \frac{\text{شـ}_2}{\text{ف}_2^2} \times 9\times10^{+9}$$

$$\frac{\text{٤ شـ}}{[\text{٠,١٥ + س}]^2} = \frac{\text{شـ}}{[\text{س}]^2}$$ ، بالاختصار وأخذ الجذر التربيعي للطرفين .

$$\frac{٢}{[س+٠,١٥]} = \frac{١}{[س]}$$

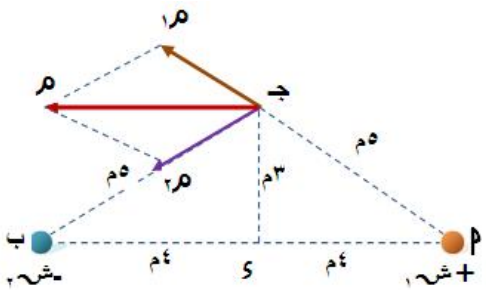
٢ س = ٠,١٥ + س

س = ٠,١٥ = ١٥ سم عن الصغرى وعن الكبرى = ١٥+١٥ = ٣٠ سم

سؤال [١٤] وضعت شحنتان مقدار كل منهما ٢٥×١٠$^{-٩}$ كولوم على بعد ٨ م من بعضهما ، فإذا كانت الشحنة الأولى موجبة والثانية سالبة كما في الشكل ، احسب :

١. شدة المجال عند نقطة على بعد ٣م على العمود المنصف للمسافة بينهم

٢. القوة الكهربائية التي يتأثر بها إلكترون يوضع عند تلك النقطة علماً بأن شحنة الإلكترون تساوي -١,٦×١٠$^{-١٩}$ كولوم .



الإجابة :

١. م١ = ٩×١٠$^{+٩}$ × $\frac{\text{ش}_١}{\text{ف}^٢}$ = $\frac{٢٥\times١٠^{-٩}}{[٥]^٢}$ = ٩ نيوتن/كولوم

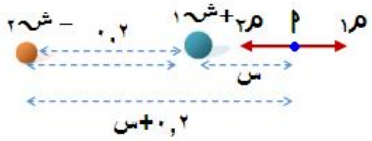
م٢ = ٩×١٠$^{+٩}$ × $\frac{\text{ش}_٢}{\text{ف}^٢}$ = $\frac{٢٥\times١٠^{-٩}}{[٥]^٢}$ = ٩ نيوتن/كولوم

م المحصلة = ٢ م جتا[٢/θ] = ٢ × ٩ × ٠,٨ = ١٤,٤ نيوتن/كولوم والمحصلة تنصف الزاوية بين المجالين وتكون المحصلة باتجاه اليسار باتجاه يوازي أب .

٢. ق = م شـ = ١٤,٤ × ١,٦×١٠$^{-١٩}$

= ٢,٣٠٤×١٠$^{-١٨}$ نيوتن ، بعكس اتجاه المجال ، أي نحو اليمين باتجاه يوازي ب أ .

سؤال [١٥] شحنتان نقطيتان ش١= -٧٢ميكرو كولوم ، ش٢= +١٢٨ ميكرو كولوم ، والمسافة بينهما = ٢٠ سم ، أوجد بعد نقطة التعادل عن كل من الشحنتين .



الحل :

بما أن الشحنتين مختلفتين في النوع فإن نقطة التعادل تقع خارج الخط الواصل بينهما ، وتكون إلى جهة الشحنة الصغرى (السالبة) ، نفرض أن بعد هذه النقطة عن الشحنة الصغرى السالبة " س "، فيكون بعدها عن الشحنة الموجبة الكبرى " س+٠,٢ " .

م١ = م٢

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

$\frac{٧٢\times١٠^{-٦}}{\text{س}^٢}$ = $\frac{١٢٨\times١٠^{-٦}}{(\text{س}+٠,٢)^٢}$ ، بالاختصار وبأخذ الجذر التربيعي للطرفين ينتج :

$\frac{٦}{\text{س}}$ = $\frac{٨}{\text{س}+٠,٢}$

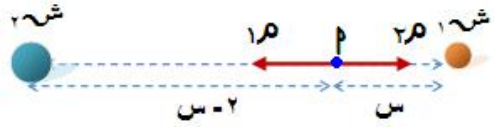
٨س = ١,٢ +٦س

٢ س =١,٢ ، س = $\frac{١,٢}{٢}$ = ٠,٦ متر عن الشحنة السالبة لذلك يكون بعدها عن الشحنة الموجبة

= ٦٠ + ٢٠ = ٨٠ سم .

سؤال [١٦] شحنتان موجبتان ، $ش_1$ = + $ش$ ، $ش_2$ = ٩$ش$ ، والمسافة بينهما ٢ م ، حدد موضع نقطة التعادل .

الحل :



بما أن الشحنتين موجبتين فإن نقطة التعادل تقع بينهما ، فإذا كان بعدها عن الشحنة $ش_1$ هو " س " فيكون بعدها عن الشحنة $ش_2$ هو " ٢ – س " .

$م_1 = م_2$

$ف_1^2 \times م = ف_2^2 \times م$

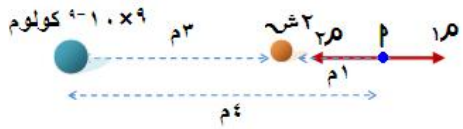
$س^2 = [2 - س]^2$ ، بالاختصار وأخذ الجذر التربيعي للطرفين

$\frac{1}{س} = \frac{3}{2 - س}$

٣ س = ٢ – س ، ٤ س = ٢ ، س = ٠,٥ متر عن الشحنة الصغرى فيكون بعدها عن الشحنة الكبرى يساوي ٢ – ٠,٥ = ١,٥ متر .

سؤال [١٧] شحنتان كهربائيتان "$ش_1$" ، -٨×١٠$^{-9}$ كولوم ، تفصلهما في الهواء مسافة ٣متر ، فإذا كانت نقطة التعادل تبعد عن الشحنة "$ش_2$" مسافة " ١م " للخارج وعلى امتداد الخط الواصل بينهما ، احسب مقدار الشحنة "$ش_1$" .

الحل :



$م_1 = م_2$

$ف_1^2 \times م = ف_2^2 \times م$

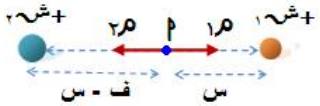
$\frac{ش_2}{ف_1^2} = \frac{ش_2}{[3+1]^2} = \frac{8 \times 10^{-9}}{[3+1]^2}$

$ش_2 \times 16 = 8 \times 10^{-9}$

$ش_1 = \frac{8}{32} \times 10^{-9} = 0,25 \times 10^{-9}$ كولوم .

سؤال [١٨] أثبت أن نقطة التعادل لشحنتين متشابهتين نوعاً ومقداراً المسافة بينهما " ف " تكون عند منتصف المسافة بينهما .

الإجابة :



نفرض أن نقطة التعادل تقع عند النقطة "هـ" ونفرض أن بعدها عن الشحنة " $ش_1$ " تساوي " س " فيكون بعد عن الشحنة الثانية " $ش_2$ " يساوي " ف – س " .

$م_1 = م_2$

$ف_1^2 \times م = ف_2^2 \times م$

$س^2 = [ف - س]^2$ بالاختصار وأخذ الجذر التربيعي للطرفين

$$\frac{١}{س} = \frac{١}{ف - س}$$

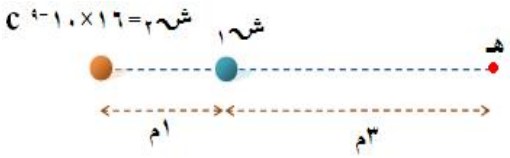
$$س = ف - س$$

$$٢س = ف \quad ، \quad س = \frac{ف}{٢}$$

سؤال [١٩] بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل ، إذا علمت أن النقطة "هـ" نقطة تعادل ، أجيب عما يلي :

١. ما نوع ومقدار " $ش_{١}$ " .

٢. احسب القوة الكهربائية المتبادلة بينهما .



الإجابة :

١. بما أن نقطة التعادل تقع خارج الخط الواصل بين الشحنتين وأن " ش٢ " موجبة فإن " ش١ " تكون سالبة .

$$م_{١} = م_{٢}$$

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

$$\frac{ش_{١}}{[٣]^{٢}} = \frac{١٦ \times ١٠^{-٩}}{[٣+١]^{٢}}$$ بالاختصار وأخذ الجذر التربيعي للطرفين

$$ش_{١} \times ١٦ = ٩ \times ١٠ \times ١٠^{-٩}$$

$$ش_{١} = ٩ \times ١٠^{-٩}$$ كولوم ، وهي سالبة .

٢. $ق_{المتبادلة} = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{ش_{١} \times ش_{٢}}{ف^{٢}} = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{٩ \times ١٠^{-٩} \times ١٦ \times ١٠^{-٩}}{[١]^{٢}}$

$$= ١,٢٩٦ \times ١٠^{-٦}$$ نيوتن ، وهي قوة تجاذب .

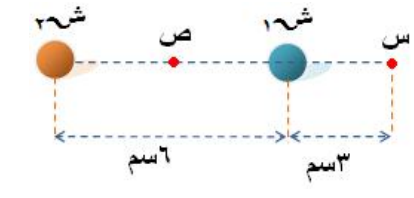
سؤال[٢٠] في الشكل المجاور شحنتان نقطيتان موجبتان المسافة بينهما ٦سم،إذا كانت $ش_{١} = ش_{٢} = ٩ \times ١٠^{-٩}$ كولوم

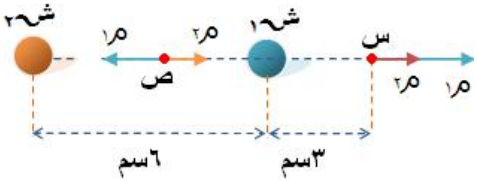
(١) احسب شدة المجال المغناطيسي عند :

أ. النقطة " س " التي تبعد عن الشحنة الأولى ٣ سم وإلى اليمين منها .

ب. النقطة " ص " التي تقع في منتصف المسافة بين الشحنتين .

(٢) ماذا لو كانت الشحنة الأولى موجبة والثانية سالبة ، ما الذي سيتغير من إجابتك في الفرعين أ ، ب .





الإجابة :

(١) أ. عند النقطة " س " :

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

$$م_{١}"س" = \frac{٩ \times ١٠^{-٩}}{[٣ \times ١٠^{-٢}]^{٢}} \times ١٠^{+٩} \times ٩ = ٩٠٠٠٠$$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س+ .

$$م_{٢}"س" = \frac{٩ \times ١٠^{-٩}}{[٩ \times ١٠^{-٢}]^{٢}} \times ١٠^{+٩} \times ٩ = ١٠٠٠٠$$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س+ .

$$م_{المحصلة} \text{ عند "س"} = م_{١} + م_{٢} = ٩٠٠٠٠ + ١٠٠٠٠ = ١٠٠٠٠٠$$ نيوتن/كولوم باتجاه س+ .

ب. عند النقطة " ص " :

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

$م_١ "ص" = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{٩ \times ١٠^{-٩}}{[٣ \times ١٠^{-٢}]^٢}$ = ٩٠٠٠٠ نيوتن/كولوم ، باتجاه س- .

$م_٢ "ص" = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{٩ \times ١٠^{-٩}}{[٣ \times ١٠^{-٢}]^٢}$ = ٩٠٠٠٠ نيوتن/كولوم ، باتجاه س+ .

$م_{المحصلة}$ عند "ص" = $م_١ - م_٢$ = ٩٠٠٠٠ - ١٠٠٠٠ = صفر وهي نقطة التعادل .

(٢) أ. إذا كانت الشحنة الأولى موجبة والثانية سالبة لا يتغير مقدار شدة المجال عند النقطتين س ، ص ولكن يتغير اتجاه المجال للشحنة السالبة .

فيكون $م_١$ = ٩٠٠٠٠ نيوتن /كولوم باتجاه س+ ، $م_٢$ = ١٠٠٠٠ نيوتن/كولوم باتجاه س- ، لذلك فإن $م_{المحصلة}$:

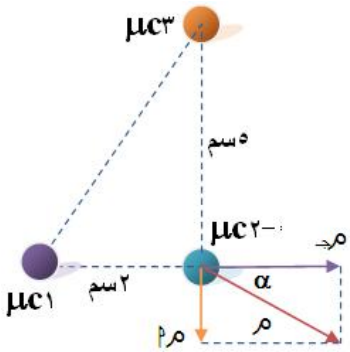
$م_{المحصلة}$ عند "س" = $م_١ - م_٢$ = ٩٠٠٠٠ – ١٠٠٠٠ = ٨٠٠٠٠ نيوتن/كولوم باتجاه س+ .

ب. عند النقطة " ص " :

عندما تكون الشحنة الأولى موجبة والثانية سالبة ،فإن المجال $م_٢$ سيتغير اتجاهه فقط لذلك يكون اتجاه المجال الناتج عن الشحنتين بنفس الاتجاه ويكون باتجاه س - .

$م_{المحصلة}$ عند "ص" = $م_١ + م_٢$ = ٩٠٠٠٠ + ٩٠٠٠٠ = ١٨٠٠٠٠ نيوتن/كولوم باتجاه س- .

سؤال [٢١] وضعت ثلاث شحنات نقطية هي (٣ ، -٢ ، +١) ميكرو كولوم عند رؤوس المثلث أ ، ب ، جـ على الترتيب كما في الشكل المجاور ، احسب مقدار واتجاه القوة المؤثرة على الشحنة الموضوعة عند النقطة " ب " .



الإجابة :

$م_أ = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{شـ_أ}{ف^٢} = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{٣ \times ١٠^{-٦}}{(٠,٠٥)^٢}$

= ١,٠٨ × $١٠^{+٧}$ نيوتن/كولوم باتجاه ص-

$م_جـ = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{شـ_جـ}{ف^٢} = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{١ \times ١٠^{-٦}}{(٠,٠٢)^٢}$

= ٢,٢٥ × $١٠^{+٧}$ نيوتن/كولوم باتجاه س+

$م^٢$ المحصلة عند "ب" = $م_أ^٢ + م_جـ^٢$ = $[١,٠٨ \times ١٠^{+٧}]^٢ + [٢,٢٥ \times ١٠^{+٧}]^٢$

= ١,١٦٦٤ × $١٠^{+١٤}$ + ٥,٠٦٢٥ × $١٠^{+١٤}$ = ٦,٢٢٨٩ × $١٠^{+١٤}$

م = $\sqrt{٦,٢٢٨٩ \times ١٠^{+١٤}}$ = ٢,٥ × $١٠^{+٧}$ نيوتن/كولوم .

ظا α = $\frac{١,٠٨ \times ١٠^{+٧}}{٢,٢٥ \times ١٠^{+٧}}$ = ٠,٤٨ ، α = ٢٥,٦٤° .

القوة المؤثرة على الشحنة الموضوعة عند النقطة " ب " :

ق = م × شـ = ٢ × $١٠^{-٦}$ × ٢,٥ × $١٠^{+٧}$ = ٥٠ نيوتن بعكس اتجاه محصلة المجال .

سؤال [٢٢] من الشكل المجاور ن اجب عن الأسئلة التالية :

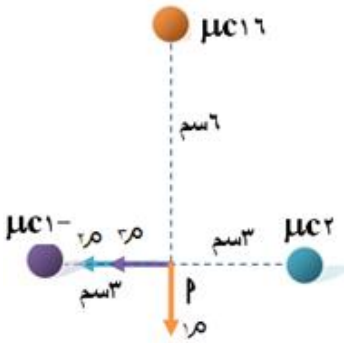
(١) ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة " ١٦ ميكرو كولوم " عند النقطة "أ" .

(٢) ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة " ٢ ميكرو كولوم " عند النقطة "أ" .

(٣) ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة " -١ ميكرو كولوم " عند النقطة "أ" .

(٤) ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين "٢ ميكرو كولوم" و "-١ ميكرو كولوم" عند النقطة "أ"

(٥) جد مقدار واتجاه المجال الكهربائي الناتج عن الشحنات الثلاث عند النقطة "أ" .



الإجابة :

١، م١ = ٩×١٠^٩ × شحـ / ف^٢ = ٩×١٠^٩ × ١٦×١٠^-٦ / [٠,٠٦]^٢

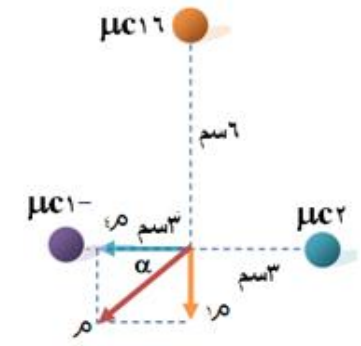
= ٤×١٠^٧ نيوتن/كولوم باتجاه ص-.

٢، م٢ = ٩×١٠^٩ × شحـ / ف^٢ = ٩×١٠^٩ × ٢×١٠^-٦ / [٠,٠٣]^٢

= ٢×١٠^٧ نيوتن/كولوم ، باتجاه س-.

٣، م٣ = ٩×١٠^٩ × شحـ / ف^٢ = ٩×١٠^٩ × ١×١٠^-٦ / [٠,٠٣]^٢

= ١×١٠^٧ نيوتن/كولوم ، باتجاه س-.



٤. م٤ المحصلة لـ م٢ ، م٣ = م٢ + م٣ = ٢×١٠^٧ + ١×١٠^٧

= ٣×١٠^٧ نيوتن/كولوم ، باتجاه س-.

٥، محصلة المجالات الكلية عند نقطة " أ "

م^٢ المحصلة = م^٢١ + م^٢٤ = [٤×١٠^٧]^٢ + [٣×١٠^٧]^٢

= ١٦×١٠^١٤ + ٩×١٠^١٤ = ٢٥×١٠^١٤

م المحصلة = √(٢٥×١٠^١٤) = ٥×١٠^٧ نيوتن/كولوم .

ظا α = المقابل / المجاور = ٤×١٠^٧ / ٣×١٠^٧ = ١,٣٣ ، α = ٥٣° .

سؤال[٢٣] شحنة اختبار موجبة مقدارها ٢×١٠^-٩ كولوم ، وضعت عند نقطة في مجال كهربائي فتأثرت بقوة مقدارها ٤×١٠^-٦ نيوتن :

١. ما مقدار شدة المجال الكهربائي عند تلك النقطة .

٢. إذا وضع في هذه النقطة شحنة مقدارها -٩×١٠^-٥ كولوم ، فما مقدار القوة المؤثرة فيها .

الإجابة :

١. ق = م × شـ

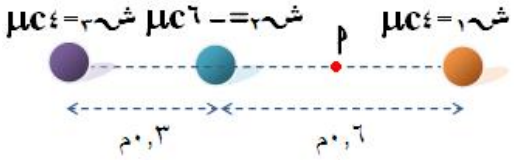
٤×١٠^-٦ = م × ٢×١٠^-٩

م = ٤×١٠^-٦ / ٢×١٠^-٩ = ٢٠٠٠ نيوتن/كولوم ،

٢. ق = م × شـ

= ٢٠٠٠ × ٩×١٠^-٥ = ٠,١٨ نيوتن ، باتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي ،

سؤال [٢٤] إذا كانت النقطة " أ " تقع في منتصف المسافة بين الشحنتين " $ش_{١}$ ، $ش_{٢}$ " ، احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة " أ " ، بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل .

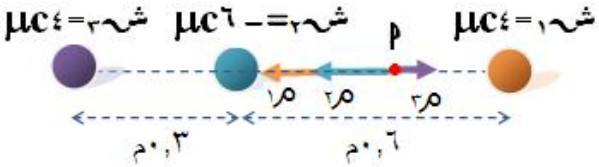


الإجابة :

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

$م_{١} = \frac{ش_{١}}{ف^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩} = \frac{٤ \times ١٠^{-٦}}{[٠,٣]^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩}$

$= ٤ \times ١٠^{+٥}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س− .



$م_{٢} = \frac{ش_{٢}}{ف^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩} = \frac{٦ \times ١٠^{-٦}}{[٠,٣]^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩}$

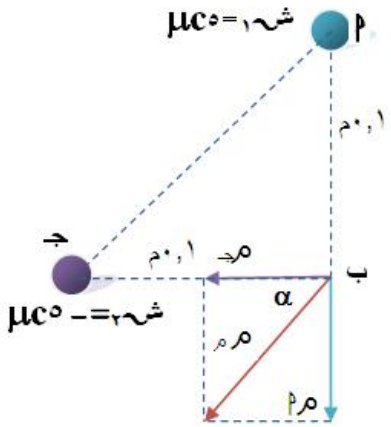
$= ٦ \times ١٠^{+٥}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س− .

$م_{٣} = \frac{ش_{٣}}{ف^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩} = \frac{٤ \times ١٠^{-٦}}{[٠,٦]^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩} = ١ \times ١٠^{+٥}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س+ .

م المحصلة عند أ $= م_{١} + م_{٢} - م_{٣} = ٤ \times ١٠^{+٥} + ٦ \times ١٠^{+٥} - ١ \times ١٠^{+٥} = ٩ \times ١٠^{+٥}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س− .

سؤال [٢٥] في الشكل المجاور أ ب جـ مثلث قائم الزاوية في " ب " وضع عند رأسية أ ، جـ شحنتان ، $ش_{١}$ تساوي ٥ ميكرو كولوم ، $ش_{٢}$ تساوي−٥ ميكرو كولوم ، احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة " ب " .

الإجابة :



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

$م_{أ} = \frac{ش_{١}}{ف^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩} = \frac{٥ \times ١٠^{-٦}}{[٠,١]^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩}$

$= ٤,٥ \times ١٠^{+٦}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه ص− .

$م_{جـ} = \frac{ش_{١}}{ف^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩} = \frac{٥ \times ١٠^{-٦}}{[٠,١]^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩}$

$= ٤,٥ \times ١٠^{+٦}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س− .

م المحصلة $= ٢ \times م \times$ جتا$\frac{٩٠}{٢} = ٢ \times ٤,٥ \times ١٠^{+٦} \times$ جتا٤٥

$٩ \times ١٠^{+٦} \times ٠,٧ = ٦,٣ \times ١٠^{+٦}$ نيوتن/كولوم .

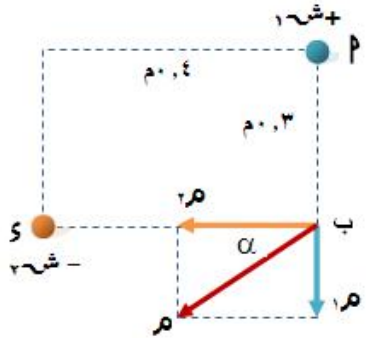
والمحصلة تنصف الزاوية بين المجالين أي ٤٥° مع كل منهما .

سؤال [٢٦] أ ب جـ ء مستطيل ، فيه أ ب = ٠,٣ م ، ب ء = ٠,٤ م ، وضعت عند رأسيه أ ، ء شحنتان نقطيتان كما في الشكل ، إذا علمت أن $ش_{١} = ٨ \times ١٠^{-٩}$ كولوم ، $ش_{٢} = -٣٢ \times ١٠^{-٩}$ كولوم .

احسب :

١. القوة المؤثرة على الشحنة السالبة .

٢. شدة المجال الكهربائي عند النقطة " ب " .



الإجابة :

أ ء $= \sqrt{[٠,٣]^{٢} + [٠,٤]^{٢}} = \sqrt{٠,٠٩ + ٠,١٦} = \sqrt{٠,٢٥} = ٠,٥$ م

١. ن على السالبة = ن المتبادلة = $\frac{\text{ش}_1 \times \text{ش}_2}{\text{ف}^2}$ × $٩ \times ١٠^{+٩}$ ×

= $\frac{٨ \times ١٠^{-٩} \times ٣٢ \times ١٠^{-٩}}{[٠,٥]^2}$ × $٩ \times ١٠^{+٩}$ ×

= $٩,٢١٦ \times ١٠^{-٦}$ نيوتن ، تجاذب .

٢. م١ = $٩ \times ١٠^{+٩}$ × $\frac{\text{ش}_1}{\text{ف}_1^2}$ = $٩ \times ١٠^{+٩}$ × $\frac{٨ \times ١٠^{-٩}}{[٠,٣]^2}$ = ٨٠٠ نيوتن/كولوم ، باتجاه ص- .

م٢ = $٩ \times ١٠^{+٩}$ × $\frac{\text{ش}_2}{\text{ف}_2^2}$ = $٩ \times ١٠^{+٩}$ × $\frac{٣٢ \times ١٠^{-٩}}{[٠,٤]^2}$ = ١٨٠٠ نيوتن/كولوم ، باتجاه س- .

$\text{م}^2_{\text{محصلة}} = \text{م}^2_1 + \text{م}^2_2 = [٨٠٠]^2 + [١٨٠٠]^2 = ٦٤٠٠٠٠٠ + ٣٢٤٠٠٠٠٠ = ٣٨٨٠٠٠٠$

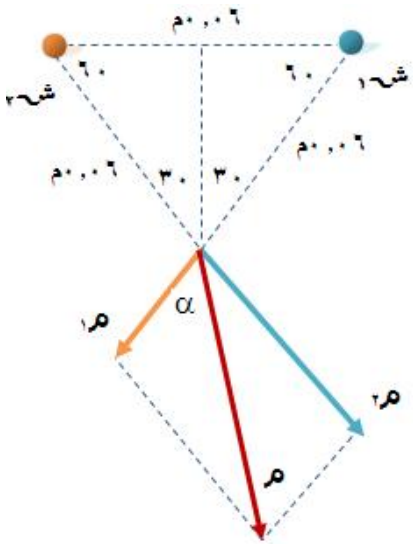
م المحصلة = $\sqrt{٣٨٨٠٠٠٠}$ = ١٩٧٠ نيوتن/كولوم .

ظاα = $\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$ = $\frac{٨٠٠}{١٨٠٠}$ = ٠,٤٤٤ ، $\alpha = ٢٤^\circ$.

سؤال [٢٧] شحنتان نقطيتان الأولى ش_1 = ٤ ميكرو كولوم ، والثانية ش_2 = ١٦ ميكرو كولوم والمسافة بينهما في الهواء " ٦ س " ، احسب :

١. شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن كل من الشحنتين مسافة ٦ سم .

٢. القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها ١ ميكرو كولوم عند وضعها في تلك النقطة .



الإجابة :

٢. م١ = $٩ \times ١٠^{+٩}$ × $\frac{\text{ش}_1}{\text{ف}_1^2}$ = $٩ \times ١٠^{+٩}$ × $\frac{٤ \times ١٠^{-٦}}{[٠,٠٦]^2}$

= $١ \times ١٠^{+٧}$ نيوتن/كولوم .

م٢ = $٩ \times ١٠^{+٩}$ × $\frac{\text{ش}_2}{\text{ف}_2^2}$ = $٩ \times ١٠^{+٩}$ × $\frac{١٦ \times ١٠^{-٩}}{[٠,٠٦]^2}$

= $٤ \times ١٠^{+٧}$ نيوتن/كولوم .

$\text{م}^2_{\text{محصلة}} = \text{م}^2_1 + \text{م}^2_2 + ٢ \text{ م}_1 \times \text{م}_2 \times \text{جتا}\theta$

= $[١ \times ١٠^{+٧}]^2 + [٤ \times ١٠^{+٧}]^2 + ٢ \times ١ \times ١٠^{+٧} \times ٤ \times ١٠^{+٧} \times ٠,٥$

= $١ \times ١٠^{+١٤} + ١٦ \times ١٠^{+١٤} + ٤ \times ١٠^{+١٤} = ٢١ \times ١٠^{+١٤}$

م المحصلة = $\sqrt{٢١ \times ١٠^{+١٤}}$ = $٤,٥٨ \times ١٠^{+٧}$ نيوتن/كولوم .

ظاα = $\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$ = $\frac{٨٠٠}{١٨٠٠}$ = ٠,٤٤٤ ، $\alpha = ٢٤^\circ$.

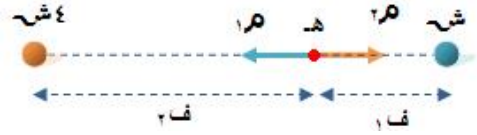
حسب قاعدة الجيوب : $\frac{م}{جا ١٢٠} = \frac{م_{٢}}{جا \alpha}$

$جا \alpha = \frac{م_{٢} \times جا ٦٠}{م} = \frac{٠,٨٦٦ \times ١٠ \times ٤^{-٧}}{١٠ \times ٤,٥٨^{-٧}} = ٠,٧٥٦$

$\alpha = ٤٩^{\circ}$ مع $م_{١}$.

٢. $ق = م \times ش = ٤,٥٨ \times ١٠^{-٧} \times ١ \times ١٠^{-٦} = ٤٥,٨$ نيوتن بنفس اتجاه المجال الكهربائي .

سؤال [٢٨] في الشكل المجاور إذا كانت نقطة هـ هي نقطة التعادل الناتجة عن الشحنتين النقطيتين $ش_{١}$ ، $٤ ش_{١}$ ، أوجد النسبة بين $ف_{١}$: $ف_{٢}$.



الإجابة :

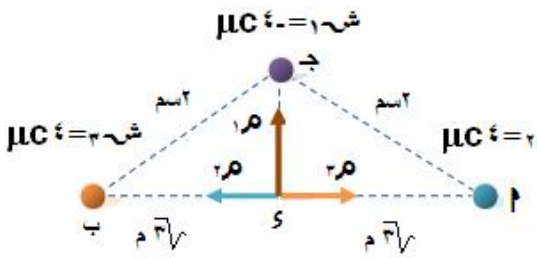
$م_{١} = م_{٢}$

$\frac{ش_{١}}{ف_{١}^{٢}} \times ١٠ \times ٩^{+٩} = \frac{ش_{٢}}{ف_{٢}^{٢}} \times ١٠ \times ٩^{+٩}$

$\frac{ش_{١}}{ف_{١}^{٢}} = \frac{٤ ش_{١}}{ف_{٢}^{٢}}$ ، بالاختصار وأخذ الجذر التربيعي للطرفين :

$\frac{١}{ف_{١}} = \frac{٢}{ف_{٢}}$

$\frac{ف_{١}}{ف_{٢}} = \frac{١}{٢}$



سؤال [٢٩] بالاستعانة بالمعلومات المبينة على الشكل ، احسب :

١. محصلة شدة المجال الكهربائي عند النقطة " ك " .

٢. القوة المؤثرة في الشحنة الموضوعة عند النقطة " جـ " .

الإجابة :

$ك جـ = \sqrt{[٢]^{٢} - [\sqrt{٣}]^{٢}} = \sqrt{٤-٣} = ١$ سم

١. $م_{٢} = ١٠ \times ٩^{+٩} \times \frac{ش_{٢}}{ف_{٢}^{٢}} = ١٠ \times ٩^{+٩} \times \frac{١٠ \times ٤^{-٦}}{[\sqrt{٣} \times ١٠^{-٢}]^{٢}} = ١٠ \times ١٢^{+٧}$ نيوتن/كولوم باتجاه س− .

$م_{٣} = ١٠ \times ٩^{+٩} \times \frac{ش_{٣}}{ف_{٢}^{٢}} = ١٠ \times ٩^{+٩} \times \frac{١٠ \times ٤^{-٦}}{[\sqrt{٣} \times ١٠^{-٢}]^{٢}} = ١٠ \times ١٢^{+٧}$ نيوتن/كولوم باتجاه س+ .

محصلة المجالين $م_{٣}$ ، $م_{٢}$ = صفر لأنهما متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه .

$م_{١} = ١٠ \times ٩^{+٩} \times \frac{ش_{١}}{ف_{٢}^{٢}} = ١٠ \times ٩^{+٩} \times \frac{١٠ \times ٤^{-٦}}{[١٠ \times ١^{-٢}]^{٢}} = ١٠ \times ٣٦^{+٧}$ نيوتن/كولوم باتجاه ص+ .

م المحصلة عند ك = $م_{١} = ١٠ \times ٣٦^{+٧}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه ص+ .

٢. نجد محصلة المجالات الناتجة عن " $ش_{٢}$ " و " $ش_{٣}$ " عند النقطة " جـ " .

$م_{أ} = ١٠ \times ٩^{+٩} \times \frac{ش_{٢}}{ف_{٢}^{٢}} = ١٠ \times ٩^{+٩} \times \frac{١٠ \times ٤^{-٦}}{[٢ \times ١٠^{-٢}]^{٢}} = ١٠ \times ٩^{+٩}$ نيوتن/كولوم باتجاه أجـ .

$م_{ب} = ١٠ \times ٩^{+٩} \times \frac{ش_{٣}}{ف_{٢}^{٢}} = ١٠ \times ٩^{+٩} \times \frac{١٠ \times ٤^{-٦}}{[٢ \times ١٠^{-٢}]^{٢}} = ١٠ \times ٩^{+٩}$ نيوتن/كولوم باتجاه ب جـ .

م المحصلة عند جـ = ٢ × م × جتا[٢/θ]

= ٢×٩×١٠^+٩ × جتا ١٢٠/٢ = ١٨×١٠^+٩ × جتا٦٠

= ١٨×١٠^+٧ × ٠,٥ = ٩×١٠^+٧ نيوتن/كولوم . باتجاه ص+ .

ق على الشحنة جـ = م × شـ = ٩×١٠^+٧ × ٤×١٠^-٦ = ٣٦٠ نيوتن ، بعكس اتجاه المجال أي باتجاه ص- .

سؤال [٣٠] وضعت شحنتان مقدارهما " -٢ ميكرو كولوم و -٨ ميكرو كولوم " على استقامة واحدة بحيث كانت المسافة بينهما متراً واحداً ، جد موضع النقطة التي ينعدم عندها المجال الكهربائي .

الإجابة :

بما أن الشحنتان متشابهتان في النوع (سالبتان) ، فإن نقطة التعادل تقع بينهما على على الخط الواصل بينهما وتكون أقرب إلى الشحنة الصغرى " -٢×١٠^-٨ كولوم .
نفرض أن نقطة التعادل تقع على بعد " س " من الصغرى ، فيكون بعدها "١ – س " عن الكبرى .

م١ = م٢

٩×١٠^+٩ × شـ١/ف١^٢ = ٩×١٠^+٩ × شـ٢/ف٢^٢

٢×١٠^-٦ / [س]^٢ = ٨×١٠^-٦ / [١- س]^٢ ، بالاختصار وأخذ الجذر التربيعي للطرفين .

١/س = ٢/(١- س)

٢س = ١ – س

٣س = ١ ، س = ١/٣ م عن الشحنة الصغيرة وعن الكبيرة = ١ - ١/٣ = ٢/٣ متر .

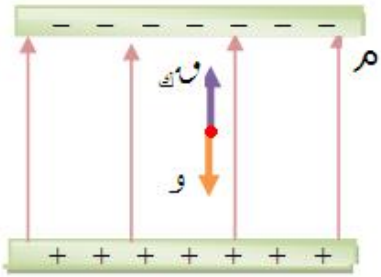
سؤال [٣١] اتزن جسيم كتلته ١×١٠^-١٣ كغم رأسياً في مجال كهربائي منتظم شدته ١×١٠^-٤ نيوتن/كولوم ، تحت تأثير وزنه والقوة الكهربائية ، احسب :

١. شحنة الجسيم ونوعها .

٢. إذا عكس اتجاه المجال ، احسب تسارع الجسيم .

٣. في الفرع السابق بين بالرموز أن تسارع الجسيم يساوي ضعف تسارع السقوط الحر .

الإجابة :



١. بما أن الجسيم متزن ، فإن القوة الكهربائية تكون معاكسة لقوة الجاذبية الأرضية التي تكون باتجاه الأسفل ، لذلك فإن القوة الكهربائية تكون باتجاه الأعلى ، ولأن القوة الكهربائية باتجاه المجال لذلك فإن شحنة الجسيم هي " موجبة " .

ق الكهربائية = ق الجاذبية (أي وزن الجسيم)

م × شـ = ك × جـ

١×١٠^-٤ × شـ = ١×١٠^-١٣ × ١٠

شـ = ١×١٠^-١٢ / ١×١٠^-٤ = + ١×١٠^-٨ كولوم .

٢. عند عكس اتجاه المجال تصبح القوة الكهربائي باتجاه الوزن لأسفل

$\sum ق = ك \times ت$

$ق_ك + و = ك \times ت$

$م \times شـ + ك \times جـ = ك \times ت$

$١ \times ١٠^{-٤} \times ١ \times ١٠^{-٨} = ١ \times ١٠^{-١٣} \times ت$

$٢ \times ١٠^{-١٢} = ١ \times ١٠ \times ١٠^{-١٣} \times ت$

$ت = ٢٠$ م/ث^{٢}

٣. $\sum ق = ك \times ت$

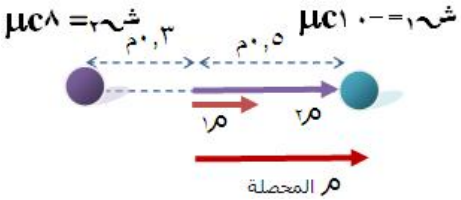
$ق_ك + و = ك \times ت$ ، لكن $ق_ك = و$

$ك \times جـ + ك \times جـ = ك \times ت$

$٢ ك \times جـ = ك \times ت$

$ت = ٢ جـ$

سؤال [٣٢] في الشكل المجاور جد مقدار واتجاه شدة المجال الكهربائي عند النقطة " هـ " إذا علمت أن :
$ش_١$ = - ١٠ ميكرو كولوم ، $ش_٢$ = ٨ ميكرو كولوم .



الإجابة :

$م_١ = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{ش_١}{ف^{٢}} = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{١٠ \times ١٠^{-١٠}}{[٠,٥]^{٢}}$

$= ٣٦ \times ١٠^{+٤}$ نيوتن/كولوم باتجاه س+ .

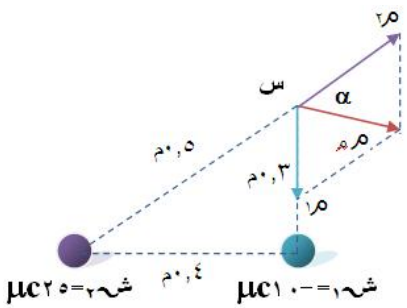
$م_٢ = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{ش_٢}{ف^{٢}} = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{٨ \times ١٠^{-١٠}}{[٠,٣]^{٢}}$

$= ٨٠ \times ١٠^{+٤}$ نيوتن/كولوم باتجاه س+ .

$م_{المحصلة}$ عند هـ $= م_١ + م_٢ = ٣٦ \times ١٠^{+٤} + ٨٠ \times ١٠^{+٤}$

$= ١١٦ \times ١٠^{+٤}$ نيوتن/كولوم . باتجاه س+ .

سؤال [٣٣] في الشكل المجاور احسب محصلة شدة المجال الكهربائي عند النقطة " و " ، إذا علمت أن : $ش_١$ = ١٠ ميكرو كولوم ، $ش_٢$ = ٢٥ ميكرو كولوم .



الإجابة :

$م_١ = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{ش_١}{ف^{٢}} = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{١٠ \times ١٠^{-١٠}}{[٠,٣]^{٢}}$

$= ١٠ \times ١٠^{+٥}$ نيوتن/كولوم

$م_٢ = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{ش_٢}{ف^{٢}} = ٩ \times ١٠^{+٩} \times \frac{٢٥ \times ١٠^{-١٠}}{[٠,٥]^{٢}}$

$= ٩ \times ١٠^{+٥}$ نيوتن/كولوم

$م^{٢} = م_١^{٢} + ٢ \times م_١ \times م_٢ \times$ جتا$\theta + م_٢^{٢}$

$= [١٠ \times ١٠^{+٥}]^{٢} + [٩ \times ١٠^{+٥}]^{٢} + ٢ \times ١٠ \times ١٠^{+٥} \times ٩ \times ١٠^{+٥} \times [-٠,٦]$

$= ١٠٠ \times ١٠^{+١٠} + ٨١ \times ١٠^{+١٠} - ١٠٨ \times ١٠^{+١٠} = ٧٣ \times ١٠^{+١٠}$

$م_{المحصلة} = \sqrt{٧٣ \times ١٠^{+١٠}} = ٨,٥٤ \times ١٠^{+٥}$ نيوتن/كولوم .

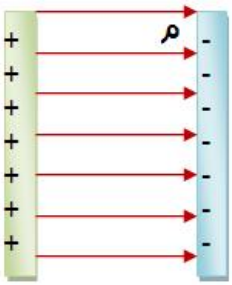
حسب قاعدة الجيوب :

$$\frac{م_{١}}{\alpha جا} = \frac{م_{محصلة}}{\theta جا}$$

$$\frac{١٠ \times ١٠^{+٥}}{\alpha جا} = \frac{٨,٥٤ \times ١٠^{+٥}}{٠,٨}$$

$$جا\alpha = \frac{٠,٨ \times ١٠ \times ١٠^{+٥}}{٨,٥٤ \times ١٠^{+٥}} = ٠,٩٣٧ \quad ، \quad \alpha = ٦٩,٥^{\circ}$$

٢ – ٤ : المجال الكهربائي المنتظم :



المجال الكهربائي المنتظم : هو المجال الذي يكون له نفس المقدار والاتجاه عند جميع نقاطه .

يمكن الحصول على مجال كهربائي منتظم عن طريق وصل لوحين فلزيين متوازيين بقطبي بطارية أحدهما بالقطب الموجب للبطارية " يشحن بشحنة موجبة " والآخر بالقطب السالب للبطارية " يشحن بشحنة سالبة " .

مميزات المجال الكهربائي المنتظم :

(١) تكون خطوط المجال الكهربائي المنتظم متوازية والبعد بين كل خطين منها متساوية .

(٢) شدة المجال المنتظم لها نفس المقدار عند جميع النقاط بين الصفيحتين .

ملاحظات بالنسبة للمجال المنتظم :

(١) توازي خطوط المجال يدل على اتجاه ثابت للمجال .

(٢) تساوي المسافات الفاصلة بين خطوط المجال يدل على مقدار ثابت للمجال .

(٣) إذا وضعت شحنة كهربائية في مجال كهربائي منتظم فإنها تتأثر بقوة كهربائية ثابتة المقدار والاتجاه وهذه القوة سوف تكسب الجسيم المشحون تسارعاً ثابتاً (منتظماً) لذلك يمكن تطبيق معادلات الحركة بتسارع ثابت :

$ع_{٢} = ع_{١} + ت ز$ ..... " ١ "

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

$ع_{٢}^{٢} = ع_{١}^{٢} + ٢ ت ف$ ..... " ٣ " .

سؤال [٣٤] علل : لا يعد المجال الكهربائي الناجم عن شحنة نقطية مجالاً منتظماً ؟

الإجابة :

لأن خطوط المجال تتباعد في كل الاتجاهات كلما ابتعدنا عن الشحنة مما يدل على تناقص مقدار المجال كلما ابتعدنا عن الشحنة كما أن خطوط المجال تشير في اتجاهات مختلفة مما يعني أن اتجاهه غير ثابت .

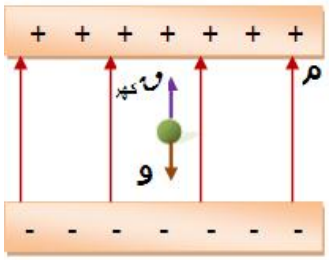
سؤال [٣٥] قارن بين المجال الكهربائي المنتظم وغير المنتظم ، وبين كيف يمكن الحصول على كل منهما .

الإجابة :

المجال الكهربائي المنتظم : يكون ثابت في المقدار والاتجاه عند جميع نقاطه ، ويمكن الحصول عليه من توصيل لوحين فلزيين متوازيين أحدهما بالقطب الموجب لبطارية والأخر بالقطب السالبة لها ، أو من شحن لوحين فلزيين متوازيين بشحنتين متساويتين أحدهما بشحنة موجبة والآخر بشحنة سالبة .

المجال الكهربائي غير المنتظم : يكون متغير في المقدار والاتجاه ، ونحصل عليه من الحيز حول شحنة نقطية سالبة أو موجبة .

سؤال [٣٦] اتزن جسيم كتلته ١×١٠^-١٣ كغم رأسياً في مجال كهربائي منتظم شدته " ١×١٠^-٤ " نيوتن/كولوم ، تحت تأثير وزنه وقوة المجال الكهربائي كما في الشكل المجاور ، احسب :



(١) شحنة الجسيم ونوعها .
(٢) إذا عكس اتجاه المجال احسب تسارع الجسيم .
(٣) في الفرع السابق بين بالرموز أن تسارع الجسيم يساوي ضعف تسارع السقوط الحر .

الحل :

(١) بما أن الجسيم متزن فإن :

وزن الجسيم = ق الكهربائية

ك × جـ = م × شـ

١×١٠^-١٣ × ١٠ = ١×١٠^-٤ × شـ

شـ = (١×١٠^-١٢) / (١×١٠^-٤) = ١×١٠^-٨ كولوم ، نوع الشحنة موجبة لأن اتجاه القوة بنفس اتجاه المجال الكهربائي .

(٢) عند عكس اتجاه المجال الكهربائي فإن اتجاه القوة الكهربائية يكون إلى أسفل باتجاه الوزن

ق المحصلة = ك × ت

ق ك + ك جـ = ك × ت

م شـ + ك جـ = ك ت

١×١٠^-٤ × ١×١٠^-٨ + ١×١٠^-١٣ = ١×١٠^-١٣ × ت

١×١٠^-١٢ + ١ × ١٠^-١٢ = ١×١٠^-١٣ × ت

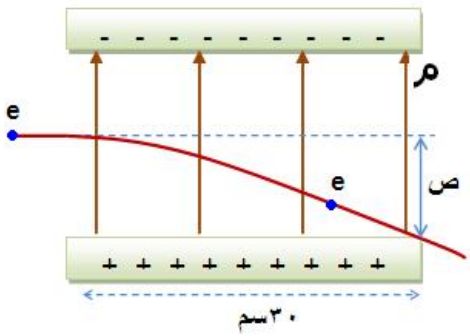
٢٠×١٠^-١٣ = ١×١٠^-١٣ × ت ، ت = ٢٠ م/ث^٢

(٣) حيث ق كهر = و

ك جـ + ك جـ = ك × ت

٢× ك جـ = ك ت ، ت = ٢ جـ وهو المطلوب .

سؤال [٣٧] في الشكل المجاور دخل إلكتروناً مجالاً كهربائياً منتظماً بشكل عمودي وبسرعة أفقية مقدارها ٦×١٠^+٥ م/ث ، فإذا كان مقدار المجال ٩ نيوتن/كولوم وأن الإلكترون قد قطع مسافة أفقية مقدارها ٣٠ سم داخل المجال مهملاً تأثير الجاذبية الأرضية ، احسب :



(١) تسارع الإلكترون أثناء وجوده في المجال .
(٢) الزمن الذي استغرقه الإلكترون لقطع المجال .
(٣) الإزاحة الرأسية التي حدثت للإلكترون أثناء عبور المجال .
(٤) سرعة الإلكترون لحظة خروجه من المجال .

اعتبر كتلة الإلكترون = ٩×١٠^-٣١ كغم .

الحل :

(١) ∑ ق = ك × ت

م شـ = ك × ت

ت = م شـ / ك = (٩×١٠^-١٩ × ١,٦×١٠^+١٢) / ٩×١٠^-٣١ = ١,٦×١٠^+١٢ م/ث^٢ ، باتجاه القوة الكهربائية " ص- " .

(٢) المسافة الأفقية = السرعة الأفقية × الزمن

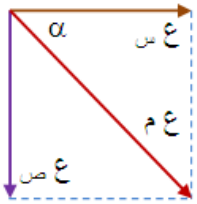
ف س = ع س × ز

٠,٣ = ٦×١٠^+٥ × ز ، ز = ٠,٣ / ٦×١٠^+٥ = ٥×١٠^-٧ ثانية

(٣) ف ص = ع١ × ز + $\frac{١}{٢}$ ت ز^{٢}

= ٠ × ١٠×٥$^{-٧}$ + $\frac{١}{٢}$ × ١٠×١,٦$^{+١٢}$ × [١٠×٥$^{-٧}$]^{٢} = ١٠×٠,٨$^{+١٣}$ × ١٠×٢٥$^{-١٤}$ = ٠,٢ متر .

(٤) نجد السرعة الرأسية لحظة خروج الإلكترون من المجال :



ع$_{٢ص}$ = ع$_{١ص}$ + ت × ز = ٠ + ١٠×١,٦$^{+١٢}$ × ١٠×٥$^{-٧}$ = ١٠×٨$^{+٥}$ م/ث .

ع$_{٢س}$ = ١٠×٦$^{+٥}$ م/ث .

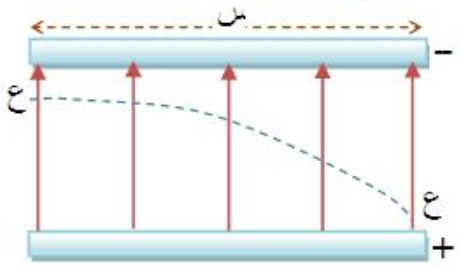
ع^{٢} الكلية = ع^{٢} $_{٢س}$ + ع^{٢} $_{٢ص}$ = [١٠×٦$^{+٥}$]^{٢} + [١٠×٨$^{+٥}$]^{٢} = ١٠×٣٦$^{+١٠}$ + ١٠×٦٤$^{+١٠}$

= ١٠×١٠٠$^{+١٠}$

ع الكلية = $\sqrt{١٠×١٠٠^{+١٠}}$ = ١٠×١٠$^{+٥}$ = ١٠×١$^{+٦}$ م/ث .

ظا α = $\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$ = $\frac{١٠×٨^{+٥}}{١٠×٦^{+٥}}$ = ١,٣٣٣ ، α = ٥٣ ° .

سؤال [٣٨] يمثل الشكل المجاور جسيم مشحون بشحنة سالبة مقدارها -٢ ميكرو كولوم وكتلته ١٠×١$^{-٦}$ كغم ، مقذوف أفقياً بسرعة مقدارها ٢×١٠$^{+٣}$ م/ث ، ليدخل مجالاً كهربائياً منتظماً شدته ١٠٠ نيوتن/كولوم ، إذا علمت أن الجسيم غادر المجال بعد أن قطع مسافة أفقية مقدارها ٢ م ، احسب :



١. تسارع الجسيم في المجال .
٢. الزمن اللازم حتى يغادر المجال .
٣. الإزاحة العمودية "ص " التي يتحركها في المجال .
٤. سرعة الجسم عند مغادرته المجال .

الإجابة :

١. بما أن القوة الكهربائية تكون بعكس اتجاه المجال الكهربائي أي إلى أسفل لذلك فإن تسارع الجسم باتجاه السينات = صفراً .

ق = ك × ت

م × شـ = ك × ت

١٠×٢×١٠٠$^{-٦}$ = ١٠×١$^{-٦}$ × ت

ت = ٢٠٠ م/ث^{٢} ، باتجاه ص- .

٢. ف س = ع١س × ز + $\frac{١}{٢}$ ت ز^{٢}

٢ = ٢×١٠$^{+٣}$ × ز + $\frac{١}{٢}$ × صفر × ز^{٢} ، لن سرعة الجسيم الأفقية ثابتة

ز = ١×١٠$^{-٣}$ ث = = ٠,٠٠١ ث.

٣. ف ص = ع١ص × ز + $\frac{١}{٢}$ ت ز^{٢}

= صفر × ز + $\frac{١}{٢}$ × ٢٠٠ × [٠,٠٠١]^{٢}

= صفر + ١٠٠ × ١٠$^{-٦}$ = ١ × ١٠$^{-٤}$ متر = ٠,١ ملم .

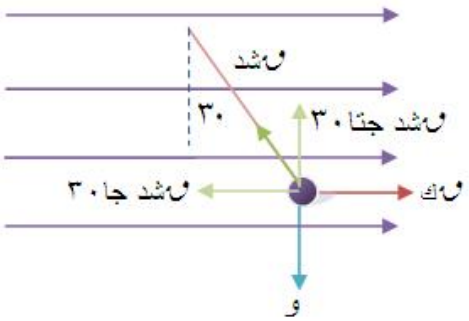
٤. ع س = ٢×١٠$^{+٣}$ م/ث = ٢٠٠٠ م/ث ، لأن السرعة الأفقية ثابتة .

ع ص = ع١ص + ت × ز = صفر + ٢٠٠×١×١٠$^{-٣}$ = ٠,٢ م/ث .

ع^{٢} = ع س^{٢} + ع ص^{٢} = [٢٠٠٠]^{٢} + [٠,٢]^{٢} = ٤×١٠$^{+٦}$ + ٠,٠٤ ≈ ٤×١٠$^{+٦}$

ع = $\sqrt{٤×١٠^{+٦}}$ = ٢×١٠$^{+٣}$ = ٢٠٠٠ م/ث .

سؤال [٣٩] في الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم شدته ٢×١٠^٦+ نيوتن/كولوم ، أثر على كرة معلقة بخيط فأزيحت عن اتزانها زاوية مقدارها ٣٠ ° كما في الشكل المجاور ، إذا علمت أن طول الخيط ٢٠ سم وكتلة الشحنة ٠,٢ كغم ، احسب شحنة الكرة .



الإجابة :

بما أن الكرة متزنة ، فإن :

مجـ ق س = صفر

ق ك - ق شد جا ٣٠ = صفر

ق ك = ق شد جا ٣٠

م × شـ = ق شد جا ٣٠

٢×١٠^٦+ × شـ = ق شد × ٠,٥

ق شد = ٤×١٠^٦+ × شـ ..... " ١ "

كذلك فإن :

مجـ ق ص = صفر

ق شد جتا ٣٠ – و = صفر

ق شد جتا ٣٠ = ك × جـ

ق شد × [٢ √٣] = ٠,٢ × ١٠

ق شد × [√٣] = ٤ بالتعويض بدل " ق شد " من المعادلة الأولى :

٤×١٠^٦+ × شـ × √٣ = ٤

شـ = $\frac{١}{\sqrt{٣} \times ١٠^{٦+}}$ = $\frac{١}{\sqrt{٣}}$ × ١٠^-٦ كولوم = ٠,٥٧٧×١٠^-٦ = ٥,٧×١٠^-٧ كولوم .

سؤال [٤٠] تحرك جسيم يحمل شحنة كهربائية مقدارها ١٠ ميكرو كولوم وكتلته ٠,٢ غم ، من السكون بفعل مجال كهربائي منتظم شدته ٢٠٠ نيوتن/كولوم ، مسافة ٢٠ سم ، احسب :

١. القوة الكهربائية التي يؤثر بها المجال الكهربائي على الجسيم .

٢. تسارع الجسيم أثناء حركته في المجال .

٣. سرعة الجسيم النهائية .

٤. الشغل الذي يبذله المجال في تحريك الجسيم .

٥. الطاقة الحركية التي يمتلكها الجسيم .

الإجابة :

١. ق = م × شـ = ٢٠٠ × ١٠×١٠^-٦ = ٢×١٠^-٣ نيوتن ، بنفس اتجاه المجال بسبب أن الشحنة موجبة .

٢. ق = ك × ت

٢×١٠^-٣ = ٠,٢×١٠^-٣ × ت ، ت = $\frac{٢}{٠,٢}$ = ١٠ م/ث^٢ .

٣. ع^٢٢ = ع^٢١ + ٢ × ت × ف

= [٠]^٢ + ٢ × ١٠ × ٠,٢ = ٤

ع٢ = √٤ = ٢ م/ث .

٤. الشغل = م شـ ف جتا θ

= ٢٠٠ ×١٠×١٠^-٦ × ٠,٢ × جتا ٠ = ٤×١٠^-٤ جول .

٥. ط ح = $\frac{١}{٢}$ ك ع^٢ = $\frac{١}{٢}$ × ٠,٢×١٠^-٣ × [٢]^٢ = ٤×١٠^-٤ جول .

سؤال [٤١] جسيم مشحون بشحنة مقدارها ٢ ميكرو كولوم بدأ حركته من السكون في مجال كهربائي منتظم شدته ٨ نيوتن/كولوم ، فقطع مسافة ١٠ سم ، فأصبحت سرعته ٢٠٠ م/ث ، احسب كتلة الجسيم .

الإجابة :

$ع_{٢}^{٢} = ع_{١}^{٢} + ٢ ت ف$

$[٢٠٠]^{٢} = [٠]^{٢} + ٢ \times ت \times ٠,١$

$٠,٢ \times ت = ٤٠٠٠٠$ ، $ت = \frac{٤٠٠٠٠}{٠,٢} = ٢ \times ١٠^{+٥}$ م/ث^{٢} .

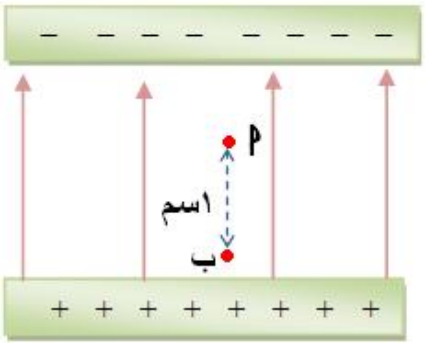
$ق = ك \times ت$

$م \times شـ = ك \times ت$

$٨ \times ٢ \times ١٠^{-٦} = ك \times ٢ \times ١٠^{+٥}$

$ك = \frac{١٦ \times ١٠^{-٦}}{٢ \times ١٠^{+٥}} = ٨ \times ١٠^{-١١}$ كغم .

سؤال [٤٢] يبين الشكل المجاور صفيحتين متوازيتين مشحونتين بشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع ، وضعت شحنة نقطية مقدارها ٢ ميكرو كولوم عند النقطة " أ " في الحيز بين اللوحين فتأثرت بقوة كهربائية مقدارها ٦ × ١٠$^{-٤}$ نيوتن في اتجاه خطوط المجال .



١. ما نوع الشحنة النقطية .

٢. احسب مقدار المجال الكهربائي عند النقطة " أ " .

٣. إذا نقلت الشحنة إلى النقطة " ب " ، ما مقدار القوة المؤثرة فيها .

الإجابة :

١. بما أن القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة بنفس اتجاه المجال فغن الشحنة الكهربائية هي موجبة .

٢. $ق = م \times شـ$

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

$م = \frac{٦ \times ١٠^{-٤}}{٢ \times ١٠^{-٦}} = ٣٠٠$ نيوتن/كولوم .

٣. بما أن المجال الكهربائي مجالاً منتظماً فإن القوة التي تتأثر بها الشحنة هي نفسها عن النقطة " ب " وهي ٦×١٠^{-٤} نيوتن .

٢ – ٥ : التدفق الكهربائي وقانون غاوس :

التدفق الكهربائي : هو عدد خطوط المجال الكهربائي التي تخترق سطحاً معيناً في اتجاهات عمودية عليه .

أو : التدفق الكهربائي يساوي عددياً حاصل الضرب النقطي لشدة المجال الكهربائي في متجه المساحة العمودي على السطح المغلق .

أي أن :

$\phi = م . أ = م أ$ جتاθ

حيث ϕ : التدفق الكهربائي ، م : شدة المجال الكهربائي الذي يخترق السطح .

أ : مساحة السطح الذي تخترقه خطوط المجال الكهربائي

θ : الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال والعمودي على السطح .

وحدة قياس التدفق الكهربائي = وحدة قياس شدة المجال الكهربائي × وحدة قياس المساحة

$= \frac{\text{نيوتن}}{\text{كولوم}} \times م^{٢}$ = نيوتن.م^{٢}/كولوم .

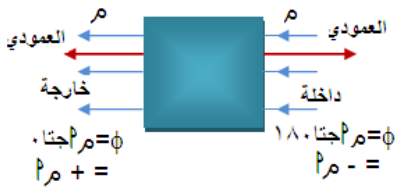
ملاحظات على التدفق الكهربائي :

[١] يكون للتدفق قيمة عظمى (ϕ = م ٢) عندما تكون خطوط المجال عمودية على المساحة ، أي أن θ = صفر

ϕ = م ٢ جتاθ = م ٢ جتا صفر = م ٢ × ١ = م ٢

[٢] يكون للتدفق قيمة صغرى (ϕ = صفر) عندما تكون خطوط المجال موازية للسطح ، أي أن θ = ٩٠ °.

ϕ = م ٢ جتاθ = م ٢ جتا ٩٠ = م ٢ × صفر = صفر .



[٣] يكون اتجاه متجه المساحة للخارج في حال كون السطح مغلق .

[٤] يكون التدفق موجباً إذا كانت الخطوط خارجة من السطح [٠ ≤ θ < ٩٠]

وسالباً إذا كانت الخطوط داخلة إلى السطح أي أن [٩٠ < θ ≤ ١٨٠] .

سؤال [٤٣] علل : التدفق الكهربائي الكلي على جسم مغلق مغمور في مجال كهربائي يساوي صفرا .

الإجابة :

لأن عدد خطوط المجال الكهربائي التي دخلت إليه يساوي عدد الخطوط التي خرجت منه ، لذلك يكون التدفق الكلي يساوي صفراً .

سؤال [٤٤] ما العوامل التي يعتمد عليها التدفق الكهربائي عبر سطح ما ؟

الإجابة :

(أ) مقدار المجال الكهربائي عند السطح " م " : التناسب طردي .

(ب) مساحة السطح " ٢ " : التناسب طردي .

(جـ) الزاوية المحصورة بين المجال ومتجه المساحة (أي العمودي على السطح) .

كثافة الشحنة الطولية " λ " : هي كمية الشحنة الكهربائية التي تتواجد على وحدة الأطوال (١ متر) .

كثافة الشحنة الطولية " λ " = شـ/ل ، وتقاس بوحدة كولوم/متر .

سؤال [٤٥] سلك طوله ٤٠٠ سم ، يحمل شحنة كهربائية مقدارها ٨ ميكرو كولوم ، احسب الكثافة الطولية للشحنة على السلك .

الإجابة :

ل = ٤٠٠ سم = ٤ متر ، شـ = ٨ ميكرو كولوم = ٨×١٠$^{-٦}$ كولوم .

$\lambda = \frac{\text{شـ}}{\text{ل}} = \frac{٨\times١٠^{-٦}}{٤} = ٢\times١٠^{-٦}$ كولوم/متر .

كثافة الشحنة السطحية " σ " : هي كمية الشحنة التي تتواجد على ١ م^{٢} من السطح .

كثافة الشحنة السطحية " σ " = شـ/٢ ، وتقاس بوحدة : كولوم/م^{٢} .

سؤال [٤٦] صفيحة مربعة الشكل طول ضلعها ٢٠ سم ، إذا كانت الكثافة السطحية للشحنة عليها ٥ ميكرو كولوم/م^{٢} ، احسب الشحنة الكلية على الصفيحة .

الحل :

٢ = ٢٠×٢٠ = ٤٠٠ سم^{٢} = ٤٠٠×١٠$^{-٤}$ = ٠,٠٤ م^{٢} ، σ = ٥ ميكرو كولوم = ٥×١٠$^{-٦}$ كولوم/م^{٢} .

$\sigma = \frac{\text{شـ}}{٢}$ ، شـ الكلية = σ × ٢ = ٥×١٠$^{-٦}$ + ٠,٠٤ = ٠,٠٤×١٠$^{-٦}$ كولوم .

كثافة الشحنة الحجمية " ρ " : هي كمية الشحنة الكهربائية التي تتواجد على وحدة الحجوم " م^{٣} " .

كثافة الشحنة الحجمية " ρ " = شـ/الحجم وتقاس بوحدة كولوم/م^{٣} .

سؤال [٤٧] متى يكون التدفق الكهربائي على سطح غاوس يساوي صفراً .

الإجابة :

١. في حالة عدم وجود شحنة كهربائية داخل الموصل .
٢. عندما يكون مجموع الشحنات الكلية داخل السطح الغاوسي يساوي صفراً .
٣. عندما تكون خطوط المجال الكهربائي الداخلة إل السطح مساوية لخطوط المجال الكهربائي الخارجة من السطح .

سؤال [٤٨] كرة غير موصلة نصف قطرها (٣/٣ ط) متر ، مشحونة بشحنة كهربائية مقدارها ٣٦ نانو كولوم ، موزعة عليها بانتظام داخلها ، احسب كثافة الشحنة الحجمية عليها .

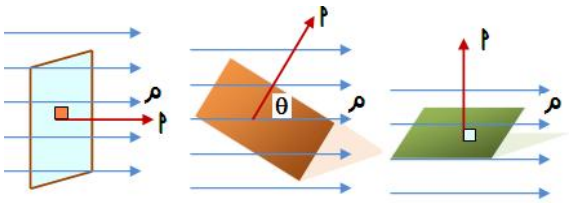
الحل :

حجم الكرة = $\frac{٤}{٣}\pi$ نق^{٣} = $\frac{٤}{٣}\pi \times [\frac{٣}{\pi}]^{٣}$ = $\frac{٢٧}{\pi} \times \pi \frac{٤}{٣}$ = ٣٦ م^{٣} ، شـ = ٣٦ نانو كولوم = ٣٦ × ١٠$^{-٩}$ كولوم

$\rho = \frac{شـ}{ح} = \frac{٣٦ \times ١٠^{-٩}}{٣٦} = ١ \times ١٠^{-٩}$ كولوم/م^{٣} .

سؤال [٤٩] متى يكون التدفق الكهربائي عبر سطح مغمور في مجال كهربائي منتظم يساوي :

(١) صفراً (٢) موجباً (٣) سالباً
(٤) له قيمة عظمى (٥) له نصف القيمة العظمى.



الإجابة :

(١) عندما تكون خطوط المجال موازية للسطح (θ = ٩٠ °)
(٢) عندما تكون خطوط المجال الكهربائي خارجة من السطح .
(٣) عندما تكون خطوط المجال الكهربائي داخلة للسطح .
(٤) عندما تكون خطوط المجال عمودية على السطح .
(٥) عندما تكون الزاوية بين اتجاه المجال والعمودي على السطح ٦٠ ° أي تكون الزاوية بين اتجاه المجال والسطح ٣٠ ° .

سؤال [٥٠] سطح مساحته ٥٠٠ سم^{٢} ، سلط عليه مجال كهربائي منتظم شدته ١٠٠ نيوتن/كولوم ن احسب التدفق الكهربائي في كل من الحالات التالية :

١. إذا كان اتجاه المجال عمودياً على السطح .
٢. إذا كان اتجاه المجال موازياً للسطح .
٣. إذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية ٦٠ ° مع العمودي على السطح .
٤. إذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية ٥٣ ° مع السطح .

الإجابة :

أ = ٥٠٠ سم^{٢} = ٥٠٠ × ١٠$^{-٤}$ = ٠,٠٥ م^{٢} ، م = ١٠٠ نيوتن/كولوم .

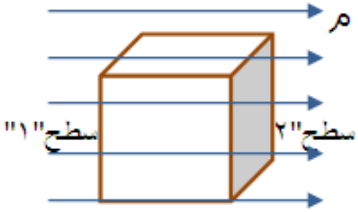
١. θ = صفر
ϕ = م أ جتا θ = ١٠٠ × ٠,٠٥ × جتا ٠ = ٥ × ١ = ٥ نيوتن.م^{٢}/كولوم

٢. θ = ٩٠ °
ϕ = م أ جتا θ = ١٠٠ × ٠,٠٥ × جتا ٩٠ = ٥ × صفر = صفر نيوتن.م^{٢}/كولوم

٣. θ = ٦٠ °
ϕ = م أ جتا θ = ١٠٠ × ٠,٠٥ × جتا ٦٠ = ٥ × ٠,٥ = ٢,٥ نيوتن.م^{٢}/كولوم

٤. θ = ٩٠ – ٥٣ = ٣٧ °
ϕ = م أ جتا θ = ١٠٠ × ٠,٠٥ × جتا ٣٧ = ٥ × ٠,٨ = ٤ نيوتن.م^{٢}/كولوم

سؤال [٥١] يبين الشكل المجاور مكعباً طول ضلعه ل = ٢ سم مغمور كلياً في مجال كهربائي منتظم شدته ٣×١٠^+٥ نيوتن/كولوم باتجاه س+ ، احسب مقدار التدفق الكهربائي عبر جميع أوجه المكعب .



الحل :

ϕ الأمامي = ϕ الخلفي = ϕ السفلي = ϕ العلوي = صفر لأن θ = ٩٠° .

ϕ السطح"١" = م أ جتاθ

= ٣×١٠^+٥ × [٢×٢×١٠^-٤]×جتا١٨٠

= ٣×١٠^+٥ × ٤×١٠^-٤ × (-١) = - ١٢٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم

ϕ السطح"٢" = م أ جتاθ

= ٣×١٠^+٥ × [٢×٢×١٠^-٤]×جتا٠

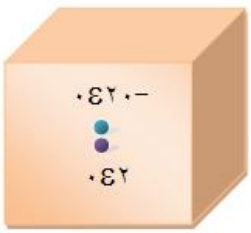
= ٣×١٠^+٥ × ٤×١٠^-٤ × (١) = ١٢٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم

ϕ الكلي = ϕ الأمامي + ϕ الخلفي + ϕ السفلي + ϕ العلوي + ϕ السطح"١" + ϕ السطح"١" .

= ٠ + ٠ + ٠ + ٠ + ٠ + (-١٢٠) + ١٢٠ = صفر

نتيجة : التدفق الكلي عبر سطح مغلق لا يحتوي شحنات بداخله يساوي صفراً ، لأن عدد خطوط المجال الكهربائي الداخلة فيه يساوي عدد خطوط المجال الخارجة منه .

سؤال [٥٢] صندوق مكعب الشكل يحتوي بداخله على الشحنات : ش١ = -٢٠ ، ش٢ = ٠ كولوم ، طول ضلعه ٠,٤ م ، احسب التدفق الكهربائي عبر أحد أسطح المكعب .



الإجابة :

ϕ الكلي = $\frac{\text{ش الكلية}}{\epsilon_0}$ = $\frac{-٠,٢٠+٠,٢}{\epsilon_0 \times ٠,٤}$ = $\frac{-٠,١٨}{٠,٤}$ = -١٨ نيوتن.م^{٢}/كولوم

بما أن للمكعب ٦ أسطح متساوية المساحة ، فإن :

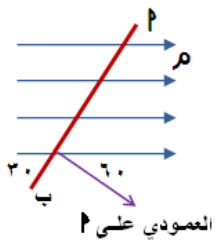
ϕ على أحد الأسطح = $\frac{-١٨}{٦}$ = - ٣ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

سؤال [٥٣] علل : يكون التدفق الكلي لسطح مغلق لا يحتوي على شحنات كهربائي يساوي صفراً .

الإجابة :

لأن عدد خطوط المجال الكهربائي الداخلة إلى السطح مساوياً لعدد خطوط المجال الخارجة من السطح .

سؤال [٥٤] في الشكل المجاور أ ب سطح مساحته ٠,٤ م^{٢} ، يؤثر عليه مجال كهربائي منتظم شد ١٠٠ نيوتن/كولوم باتجاه س+ ، احسب التدفق الكهربائي عبر هذه السطح من جهة اليمين .

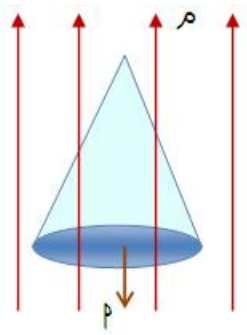


الإجابة :

ϕ = م أ جتاθ = ١٠٠ × ٠,٤ × جتا(٩٠-٣٠)

= ٤٠ × جتا٦٠ = ٤٠ × ٠,٥ = ٢٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

سؤال [٥٥] يبين الشكل المجاور مخروطاً نصف قطر قاعدته ق=٧ سم مغمور داخل مجال كهربائي منتظم شدته ٣×١٠^٦+ نيوتن/كولوم ، كما في الشكل المجاور ، احسب التدفق الكهربائي عبر السطح المخر



الإجابة :

بما أن السطح مغلق ولا يحتوي على شحنات داخله فإن :

ϕ الكلي = صفر ، أي أن :

ϕ المخروطي = - ϕ القاعدة .

= - م × أ × جتا ١٨٠

= - ٣×١٠^٦+ × (π×نق^٢) × (-١)

= + ٣×١٠^٦+ × $\frac{٢٢}{٧}$ × (٧)^٢×١٠^-٦ = ٦٦×٧= ٤٦٢ نيوتن.م^٢/كولوم

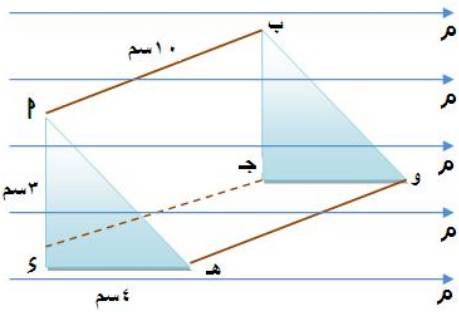
سؤال [٥٦] سطح اسطواني مغلق ارتفاعه ١,٢ م وقطر قاعدته الدائرية ٠,٢ م ، موضوع في الهواء ، إذا كان التدفق الكهربائي عبره يساوي ــ ٤ نيوتن.م^٢/كولوم ، أوجد مقدار الشحنة الكلية داخل سطح الاسطوانة .

الإجابة :

ϕ الكلي = $\frac{\text{ش الكلية}}{٠\varepsilon}$

ش الكلية = ϕ الكلي × ٠ε = ــ ٤ × ٨,٨٥×١٠^-١٢ = ــ ٣,٥٤×١٠^-١١ كولوم .

سؤال [٥٧] في الشكل المجاور ، أثبت التدفق الكلي عبر السطح المغلق عند وضعه في مجال كهربائي منتظم شدته ٦٠٠ نيوتن/كولوم باتجاه س+ يساوي صفراً .



الإجابة :

ϕ الكلي = Σ ϕ عن جميع الأوجه الخمسة .

ϕ الكلي = ϕ أ هـ و + ϕ ب جـ و + ϕ ء جـ و هـ + ϕ أ ب جـ ء + ϕ أ ب و هـ

لكن : ϕ أ ء هـ = ϕ ب جـ و = ϕ ء جـ و هـ = صفر

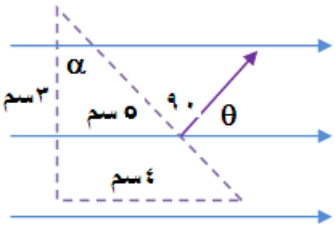
لأن الزاوية بين اتجاه المجال والعمودي على كل من هذه المساحات = ٩٠°

ϕ الكلي = ٠ + ٠ + ٠ + ϕ أ ب جـ ء + ϕ أ ب و هـ

= ϕ أ ب جـ ء + ϕ أ ب و هـ

= م أ^٢ جتا ١θ + م أ^٢ جتا ٢θ

= ٦٠٠×[٣×١٠×١٠^-٤] ×جتا١٨٠ + ٦٠٠ × [٥×١٠×١٠^-٤] × جتا^٢θ



ϕ الكلي = ــ ١,٨ + ٣×جتا^٢θ

حسب نظرية فيثاغورس :

أ هـ = $\sqrt{(٣)^٢+(٤)^٢}$ = $\sqrt{٩+١٦}$ = $\sqrt{٢٥}$ = ٥ سم

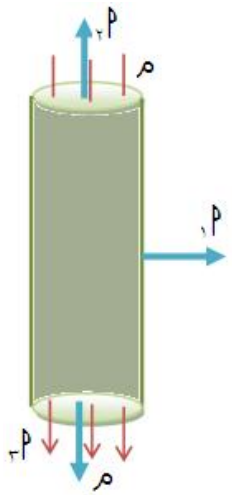
α = θ

ϕ الكلي = ــ ١,٨ + ٣×جتا^٢θ = ــ ١,٨ + ٣ × $\frac{٣}{٥}$ = ــ ١,٨ + ١,٨ = صفر .

وهذا يتفق مع كون السطح مغمور في مجال منتظم ولا يحتوي على أي شحنات كهربائية فيكون التدفق الكلي = صفر .

سؤال [٥٨] اسطوانة طولها ٣ م ونصف قطر قاعدتها [١/√٣] م ، وضعت في مجال كهربائي منتظم شدته ١٠٠ نيوتن/كولوم ، كما في الشكل المجاور ، احسب :

١. التدفق الكهربائي على القاعدة العليا .
٢. التدفق الكهربائي على القاعدة السفلى .
٣. التدفق الكهربائي على جدار الاسطوانة الجانبي . .
٤. التدفق الكهربائي الكلي .



الإجابة :

ق = π نق^{٢} = π × [١/√٣]^{٢} × π = [١/٣] × π = ١ م^{٢} .

ق١ = ٢π نق × ل = ٢π×[١/√٣] × ٣ = ٢√٣ م^{٢}

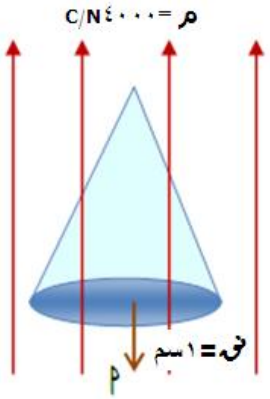
١. ϕ العلوي = م ق جتا θ = ١٠٠ × ١ × جتا١٨٠ = - ١٠٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

٢. ϕ السفلي = م ق جتا θ = ١٠٠ × ١ × جتا٠ = ١٠٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

٣. ϕ الجانبي = م ق جتا θ = ١٠٠ × ٢√٣ × جتا٩٠ = ٢√٣٠٠ ×صفر = صفر

٤. ϕ الكلي = ϕ العليا + ϕ السفلى + ϕ الجانبي
= - ١٠٠ + ١٠٠ + صفر = صفر .

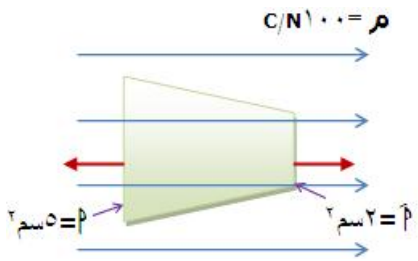
سؤال [٥٩] في الشكل المجاور مخروط قائم يخترقه مجال كهربائي منتظم باتجاه عمودي على قاعدته الدائرية للأعلى ، احسب التدفق الكهربائي عبر السطح المخروطي .



الحل :

ϕ الكلي = ∑ ϕ عن جميع الأوجه .
ϕ الكلي = ϕ القاعدة + ϕ المخروطي
صفر = م ق جتا θ + ϕ المخروطي
٠ = ٤٠٠٠ × [π نق^{٢}] ×جتا١٨٠ = ϕ المخروطي
٠ = ٤٠٠٠×٣,١٤×١×١٠$^{-٤}$ × (-١) = ϕ المخروطي
٠ = - ١,٢٥٦ + ϕ المخروطي
ϕ المخروطي = ١,٢٥٦ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

سؤال [٦٠] في الشكل المجاور جسم مخروطي مغمور في مجال كهربائي منتظم باتجاه س+ ، شدته ١٠٠ نيوتن/كولوم ، بالاعتماد على القيم المبينة في الشكل احسب التدفق الكهربائي عبر المساحة الجانبية .



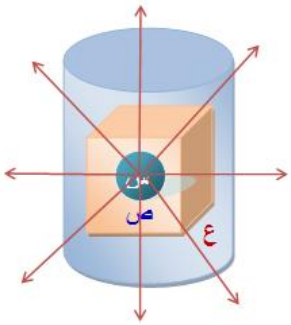
الحل :

ϕ الكلي = ∑ ϕ عن جميع الأوجه .
ϕ الكلي = ϕ الدائرية الكبيرة + ϕ الدائرية الكبيرة + ϕ الجانبية
ϕ الكلي = م ق$_{١}$ جتا θ$_{١}$ + م ق$_{٢}$ جتا θ$_{٢}$ + ϕ الجانبية
صفر = ١٠٠ × ٥×١٠$^{-٤}$ ×جتا١٨٠ + ١٠٠ × ٢×١٠$^{-٤}$ ×جتا٠ + ϕ الجانبية
صفر = -٥×١٠$^{-٢}$ + ٢×١٠$^{-٢}$ + ϕ الجانبية
صفر = - ٠,٠٥ + ٠,٠٢ + ϕ الجانبية
ϕ الجانبية = ٠,٠٥ - ٠,٠٢ = ٠,٠٣ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

سؤال [٦١] يبين الشكل المجاور التدفق الكهربائي عبر سطوح ثلاثة " س ، ص ، ع " تحتوي بداخلها على شحنة كهربائية مقدارها ٨,٨٥×١٠^-١١ كولوم ، تمعن الشكل ثم أجب عما يلي :

١. احسب عدد التدفق الكهربائي (عدد خطوط المجال الكهربائي) الصادرة من الشحنة .

٢. التدفق الكهربائي على السطوح " س ، ص ، ع " متساوية رغم أنها مختلفة في أشكالها ومساحتها . فسر ذلك .



الإجابة :

١. عدد خطوط المجال الكهربائي (ϕ) = $\frac{\text{شـ}}{\varepsilon_0}$ = $\frac{٨,٨٥\times١٠^{-١١}}{٨,٨٥\times١٠^{-١١}}$ = ١٠ نيوتن/كولوم .

٢. لأن التدفق الكهربائي لسطح يحتوي بداخله على شحنة لا يعتمد على شكل السطح ، حيث أن عدد خطوط المجال التي الخارجة من الشحنة أو الداخلة إليها سيخترق السطح مهما كان شكله .

قانون غاوس : التدفق الكهربائي عبر سطح مغلق يساوي مقدار الشحنة الكلية المحصورة داخل السطح " شـ " مقسومة على نفاذية الفراغ " ε_0 " ، ورياضياً :

$\phi = \frac{\text{شـ}}{\varepsilon_0}$ ، $\phi = \overleftarrow{م} \cdot \overleftarrow{م} = \frac{\text{شـ}}{\varepsilon_0}$

استخدام قانون غاوس :

يستخدم قانون غاوس في إيجاد المجال الكهربائي لتوزيعات عالية التماثل من الشحنات الكهربائية ، مثل كرة مشحونة بشحنة منتظمة التوزيع ، أو اسطوانة طويلة أو سطح مستوٍ ذي أبعاد كبيرة جداً وغيرها ، ويتم حساب المجال الكهربائي باستخدام قانون غاوس عن طريق استخدام سطح غاوسي وهمي يحيط بتوزيع الشحنات ويمر بالنقطة المراد حساب المجال عندها ، وعادة يشبه السطح الغاوسي الوهمي الشكل الموزع عليه الشحنات .

ملاحظات على استخدام قانون غاوس :

أولاً : نختار سطح وهمي افتراضي يسمى سطح غاوس ويحقق الشروط التالية :

(١) أن يكون سطحاً مغلقاً ثلاثي الأبعاد .
(٢) أن يمر في النقطة المراد حساب المجال الكهربائي عندها .
(٣) أن يحيط بالشحنة المعطاة (توزيع الشحنة) أو بجزء منها .
(٤) أن يكون متماثلاً حول الشحنة، أي أن كل جزء من أجزاء السطح لها نفس البعد عن الشحنة حتى يكون المجال ثابتاً عند جميع أجزاء السطح .

وغالباً ما يكون شكل سطح غاوس يشبه شكل السطح الذي تتوزع عليه الشحنة .

ثانياً : ندمج قانوني التدفق :

$\phi = م \, أ \, جتا \, \theta = (\text{شـ}/\varepsilon_0)$ ، حيث :

أ : مسحة سطح غاوس التي نحسب التدفق خلالها .

θ : الزاوية بين اتجاه المجال م والعمودي على المساحة المعنية ، وتكون في كل الأسئلة θ = صفر .

شـ : الشحنة المتواجدة داخل سطح غاوس فقط .

سؤال [٦٢] ما هي خصائص سطح غاوس .

الإجابة :

١. سطح تخيلي افتراضي .
٢. سطح تساوي الجهد عمودي على المجال الكهربائي .
٣. سطح غاوس على درجة عالية جداً من تماثل توزيع الشحنة عند أي نقطة .
٤. توزيع الشحنة حسب شكل السطح والذي يرتبط بالشحنة فقد يكون طولياً أو سطحياً أو حجمياً .
٥. سطح غاوس مغلق ويحيط بالشحنة إحاطة تامة .

سؤال [٦٣] ما الشرط الواجب توفره في شحنة جسم حتى نتمكن من تطبيق قانون غاوس في حساب المجال الكهربائي الناتج عنه .

الإجابة :

أن تكون شحنة هذا الجسم موزعه عليه بانتظام .

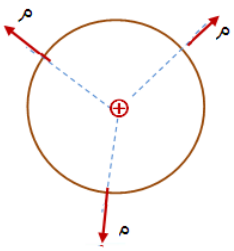
سؤال [٦٤] يبين الشكل المجاور سطح كروي يحتوي بداخله على ثلاث شحنات نقطية ، إذا علمت أن : ش١ = ٥ ميكرو كولوم ، ش٢ = ٣ ميكرو كولوم ، ش٣ = - ٢ ميكرو كولوم ، أوجد التدفق الكهربائي عبر سطح الكرة .

الحل :

$$\phi = \frac{\text{ش}}{\varepsilon_0} = \frac{[5+3-2]\times10^{-6}}{8{,}85\times10^{-12}} = \frac{6\times10^{-6}}{8{,}85\times10^{-12}}$$

$$= 6{,}78\times10^{5+} \text{ نيوتن.م}^2/\text{كولوم} .$$

سؤال [٦٥] شحنة نقطية " ش " وضعت عند مركز كروي مغلق نصف قطره " ن " ، اثبت أن التدفق عبر هذا السطح يعطي بالعلاقة : ف = ش / ε_0 .



الإجابة :

جميع أجزاء نقاط السطح الكروي تتعرض لنفس قيمة المجال لأن كلها لها نفس البعد عن الشحنة

$$\text{م} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{\text{ش}}{\text{ن}^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{\text{ش}}{\text{ف}^2}$$

$$\text{م} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{\text{ش}}{\text{ن}^2} \quad \text{ف} = 4\pi\text{ن}^2$$

$$\phi = \text{م ف جتا } \theta = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{\text{ش}}{\text{ن}^2} \times 4\pi\text{ن}^2 \times \text{جتا } 0 = \frac{\text{ش}}{\varepsilon_0}$$

سؤال [٦٦] شحن موصل بشحنة مقدارها $8{,}85\times10^{-9}$ كولوم ، احسب عدد خطوط المجال الكهربائي (التدفق الكهربائي) التي تعبر سطح وهمي يحيط إحاطة تامة بالموصل ، إذا كانت $\varepsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}$ كولوم^2/نيوتن.م^2 ، إذا كان الفراغ هو الوسط المحيط بالموصل.

الحل :

$$\phi = \frac{\text{ش}}{\varepsilon_0} = \frac{8{,}85\times10^{-9}}{8{,}85\times10^{-12}} = 1000 \text{ نيوتن.م}^2/\text{كولوم} .$$

سؤال [٦٧] سطح مغلق يحتوي على الشحنات (+٥ ، - ١٠ ، - ٥ ، - ٧,٧) ميكرو كولوم ، احسب التدفق الكهربائي عبر هذا السطح ، ثم قارن بين عدد الخطوط الداخلة والخارجة من هذا السطح ، إذا كان الهواء هو الوسط المحيط بالموصل .

الحل :

$$\phi = \frac{\Sigma\text{ش}}{\varepsilon_0} = \frac{[5-10-5-7{,}7)\times10^{-6}}{8{,}85\times10^{-12}} = \frac{-17{,}7\times10^{-6}}{8{,}85\times10^{-12}} = -2\times10^{6+} \text{ نيوتن.م}^2/\text{كولوم} .$$

والإشارة السالبة تدل على أن عدد خطوط المجال الداخلة أكثر من الخارجة لأن الشحنة السالبة داخل السطح أكبر .

سؤال [٦٨] مكعب وضع عند مركزه شحنة مقدارها (٣٠٠ ε٠) كولوم ، احسب :
(١) التدفق الكهربائي الكلي عبر السطح .
(٢) التدفق الكهربائي عبر احد أوجه المكعب .
إذا كان الفراغ هو الوسط المحيط بالمكعب .

الحل :

(١) $\phi = \frac{\Sigma ش}{\varepsilon_0} = \frac{٣٠٠\ \varepsilon_0}{\varepsilon_0}$ = ٣٠٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

(٢) للمكعب ٦ أوجه ولكون الشحنة موجودة في مركز المكعب فإن التدفق يكون متساوٍ عند كل الأوجه الستة .

ϕ للوجه الواحد = $\frac{\text{التدفق الكلي}}{\text{عدد الأوجه}} = \frac{٣٠٠}{٦}$ = ٥٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

سؤال [٦٩] سطح مغلق يدخل إليه تدفق مقداره ٢٠٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم ويخرج منه تدفق مقداره ١٠٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم ، احسب :
(أ) التدفق الكلي عبر السطح .
(ب) الشحنة الكلية داخل السطح .

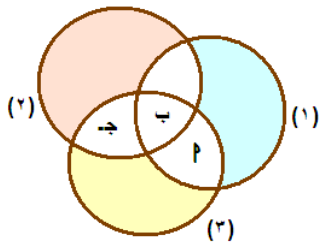
الحل :

(أ) ϕ الكلي = ϕ الداخل + ϕالخارج
= ٢٠٠ + ١٠٠ - = ١٠٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

(ب) ϕ الكلي = $\frac{\text{ش الكلية}}{\varepsilon_0}$

ش الكلية = ϕ الكلي × ε_0 = (١٠٠-) × ٨,٨٥×١٠$^{-١٢}$ = - ٨,٨٥×١٠$^{-١٠}$ كولوم .

سؤال [٧٠] الشكل المجاور يمثل عدة سطوح مغلقة تحتوي الشحنات (أ ، ب ، جـ) التي تساوي (٨,٨٥ ، ٨,٨٥ ، - ١٧,٧) ×١٠$^{-١١}$ كولوم على الترتيب ، احسب التدفق عبر كل سطح .



الحل :

ϕ الكلي = $\frac{\Sigma ش}{\varepsilon_0}$

$\phi_{(١)} = \frac{\Sigma ش}{\varepsilon_0} = \frac{(٨,٨٥+٨,٨٥)\times١٠^{-١١}}{٨,٨٥\times١٠^{-١٢}} = \frac{١٧,٧\times١٠^{-١١}}{٨,٨٥\times١٠^{-١٢}}$

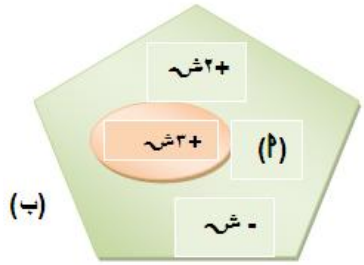
= ٢٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

$\phi_{(٢)} = \frac{\Sigma ش}{\varepsilon_0} = \frac{(١٧,٧-٨,٨٥)\times١٠^{-١١}}{٨,٨٥\times١٠^{-١٢}} = \frac{-٨,٨٥\times١٠^{-١١}}{٨,٨٥\times١٠^{-١٢}}$ = - ١٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم .

$\phi_{(٢)} = \frac{\Sigma ش}{\varepsilon_0} = \frac{(١٧,٧-٨,٨٥+٨,٨٥)\times١٠^{-١١}}{٨,٨٥\times١٠^{-١٢}} = \frac{\text{صفر}}{٨,٨٥\times١٠^{-١٢}}$ = صفر

سؤال [٧١] في الشكل المجاور إذا كان التدفق عبر السطح " ب " يساوي ٤٠٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم ، احسب التدفق عبر السطح " أ " .

الحل :



$$\phi \text{ الكلي} = \frac{\Sigma شـ}{\varepsilon_{٠}}$$

$$٤٠٠ = \frac{٣شـ + ٢شـ - شـ}{\varepsilon_{٠}}$$

$$٤شـ = ٤٠٠ \times \varepsilon_{٠} = ٤٠٠ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$$

$$شـ = ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٠} \text{ كولوم .}$$

$$\phi (أ) = \frac{+٣شـ}{\varepsilon_{٠}} = \frac{+٣ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٠}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}} = ٣٠٠ \text{ نيوتن.م}^{٢}\text{/كولوم .}$$

سؤال [٧٢] سطح اسطواني مغلق ارتفاعه ١,٢ م وقطر قاعدته ٠,٢ م موضوع في الهواء ، إذا كان التدفق عبره يساوي - ١٠ نيوتن.م^{٢}/كولوم ، احسب الشحنة الكلية داخل هذا الموصل .

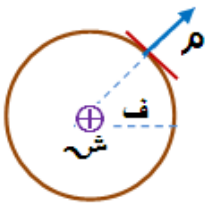
الحل :

$$\phi \text{ الكلي} = \frac{\Sigma شـ}{\varepsilon_{٠}}$$

$$\Sigma شـ = \phi \text{ الكلي} \times \varepsilon_{٠} = -١٠ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} = -٨,٨٥ \times ١٠^{-١١} \text{ كولوم .}$$

سؤال [٧٣] باستخدام قانون غاوس أثبت أن المجال على بعد " ف " من شحنة نقطية " شـ " يعطى بالعلاقة :

$$م = \frac{١}{٤\pi\varepsilon_{٠}} \times \frac{شـ}{ف^{٢}}$$



الإجابة :

أفضل سطح غاوسي مغلق حول الشحنة النقطية هو سطح كروي بحيث تقع الشحنة النقطية في مركزه ، كما في الشكل المجاور .

حسب قانون غاوس :

$$م أ \text{ جتا } \theta = \frac{شـ}{\varepsilon_{٠}}$$

$$م [٤\pi ف^{٢}] \text{ جتا } ٠ = \frac{شـ}{\varepsilon_{٠}}$$

$$م = \frac{١}{٤\pi\varepsilon_{٠}} \times \frac{شـ}{ف^{٢}}$$ وهو المطلوب .

ملاحظة :

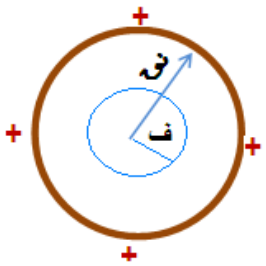
القانون الذي حصلنا عليه من قانون غاوس هو نفس قانون كولوم ، لذلك يعد قانون كولوم حالة خاصة من قانون غاوس ، ولا يستخدم قانون كولوم إلا للشحنات النقطية ، لذلك يعتبر قانون غاوس أهم من قانون كولوم .

سؤال [٧٤] قشرة فلزية كروية (موصل كروي أجوف) نصف قطرها " ن " وتحمل شحنة كهربائية " ش " موزعه عليها بانتظام ، أثبت أن :

(أ) المجال داخلها على بعد ف < ن يساوي صفراً .

(ب) المجال خارجها على بعد ف > ن ، يعطى بالعلاقة :

$$م = \frac{١}{٤ \pi ٠} \times \frac{ش}{ف^{٢}}$$



الحل :

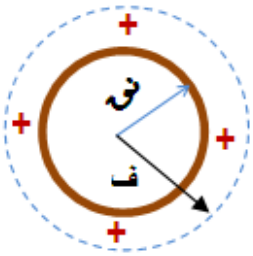
(أ) أي موصل مهما كان شكله سوف تستقر الشحنات الكهربائية على سطح الموصل الخارجي بسبب قوة التنافر بينها .

عندما تكون ف < ن أي أن النقطة تقع داخل الموصل .

م أ جتا θ = $\frac{ش}{٠ \varepsilon}$ وهنا تكون الشحنة التي تتواجد داخل الموصل تساوي صفراً .

م أ جتا ٠ = $\frac{٠}{٠ \varepsilon}$ = صفر

م = صفر ، داخل الموصل .



استنتاج : تكون شدة المجال الكهربائي داخل أي موصل تساوي صفراً .

(ب) عند نقطة خارج الموصل حيث ف > ن .

م أ جتا θ = $\frac{ش}{٠ \varepsilon}$ وهنا تكون الشحنة التي تتواجد داخل الموصل تساوي صفراً .

م [٤ π ف^{٢}] × جتا ٠ = $\frac{ش}{٠ \varepsilon}$

حيث الشحنة الموجودة داخل السطح الغاوسي هي نفس شحنة الموصل الكروي .

$$م = \frac{١}{٠ \varepsilon \ \pi ٤} \times \frac{ش}{ف^{٢}}$$

لاحظ هنا أن هذه العلاقة تشبه العلاقة الناتجة عن الشحنة النقطية ، أي أنه يمكن التعامل مع الموصل الكروي المشحون كأنه شحنة نقطية موجودة عند مركز الموصل الكروي .

ملاحظة :

إن القانون الذي حصلنا عليه هو نفس قانون كولوم للشحنة النقطية وبالتالي يمكن معاملة شحنة الموصل الكروي عند أي نقطة خارجية على أنها شحنة نقطية .

سؤال [٧٥] هل المجال الكهربائي داخل جميع الموصلات تساوي صفراً مهما كان شكلها .

الإجابة :

المجال الكهربائي داخل الموصلات الفلزية يساوي صفراً مهما كان شكلها ، سواء كانت مصمتة أم مفرغة لعدم وجود شحنة داخلها ، لأن الشحنات دائماً تستقر على السطوح الخارجية للموصلات .

سؤال [٧٦] علل : الشحنات الكهربائية تستقر على السطوح الخارجية للموصلات .

الإجابة :

ذلك لأن الشحنات الكهربائية متشابهة تتنافر مع بعضها حتى تصبح المسافة بينها أكبر ما يمكن ، لذلك تستقر على أكبر مساحة ممكنة من الموصل وهي السطوح الخارجية ، وبالتالي ينعدم وجود شحنات كهربائية داخل الموصلات .

سؤال [٧٧] توضع الأجهزة الحساسة من المجالات الكهربائية الخارجية داخل موصلات كروية . علل ذلك .

الإجابة :

إذ أن خطوط المجال الكهربائي لا تخترق جسم الموصل ، ومن هنا نجد أنه يمكن استخدام الموصل درعاً واقياً لحماية الأجهزة الحساسة من المجالات الكهربائية الخارجية .

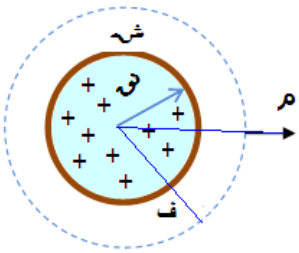
ملاحظة :

بما أن شدة المجال الكهربائي داخل الموصل تساوي صفراً ، فهذا يعني أن خطوط المجال الكهربائي لا تخترق الموصلات ، ولهذا السبب تستخدم القشرة الفلزية كدرع واقي لحماية الأجهزة الكهربائية من المجالات الكهربائية عن طريق وضع الأجهزة داخل الموصلات الفلزية ، لأن المجالات لا تخترق الموصلات .

سؤال [٧٨] كرة غير موصلة موضوعة في الهواء نصف قطرها " ف " ومشحونة بشحنة كهربائية " $ش_{ه}$ " تتوزع بانتظام داخل الكرة .

(أ) أثبت أن المجال الكهربائي عند نقطة خارج الكرة على بعد ف > $ن_{ه}$ عن مركز الكرة يعطى بالعلاقة :

$$م = \frac{١}{٠ \varepsilon \pi ٤} \times \frac{ش_{ه}}{ف^{٢}}$$



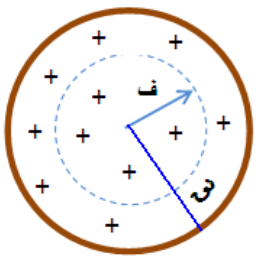
(ب) أثبت أن المجال عند أي نقطة داخل الكرة على بعد ف < $ن_{ه}$ عن المركز يعطى بالعلاقة

$$م = \frac{١}{٠ \varepsilon \pi ٤} \times \frac{ش_{ه}}{ن_{ه}^{٣}} \times ف$$

الحل :

بما أن الكرة غير موصلة (عازلة) فإن الشحنات الكهربائية تتوزع على جميع أجزاء الكرة .

(أ) نختار سطح غاوس نصف قطرة أكبر من نصف قطر الكرة العازلة ، ثم نطبق قانون غاوس :



$م \, ٢ \, جتا \, \theta = \frac{ش_{ه}}{٠ \varepsilon}$ ، الشحنة المتواجدة داخل الكرة هي نفس شحنة الكرة " $ش_{ه}$ " .

$م \times ٤ \pi ف^{٢} \times جتا ٠ = \frac{ش_{ه}}{٠ \varepsilon}$ ، $م = \frac{١}{٠ \varepsilon \pi ٤} \times \frac{ش_{ه}}{ف^{٢}}$

(ب) عند نقطة داخل الكرة حيث ف < $ن_{ه}$

لحساب الشحنة المتواجدة داخل السطح الغاوسي" $ش_{ه}'$ " :

$ش_{ه}'$ = كثافة الشحنة الحجمية × الحجم

$$= [ش_{ه} \div \frac{٤}{٣} \pi \times ن_{ه}^{٣}] \times \frac{٤}{٣} \pi \times ف^{٣} = ش_{ه} \times \frac{ف^{٣}}{ن_{ه}^{٣}}$$

حسب قانون غاوس :

$$م \, ٢ \, جتا \, \theta = \frac{ش_{ه}'}{٠ \varepsilon}$$

$$م \times [٤ \pi ف^{٢}] \times جتا ٠ = [ش_{ه} \times \frac{ف^{٣}}{ن_{ه}^{٣}}] \div ٠ \varepsilon$$

$$م = \frac{١}{٠ \varepsilon \pi ٤} \times \frac{ش_{ه} \, ف}{ن_{ه}^{٣}}$$

سؤال [٧٩] أثبت باستخدام قانون غاوس ، أن المجال الكهربائي في نقطة تبعد ٢ نق عن مركز موصل كروي نصف قطره نق مشحون بشحنة كهربائية كثافتها السطحية " ص " كولوم/م^{٢} يساوي [$\frac{ص}{٤ε}$] .

الإجابة :

ف = ٢ نق ن أي أن ف > نق .

نختار سطحاً غاوسياً افتراضياً كروياً نصف قطره ف = ٢نق ، يحيط بالكرة ويتحد معها في المركز ،.

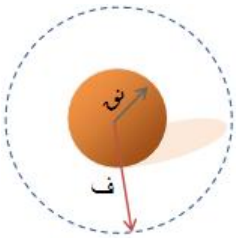
$$\phi = م \times \text{السطح}\ جتا\theta = \frac{ش}{ε} \quad ، \quad جتا\theta = جتا٠ = ١$$

$$\phi = \frac{ش}{ε \times ٢} \quad ، \quad ش = ص \times ٢$$

$$م = \frac{ص \times \text{السطح}}{ε \times ٢\ \text{الموصل}} = \frac{ص \times ٤\pi \times نق^{٢}}{ε \times ٤\pi [ف]^{٢}} = \frac{ص \times نق^{٢}}{ε \times [٤نق]^{٢}} = \frac{ص \times نق^{٢}}{ε \times ٤نق^{٢}} = \frac{ص}{٤ε}$$

سؤال [٨٠] أثبت باستخدام قانون غاوس أن المجال الكهربائي في نقطة تبعد " ف " عن سطح موصل كروي نصف قطره نق مشحون بشحنة كهربائية كثافتها السطحية " ص " كولوم/م^{٢} يساوي :

$$م = \frac{ص}{ε} [\frac{نق}{ف + نق}]^{٢}$$



الإجابة :

ف > نق

نختار سطحاً غاوسياً افتراضياً كروياً نصف قطره " ف + نق " يحيط بالموصل الكروي ويتحد معه بالمركز .

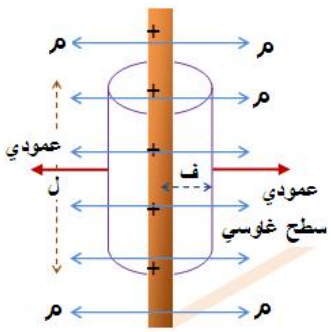
$$\phi = م \times \text{السطح}\ جتا\theta = \frac{ش}{ε} \quad ، \quad جتا\theta = جتا٠ = ١$$

$$م = \frac{ش}{ε \times ٢} \quad ، \quad ش = ص \times ٢$$

$$= \frac{ص \times \text{السطح}}{ε \times ٢\ \text{الموصل}} = \frac{ص \times ٤\pi \times نق^{٢}}{ε \times ٤\pi [ف]^{٢}} = \frac{ص \times نق^{٢}}{ε \times [ف+نق]^{٢}}$$

سؤال [٨١] سلك مستقيم لانهائي الطول كثافة الشحنة الطولية عليه " ط كولوم/متر " ، أثبت أن المجال على بعد " ف " من محوره يعطى بالعلاقة التالية :

$$م = \frac{ط}{٢\pi ε_{٠} ف}$$



الحل :

نختار سطح غاوسي متماثل حول السلك على شكل اسطوانة تحيط بجزء من السلك طوله " ل " ونصف قطره " ف " .

حسب قانون غاوس :

$$\phi\ الكلي = م \times ٢\ جتا\ \theta = \frac{ش}{ε_{٠}}$$

$$\phi\ الكلي = \phi\ القاعدة\ العلوية + \phi\ القاعدة\ السفلية + \phi\ الجانبية = م \times ٢\ جتا\ \theta$$

$$\phi\ الكلي = صفر + صفر + \phi\ الجانبية = م \times ٢\ جتا\ \theta$$ لأن المجال عمودي على متجه المساحة للقاعدتين العلوية والسفلية

ϕ الجانبية = م ا جتا θ = $\frac{\text{شـ}}{\varepsilon_0}$

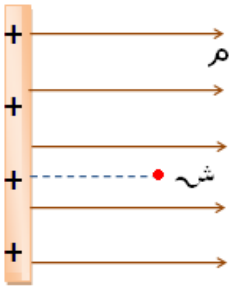
م × [٢ π ف × ل] × جتا٠ = $\frac{\lambda \text{ل}}{\varepsilon_0}$ ، حيث شـ الموجودة داخل السطح الغاوسي = λ ل

م = $\frac{\lambda}{\text{ف} \times \varepsilon_0 \times 2\pi}$

سؤال [٨٢] سلك اسطواني مشحون لانهائي الطول كثافة الشحنة الطولية عليه ٥ ميكرو كولوم/م ، احسب :

١. شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة ١٠ سم عن محور السلك .

٢. القوة المؤثرة في شحنة نقطية سالبة مقدارها ٢×١٠$^{-٥}$ كولوم تبعد ١٠ سم عن محور السلك .



الإجابة :

١. م = $\frac{١}{٤\varepsilon_0 \pi}$ $\frac{\lambda ٢}{\text{ف}}$ = ٩×١٠$^{+٩}$ × $\frac{٢ \times ٥ \times ١٠^{-٦}}{٠,١}$ = ٩×١٠$^{+٥}$ نيوتن/كولوم

٢. ق = م شـ

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

باتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي لكونها سالبة .

سؤال [٨٣] سلك اسطواني مشحون لا نهائي الطول وضعت على بعد ١٠ سم من محوره شحنة مقدارها ٢ ميكرو كولوم ، فتأثرت بقوة مقدارها ٠,١٨ نيوتن ، احسب مقدار كثافة الشحنة الطولية على السلك .

الإجابة :

ق = م شـ

٠,١٨ = م × ٢×١٠$^{-٦}$

م = $\frac{٠,١٨}{٢ \times ١٠^{-٦}}$ = ٩×١٠$^{+٤}$ نيوتن/كولوم .

م = $\frac{١}{٤\varepsilon_0 \pi}$ $\frac{\lambda ٢}{\text{ف}}$

٩×١٠$^{+٤}$ = ٩×١٠$^{+٩}$ × $\frac{\lambda ٢}{٠,١}$

١×١٠$^{-٥}$ = ٢٠ × λ

λ = $\frac{١}{٢٠}$ ×١٠$^{-٥}$ = ٥×١٠$^{-٧}$ كولوم/متر .

سؤال [٨٤] سلك اسطواني فلزي مشحون لانهائي الطول نصف قطره " ٥ ملم " وكثافة الشحنة الطولية عليه " ٢٠ نانو كولوم/م " ، احسب :

(أ) المجال على بعد ٣ ملم عن محور السلك .

(ب) القوة المؤثرة على إلكترون يوضع على بعد ٤ ملم من سطح السلك للخارج .

الحل :

(أ) بما أن النقطة التي تبعد ٣ ملم على محور السلك أقل من نصف قطر السلك فإن هذه النقطة تقع داخل السلك ، لذلك يكون المجال عند هذه النقطة = صفراً ، لأنها تقع داخله .

(ب) بعد النقطة هن محور السلك = ٥ +٤ = ٩ ملم .

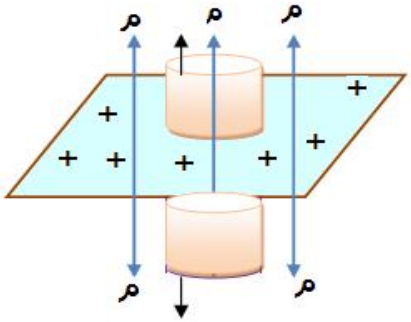
م = $\frac{\lambda}{2 \pi \varepsilon_0 ف}$ = $\frac{\lambda ٢}{٤ \pi \varepsilon_0 ف}$ ، بضرب البسط والمقام في " ٢ "

= $\frac{١}{٤ \pi \varepsilon_0}$ × $\frac{\lambda ٢}{ف}$ = $\frac{٢ \times ١٠^{-٩}}{١٠ \times ٩}$ × $١٠ \times ٩^{+٩}$ = $١٠ \times ٤٠^{+٣}$ = $١٠ \times ٤^{+٤}$ نيوتن/كولوم .

ق = م × شـ = $١٠ \times ٤^{+٤}$ × $١٠ \times ١,٦^{-١٩}$ = $١٠ \times ٦,٤^{-١٥}$ نيوتن ، باتجاه معاكس للمجال نحو السلك .

سؤال[٨٥] صفيحة رقيقة مستوية لانهائية ومشحونة موزعة عليها بانتظام كثافة الشحنة السطحية عليها "σ" ، أثبت أن :

شدة المجال بالقرب منها " م " = $\frac{\sigma}{٢ \varepsilon_0}$



الإجابة :

نختار سطح غاوسي اسطواني الشكل عمودي على الصفيحة اللانهائية

ϕ الكلي = ϕ القاعدة العلوية + ϕ القاعدة السفلية + ϕ الجانبية = م أ جتا θ

ϕ القاعدة السفلية = صفر لأن θ = ٩٠ ، حيث جتا ٩٠ = صفر

م $أ_١$ جتا θ + م $أ_٢$ جتا θ = $\frac{شـ}{\varepsilon_0}$

م أ جتا ٠ + م أ جتا ٠ = $\frac{أ \sigma}{\varepsilon_0}$ ،

حيث أ : مساحة كل من القاعدتين العلوية والسفلية للسطح الغاوسي وكذلك مساحة الجزء من الصفيحة الموجود داخل السطح الغاوسي .

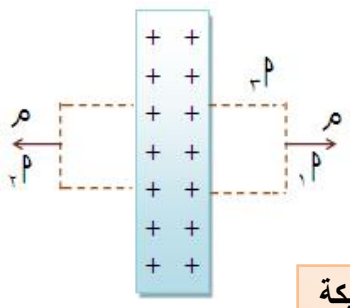
٢ م أ = $\frac{أ \sigma}{\varepsilon_0}$ ، م = $\frac{\sigma}{٢ \varepsilon_0}$

ملاحظة :

نستنتج أن المجال الكهربائي بالقرب من صفيحة رقيقة لانهائية الإتساع لا يعتمد على البعد عن الصفيحة ، أي أن الكهربائي بالقرب منها هو مجال منتظم .

سؤال [٨٦] إذا لم تكن الصفيحة رقيقة وكانت تحمل شحنة كثافتها السطحية "σ" على كل من وجهيها ، جد قيم المجال الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة " ف " عن الصفيحة .

الإجابة :



ϕ الكلي = $\phi_١$ + $\phi_٢$ + $\phi_٣$

= م $أ_١$ جتا $\theta_١$ + م $أ_٢$ جتا $\theta_٢$ + م $أ_٣$ جتا $\theta_٣$

= م $أ_١$ جتا ٠ + م $أ_٢$ جتا ٠ + م $أ_٣$ جتا ٩٠

= م أ + م أ + صفر = ٢ م أ

ϕ الكلي = $\frac{أ \times \sigma + أ \times \sigma}{\varepsilon_0}$

٢ م أ = $\frac{٢ \times \sigma أ}{\varepsilon_0}$

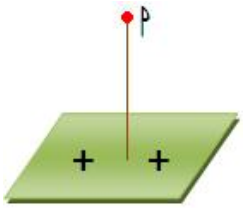
م = $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

لاحظ أن الصفيحة عندما تكون سميكة فإن الشحنات تستقر على سطحها الخارجي فتتكون عليها طبقتان من الشحنات كثافة الشحنة على كل منها σ كولوم/م^٢

سؤال [٨٧] صفيحة معدنية رقيقة لانهائية الاتساع مشحونة بشحنة موجبة كثافتها السطحية ١٧,٧×١٠$^{-١٠}$ كولوم/م^{٢} . احسب :

١. شدة المجال الكهربائي عند النقطة " أ " والتي تبعد ٣ سم عن سطح الصفيحة ، احسب :

٢. مقدار القوة المؤثرة على بروتون عند وضعه عند النقطة " أ " .



الإجابة :

١. م عن الصفيحة = $\frac{\sigma}{٢\varepsilon_{٠}}$ = $\frac{١٧,٧\times١٠^{-١٠}}{٢\times٨,٨٥\times١٠^{-١٢}}$ = ١٠٠ نيوتن/كولوم .

٢. ق = م × شـ

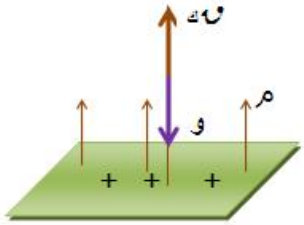
= ١٠٠ × ١,٦×١٠$^{-١٩}$ = ١,٦×١٠$^{-١٧}$ نيوتن .

باتجاه المجال الكهربائي بعيداً عن الصفيحة .

سؤال [٨٨] في الشكل المجاور كرة صغيرة الحجم وزنها ٠,٠٠٣ نيوتن ، مشحونة ومتزنة فوق مركز صفيحة مستوية رقيقة واسعة جداً مشحونة ، وكثافة الشحنة السطحية عليها ١٧,٧×١٠$^{-٦}$ كولوم/م^{٢} ، احسب :

١. مقدار شدة المجال الكهربائي المؤثر على الكرة .

٢. مقدار ونوع شحنة الكرة .



الإجابة :

١. م عن الصفيحة = $\frac{\sigma}{٢\varepsilon_{٠}}$ = $\frac{١٧,٧\times١٠^{-٦}}{٢\times٨,٨٥\times١٠^{-١٢}}$

= ١×١٠$^{+٦}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه الأعلى .

٢. بما أن الكرة متزنة فإن محصلة القوى المؤثرة عليها تساوي صفراً .

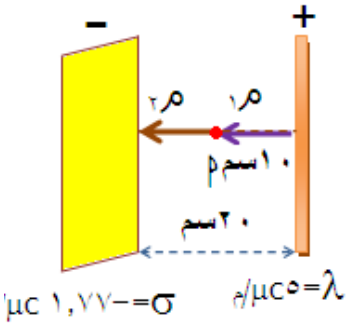
ق ك = و

م × شـ = و

شـ = $\frac{\text{و}}{\text{م}}$ = $\frac{٠,٠٠٣}{١\times١٠^{+٦}}$ = ٣×١٠$^{-٩}$ كولوم

وهي موجبة لأن اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الكرة باتجاه المجال .

سؤال [٨٩] في الشكل المجاور سلك مشحون لا نهائي الطول ولوح مشحون لا نهائي الاتساع المسافة بينهما ٢٠ سم ، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل ، احسب القوة المؤثرة على شحنة نقطية مقدارها ٢×١٠$^{-٥}$ كولوم ، وضعت عند منتصف المسافة بينهما .



الإجابة :

م السلك = $\frac{١}{٤\pi\varepsilon_{٠}}$ × $\frac{\lambda٢}{ف}$ = ٩×١٠$^{+٩}$ × $\frac{٢\times٥\times١٠^{-٦}}{٠,١}$

= ٩×١٠$^{+٥}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س- .

م عن الصفيحة = $\frac{\sigma}{٢\varepsilon_{٠}}$ = $\frac{١٧,٧\times١٠^{-٧}}{٢\times٨,٨٥\times١٠^{-١٢}}$

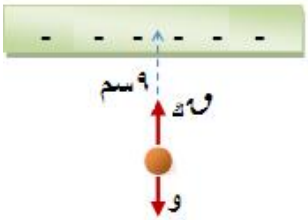
= ١×١٠$^{+٥}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س- .

م المحصلة عند " أ " = م السلك + م الصفيحة = ٩×١٠$^{+٩}$ + ١×١٠$^{+٥}$ = ١٠×١٠$^{+٥}$ نيوتن/كولوم ، باتجاه س- .

ق = م × شـ

= ١٠×١٠$^{+٥}$ × ٢×١٠$^{-٥}$ = ٢٠ نيوتن .

سؤال [٩٠] سلك طويل مشحون بشحنة سالبة في وضع أفقي وضع أسفلة وعلى بعد ٩ سم من محوره جسيم شحنته ٥×١٠^-٦ كولوم ووزنه ٥×١٠^-٤ نيوتن فاتزن ، احسب :



(أ) كثافة الشحنة الطولية على السلك .

(ب) كمية الشحنة على جزء من السلك طوله ٣٠ سم .

الحل :

(أ) بما أن الجسيم متزن فإن محصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفر ، أي أن :

ف ك = و

م × شـ = و

م × ٥×١٠^-٦ = ٥×١٠^-٤ ، م = ١٠٠ نيوتن/كولوم .

لكن : م = ٩×١٠^٩+ × λ٢ / ف

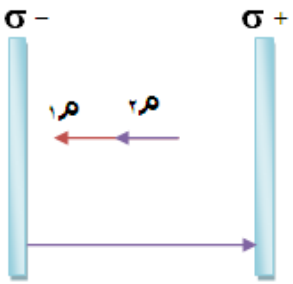
١٠٠ = ٩×١٠^٩+ × λ٢ / ٠,٠٩

λ = ٠,٠٩×١٠٠ / ٢×٩×١٠^٩+ = ٥×١٠^-١٠ كولوم/متر .

(ب) λ = شـ / ل ، شـ = λ × ل = ٥×١٠^-١٠ × ٠,٣ = ١,٥×١٠^-١٠ كولوم

سؤال [٩١] باستخدام قانون غاوس ، اثبت أن شدة المجال الكهربائي بين صفيحتين مشحونتين بشحنتين متساويتين ومختلفتين في النوع تساوي :

م = σ / ε٠



الإجابة :

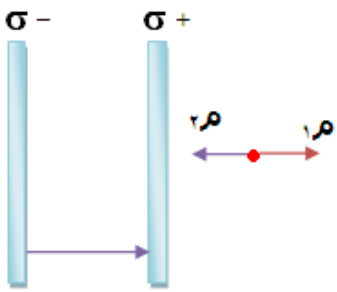
م١ = σ / ٢ε٠ ، عن الصفيحة الأولى باتجاه س- .

م٢ = σ / ٢ε٠ ، عن الصفيحة الثانية باتجاه س- .

م المحصلة بين اللوحين = م١ + م٢ = σ / ٢ε٠ + σ / ٢ε٠ = σ٢ / ٢ε٠ = σ / ε٠

سؤال [٩٢] باستخدام قانون غاوس ، اثبت أن شدة المجال الكهربائي خارج صفيحتين مشحونتين بشحنتين متساويتين ومختلفتين في النوع تساوي صفراً .

الإجابة :



م١ = σ / ٢ε٠ ، عن الصفيحة الأولى باتجاه س+ .

م٢ = σ / ٢ε٠ ، عن الصفيحة الثانية باتجاه س- .

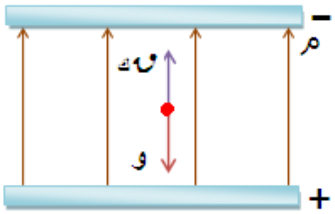
م المحصلة بين اللوحين = م١ - م٢ = σ / ٢ε٠ - σ / ٢ε٠ = صفر

هذا يعني أن شدة المجال الكهربائي خارج أي لوحين مشحونين بشحنتين مختلفتين في النوع ومتساويتين في المقدار (خارج لوحي مواسع) تساوي صفراً .

سؤال [٩٣] اتزنت قطرة كروية كتلتها ١,٦ ملي غرام بين لوحين معدنيين مشحونين بشحنتين متساويتين ومختلفتين ، كما في الشكل المجاور ، إذا علمت أن كثافة الشحنة السطحية على أحد اللوحين ٨,٨٥ × ١٠^-١٠ كولوم/م٢ ، احسب :

١. شدة المجال الكهربائي بين اللوحين .

٢. حدد هل فقدت القطرة إلكترونات أم اكتسبت حتى اتزنت ، ثم احسب عد الإلكترونات .



الإجابة :

١. م بين اللوحين = $\frac{\sigma}{\varepsilon_2} + \frac{\sigma}{\varepsilon_2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٠}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}}$

= ١٠٠ نيوتن/ كولوم .

٢. تتزن القطرة بفعل تأثرها بقوتين هما وزن القطرة " و " إلى أسفل ، والقوة الكهربائية باتجاه الأعلى ، لذلك يجب أن تكون شحنة القطرة موجبة حتى يكون اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على القطرة إلى أعلى .

ق الكهربائية = وزن القطرة

م × شـ = ك × جـ

١٠٠ × شـ = ١,٦ × ١٠^-٣ × ١٠ × ١٠^-٣

شـ = ١,٦ × ١٠^-٧ كولوم

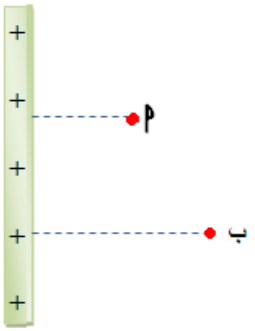
بما أ، شحنة القطرة موجبة فإن القطرة تفقد عدد من الإلكترونات .

عدد الإلكترونات التي فقدتها القطرة = $\frac{\text{الشحنة الكلية}}{\text{شحنة الإلكترون}} = \frac{١,٦ \times ١٠^{-٧}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = ١ × ١٠^+١٢ إلكترون .

سؤال [٩٤] في الشكل المجاور صفيحة رقيقة لا نهائية كثافة الشحنة السطحية عليها ١٧,٧ نانو كولوم/م٢ ، احسب :

١. شدة المجال الكهربائي عند النقطتين : أ ، ب .

٢. القوة المؤثرة على شحنة مقدارها ٢ ميكرو كولوم موضوعة عند النقطة "أ" ؟.



الإجابة :

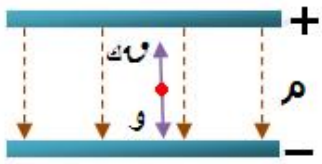
١. م "أ" = = م "ب" = $\frac{\sigma}{\varepsilon_2} = \frac{١٧,٧ \times ١٠^{-٦}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ٢}$ = ١ × ١٠^+٣ نيوتن/كولوم.

لأن المجال الكهربائي بالقرب من الصفيحة اللانهائية منتظم .

٢. ق = م × شـ

= ١ × ١٠^+٣ × ٢ × ١٠^-٦ = ٠,٠٠٢ نيوتن . باتجاه س+ .

سؤال [٩٥] اتزن جسيم شحنته ٣ نانو كولوم عند وضعه في مجال كهربائي منتظم شدته ١ × ١٠^+٦ نيوتن/كولوم ، منا في الشكل المجاور ، احسب كتلة الجسيم .



الإجابة :

بما أن الجسيم متزن ، فإنه واقع تحت تأثير قوتين هما وزنه إلى أسفل والقوة الكهربائية إلى أعلى وهما قوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه :

ق الكهربائية = وزن الجسيم

م × شـ = ك × جـ

ك = $\frac{\text{م شـ}}{\text{جـ}} = \frac{١ \times ١٠^{+٦} \times ٣ \times ١٠^{-٩}}{١٠}$

= ٣ × ١٠^-٤ كغم = ٠,٣ غم

سؤال [٩٦] لوحان معدنيان مشحونان بشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في الاتجاه كما في الشكل ، إذا كانت شدة المجال الكهربائي بينهما ٤٠٠ نيوتن/كولوم ، علقت بينهما كرة كتلتها ٠,١ غم وشحنتها ٢ ميكرو كولوم كما في الشكل ، احسب مقدار قوة الشد في الخيط .

الإجابة :

ك = ٠,١ غم = $١٠\times٠,١^{-٣}$ = ١×١٠^{-٤} كغم .

ش = ٢ ميكرو كولوم = ٢×١٠^{-٦} كولوم .

تتأثر الكرة المشحونة بثلاث قوي هي :

وزنها إلى أسفل وقوة الشد في الخيط إلى أعلى والقوة الكهربائية بنفس اتجاه المجال إلى أسفل.

بما أن الكرة متزنة ، فإن محصلة القوة المؤثرة عليها تساوي صفراً .

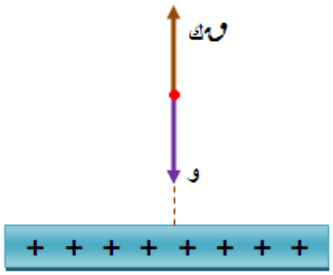
ش الشد − و − ش ك = صفر

ش الشد = و + ش ك

= ك جـ + م ش

= $١\times١٠^{-٤}\times١٠ + ٤٠٠\times٢\times١٠^{-٦}$ = $١٠\times١٠^{-٤} + ٨\times١٠^{-٤}$ = ١٨×١٠^{-٤} نيوتن

سؤال [٩٧] في الشكل المجاور جسيم كتلته ١ غم ، اتزن فوق صفيحة مشحونة رقيقة كثافة الشحنة السطحية عليها ١٧,٧ ميكرو كولوم/م^{٢} ، احسب شحنة الجسيم .



الإجابة :

بما أن الجسيم متزن فإن محصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفراً .

القوى التي يتأثر بها الجسيم هي وزنه لأسفل والقوة الكهربائي إلى أعلى .

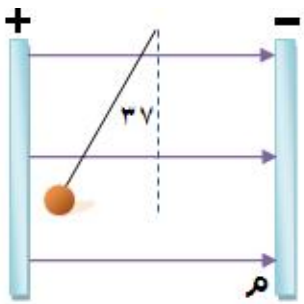
ش الكهربائية = وزن الجسيم

م × ش = ك جـ

$\frac{\sigma}{٠\varepsilon٢}$ × ش = ك × جـ

ش = $\frac{ك\ جـ \times ٠\varepsilon\ ٢}{\sigma}$ = $\frac{١\times١٠^{-٣}\times١٠\times٢\times٨,٨٥\times١٠^{-١٢}}{١٧,٧\times١٠^{-٦}}$ = ١×١٠^{-٨} كولوم . وهي موجبة .

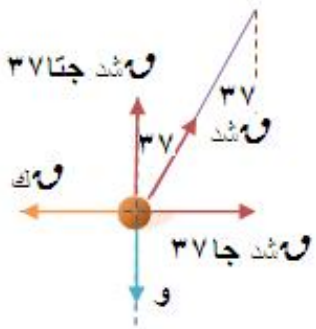
سؤال [٩٨] كرة معلقة رأسياً بواسطة خيط ، أدخلت إلى الحيز بين لوحي مواسع مشحون كثافة الشحنة السطحية على اللوح الواحد ٣●$١٠\times٠,٣^{+٤}$ كولوم/م^{٢} فانحرفت الكرة حيث اتزنت عندما وضع الخيط زاوية ٣٧ ° مع الاتجاه الرأسي ، إذا كانت كتلة الكرة ١ غم فما نوع شحنتها وما مقدار هذه الشحنة .



الإجابة :

انحرفت الكرة نحو اليسار لأنها تعرضت لقوة كهربائية باتجاه (س-) أي بعكس اتجاه المجال ، هذا يعني أن شحنة الكرة سالبة .

لإيجاد مقدار الشحنة ، نحدد القوى المؤثرة على الشحنة ، والتي تكون متزنة .



مجـ ش س = صفر

ش الشد جا٣٧ − ش ك = صفر

ش الشد جا٣٧ = ش ك ..... " ١ "

مجـ ش ص = صفر

ش الشد جتا٣٧ − و = صفر

ش الشد جتا٣٧ = و ..... " ٢ "

بقسمة المعادلة " ١ " على المعادلة " ٢ "

$$\frac{\text{ن شد جا}٣٧}{\text{ن شد جتا}٣٧} = \frac{\text{ن ك}}{\text{و}}$$

$$\frac{\text{ن ك}}{\text{و}} = \text{ظا}٣٧$$

ن ك = ك جـ × ظا٢٧

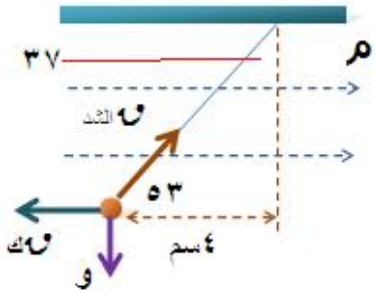
= ٠,٠٠١ × ١٠ × ٠,٧٥ = ٠,٠٠٧٥ نيوتن .

ن ك = م × ش

$$\text{ن ك} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{\cdot}} \times \text{ش}$$

$$\text{ش} = \frac{\text{ن ك} \times \varepsilon_{\cdot}}{\sigma} = \frac{٠,٠٠٧٥ \times \varepsilon_{\cdot}}{٠٫٠٤٣ \times ١٠^{+٤}} = ٢,٥ \times ١٠^{-٧}$$ كولوم .

سؤال [٩٩] علقت كرة مشحونة كتلتها ١٠٠ غم ، في مجال كهربائي منتظم شدته ٣ × ١٠$^{+٣}$ نيوتن/كولوم ، فانحرفت عن الوضع الرأسي بزاوية مقدارها ٣٧ ° وإزاحة مقدارها ٤ سم كما في الشكل المجاور ، احسب مقدار ونوع شحنة الكرة .



الإجابة :

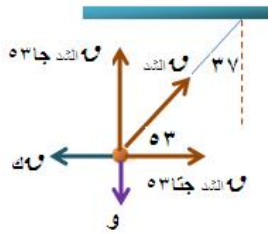
بما أن الكرة متزنة فإن محصلة القوى المؤثرة عليها تساوي صفراً .

$\sum$ ن ص = صفر .

ن الشد جا٥٣ - و = صفر

ن الشد × ٠,٨ = ١٠ × ١٠٠ × ١٠$^{-٣}$

$$\text{ن الشد} = \frac{١}{٠,٨} = ١,٢٥ \text{ نيوتن}$$



$\sum$ ن س = صفر .

ن الشد جتا٥٣ - ن ك = صفر

ن الشد جتا٥٣ = م ش

١,٢٥ × ٠,٦ = ٣ × ١٠$^{+٣}$ × ش

$$\text{ش} = \frac{٠,٧٥}{٣٠٠٠} = ٢,٥ \times ١٠^{-٤}$$ كولوم .

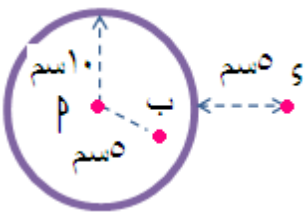
سؤال [١٠٠] موصل كروي مشحون نصف قطره ١٠سم ويحمل شحنة كهربائية مقدارها ٥٠ ميكرو كولوم ، احسب مقدار شدة المجال الكهربائي عند :

١. مركز الموصل .

٢. عند نقطة تبعد ٥سم عن المركز .

٣. عند نقطة تبعد ١٠ سم عن المركز .

٤. عند نقطة تبعد ٥سم عن السطح للخارج .



الإجابة :

١. م عند مركز الموصل " م " = صفر ، لأن المجال داخل الموصل = صفر .

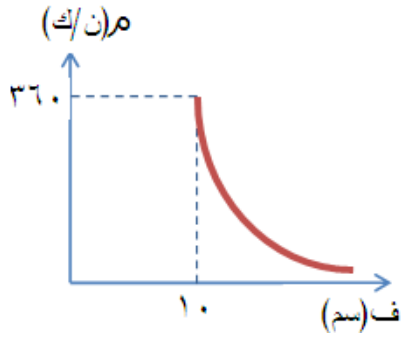
٢. م على بعد ٥سم عن المركز "ب" = صفر ، لأنها تقع داخلة .

٣. م على السطح = ٩ × ١٠$^{+٩}$ × $\frac{\text{ش}}{\text{نق}^{٢}}$ = ٩ × ١٠$^{+٩}$ × $\frac{٥٠ \times ١٠^{-٦}}{[٠,١]^{٢}}$ = ٤,٥ × ١٠$^{+٧}$ نيوتن/كولوم .

٤. م على بعد١٥سم = ٩×١٠^٩+ × شـ/ف^٢ = ٩×١٠^٩+ × ٥٠×١٠^-٦ / [٠,١٥]^٢ = ٢×١٠^٧+ نيوتن/كولوم .

سؤال [١٠١] الشكل المجاور يمثل العلاقة بين المجال الناتج عن موصل كروي مشحون والبعد عن مركزه ، أجب عما يلي :

١. ما شحنة الموصل .
٢. احسب شدة المجال على بعد ٥ سم من المركز .
٣. احسب شدة المجال على بعد ١٠ سم من السطح .
٤. ما القوة المؤثرة على شحنة مقدارها ٢ ميكرو كولوم توضع عند نقطة تبعد ١٠ سم عن السطح .
٥. ما القوة المؤثرة في إلكترون يوضع عند مركز الموصل أو عند أي نقطة داخله .



الإجابة :

م على السطح = ٣٦٠ نيوتن/كولوم ، نـ = ١٠ سم = ٠,١ م من الشكل

١. م = ٩×١٠^٩+ × شـ/نـ^٢

٣٦٠ = ٩×١٠^٦+ × شـ/[٠.١]^٢

شـ = ٠,٠١×٣٦٠ / ٩×١٠^٩+ = ٤×١٠^-١٠ كولوم ، شحنة الموصل الكروي .

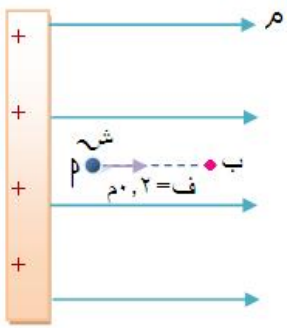
٢. م على بعد ٥سم من المركز = صفر ، لأن شدة المجال عند أي نقطة داخل الموصل = صفراً .

٣. م على ١٠سم من السطح = ٩×١٠^٩+ × شـ/ف^٢ = ٩×١٠^٩+ × ٤×١٠^-١٠ / [٠,١+٠,١]^٢ = ٩٠ نيوتن/كولوم .

٤. م على بعد ١٠ سم من السطح = ٩٠ نيوتن/كولوم
ق = م × شـ = ٩٠ ×٢×١٠^-٦ = ١,٨×١٠^-٤ نيوتن .

٥. م عند مركز الموصل = صفر
ق = م × شـ = صفر ×١,٦×١٠^-١٩ = صفر .

سؤال [١٠٢] في الشكل المجاور صفيحة لانهائية مشحونة كثافة الشحنة السطحية عليها ١٧,٧×١٠^-٧ كولوم/م^٢ ، وضع أمامها جسيم شحنته + ١٠ ميكرو كولوم فانطلق من السكون من النقطة " أ " إذا كانت كتلة الجسيم ١ غم ، احسب :
(١) القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم .
(٢) سرعة الجسيم عند النقطة " ب " بإهمال وزنه .
(٣) الشغل الذي بذله المجال في تحريك الجسيم من أ إلى ب .



الحل :

(١) م = σ/ε٢ = ١٧,٧×١٠^-٧ / ٨,٨٥×١٠^-١٢×٢ = ١×١٠^٥+ نيوتن/كولوم . باتجاه س+

ق ك = م×شـ = ١×١٠^٥+ × ١٠×١٠^-٦ = ١ نيوتن باتجاه المجال س+

(٢) ت = $\frac{\text{ن}}{\text{ك}}$ = $\frac{١}{٠,٠٠١}$ = ١٠٠٠ م/ث^{٢} .

ع$_{٢}^{٢}$ = ع$_{١}^{٢}$ + ٢ ت ف

= [٠]^{٢} = ٢ × ١٠٠٠ × ٠,٢ = ٤٠٠

ع$_{٢}$ = $\sqrt{٤٠٠}$ = ٢٠ م/ث . سرعة الجسيم عند النقطة " ب " ز

٣. الشغل ؟ ← ب = ن ف جتاθ

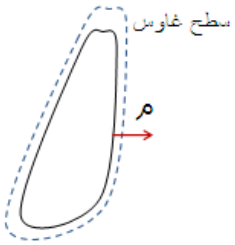
= ١ × ٠,٢ × جتا٠ = ٠,٢ × ١ = ٠,٢ جول .

سؤال [١٠٣] أثبت باستخدام قانون غاوس أن المجال الكهربائي على سطح موصل ما مشحون يعطى بالعلاقة التالية :

$$\text{م} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

الإجابة :

نختار سطحاً افتراضياً مماثلا لشكل الموصل غير المنتظم ومنطبق عليه تماماً ، ويحيط فيه إحاطة تامة مع ملاحظة أن متجه المساحة موازٍ لمتجه المجال عند أي نقطة على سطح الموصل ، ثم نطبق :



ϕ = م ؟ جتا٠ = $\frac{\text{شـ}}{\text{٠}\varepsilon}$

م = $\frac{\text{شـ}}{\text{؟} \times \varepsilon_{٠\text{ غاوس}}}$ = $\frac{\text{؟ } \sigma_{\text{ غاوس}}}{\text{؟} \times \varepsilon_{٠\text{ غاوس}}}$ ، حيث شـ = σ × ؟

= $\frac{\sigma}{\varepsilon_{٠}}$ وهو المطلوب .

أسئلة الفصل صفحة الثاني : المجال الكهربائي صفحة ١٢٣

سؤال [١] وضح المقصود بالمجال الكهربائي لشحنة كهربائية ، واذكر العوامل التي تعتمد عليها شدة المجال الكهربائي لشحنة كهربائية عند نقطة ما .

الإجابة :

المجال الكهربائي لشحنة كهربائية : هو المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية والتي تظهر فيها آثار للقوى الكهربائية .

تعتمد شدة المجال الكهربائي عند نقطة على العوامل التالية :

أ. مقدار الشحنة الكهربائية " شـ " : تتناسب شدة المجال الكهربائي طردياً مع مقدار الشحنة .

ب. بعد النقطة المراد إيجاد المجال عندها عن الشحنة النقطية "ف" : تتناسب شدة المجال تناسباً عكسياً مع مربع بعد الشحنة عن النقطة .

جـ. نوع الوسط الموجودة فيه الشحنة .

سؤال[٢] ماذا نقصد بقولنا أن المجال الكهربائي لشحنة كهربائية عند نقطة يساوي ٣×١٠$^{+٦}$ نيوتن/كولوم .

الإجابة :

القوة الكهربائية المؤثرة على وحدة الشحنات الكهربائية الموجبة عند تلك النقطة تساوي ٣×١٠$^{+٦}$ نيوتن .

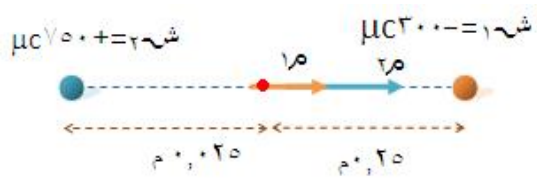
سؤال [٣] ما مقدار شدة المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة تقع على بعد ٢٠٠ سم عن شحنة نقطية موجبة مقدارها ٤٠٠ ميكرو كولوم في الهواء ؟

الإجابة :

$$م = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{شـ}{ف^{٢}} = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{٤٠٠\times١٠^{-٦}}{[٢]^{٢}} = ٩\times١٠^{+٥} \text{ نيوتن/كولوم}$$

سؤال [٤] ما مقدار شدة المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة تقع في منتصف المسافة بين شحنتين نقطيتين الأولى – ٣٠٠ ميكرو كولوم ، والثانية + ٧٥٠ ميكرو كولوم والبعد بينهما ٥٠ سم .

الإجابة :



$$م = \frac{شـ}{ف^{٢}} \times ٩\times١٠^{+٩}$$

$$م_{١} = \frac{٣٠٠\times١٠^{-٦}}{[٠,٢٥]^{٢}} \times ٩\times١٠^{+٩}$$

$$= ٤,٣٢\times١٠^{+٧} \text{ نيوتن/كولوم باتجاه شـ}_{١}$$

$$م_{٢} = \frac{٧٥٠\times١٠^{-٦}}{[٠,٢٥]^{٢}} \times ٩\times١٠^{+٩}$$

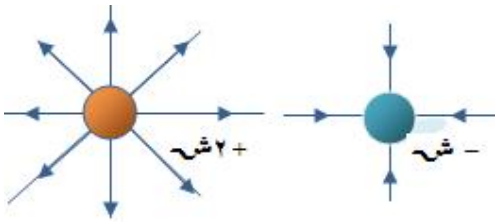
$$= ١٠,٨\times١٠^{+٧} \text{ نيوتن/كولوم باتجاه شـ}_{١}$$

$$م_{\text{المحصلة}} = م_{١} + م_{٢} = ٤,٣٢\times١٠^{+٧} + ٤,٣٢\times١٠^{+٧} = ١٥,١٢\times١٠^{+٧} \text{ نيوتن/كولوم ، باتجاه شـ}_{١}$$

سؤال [٥] أرسم المجال الكهربائي الناتج عن الشحنات الكهربائية الآتية :

أ. شحنة كهربائية سالبة مقدارها " – ش " .

ب. شحنة كهربائية موجبة " + ٢ش " .



الإجابة :

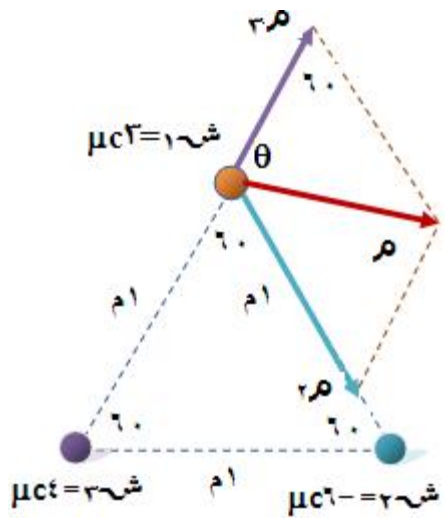
لاحظ أن خطوط المجال الكهربائي تدخل إلى الشحنة السالبة وتخرج من الشحنة الموجبة.

كما أن عدد خطوط المجال الكهربائي تتناسب طردياً مع مقدار الشحنة

وبسبب أن الشحنة الموجبة ضعف الشحنة السالبة ، فإن عدد خطوط المجال الكهربائي التي تخرج من الشحنة الموجبة تكون مساوية لنصف عدد خطوط المجال التي تدخل للشحنة السالبة .

سؤال [٦] وضعت ثلاث شحنات نقطية " ٣ ، – ٦ ، ٤ " ميكرو كولوم على رؤوس مثلث متساوي الأضلاع ، طول ضلعه ١ م ، جد مقدار المجال الكهربائي عند الشحنة ٣ ميكرو كولوم ، ثم احسب القوة المؤثرة في تلك الشحنة .

الإجابة :



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

$م_{٢} = \frac{١٠ \times ٦^{-٦}}{[١]^{٢}} \times ١٠ \times ٩^{+٩} = ٥٤٠٠٠$ نيوتن/كولوم

$م_{٣} = \frac{١٠ \times ٧٤^{-٦}}{[١]^{٢}} \times ١٠ \times ٩^{+٩} = ٣٦٠٠٠$ نيوتن/كولوم .

$م^{٢} = م_{٢}^{٢} + م_{٣}^{٢} + ٢ \times م_{٢} \times م_{٣} \times$ جتا١٢٠

$= [٥٤٠٠٠]^{٢} + [٣٦٠٠٠]^{٢} + ٢ \times ٥٤٠٠٠ \times ٣٦٠٠٠ \times [-٠,٥]$

$= ١٠ \times ٢٩١٦^{+٦} + ١٠ \times ١٢٩٦^{+٦} - ١٠ \times ١٩٤٤^{+٦}$

$= ١٠ \times ٢٢٦٨^{+٦}$

$م = \sqrt{١٠ \times ٢٢٦٨^{+٦}} = ٤٧٦٢٠ = ١٠ \times ٤٧,٦٢^{+٣}$ نيوتن/كولوم .

حسب قاعدة الجيوب :

$\frac{م_{٢}}{جا\theta} = \frac{م}{جا٦٠}$

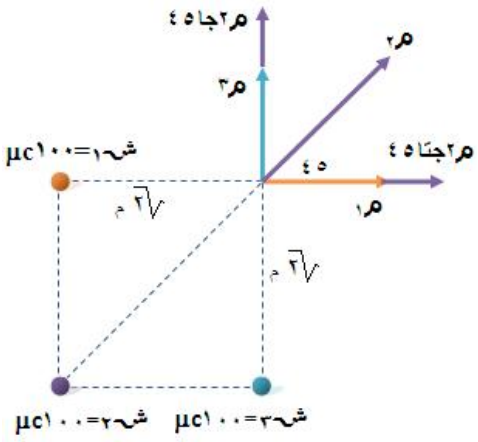
$\frac{٥٤٠٠٠}{جا\theta} = \frac{٤٧٦٢٠}{٠,٨٦٦}$

$جا\theta = \frac{٠,٨٦٦ \times ٥٤٠٠٠}{٤٧٦٢٠} = ٠,٩٨٢$ ، $\theta = ٧٩^{\circ}$. مع م٣

ق = م × ش٣ = ٤٧٦٢٠ × ٣ × ١٠$^{-٦}$ = ٠,١٤٢٨٦ نيوتن ، بنفس اتجاه المجال الكهربائي .

سؤال [٧] احسب شدة المجال الكهربائي عند أحد رؤوس مربع طول ضلعه $\sqrt{٢}$ م عند وضع ثلاث شحنات نقطية متماثلة قيمة كل منها ١٠٠ ميكرو كولوم على الرؤوس الثلاث الأخرى للمربع .

الإجابة :



$$م = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{شـ}{ف^{٢}}$$

$$م_{١} = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{١٠٠\times١٠^{-٦}}{[\sqrt{٢}]^{٢}} = ٤٥\times١٠^{+٤} \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$م_{٢} = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{١٠٠\times١٠^{-٦}}{[٢]^{٢}} = ٢٢,٥\times١٠^{+٤} \text{ نيوتن/كولوم .}$$

$$م_{٣} = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{١٠٠\times١٠^{-٦}}{[\sqrt{٢}]^{٢}} = ٤٥\times١٠^{+٤} \text{ نيوتن/كولوم .}$$

$$\Sigma م_{س} = م_{١} + م_{٢}جتا٤٥ = ٤٥\times١٠^{+٤} = ٢٢,٥\times١٠^{+٤} \times ٠,٧$$

$$= ٤٥\times١٠^{+٤} + ١٥,٧٥\times١٠^{+٤} = ٦٠,٧٥\times١٠^{+٤} \text{ نيوتن/كولوم .}$$

$$\Sigma م_{ص} = م_{٣} + م_{٢}جا٤٥ = ٤٥\times١٠^{+٤} = ٢٢,٥\times١٠^{+٤} \times ٠,٧$$

$$= ٤٥\times١٠^{+٤} + ١٥,٧٥\times١٠^{+٤} = ٦٠,٧٥\times١٠^{+٤} \text{ نيوتن/كولوم .}$$

$$م_{\text{المحصلة}} = ٢ \times م_{١} \times جتا\frac{٩٠}{٢} = ٦٠,٧٥\times٢\times١٠^{+٤} \times جتا٤٥ = ١٢١,٥\times١٠^{+٤} \times ٠,٧ = ٨٥\times١٠^{+٤} \text{ نيوتن/كولوم .}$$

والمحصلة تنصف الزاوية بين المجالين أي ٤٥ ° مع كل منهما .

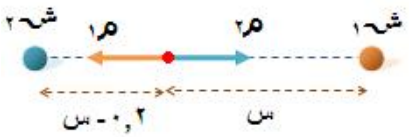
سؤال [٨] شحنتان نقطيتان ٥×١٠$^{-٨}$ كولوم ، ٢×١٠$^{-٨}$ كولوم ، والبعد بينهما ٢٠ سم .

أ. حدد موضع نقطة التعادل .

ب. ما نوع الشحنة التي إذا وضعت في نقطة التعادل ، تصبح الشحنات الثلاث متزنة .

جـ. ما مقدار الشحنة الثالثة .

الإجابة :



أ. بما أن الشحنتان متشابهتان في النوع فإن نقطة التعادل تقع بينهما ، ونفرض أنها تبعد عن الشحنة الأولى (الكبيرة) ٥×١٠$^{-٨}$ كولوم = س ، فيكون بعدها عن الشحنة الثانية (٠,٢ – س)

م١ = م٢

$$٩\times١٠^{+٩} \times \frac{شـ_{١}}{ف_{١}^{٢}} = ٩\times١٠^{+٩} \times \frac{شـ_{٢}}{ف_{٢}^{٢}}$$

$$\frac{٥\times١٠^{-٨}}{س^{٢}} = \frac{٢\times١٠^{-٨}}{[٠,٢ - س]^{٢}}$$ ، بالاختصار وأخذ الجذر التربيعي للطرفين :

$$\frac{١,٥٨}{س} = \frac{١}{٠,٢ - س}$$ ، س = ١,٥٨ [٠,٢ – س] ، س = ٠,٣١٦ – ١,٥٨س

٢,٥٨ س = ٠,٣١٦ ، س = $\frac{٠,٣١٦}{٢,٥٨}$ = ٠,١٢٢ متر = ١٢,٢ سم عن الشحنة الكبرى

ب. يجب أن تكون الشحنة الثالثة سالبة .

جـ. عند وضع الشحنة " شـ٣ " عند نقطة لتعادل فإن الشحنات الثلاث تصبح متزنة أي أن محصلة القوى كل منها تساوي صفراً .

$$ق_{١٣} = ق_{١٢}$$

$$\frac{شـ_{٣} \times شـ_{١}}{ف_{١}^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩} = \frac{شـ_{١} \times شـ_{٢}}{ف_{٢}^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩}$$

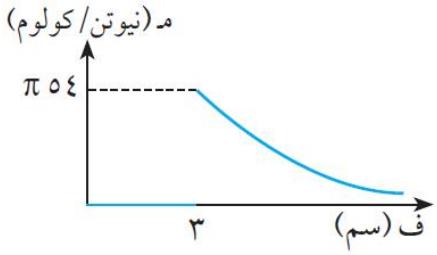
$$\frac{شـ_{٣}}{[٠,١٢٢]^{٢}} = \frac{٢ \times ١٠^{-٨}}{[٠,٢]^{٢}}$$

$$شـ_{٣} = ٢ \times ١٠^{-٨} \times \frac{٠,٠١٤٨٨٤}{٠,٠٤} = ٧,٤٤ \times ١٠^{-٩}$$ كولوم ، ويجب أن تكون سالبة.

سؤال [٩] الشكل المجاور يمثل العلاقة بين المجال الكهربائي والبعد عن مركز كرة فلزية مشحونة ، جد :

أ. كثافة الشحنة السطحية للكرة .

ب. شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد ١٠ سم عن مركز الكرة .



الإجابة :

من الشكل : نـ = ٣ سم = ٠,٠٣ م ، م على السطح = π٥٤ نيوتن/كولوم .

أ. $\phi = م \, أ \, جتا\theta = \frac{شـ}{٠\varepsilon}$

$$\sigma = \frac{شـ}{أ} = م \, ٠\varepsilon \, جتا٠ = \pi٥٤ \times ١٠^{-١٢} \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ١$$

$$= ٥٤ \times ٣,١٤ \times ١٠^{-١٢} \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-٩} = ١,٥ \times ١٠^{-٩}$$ كولوم/م^{٢} .

ب. $\sigma = \frac{شـ}{أ}$ ، $شـ = \sigma \times أ = \sigma \times \pi٤ \times نـ^{٢} = ١,٥ \times ١٠^{-٩} \times ٤ \times ٣,١٥ \times [٠,٠٣]^{٢}$

$شـ = ١,٧ \times ١٠^{-١١}$ كولوم .

$$م = \frac{شـ}{نـ^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩} = \frac{١,٧ \times ١٠^{-١١}}{[٠,١]^{٢}} \times ٩ \times ١٠^{+٩} = ١٥,٣$$ نيوتن/كولوم .

سؤال [١٠] شحنة نقطية مقدارها ١٧,٧ × ١٠$^{-١٠}$ كولوم موضوعة في مركز سطح كروي مساحته ١٠٠ سم^{٢} ، احسب التدفق الكهربائي من جزء مساحته ٥٠ سم^{٢} .

الإجابة :

$شـ = ١٧,٧ \times ١٠^{-١٠}$ كولوم ، أ = ١٠٠ سم^{٢} ١٠٠×١٠^{-٤} م^{٢} = ٠,٠١ م^{٢} ، $٠\varepsilon = ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم^{٢}/(نيوتن.م^{٢})

حسب قانون غاوس :

$$\phi = \frac{شـ}{٠\varepsilon} = \frac{١٧,٧ \times ١٠^{-١٠}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}} = ٢٠٠$$ نيوتن.م^{٢}/كولوم

$\phi = م \, أ \, جتا\theta$

$٢٠٠ = م \times ٠,٠١ \times جتا٠$ ، $م = \frac{٢٠٠}{٠,٠١} = ٢٠٠٠$ نيوتن/كولوم .

ϕ من خلال ٥٠ سم^{٢} $= م \, أ \, جتا\theta = ٢٠٠٠ \times ٥٠ \times ١٠^{-٤} \times ١ = ١٠$ نيوتن.م^{٢}/كولوم .