إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

تمهيـــــد

س١ كيف تعرف الإغريق في زمن (طاليس)على وجود قوى جذب ؟

- من خلال دلك حجر العنبر (الكهرمان) بالفراء فأصبح قادراً على جذب أجزاء صغيرة من القش .

س٢ من أول من فسر قوى الجذب ؟ وكيف فسر ذلك ؟

- الانجليزي " وليم غلبيرت " إذ اعتقد إن الدلك يجعل بعض المواد (العنبر) يمتلئ بالكهرباء كما يملأ الماء الكوب ، حيث ورد تعبير الشحنة لأول مرة .

س٣ لوحظ في القرن السابع عشر وجود أجسام تتجاذب وأخرى تتناثر ،***كيف تم تفسير ذلك*** ؟

- اقترح الفرنسي " شارل دفاي " وجود نوعين من الكهرباء وتابعه الأمريكي " فرانكلين " بأن سمى النوعين موجب وسالب للتمييز بينهما .

س٤ من هو مكتشف الإلكترون ؟

- العالم "جوزيف طومسون " .

س٥ ما هو انجاز العالم " ميليكان " ، والنتيجة التي توصل إليها ؟

- تمكن من قياس شحنة الإلكترون بعد اكتشافها من خلال تجربة قطرة الزيت فوصل إلى أن اصغر شحنة حرة في الطبيعة هي شحنة الإلكترون .

س٦ لماذا سميت شحنة الإلكترون الشحنة الأساسية ؟

- لأنها اصغر شحنة حرة في الطبيعة ويرمز لها بالرمز ($ش_e$ = ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ ، وتقاس بوحدة الكولوم)

س٧ صف تركيب الذرة ؟

- تتركب الذرة من شحنات سالبة (الكترونات) وعدد مساوي من الشحنات الموجبة (البروتونات)، لذا تعد الذرة متعادلة كهربائياً

س٨ ما هي الشحنة الكهربائية ؟

- هي إحدى خصائص المادة وعلى إثرها يمكن تصنيف الجسيمات المشحونة إلى نوعين :-

النوع الأول : جسيمات موجبة (+)

النوع الثاني : جسيمات سالبة (–)

س٩ هل يمكن انتقال الشحنات بين طرفين (جسيمين) ؟

- نعم .

س١٠ ماذا تسمى العملية التي تنتقل بها الشحنات ؟ عدد طرقها ؟

- تسمى بعملية التكهرب (الشحن) ، وطرقها :-

١- الدلك ٢- اللمس (التوصيل) ٣- الحث (التأثير)

س١١ صف عملية الدلك بين كل من المطاط والصوف ؟

- عند دلك قطعة مطاط بقطعة من الصوف ، فان قطعة المطاط تصبح سالبة وقطعة الصوف تصبح موجبة .

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

وتفسير ذلك :

حدوث انتقال للالكترونات من جسم إلى الآخر كما يلي :

(الصوف (+) ⟵ المطاط (–)) فبكون :

" المجموع الكلي للشحنة ثابتاً خلال عملية الشحن " وهذا هو : **قانون حفظ الشحنة** ، حيث إن الشحنة محفوظة في نظام معزول .

س١٢ عرف مبدأ تكميم الشحنة ؟

- هو مقدار شحنة أي جسم يجب أن تساوي عدداً صحيحاً من مضاعفات شحنة الإلكترون .

رياضياً : $\text{ش}_{\text{جسم}} = \text{ن} \cdot \text{ش}_{e}$ ، حيث : $\text{ش}_{\text{جسم}}$: مقدار شحنة الجسم المشحونة .

، ن : عدد صحيح : ١ ، ٢ ، ٣ ، ....

نتائج

- عندما يكتسب جسم شحنة فانه يكتسب عدد صحيح من شحنة الإلكترون .
- عندما يفقد جسم شحنة فانه يفقد عدد صحيح من شحنة الإلكترون .
- لا يمكن ان يكون مقدار الشحنة اقل من شحنة الإلكترون أو عدداً كسرياً .

١) ***ما*** نوع مقدار شحنة جسم :-

(أ) فقد (١٠٠٠) الكترون — (ب) اكتسب (١٠٠٠) الكترون

(جـ) اكتسب (٥,٥) الكترون — (د) فقد ($٢\frac{١}{٤}$) الكترون

الحـــل

(أ) $\text{ش}_{\text{جسم}} = \text{ن}_{أ} \times \text{ش}_{e}$

$= ١٠٠٠ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$

$= {}^{+}١,٦ \times ١٠^{-١٦}$ كولوم

(ب) $\text{ش}_{\text{جسم}} = ١٠٠٠ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$

$= {}^{-}١,٦ \times ١٠^{-١٦}$ كولوم

(جـ) $\text{ش}_{\text{جسم}}$ = غير موجود

لأن ن غير صحيح

(د) $\text{ش}_{\text{جسم}}$ = غير موجود

لأن ن غير صحيح

٢) ***هل*** يمكن لجسم أن يحمل إحدى الشحنات الآتية :-

أ – $\text{ش}_{١} = + ٣ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم

الحل

$\text{ن} = \frac{\text{ش}_{\text{جسم}}}{\text{ش}_{e}} = \frac{٣ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$

$= \frac{٣}{١,٦}$

⟸ لا يمكن وجود هذا الجسم

⟸ لأن ن عدد غير صحيح

ب – $\text{ش}_{٢} = {}^{-}٣,٢ \times ١٠^{-١٨}$ كولوم

الحل

$\text{ن} = \frac{٣,٢ \times ١٠^{-١٨}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$

$= ٢ \times ١٠^{١} = ٢٠$ إلكترون

⟸ يمكن وجود هذا الجسم

جـ – $\text{ش}_{٣} = {}^{-}٦,٤ \times ١٠^{-٢٠}$ كولوم

الحل

$\text{ن} = \frac{٦,٤ \times ١٠^{-٢٠}}{٠,٦ \times ١٠^{-١٩}}$

$= ٤ \times ١٠^{-١} = ٠,٤$

⟸ لا يمكن وجود هذا الجسم

⟸ لأن ن عدد غير صحيح

٣) جسمان مشحونان بشحنتين كما يلي :- $ش_١ = {}^{+}٤,٨ \times ١٠^{-١٩}$ ، $ش_٢ = {}^{-}٤,٨ \times ١٠^{-١٩}$

اجب عما يأتي معتبراً : $ش = ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$

١- ماذا تعني الإشارة الموجبة والسالبة لكلا الجسمين ؟

- الإشارة الموجبة تعني أن الجسم قد فقد عدداً من الالكترونات مقداره $ن = \frac{ش_١}{ش_e} = \frac{٤,٨ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٣$
- الإشارة السالبة تعني أن الجسم قد اكتسب عدداً من الالكترونات مقداره $ن = \frac{ش_٢}{ش_e} = \frac{٤,٨ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٣$

٢- أي من الجسمين أثقل الموجب أم السالب ؟ موضحاً إجابتك .

- الجسم السالب ، لأنه جسم مكتسب .

---

٤) قدم احد الطلبة تقريراً لمعلم الفيزياء يذكر فيه انه قام بحساب شحنة جسيم ووجد أنها تبلغ (${}^{-}١٢,٨ \times ١٠^{-٢٠}$) كولوم ،

فهل هذه النتيجة مقبولة علمياً أم لا ؟ ولماذا ؟

- يلزم حساب ن :

$$ن = \frac{ش}{ش_e} = \frac{١٢,٨ \times ١٠^{-٢٠}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٨ \times ١٠^{-١} = ٠,٨$$

وبما أن ن عدد عير صحيح فان النتيجة غير مقبولة علمياً .

- للتأكد من الحل لاحظ بان الشحنة الناتجة اصغر من شحنة (${}^{-}e$)

---

٥) ***ما*** هي عدد الالكترونات التي يجب أن يكتسبها جسم شحنته (+ ٨×١٠^{-١٥}) كولوم حتى تصبح شحنته

(ـ $٦,٤ \times ١٠^{-١٥}$) كولوم ؟

الحــل

- $|\Delta ش| = ن \times ش_e$

$$\Leftarrow \quad |ـ ٦,٤ \times ١٠^{-١٥} ـ ٨ \times ١٠^{-١٥}| = ن \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$$

$$\Leftarrow \quad ن = \frac{|١٤,٤ \times ١٠^{-١٥}|}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٩ \times ١٠^{٤} \text{ إلكترون}$$

قانون كولوم

س١٣ ماذا يلاحظ عند تقريب شحنتين كهربائيتين من بعضهما ؟

١- تجاذب الشحنات إذا كانت من نوعين مختلفين (+ ، ـ)

٢- تنافر الشحنات إذا كانت من نفس النوع (ـ ، ـ) أو (+ ، +)

س١٤ ما دلالة ذلك ؟

- وجود قوى تسمى القوة الكهربائية وهي قوى التجاذب و التنافر .

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

س١٥ ما اسم الجهاز المستخدم لتحيد العوامل التي تعتمد عليها القوى الكهربائية بين شحنتي نقطتين ؟ صف تلك التجربة ؟

- جهاز ميزان اللي ، استخدام كرات صغيرة مشحونة جعل البعد بينها اكبر بكثير من أنصاف أقطارها بحيث يكمن إهمال أبعاد الكرات وكأنما تتركز الشحنة في مركزها ⟸ شحنات نقطية .

س١٦ اذكر نص قانون كولوم ؟

- " القوة المتبادلة ين شحنتين كهربائيتين تتناسب طردياً مع مقدار كل منهما ، وعكسياً مع مربع المسافة بينهما "

$$ق = \text{ثابت} \times \frac{\tilde{ش}_1 \, \tilde{ش}_2}{ف^2}$$

يكتب الثابت عادةً على الصورة = $\frac{1}{4\pi \in}$ ، حيث : $\in$ السماحية الكهربائية للوسط الفاصل .

وهي للهواء أو الفراغ تكتب [$\in_.$] = ٨,٨٥ × ١٠$^{-١٢}$ كولوم^2 / نيوتن . م^2

وعليه تصبح قيمة الثابت : $\frac{1}{4\pi \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}}$ = ٩ × ١٠^{٩} نيوتن . م^2 / كولوم^2

- الشكل النهائي لقانون كولوم :

$ق = \frac{1}{4\pi \in_.} \times \frac{\tilde{ش}_1 \, \tilde{ش}_2}{ف^2} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\tilde{ش}_1 \, \tilde{ش}_2}{ف^2}$ ، إذا كان الهواء أو الفراغ هو الوسط الفاصل

س١٧ حدد العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين ؟

١- مقدار كل من الشحنتين : وتتناسب طردياً مع مقدار القوة .

٢- مربع المسافة بين الشحنتين : وتتناسب عكسياً مع القوة .

٣- السماحية الكهربائية للوسط الفاصل : وتتناسب عكسياً مع القوة .

س١٨ أعط تعريفاً واضحاً للكولوم (وحدة قياس الشحنة) ؟

- يمكن تعريف الكولوم حسب :-

أ – مبدأ تكميم الشحنة : هو مقدار الشحنة التي يكتسبها الجسم نتيجة لفقده أو كسبة ما يعادل

$ن = \frac{1}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = ٦٢٥ × ١٠^{١٦} إلكترون .

ب – قانون كولوم : مقدار الشحنة الكهربائية التي إذا وضعت في الفراغ أو الهواء على بُعد ١ م من شحنة أخرى مماثلة لها كانت القوة المتبادلة بينهما ٩ × ١٠^{٩} نيوتن .

ملاحظـــــات

١- ينطبق قانون كولوم على الشحنات النقطية الساكنة .

٢- يعتمد الثابت الموجود في القانون على طبيعة الوسط الذي توجد فيه الشحنات فقط .

٣- إذا وجد وسط آخر غير الهواء أو الفراغ فان :-

أ – سماحية الوسط $\in$ ستزداد عن ($\in_.$ = ٨,٨٥ × ١٠$^{-١٢}$)

ب- قيمة الثابت ($\frac{1}{4\pi \in}$) ستقل عن (٩ × ١٠^{٩})

٤- تتناسب القوة الكهربائية طردياً مع الثابت ، وعكسياً مع سماحية الوسط .

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

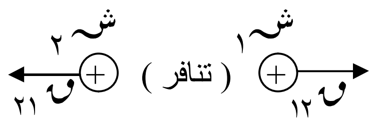
س١٩ ما المقصود بالقوى المتبادلة ؟

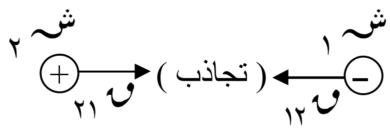
- هي قوى متساوية في المقدار متعاكسة في الاتجاه وتكون بين جسمين .

س٢٠ تعتبر القوة الكهربائية بين الشحنتين متبادلة ،***لماذا*** ؟

- لان القوى الكهربائية بين الشحنات تشكلان زوجاً من القوى

$\vec{ق}_{٢١} = -\vec{ق}_{١٢}$





فتعتبر واحداً من تطبيقات قانون نيوتن الثالث (الفعل و رد الفعل)

س٢١ نستخدم عادة لقياس الشحنة أجزاء الكولوم وليس الكولوم نفسه ،***لماذا*** ؟

- لان الكولوم وحدة قياس كبيرة نسبياً .

س٢٢ ما هي أشهر الأجزاء المستخدمة لقياس الشحنة ؟

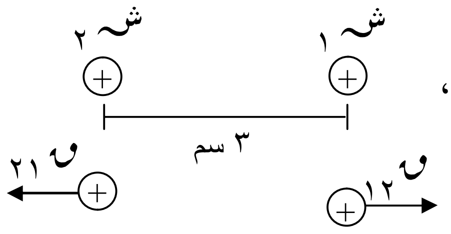
* ملي كولوم = ١٠ $^{-٣}$ كولوم
* ميكروكولوم = ١٠ $^{-٦}$ كولوم
* نانوكولوم = ١٠ $^{-٩}$ كولوم
* بيكوكولوم = ١٠ $^{-١٢}$ كولوم

س٢٣ ما هي الشحنة النقطية ؟

- هي ذلك الجسيم النقطي مهمل الأبعاد المشحون والذي تكون شحنته اكبر من أبعاده بكثير.

وفيما يلي مثال لتوضيح كيفية تحديد اتجاه القوى بين الشحنات وحساب مقدارها وكيفية التعامل مع الأسلوب

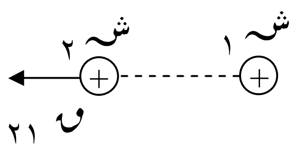
٦) تترتب شحنتان نقطيتان كما في الشكل المجاور مقدارهما على التوالي :
+ ٨ ميكروكولوم ، + ٣ ميكروكولوم ، إذا كان الهواء هو الوسط الفاصل بينهما ،
و تبعد كل شحنة عن الثابتة مسافة ٣ سم ،***اجب عما يلي :-***



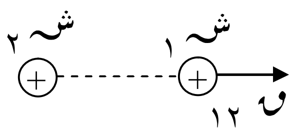
١- حدد اتجاه القوة المؤثرة من الشحنة الأولى على الثانية [ق٢١]
٢- حدد اتجاه القوة المؤثرة من الشحنة الثانية على الأولى [ق١٢]
٣- ما مقدار القوة المتبادلة بين الشحنتين .

الحــل

١- ق٢١



٢- ق١٢



٣- القوة المتبادلة (ق٢١ = ق١٢)

$$ق = \frac{9 \times 10^{9} \times ش_1 \, ش_2}{ف^2}$$

$$= 9 \times 10^{9} \times \frac{8 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

= ٢٤٠ نيوتن

** *طريقة للاختصار*

- إذا وجد في المقام رقم ورقم أسي أقوم بالبداية باختصار الأسس مع بعضها .
- لا نضرب الأرقام الموجودة بالبسط وإنما نقوم بعمل الاختصار مع أرقام المقام حتى لا يتعقد الرقم ، وفي مثالنا :-

$$ق = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٨ \times ١٠^{-٦} \times ٣ \times ١٠^{-٦}}{(٣ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$ نُربع المقام

$$= \cancel{٩} \times ١٠^{٩} \times \frac{٨ \times ١٠^{-٦} \times ٣ \times ١٠^{-٦}}{\cancel{٩} \times ١٠^{-٤}}$$ نختصر الأسس ومن ثم نختصر الأرقام

$$= ٢٤ \times \frac{١٠^{-٣}}{١٠^{-٤}} = ٢٤ \times ١٠^{+١} = ٢٤٠$$ نيوتن

ملاحظـــــات

١- عندما نُربع الأرقام الاسية فإننا نضرب قيمة الأس بالرقم المدفوع إليه

أمثلة : $(١٠^{-٢})^{٢} = ١٠^{-٢\times٢} = ١٠^{-٤}$ ، $(١٠^{-٣})^{٢} = ١٠^{-٣\times٢} = ١٠^{-٦}$

٢- عندما يتواجد رقمين اسيين في المقام والبسط نقوم بنقل الأس من المقام إلى البسط وتتغير إشارته :

أمثلة : $\frac{١٠^{-٣}}{١٠^{-٤}} = ١٠^{-٣} \times ١٠^{-٤} = ١٠^{+١}$ ، $\frac{١٠^{+٥}}{١٠^{+٧}} = ١٠^{+٥} \times ١٠^{-٧} = ١٠^{-٢}$

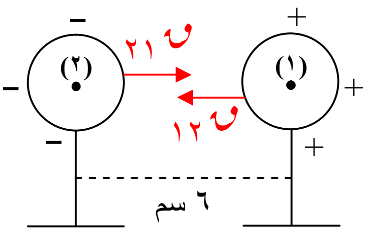
٣- الأسس في حالة الضرب تجمع :

أمثلة : $١٠^{+٤} \times ١٠^{+٦} = ١٠^{+١٠}$ ، $١٠^{+٣} \times ١٠^{-٦} = ١٠^{-٣}$ ، $١٠^{+١١} \times ١٠^{-٩} = ١٠^{+٢}$

---

٧) كرتان متماثلتان مشحونتان ، المسافة بين مركزيهما ٦ سم وموضوعتان في الهواء ومشحونتين بشحنتين مختلفتين كما يلي :

$ش_{١} = + ٩$ بيكو كولوم ، $ش_{٢} = - ٤$ بيكو كولوم ، ***اجب عما يلي :***



١- حدد اتجاه $ق_{٢١}$ ، $ق_{١٢}$ على الرسم المجاور

٢- ما نوع القوة الكهربائية المتبادلة : تجاذب

٣- ما مقدار تلك القوة المتبادلة

الحــل

$$ق = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_{١} \, ش_{٢}}{ف^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٩ \times ١٠^{-١٢} \times ٤ \times ١٠^{-١٢}}{٣٦ \times ١٠^{-٤}} = ٩ \times ١٠^{-١١}$$ نيوتن

* عند حساب القوى المتبادلة بين كرتين نأخذ المسافة بين المركزين وكأن شحنة كل كرة متواجدة في مركزها .

قانون نيوتن في الجذب العام

هنالك قوة تجاذب متبادلة بين أي جسمين في الكون ، فمثلاً تجذب الأرض القمر نحو مركزها وكذلك يجذب القمر الأرض بالقوى نفسها نحو مركزه أيضاً .

- افترض نيوتن أن قوة التجاذب بين جسمين تتحدد بالعوامل الآتية :-

أ – كتلة كل من الجسمين :-

تتناسب قوة التجاذب طردياً مع حاصل ضرب كتلتي الجسمين $ق \propto ك_{١} \times ك_{٢}$

ب – المسافة بين مركزي الجسمين :

تتناسب قوة التجاذب عكسياً مع مربع المسافة بين مركزي الجسمين $ق \propto \frac{١}{ف^٢}$

* $ق \propto \frac{ك_١ ك_٢}{ف^٢} \Longleftarrow \left[\, ق = ثابت\ (ج) \times \frac{ك_١ ك_٢}{ف^٢} \,\right] \Longleftarrow$ قانون الجذب العام

حيث ج : ثابت الجذب العام

- تعتمد قيمة ج على كل من القوة والكتلة والمسافة وقيمته
- ج = ٦,٧ × ١٠$^{-١١}$ م^٣ / كغم ث^٢ .

س٢٤ أذكر نص قانون الجذب العام ؟

- " تتناسب قوة الجذب المتبادلة بين جسمين في الكون تناسباً طردياً مع حاصل ضرب كتلتي الجسمين ، وعكسياً مع مربع المسافة بينهما "

س٢٥ علل : قوة جذب كوكب المشترى اكبر بكثير من قوة جذب الأرض ؟

- يعود السبب إلى أن كتلة المشترى تكبر كتلة الأرض بكثير وحسب قانون نيوتن في الجذب العام تعتمد قوى الجذب على الكتلة وبشكل طردي .

٨) ***احسب*** قوة الجذب الكتلي بين بروتون وإلكترون تفصل بينهما مسافة ٥,٣ × ١٠$^{-١١}$ م ،

علماً بان : $ك_p$ = ١,٦٧×١٠$^{-٢٧}$ كغم ، $ك_e$ = ٩,١ × ١٠$^{-٣١}$ كغم ، ج = ٦,٧ × ١٠$^{-١١}$

الحــل

$$ق = ج \frac{ك_١ ك_٢}{ف^٢} = ٦,٧ \times ١٠^{-١١} \times \frac{١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧} \times ٩,١ \times ١٠^{-٣١}}{(٥,٣ \times ١٠^{-١١})^٢} = ٣,٦ \times ١٠^{-٤٧} \text{ نيوتن}$$

انتبه :

عند حساب القوى المتبادلة بين الجسيمات الذرية كالالكترونات والبروتونات فإننا نهمل قوة الجذب الكتلي لان مقدار القوى الكهربائية اكبر بكثير ، حيث : $ق_{كهربائية}$ بين (e ، p) $= ٩ \times ١٠^٩ \times \frac{ش_p\ ش_e}{ف^٢}$

$$= ٩ \times ١٠^٩ \times \frac{١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{(٥,٣ \times ١٠^{-١١})^٢} = ٨,٢ \times ١٠^{-٨} \text{ نيوتن}$$

وهي اشد بـ (١٠^{٣٩}) مرة من قوة الجذب الكتلي .

---

٩) شحنتين نقطتين تفصل بينهما مسافة قدرها ٢ سم في الهواء مقدار إحداهما يساوي ٤ ميكروكولوم ، فإذا كانت القوى الكهربائية المتبادلة بينهما تساوي ٧٢ × ١٠$^{-١}$ نيوتن ، ***فما مقدار الشحنة المجهولة ؟***

الحــل

$$ق = ٩ \times ١٠^٩ \times \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف^٢}$$

$$\cancel{٧٢}^{٨} \times ١٠^{-١} = \frac{\cancel{٩} \times ١٠^{\cancel{٩}\,٥} \times ش_١ \times \cancel{٤} \times ١٠^{-\cancel{٦}}}{\cancel{٤} \times ١٠^{-\cancel{٤}}}$$

$ش_١$ = ٨ × ١٠$^{-٨}$ كولوم

١٠) شحنتان نقطيتان إحداهما تساوي أربعة أضعاف الأخرى ، وعندما وضعتا في الهواء وعلى بُعد ٣٠ سم من بعضهما كانت القوة المتبادلة بينهما ١٠×١٠^{٢} نيوتن ، ***فما مقدار كل من الشحنتين ؟***

الحـــل

$$ش_١ = ٤\, ش_٢$$

$$ق = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف^٢} \Leftarrow ١٠ \times ١٠^{٢} = \cancel{٩}^{١} \times ١٠^{٩} \times \frac{(٤\, ش_٢)\times ش_٢}{١٠٠\cancel{٩}\times ١٠^{-٤}}$$

$$ش_٢^{\,٢} = \frac{١٠٠٠ \times ١٠^{-٢}}{٤ \times ١٠^{٩}} \Leftarrow ش_٢ = ٥ \times ١٠^{-٥} \text{ كولوم}$$

$$ش_١ = ٤\, ش_٢ = ٤ \times ٥ \times ١٠^{-٥} = ٢٠ \times ١٠^{-٥} \text{ كولوم}$$

---

١١) ***ما*** هي المسافة الفاصلة بين الكترونيين في الفراغ إذا علمت إن القوة (السكونية) بينهما تساوي قوة جذب الأرض للإلكترون

علماً بان : $ك_e \simeq ٩ \times ١٠^{-٣١}$ كغم ، $جـ = ١٠$ م / ث^٢ ، $ش_e = ١,٦ \times ١٠^{-١٦}$ كولوم .

الحـــل

$$ق = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_e\, ش_e}{ف^٢} \Leftarrow ف = \sqrt{\frac{٩ \times ١٠^{٩}\, ش^٢}{ق}} \quad \text{حيث : } ق = و = ك_e \times جـ$$

$$ف = \sqrt{\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٩ \times ١٠^{-٣١} \times ١٠}} = \sqrt{(١,٦)^{٢} \times ١٠^{+١}\ \text{م}} = ١,٦ \sqrt{١٠^{+١}}\ \text{م}$$

---

١٢) شحنتين نقطتين ($ش_١$ ، $ش_٢$) والبعد بينهما (ف) ، والقوى المتبادلة بينهما (ق) ، والهواء هو الوسط الفاصل ،

ما مقدار القوة الكهربائية بين الشحنتين عند كل من التغيرات التالية :-

١- تضاعف إحدى الشحنتين مرتين .

٢- تضاعف كل من الشحنتين (مرتين) .

٣- تضاعف المسافة بين الشحنتين مرتين .

٤- تضاعف السماحية الكهربائية مرتين بعد تغير الوسط بينهما .

الحـــل

$$ق = \frac{١}{٤\pi \in} \times \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف^٢}$$

١- $ق^- = \frac{١}{٤\pi\in} \times \frac{٢\, ش_١ \times ش_٢}{ف^٢} = ٢ \left(\frac{١}{٤\pi\in} \times \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف^٢} \right) = ٢\, ق \Leftarrow$ ستزداد القوة مرتين

٢- $ق^- = ٢ \times ٢\, ق = ٤\, ق \Leftarrow$ ستزداد القوة ٤ مرات

٣- $ق^- = \frac{ق}{(٢)^٢} = \frac{ق}{٤} \Leftarrow$ ستقل القوة ٤ مرات

٤- $ق^- = \frac{ق}{٢} \Leftarrow$ ستقل القوة مرتين

١٣) شحنتين نقطتين ($ش_١$ ، $ش_٢$) والبعد بينهما (ف) ، فإذا كان مقدار القوى بينهما ٢٠ نيوتن ،

كم يصبح مقدار تلك القوى عند التغيرات التالية :-

١- تضاعف إحدى الشحنتين مرتين وتضاعف المسافة بنفس الوقت مرتين .

٢- تضاعف كل شحنة ٤ مرات وتضاعف المسافة ٤ مرات أيضاً وبنفس الوقت .

٣- تناقص مقدار إحدى الشحنتين ٤ مرات .

٤- تناقص المسافة إلي ($\frac{١}{٤}$) ما كانت عليها .

الحـــل

* $ق = \frac{١}{٤\pi\in} \times \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف^٢} = ٢٠$

١- $ق' = \frac{١}{٤\pi\in} \times \frac{٢ ش_١ \times ش_٢}{٢ف^٢} = \frac{٢}{٤} \times (\frac{١}{٤\pi\in} \times \frac{ش_١ \times ش_٢}{ف^٢})$

$= \frac{١}{٢} \times ٢٠ = ١٠$ نيوتن ⟸ ستنقص القوة إلى النصف .

٢- $ق' = \frac{٤ \times ٤ \; ق}{(٤)^٢} = \frac{١٦}{١٦} ق = ١ \times ق = ٢٠$ نيوتن ⟸ لن يتغير مقدار القوة .

٣- $ق' = \frac{١}{٤} ق = \frac{٢٠}{٤} = ٥$ ⟸ ستنقص إلى الربع .

٤- $ق' = \frac{ق}{(\frac{١}{٤})^٢} = \frac{ق}{\frac{١}{١٦}} = ١٦ ق = ١٦ \times ٢٠ = ٣٢٠$ نيوتن ⟸ ستزداد القوة ١٦ مرة .

---

١٤) جسمين كرويين تبعد بينهما مسافة ١٠ م ، وكتلة كل منهما على الترتيب : ٥٠ كغم ، ٨٠ كغم ،
اجب عما يلي معتبراً : ج = $٦,٧ \times ١٠^{-١١}$ كغم / $ن . م^٢$

١- احسب قوى الجذب الكتلي بين الجسمين ؟

٢- إذا تضاعفت كتلة الجسم الثاني ، فما مقدار القوة عندئذ ؟

٣- إذا أصبحت المسافة بينهما ٥ م ، فما مقدار القوة عندئذ ؟

الحـــل

١-
$ق = ٦,٧ \times ١٠^{-١١} \times \frac{ك_١ ك_٢}{ف^٢}$

$= ٦,٧ \times ١٠^{-١١} \times \frac{٥٠ \times ٨٠}{(١٠)^٢}$

$= [\,٢,٧ \times ١٠^{-٩}\,]$ نيوتن

٢-
$ق = ٦,٧ \times ١٠^{-١١} \times \frac{ك_١ ك_٢}{ف^٢}$

$= ٦,٧ \times ١٠^{-١١} \times \frac{٥٠ \times ٢ \times ٨٠}{(١٠)^٢}$

$= ٥,٤ \times ١٠^{-٩}$ نيوتن ، أو

تضاعف كتلة احد الجسمين مرتين فتزداد القوة مرتين

٣- لاحظ أن المسافة قلت إلى النصف فان القوة ستزداد ٤

$ق \propto \frac{١}{ف^٢}$

$\therefore ق' = ٤ \times ٢,٧ \times ١٠^{-٩}$

$= [\,١,٠٧ \times ١٠^{-٨}\,]$ نيوتن

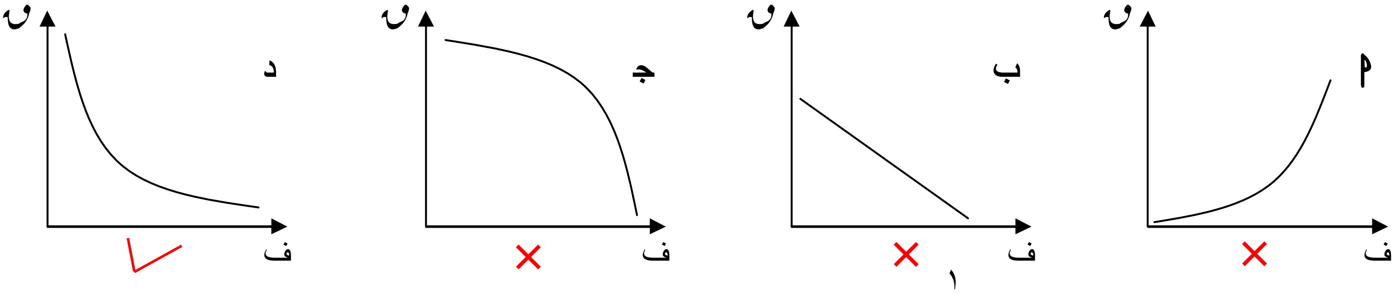
إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

١٥) يمثل الجدول المجاور تغير القوة الكهربائية ق مع المسافة ف التي تفصل بين شحنتين متماثلتين في النوع و المقدار ، ***ادرسه***

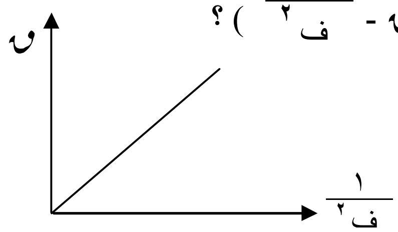
ثم اجب عما يلي :-

ق (ن)	٥٧٦٠	١٤٤٠	٣٦٠
ف × ١٠$^{-٢}$ م	٥	١٠	٢٠
$\frac{١}{ف^{٢}}$ (م^{٢})	٤٠٠	١٠٠	٢٥

١- أي من الأشكال المرسومة التالية تمثل العلاقة بين [ق – ف]؟



٢- ارسم العلاقة البيانية بين (ق - $\frac{١}{ف^{٢}}$) ؟



٣- احسب مقدار كل من الشحنتين إذا علمت أن الثابت = ٩ × ١٠^{٩} ؟

الحــل

من خلال حساب الميل : $\frac{\Delta ق}{\Delta \frac{١}{ف^{٢}}} = \frac{١٤٤٠ - ٠}{١٠٠ - ٠} = ١٤,٤ = (ق × ف^{٢})$

من قانون كولوم : ق = ٩ × ١٠^{٩} $\frac{ش_{١} × ش_{٢}}{ف^{٢}}$ لكن (ش$_{١}$ = ش$_{٢}$)

ق × ف^{٢} = ٩ × ١٠^{٩} ش^{٢} = الميل

$\frac{١٤,٤}{٩ × ١٠^{٩}} = \frac{\cancel{٩ × ١٠^{٩}} ش^{٢}}{\cancel{٩ × ١٠^{٩}}} \Leftarrow \frac{١٤,٤×١٠^{-٩}}{٩} = ش^{٢}$

ش = $\sqrt{\frac{١٤٤×١٠^{-١٠}}{٩}} = \frac{١٢×١٠^{-٥}}{٣} = ٤ ×١٠^{-٥}$ كولوم

∴ ش$_{١}$ = ش$_{٢}$ = ٤ ×١٠$^{-٥}$ كولوم

---

١٦) كرتان صغيرتان مشحونتان ، مجموع شحنتيهما (٥ ميكروكولوم) و المسافة بين مركزيهما ١ م ، فإذا كانت القوة الكهربائية بينهما ٥,٤ ×١٠$^{-٢}$ نيوتن ، ***فما مقدار كل من الشحنتين ؟***

الحــل

ق = $\frac{٩ × ١٠^{٩} × ش_{١} ش_{٢}}{ف^{٢}}$

٥,٤×١٠$^{-٢}$ = $\frac{٩ × ١٠^{٩} ×(٥×١٠^{-٦} - ش_{٢}) ش_{١}}{ف^{٢}}$

ش$_{١}$ + ش$_{٢}$ = ٥×١٠$^{-٦}$

ش$_{١}$ = ٥×١٠$^{-٦}$ – ش$_{٢}$

$$\frac{٥,٤\times ١٠^{-٢}}{٩\times ١٠^{٩}} = ٥\times ١٠^{-٦}\ \text{ش}_{٢} - \text{ش}_{٢}^{٢}$$

$$٦\times ١٠^{-١٢} = ٥\times ١٠^{-٦}\ \text{ش}_{٢} - \text{ش}_{٢}^{٢} = \text{ش}_{٢}^{٢} - ٥\times ١٠^{-٦}\ \text{ش}_{٢} + ٦\times ١٠^{-١٢} = ٠$$

بعد حل المعادلة نحصل على : $\text{ش}_{٢} = ٢\times ١٠^{-٦}$ أو ٣×١٠^{-٦} كولوم

$\text{ش}_{١} = ٣\times ١٠^{-٦}$ أو ٢×١٠^{-٦} كولوم

---

١٧) كرة معدنية مجوفة ، إذا فقدت الكرة ($١\times ١٠^{+١٣}$) إلكترون ووضعت في الفراغ ، ***احسب القوة الكهربائية*** التي تؤثر بها الكرة على شحنة مقدارها (ـ ٢) ميكروكولوم وتبعد مسافة (٤ سم) عن مركز الكرة ؟***وحدد نوع القوة*** ؟

الحـــل

$$\text{ق} = \frac{٩\times ١٠^{٩} \times \text{ش}_{\text{كرة}} \times \text{ش}}{\text{ف}^{٢}}$$

$$= \frac{٩\times ١٠^{٩} \times ١٦\times ١٠^{-٧} \times ٢\times ١٠^{-٦}}{١٦\times ١٠^{-٤}}$$

= ١٨ نيوتن

* **نوع القوة :** تجاذب

يلزم حساب $\text{ش}_{\text{كرة}}$ من تكميم الشحنة

$\text{ش}_{\text{كرة}} = \text{ن} \times \text{ش}_{e}$

$= ١\times ١٠^{+١٣} \times ١,٦\times ١٠^{-١٩} = ١,٦\times ١٠^{-٦}$

$= ١٦ \times ١٠^{-٧}$ كولوم

مبدأ حفـــظ الشحنــــة

عند حدوث تلامس بين موصلين احدهما مشحون والآخر متعادل أو مشحون فان عملية إعادة توزيع شحنات تحدث بين الموصلين بحيث تتوزع الشحنات حتى يتساوى الجهد [الأجسام التي لها نفس الحجم تحصل على نفس الكمية من الشحنة بعد التلامس] وينص المبدأ على أن : **الشحنة لا تفنى ولاستحدث من عدم ولكن تنتقل من جسم إلى آخر**

رياضياً :

$\sum \text{ش قبل} = \sum \text{ش بعد}$

$\text{ش}_{١} + \text{ش}_{٢} = \text{ش}'_{١} + \text{ش}'_{٢}$ [$\text{ش}'_{١} = \text{ش}'_{٢}$] إذا كان الموصلين متماثلين في الحجم

١٨) موصلين متماثلين حجماً شحنة الأول (+ ١٢ نانوكولوم) والآخر متعادل ، إذا حصل تلامس بينهما ***فما مقدار شحنته كل من الموصلين عندئذ ؟***

الحـــل

$\sum \text{ش قبل} = \sum \text{ش بعد}$

$\text{ش}_{١} + \text{ش}_{٢} = \text{ش}'_{١} + \text{ش}'_{٢}$

$+١٢\times ١٠^{-٩} = ٢\ \text{ش}'$

لكن $\text{ش}_{٢} = ٠$ ∴

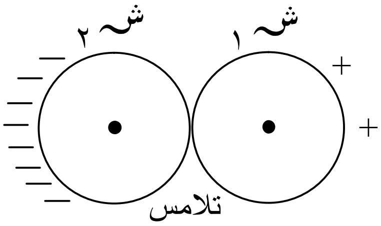
$\text{ش}'_{١} = \text{ش}'_{٢}$

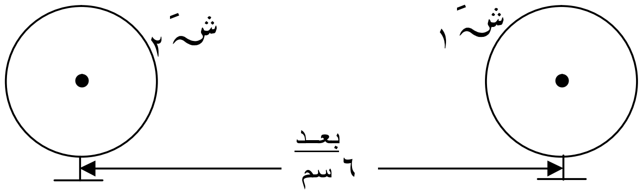
$\Longleftarrow \quad \text{ش}'_{١} = \text{ش}'_{٢} = +٦\times ١٠^{-٩}$ كولوم

انتبه

الشحنة توزعت بالتساوي على الموصلين المتماثلين في الحجم .

١٩) كرتان معدنيتان متماثلتين تحملان شحنتين مقدارهما على التوالي [+ ٢ ، ــ ٨] ميكروكولوم ، البعد بين مركزيهما (٦ سم) إذا تلامست الكرتان ثم وضعتا في الفراغ بحيث أعيدت المسافة بين مركزيهما كما كانت ، ***فما مقدار القوة المتبادلة بين الكرتين قبل وبعد التلامس ؟ وهل هي قوة تجاذب أم تنافر ؟***





الحـــل

<u>أولاً قبل :-</u>

$$ق_{قبل} = \frac{9 \times 10^{9} \times ش_1 ش_2}{ف^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^{9} \times 2\times10^{-6} \times 8\times10^{-6}}{36\times10^{-4}}$$

$$\Longleftarrow ق_{قبل} = 4 \times 10^{1} = 40$$ نيوتن (نوع القوة تجاذب)

<u>ثانياً بعد :-</u>

$$ق_{بعد} = \frac{9 \times 10^{9} \times شَ_1 شَ_2}{ف^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^{9} \times 3\times10^{-6} \times 3\times10^{-6}}{36\times10^{-4}}$$

$$= \frac{9}{4} \times 10^{1} = 22.5$$ نيوتن (نوع القوة تنافر)

يلزم حساب شحنة كل كرة بعد التلامس باستخدام مبدأ حفظ الشحنة

$\sum ش_{قبل} = \sum ش_{بعد}$

$ش_1 + ش_2 = شَ_1 + شَ_2$

لكن $شَ_1 = شَ_2$ (نفس الحجم)

$2\times10^{-6} + -8\times10^{-6} = 2ش$

$شَ_1 = شَ_2 = -3\times10^{-6}$ كولوم

---

٢٠) إذا كانت المسافة بين شحنتين نقطتين ($ش_1$ ، $ش_2$) مقدارها ($ف_1$) ثم أصبحت تلك المسافة ($ف_2$) ، ***فاثبت أن*** ($ق_1 ف_1^2 = ق_2 ف_2^2$) معتبراً :

$ق_1$: القوة عندما $ف_1$ ، $ق_2$: القوة عندما $ف_2$ ، الهواء هو الوسط الفاصل بين الشحنتين .

الحـــل

$$ق_1 = \frac{9 \times 10^{9} \times ش_1 ش_2}{ف_1^2} \longrightarrow (1) \quad ، \quad ق_2 = \frac{9 \times 10^{9} \times ش_1 ش_2}{ف_2^2} \longrightarrow (2)$$

بقسمة (١) على (٢) فتصبح :

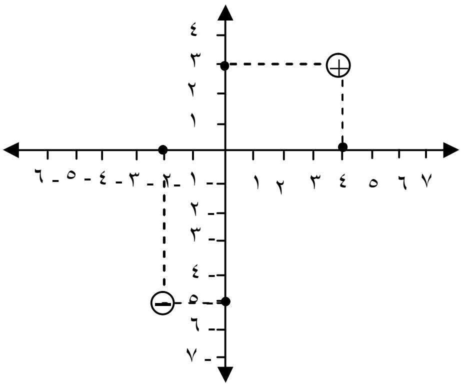
$$\frac{ق_1}{ق_2} = \frac{9\times10^{9} \times \frac{ش_1 ش_2}{ف_1^2}}{9\times10^{9} \times \frac{ش_1 ش_2}{ف_2^2}} \Longleftarrow \frac{ق_1}{ق_2} = \frac{\frac{1}{ف_1^2}}{\frac{1}{ف_2^2}}$$

$$\Longleftarrow \frac{ق_1}{ق_2} = \frac{ف_2^2}{ف_1^2}$$

$$\Longleftarrow ق_1 ف_1^2 = ق_2 ف_2^2$$

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

٢١) شحنتان نقطيتان $\text{ش}_1 = +\text{٤}$ ميكروكولوم ، $\text{ش}_2 = -\text{٢}$ ميكروكولوم وضعتا على المستوى الديكارتي كما في الشكل المجاور ، إذا كانت الإحداثيات مقدرة (بوحدة ملم)



احسب القوة المتبادلة بين الشحنتين ؟

الحـــل

$$\text{ق} = \frac{\text{٩} \times \text{١٠}^{\text{٩}} \times \text{ش}_1 \, \text{ش}_2}{\text{ف}^{\text{٢}}}$$

$$= \frac{\text{٩} \times \text{١٠}^{\text{٩}} \times \text{٤}\times\text{١٠}^{-\text{٦}} \times \text{٢}\times\text{١٠}^{-\text{٦}}}{\text{١٠٠}\times\text{١٠}^{-\text{٦}}}$$

$= \text{٧٢٠}$ نيوتن

يلزم حساب ف حسب قانون البعد بين نقطتين

$$\text{ف} = \sqrt{(\text{س}_2 - \text{س}_1)^{\text{٢}} + (\text{ص}_2 - \text{ص}_1)^{\text{٢}}}$$

$$= \sqrt{(-\text{٢} - \text{٤})^{\text{٢}} + (-\text{٥} - \text{٣})^{\text{٢}}}$$

$$= \sqrt{(-\text{٦})^{\text{٢}} + (-\text{٨})^{\text{٢}}}$$

$= \sqrt{\text{٣٦} + \text{٦٤}} = \sqrt{\text{١٠٠}}$ ، ف = ١٠ ملم

---

٢٢) شُحنت كرة صغيرة بشحنة قدرها $+$ ٧ ميكروكولوم وشُحنت كرة أخرى لها نفس نصف القطر بشحنة سالبة ، اذا وُصلت الكرتان بسلك رفيع طوله ٣ سم لفترة كافية فأصبحت القوة المتبادلة بين الكرتين عندئذ ٢,٥ نيوتن ،***فما مقدار القوة قبل التوصيل بالسلك*** ، إذا كانت المسافة عندئذ ٣ سم أيضاً والهواء هو الوسط الفاصل ؟

الحـــل

⟸ عليك حساب الشحنة للجسم الثاني من (حفظ الشحنة) وذلك بعد حساب مقدار الشحنتين بعد التوصيل .

$$\text{ق}_{\text{قبل}} = \frac{\text{٩} \times \text{١٠}^{\text{٩}} \times \text{ش}_1 \, \text{ش}_2}{\text{ف}^{\text{٢}}}$$

$$= \frac{\text{٩} \times \text{١٠}^{\text{٩}} \times \text{٧}\times\text{١٠}^{-\text{٦}} \times \text{٦}\times\text{١٠}^{-\text{٦}}}{\text{٩}\times\text{١٠}^{-\text{٤}}}$$

$\text{ق}_{\text{قبل}} = \text{٤٢٠}$ نيوتن

يلزم حساب ش_2 من حفظ الشحنة

$$\Sigma \, \text{ش}_{\text{قبل}} = \Sigma \, \text{ش}_{\text{بعد}}$$

$$\text{ش}_1 + \text{ش}_2 = \text{ش}'_1 + \text{ش}'_2$$

$$\text{٧}\times\text{١٠}^{-\text{٦}} + \text{ش}_2 = \text{٠,٥}\times\text{١٠}^{-\text{٦}} \times \text{٢}$$

$\text{ش}_2 = -\text{٦} \times \text{١٠}^{-\text{٦}}$ كولوم

يلزم حساب(ش')من (ق' بعد)

$$\text{ق}'_{\text{بعد}} = \frac{\text{٩} \times \text{١٠}^{\text{٩}} \times \text{ش}'^{\text{٢}}}{\text{ف}^{\text{٢}}}$$

$$\text{ش}'^{\text{٢}} = \frac{\text{ق}' \times \text{ف}^{\text{٢}}}{\text{٩} \times \text{١٠}^{\text{٩}}}$$

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

$= \text{٠,٥} \times \text{١٠}^{-\text{٦}}$ كولوم

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

حساب محصلة القوى المؤثرة في شحنة (جسيم مشحون)

يجب إتباع قواعد الكميات المتجهة كما يلي :

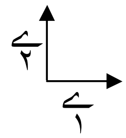
١- إذا كانت الكميات المتجهة بنفس الاتجاه $\Longleftarrow$ (θ = ٠)

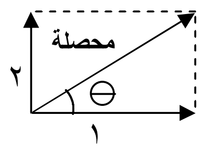
فان المحصلة جمع : (١) + (٢)

٢- إذا كانت الكميات المتجهة بعكس الاتجاه $\Longleftarrow$ (θ = ١٨٠)

فان المحصلة طرح : (١) – (٢) ، أو الأكبر – الأصغر (مع اتجاه الأكبر)

٣- إذا كانت الكميات المتجهة متعامدة $\Longleftarrow$ (θ = ٩٠)

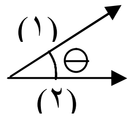




فان المحصلة : = $\sqrt{(١)^٢ + (٢)^٢}$

والاتجاه : θ = ظا$^{-١}$ ($\frac{٢}{١}$)

٤- إذا كانت الكميات مائلة عن بعضها



- يجب تحليل المائل إلى مركباتها السينية والصادية

٢٣) شُحنتان نقطيتان الأولى + ٢ ميكروكولوم والثانية + ٦ ميكروكولوم ، والمسافة بينهما متران ، إذا وضعت شحنة ثالثة مقدارها + ٤ ميكروكولوم في منتصف المسافة بين الشحنتين ، ***احسب :***

$ش_٢$ (+) $ش_٣$ (+) $ش_١$ (+)

الحــل

١- القوة المؤثرة من الشحنة الثانية على الأولى مقداراً واتجاهاً

$$ق_{١٢} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_٢ \, ش_١}{ف^٢}$$

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

$$= ٢٧ \times ١٠^{-٣} \ N \quad \text{نحو } س^{+}$$

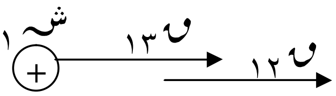
٢- القوة المؤثرة من الشحنة الثالثة على الأولى مقداراً واتجاهاً

$$ق_{١٣} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_٣ \, ش_١}{ف^٢}$$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{(١)^٢}$$

$$= ٧٢ \times ١٠^{-٣} \ N \quad \text{نحو } س^{+}$$

٣- محصلة القوى المؤثرة في ($ش_١$) ؟



بما أن القوتين بنفس الاتجاه

$$ق = ق_{١٣} + ق_{١٢} = ٧٢ \times ١٠^{-٣} + ٢٧ \times ١٠^{-٣} = ٩٩ \times ١٠^{-٣} \ N \quad \text{نحو الأكبر } (س_١)$$

س٢٦ *ما* هو قانون التربيع العكسي ؟

هو تصنيف يحوي أي كمية تتناسب عكسياً مع مربع المسافة ($س \propto \frac{١}{ف^٢}$) ومن الأمثلة عليها :

١- قانون كولوم : $ق = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش_١ \, ش_٢}{ف^٢}$

٢- قانون الجذب الكتلي : $ق = ٦,٧ \times ١٠^{-١١} \times \frac{ك_١ \, ك_٢}{ف^٢}$

٣- قانون المجال الكهربائي : $م = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{ف^٢}$

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال ـ ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

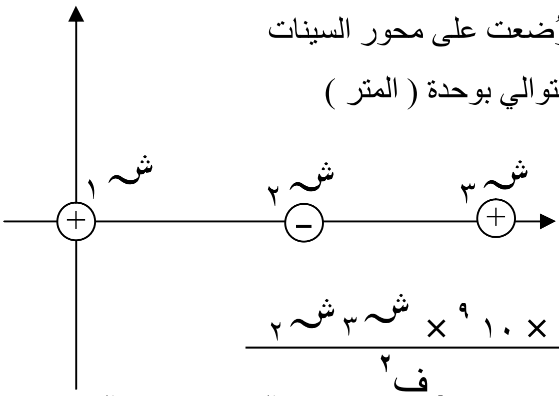
٤- قانون (بيو - سافاز) = المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار في سلك محدود الطول

$$= غ = \frac{\mu \; \Delta ل \; جا\, \theta}{٤ \, \pi \, ف^{٢}}$$

وسنأتي على ذكر (٣ + ٤) لاحقاً (إن شاء الله)

٢٤) ثلاث شحنات نقطية مرتبة على التوالي (+ ٢ ، ـ ٣ ، + ٩) ميكرولوم ، وُضعت على محور السينات عند النقاط ذات الإحداثيات : (٠ ، ٠)،(٠,٣ ، ٠)،(١,٢ ، ٠) على التوالي بوحدة (المتر)

احسب محصلة القوى المؤثرة في الشحنة ـ ٣ ميكوكولوم ؟



الحـــل

$$ق_{٢١} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_{١} \, ش_{٢}}{ف^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٣ \times ١٠^{-٦}}{٩ \times ١٠^{-٢}}$$

$= ٦ \times ١٠^{-١}$ نيوتن نحو ($\bar{س}$)

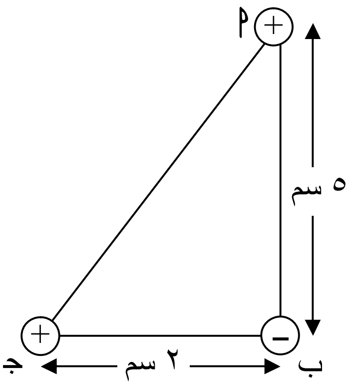
$$ق_{٢٣} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_{٣} \, ش_{٢}}{ف^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٩ \times ١٠^{-٦} \times ٣ \times ١٠^{-٦}}{(١,٢ - ٠,٣)^{٢}}$$

$= ٣ \times ١٠^{-١}$ نيوتن نحو ($\overset{+}{س}$)

∴ $ق_{محصلة} = ق_{٢١} - ق_{٢٣} = ٦ \times ١٠^{-١} - ٣ \times ١٠^{-١} = ٣ \times ١٠^{-١}$ نيوتن نحو ($\bar{س}$)

---

٢٥) وُضعت ثلاث شحنات نقطية (+ ٥٠ ، ـ ٤ ، + ١) ميكروكولوم عند رؤوس مثلث قائم الزاوية في (ب) ، ***احسب مقدار واتجاه محصلة القوة المؤثرة في شحنة (ب) ؟***

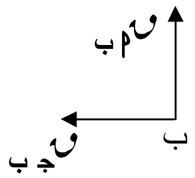


الحـــل

$$ق = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش_{١} \, ش_{٢}}{ف^{٢}}$$

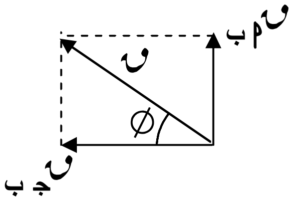
$ق_{أ ب} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٥٠ \times ١٠^{-٦} \times ٤ \times ١٠^{-٦}}{٢٥ \times ١٠^{-٤}} = ٧٢ \times ١٠^{١}$ N (نحو ص الموجب)

$ق_{جـ ب} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{١ \times ١٠^{-٦} \times ٤ \times ١٠^{-٦}}{٤ \times ١٠^{-٤}} = -٩ \times ١٠^{١}$ N (نحو س السالب)



- بما أن القوتين متعامدتين فان مقدار المحصلة = $\sqrt{ق^{٢}_{أ ب} + ق^{٢}_{جـ ب}}$ ⟸ القوة كمية متجهة

$ق = \sqrt{(٧٢ \times ١٠^{١})^{٢} + (-٩ \times ١٠^{١})^{٢}} \cong ٧٢٥$ N ⟸ مقدار المحصلة

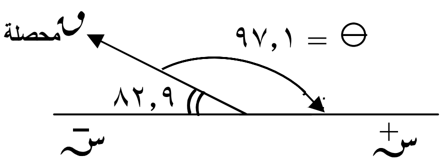


- بينما يتم حساب اتجاه المحصلة كما يلي :

$ظا \, \emptyset = \frac{المقابل}{المجاور} = \frac{ق_{أ ب}}{ق_{جـ ب}} = \frac{٧٢ \times ١٠^{١}}{٩ \times ١٠^{١}} = -٨$ في الربع الثاني

$\emptyset = ظا^{-١}(-٨) = -٨٢,٩$

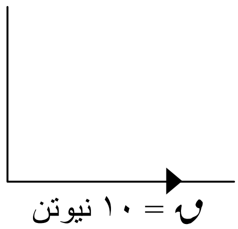
$\theta = ظا^{-١}(-٨) = -٨٢,٩ + ١٨٠ = ٩٧,١$ مع السينات الموجب



تحليل القوى إلي المركبات

٢٦) ***ما مقدار القوة السينية و الصادية*** لكل من الحالات التالية :

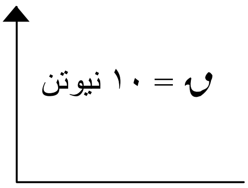
١-



ق س = ١٠

ق ص = ٠

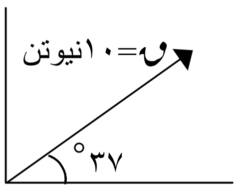
٢-



ق س = ٠

ق ص = ١٠

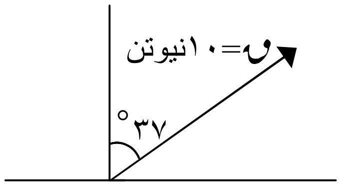
٣-



ق س=١٠جتا٣٧=١٠×٠,٨=٨ نيوتن

ق ص=١٠جا٣٧=١٠×٠,٦=٦ نيوتن

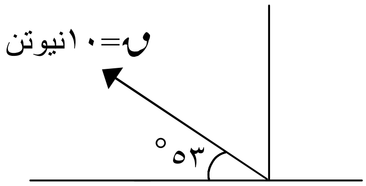
٤ -



ق س =١٠جا٣٧=١٠×٠,٦=٦ نيوتن

ق ص=١٠جتا٣٧=١٠×٠,٨=٨ نيوتن

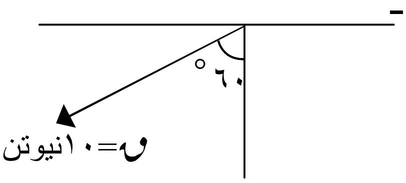
٥ -



ق س = ⁻١٠جتا٥٣
= ⁻١٠ × ٠,٦ = ⁻٦ نيوتن

ق ص =١٠جا٥٣
= ١٠ × ٠,٨ = ٠,٨ نيوتن

٦ -

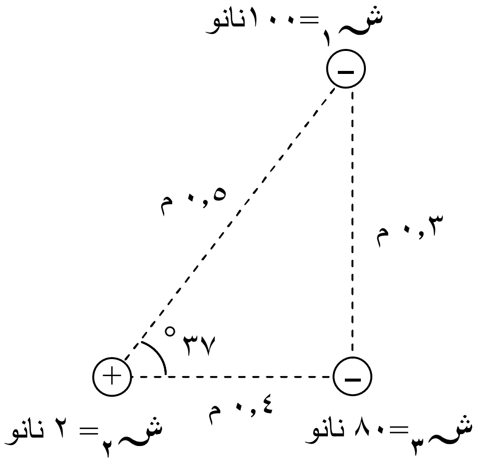


ق س = ⁻١٠جا ٦٠
= ⁻١٠×٠,٨٧= ⁻٨,٧ نيوتن

ق ص = ⁻١٠جتا ٦٠
= ⁻١ × ٠,٥ = ⁻٥ نيوتن

---

٢٧) من الشكل المجاور ، ***احسب :***



١- ق ٢١ ٢- ق ٢٣ ٣- محصلة القوى مقداراً واتجاهاً

الحــل

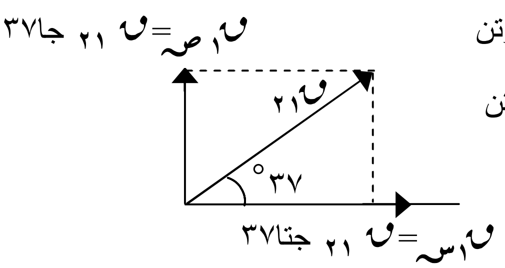
١- ق ٢١ = ٩ × ١٠ ⁹ × $\frac{\text{ش}_1\ \text{ش}_2}{\text{ف}^2}$

= $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١٠٠ \times ١٠^{-٩} \times ٢ \times ١٠^{-٩}}{٢٥ \times ١٠^{-٢}}$

= ٧٢ × ١٠⁻⁷ نيوتن

- لكن ق ٢١ مائلة بزاوية ٣٧

ق ٢١ س = ٧٢ × ١٠⁻⁷ جتا ٣٧ = ٧٢ × ١٠⁻⁷ × ٠,٨ = ٥٧,٦ × ١٠⁻⁷ نيوتن



ق ٢١ ص= ٧٢ × ١٠⁻⁷ جا ٣٧ = ٧٢ × ١٠⁻⁷ × ٠,٦ = ٤٣,٢ × ١٠⁻⁷ نيوتن

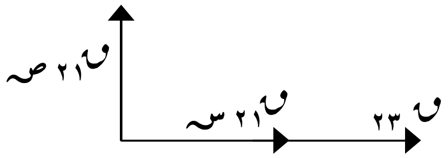
٢- ق ٢٣ = ٩ × ١٠ ⁹ × $\frac{\text{ش}_1\ \text{ش}_2}{\text{ف}^2}$

= $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٨٠ \times ١٠^{-٩} \times ٢ \times ١٠^{-٩}}{١٦ \times ١٠^{-٢}}$ = ٩٠ × ١٠⁻⁷ نيوتن

٣- مجـ ق س = ق ٢٣ + ق ٢١ س = ٥٧,٦ × $١٠^{-٧}$ + ٩٠ × $١٠^{-٧}$

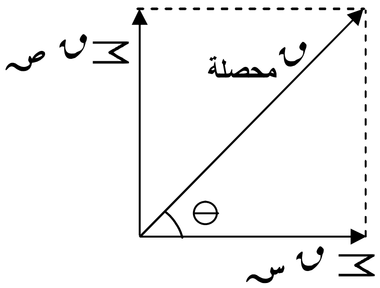
= ١٤٧,٦ × $١٠^{-٧}$ نيوتن

مجـ ق ص = ق ٢١ ص = ٤٣,٢ × $١٠^{-٧}$ نيوتن



ق محصلة = $\sqrt{(\text{مجـ ق س})^{٢} + (\text{مجـ ق ص})^{٢}}$

= $\sqrt{(١٤٧,٦\times١٠^{-٧})^{٢} + (٤٣,٢\times١٠^{-٧})^{٢}}$ = ١,٥٤ × $١٠^{-٥}$ نيوتن



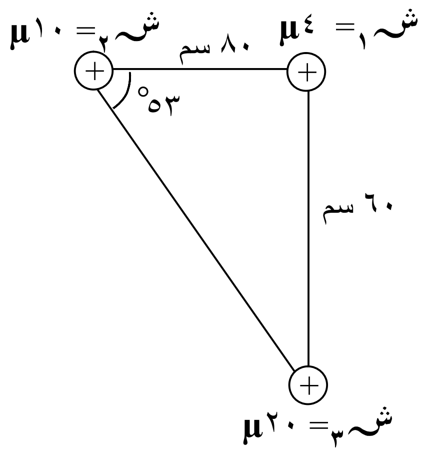
- لتحديد الاتجاه :

θ = ظا$^{-١}$ (مجـ ق ص / مجـ ق س) = ظا$^{-١}$ (٤٣,٢ × $١٠^{-٧}$ / ١٤٧,٦ × $١٠^{-٧}$) = ١٦,٣ عن المحور السيني الموجب .

---

٢٨) اوجد ***قيمة واتجاه القوة المؤثرة*** على الشحنة +٢٠ ميكروكولوم الموضحة في الشكل المجاور ، علماً بان : جا ٣٧ = ٠,٩ ، جتا ٣٧ = ٠,٨

جا ٥٣ = ٠,٨ ، جتا ٥٣ = ٠,٦



الحــل

تؤثر على ش٣ قوتان نتيجة لوجود الشحنتين ش١ ، ش٢ لذا فان :

- ق ٣١ تمثل القوة التي تؤثر بها ش١ على ش٣
- ق ٣٢ تمثل القوة التي تؤثر بها ش٢ على ش٣

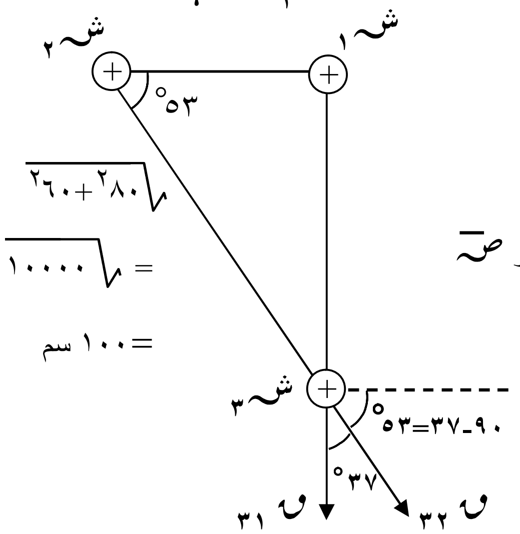
كما يبين الشكل المجاور وفي مثل هذه الحالات توضع الشحنة المؤثرة عليها وكأنها في نقطة الأصل

ق ٣١ = ٩ × $١٠^{٩}$ × ش١ ش٣ / ف^{٢}

= ٩ × $١٠^{٩}$ × ٤ × $١٠^{-٦}$ × ٢٠ × $١٠^{-٦}$ / $(٦٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}$ = ٢ نيوتن ⟸ نحو -ص

ق ٣٢ = ٩ × $١٠^{٩}$ × ش٢ ش٣ / ف^{٢}

= ٩ × $١٠^{٩}$ × ١٠ × $١٠^{-٦}$ × ٢٠ × $١٠^{-٦}$ / $(١٠٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}$ = ١,٨ نيوتن



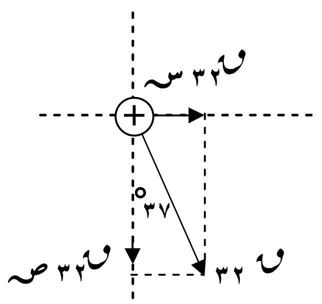
* نلاحظ بان ق ٣٢ تميل بزاوية مقدارها ٣٧° عن المحور الصادي

أي بزاوية مقدارها ٥٣° عن المحور السيني ،

فلذلك يجب تحليل ق ٣٢ إلى مركبتيها السينية و الصادية مستعيناً بالشكل المجاور :

١- المركبة السينية (ق ٣٢ س) نلاحظ بان ق ٣٢ س مقابل الزاوية ٣٧

∴ ق ٣٢ س = ق ٣٢ × جا ٣٧ = ١,٨ × ٠,٦ = ١,٠٨ نيوتن



إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

⟸ يمكن حساب ق٢٣ س اعتماداً على الزاوية ٥٣ بحيث تعتبر (ق٢٣ س) مجاورةً للزاوية [٥٣]

∴ ق٢٣ س = ق٢٣ × جتا ٥٣ = ١,٨ × ٠,٦ = ١,٠٨ نيوتن

٢- المركبة الصادية (ق٢٣ ص) نلاحظ بان ق٢٣ ص مجاورة للزاوية ٣٧

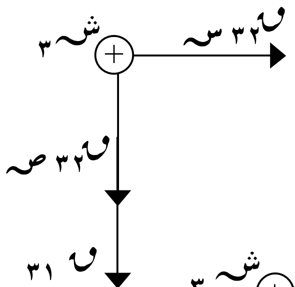
∴ ق٢٣ ص = ق٢٣ × جتا ٣٧ = ١,٨ × ٠,٨ = ١,٤٤ نيوتن

⟸ يمكن حساب ق٢٣ ص اعتماداً على الزاوية ٥٣ بحيث تعتبر (ق٢٣ ص) مقابلة للزاوية [٥٣]

∴ ق٢٣ ص = ق٢٣ × جا ٥٣ = ١,٨ × ٠,٨ = ١,٤٤ نيوتن

ق٣١ : نحو الصادي السالب ، ق٢٣ ص : نحو الصادي السالب ، ق٢٣ س نحو السيني الموجب

الشكل النهائي للقوى



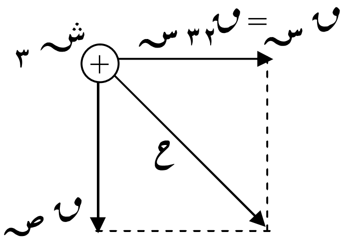
* نتعامل مع المتجهات

١- نبسّط القوى التي على نفس المحور :

ق٢٣ ص ، ق٣١ بنفس الاتجاه

∴ ق ص = ق٢٣ ص + ق٣١ = ١,٤٤ + ٢ = ٣,٤٤ نيوتن

- الإشارة السالبة لأنها نحو الصادي السالب .



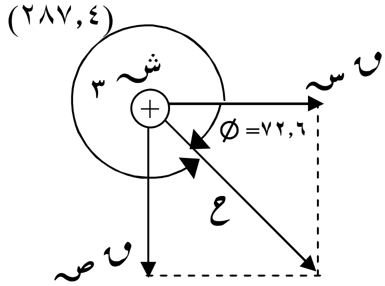
٢- نحسب المحصلة اعتماداً على فيثاغوروس لان القوى متعامدة

$$\text{ح} = \sqrt{\text{ق}_{\text{س}}^{2} + \text{ق}_{\text{ص}}^{2}} = \sqrt{(١,٠٨)^{2} + (-٣.٤٤)^{2}}$$

$$= \sqrt{١,٢ + ١١.٨} = \sqrt{١٣} = ٣,٦ \text{ نيوتن}$$

- لحساب (تحديد) اتجاه المحصلة نفرض الزاوية ∅ (فاي) والتي تفصل ح عن احد المحورين السيني أو الصادي

[مُخيرّ بالاختيار شرط عدم تحديده من السؤال]



∴ نفرض ∅ بين ح والسيني

$$\text{اتجاه ح} = \text{ظا } \varnothing = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{\text{ق}_{\text{ص}}}{\text{ق}_{\text{س}}} = \frac{-٣,٤٤}{١,٠٨}$$

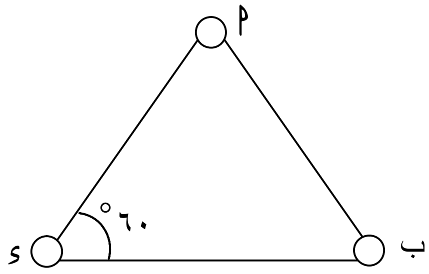
$$\varnothing = \text{ظا}^{-1}(-٣,٢) = -٧٢,٦$$

∴ $\theta = -٧٢,٦ + ٣٦٠ = ٢٨٧,٤$ مع المحور السيني الموجب

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال ــ ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

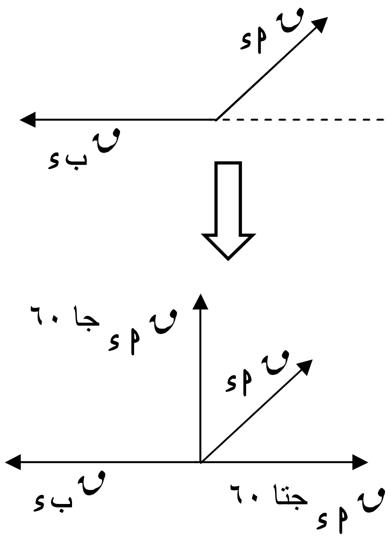
٢٩) م ب ء مثلث متساوي الأضلاع ، طول ضلعه ١٠ سم ،وضعت على رؤوسه ثلاث شحنات (ـ ٥ ، + ٤ ، + ٢) ميكروكولوم على الترتيب ،

احسب محصلة القوى المؤثرة في الشحنة الموضوعة على ء



الحـــل

تتأثر الشحنة الموضوعة في النقطة ء بقوتين ، ق م ء ، ق ب ء كما هو موضح



$$ق_م = \frac{٩ \times ١٠^٩ \times ش_١ \, ش_٢}{ف^٢}$$

$$ق_{مء} = \frac{٩ \times ١٠^٩ \times ٥ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{١ \times ١٠^{-٢}} = ٩ \text{ نيوتن}$$

$$ق_{بء} = \frac{٩ \times ١٠^٩ \times ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{١ \times ١٠^{-٢}} = ٧,٢ \text{ نيوتن}$$

- لإيجاد محصلة هاتين القوتين ⟸ نحلل ق م ء إلى مركبين :

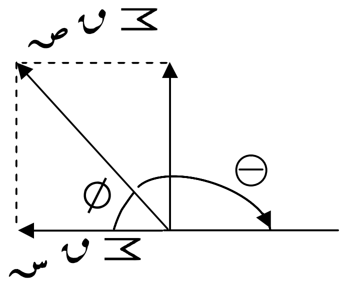
$ق_{مءس} = ق_{مء}$ جتا ٦٠ = ٩ × ٠,٥ = ٤,٥ نحو $\overset{+}{س}$

$ق_{مءص} = ق_{مء}$ جا ٦٠ = ٩ × ٠,٨٧ = ٧,٨٣ نحو $\overset{+}{ص}$

$\sum ق_س$ = ٤,٥ ـ ٧,٢ = ـ ٢,٧ نيوتن نحو ($\overset{-}{س}$)

$\sum ق_ص$ = ٢,٧ نيوتن

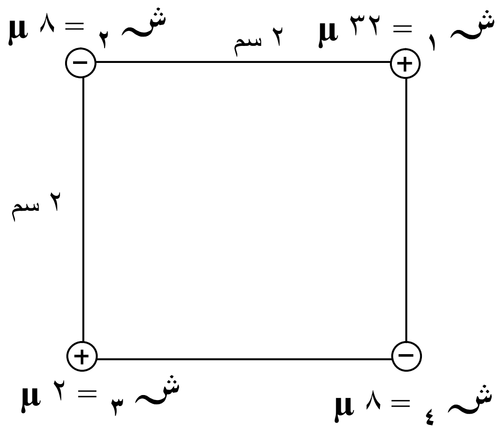
∴ $ق_{محصلة} = \sqrt{(٧,٨٣)^٢ + (-٢,٧)^٢}$ = ٨,٢٨ نيوتن

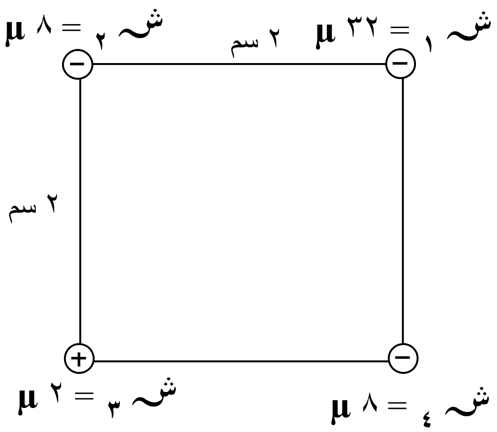


* لتحديد الاتجاه : $\varnothing = ظا^{-١} \left(\frac{٧,٨٣}{٢,٧} \right) = ٧١^-$

$\theta = ٧١^- + ١٨٠ = ١٠٩$ مع الحور $\overset{+}{س}$

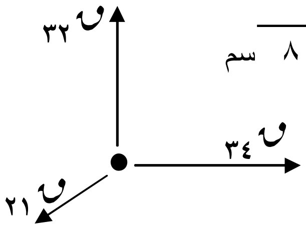
٣٠) اعتمد على الشكلين التاليين ، ***احسب محصلة القوى المؤثرة في*** (ش$_{٣}$) ؟



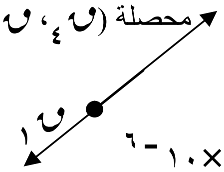


الحــل

ف$_{٣١}$ = $\sqrt{(٢)^{٢}+(٢)^{٢}}$ = $\sqrt{٨}$ سم



* لاحظ انه لو رسمت محصلة (ق$_{٤}$ ، ق$_{٢}$) ستكون نحو الربع الأول وبشكل معاكس تماماً لـ (ق$_{٢١}$)



ق = $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}_{١} \text{ ش}_{٢}}{\text{ف}^{٢}}$

ق$_{٢١}$ = $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٣٢ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{٨ \times ١٠^{-٤}}$

= ٧٢ × $١٠^{+١}$ = ٧٢٠ نيوتن

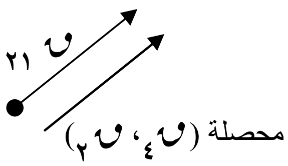
ق$_{٣٢}$ = ق$_{٣٤}$ = $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \cancel{٨}\,٢ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{\cancel{٤} \times ١٠^{-٤}}$ = ٣٦ × $١٠^{+١}$ = ٣٦٠ نيوتن

محصلة (ق$_{٣٢}$ ، ق$_{٣٤}$) = $\sqrt{(\text{ق}_{٣٢})^{٢} + (\text{ق}_{٣٤})^{٢}}$ = $\sqrt{(٣٦٠)^{٢} + (٣٦٠)^{٢}}$ = ٥٠٩ نيوتن

∴ محصلة القوى : ٥٠٩ ـ ٧٢٠ = $^{-}$٢١١ نيوتن

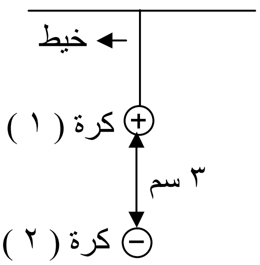
* لا حظ بأنك لو رسمت محصلة (ق$_{٤}$ ، ق$_{٢}$) ستكون بنفس اتجاه ق$_{٢١}$

∴ المحصلة = ٥٠٩ + ٧٢٠ = ١٢٢٩ نيوتن



---

٣١) معتمداً على الشكل المجاور ، إذا كانت كتلة الكرة المعلقة ٤٠٠ غم ، ومقدار قوة الشد في الخيط تساوي ١٤ نيوتن ، وكان مقدار شحنة كل كرة مساوي للآخر ، ***فاحسب :***



١ـ مقدار القوة الكهربائية المؤثرة من الكرة ٢ على الكرة ١ .

٢ـ مقدار شحنة كل كرة .

الحــل

١- الكرة المعلقة متزنة وتتعرض لـ ٣ قوى

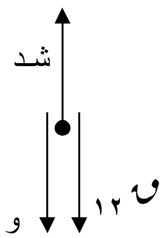
$\sum \text{ق}_{\text{ص}} = ٠ = \text{شد} - \text{و} - \text{ق}_{٢١}$

$\therefore \text{ق}_{١٢} = \text{شد} - \text{و}$

$= ١٤ - ٤ = ١٠$ نيوتن

$\text{و} = \text{ك} \times \text{جـ}$

$= (٤٠٠ \times ١٠ \times ١٠^{-٣}) = ٤$ نيوتن



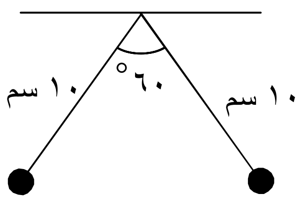
٢- نستخدم قانون كولوم لحساب مقدار الشحنتين

$\text{ق} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \dfrac{\text{ش}_١ \text{ش}_٢}{\text{ف}^٢} \Leftarrow (\text{ش}_١ = \text{ش}_٢)$

$١٠ = \dfrac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}^٢}{(٣ \times ١٠^{-٢})^٢} \Leftarrow \text{ش} = \sqrt{١٠^{-١٢}} = ١٠^{-٦}$ كولوم $= \text{ش}_١ = \text{ش}_٢$

---

٣٢) كرتان موصلتان متماثلتان ، كتلة كل منهما $\sqrt{٣}$ كغم ومعلقتان بخيطين طول كل منهما ١٠سم شحنتا بشحنتين متشابهين ومتساويين فتنافرتا إلى أن أصبحت الزاوية بين الخيطين °٦٠ ، كما في الشكل المجاور ، ***احسب***



١- مقدار القوى المتبادلة بين الكرتين ؟

٢- شحنة كل منهما ؟

الحــل

١- الكرتان في حالة اتزان بعد التنافر ، يتشكل على إثرها مثلث متساوي الأضلاع تتساوى جميع زواياه ، كل زاوية = °٦٠

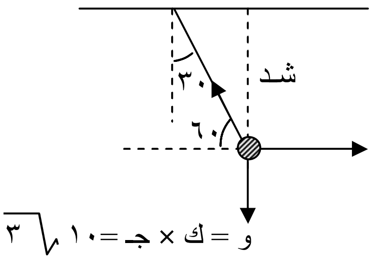
* الجسم متزن :

$\sum \text{ق}_{\text{ص}} = ٠ \Leftarrow \text{ق}_{\text{س ص}} + \text{و}^{-} = ٠$ (نحو الصادي السالب)

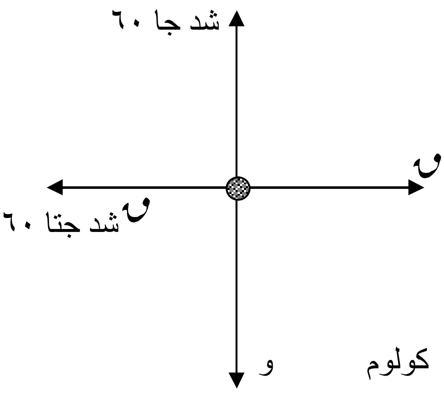
$\therefore$ شد جا ٦٠ = ك جـ .... (١)

$\sum \text{ق}_{\text{س}} = ٠ \Leftarrow \text{ق} + \text{شد س}^{-} = ٠$ (نحو السيني السالب)

$\therefore$ ق = شد جتا ٦٠ .... (٢) ، بقسمة (٢) / (١)



$\dfrac{\text{ق}}{\text{ك} \times \text{جـ}} = \dfrac{\text{شد جتا } ٦٠}{\text{شد جا } ٦٠} = \dfrac{\text{ق}}{\sqrt{٣} \times ١٠} = \dfrac{\frac{١}{٢}}{\frac{\sqrt{٣}}{٢}} \Leftarrow \text{ق} = ١٠$ نيوتن



٢- $\text{ق} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \dfrac{\text{ش}_١ \text{ش}_٢}{\text{ف}^٢}$: لكن الكرتان مشحونتان بنفس الشحنة

$\therefore \text{ش}_١ = \text{ش}_٢ = \text{ش}$

$\therefore \text{ق} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \dfrac{\text{ش}^٢}{\text{ف}^٢} \Leftarrow ١٠ = ٩ \times ١٠^{٩} \times \dfrac{\text{ش}^٢}{٠{,}٠١}$

$\therefore \text{ش}^٢ = \dfrac{٠{,}١}{٩ \times ١٠^{٩}} \Leftarrow \text{ش} = \sqrt{\dfrac{٠{,}١}{٩} \times ١٠^{٩}} = \dfrac{١}{٣} \times ١٠^{-٥}$ كولوم

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

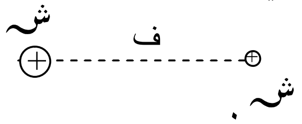
المجال الكهربائي

س٢٧ أعط تعريفاً واضحاً للمجال الكهربائي ؟

- هو الحيز المحيط بالشحنة والذي إن وضعت فيه شحنة أخرى تتأثر بقوة كهربائية .

س٢٨ ما المقصود بالمجال الكهربائي في نقطة ما ؟

- هي القوة التي يؤثر بها ذلك المجال في شحنة اختبار صغيرة وموجبة موضوعة في تلك النقطة مقسومة على مقدار تلك الشحنة .



- من خلال ما سبق وباعتمادنا على الشكل المجاور ،
يمكن التوصل للعلاقة الرياضية للمجال الكهربائي :

$$\text{المجال الكهربائي} = \frac{\text{القـــوة}}{\text{الشحنة الاختبارية}} = \vec{\text{م}} = \frac{\vec{\text{ق}}}{\text{ش}_{.}}$$

، تقاس $\vec{\text{م}}$ بوحدة (نيوتن / كولوم)

س٢٩ ما هي الشحنة الاختبارية ؟

- هي شحنة نقطية صغيرة جداً مستخدمة في دراسة المجال الكهربائي عند نقطة ولها إشارة موجبة (اصطلاحاً)

س٣٠ علل : تكون قيمة الشحنة الاختبارية ($\text{ش}_{.}$) صغيرة جداً مقارنة مع الشحنة النقطية المدروسة ؟

- حتى لا تُحدث تغييراً في المجال المراد قياسه.

- من الشكل الخاص في الشحنة الاختبارية وسط الصفحة ، إذا كانت المسافة بين (ش) النقطية المدروسة و ($\text{ش}_{.}$) الاختبارية مقدارها (ف) فانه و باستخدام قانون كولوم يمكن حساب القوة الكهربائية المتبادلة كما يلي :

$$\text{ق} = \frac{1}{4\pi\in} \times \frac{\text{ش}\ \text{ش}_{.}}{\text{ف}^2}$$

⟸ بتعويض قيمة ق في المعادلة الخاصة بالمجال الكهربائي تصبح معادلة المجال الكهربائي كما يلي :

$$\text{م} = \frac{\text{ق}}{\text{ش}_{.}} \Leftarrow \text{م} = \frac{\left(\frac{1}{4\pi\in} \times \frac{\text{ش}\ \cancel{\text{ش}_{.}}}{\text{ف}^2}\right)}{\cancel{\text{ش}_{.}}} \Leftarrow \text{م} = \frac{1}{4\pi\in} \times \frac{\text{ش}}{\text{ف}^2}$$

وإذا كان الهواء هو الوسط الفاصل أو الفراغ ($\in = \in_{.}$)

$$\therefore \text{م} = 9 \times 10^{9} \times \frac{\text{ش}}{\text{ف}^2}$$

، حيث : ش : النقطة المؤثرة .

س٣١ ما هي العوامل التي يعتمد علها مقدار المجال في نقطة معينة ؟

١- مقدار الشحنة المولدة للمجال تتناسب طردياً مع المجال الكهربائي .

٢- مربع المسافة بين النقطة والشحنة المولدة للمجال تتناسب عكسياً مع المجال الكهربائي .

٣- السماحية الكهربائية للوسط الفاصل تتناسب عكسياً مع المجال الكهربائي .

س٣٢ كيف يمكن وصف المجال الكهربائي ؟

- يمكن ذلك من خلال رسم خطوط وهمية تُدعى " خطوط المجال الكهربائي "

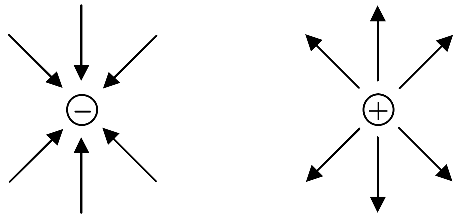
س٣٣ أعط تعريفاً واضحاً لخطوط المجال الكهربائي ؟

- هي المسارات التي تسلكها شحنة الاختبار الموجبة ، حرة الحركة عند وضعها في مجال كهربائي .

⟸ حيث تمثل خطوط المجال الكهربائي مُتجه المجال الكهربائي عند أي نقطة .

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

س٣٤ عدّد خصائص خطوط المجال الكهربائي ؟ أو **ما هي** القواعد اللازمة لرسم خطوط المجال الكهربائي لأي توزيع من الشحنات ؟

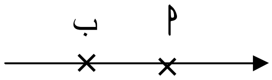


١- تبدو خطوط المجال الكهربائي خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة كما في الشكل التالي :

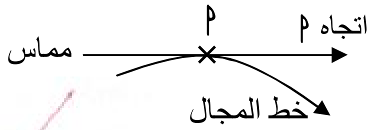
س٣٥ فسّر الخاصية الأولى (تتجه خطوط المجال بعيداً عن الشحنة الموجبة ومتجهة نحو الشحنة السالبة) ؟

- لأن خطوط المجال هي المسارات التي تسلكها الشحنة الاختبارية ، فعند وضعها بالقرب من شحنة موجبة تتنافر فتبتعد عنها وتنجذب نحو السالبة .

٢- ترسم خطوط المجال الكهربائي على شكلين :



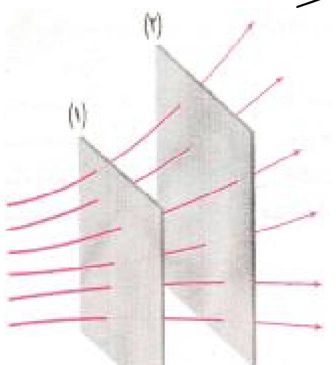
(م) إذا كانت خطوط مستقيمة فان اتجاه المجال في نقطةٍ ما على الخط هو نفس اتجاه ذلك الخط .



(ب) إذا كانت خطوط المجال الكهربائي منحنية فان اتجاه المجال عند نقطةٍ ما مثل م يكون الخط المماسي عند تلك النقطة .

٣- يتناسب عدد خطوط المجال الذي يقطع وحدة المساحة العمودية مع مقدار المجال عند ذلك السطح كما في الشكل المجاور حيث :

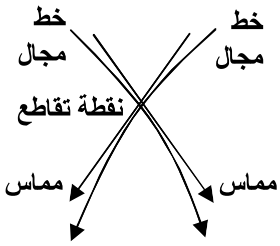
- عند السطح (١) الخطوط أكثر تقارب مما يدل على أن المجال كبير
- عند السطح (٢) الخطوط اقل تقارب مما يدل على أن المجال قليل



خطوط المجـ
التي تخترق سطح ما

٤- خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع . ***علل ذلك ؟***

- لأنه لو تقاطعت خطوط المجال فهذا يعني أن للمجال اتجاهين مختلفين عند نقطة التقاطع وهذا يتنافى مع مفهوم المجال كمتّجه

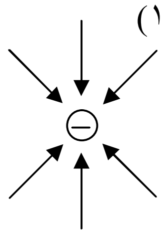
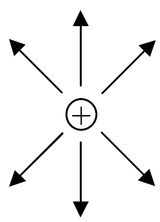
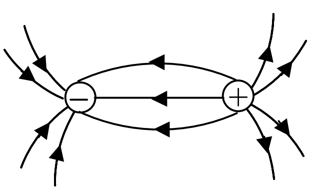


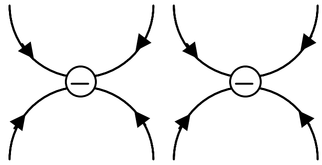
٥- خطوط المجال غير حلقية : لا تخرج من الشحنة وتعود إليها . ***لماذا ؟***

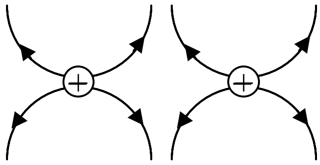
- بسبب تواجد الشحنات بشكل منفرد .

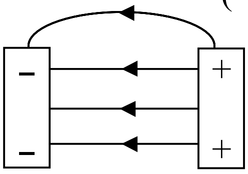
س٣٦ ارسم خطوط المجال الكهربائي في الحالات الآتية :

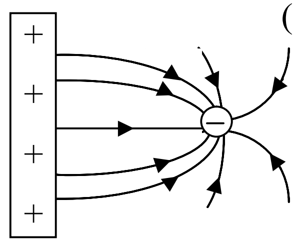
١- شحنة سالبة	٢- شحنة موجبة	٣- شحنتين مختلفتين في النوع
٤- شحنتين سالبتين	٥- شحنتين موجبتين	٦- صفيحتين متوازيتين
٧- شحنة نقطية وصفيحة	٨- صفيحتين مختلفتي الطول	٩- ثلاث شحنات نقطية

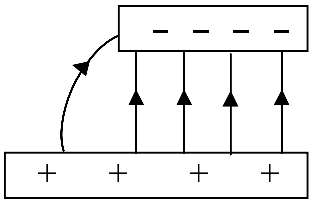
(١)

(٢)

(٣)


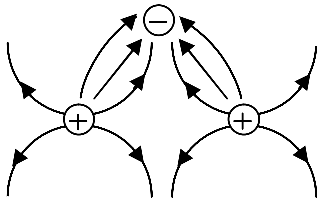
(٤)


(٥)


(٦)


(٧)


(٨)


(٩)


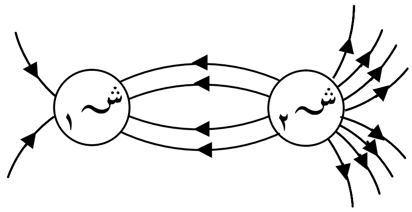
س٣٧ بين كيف يرتبط المجال الكهربائي وخطوط المجال الكهربائي ببعضها من حيث : ١- المقدار ٢- الاتجاه ؟

- يرتبط المجال الكهربائي وخطوط المجال الكهربائي ببعضها :

١- من حيث المقدار : تدل كثافة خطوط المجال الكهربائي في منطقة على مقدار المجال الكهربائي في تلك المنطقة .

٢- من حيث الاتجاه : يدل اتجاه المماس لخط المجال الكهربائي عند أي نقطة على اتجاه المجال الكهربائي عند تلك النقطة .

س٣٨ من الشكل المجاور :



١- حدد نوع كل شحنة .

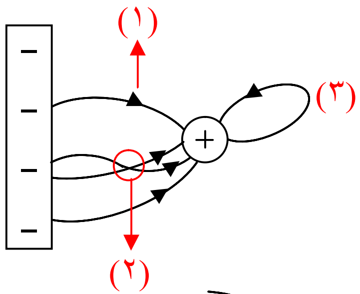
٢- حدد النسبة بين ش١ ، ش٢

١- ش١ (–) ، ش٢ (+)

٢- النسبة بينهما $\frac{\text{ش}_2}{\text{ش}_1} = \frac{\text{ن}_2}{\text{ن}_1} = \frac{12}{6} \Leftarrow \frac{\text{ش}_2}{\text{ش}_1} = \frac{2}{1} = \left[\begin{array}{c} \text{ش}_1 : \text{ش}_2 \\ 1 : 2 \end{array}\right]$

س٣٩ معتمداً على الشكل المجاور وكذلك على معرفتك بخصائص خطوط المجال الكهربائي ،

بين ما هي الأخطاء المرتكبة في الشكل المجاور ؟



- الأخطاء هي :

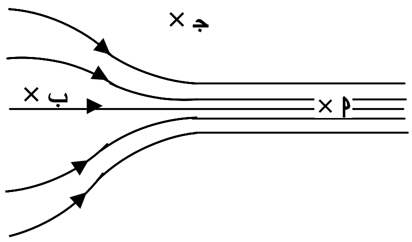
١- اتجاه الخطوط .

٢- تقاطع الخطوط .

٣- الحلقية .

س٤٠ إذا كانت الخطوط المجاورة خطوط لمجال كهربائي ما ،

فرتب النقاط تنازلياً حسب قيمة المجال الأكبر ؟

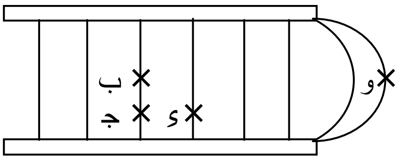


- مـأ > مـب > مـجـ

س٤١ ما المقصود بقولنا أن مقدار المجال المؤثر في نقطة يساوي ٥ نيوتن / كولوم ؟

- أن كل وحدة شحنة ١ كولوم موضوعة في هذه النقطة تتأثر بقوة = ٥ نيوتن .

س٤٢ يمثل الشكل المجاور تخطيطاً للمجال الكهربائي الناشئ عن صفيحتين فلزيتين متوازيتين ، العلوية موجبة والسفلية سالبة ، ***اعتماداً على الشكل اجب عما يأتي :***



١- ما اتجاه المجال عن النقطتين (ب ، و) ؟

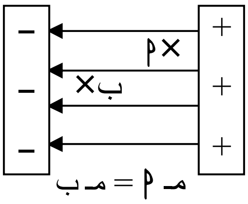
٢- أي النقاط المثبتة على الشكل اصغر مجالاً وأيهما اكبر مجالاً ؟

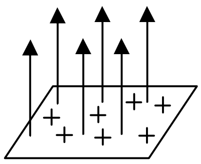
- ١- من الأعلى (+) إلى الأسفل (–)

٢- المجال عند (و) اصغر ما يمكن ، بينما المجال عند (د ، جـ ، ب) متساو لأنها داخل مجال منتظم .

أنواع المجال الكهربائي

(أ) مجال كهربائي منتظم : هو المجال الذي له نفس المقدار والاتجاه في كل نقطة من المجال .





- نحصل على مجالات كهربائية منتظمة من صفيحة لانهائية الأبعاد مشحونة بشحنة موزعة عليها بانتظام أو صفيحتين مشحونتين متوازيتين .

س٤٣ *كيف* نستدل على المجال المنتظم ؟

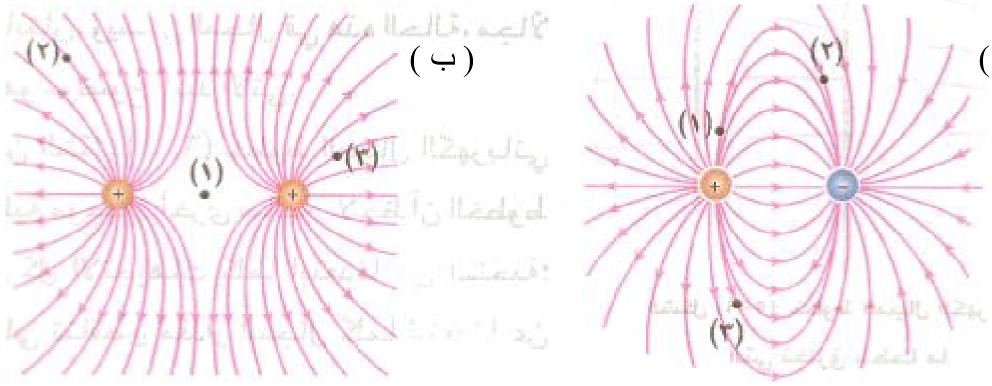
- ١- من خلال توازي خطوط المجال .

٢- تساوي البعد بين خطوط المجال .

(ب) مجال كهربائي غير منتظم : هو المجال الذي يكون كل من مقداره واتجاهه متغير من نقطة لأخرى

- ويمكن الاستدلال على المجال غير المنتظم من خلال : تباعد خطوط المجال وعدم توازيه ، كالناشئ عن الشحنات النقطية .

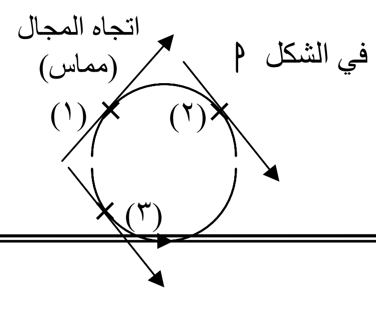
س٤٤ معتمداً على الشكلين التاليين ***اجب عما يلي :***

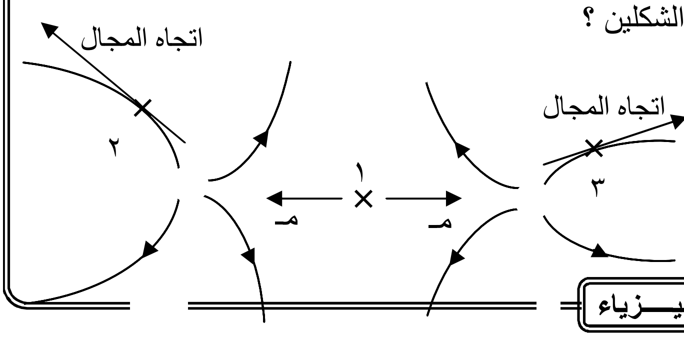


١- حدد نقطة يكون مقدار المجال الكهربائي عندها اكبر ما يمكن في الشكل (أ) ؟ ⟸ النقطة (١)

٢- حدد نقطة ينعدم عندها المجال في الشكل (ب) ؟ ⟸ النقطة (١)

٣- حدد اتجاه المجال الكهربائي عند النقاط (١) ، (٢) ، (٣) في كلا الشكلين ؟





أمثلة ومسائل على المجال الكهربائي

٣٣) شحنة كهربائية مقدارها $^+$٦ ميكروكولوم موضوعة في مجال كهربائي عند نقطة فتأثرت بقوة كهربائية مقدارها ٣ × ١٠$^{-٣}$ نيوتن ، ***احسب :***

١- المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة ؟

٢- ما القوة المؤثرة في شحنة مقدارها $^+$٢ ميكروكولوم إذا وضعت عند نفس النقطة في المجال ؟

الحـــل

١- $مـ = \frac{ق}{شـ_١} = \frac{٣ \times ١٠^{-٣}}{٦ \times ١٠^{-٦}} = ٥ \times ١٠^{٢}$ نيوتن .

٢- $ق = مـ \, شـ_٢ = ٥ \times ١٠^{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٦} = ١ \times ١٠^{-٣}$ نيوتن .

---

٣٤) *ما* مقدار المجال الكهربائي الذي يؤثر في إلكترون بقوة وزنه ، علماً بان كتلة الإلكترون ٩,١ × ١٠$^{-٣١}$ كغم ، وشحنته $^-$١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم وسارع السقوط الحر جـ = ١٠ م / ث^٢ ؟

الحـــل

$مـ = \frac{ق}{شـ_.}$ لكن $ق = و = ك \times جـ$

$\therefore \; مـ = \frac{ك_e \times جـ}{شـ_e} = \frac{٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times ١٠}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٥,٧ \times ١٠^{-١١}$ N / كولوم

---

٣٥) *اوجد* المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة مقدارها $^-$ ٢ نانوكولوم وموضوعه في الهواء عند كل من النقاط التي تبعد المسافات التالية : ﻫ ـ ١٠ سم ب ـ ٢٠ سم

الحـــل

ﻫ ـ $مـ = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{شـ}{ف^٢} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٢ \times ١٠^{-٩}}{١٠٠ \times ١٠^{-٤}} = ١٨ \times ١٠^{+٢}$ نيوتن / كولوم .

انتبه : المجال كمية متجهه فلذالك دائماً نعوض القيمة المطلقة للشحنة .

ب ـ $مـ = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{شـ}{ف^٢} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-٩}}{٤٠٠ \times ١٠^{-٤}} = ٤٥٠$ نيوتن / كولوم .

---

٣٦) *كم* مرة ستتناقص قيمة المجال عندما تزداد المسافة (ف) بين نقطة وشحنته (شـ) بمقدار ٤ مرات إذا كان الهواء هو الوسط الفاصل ؟

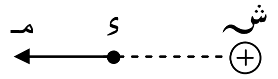
الحـــل

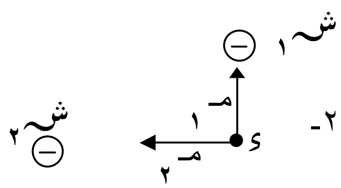
سيتناقص المجال ١٦ مرة ($مـَ = \frac{مـ}{١٦}$)

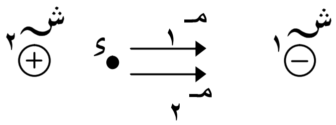
إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

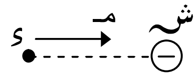
* المجال الكهربائي كمية متجهة فنحتاج عند حساب محصلة المجال إلى تحديد الاتجاه ، ونعتمد في تحديد الاتجاه على خصائص خطوط المجال الكهربائي .

فمثلاً : حدّد اتجاه المجال الكهربائي عند النقطة ء فيما يلي :

١- 

٢- 

٣- 

٤- 

٣٧) شحنتان نقطيتان مقدارهما على التولي :

(+ ١ ، – ٤) نانوكولوم موضوعتان في الهواء والمسافة بينهما ١٢ سم ، ***احسب*** :

١- شدة المجال عند نقطة تقع في منتصف المسافة ؟ واتجاهه ؟

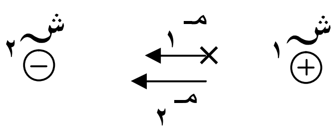
٢- القوة المحصلة المؤثرة في شحنة نقطية مقدارها – $١ × ١٠^{-١٢}$ كولوم وُضعت في منتصف المسافة بين الشحنتين؟ وحدد اتجاها؟

الحـــل

- نعامل المجال كما تم التعامل مع القوة فعند حساب المحصلة اذا كانت :-

أ – المجالات بنفس الاتجاه نجمع .   ب – عكس الاتجاه نطرح .

جـ - متعامدة نتعامل مع فيثاغوروس   ء – مائلة نحلل إلى مركبات



١- لتحديد اتجاه المجال نعتمد على اتجاه خطوط المجال :-

- الشحنة (+) يكون الخط من النقطة المؤثرة عليها وبشكل مبتعد عن الشحنة .
- الشحنة (–) يكون الخط من النقطة المؤثرة عليها وبشكل مقترب من الشحنة .

$م_١ = ٩ × ١٠^{٩} × \frac{ش_١}{ف^٢} = ٩ × ١٠^{٩} × \frac{١ × ١٠^{-٩}}{٣٦ × ١٠^{-٤}} = ٢,٥ × ١٠^{٣}$ نيوتن / كولوم

$م_٢ = ٩ × ١٠^{٩} × \frac{ش_٢}{ف^٢} = ٩ × ١٠^{٩} × \frac{٤ × ١٠^{-٩}}{٣٦ × ١٠^{-٤}} = ١٠ × ١٠^{٣}$ نيوتن / كولوم

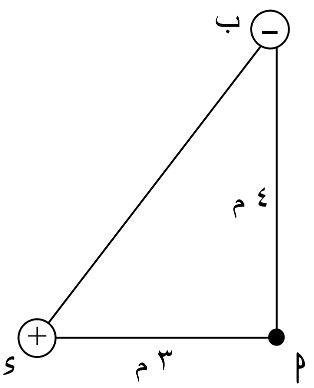
$∴ م_{المحصلة} = م_١ + م_٢ = ٢,٥ × ١٠^{٣} + ١٠ × ١٠^{٣} = ١٢,٥ × ١٠^{٣}$ نيوتن / كولوم

٢- $ق = م_{المحصلة} × ش = ١٢,٥ × ١٠^{٣} × ١ × ١٠^{-١٢} = ١,٢٥ × ١٠^{-٨}$ نيوتن

٣٨) م ب ء مثلث قائم الزاوية في ا ، وضعت كرتان معدنيتان متماثلتان بحيث يقع مركزهما عند النقطتين (ب ، ء) ، شحنت ب بشحنة مقدارها (ـ ١٦) نانوكولوم و ء شحنت بشحنة مقدارها (+ ٥) نانوكولوم ، ***احسب :***

١- المجال عن النقطة م مقداراً واتجاهاً ؟

٢- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها + ٢ نانوكولوم موضوعة عند م إذا كان الهواء هو الوسط الفاصل بين الشحنتين ؟



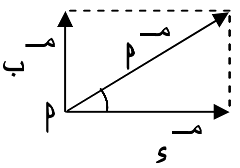
الحــل

$$\text{مـ} = 9\times10^{9}\times\frac{\text{ش}}{\text{ف}^2}$$

١- $\text{مـ}_1 = 9\times10^{9}\times\frac{16\times10^{-9}}{16} = 9\ N/C$

$\text{مـ}_2 = 9\times10^{9}\times\frac{5\times10^{-9}}{9} = 5\ N/C$

$\text{مـ}_{\text{م}} = \sqrt{\text{مـ}_1^2+\text{مـ}_2^2} = \sqrt{25+81} = \sqrt{106}\ N/C$



$\Longleftarrow \theta = \text{ظا}^{-1}\left(\frac{\text{مـ ب}}{\text{مـ ء}}\right) = \text{ظا}^{-1}\left(\frac{9}{5}\right) \simeq 60$ في الربع الأول .

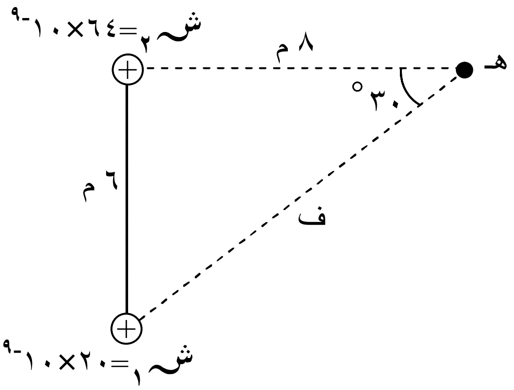
٢- $\text{ق}_{\text{م}} = \text{مـ}_{\text{م}}\ \text{ش} = \sqrt{106}\times2\times10^{-9} = 2\sqrt{106}\times10^{-9}\ N$

---

٣٩) شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء كما في الشكل المجاور ، ***احسب :***

١- المجال الكهربائي عند النقطة (هـ) ؟

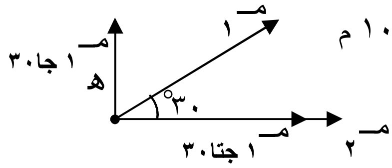
٢- القوة المؤثرة في شحنة (ـ ١) بيكوكولوم وضعت عند هـ ؟



الحــل

(١)

$\text{مـ} = \frac{9\times10^{9}\times\text{ش}}{\text{ف}^2}$ | $\text{ف} = \sqrt{8^2+6^2} = 10$ م



$\text{مـ}_1 = \frac{9\times10^{9}\times20\times10^{-9}}{100} = 1.8$ نيوتن / كولوم

$\text{مـ}_{1\text{س}} = \text{مـ}_1$ جتا $30 = 1.8\times0.87 = 1.6$ نيوتن / كولوم

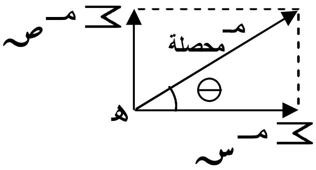
$\text{مـ}_{1\text{ص}} = \text{مـ}_1$ جا $30 = 1.8\times0.5 = 0.9$ نيوتن / كولوم

$\text{مـ}_2 = 9\times10^{9}\times\frac{64\times10^{-9}}{64} = 9$ نيوتن / كولوم

$\sum \text{مـ}_{\text{س}} = \text{مـ}_2 + \text{مـ}_1$ جتا $30 = 9 + 1.6 = 10.6$ نيوتن / كولوم

$\sum \text{مـ}_{\text{ص}} = \text{مـ}_1$ جا $30 = 0.9$ نيوتن / كولوم

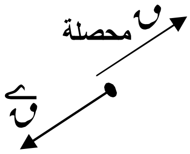
$\vec{م} = \sqrt{(\sum م_س)^٢ + (\sum م_ص)^٢} = \sqrt{(١٠,٦)^٢ + (٠,٩)^٢} = ١٠,٦$ نيوتن / كولوم



لتحديد الاتجاه :

$\theta = ظا^{-١}\left(\frac{م_ص}{م_س}\right) = ظا^{-١}\left(\frac{٠,٩}{١٠,٦}\right) = ٤,٩$

(٢)



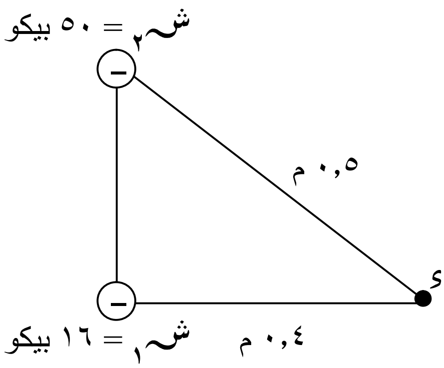
$ق_هـ = م_هـ \, ش_هـ = ١٠,٦ \times ١ \times ١٠^{-١٢} = ١٠,٦ \times ١٠^{-١٢}$ نيوتن

وتتجه القوة بشكل معاكس لاتجاه المحصلة .

---

٤٠) معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل المجاور ،

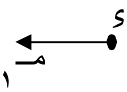
احسب محصلة المجال الكهربائي المؤثر في النقطة ء مقداراً واتجاهاً ؟



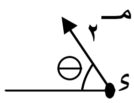
الحـــل

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

$م_١ = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{١٦ \times ١٠^{-١٢}}{٠,١٦} = ٠,٩$ N / كولوم



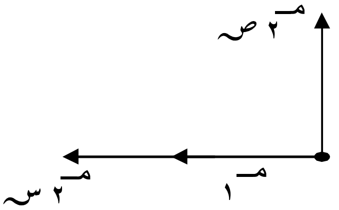
$م_٢ = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٥٠ \times ١٠^{-١٢}}{٠,٢٥} = ١,٨$ N / كولوم



$م_{٢س} = م_٢ \text{ جتا}\theta = ١,٨ \times \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = ١,٨ \times \frac{٠,٤}{٠,٥} = {}^{-}١,٤٤$ N / كولوم

$م_{٢ص} = م_٢ \text{ جا}\theta = ١,٨ \times \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} \Longleftarrow \text{المقابل} = \sqrt{(٠,٢٥)^٢ - (٠,١٦)^٢} = \sqrt{٠,٠٩} = ٠,٣$م

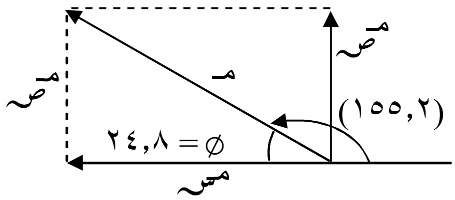
$= ١,٨ \times \frac{٠,٣}{٠,٥} \quad ١,٠٨$ N / كولوم



$م = \sqrt{م_س^٢ + م_ص^٢} \Longleftarrow$ نحسب $م_س = م_١ + م_{٢س}$

$= {}^{-}٠,٩ + {}^{-}١,٤٤ = {}^{-}٢,٣٤$ N / كولوم

$\therefore م = \sqrt{({}^{-}٢,٣٤)^٢ + (١,٠٨)^٢} = ٢,٨$ N / كولوم



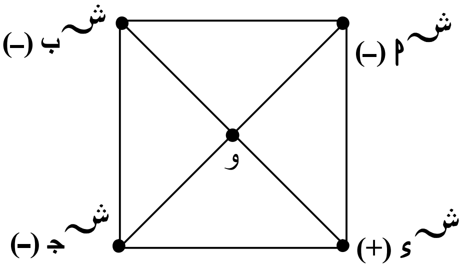
اتجاه المحصلة : $ظا \, \varnothing = \frac{م_ص}{م_س} = \frac{١,٠٨}{{}^{-}٢,٣٤} = {}^{-}٠,٤٦$

$\varnothing = ظا^{-١}(٠,٤٦) = {}^{-}٢٤,٨$

$\Longleftarrow \theta = ظا^{-١}(٠,٤٦) = {}^{-}٢٤,٨ + ١٨٠ = ١٥٥,٢$ مع $س^{+}$

---

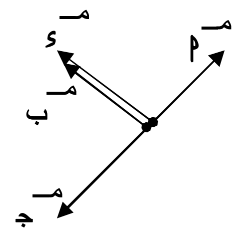
٤١) (٢ ب جـ ء) مربع طول ضلعه (٢ سم) وضعت أربع شحنات متساوية مقداراً ومقدارها (٦×١٠^{-٦} كولوم) على رؤوس المربع ، إذا كانت ٣ شحنات سالبة وواحدة موجبة ،***احسب*** شدة المجال الكهربائي عند نقطة تلاقي قطري المربع ؟



إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال ـ ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

الحـــل

من نظرية فيثاغوروس : أ جـ = $\sqrt{٢^{٢} + ٢^{٢}} = ٢\sqrt{٢}$ سم = ب ى



أ و = ب و = جـ و = ى و = $\sqrt{٢}$ سم

$$\text{مـ}_{\text{أو}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\text{ش}}{\text{ف}^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٦ \times ١٠^{-٦}}{(\sqrt{٢} \times ١٠^{-٢})^{٢}} = ٢٧ \times ١٠^{٧}\ N/C$$

- بالمناظرة :

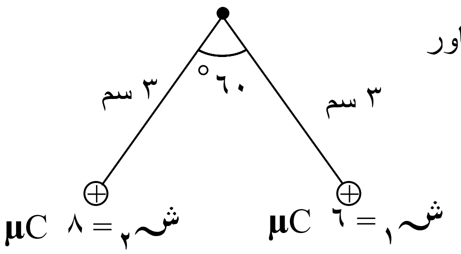
$$\text{مـ}_{\text{بو}} = \text{مـ}_{\text{ىو}} = \text{مـ}_{\text{جو}} = \text{مـ}_{\text{أو}}$$

∴ محصلة ($\text{مـ}_{\text{أ}}$ ، $\text{مـ}_{\text{جـ}}$) = صفر ⟸ متعاكسين

$\text{مـ} = \text{مـ}_{\text{ب}} + \text{مـ}_{\text{ى}} = ٥٤ \times ١٠^{٧}\ N/C$ نحو ش ب

---

٤٢) ***احسب*** محصلة المجال الكهربائي عند النقطة ى معتمداً في ذلك على الشكل المجاور



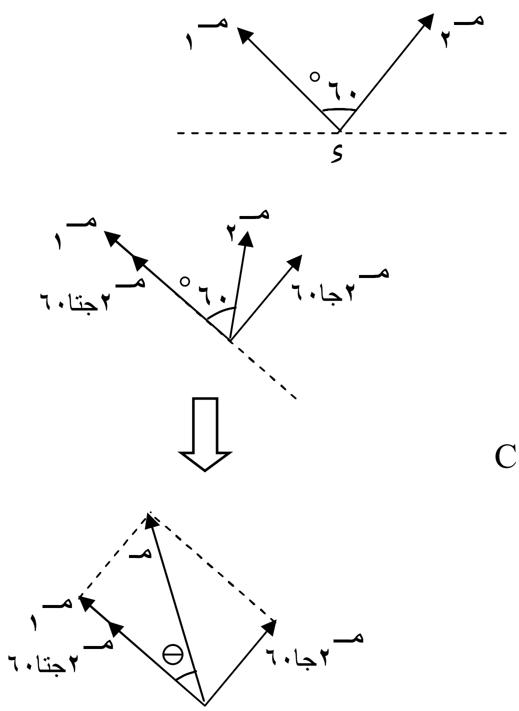
الحـــل

تتعرض ى لمجالين من (ش١) و من (ش٢)

$$\text{مـ} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\text{ش}}{\text{ف}^{٢}}$$

$$\text{مـ}_{١} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٦ \times ١٠^{-٦}}{٩ \times ١٠^{-٤}} = ٦ \times ١٠^{٧}\ N/C$$

$$\text{مـ}_{٢} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٨ \times ١٠^{-٦}}{٩ \times ١٠^{-٤}} = ٨ \times ١٠^{٧}\ N/C$$



سأقوم بتحليل احد المتجهين بالنسبة للآخر على فرض أن (مـ١) محور

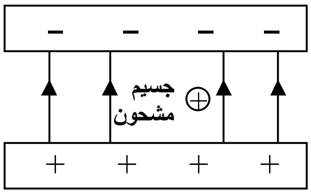
فنقوم بتحليل مـ٢ بالنسبة لـ مـ١ كما يلي :

$$\text{مـ}_{٢}\ \text{جا}\ ٦٠ = ٨ \times ١٠^{٧} \times ٠{,}٨٧ = ٦{,}٩٦ \times ١٠^{٧}\ N/C$$

$$\text{مـ}_{٢}\ \text{جتا}\ ٦٠ = ٨ \times ١٠^{٧} \times ٠{,}٥ = ٤ \times ١٠^{٧}\ N/C$$

$$\text{مـ} = \sqrt{(٦{,}٩٦ \times ١٠^{٧})^{٢} + (٤ \times ١٠^{٧} + ٦ \times ١٠^{٧})^{٢}} = ١{,}٢ \times ١٠^{٨}\ N/C$$

$$\theta = \text{ظا}^{-١}\left(\frac{\text{مـ}_{٢}\ \text{جا}\ ٦٠}{\text{مـ}_{٢}\ \text{جتا}٦٠ + \text{مـ}_{١}}\right) = \text{ظا}^{-١}\left(\frac{٦{,}٩٦ \times ١٠^{٧}}{١٠ \times ١٠^{٧}}\right) \cong ٣٥^{\circ}$$

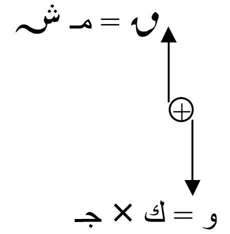


٤٣) *اتزن* جسيم شحنته (٣ نانوكولوم) عند وضعه في مجال كهربائي منتظم شدته ١ × ١٠ ^{٦} نيوتن / كولوم كما في الشكل المجاور ، ***اجب عما يلي :***

١- حدد اتجاه القوى المؤثرة في الجسيم .

٢- ما مقدار كتلة الجسيم .

الحـــل



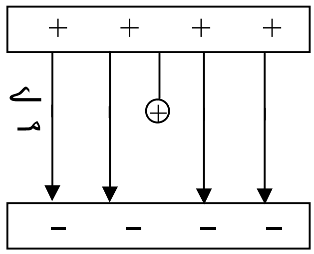
١- يمكن تحديد الاتجاه كما يلي :

انتبه : - الجسيم الموجب يتعرض لقوة كهربائية بنفس اتجاه خطوط المجال الكهربائي .

- والسالب بعكسها .

٢- ق = و ، مـ شـ = ك × جـ ⟸ ك = $\frac{\text{مـ شـ}}{\text{جـ}}$

= $\frac{١ \times ١٠^{٦} \times ٣ \times ١٠^{-٩}}{١٠}$ = ٣ × ١٠ $^{-٤}$ كغم

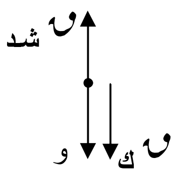


٤٤) *شحنت* صفيحتين متوازيتين كما في الشكل المجاور ، إذا عُلقت كرة موجبة الشحنة مقدارها ١٠ ملي كولوم ، إذا كانت شدة المجال الكهربائي (٠,٣× ١٠ ^{٣}) نيوتن / كولوم وكانت كتلة الكرة ٨٠٠ غم ، ***احسب ما يلي :***

١- قوة الشد في الخيط ؟

٢- قوة الشد في الخيط إذا شحنت الكرة بنفس مقدار الشحنة السابقة ولكن نوعها سالب ؟

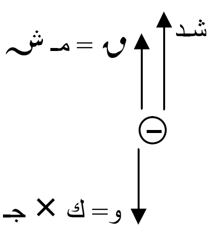
الحـــل



ك = ٨٠٠× ١٠ $^{-٣}$ = ٠,٨ كغم

١- ∑ ق ص = ٠ ⟸ ق شد = ق ك + و = (مـ شـ) + (ك × جـ)

= (٠,٣× ١٠ ^{٣} ×١٠×١٠ $^{-٣}$) + ٠,٨×١٠ = ١١ نيوتن

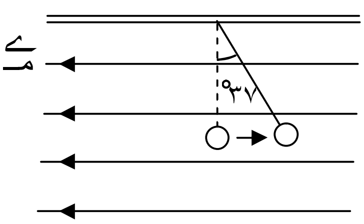


٢- شـد + ق = و

شد = و – ق = ك جـ – مـ شـ = ٨ – ٣ = ٥ نيوتن

---

٤٥) علقت كرة مشحونة كتلتها ١٠٠ غم في مجال كهربائي منتظم شدته ٣ × ١٠ ^{٣} نيوتن / كولوم إذا انحرفت الكرة كما هو مبين على الرسم المجاور حيث استقرت عنده ، ***اجب عما يلي :***



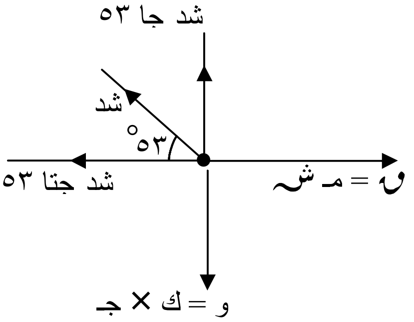
١- ما نوع شحنة الكرة ؟ و لماذا ؟

٢- ما مقدار شحنة الكرة ؟

* جا ٣٧ = ٠,٦ * جا ٥٣ = ٠,٨

* جتا ٣٧ = ٠,٨ * جتا ٥٣ = ٠,٦

الحــل



١- سالبة : لأنها تحركت بعكس اتجاه خطوط المجال الكهربائي .

٢- ∑ ق ص = ٠ ، شد (ص) = و

شد جا ٥٣ = ك × جـ .... (١)

∑ ق س = ٠ ، شد (س) = ق

شد جتا ٥٣ = مـ س .... (٢)

بقسمة (٢) / (١) $\frac{\text{شد جتا ٥٣}}{\text{شد جا ٥٣}} = \frac{\text{مـ س}}{\text{ك × جـ}} \Leftarrow \frac{\text{٣ × ١٠}^{\text{٣}} \text{ × س}}{\text{١٠٠ × ١٠}^{\text{-٣}} \text{× ١٠}} = \frac{\text{٠,٦}}{\text{٠,٨}}$

$\Leftarrow$ ش = ٢٥×١٠$^{-٥}$ كولوم

حركة جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم

نعلم بان الشحنة الموجبة تتحرك بنفس اتجاه خطوط المجال والسالبة بعكس اتجاه خطوط المجال ، فلو وضع جسيم يحمل شحنة مقدارها ش ونوعها (+) مثلاً ، في مجال منتظم لتأثر بقوة مقدارها : ق = مـ ش .

- يمكن أن يتحرك الجسيم في بُعد واحد ويمكن ان يتحرك في بعدين .
- **أولاً : الحركة في بُعد :**

(أ) إذا كانت سرعته ثابتة ف = ع × ز حيث : ف : المسافة المقطوعة وتقاس بوحدة م

ع : سرعة الجسيم وتقاس بوحدة م / ث

ز : الزمن وتقاس بوحدة ث

(ب) إذا كانت سرعته متغير أي :

١- عندما يتحرك جسيم داخل مجال كهربائي منتظم بتأثير قوة كهربائية ثابتة المقدار و الاتجاه فانه سيكتسب تسارعاً منتظماً وذلك حسب قانون نيوتن الثاني (حيث يتناسب التسارع المكتسب طردياً مع مقدار محصلة القوى المؤثرة فيه)

رياضياً : ق = مـ س = ك × ت $\Leftarrow$ ت = $\frac{\text{مـ س}}{\text{ك}}$

٢- ويمكن وصف حركة الجسيم باستخدام معادلات الحركة :

١- ع = ع$_{\text{.}}$ + ت ز حيث : ت : التسارع وتقاس بوحدة م / ث^{٢}

٢- ع^{٢} = ع$_{\text{.}}^{٢}$ + ٢ ت ف ع : السرعة النهائية

٣- ف = ع$_{\text{.}}$ز + $\frac{١}{٢}$ ت ز^{٢} ع$_{\text{.}}$: السرعة الابتدائية

٣- يمكن قياس الشغل حسب العلاقة :

ش = ق × ف × جتاθ حيث : ش : الشغل ويقاس بوحدة جول ، θ : الزاوية بين (ق ، ف)

٤- إذا تحرك الجسيم من السكون فان : ع$_{\text{.}}$ = ٠ $\Leftarrow$ ت (+)

إذا توقف الجسيم المتحرك فان : ع = ٠ $\Leftarrow$ ت (–)

٤٦) جسيم كتلته ١ غم ، يحمل شحنة موجبة مقدارها $^{+}$١٠ ميكروكولوم ، يتحرك من السكون بتأثير مجال كهربائي منتظم مقداره ١×١٠^{٥} نيوتن / كولوم ، ***احسب :***

١- القوة التي يؤثر بها المجال على الجسيم .
٢- تسارع الجسيم .
٣- السرعة النهائية للجسيم عندما يقطع ٢٠ سم .
٤- الشغل الذي يبذله المجال .
٥- بيّن أين ذهب هذا الشغل ؟

الحـــل

١- ق = مـ شـ = $١ \times ١٠^{٥} \times ١٠ \times ١٠^{-٦}$ = ١ نيوتن

٢- ت = $\frac{مـ\ شـ}{ك}$ = $\frac{١ \times ١٠^{٥} \times ١٠ \times ١٠^{-٦}}{١ \times ١٠^{-٣}}$ = ١×١٠^{٣} م / ث^{٢}

٣- نستخدم إحدى معادلات الحركة التي تنطبق مع معطيات المثال :

ع^{٢} = ع$_{٠}^{٢}$ + ٢ ت ف = صفر + ٢ × ١×١٠^{٣} × ٠,٢ = ٤٠٠

∴ ع = $\sqrt{٤٠٠}$ = ٢٠ م / ث ⟸ لاحظ { ع$_{٠}$ = صفر } بدأ من السكون .

٤- الشغل المبذول = ق . ف جتا θ ⟸ (θ = ٠) الحركة أفقية وبنفس اتجاه مـ

= ١ × ٠,٢ × جتا ٠ = ٠,٢ جول

٥- ذهب الشغل في زيادة سرعة الجسيم .

---

٤٧) أطلق جسيم سالب مشحون بسرعة مقدارها (٤×١٠^{٤} م / ث) ، وبصورة موازية لمجال كهربائي شدته ١٠٠ C / N وبنفس اتجاهه ، أذا علمت بان كتلته تساوي ٥×١٠^{-١٦} كغم وشحنته ٢×١٠^{-٨} كولوم ، ***احسب ما يلي*** (مهملاً الجاذبية) :

١- طول المسافة التي يقطعها الإلكترون في المجال حتى يتوقف .
٢- ما مقدار الزمن اللازم لذلك .
٣- الشغل المبذول على الإلكترون
٤- لوحظ بان الإلكترون يتباطأ . فسر ذلك ؟

الحـــل

* ابتداءً يجب حساب التسارع : ت = $\frac{مـ\ شـ}{ك}$ = $\frac{-١٠٠ \times ٢ \times ١٠^{-٨}}{٥ \times ١٠^{-١٦}}$ = $^{-}٤٠ \times ١٠^{+٨}$ م / ث^{٢}

- **انتبه :** الجسيم يتباطأ لذلك يجب إضافة إشارة سالبة على ت

١- ع^{٢} = ع$_{٠}^{٢}$ + ٢ ت ف = (٤×١٠^{٤})^{٢} + (٢ × $^{-}٤٠ \times ١٠^{+٦}$ × ف) ⟸ ف = $\frac{١٦ \times ١٠^{٨}}{٨٠ \times ١٠^{٨}}$ = ٠,٢ م

٢- ع = ع$_{٠}$ + ت ز = ٤×١٠^{٤} + $^{-}٤٠ \times ١٠^{٨}$ ز

ز = $٠,١ \times ١٠^{-٤}$ ثانية

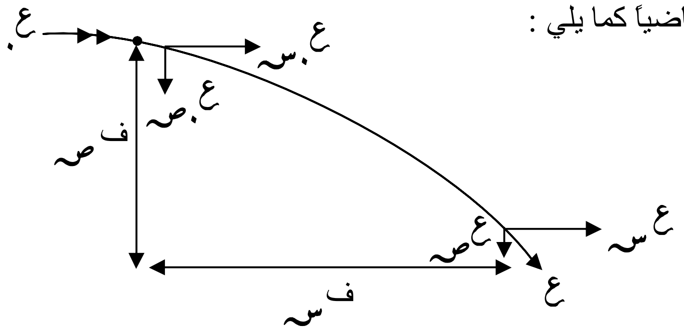
٣- ش = ق ف جتا θ = مـ شـ × ف × جتا ٠ = ١٠٠ × ٢×١٠^{-٨} × ٠,٢ × ١ = ٤٠×١٠^{-٨} جول

٤- لان المجال الكهربائي سيبذل شغلاً على الجسيم السالب حتى يتحرك بشكل معاكس لاتجاه خطوط المجال (إعادته لحركته الطبيعية)

• ثانياً الحركة في بعدين :

١- عندما يتحرك الجسيم في بعدين فله تأشير على المحور السيني وآخر على المحور الصادي ويمكن توضيحه كما يلي :

٢- يمكن وصف الحركة رياضياً كما يلي :



أفقيـــاً

١- القوة أفقياً = صفر

٢- $ت_{س}$ = صفر

٣- $ع_{.} = ع_{.س} = ع_{س}$

[السرعة الأفقية ثابتة]

٤- $ف_{س} = ع_{.} \times ز$

عموديـــاً

١- القوة الكهربائية مؤثرة

٢- التسارع مؤثر ، وبحال إهمال الجاذبية :

أ) $ت_{ص} = \frac{مـ س}{ك}$

ب) $ع_{.ص}$ = صفر

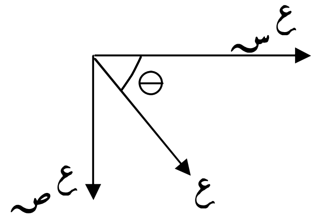
ج) $ع_{ص} = ع_{.ص} + (ت \times ز) = ت \times ز$

د) $ف_{ص} = (ع_{.ص} \times ز) + (\frac{1}{2} ت \times ز^{2}) = \frac{1}{2} ت ز^{2}$

٣- يلاحظ من الشكل أعلاه أن السرعة النهائية ع مائلة فيمكن :

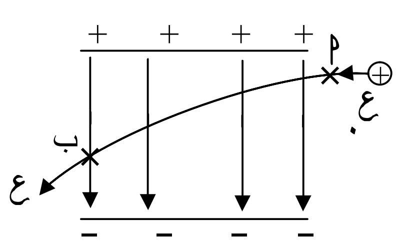
أ) حساب مقدارها : $ع = \sqrt{ع_{س}^{2} + ع_{ص}^{2}}$

ب) تحديد اتجاهها : $\theta = ظا^{-1} \left(\frac{ع_{ص}}{ع_{ص}} \right)$



---

٤٨) دخل جسيم شحنته ($^{+}٤ \times ١٠^{-١٤}$ كولوم) إلى مجال منتظم شدته (٤×١٠^{٤} نيوتن/كولوم) كما هو موضح في الشكل المجاور ، فإذا دخل بسرعة (٤×١٠^{٦} م / ث) وكتلته (١×١٠^{-٢٤} كغم) واحتاج إلى ($٠,٢ \times ١٠^{-٨}$ ثانية) حتى ينتقل من (أ ⟵ ب)



احسب ما يلي :

١- عرض المجال المنتظم .   ٢- الإزاحة العمودية .   ٣- السرعة عند (ب)

الحــل

* ابتداءً يجب حساب ($ت_{ص}$)

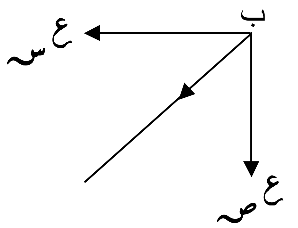
$$ت_{ص} = \frac{مـ س}{ك} = \frac{٤ \times ١٠^{٤} \times ٤ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-١٤}} = -١٦ \times ١٠^{+١٤} \text{ م / ث}^{٢}$$

تدل الإشارة على الاتجاه نحو الصادات السالب .

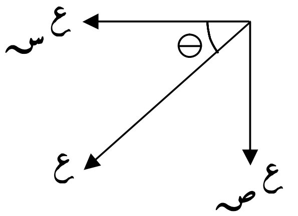
١- ف$_{س}$ = ع × ز ⟸ ع = ع$_{.س}$ = ع س = ٢ × ١٠^{٦} م / ث (حيث ف$_{س}$ = ٠)
= ٢ × ١٠^{٦} × ٠,٢ × ١٠$^{-٨}$ = ٠,٤ × ١٠$^{-٢}$ م

٢- ف$_{ص}$ = ع$_{.ص}$ × ز + $\frac{١}{٢}$ ت$_{ص}$ ز^{٢}
= ٠ + $\frac{١}{٢}$ × ‎-‎١٦ × ١٠^{١٤} × (٠,٢ × ١٠$^{-٨}$)^{٢}
= ‎-‎٣,٢ × ١٠$^{-٣}$ م

٣- ع$_{ب}$ = $\sqrt{ع_{س}^{٢} + ع_{ص}^{٢}}$



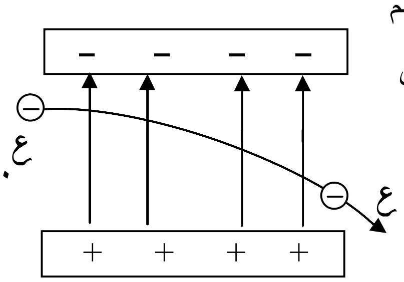
ع$_{س}$ = ع$_{.س}$ = ‎-‎٢ × ١٠^{٦} م / ث (لأنه نحو س‎-‎)
ع$_{ص}$ = ع$_{.ص}$ + ت$_{ص}$ ز = ٠ ـ ١٦ × ١٠^{١٤} × ٠,٢ × ١٠$^{-٨}$ = ‎-‎٣,٢ × ١٠^{٦} م / ث
ع$_{ب}$ = $\sqrt{(‎-‎٢ × ١٠^{٦})^{٢} + (‎-‎٣,٢ × ١٠^{٦})^{٢}}$ = ٣,٧٦ × ١٠^{٦} م / ث



* اتجاه ∅ = ظا$^{-١}$ ($\frac{ع_{ص}}{ع_{س}}$) = ظا$^{-١}$ ($\frac{‎-‎٣,٢ × ١٠^{٦}}{‎-‎٢ × ١٠^{٦}}$) = ٥٨
⊖ = ∅ + ١٨٠ = ٢٣٨ (مع محور السينات الموجب)

---

٤٩) دخل إلكترون بسرعة (٣,٤×١٠^{٦} م / ث) بالاتجاه السيني الموجب في منطقة مجال منتظم شدته (٥٢٠ نيوتن / كولوم) فتحرك مسافة أفقية قدرها (٤٥ ملم) ، فإذا كانت كتلة الإلكترون (٩,١١×١٠$^{-٣١}$ كغم) ، وشحنته (١,٦×١٠$^{-١٩}$ كولوم) ، مهملاً الجاذبية ، ***احسب :***
١- الإزاحة العمودية التي يتحركها الإلكترون داخل المجال .
٢- سرعة الإلكترون عند مغادرته المجال .



الحـــل

ت$_{س}$ = ٠ ، ت$_{ص}$ = $\frac{م س}{ك}$ = $\frac{٥٢٠ × ١,٦ × ١٠^{-١٩}}{٩,١١ × ١٠^{-٣١}}$ = ‎-‎٩,١٣ × ١٠^{١٣} م / ث^{٢} (نحو الصادي السالب)
نحتاج لحساب ز : ف$_{ص}$ = ع$_{س}$ × ز = ٣,٤ × ١٠^{٦} × ز = ٤٥ × ١٠$^{-٣}$
⟸ ز = ١,٣٢ × ١٠$^{-٨}$ ث

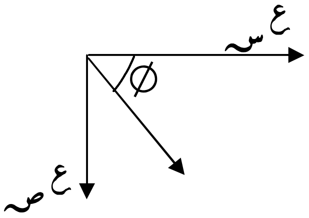
١- ف$_{ص}$ = ع$_{.ص}$ × ز + $\frac{١}{٢}$ ت$_{ص}$ ز^{٢}
= ٠ + ($\frac{١}{٢}$ × ‎-‎٩,١٣ × ١٠^{٣١} × ١,٣٢ × ١٠$^{-٨}$)^{٢} = ٨ × ١٠$^{-٣}$ م

٢- ع = $\sqrt{ع_{ص}^{٢} + ع_{س}^{٢}}$

ع$_{س}$ = ع$_{.س}$ = ٣,٤ × ١٠^{٦} م / ث

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال ـ ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

ع$_{ص}$ = ع$_{ص٠}$ + ت ز = ٠ ـ (٩,١٣ × ١٠^{١٣} × ١,٣٢ × ١٠$^{-٨}$) = $^{-}$٦,٢ × ١٠^{٦} م / ث (نحو الصادات السالب)

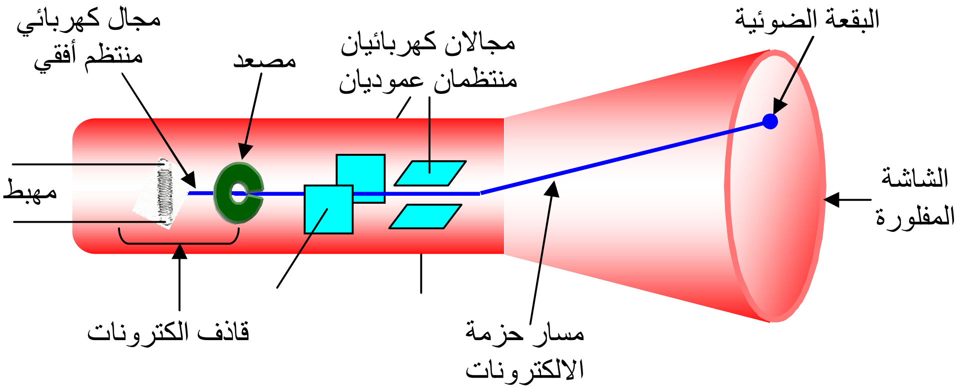


ع = $\sqrt{}$ (٣,٤× ١٠^{٦})^{٢} + ($^{-}$١,٢ × ١٠^{٦})^{٢} = ٣,٦ × ١٠^{٦} م / ث

* اتجاه ∅ = ظا$^{-١}$ (ع$_{ص}$ / ع$_{س}$) = ظا$^{-١}$ ($^{-}$١,٢ × ١٠^{٦} / ٣,٤ × ١٠^{٦}) = ـ ١٩,٤

⊖ = ـ ١٩,٤ + ٣٦٠ = ٣٤٠,٦

أنبوبة أشعة المهبط



من تطبيقات المجال الكهربائي المنتظم .

- **تستخدم في :**

١- شاشات العرض ألتلفازي .

٢- شاشات الحاسوب.

٣- راسم الذبذبات .

- **مبدأ العمل :**

١- بعث الالكترونات من المهبط [فتيل ملتهب]

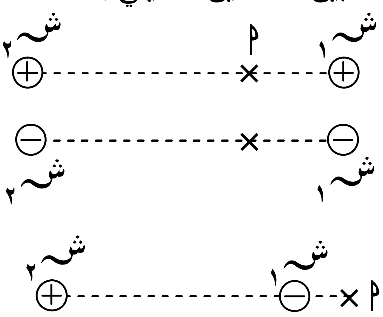
٢- تسريعها في المجال الأفقي المنتظم داخل[قاذف الالكترونات] حيث تنبعث الالكترونات من خلال ثقب صغير جداً على شكل حزمة

٣- سيعمل المجالين العموديين على حرف مسار الحزمة الالكترونية . ***ماذا يستفاد من ذلك ؟***

- يتم توجيه مسار الحزمة نحو الشاشة المفلورة من خلال المجالين العموديين فتترك على الشاشة المفلورة بقعة ضوئية .

نقطة التعادل

نقاط التعادل هي تلك النقاط التي تكون عندها محصلة المجال الكهربائي تتواجد على الخط الواصل بين الشحنتين كما يلي :



أ – بين الشحنتين من الداخل إذا كانت الشحنتين متشابهتين في النوع

واقرب إلى الصغرى مقداراً . ـ فرضاً أن ش$_{١}$ < ش$_{٢}$ ⟸ أ : نقطة التعادل

ب – خارج الشحنتين اذا كانت مختلفتين في النوع واقرب للصغرى

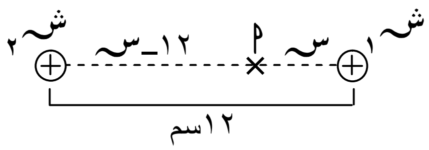
من الخارج : ش$_{١}$ < ش$_{٢}$

ج – إذا كانت للشحنتين نفس المقدار ونفس النوع من الشحنة فتقع نقطة التعادل في منتصف المسافة بينهما .

د – إذا كانت للشحنتين نفس المقدار ولكن عكس الإشارة فانه لا وجود لنقطة التعادل .

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال ـ ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

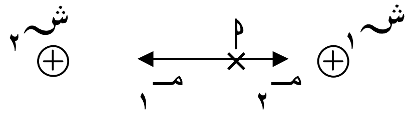
٥٠) شحنتان نقطيتان تترتبان كما في الشكل المجاور ومقدارهما على الترتيب [+١ ، +٤] ميكروكولوم ، ***اوجد*** موقع نقطة التعادل ؟



الحـــل

نقدر أولا مكان تواجدها اقرب للصغرى ($ش_1$)

- نفرض المسافة بين $ش_1$ و أ (س) وبالتالي المسافة بين $ش_2$ ، أ (١٢ ـ س)



$م_{\text{محصلة}\,أ} = م_1 - م_2 =$ صفر $\Longleftarrow$ نقطة أ تعادل

$م_1 = م_2$

$9\times10^{9}\times\frac{ش_1}{ف_1^{2}} = 9\times10^{9}\times\frac{ش_2}{ف_2^{2}} \Longleftarrow \cancel{9\times10^{9}}\times\frac{1\times\cancel{10^{-6}}}{س^{2}} = \cancel{9\times10^{9}}\times\frac{4\times\cancel{10^{-6}}}{(12-س)^{2}}$

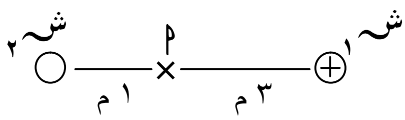
$\Longleftarrow \frac{1}{س^{2}} = \frac{4}{(12-س)^{2}}$ ، فنأخذ جذر الطرفين : $\sqrt{\frac{1}{س^{2}}} = \sqrt{\frac{4}{(12-س)^{2}}}$

$= \frac{1}{س} = \frac{2}{12-س} \Longleftarrow 2س = 12 - س \Longleftarrow س = 4$ سم

---

٥١) شحنتان $ش_1$ مقدارها $^{+}9$ ميكروكولوم والأخرى مجهولة $ش_2$ ، إذا كانت المسافة الفاصلة بينهما ٤ م وكانت نقطة التعادل على الخط الواصل بينهما وتبعد عن $ش_2$ ١م ، ***فما مقدار ونوع*** $ش_2$ إذا كان الهواء هو الوسط الفاصل ؟

[$ش = 1\times10^{-6}$ كولوم]



الحـــل

يجب ان تكون موجبة

$م_أ = م_2 - م_1 =$ صفر

$م_2 = م_1$

$9\times10^{9}\times\frac{ش_2}{ف_2^{2}} = 9\times10^{9}\times\frac{ش_1}{ف_1^{2}}$

$\frac{ش_2}{1} = \frac{9\times10^{-6}}{9} \Longleftarrow ش_2 = {}^{+}1\times10^{-6}$ كولوم

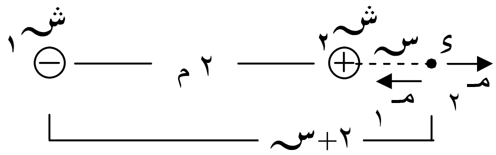
---

٥٢) شحنتان نقطيتان (+) ، (ـ) إحداهما أربعة أمثال الأخرى ، فإذا كانت المسافة بينهما ٢ م ، ***فحدّد*** موقع نقطة التعادل ؟

الحـــل

[س = ٢ م عن الصغرى]

($ش_1 = 4\,ش_2$)



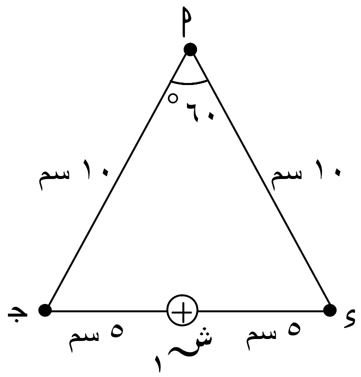
$م_د = م_2 - م_1 =$ صفر ، د نقطة تعادل

$م_2 = م_1 \Longleftarrow 9\times10^{9}\times\frac{ش_1}{2+س} = 9\times10^{9}\times\frac{ش_2}{س_2} \Longleftarrow \sqrt{\frac{4ش_2}{(2+س)^{2}}} = \sqrt{\frac{ش_2}{س^{2}}}$

$\Longleftarrow \left[\frac{2}{2+س} = \frac{1}{س}\right] \Longleftarrow$ (س = ٢ م)

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

٥٣) معتمداً على الشكل المجاور ، ***ما نوع ومقدار*** الشحنتين المتساويتين مقداراً واللتين لو وضعتا في النقطة (ء ، جـ) كانت م نقطة تعادل كهربائي للشحنات $\text{ش}_{١}$ ، $\text{ش}_{ء}$ ، $\text{ش}_{جـ}$ ،
علماً بان : $\text{ش}_{١} = ٢$ ميكروكولوم ، والهواء هو الوسط الفاصل ؟



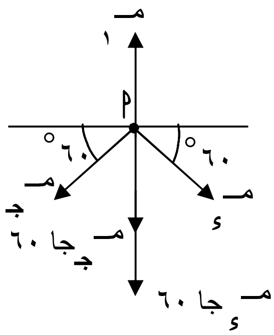
الحــل

- من الشكل يجب ان تكون الشحنتين سالبتين

$$\text{م}_{١} - \text{م}_{جـ} \text{ جا } ٦٠ - \text{م}_{ء} \text{ جا } ٦٠ = ٠ \Longrightarrow \text{ف} = \sqrt{١٠^{٢} - ٥^{٢}} = \sqrt{٧٥} \text{ سم}$$

$$\text{م}_{جـ} = \text{م}_{ء}$$

$$\text{م}_{١} = ٢\text{م}_{جـ} \text{ جا } ٦٠$$



$$\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}_{١}}{\text{ف}^{٢}} = ٢ \times ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\text{ش}}{\text{ف}^{٢}} \times \text{ جا } ٦٠$$

$$\frac{٢ \times ١٠^{-٦}}{٧٥ \times ١٠^{-٤}} = \frac{٢ \times \text{ش} \times ٠,٨٧}{١٠٠ \times ١٠^{-٤}}$$

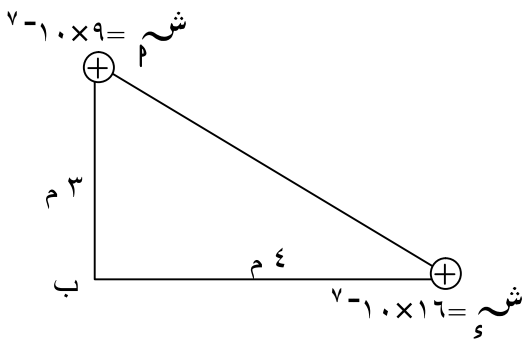
$$\text{ش}_{جـ} = \text{ش}_{ء} = -١,٣ \times ١٠^{-٦} \text{ كولوم}$$

---

٥٤) في الشكل المجاور ***احسب :***

١- المجال عند الرأس (ب)

٢- موقع النقطة التي توضع عندها شحنة قدرها ($- ٣ \times ١٠^{-٧}$) بحيث يتزن الرأس (ب)

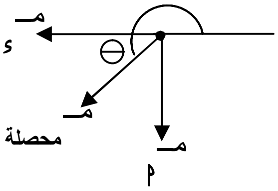


الحــل

$$١- \ \text{م} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\text{ش}}{\text{ف}^{٢}}$$

$$\text{م}_{م} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٩ \times ١٠^{-٧}}{٩} = ٩ \times ١٠^{٢} \text{ N / كولوم}$$

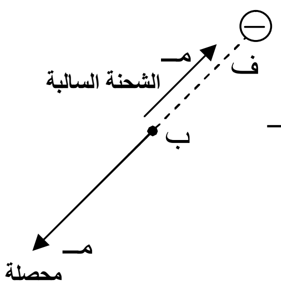
$$\text{م}_{ء} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١٦ \times ١٠^{-٧}}{١٦} = ٩ \times ١٠^{٢} \text{ نيوتن / كولوم}$$



$$\therefore \text{م} = \sqrt{\text{م}_{م}^{٢} + \text{م}_{ء}^{٢}} = \sqrt{(٩ \times ١٠^{٢})^{٢} + (٩ \times ١٠^{٢})^{٢}} = ٩٠٠\sqrt{٢}$$

$$* \text{ الاتجاه : } \theta = \text{ظا}^{-١}\left(\frac{\text{م}_{م}}{\text{م}_{ء}}\right) + ١٨٠ = \text{ظا}^{-١}\left(\frac{٩ \times ١٠^{٢}}{٩ \times ١٠^{٢}}\right) + ١٨٠ = ٤٥ + ١٨٠ = ٢٢٥$$

٢- يجب أن تقع في الربع الأول :



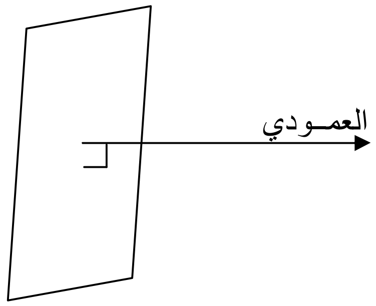
$$\text{م}_{ب} = \text{م}_{\text{الشحنة السالبة}} - \text{م}_{\text{محصلة}} = ٠ \Longleftarrow \text{م}_{\text{الشحنة السالبة}} = \text{م}_{\text{محصلة}}$$

$$\text{م}_{\text{محصلة}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}}{\text{ف}^{٢}} \Longleftarrow \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٣ \times ١٠^{-٧}}{\text{ف}^{٢}} = ٩٠٠\sqrt{٢}$$

$$\therefore \left[\ \text{ف} = \sqrt{٣ / \sqrt{٢}} \text{ م}\ \right]$$

التدفق الكهربائي وقانون غاوس

س٤٥ ما هو التدفق الكهربائي ؟



- هو عدد خطوط المجال الكهربائي لكل وحدة مساحة التي تخترق سطحاً ما عمودياً .

* يُعطى التدفق الكهربائي عبر العلاقة : ∅ = مـ · ٲ جتا ⊖

حيث : ∅ : التدفق الكهربائي عبر سطح .

مـ : مقدار المجال الكهربائي .

ٲ : مساحة السطح .

⊖ : الزاوية المحصورة بين اتجاه العمودي على السطح واتجاه خطوط المجال الكهربائي .

* يقاس التدفق الكهربائي بوحدة (نيوتن م^{٢} / كولوم)

س٤٦ عدّد العوامل التي يعتمد عليها التدفق الكهربائي ؟

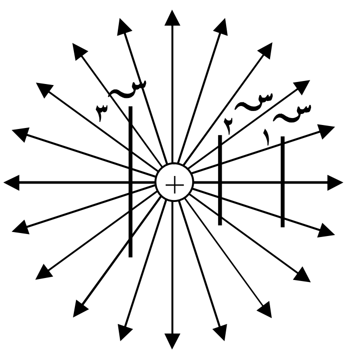
١- مساحة السطح : طردي .

٢- مقدار المجال الكهربائي عند السطح : طردي .

٣- الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال والمتجه العمودي على السطح : عكسي .

س٤٧ من الشكل المجاور ***رتب*** تنازلياً السطوح التي يكون التدفق عبرها اكبر ما يمكن ؟

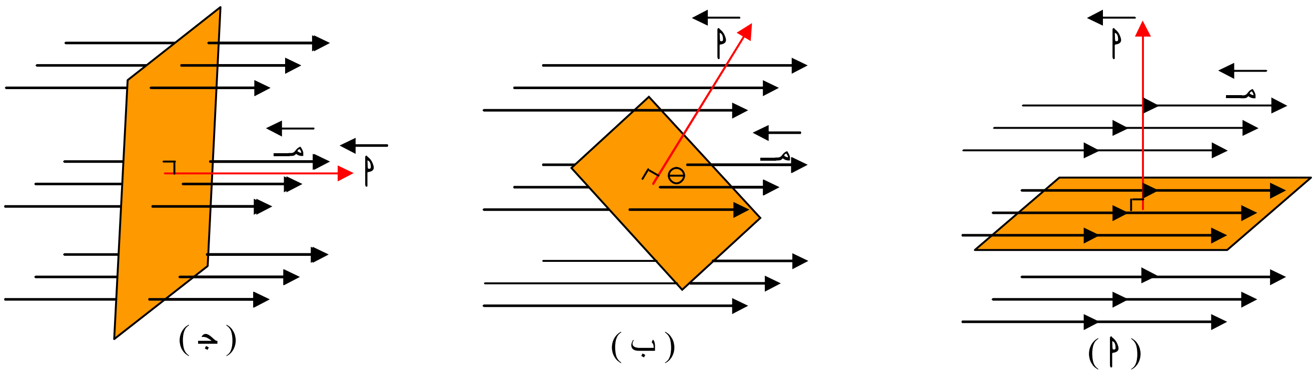
مفسراً إجابتك ؟



- التدفق عبر س~٣ > س~٢ > س~١

⟸ لان التدفق يزداد بالقرب من الشحنة حيث يكون المجال كبير وكذلك يزداد بزيادة المساحة التي تخترقها خطوط المجال .

س٤٨ أي من الأشكال التالية يكون فيه التدفق اقل ما يمكن ؟ ***لماذا*** ؟



١- في الشكل ٲ : يكون التدفق صفر لان خطوط المجال تمر موازية له من غير أن تخترقه [معامد لمتجه المساحة ⊖ = ٩٠]

٢- في الشكل ب : يتواجد تدفق لان خطوط المجال تخترق السطح بزاوية ⊖

٣- في الشكل جـ : يبدو التدفق اكبر ما يمكن اذ ان خطوط المجال اخترقت السطح على نحو متعامد معه [مواز للمتجه العمودي على السطح ⊖ = ٠]

ملاحظـــة

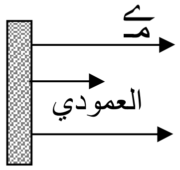
- إذا كان السطح عمودياً على اتجاه خطوط المجال فان اتجاه العمودي على السطح موازياً لاتجاه خطوط المجال وينشأ عن ذلك الحالتين التاليتين :

أ) اتجاه العمودي في نفس اتجاه خطوط المجال الكهربائي عندها [θ = صفر]

$\Longleftarrow$ فتكون خطوط المجال خارجه من السطح $\Longleftarrow$ ϕ = مـ أ جتا ٠ ، حيث جتا ٠ = $^{+}$١
= مـ أ

{ فيكون التدفق موجباً }

٥٥) احسب التدفق الكهربائي عبر سطح مساحته ١٠٠ سم^{٢} يتعرض لمجال كهربائي مقداره ٢ نيوتن / كولوم ، إذا كانت خطوط المجال خارجة من السطح ؟



الحــل

ϕ = مـ أ جتا θ $\Longleftarrow$ ϕ = ٢ × ١٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × جتا ٠
= ٠,٠٢ نيوتن ٠ م^{٢} / كولوم

$\Longleftarrow$ لاحظ بان خطوط المجال خارجة من السطح (θ = ٠)

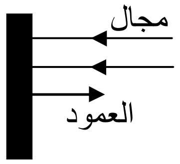
ب) اتجاه العمودي معاكس لاتجاه خطوط المجال الكهربائي عندها [θ = ١٨٠]

$\Longleftarrow$ فتكون خطوط المجال داخله في السطح $\Longleftarrow$ ϕ = مـ أ جتا ١٨٠ ، حيث (جتا ١٨٠ = $^{-}$١)

{ فيكون التدفق سالباً }

٥٦) احسب التدفق الكهربائي عبر سطح مساحته ١٠٠ سم^{٢} يتعرض لمجال كهربائي مقداره(٢ نيوتن / كولوم) ، إذا كانت خطوط المجال داخلة في السطح ؟

الحــل



ϕ = مـ أ جتا θ $\Longleftarrow$ ϕ = ٢ × ١٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × جتا ١٨٠
= $^{-}$٠,٠٢ نيوتن ٠ م^{٢} / كولوم

$\Longleftarrow$ لاحظ بان خطوط المجال داخلة في السطح (θ = ١٨٠)

---

٥٧) سطح مساحته ٢٠٠ سم٢ ويتعرض لمجال شدته ٤ نيوتن / كولوم ، احسب التدفق الكهربائي في الحالات التالية :-

١- خطوط المجال عمودية على السطح (خارجه منه) .
٢- خطوط المجال موازية للسطح .
٣- خطوط المجال تصنع زاوية مقدارها (٣٠) درجة مع السطح .
٤- إذا كان العمودي على السطح يميل بزاوية (٣٧$^{\circ}$) عن اتجاه الخطوط .

[جتا ٣٠ = $\sqrt{\frac{٣}{٢}}$ ، جتا ٦٠ = $\sqrt{\frac{١}{٢}}$ ، جتا ٣٧ = ٠,٨]

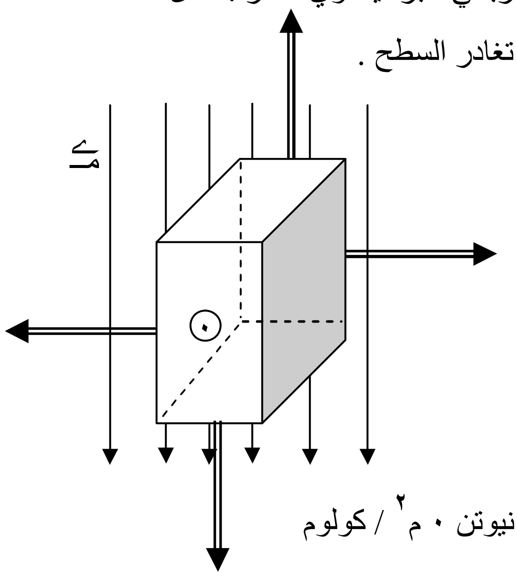
الحــل

(١)	(٢)	(٣)	(٤)
ϕ = مـ أ جتا θ	ϕ = مـ أ جتا θ	ϕ = مـ أ جتا θ	ϕ = مـ أ جتا θ
= ٤ × ٢٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × جتا٠	= ٤ × ٢٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × جتا٩٠	= ٤ × ٢٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × جتا٦٠	= ٤ × ٢٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × جتا٣٧
= ٨٠٠ × ١٠$^{-٤}$ N / C	= صفر	= ٤٠٠ × ١٠$^{-٤}$ N / C	= ٦٤٠ × ١٠$^{-٤}$ N / C

ملاحظــــة

- إذا كان السطح مغلق (مثلاً مكعباً) ومغمور في مجال كهربائي فان التدفق الكهربائي عبره يساوي صفر . ***علل ذلك ؟***

لان عدد خطوط المجال الكهربائي التي تدخل السطح يساوي عدد خطوط المجال التي تغادر السطح .



٥٨) يبين الشكل المجاور مكعباً طول ضلعه ٤ سم ، ومغمور في مجال كهربائي شدته ٤ نيوتن / كولوم ، ***معتمداً عليه اجب عما يلي :***

١- ما مقدار التدفق على السطح السفلي ؟

٢- ما مقدار التدفق عبر السطحين الأيمن والأيسر ؟

٣- ما مقدار التدفق عبر المكعب كاملاً ؟

الحــل

- لاحظ إن وجه المكعب مربع : $أ_{مربع}$ = (الضلع)^2

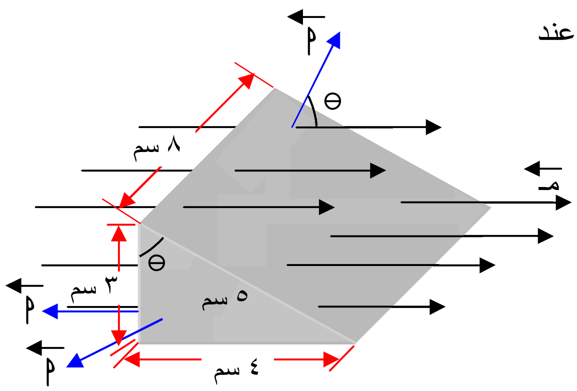
١- $\varnothing_{سفلي}$ = مـ أ جتا θ = ٤ × [٤ × ٤ × ١٠$^{-4}$] جتا صفر = ٦٤ × ١٠$^{-4}$ نيوتن ٠ م^2 / كولوم

٢- $\varnothing_{أيمن}$ = مـ أ جتا ٩٠ = صفر

$\varnothing_{أيسر}$ = مـ أ جتا ٩٠ = صفر

٣- $\varnothing_{كلي}$ = $\varnothing_{علوي}$ + $\varnothing_{سفلي}$ + $\varnothing_{أيمن}$ + $\varnothing_{أيسر}$ + $\varnothing_{أمامي}$ + $\varnothing_{خلفي}$

= مـ أ جتا ١٨٠ + مـ أ جتا ٠ + مـ أ جتا ٩٠ + مـ أ جتا ٩٠ + مـ أ جتا ٩٠ + مـ أ جتا ٩٠ = صفر



٥٩) في الشكل المجاور ***احسب التدفق الكهربائي الكلي*** عبر السطح المغلق عند وضعه في مجال منتظم مقداره (٦٠٠ نيوتن / كولوم) وبالاتجاه المبين ؟

الحــل

$\varnothing$ = صفراً ، عبر السطحين الجانبيين مثلثي الشكل ، وكذلك عبر القاعدة المستطيلة ،لان خطوط المجال تمر موازية لكل من هذه السطوح ، أي عمودية على متجه المساحة (لا تخترقها)

أما عبر السطح المستطيل المواجه لخطوط المجال ، فان خط المجال يعاكس متّجه المساحة.

(θ = ١٨٠°) : $\varnothing$ = $\vec{مـ}$ ٠ $\vec{أ}$ = مـ أ جتا ١٨٠°

= ٦٠٠ × (٠,٠٣ × ٠,٠٨) × (ـ ١) = ـ ١,٤٤ نيوتن ٠ م^2 / كولوم

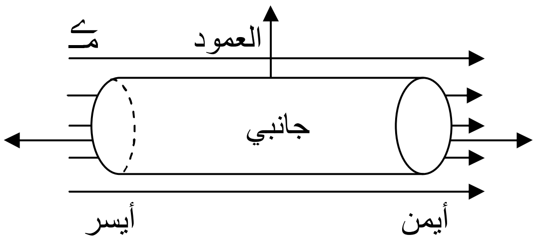
والإشارة السالبة تعني أن خطوط المجال تخترق هذا السطح داخلة إليه

وأخيراً التدفق عبر السطح المائل $\varnothing$ = $\vec{مـ}$ ٠ $\vec{أ}$ = مـ أ جتا θ ، وتلاحظ من الشكل أن :

جتا θ = ($\frac{٠,٠٣}{٠,٠٥}$) = ٠,٦ ⟸ $\varnothing$ = ٦٠٠ × (٠,٠٥ × ٠,٠٨) × ٠,٠٦ = ١,٤٤ نيوتن ٠ م^2 / كولوم

و التدفق الموجب يعني أن خطوط المجال تخترق السطح خارجة منه ،

وبذلك يكون التدفق الكلي عبر هذا السطح المغلق : $\varnothing$ = ـ ١,٤٤ + ١,٤٤ = صفراً



٦٠) اسطوانة طولها (ل) ونصف قطر قاعدتها (**نق**) ، موضوعه في مجال كهربائي منتظم في اتجاه يوازي محور الاسطوانة ،

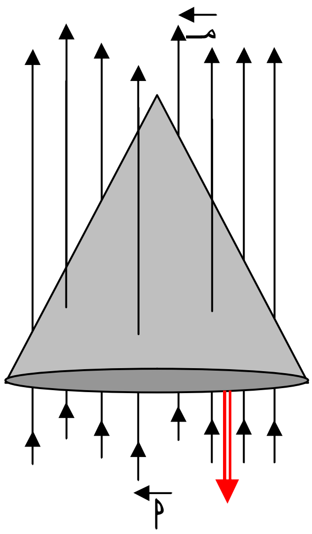
احسب التدفق على أسطح الاسطوانة ؟

الحــل

نقسم الاسطوانة إلى ثلاثة أجزاء وهي القاعدتين و السطح الجانبيين

ϕ كلي = ϕ جانبي + ϕ أيمن + ϕ أيسر

= مـ أ جتا ٩٠ + مـ أ جتا ٠ + مـ أ جتا ١٨٠ = صفر



٦١) مخروط دائري قائم نصف قطر قاعدته (١ سم) يخترقه مجال كهربائي منتظم (٤ × ١٠ ^{٣} نيوتن / كولوم) عمودياً على قاعدته نحو الأعلى ، كما في الشكل المجاور،

فما التدفق الكهربائي عبر السطح المخروطي للمخروط ؟

الحــل

لاحظ أن متجه المساحة لقاعدة المخروط يصنع زاوية (١٨٠ $^{\circ}$)مع خطوط المجال ،

لذا يكون التدفق عبر القاعدة الدائرية للمخروط :

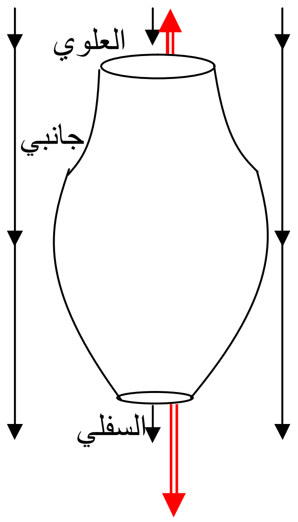
ϕ دائري = $\vec{مـ}$ · $\vec{أ}$ = مـ أ جتا ١٨٠° = مـ × π **نق** ^{٢} × (–١) = –٤٠٠٠ × π × (٠,٠١) ^{٢}

= –١,٢٦ نيوتن · م ^{٢} / كولوم

وحيث إن السطح مغلق ولا توجد في داخله شحنات ، فان التدفق الكلي = صفراً

و عليه فان التدفق عبر السطح المخروطي :

ϕ مخروطي = – ϕ دائري = – (–١,٢٦) = ١,٢٦ نيوتن · م ^{٢} / كولوم .



٦٢) يمثل الشكل المجاور مجسماً أنصاف أقطار قاعدتيه العلوية و السفلية ($\frac{٤}{\sqrt{\pi}}$ سم ، $\frac{٢}{\sqrt{\pi}}$ سم) غُمر في مجال يتعامد مع قاعدتيه شدته ١٠٠ نيوتن / كولوم ، ***احسب*** التدفق خلال السطح الجانبي إذا كانت مساحة السطح الدائري (π **نق** ^{٢}) ؟

الحــل

ϕ كلي = ϕ علوي + ϕ سفلي + ϕ جانبي = ٠ (مغمور)

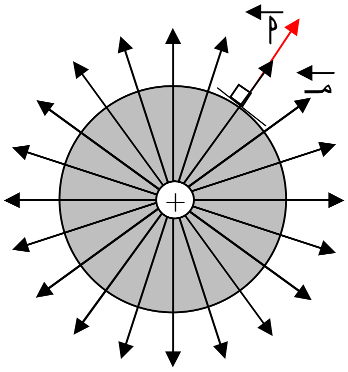
= مـ أ جتا ١٨٠ + مـ أ جتا ٠ + ϕ جانبي = صفر

ϕ جانبي = مـ $^{+}$ أ علوي + مـ $^{-}$ أ سفلي = مـ [π ($\frac{٤}{\sqrt{\pi}}$ × ١٠ $^{-٢}$) ^{٢} – π ($\frac{٢}{\sqrt{\pi}}$ × ١٠ $^{-٢}$) ^{٢}]

= ١٠٠ (١٦ × ١٠ $^{-٤}$ – ٤ × ١٠ $^{-٤}$) = ١٢ × ١٠ $^{-٢}$ نيوتن · م ^{٢} / كولوم

س٤٩ لاحظ أن التدفق الكلي عبر السطح المغلق الخالي من الشحنات يساوي صفر ، ***فهل*** لعدم وجود الشحنات علاقة بالنتيجة التي حصلنا عليها ؟

- نعم ، والدليل الإثبات التالي :



تخيل سطحاً كروياً مغلقاً يحيط بشحنة نقطية موجبة (ش)موضوعة في الهوا أو الفراغ على بعد (ف) منها [نق = ف]

⟸ لاحظ بان $\vec{أ} = ٤ \pi$ نق^٢ ويتجه بشكل عمودي على السطح عند أي نقطة على سطح الكرة [عمودياً على المماس] $\ominus$ = ٠ فان التدفق الكهربائي عبره يساوي : $\varnothing$ = مـ أ جتا $\ominus$ = ($\frac{١}{٤\pi\in}$ × $\frac{ش}{نق^٢}$) × (٤ π نق^٢) × جتا ٠

= $\frac{ش}{\in}$

* وإذا وُجدت مجموعة من الشحنات النقطية داخل السطح [Σ ش] فان :

$\varnothing$ = Σ $\vec{مـ}$. $\vec{أ}$ = $\frac{\Sigma ش}{\in}$

س٥٠ ***ماذا*** تسمى النتيجة الأخيرة ؟

- قانون غاوس .

قانون غاوس

س٥١ ***اذكر*** نص قانون غاوس ؟

- التدفق الكهربائي عبر سطح مغلق يساوي مقدار الشحنة الكلية داخل ذلك السطح مقسوماً على السماحية الكهربائية للوسط ($\in$)

* يعطى قانون غاوس عبر العلاقة : $\varnothing$ = $\frac{\Sigma ش}{\in}$

إذا كان المجال الكهربائي عمودياً على سطح معين فان العدد الكلي لخطوط المجال الكهربائي [ن] المخترقة للسطح المغلق يساوي التدفق :

ن = $\varnothing$ = مـ أ جتا ٠ = $\frac{ش}{\in}$ ، ($\ominus$ = ٠)

٦٣) ***ما*** عدد خطوط المجال التي تدخل في شحنة نقطية مقدارها ($^-$١٧,٧ × ١٠ $^{-٩}$) كولوم موضوعة في الفراغ ؟

الحـــل

ن = $\varnothing$ = $\frac{ش}{\in}$ = $\frac{-١٧,٧ \times ١٠^{-٩}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}}$ = $^-$٢ × ١٠ ^{٣} خط

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

٦٤) إذا علمت أن (٣٠٠٠) خط تدخل سطحاً مغلقاً ويخرج منه (١٠٠٠) خط مجال ، ***ما*** نوع الشحنة ؟ ***وما*** مقدار الشحنة الكلية التي يجب أن يحتضنها السطح ؟

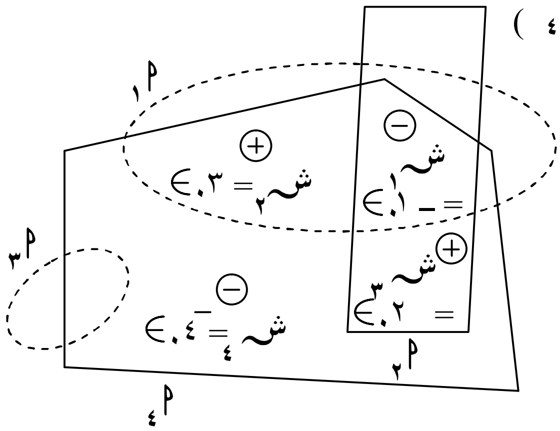
الحـــل

Φ = ٣٠٠٠ داخل – ١٠٠٠ خارج = ٢٠٠٠ داخل ، أي (–)

$\Phi = \frac{\sum ش}{\epsilon_0} \Longrightarrow \sum ش = \Phi \times \epsilon_0 = ٢٠٠٠ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} = ١٧,٧ \times ١٠^{-٩}$ كولوم

---

٦٥) معتمداً على الشكل المجاور ***احسب*** التدفق عبر الأسطح ($أ_١$ ، $أ_٢$ ، $أ_٣$ ، $أ_٤$) علماً بان الشحنات موضوعات في الفراغ و مقاسه بوحدة الكولوم .



الحـــل

$\Phi_١ = \frac{\sum ش}{\epsilon_0} = \frac{-١\epsilon_0 + ٣\epsilon_0}{\epsilon_0} = ٢$ نيوتن . م^٢ / كولوم

$\Phi_٢ = \frac{\sum ش}{\epsilon_0} = \frac{-١\epsilon_0 + ٢\epsilon_0}{\epsilon_0} = ١$ نيوتن . م^٢ / كولوم

$\Phi_٣ = \frac{\sum ش}{\epsilon_0} = \frac{صفر}{\epsilon_0} =$ صفر

$\Phi_٤ = \frac{\sum ش}{\epsilon_0} = \frac{-١\epsilon_0 + ٢\epsilon_0 + ٣\epsilon_0 - ٤\epsilon_0}{\epsilon_0} =$ صفر

**** نتيجـــة :***

ينعدم التدفق الكهربائي عبر سطح مغلق في الحالات التالية :

١- إذا كان السطح المغلق لا يحيط بأي شحنة .

٢- إذا كان مجموع الشحنة المحصورة داخل السطح المغلق يساوي صفر .

٣- إذا كان عدد خطوط المجال الكهربائي الداخلة إلى السطح المغلق غير المشحون يساوي عدد خطوط المجال الخارجة من السطح (مغمور)

س٥٢ لا يعتمد التدفق الكهربائي على شكل السطح المحيط بالشحنة . ***لماذا ؟***

- لأنه مهما كان شكل السطح غالباً لضرورة ستقطعه نفس خطوط المجال وبالتالي فان التدفق سيأخذ نفس القيمة .

٦٦) شحنة نقطية مقدارها $^{-}$ ٨,٨٥ نانوكولوم ، ***احسب*** التدفق الكهربائي على سطح يحوي الشحنة إذا كان شكل ذلك السطح :

١- كروي نصف قطره ١٠ سم .
٢- مكعباً طول ضلعه ١٠ سم .
٣- اسطوانياً ارتفاعه ٨ سم ونصف قطر قاعدته ١٥ سم .
٤- متوازي مستطيلات ، أبعاده (٢٠سم ، ٨سم ، ٦سم)

علماً بان الوسط المحيط هو الهواء

الحـــل

$\Phi_{كروي} = \Phi_{مكعب} = \Phi_{اسطوانة} = \Phi_{متوازي} = \frac{ش}{\epsilon} = \frac{-٨,٨٥ \times ١٠^{-٩}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}} = -١ \times ١٠^{٣}$ نيوتن . م٢ / كولوم

استخدام قانون غاوس في حساب المجال الكهربائي

عند استخدام قانون غاوس لحساب المجال الكهربائي فإننا نختار سطح غاوس الافتراضي (وهمي ، حقيقي) بحيث يكون له نفس تماثل توزيع الشحنات الكهربائية وذلك حتى نتمكن من تحديد الزاوية (θ) بين اتجاه العمودي على السطح واتجاه خطوط المجال الناتج عن الشحنات ، وتكون السطوح كما يلي :

١- نقطة مادية مشحونة ٠٠٠٠ انسب سطح غاوس ⟸ كروي ⟸ وهمي .

٢- كرة معدنية مشحونة ٠٠٠٠ انسب سطح غاوس ⟸ كروي ⟸ حقيقي .

⟸ حيث يعتبر سطح الكرة نفسها هو سطح غاوس الافتراضي .

٣- سلك طويل مشحون ٠٠٠٠ انسب سطح غاوس ⟸ اسطواني ⟸ وهمي .

٤- اسطوانة مشحونة ٠٠٠٠ انسب سطح غاوس ⟸ اسطواني ⟸ حقيقي .

⟸ حيث يعتبر سطح الاسطوانة نفسها هو سطح غاوس الافتراضي .

٥- صفيحة مشحونة ٠٠٠٠ انسب سطح غاوس ⟸ اسطواني ⟸ وهمي .

خـــلاصــــة :

١- لحساب التدفق عبر جسم غير مشحون نستخدم العلاقة $\varnothing$ = مـ أ جتا θ

٢- يمكن استخدام قانون غاوس في :

أ – حساب التدفق الكهربائي عبر سطح مغلق نستخدم العلاقة : $\varnothing = \frac{\text{شـ}}{\epsilon}$

ب – حساب المجال الكهربائي لتوزيع متماثل من الشحنات نستخدم العلاقة : مـ أ جتا ٠ = $\frac{\text{شـ}}{\epsilon_{0}}$

حيث : أ : يعتبر مساحة السطح الافتراضي لغاوس

* أ $_{\text{كروي}}$ = ٤ π نق^{٢} ، حيث نق : نصف قطر السطح الافتراضي لغاوس

* أ $_{\text{اسطواني}}$ = ٢ π نق^{٢}ل ل : طول السطح الافتراضي لغاوس

مـــلاحـــظات :

١- عند شحن سلك فان الشحنة تتوزع عليه بكثافة معينة ندعوها كثافة الشحنة الطولية : $\lambda = \frac{\text{شـ}}{\text{ل}}$

حيث(ل طول الاسطوانة الافتراضية لغاوس)

٢- عند شحن صفيحة فان الشحنة تتوزع عليها بكثافة معينة ندعوها : كثافة الشحنة السطحية σ : $\sigma = \frac{\text{شـ}}{\text{أ}}$

حيث(أ مساحة السطح الافتراضي لغاوس)

* $\lambda = \frac{\text{شـ}}{\text{ل}}$ = كولوم / م . * $\sigma = \frac{\text{شـ}}{\text{أ}}$ = كولوم / م^{٢}

٣- كثافة الشحنة ألحجميه $\rho = \frac{\text{شـ}}{\text{ع}}$

حيث(ع الحجم الافتراضي لغاوس)

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

- سنقوم بحساب المجال الكهربائي الناشئ عن تتابع متماثل من الشحنات والناتج عن :

١- شحنة نقطية .

٢- كرة فلزية موصلة ومصمتة وموضوعة في الهواء .

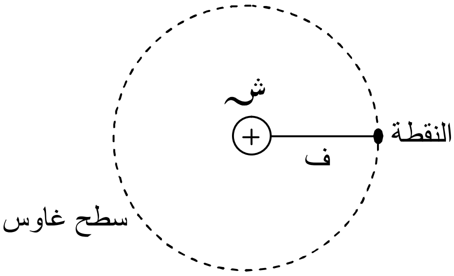
٣- قشرة فلزية رقيقة ومشحونة .

٤- سلك طويل ومشحون + اسطوانة فلزية مشحونة .

٥- صفيحة رقيقة ومشحونة .
٦- كرة غير موصلة (عازلة) ومصمتة وموضوعة في الهواء .

إثباتات غاوس :

٦٧) شحنة نقطية موجبة مقدارها (+ ش) (مستخدماً قانون غاوس)
احسب شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عنها مسافة (ف)



الحـــل

$\varnothing = \text{مـ م جتا}\,\ominus = \frac{\sum \text{ش}}{\in}$ ($\ominus = ٠$)

(م كرة غاوس = ٤ π ف^{٢})

مـ (٤ π ف^{٢}) = $\frac{\text{ش}}{\in}$

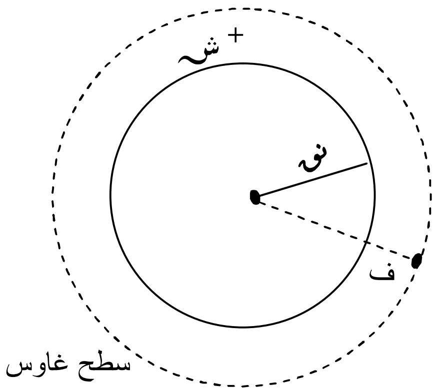
مـ = $\frac{١}{٤\pi\in} \times \frac{\text{ش}}{\text{ف}^{٢}}$

- إثبات قانون كولوم باستخدام قانون غاوس .

---

٦٨) كرة مشحونة مصمتة شحنتها ($^{+}$ش) ونصف قطرها (نق) (باستخدام غاوس) ***احسب*** قيمة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد ف ، حيث :

(أ) ف > نق : تقع النقطة خارج الكرة



الحـــل

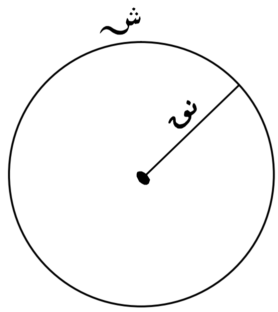
$\varnothing = \text{مـ م جتا}\,\ominus = \frac{\sum \text{ش}}{\in}$ ($\ominus = ٠$)
(م كرة)

مـ (٤ π ف^{٢}) = $\frac{\text{ش}}{\in}$

مـ = $\frac{١}{٤\pi\in} \times \frac{\text{ش}}{\text{ف}^{٢}}$

لاحظ :

١- إن النتيجة الأخيرة مماثلة لمجال كهربائي ناشئ عن شحنة نقطية .
٢- المجال خارج الكرة الموصلة المصمتة يساوي المجال خارج الكرة العازلة المصمتة يساوي المجال خارج القشرة الرقيقة الجوفاء
٣- قيمة المجال ثابتة عند كل النقاط الواقعة على نفس السطح الغاوسي .



(ب) (ف = نق) : تقع النقطة على سطح الكرة

الحـــل

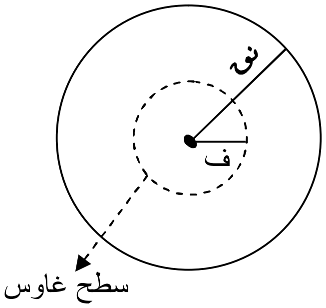
⟸ سيكون سطح الكرة نفسه هو سطح غاوس

$\emptyset = \text{مـ}\ \text{م}\ \text{جتا}\ \theta = \dfrac{\sum \text{ش}\sim}{\in}$ (θ = ٠)

(م كرة)

$\text{مـ}\ (٤\ \pi\ \text{نق}^{٢}) = \dfrac{\text{ش}\sim}{\in}$

$\text{مـ} = \dfrac{١}{٤\ \pi\ \in} \times \dfrac{\text{ش}\sim}{\text{نق}^{٢}}$ ⟸ المجال الناشئ على سطح موصل كروي مصمت أو عازل كروي مصمت



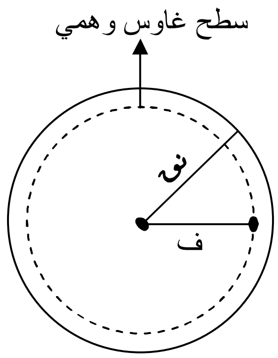
(ج) (ف < نق) : تقع النقطة داخل السطح الكروي

الحـــل

أولاً : إذا كان موصلاً أو قشرة رقيقة مجوفة

$\emptyset = \text{مـ}\ \text{م}\ \text{جتا}\ \theta = \dfrac{\text{ش}\sim}{\in}$

لكن لا تتواجد شحنة داخل سطح غاوس ، لذا : مـ = ٠



عازل كروي

ثانياً : إذا كان عازلاً

ف < نق

فان جزءاً منها داخل سطح غاوس ، فتسمى الشحنة الداخلة فيه (ش~َ) ونحسب التدفق على اعتبار الشحنة لكل وحدة حجم ، حيث ش~َ جزئية

$\emptyset = \text{مـ}\ \text{م}\ \text{جتا}\ ٠ = \dfrac{\text{ش}\sim'}{\in}$ ⟸ $\text{مـ} = \dfrac{١}{٤\ \pi.\in} \times \dfrac{\text{ش}\sim'}{\text{ف}^{٢}}$ .... (*)

لكن كثافة الشحنة ألحجميه $\rho = \dfrac{\text{ش}\sim'}{\text{ح}_{\text{غاوس}}} = \dfrac{\text{ش}\sim}{\text{ح}_{\text{كرة}}}$

$\therefore \text{ش}\sim' = \dfrac{\text{ش}\sim \times \text{ح}_{\text{غاوس}}}{\text{ح}_{\text{كرة}}}$ ، $\text{ح}_{\text{كروي}} = \dfrac{٤}{٣}\ \pi\ \text{نق}^{٣}$ ، $\text{ح}_{\text{غاوس}} = \dfrac{٤}{٣}\ \pi\ \text{ف}^{٣}$

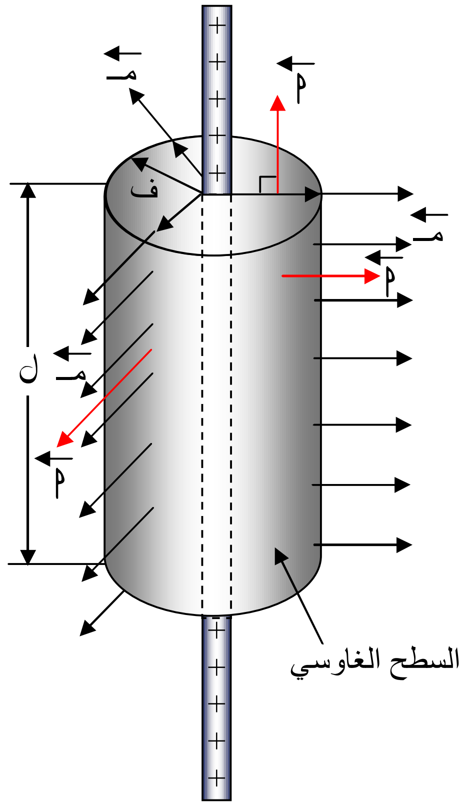
فتصبح قيمة ش~َ كما يلي : $\text{ش}\sim' = \dfrac{\text{ش}\sim \times \frac{٤}{٣}\ \pi\ \text{ف}^{٣}}{\frac{٤}{٣}\ \pi\ \text{نق}^{٣}} = \dfrac{\text{ف}^{٣}}{\text{نق}^{٣}}\ .\ \text{ش}\sim$

⟸ بالتعويض بدل ش~َ في المعادلة (*) : $\text{مـ} = \dfrac{١}{٤\ \pi.\in} \times \dfrac{\text{ش}\sim \times [\text{ف}^{٣} / \text{نق}^{٣}]}{\text{ف}^{٢}}$ بعد التبسيط :

$\left[\ \text{مـ} = \dfrac{١}{٤\ \pi\ \in} \times \dfrac{\text{ش}\sim\ .\ \text{ف}}{\text{نق}^{٣}}\ \right]$ نيوتن / كولوم .

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

٦٩) سلك مستقيم لانهائي الطول ومشحون بشحنة موجبة موزعة بانتظام على طوله وبكثافة طولية (λ) ، **جد** المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن محور السلك مسافة (ف)



الحـــل

- نرسم انسب سطح لغاوس فيكون اسطوانيا .
- نختبر التدفق :

$\varnothing$ كلي = $\varnothing$ علوي + $\varnothing$ سفلي + $\varnothing$ جانبي

= مـ أ جتا ٩٠ + مـ أ جتا ٩٠ + مـ أ جتا ٠

- مـ أ = $\frac{\text{شـ}}{\in}$ ، أ : اسطوانة = ٢ π ف ل

مـ (٢ π ف ل) = $\frac{\text{شـ}}{\in}$

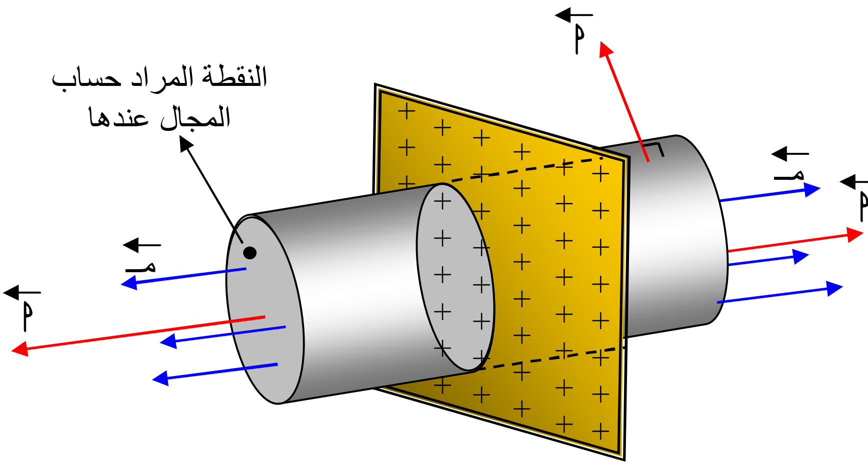
مـ = $\frac{1}{2\pi\in}$ × $\frac{\text{شـ}}{\text{ل ف}}$ ⟸ لكن $\frac{\text{شـ}}{\text{ل}}$ = λ

مـ = $\frac{1}{2\pi\in}$ × $\frac{\lambda}{\text{ف}}$ × $\frac{2}{2}$

مـ سلك = $\frac{1}{4\pi\in}$ × $\frac{2\lambda}{\text{ف}}$

---

٧٠) صفيحة رقيقة غير موصلة مستوية وواسعة جداً لانهائية الأبعاد ، مشحونة بشحنة موجبة موزعة بانتظام على مساحة الصفيحة وبكثافة سطحية (σ) ، **جد** المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن الصفيحة (ف) ؟



الحـــل

- نرسم انسب سطح لغاوس فيكون اسطوانيا .
- نختبر التدفق :

$\varnothing$ كلي = $\varnothing$ أيمن + $\varnothing$ أيسر + $\varnothing$ جانبي

= مـ أ جتا ٠ + مـ أ جتا ٠ + مـ أ جتا ٩٠

⟸ ٢مـ أ = $\frac{\text{شـ}}{\in}$

مـ = $\frac{\text{شـ}}{2\,\text{أ}\in}$ ⟸ $\frac{\text{شـ}}{\text{أ}}$ = σ

مـ صفيحة = $\frac{\sigma}{2\in}$

رياضياً:

١) الكرات + القشرة

أولاً : الموصل الكروي المصمت + القشرة

* $م_{داخل}$ = صفر ⟸ ف < نق
* $م_{السطح} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ش}{نق^{٢}}$ ⟸ ف = نق
* $م_{خارج} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ش}{ف^{٢}}$ ⟸ ف > نق

ثانياً : العازل الكروي المصمت

* $م_{داخل} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ش \times ف}{نق^{٣}}$ ⟸ ف < نق
* $م_{السطح} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ش}{نق^{٢}}$ ⟸ ف = نق
* $م_{خارج} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ش}{ف^{٢}}$ ⟸ ف > نق

٢) الاسطوانة الجوفاء

* $م_{داخل} = ٠$ ⟸ ف < نق
* $م_{السطح} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{٢ \lambda}{نق}$ ⟸ ف = نق
* $م_{خارج} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{٢ \lambda}{ف}$ ⟸ ف > نق ⟸ $م_{(خارج\ الاسطوانة)} = م_{السلك}$

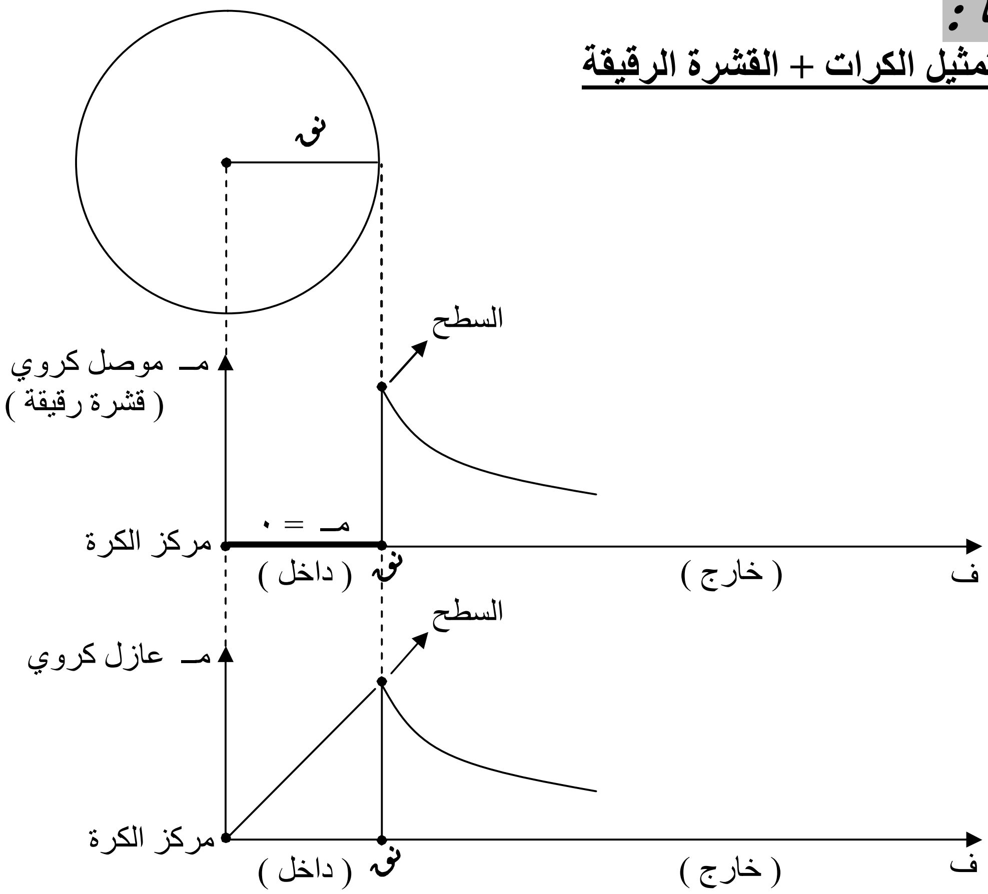
٣) الصفيحة الرقيقة

$م = \frac{\sigma}{٢ \in}$

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال ـ ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

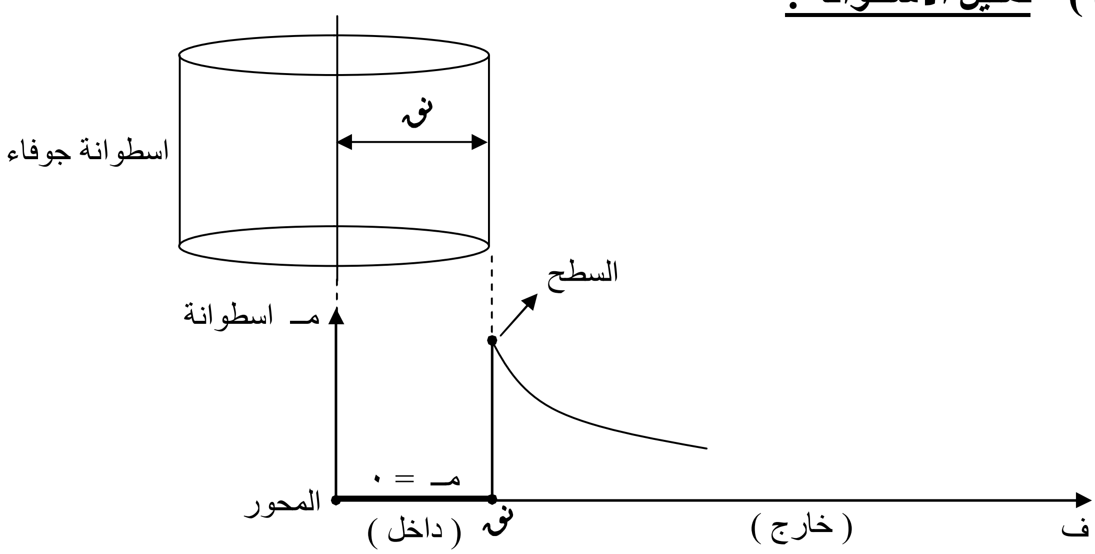
بيـانيـــاً :

١) تمثيل الكرات + القشرة الرقيقة

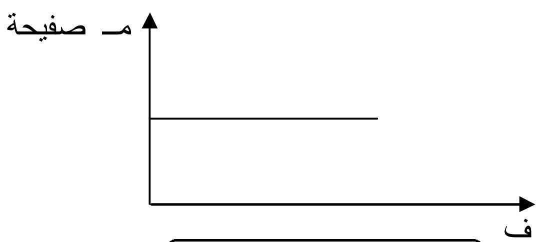


* لاحظ التماثل على السطح وخارج الكرة

٢) تمثيل الاسطوانة :



٣) تمثيل الصفيحة :



⟸ يكون المجال ثابت .

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

س٥٣ فسر كلاً مما يلي :

١- يعتبر قانون غاوس نتيجة عامه لحساب المجال الكهربائي بينما قانون كولوم نتيجة خاصة ؟

- قانون كولوم حسب المجال الكهربائي لشحنة نقطية فقط ، بينما قانون غاوس لحساب المجال الناشئ عن تتابع متماثل من الشحنة على سلك أو كرة (داخلها معلى سطحها) أو صفيحة مشحونة أو غيرها من الأجسام .

٢- يمكن استخدام الموصل درعاً واقياً لحماية الأجهزة الحساسة من المجالات الكهربائية الخارجية بوضعها داخله ؟

- لان جسم الموصل يمنع خطوط المجال الكهربائي من اختراقه .

٣- لا يمكن استخدام قانون غاوس لحساب المجال الكهربائي الناشئ عن رأس دبوس مشحون ؟

- لعدم وجود توزيعات عالية التماثل من الشحنات الكهربائية والذي يعتبر شرط أساسي لاستخدام قانون غاوس .

٤- المجال الكهربائي داخل الموصلات المصمتة صفر ؟

- تكون الشحنات حرة الحركة داخل الموصلات فتتبادل فيما بينها قوى تنافر تعمل على دفعها إلى السطح الخارجي فتخلو بذلك الموصلات من الشحنات .

٥- المجال الكهربائي الناشئ عن صفيحة مشحونة وعند أي نقطة به ذو مقدار ثابت ؟

- لان المجال الكهربائي الناشئ عن الصفيحة المشحونة يكون مجال منتظم وكذلك لا يعتمد على البعد حسب العلاقة ($م_{صفيحة} = \frac{\sigma}{٢ \in}$)

٦- يكون المجال الكهربائي على سطح الجسم الكروي المشحون (موصل أو عازل) أعلى ما يمكن ؟

- لان المجال يتناسب طردياً مع الشحنة و التي تتوزع بأعلى نسبة لها على السطح الخارجي للجسم الكروي .

س٥٤ اذكر العوامل التي يعتمد عليها المجال الكهربائي المؤثر في نقطة و الناشئ عن :

أ) جسم كروي مشحون ؟

١- مقدار شحنة الكرة : طردي

٢- بعد النقطة ($ف^٢$) : عكسي

٣- سماحية الوسط الكهربائي : عكسي

ب) سلك مشحون لانهائي الطول ؟

١- كثافة الشحنة الطولية للسلك : طردي

٢- بعد النقطة : عكسي

٣- سماحية الوسط الكهربائي : عكسي

ج) صفيحة رقيقة غير موصلة مشحونة لانهائية الأبعاد ؟

١- كثافة الشحنة السطحية للصفيحة (σ) : طردي

٢- سماحية الوسط الكهربائي : عكسي

أمثلة رياضية :

٧١) كرة مصمتة غير موصلة تتوزع عليها شحنة مقدارها ١٦ ميكروكولوم ونصف قطرها ٢ سم ، ***احسب*** المجال الكهربائي الناشئ عنها والمؤثرة في النقاط التالية والتي تبعد عن مركز الكرة ف = ٤ سم خارج الكرة :

١- ف = ٤سم　　　٢- ف = ٢ سم　　　٣- ف = ١ سم

الحـــل

(١) ف = ٤ سم ⟸ خارج الكرة .

$$م = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{ف^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{١٦ \times ١٠^{-٦}}{١٦ \times ١٠^{-٤}} = ٩ \times ١٠^{٧} \ C / N$$

(٢) ف = ٢ سم ⟸ على السطح .

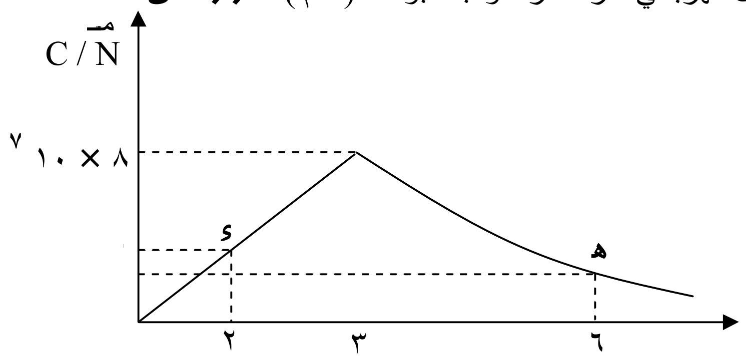
$$م = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{نق^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{١٦ \times ١٠^{-٦}}{٤ \times ١٠^{-٤}} = ٣٦ \times ١٠^{٧} \ C / N$$

(٣) ف = ١ سم ⟸ داخل الكرة .

$$م = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش \times ف}{نق^{٣}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{١٦ \times ١٠^{-٦} \times ١ \times ١٠^{-٢}}{٨ \times ١٠^{-٦}} = ١٨ \times ١٠^{٧} \ C / N$$

---

٧٢) معتمداً على الرسم البياني المجاور الذي يمثل العلاقة لمجال كهربائي لكرة عازلة والبعد بوحدة (سم) ، ***اجب عن الأسئلة التالية :***



١- ما مقدار نصف القطر ؟

٢- ما مقدار الشحنة ؟

٣- ما مقدار المجال عند النقطتين (هـ ، د) ؟

الحـــل

(١) نق = ٣ سم

(٢) $م_{(السطح)} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{نق^{٢}} \Longleftarrow ٨ \times ١٠^{٧} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش}{٩ \times ١٠^{-٤}} \Longleftarrow ٨ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

(٣) $م_{هـ (خارج)} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{ف^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٨ \times ١٠^{-٦}}{٣٦ \times ١٠^{-٤}} = ٢ \times ١٠^{٧}$ نيوتن / كولوم

$م_{د (داخل)} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش \times ف}{نق^{٣}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٨ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{-٢}}{٢٧ \times ١٠^{-٦}} = \frac{١٦}{٣} \times ١٠^{٧}$ نيوتن / كولوم

---

٧٣) قشرة فلزية رقيقة جوفاء مشحونة بشحنة قدرها ١٠ بيكوكولوم ونصف قطرها ١٠ سم ، إذا وضعت في الهواء ، ***فاحسب*** المجال الكهربائي عند النقاط التالية والتي تبعد عن المركز :　١- ف = ٥ سم　　٢- ف = ٢٠ سم

الحـــل

(١) $م_{(داخل)}$ = صفر لعدم وجود شحنات (ش = صفر)

(٢) $م_{(خارج)} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{ف^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١٠ \times ١٠^{-١٢}}{٤٠٠ \times ١٠^{-٤}} = \frac{٩}{٤}$ N / كولوم

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

٧٤) موصل كروي مصمت مشحون بشحنة مقدارها ٦ × ١٠^-٦ كولوم ونصف قطره ١٠ سم ، ***احسب*** مقدار المجال في النقاط التالية إذا كان الهواء هو الوسط الفاصل :

١- نقطة تبعد ٥ سم عن المركز ؟

٢- نقطة تبعد ١٠ سم عن المركز ؟

٣- نقطة تبعد ٢٠ سم عن المركز ؟

الحـــل

(١) مـ = صفر لان النقطة داخل الموصل .

(٢) $م_{السطح} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{نق^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٦ \times ١٠^{-٦}}{١٠٠ \times ١٠^{-٤}} = ٥٤ \times ١٠^{٧}$ N / C

(٣) $م_{خارج} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{ف^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٦ \times ١٠^{-٦}}{٤٠٠ \times ١٠^{-٤}} = ١,٣٥ \times ١٠^{٦}$ N / C

---

٧٥) موصل كروي مصمت مشحون نصف قطره ١٠ سم ، إذا علمت بان شدة المجال الكهربائي على سطحه ١٠٠ N / C ، ***احسب*** : مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد ٢٠ سم عن مركز الكرة ؟

الحـــل

- يلزم حساب الشحنة :

$م_{السطح} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{نق^{٢}}$

$١٠٠ = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش}{١٠٠ \times ١٠^{-٤}} \Longleftarrow ش = \frac{١}{٩} \times ١٠^{-٩}$ كولوم

$م_{٢٠ سم} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{ف^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{١}{٩} \times ١٠^{-٩}}{٤٠٠ \times ١٠^{-٤}} = ٢٥$ N / C

---

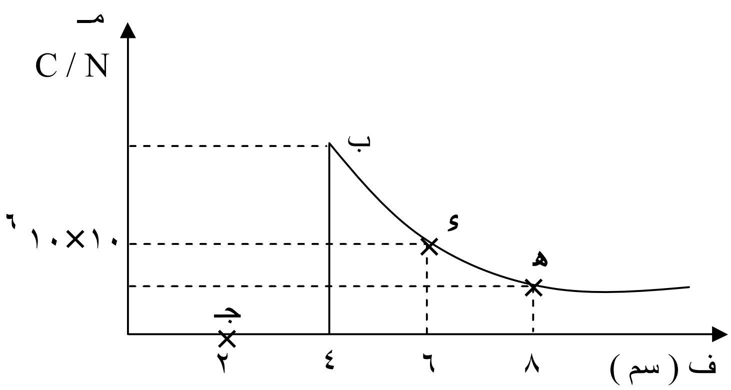
٧٦) يمثل الشكل المجاور العلاقة بين المجال الكهربائي لموصل كروي مشحون وبعض النقاط التي تبعد عن المركز ، ***اجب*** عما يلي :

١- أين تقع النقطة (ب ، جـ ، هـ) بالنسبة للكرة ؟

٢- ما مقدار نصف قطر الكرة ؟

٣- مقدار شحنة الموصل ؟

٤- ما مقدار المجال عند النقطة جـ ، ب ، هـ



الحـــل

(١) ب : على السطح ، جـ : داخل السطح ، هـ : خارج السطح

(٢) نق = ٤ سم

(٣) $م_{ء (خارج)} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{ف^{٢}}$

$١٠ \times ١٠^{٦} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش}{٣٦ \times ١٠^{-٤}} \Longleftarrow ش = ٤ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

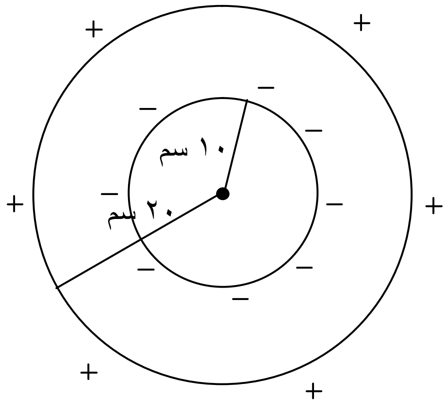
(٤) $م_{\text{جـ (داخل)}} = ٠$

$$م_{\text{ب (سطح)}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{نو^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦}}{١٦ \times ١٠^{-٤}} = \frac{٩}{٤} \times ١٠^{٧} \; N / C$$

$$م_{\text{هـ (خارج)}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش}{ف^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦}}{٦٤ \times ١٠^{-٤}} = \frac{٩}{١٦} \times ١٠^{٧} \; N / C$$

---

٧٧) موصل كروي نصف قطره ١٠ سم يحمل شحنة مقدارها – ٢نانوكولوم ، محاطة أحاطه تامة بموصل كروي آخر متحد معه في المركز ونصف قطره ٢٠ سم ويحمل شحنة مقدارها + ٤ نانوكولوم ، ***اجب :***



١- المجال الكهربائي لنقطة تبعد ٥ سم عن المركز ؟

٢- المجال الكهربائي لنقطة تبعد ١٥ سم عن المركز ؟

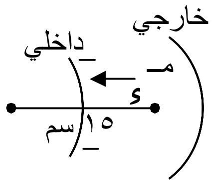
٣- المجال الكهربائي لنقطة تبعد ١ م عن المركز ؟

(إذا كان الهواء هو الوسط الفاصل)

الحـــل

١- تقع النقطة داخل الموصلين

∴ مـ = صفر



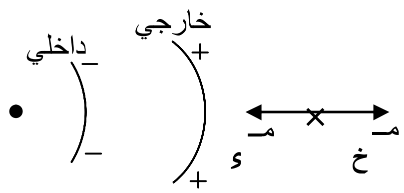
٢- تقع النقطة خارج الموصل الداخلي فنطبق :

$$م_{ء} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش_{\text{داخلي}}}{ف^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٢ \times ١٠^{-٩}}{(١٥ \times ١٠^{-٢})^{٢}} = ٨٠٠ \; \text{نيوتن} / C$$

تقع النقطة داخل الموصل الخارجي

∴ $م_{خ} = $ صفر

٣- تقع النقطة خارج المصلين الداخلي والخارجي :



$$م_{ء} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٢ \times ١٠^{-٩}}{(١)^{٢}} = ١٨ \; N / C$$

$$م_{خ} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٤ \times ١٠^{-٩}}{(١)^{٢}} = ٣٦ \; N / C$$

$$م = م_{خ} + \overline{م_{ء}} = ٣٦ - ١٨ = ١٨ \; N / C$$

⟸ السطح الموجب تخرج منه خطوط المجال و السالب تتجه نحوه .

---

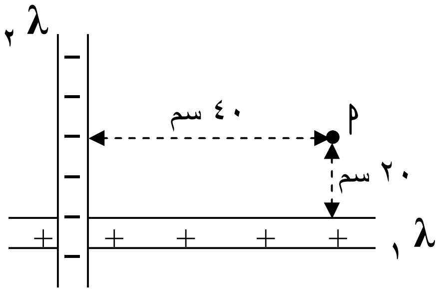
٧٨) سلك لانهائي الطول يحمل كثافة شحنة طولية مقدارها (٥ ميكروكولوم / م) ، ***احسب*** المجال الكهربائي عن نقطة تبعد مسافة (١٠ سم) عن محوره ؟

الحـــل

$$م_{\text{سلك}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٢ \lambda}{ف} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٢ \times ٥ \times ١٠^{-٦}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} = ٩ \times ١٠^{+٥} \; N / C$$

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال ـ ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

٧٩) سلكان لانهائيان متعامدان ومشحونان كما يمثل الشكل المجاور ، فاذا كانت :
$\lambda_1 = {}^{+}4$ ميكروكولوم ، $\lambda_2 = {}^{-}3$ ميكروكولوم ، ***احسب ما يلي :***



١- مقدار المجال المؤثر في النقطة م واتجاهه ؟

٢- القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها ٦ نانوكولوم وموضوعه في م ؟

الحـــل

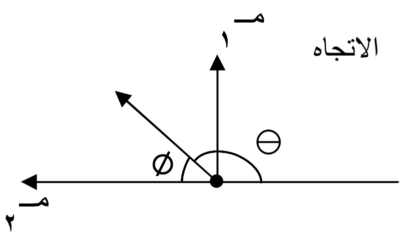
(١)

$$\text{مـ} = 9 \times 10^{9} \times \frac{2\lambda}{\text{ف}}$$

$$\text{مـ}_1 = \frac{9 \times 10^{9} \times 2 \times 4 \times 10^{-6}}{20 \times 10^{-2}} = 36 \times 10^{4}\ N/C$$

$$\text{مـ}_2 = \frac{9 \times 10^{9} \times 2 \times 3 \times 10^{-6}}{40 \times 10^{-2}} = 13.5 \times 10^{4}\ N/C$$

$$\text{مـ}_{\text{محصلة}} = \sqrt{\text{مـ}_1^{2} + \text{مـ}_2^{2}}$$



$$= \sqrt{(36 \times 10^{4})^{2} + (13.5 \times 10^{4})^{2}} = 38 \times 10^{4}\ N/C$$

الاتجاه

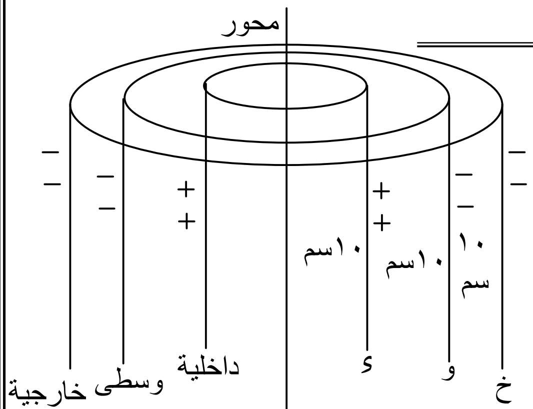
$$\theta = 180 - \phi = 180 - \text{ظا}^{-1}\left(\frac{36 \times 10^{4}}{13.5 \times 10^{4}}\right)$$

(٢)

$$\text{ق} = \text{مـ}_{\text{م}} \ \text{ش} = 38 \times 10^{4} \times 6 \times 10^{-9} = 2.28 \times 10^{-3}\ N$$

---

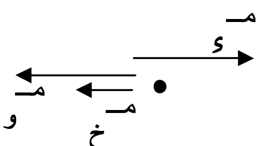
٨٠) إذا كان الشكل المجاور يمثل ثلاث اسطوانات جوفاء متحدة بنفس المحور وكانت : $\lambda_{\text{ء}} = {}^{+}4$ ميكروكولوم / م ، $\lambda_{\text{و}} = {}^{-}2$ ميكروكولوم / م ، $\lambda_{\text{خ}} = {}^{-}3$ ميكروكولوم / م ، ***احسب*** شدة المجال التي تقع عند النقاط التالية إذا كان الهواء هو الوسط الفاصل :



١- نقطة تبعد عن المركز ٥ سم ؟

٢- نقطة تبعد عن المركز ٣٠ سم ؟

الحـــل



١- مـ = صفر : تقع داخل الثلاث اسطوانات

٢- $$\text{مـ}_{30\text{سم}} = \text{مـ}_{\text{ء}} - \text{مـ}_{\text{خ}} - \text{مـ}_{\text{و}} = \frac{9 \times 10^{9} \times 2\lambda_{\text{ء}}}{\text{ف}} - \frac{9 \times 10^{9} \times 2\lambda_{\text{خ}}}{\text{ف}} - \frac{9 \times 10^{9} \times 2\lambda_{\text{ء}}}{\text{ف}}$$

$$= \frac{9 \times 10^{9} \times 2 \times 1 \times 10^{-6}}{30 \times 10^{-2}} - \frac{9 \times 10^{9} \times 2 \times 3 \times 10^{-6}}{30 \times 10^{-2}} - \frac{9 \times 10^{9} \times 2 \times 2 \times 10^{-6}}{30 \times 10^{-2}} = 30 \times 10^{4}\ N/C$$

نحو $\bar{\text{س}}$

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

٨١) ***احسب*** المجال الكهربائي الناشئ عن صفيحة كثافة شحنتها السطحية (٣٥,٤) ميكروكولوم / م^{٢} ومؤثرة في نقطة تبعد ٣ سم عنها ومحاطة بالهواء ؟

الحـــل

$$\text{م}_{\text{صفيحة}} = \frac{\sigma}{٢\in_{٠}} = \frac{٣٥,٤ \times ١٠^{-٦}}{٢ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}} = ٢ \times ١٠^{+٦}\ C / N$$

لاحظ بان المجال الناشئ عن الصفيحة لا يتأثر بالمسافة .

---

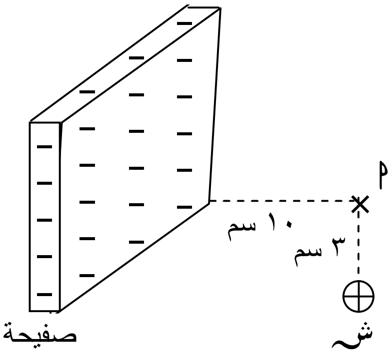
٨٢) صفيحة غير موصلو مستوية رقيقة لانهائية الأبعاد تحمل كثافة سطحية للشحنة مقدارها

($^{-}$ ٨,٨٥) ميكروكولوم ، موزعة عليها بانتظام ، وضعت شحنة (شـ) مقدارها

$^{+}$ ٠,١٢ ميكروكولوم ، معتمداً على ذلك ***احسب :***

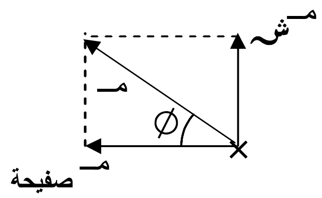
١- المجال الكهربائي عند النقطة م ؟

٢- القوة الكهربائية المؤثرة في إلكترون موضوع عند النقطة م ؟



الحـــل

(١) يؤثر في النقطة م مجالان من الصفيحة ومن الشحنة (شـ)



$$\text{م}_{\text{شـ}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{شـ}}{\text{ف}^{٢}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٠,١٢ \times ١٠^{-٦}}{٩ \times ١٠^{-٤}}$$

$$\text{م}_{\text{شـ}} = ٠,١٢ \times ١٠^{+٧} = ١٢ \times ١٠^{+٥}\ C / N$$

$$\text{م}_{\text{صفيحة}} = \frac{\sigma}{٢\in_{٠}} = \frac{٨,٨٥ \times ١٠^{-٦}}{٢ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}} = ^{-}٥ \times ١٠^{٥}\ C / N$$

وبما أن المجال كمية متجهة وهنا المجالين متعامدين :

$$\therefore \text{مـ} = \sqrt{(\text{مـ}_{\text{شـ}})^{٢} + (^{-}\text{مـ}_{\text{صفيحة}})^{٢}} = \sqrt{(٥ \times ١٠^{٥})^{٢} + (١٢ \times ١٠^{٥})^{٢}} = ١٣ \times ١٠^{٥}\ \text{نيوتن / كولوم}$$

$$\text{* اتجاه مـ} = \text{ظا}\ \varnothing = \frac{\text{مـ}_{\text{شـ}}}{\text{مـ}_{\text{صفيحة}}} = \frac{١٢ \times ١٠^{٥}}{٥ \times ١٠^{٥}} = ٢,٤$$

$$\Longleftarrow \varnothing = \text{ظا}^{-١}(^{-}٢,٤)$$

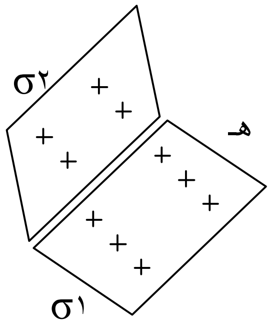
$$\therefore \ominus = ١٨٠ + ^{-}\varnothing$$

(٢)

$$\text{ق}_{\text{م}} = \text{مـ}\ \text{شـ}_{\text{م}} = ١٣ \times ١٠^{٥} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٢٠,٨ \times ١٠^{-١٤}\ \text{نيوتن}$$

وباتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي .

٨٣) صفيحتان لانهائيتان رقيقتان ومشحونتان ، فإذا كانت كثافة الشحنة السطحية لكل منهما σ C / م^{٢} ، ***اجب*** عن الحالات الثلاثة التالية :-

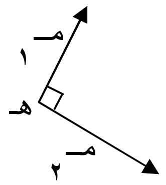


الشكل (٩)

١- إذا كانت الصفيحتين موجبتين ومتعامدتين ، كما في الشكل (٩) ، ***فما مقدار*** المجال عند النقطة (هـ) والتي تبعد مسافة (ف) عن كل من الصفيحتين ؟

الحـــل

$$\vec{م}_{\text{صفيحة}} = \frac{\sigma}{٢\in}$$

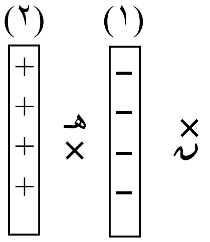


لكن هـ تتعرض لمجالين من ١ و ٢ متعامدين

$$\therefore \vec{م}_{هـ} = \sqrt{م_{١}^{٢} + م_{٢}^{٢}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{٢\in}\right)^{٢} + \left(\frac{\sigma}{٢\in}\right)^{٢}} = \sqrt{\frac{٢\sigma^{٢}}{٤\in^{٢}}} = \frac{\sigma}{\sqrt{٢}\,\in}$$

٢- إذا كانت الصفيحتين متوازيتين إحداهما (+) والأخرى (–) كما في الشكل (ب)

احسب مقدار المجال عند النقطتين (هـ) ، (ن) إذا كان للصفيحتين نفس الكثافة السطحية من الشحنة = σ كولوم / م^{٢}

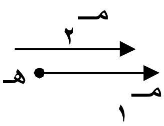


الشكل (ب)

الحـــل

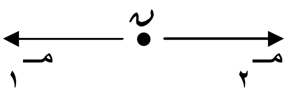
$$\vec{م}_{هـ} = \vec{م}_{١} + \vec{م}_{٢} = \frac{\sigma}{٢\in} + \frac{\sigma}{٢\in}$$

$$\vec{م}_{هـ} = \frac{\sigma}{\in}$$

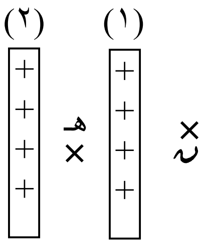


$$\vec{م}_{ن} = \vec{م}_{٢} - \vec{م}_{١} = \frac{\sigma}{٢\in} - \frac{\sigma}{٢\in}$$

$$\vec{م}_{ن} = \text{صفر}$$



٣- إذا كانت الصفيحتين موجبتين ولهما نفس قيم σ ، ***احسب قيمة*** المجال عند (هـ) ، (ن) كما في الشكل (جـ)

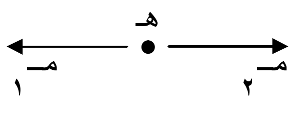


الشكل (جـ)

الحـــل

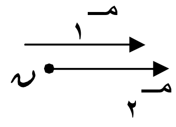
$$\vec{م}_{هـ} = \vec{م}_{٢} - \vec{م}_{١} = \frac{\sigma_{٢}}{٢\in} - \frac{\sigma_{١}}{٢\in}$$

$$\vec{م}_{هـ} = \text{صفر}$$



$$\vec{م}_{ن} = \vec{م}_{١} + \vec{م}_{٢} = \frac{\sigma_{١}}{٢\in} + \frac{\sigma_{٢}}{٢\in}$$

$$\vec{م}_{ن} = \frac{\sigma}{\in}$$



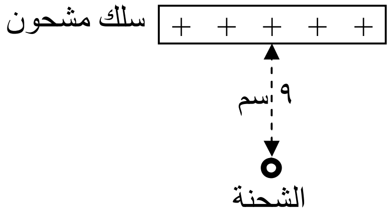
نتائج :

١- ينعدم المجال الكهربائي بين صفيحتين رقيقتين لانهائيتين إذا كانتا مشحونتين بنفس النوع والمقدار من (σ) ، فتكون المنطقة بينهما تعادل .

٢- مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتين رقيقتين لانهائيتين إذا كانتا مشحونتين بنفس المقدار من (σ) ،ولكن واحدة (+) و الأخرى (–) فان مقدار المجال بينهما دائماً = $\frac{\sigma}{\in_{\cdot}}$

---

٨٤) سلك لانهائي الطول كثافة شحنته السطحية (٤ × ١٠⁻⁶) كولوم / م ، إذا اتزنت شحنته كما هو مبين في الشكل المجاور ***فحدّد*** نوع ومقدار تلك الشحنة إذا كانت كتلتها ٤٠٠ غم ؟



الحـــل

- نوع الشحنة سالب .
- $ق_{جذب} = و$

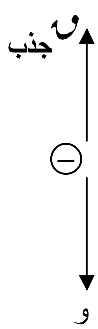
$ك \times جـ = مـ_{سلك}\ ش$

$ك \times جـ = ش \times \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢\lambda}{ف}$

$\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ٤ \times ١٠^{-٦} \times ش}{٩ \times ١٠^{-٢}} = ٤٠٠ \times ١٠^{-٣} \times ١٠$

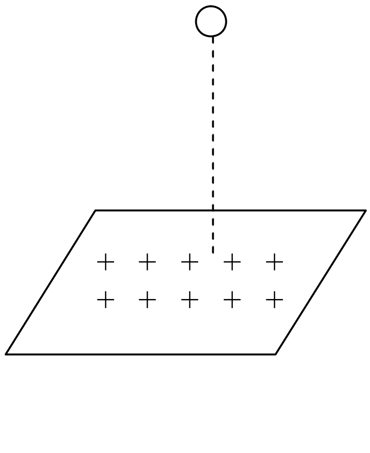
$٤٠٠ \times ١٠^{+٥}\ ش = ٤$

$\therefore$ ش = ٥ × ١٠⁻⁶ كولوم



---

٨٥) يبين الشكل المجاور كرة صغيرة خفيفة ومن مادة غير موصلة ومشحونة ، وزنها بالهواء ٠,٣ N ، اتزنت في الهواء كما في الشكل المجاور فوق صفيحة مشحونة أفقية مستوية كثافة شحنتها السطحية (١٧,٧ × ١٠⁻⁶) كولوم / م٢ ،***احسب*** معتبراً $\in$ = ٨,٨٥ × ١٠⁻¹² :



١- مقدار المجال المؤثر في الكرة ؟

٢- نوع ومقدار شحنة الكرة ؟

الحـــل

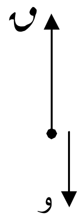
(١) $مـ = \frac{\sigma}{٢\in} = \frac{١٧,٧ \times ١٠^{-٦}}{٢\times ٨,٨٥ \times ١٠^{-٢}} = ١ \times ١٠^{٦}\ N / C$

(٢) نوع الشحنة : موجبة

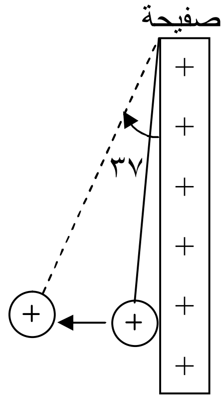
ق = و

مـ ش = و

$ش = \frac{٠,٣}{١ \times ١٠^{٦}} = ٣ \times ١٠^{-٧}$ كولوم



إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com



٨٦) صفيحة رقيقة لانهائية الأبعاد مشحونة بشحنة موجبة ، وكرة شحنتها ٣ ميكروكولوم ، إذا علقت الكرة وكتلتها ٨٠٠ غم بالصفيحة بواسطة خيط معزول بحيث تنافرت مع الصفيحة حتى استقرت فكانت الزاوية بين الخيط و الصفيحة ٣٧°،

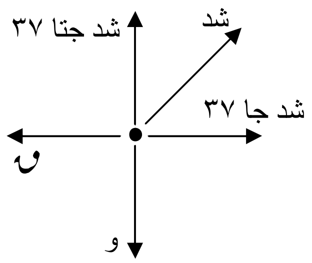
فما مقدار كثافة الشحنة السطحية على الصفيحة ؟

الحــل

شد جا ٣٧ = ق ------- (١)

شد جتا ٣٧ = و ------- (٢)

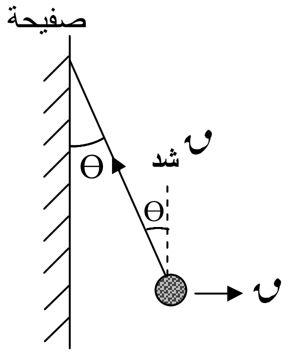
نقسم (١) على (٢) فنحصل على : $\frac{\text{جا ٣٧}}{\text{جتا ٣٧}} = \frac{\text{مـ ش}}{\text{ك × جـ}}$



مـ = $\frac{٠,٦}{٠,٨} \times \frac{٨٠٠ \times ١٠^{-٣} \times ١٠}{٣ \times ١٠^{-٦}} = ٢ \times ١٠^{٦}$ C / N

لكن : مـ$_{\text{صفيحة}}$ = $\frac{\sigma}{٢ \in}$ ⟸ σ = مـ × ٢ × ∈ = $٢ \times ١٠^{٦} \times ٢ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$

σ = $٣٥,٤ \times ١٠^{-٦}$ C / م^{٢}



٨٧) كرة صغيرة مشحونة كتلتها (ك) وشحنتها (ش) ، عُلقت بخيط كما في الشكل فعمل الخيط زاوية (Θ) عند الاتزان مع صفيحة كبيرة مستوية ومثبتة بشكل رأسي ومشحون بشحنة موزعة عليها كثافتها السطحية (σ) ، ***اثبت أن :***

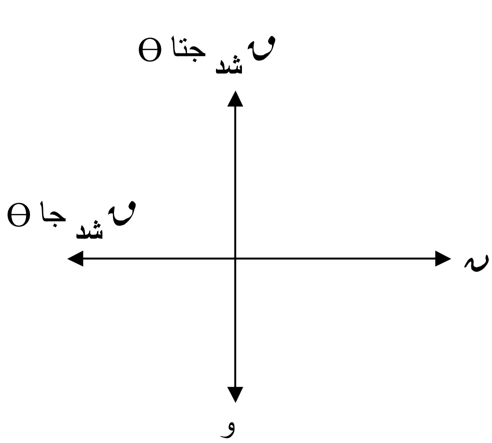
σ = $\frac{\in \text{ ك جـ}}{\text{ش}}$ ظا Θ

الحــل

∑ ق$_{\text{ص}}$ = صفر ⟸ و = ق$_{\text{شد}}$ جتا Θ ------- (١)

∑ ق$_{\text{س}}$ = صفر ⟸ ق = ق$_{\text{شد}}$ جا Θ ------- (٢)

بقسمة (٢) على (١) ⟸ $\frac{\text{ق}}{\text{و}} = \frac{\text{ق}_{\text{شد}}\text{ جا }\Theta}{\text{ق}_{\text{شد}}\text{ جتا }\Theta}$



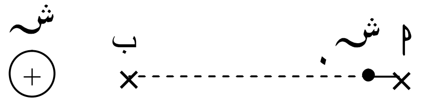
ق = و ظا Θ ⟸ [ق = ك × جـ ظا Θ] ------- (٣)

لكن ق = مـ ش ⟸ مـ$_{\text{صفيحة}}$ = $\frac{\text{ق}}{\text{ش}} = \frac{\sigma}{\in}$

تعويض (٣)

σ = $\frac{\text{ك × جـ × ظا }\Theta \times \in}{\text{ش}}$

الجهد الكهربائي



س٥٥ صف ما يحدث عند تحريك (شـ.) باتجاه (شـ) كما في الشكل المجاور ؟

- عند محاولة تقريب (شـ.) من (شـ) أي التحريك من (م ⟵ ب)
  سنواجه قوة تنافر ، فلذلك نحتاج لقوة خارجية لتحريك (شـ.) مساوية لقوة التنافر
  فسيتم بذل شغل على الشحنة الاختباري (المنقولة) .
- أي أننا سننتقل من منطقة جهد منخفض إلى منطقة جهد مرتفع وهذا يسمى (فرق الجهد) ويمكن تعريفة كما يلي :

* هو الشغل اللازم لتحريك وحدة الشحنات بين نقطتين [فرق الجهد +]

* أو ⟸ التغير في طاقة الوضع الكهربائية (Δ ط و) لكل وحدة شحنة (شـ.)

- عند التحريك من (ب ⟵ م) لن يتم بذل شغل (تقريباً) فسننتقل من منطقة جهد مرتفع إلى منطقة جهد منخفض فسيكون فرق الجهد (سالباً)

س٥٦ لماذا يكون الجهد في المالانهاية صفر ؟

- لان الجهد الكهربائي لا يؤثر في شحنته اختبار موضوعة عندها بأي قوة كهربائية مما يعني أن طاقة الوضع الكهربائية عندها تكون صفر وكذلك يكون الجهد عندئذ صفر .

س٥٧ أعط تعريفاً مناسباً للجهد الكهربائي ؟

- هو الشغل المبذول في تحريك وحدة الشحنات الكهربائية من المالانهاية إلى تلك النقطة (دون إحداث تغيير في طاقتها)

س٥٨ أعط تعريفاً واضحاً للفولت ؟

- جهد نقطة يحتاج لواحد جول من الشغل لنقل (١ كولوم) من الشحنة من المالانهاية إلى تلك النقطة .

س٥٩ ما المقصود بقولنا :

١- الجهد الكهربائي في نقطة يساوي ٤ فولت ؟

- أي انه يلزم شغل مقداره ٤ جول لنقل وحدة الشحنات الموجبة (١ كولوم) من المالانهاية إلى تلك النقطة .

٢- الجهد الكهربائي في نقطة يساوي ـ ٦ فولت ؟

- أي أن يلزم شغل قدره ٦ جول لنقل وحدة الشحنات السالبة (ـ ١ كولوم) من المالانهاية إلى تلك النقطة .

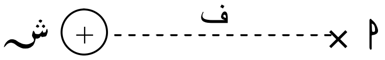
٣- فرق الجهد بين نقطتين يساوي ٤ فولت ؟

- يلزم ٤ جول لنقل وحدة الشحنات من إحدى النقطتين إلى الأخرى .

رياضياً:

(١) ط و = جـ × ش   حيث : ط و : طاقة الوضع الكهربائية المخزنة في شحنة وتقاس بوحدة (جول)

جـ : جهد نقطة ويقاس بوحدة (فولت)

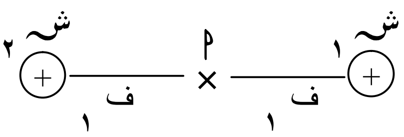
(٢) جـ أ = $\frac{\text{٩} \times \text{١٠}^{\text{٩}}\ \text{ش}}{\text{ف}}$ ⟸ 

حيث : جـ أ : الجهد الكهربائي للنقطة أ

ش : الشحنة (المجاورة ــ الساكنة)

(٣) في حالة وجود أكثر من شحنة محيطة بنقطة فان :

جـ أ = $\text{٩} \times \text{١٠}^{\text{٩}}\ \frac{\text{ش}_{\text{١}}}{\text{ف}_{\text{١}}} + \text{٩} \times \text{١٠}^{\text{٩}}\ \frac{\text{ش}_{\text{٢}}}{\text{ف}_{\text{٢}}} +$ ....



(٤) Δ ط و $_{\text{١}\to\text{٢}}$ = ش $_{\text{١}\to\text{٢}}$ ⟸ (التغير في طاقة الوضع = الشغل المبذول)

⟸ مبرهنة الشغل والطاقة

(٥) ش $_{\text{١}\to\text{٢}}$ = Δ جـ × ش منقولة   حيث : Δ جـ : فرق الجهد

= (جـ $_{\text{٢}}$ − جـ $_{\text{١}}$) ش منقولة   ش : الشغل المبذول ويقاس بوحدة (جول)

= Δ ط و $_{\text{١}\to\text{٢}}$

س٦٠ قارن بين حساب مجموع الجهد ومحصلة المجال الكهربائي ؟

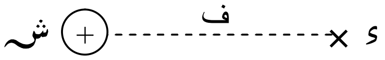
مجموع الجهد	**محصلة المجال الكهربائي**
١- كمية قياسية يتم تعويض الإشارة السالبة دون اخذ الاتجاه .	١- كمية متجهة يتم اخذ الاتجاه دون تعويض الإشارة .
٢- جـ $\propto \frac{\text{١}}{\text{ف}}$	٢- مـ $\propto \frac{\text{١}}{\text{ف}^{\text{٢}}}$

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال ـ ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

سؤال توضيحي :

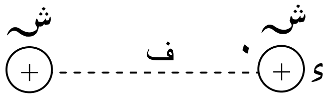
س٦١ احسب جهد النقطة ء لكل من الآتي :-

١- $\text{جـ}_{\text{ء}} = ٩ \times ١٠^{٩} \dfrac{\text{ش}}{\text{ف}}$

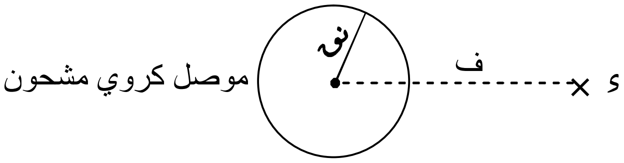


٢- $\text{جـ}_{\text{ء}} = \dfrac{\text{ط و}}{\text{ش}.}$

٣- $\text{جـ}_{\text{ء}} = \dfrac{٩ \times ١٠^{٩}\ \text{ش}_{\text{مجاورة}}}{\text{ف}}$

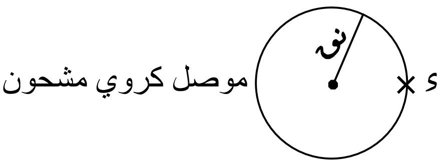


٤- $\text{جـ}_{\text{ء}} = ٩ \times ١٠^{٩} \dfrac{\text{ش}_{\text{كرة}}}{\text{ف}}$



⟸ يسمى الجهد الناتج عن الشحنات المجاورة (بالجهد الحثي)

٥- $\text{جـ}_{\text{ء}}$ (تقع على سطح الكرة) $= ٩ \times ١٠^{٩} \dfrac{\text{ش}_{\text{كرة}}}{\text{نق}}$

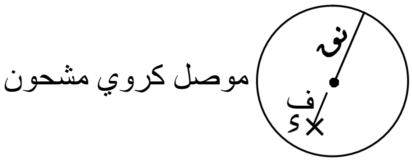


⟸ يسمى الجهد الناتج عن شحنة الموصل ونصف قطره (بالجهد المطلق)

٦- تقع ء داخل الكرة

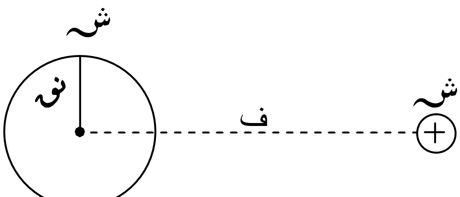
$\text{جـ}_{\text{ء}} = \text{جـ}_{\text{السطح}} = ٩ \times ١٠^{٩} \dfrac{\text{ش}}{\text{نق}}$

ويعتبر الجهد المطلق



٧- $\text{جـ}_{\text{ء كلي}} = \text{جـ}_{\text{مطلق}} + \text{جـ}_{\text{حثي}}$

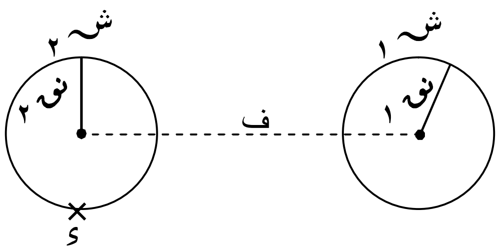
الجهد المؤثر في الكرة (كلي)	ناشئ عن شحنة الكرة $٩\times١٠^{٩} \dfrac{\text{ش}_{\text{كرة}}}{\text{نق}}$	ناشئ عن الشحنة المجاورة $٩\times١٠^{٩} \dfrac{\text{ش}_{\text{كرة}}}{\text{ف}}$



٨-

$\text{جـ}_{\text{ء كلي}} = \text{جـ}_{\text{مطلق}} + \text{جـ}_{\text{حثي}}$

$= \dfrac{٩ \times ١٠^{٩}\ \text{ش}_{٢}}{\text{نق}_{٢}} + ٩ \times ١٠^{٩} \dfrac{\text{ش}_{١}}{\text{ف}}$



س٦٢ ما هي العوامل التي يعتمد عليها :-

أ) الجهد الحثي ؟

١- الشحنة المجاورة (شحنة جسم مجاور) : طردي .

٢- بعد الشحنة عن النقطة : عكسي .

٣- السماحية الكهربائية : عكسي .

ب) الجهد المطلق ؟

١- شحنة الموصل نفسه : طردي .

٢- نصف قطر الموصل نفسه : عكسي .

٣- السماحية الكهربائية : عكسي .

أمثلة على الجهد الكهربائي :

٨٨) شحنة مقدارها $^{+}$ ٨ × ١٠$^{-٨}$ كولوم ، ولها طاقة وضع مقدارها ٢ ميكروجول ، **احسب** الجهد الكهربائي للنقطة الموضوعة فيها الشحنة ؟

الحـــل

$$جـ = \frac{ط_و}{شَ} = \frac{٢ \times ١٠^{-٦}}{٨ \times ١٠^{-٨}} = ٢٥ \text{ فولت}$$

---

٨٩) شحنة كهربائية مقدارها ٣ ميكروكولوم موضوعة عند نقطة جهدها ٢ فولت ، **احسب :**

١- طاقة وضع الشحنة عند تلك الشحنة ؟

٢- الشغل اللازم لنقل هذه الشحنة إلى نقطة جهدها ٨ فولت ؟

٣- التغير في طاقة وضع الشحنة عند نقلها من الموضع الثاني إلى الأول ؟

الحـــل

(١) $ط_و = جـ \; شَ = ٢ \times ٣ \times ١٠^{-٦} = ٦ \times ١٠^{-٦}$ جول

(٢) $ش_{١ \leftarrow ٢} = \Delta جـ \times شَ = (جـ_٢ - جـ_١) \times شَ$

$= (٨ - ٢) \; ٣ \times ١٠^{-٦} = ١٨ \times ١٠^{-٦}$ جول

(٣) $\Delta ط_{و \; ٢ \leftarrow ١} = \Delta جـ \times شَ = ٣ \times ١٠^{-٦} (٢ - ٨) = {}^{-}١٨ \times ١٠^{-٦}$ جول

- تعني الإشارة السالب أن الانتقال تم لشحنة موجبة من منطقة جهد مرتفع إلى منطقة جهد منخفض .

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

٩٠) الشغل المبذول لنقل شحنة كهربائية بين نقطتين في مجال كهربائي مقداره ٩ جول (الشغل) ، إذا علمت أن الفرق في الجهد بين النقطتين (٤٥ فولت) ، ***احسب*** مقدار الشحنة الكهربائية ؟

الحـــل

$\text{ش} = \Delta\text{جـ} \times \tilde{\text{ش}}$

$\Longleftarrow \quad \tilde{\text{ش}} = \frac{\text{ش}}{\Delta\text{جـ}} = \frac{٩}{٤٥} = \frac{١}{٥} = ٠,٢$ كولوم

---

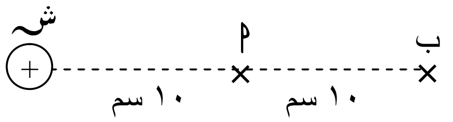
٩١) ***ما التغير*** في طاقة وضع إلكترون إذا تحرك بين نقطتين فكان الفرق في الجهد بينهما يساوي ١ فولت ، إذا كانت $\tilde{\text{ش}}_{٢} = {}^{-}١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم ؟

الحـــل

$\Delta\text{ط}_{\text{و}} = \Delta\text{جـ} \times \tilde{\text{ش}} = ١ \times {}^{-}١,٦ \times ١٠^{-١٩} = {}^{-}١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول

---

٩٢) شحنة كهربائية موجبة مقدارها $^{+}٤$ نانوكولوم ، موضوعة في الهواء كما في الشكل المجاور ، معتمداً على ذلك ***احسب كل من الآتي :***



١- جهد النقطة م
٢- جهد النقطة ب
٣- فرق الجهد جـ م ب
٤- فرق الجهد جـ ب م

٥- طاقة وضع شحنة مقدارها $^{+}٢$ ميكروكولوم موضوعة في النقطة م

٦- الشغل المبذول لتحريك نفس الشحنة من (م ⟵ ب)

٧- التغير في طاقة وضع الشحنة $^{+}٢$ ميكروكولوم عند الانتقال من (ب ⟵ م)

الحـــل

١- $\text{جـ}_{\text{م}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\tilde{\text{ش}}}{\text{ف}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٤ \times ١٠^{-٩}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} = ٣٦ \times ١٠^{١}\ \tilde{\text{ش}}$

٢- $\text{جـ}_{\text{ب}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٤ \times ١٠^{-٩}}{٢٠ \times ١٠^{-٢}} = ١٨ \times ١٠^{١}\ \tilde{\text{ش}}$

٣- $\text{جـ}_{\text{م ب}} = \text{جـ}_{\text{م}} - \text{جـ}_{\text{ب}} = ٣٦ \times ١٠^{١} - ١٨ \times ١٠^{١} = ١٨ \times ١٠^{١}$ فولت

٤- $\text{جـ}_{\text{ب م}} = \text{جـ}_{\text{ب}} - \text{جـ}_{\text{م}} = {}^{-}١٨ \times ١٠^{١}\ \tilde{\text{ش}}$

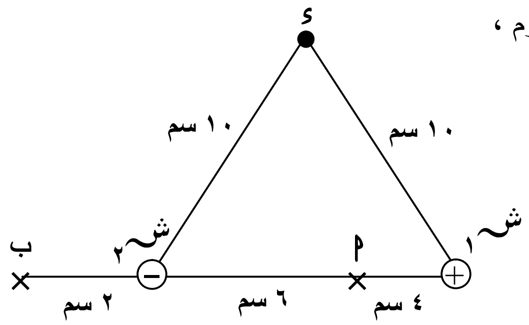
٥- $\text{ط}_{\text{و م}} = \text{جـ}_{\text{م}} \times \tilde{\text{ش}} = ٣٦ \times ١٠^{١} \times ٢ \times ١٠^{-٦} = ٧,٢ \times ١٠^{-٤}$ جول

٦- $\text{ش}_{\text{م} \to \text{ب}} = (\text{جـ}_{\text{ب}} - \text{جـ}_{\text{م}})\ \tilde{\text{ش}} = ({}^{-}١٨ \times ١٠^{١}) \times ٢ \times ١٠^{-٦} = {}^{-}٣٦٠ \times ١٠^{-٦}$ جول

٧- $\Delta\text{ط}_{\text{و ب} \to \text{م}} = -\ \text{ش}_{\text{م} \to \text{ب}} = {}^{+}٣٦٠ \times ١٠^{-٦}$ جول

٩٣) إذا كانت قيمة كل من $ش_١ = ^+١٢$ نانوكولوم ، $ش_٢ = ^-١٢$ نانوكولوم ، وكانت كل منهما موضوع في الهواء كما في الشكل المجاور ،

احسب : $جـ_م$ ، $جـ_ب$ ، $جـ_ء$



الحــل

$$جـ_م = ٩ \times ١٠^٩ \times \frac{ش_١}{ف_١} + ٩ \times ١٠^٩ \frac{ش_٢}{ف_٢}$$

$$= ٩ \times ١٠^٩ \left[\frac{١٢ \times ١٠^{-٩}}{٤ \times ١٠^{-٢}} + \frac{-١٢ \times ١٠^{-٩}}{٦ \times ١٠^{-٢}} \right]$$

$$= ٩٠٠ \ V$$

$$جـ_ب = ٩ \times ١٠^٩ \times \left(\frac{ش_١}{ف_{١ب}} + \frac{ش_٢}{ف_{٢ب}} \right)$$

$$= ٩ \times ١٠^٩ \times \left(\frac{١٢ \times ١٠^{-١٢}}{١٢ \times ١٠^{-٢}} + \frac{-١٢ \times ١٠^{-١٢}}{٢ \times ١٠^{-٢}} \right)$$

$$= ^-٤٥٠٠ \text{ فولت}$$

$$= ٩٠٠ \ V$$

$$جـ_ء = ٩ \times ١٠^٩ \times \left(\frac{ش_١}{ف_{١ء}} + \frac{ش_٢}{ف_{٢ء}} \right)$$

$$= ٩ \times ١٠^٩ \times \left(\frac{١٢ \times ١٠^{-١٢}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} + \frac{-١٢ \times ١٠^{-١٢}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} \right)$$

= صفر

---

٩٤) موصل كروي نصف قطره (١٠ سم) ومشحون بشحنة قدرها $^+١٢ \times ١٠^{-٦}$ كولوم ، ***احسب*** الجهد الكهربائي عند النقاط التي تبعد عن مركز الكرة : (١) ٥ سم (٢) ١٠ سم (٣) ٢٠ سم

الحــل

١ ـ ٥ سم ⟸ داخل الموصل

$$جـ_{داخل} = ٩ \times ١٠^٩ \frac{ش}{نق}$$

$$= \frac{٩ \times ١٠^٩ \times ١٢ \times ١٠^{-٦}}{١٠ \times ١٠^{-٢}}$$

$$جـ_{٥ سم} = ١٠٨ \times ١٠^٤ \text{ فولت}$$

٢ ـ ١٠ سم ⟸ على السطح

$$جـ_{السطح} = جـ_{داخل}$$

$$= ١٠٨ \times ١٠^٤ \text{ فولت}$$

٣ ـ ٢٠ سم ⟸ خارج الكرة

$$جـ_{خارج} = ٩ \times ١٠^٩ \frac{ش}{ف}$$

$$= \frac{٩ \times ١٠^٩ \times ١٢ \times ١٠^{-٦}}{٢٠ \times ١٠^{-٢}}$$

$$= ٥٤ \times ١٠^٤ \text{ فولت}$$

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

انتبه :

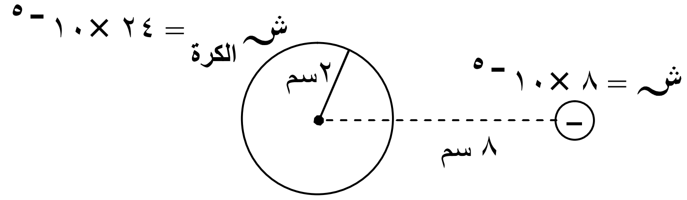
- الجهد داخل الموصل يساوي الجهد على سطحه .
- يسمى الجهد عند نقطة تقع على سطح الموصل (بالجهد المطلق)، بينما الجهد عند نقطة مجاورة لجسم مشحون (بالجهد الحثي)

---

٩٥) معتمداً على الشكل المجاور ***احسب :***

١- الجهد المؤثر في الشحنة النقطية ؟

٢- الجهد المؤثر في الكرة ؟



الحـــل

(١) $$\text{جـ}_{\text{الشحنة}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش كرة}}{\text{ف}}$$ ⟸ ويعتبر جهد حثي بالنسبة للشحنة

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢٤ \times ١٠^{-٥}}{٨ \times ١٠^{-٢}} = ٢٧ \times ١٠^{٦} \text{ فولت .}$$

(٢) $$\text{جـ}_{\text{الكرة}} = \text{جـ (مطلق للكرة) + جـ (حثي من الشحنة المجاورة)}$$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش كرة}}{\text{نق}} + \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}}{\text{ف}}$$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢٤ \times ١٠^{-٥}}{٢ \times ١٠^{-٢}} + \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times -٨ \times ١٠^{-٥}}{٨ \times ١٠^{-٢}}$$

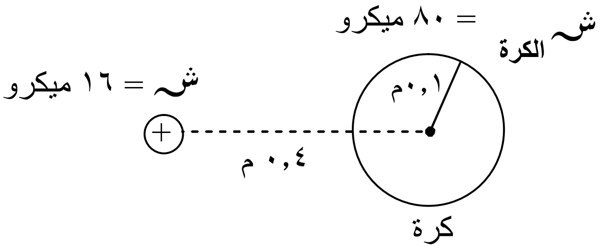
$$= ١٠٨ \times ١٠^{٦} - ٩ \times ١٠^{٦} = ٩٩ \times ١٠^{٦} \text{ فولت}$$

---

٩٦) من الشكل المجاور ***احسب :***

١- المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة ؟

٢- الطاقة الكهربائية المخزنة في الكرة ؟



الحـــل

(١) $$\text{م} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش كرة}}{\text{ف}^{٢}}$$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٨٠ \times ١٠^{-٦}}{١٦ \times ١٠^{-٢}} = ٤٥ \times ١٠^{٥} \text{ نيوتن / كولوم}$$

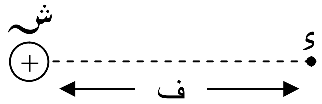
(٢) $$\text{ط}_{\text{و (الكرة)}} = \text{جـ}_{\text{كرة}} \bullet \text{ش}_{\text{كرة}}$$ ⟸ يلزم حساب $\text{جـ}_{\text{كرة}}$

$$\text{جـ}_{\text{كرة}} = \text{جـ}_{\text{مطلق}} + \text{جـ}_{\text{حثي}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش كرة}}{\text{نق}} + \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}}{\text{ف}}$$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٨٠ \times ١٠^{-٦}}{١ \times ١٠^{-١}} + \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١٦ \times ١٠^{-٦}}{٤ \times ١٠^{-١}} = ٧٥٦ \times ١٠^{٤} \text{ فولت}$$

$$\therefore \text{ط}_{\text{و (الكرة)}} = ٧٥٦ \times ١٠^{٤} \times ٨٠ \times ١٠^{-٦} = ٦٠٤٨ \times ١٠^{-١} \text{ جول}$$

٩٧) إذا علمت أن لجهد الكهربائي عند النقطة (ء) والتي تبعد مسافة (ف) عن شحنة نقطية مقدارها ١٢ × ١٠ $^{-٩}$ كولوم هو ٣٦ فولت ، ***احسب :-***



١- بعد النقطة (ء) عن الشحنة لنقطية ؟
٢- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (٢ ميكروكولوم) من المالانهاية إلى النقطة (ء) ؟
٣- طاقة الوضع الكهربائي للشحنة ٢ ميكروكولوم عند هذه النقطة ؟

الحــل

(١) $\text{جـ}_{\text{ء}} = \dfrac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}}{\text{ف}}$

$\text{ف} = \dfrac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١٢ \times ١٠^{-٩}}{٣٦} = ٣ \text{ م}$

(٢) $\text{ش}_{\infty \rightarrow \text{ء}} = (\text{جـ}_{\text{ء}} - \text{جـ}_{\infty}) \text{ ش} .$

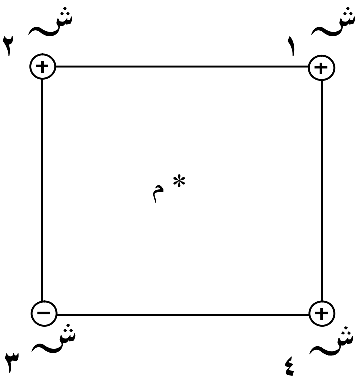
$= (٣٦ - ٠) \times ٢ \times ١٠^{-٦} = ٧٢ \times ١٠^{-٦}$ جول

(٣) $\text{ط}_{\text{و (ء)}} = \text{جـ}_{\text{ء}} \text{ ش}_{\text{ء}}$

$= ٣٦ \times ٢ \times ١٠^{-٦} = ٧٢ \times ١٠^{-٦}$ جول

---

٩٨) مربع طول ضلعه ٤ سم ،تتوزع على رؤوسه الأربعة ارع شحنات مقاديرها على الترتيب ($^{+}$٢ ، $^{+}$١ ، $^{-}$٤ ، $^{+}$٨) نانوكولوم ، ***احسب ما يلي :***



١- جهد مركز المربع ؟
٢- الطاقة المخزنة في شحنة مقدارها ٥ ميكروكولوم وموضوعة في المركز ؟
٣- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها ـ ١ ميكروكولوم من المركز إلى المالانهاية ؟

الحــل

(١) $\text{جـ}_{\text{م}} = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\dfrac{\text{ش}_١}{\text{ف}_١} + \dfrac{\text{ش}_٢}{\text{ف}_٢} + \dfrac{\text{ش}_٣}{\text{ف}_٣} + \dfrac{\text{ش}_٤}{\text{ف}_٤} \right)$

لكن ف $= \sqrt{٢^{٢} + ٢^{٢}} = \sqrt{٨}$ سم

$\text{جـ}_{\text{م}} = \dfrac{٩ \times ١٠^{٩}}{\sqrt{٨} \times ١٠^{-٢}} (٢ + ١ - ٤ + ٨) \times ١٠^{-٩} = \dfrac{٦٣ \times ١٠^{٢}}{\sqrt{٨}}$ فولت

(٢) $\text{ط}_{\text{و م}} = \text{جـ}_{\text{م}} \times \text{ش}_{\text{م}}$

$= \dfrac{٦٣ \times ١٠^{٢}}{\sqrt{٨}} \times ٥ \times ١٠^{-٦} = \dfrac{٣١٥ \times ١٠^{-٤}}{\sqrt{٨}}$ جول

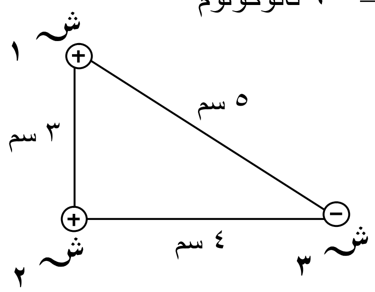
(٣) $ش_{م \leftarrow \infty} = (جـ_\infty - جـ_م)\, ش_٠$

$= (٠ - \frac{٦٣ \times ١٠^{٢}}{\sqrt{٨}}) \times -١ \times ١٠^{-٦}$

$= \frac{+ ٦٣ \times ١٠^{-٤}}{\sqrt{٨}}$ جول

---

٩٩) مثلث قائم الزاوية تتوزع على زواياه ثلاث شحنات $ش_١ = {}^{+}٤$ نانوكولوم ، $ش_٢ = {}^{+}٦$ نانوكولوم ، $ش_٣ = {}^{-}٢$ نانوكولوم ، ***احسب ما يلي :-***



١- طاقة وضع $ش_١$ ؟

٢- إذا أزلت $ش_١$ فما الشغل اللازم لنقل $ش_٣$ من موقعها الأول إلى موقع $ش_١$ المزالة ؟

الحـــل

(١) $ط_{و\, ش_١}$ = جهد النقطة التي توجد عليها $ش_١$ * $ش_١$

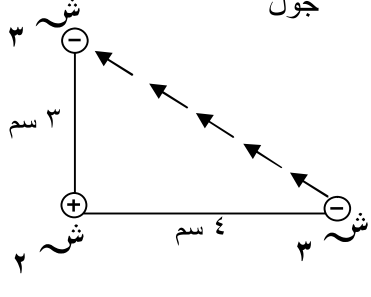
نحتاج لحساب جهد النقطة (١) ، فنلاحظ وجود الشحنتين $ش_٢$ ، $ش_٣$ فنحسب $جـ_١$ والذي يساوي المجموع الجبري للجهد الناتج عن $ش_٢$ ، $ش_٣$

$جـ_١ = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{ش_٢}{ف_٢} + \frac{ش_٣}{ف_٣} \right)$

$= ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{٩ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٢}} + \frac{- ٢ \times ١٠^{-٩}}{٥ \times ١٠^{-٢}} \right) = ٩ \times ١٠^{٩} \left(١,٦ \times ١٠^{-٧} \right) = ١٤,٤ \times ١٠^{٢}$ فولت

* لاحظ لم تدخل شحنة النقطة ١ : ($ش_١$) في حساب الجهد لان جهد النقطة يحتاج إلى مسافة و ($ش_١$) موضوعة على نفس النقطة .

$\therefore ط_{و\,١} = جـ_١ \times ش_١ = ١٤,٤ \times ١٠^{٢} \times ٤ \times ١٠^{-٩} = ٥٧,٦ \times ١٠^{-٧}$ جول



(٢) الشغل بين (٣ ⟵ ١) = Δ جـ * $ش_٠$ ⟵ (المنقولة)

$= \Delta جـ_{٣١} * ش_٣$

نحتاج لحساب $جـ_١$ ، $جـ_٣$

انتبه :

الشحنة المنقولة لا تدخل في حساب جهد النقطة وإنما فقط في قوانين الشغل وطاقة الوضع .

$\Longleftarrow$ $جـ_١$ ستتأثر النقطة ١ فقط بجهد من الشحنة الثابتة ($ش_٢$)

$\therefore جـ_١ = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش_٢}{ف_{٢١}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٦ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٢}} = ١٨ \times ١٠^{+٢}$ فولت

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال – ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

$\Leftarrow$ $\text{جـ}_{٣}$ ستتأثر النقطة ٣ فقط بجهد من الشحنة ($\text{ش}_{٢}$) الثابتة

$$\therefore \text{جـ}_{٣} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\text{ش}_{٢}}{\text{ف}_{٢٣}} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{٦ \times ١٠^{-٩}}{٤ \times ١٠^{-٢}} = ١٣,٥ \times ١٠^{+٢} \text{ فولت}$$

$$\text{ش}_{١ \to ٣} = (\text{جـ}_{١} - \text{جـ}_{٣})\ \text{ش}_{٣}$$

$$= \left[(١٨ \times ١٠^{٢}) - (١٣,٥ \times ١٠^{٢}) \right] \times -٢ \times ١٠^{-٩}$$

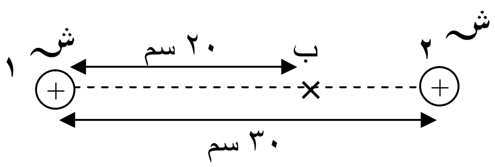
$$= ٤,٥ \times ١٠^{٢} \times -٢ \times ١٠^{-٩} = -٩ \times ١٠^{-٧} \text{ جول}$$

---

١٠٠) شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء مقدارهما ($^{+}٨$ ، $^{+}٥$) نانوكولوم والمسافة بينهما ٣٠ سم ، ***احسب :***

١- المجال عند ب ؟

٢- الشغل اللازم لنقل ($\text{ش}_{٢}$) من موضعها إلى النقطة ب ؟

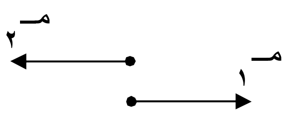


الحـــل

(١) $\text{مـ}_{\text{ب}} = \text{مـ}_{١} - \text{مـ}_{٢}$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}_{١}}{\text{ف}^{٢}} - \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}_{٢}}{\text{ف}^{٢}}$$

$$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٨ \times ١٠^{-٢}}{٤٠٠ \times ١٠^{-٤}} - \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٥ \times ١٠^{-٩}}{١٠٠ \times ١٠^{-٤}}$$



$$= ١٨ \times ١٠^{٢} - ٤٥ \times ١٠^{٢} = -٢٧٠٠ \text{ N / C}$$

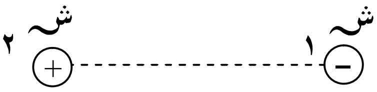
(٢) $\text{ش}_{٢ \to \text{ب}} = (\text{جـ}_{\text{ب}} - \text{جـ}_{٢})\ \text{ش}_{٢}$

$$\text{جـ}_{\text{ب}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}_{١}}{\text{ف}_{\text{ب}١}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٨ \times ١٠^{-٩}}{٢٠ \times ١٠^{-٢}} = ٣٦٠ \text{ فولت}$$

$$\text{جـ}_{٢} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}_{١}}{\text{ف}_{٢١}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٨ \times ١٠^{-٩}}{٣٠ \times ١٠^{-٢}} = ٢٤٠ \text{ فولت}$$

$$\therefore \text{ش}_{٢ \to \text{ب}} = (٣٦٠ - ٢٤٠) \times ٥ \times ١٠^{-٩} = ٦٠٠ \times ١٠^{-٩} \text{ جول}$$

١٠١) شحنتان نقطيتان $ش_١ = ^{-}٦$ نانوكولوم ، $ش_٢ = ^{+}٨$ نانوكولوم ، والمسافة بينهما ٢٠ سم ، ***احسب :***



١- جهد النقطة م والتي تقع في منتصف المسافة بين ($ش_١$ ، $ش_٢$) ؟

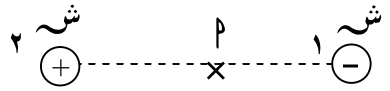
٢- جهد النقطة ب والتي تبعد عن $ش_١$ ١٥ سم ، وعن $ش_٢$ = ٢٥ سم ؟

[سيتشكل مثلث قائم الزاوية في $ش_١$]

٣- طاقة وضع $ش_١$ ؟

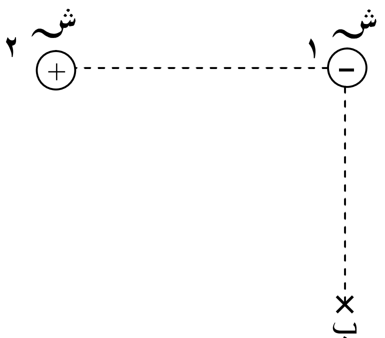
٤- اشغل اللازم لنقل الشحنة $^{+}٢$ ميكروكولوم من النقطة [ب ⟵ ∞]

الحــل



(١) $جـ_{م} = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{ش_١}{ف_١} + \frac{ش_٢}{ف_٢} \right)$

$= ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{-٦ \times ١٠^{-٩}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} + \frac{٨ \times ١٠^{-٩}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} \right) = ١٨٠\ V$



(٢) $جـ_{ب} = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{ش_١}{ف_١} + \frac{ش_٢}{ف_٢} \right)$

$= ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{-٦ \times ١٠^{-٩}}{١٥ \times ١٠^{-٢}} + \frac{٨ \times ١٠^{-٩}}{٢٥ \times ١٠^{-٢}} \right) = -٧٢\ V$

(٣) $ط_{و١} = جـ_{١}\ ش_{١} = ٩ \times ١٠^{٩}\ \frac{ش_٢}{ف_{١٢}} \times ش_{١}$

$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٨ \times ١٠^{-٩}}{٢٠ \times ١٠^{-٢}} \times -٦ \times ١٠^{-٩} = ٢,١٦ \times ١٠^{-٦}$

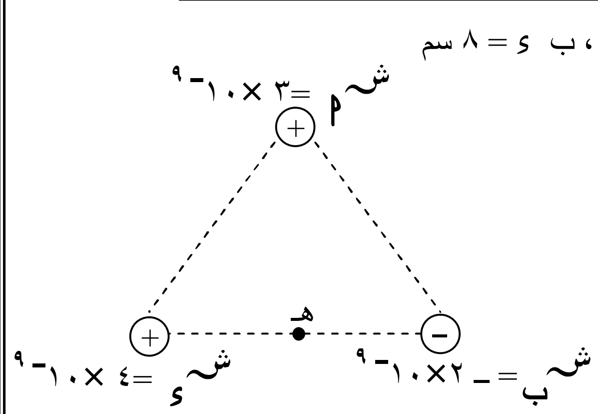
(٤) $ش_{ب \to \infty} = (جـ_{\infty} - جـ_{ب})\ ش_{.}$

$= (٠ - {}^{-}٧٢) \times ٢ \times ١٠^{-٦} = ١٤٤ \times ١٠^{-٦}$ جول

---

١٠٢) في الشكل المجاور إذا كانت المسافات كما يلي : م ب = م ء = ٥ سم ، ب ء = ٨ سم

وتقع النقطة (هـ) في منتصف المسافة بين ب ء ***احسب ما يلي :***



١- الشغل المبذول لنقل ($ش_{م}$) إلى (هـ) ؟

٢- طاقة الوضع الكهربائية للبروتون في النقطة هـ ؟

الحــل

(١) $ش_{م \to هـ} = (جـ_{هـ} - جـ_{م})\ ش_{م}$

$= (٤,٥ \times ١٠^{٢} - ٣,٦ \times ١٠^{٢}) \times ٣ \times ١٠^{-٩} = ٢,٧ \times ١٠^{-٧}$ جول

$$\text{جـ}_{\text{هـ}} = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{\tilde{\text{ش}}_{\text{ب}}}{\text{ف}_{\text{ب}}} + \frac{\tilde{\text{ش}}_{\text{ء}}}{\text{ف}_{\text{ء}}} \right)$$

$$= ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{-٢ \times ١٠^{-٩}}{٤ \times ١٠^{-٢}} + \frac{٤ \times ١٠^{-٩}}{٤ \times ١٠^{-٢}} \right) = ٤,٥ \times ١٠^{٢} \ \text{فولت}$$

$$\text{جـ}_{\text{م}} = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{-٢ \times ١٠^{-٩}}{٥ \times ١٠^{-٢}} + \frac{٤ \times ١٠^{-٩}}{٥ \times ١٠^{-٢}} \right) = ٣,٦ \times ١٠^{٢} \ \text{فولت}$$

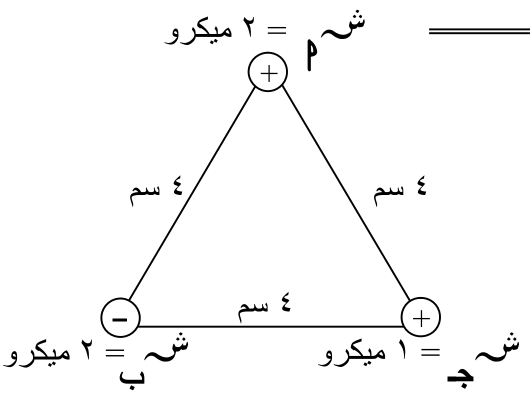
(٢) $\text{ط}_{\text{و هـ}} = \text{جـ}_{\text{هـ}} \ \tilde{\text{ش}}_{\text{هـ}}$

لكن $\text{جـ}_{\text{هـ}}$ ناشئ عن الشحنات الثلاث (م ، ب ، ء)

$$\text{جـ}_{\text{هـ}} = ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{\tilde{\text{ش}}_{\text{م}}}{\text{ف}_{\text{م هـ}}} + \frac{\tilde{\text{ش}}_{\text{ب}}}{\text{ف}_{\text{ب هـ}}} + \frac{\tilde{\text{ش}}_{\text{ء}}}{\text{ف}_{\text{ء هـ}}} \right)$$

$$= ٩ \times ١٠^{٩} \left(\frac{٣ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٢}} + \frac{٤ \times ١٠^{-٩}}{٤ \times ١٠^{-٢}} + \frac{-٢ \times ١٠^{-٩}}{٤ \times ١٠^{-٢}} \right) = ١٣٥٠ \ \text{فولت}$$

$$\therefore \text{ط}_{\text{و هـ}} = ١٣٥٠ \times {}^{+}١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٢١٦٠ \times ١٠^{-١٩} \ \text{جول}$$



١٠٣) تتوزع ثلاث شحنات على زوايا مثلث متساوي الأضلاع ، ***احسب ما يلي*** معتمداً على الشكل المجاور :

١- فرق الجهد بين النقطتين (م ، ب) ؟

٢- طاقة الوضع الكهربائية المخزنة في ($\tilde{\text{ش}}_{\text{م}}$) ؟

٣- التغير في طاقة وضع شحنة مقدارها $^{+}$٤ ميكروكولوم ؟

٤- التغير في طاقة الوضع لـ ($\tilde{\text{ش}}_{\text{جـ}}$) لدى نقلها من موضعها لتحل محل $\tilde{\text{ش}}_{\text{م}}$ ؟

الحـــل

(١) $\text{جـ}_{\text{ب م}} = \text{جـ}_{\text{م}} - \text{جـ}_{\text{ب}} \Longleftarrow \text{جـ}_{\text{م}} = ٩ \times ١٠^{٩} \left[\frac{\tilde{\text{ش}}_{\text{ب}}}{٠,٠٤} + \frac{\tilde{\text{ش}}_{\text{جـ}}}{٠,٠٤} \right]$

$$= ٩ \times ١٠^{٩} \left[\frac{-٢ \times ١٠^{-٦}}{٠,٠٤} + \frac{١ \times ١٠^{-٦}}{٠,٠٤} \right] = -٢,٢٥ \times ١٠^{٥} \ \text{فولت}$$

$$\Longleftarrow \text{جـ}_{\text{ب}} = ٩ \times ١٠^{٩} \left[\frac{\tilde{\text{ش}}_{\text{م}}}{٠,٠٤} + \frac{\tilde{\text{ش}}_{\text{جـ}}}{٠,٠٤} \right]$$

$$= ٩ \times ١٠^{٩} \left[\frac{٢ \times ١٠^{-٦}}{٠,٠٤} + \frac{١ \times ١٠^{-٦}}{٠,٠٤} \right] = ٦,٧٥ \times ١٠^{٥} \ \text{فولت}$$

$$\text{جـ}_{\text{ب م}} = -٢,٢٥ \times ١٠^{٥} - ٦,٧٥ \times ١٠^{٥} = -٩ \times ١٠^{٥} \ \text{فولت}$$

إعداد الأستاذ / محمد عقل نزال ــ ٠٧٩٥٧٧٣٥٨٨
mohnazzal79@yahoo.com

(٢) $\text{ط}_{\text{ش}_\text{م}} = \text{جـ}_\text{م} \times \text{ش}_\text{م} = -2.25 \times 10^{5} \times +2 \times 10^{-6} = -0.45$ جول

(٣) $\Delta \text{ط}_{\text{م} \to \text{ب}} = \Delta \text{جـ}_{\text{م} \to \text{ب}} \times \text{ش}$ * لكن $\text{جـ}_{\text{ب م}} = -\,\text{جـ}_{\text{م ب}}$

$= -(-9 \times 10^{5}) = +9 \times 10^{5}$ فولت

$\Delta \text{ط}_{\text{م} \to \text{ب}} = 9 \times 10^{5} \times 4 \times 10^{-6} = 36$ جول

(٤) $\Delta \text{ط}_{\text{م} \to \text{جـ}} = (\text{جـ}_\text{جـ} - \text{جـ}_\text{م}) \times \text{ش}_\text{جـ}$

(أ) $\text{جـ}_\text{جـ} = 9 \times 10^{9} \left[\frac{\text{ش}_\text{م}}{(4 \times 10^{-2})^{2}} + \frac{\text{ش}_\text{ب}}{(4 \times 10^{-2})^{2}} \right] = 9 \times 10^{9} \left[\frac{2 \times 10^{-6} + -2 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-2}} \right] =$ صفر

(ب) $\text{جـ}_\text{م}$ [أثناء وجود ($\text{ش}_\text{جـ}$) في م لا نعتبر ($\text{جـ}_\text{م}$) ناتج عن ($\text{ش}_\text{جـ}$) كما في المثال السابق]

$\therefore \text{جـ}_\text{م} = 9 \times 10^{9} \times \frac{\text{ش}_\text{ب}}{\text{ف}} = 9 \times 10^{9} \times \frac{-2 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-2}} = -4.5 \times 10^{5}$ فولت

$\Longleftarrow \Delta \text{ط}_{\text{م} \to \text{جـ}} = (\text{جـ}_\text{جـ} - \text{جـ}_\text{م}) \times \text{ش}_\text{جـ} = 1 \times 10^{-6} (-4.5 \times 10^{5} - 0) = -0.45$ فولت