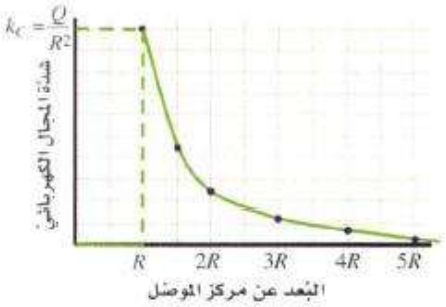
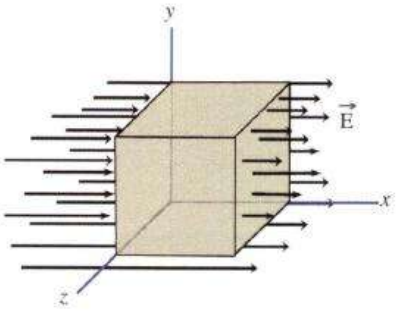
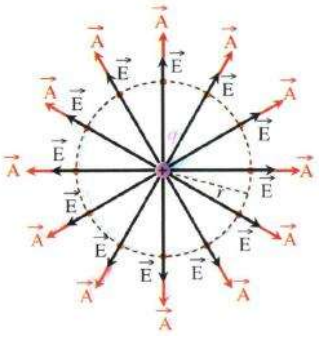
مذكرة الفيزياء







إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379917

مدرسة النور الدولية — الشعبة :

الإسم :

الصف : — ملخص المجال الكهربائي

شدة المجال الكهربائي

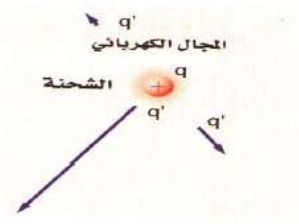
- **شدة واتجاه المجال الكهربائي عند نقطة:**

1- **شدة المجال الكهربائي عند نقطة:** هو مقدار القوة المؤثرة في شحنة اختبارية موجبة q' عند تلك النقطة مقسوما على مقدار تلك الشحنة.

$$E = \frac{F}{q'}$$

حيث أن:
F:القوة المؤثرة في الشحنة (N)
q: مقدار الشحنة (C)
E: شدة المجال الكهربائي (N/m)

2- **اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة:** هو اتجاه القوة المؤثرة على شحنة اختبارية موجبة موضوعة عند تلك النقطة.



- **علل لما يلي:**

أ- **الشحنة الاختبارية يجب أن تكون موجبة وصغيرة**
ج:حتى لا تؤثر الشحنة الاختبارية في الشحنات الأخرى.

ب- **شدة المجال الكهربائي عند نقطة لا يعتمد على مقدار شحنة الاختبار.**
ج:لأن النسبة بين القوة والشحنة الاختبارية تكون ثابتة دائما.

- **قانون حساب شدة المجال الكهربائي عند نقطة :**

نفترض وجود شحنة موجبة عند تلك النقطة

تكون القوة المؤثرة في شحنة اختبارية موجبة q' هي : (1) $\Rightarrow F = k\frac{qq'}{r^2}$

ولكن شدة المجال الكهربائي عند نقطة (2) $\Rightarrow E = \frac{F}{q'}$

بالتعويض عن (1) في (2) نحصل على : $\boxed{E = k\frac{q}{r^2}}$

حيث أن:
E: شدة المجال الكهربائي (N/c)
q: مقدار الشحنة (C)
r: المسافة (m)
K: ثابت كولوم ويساوي $9\times10^9 N.m^2/C^2$

- **العوامل التي يتوقف عليها شدة المجال الكهربائي لشحنة نقطية**

1- **مقدار الشحنة** : يتناسب شدة المجال الكهربائي طرديا مع مقدار الشحنة.

2- **بعد النقطة عن الشحنة**: يتناسب شدة المجال الكهربائي عند نقطة عكسيا مع مربع المسافة.

- **حساب شدة المجال الكهربائي الناتج عن عدة شحنات نقطية.**

1- نوجد شدة المجال الكهربائي الناتج عن كل شحنة على انفراد عند تلك النقطة.
2- نوجد شدة المجال الكهربي المحصل عن طريق جمع المتجهات (محصلة المتجهات).

- **الفرق بين شدة المجال الكهربائي والقوة الكهربائية**

المجال الكهربائي يعتبر خاصية لتلك المنطقة من الفضاء ولا يعتمد على شحنة الاختبار المستخدمة في قياسه، أما القوة الكهربائية فتعتمد على مقدار شحنة الاختبار ونوعها.

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

مدرسة النور الدولية الشعبة :

الإسم :

الصف : ملخص المجال الكهربائي

تمثيل المجال الكهربائي

- **يمكن تمثيل المجال الكهربائي من خلال خطوط تعرف باسم" خطوط المجال الكهربائي" أو " خطوط القوة".**

خطوط المجال الكهربائي(القوة): الخطوط المستخدمة لتمثيل المجال الكهربائي الفعلي في الفراغ أو الوسط المحيط بالشحنة.

- **أهمية خطوط المجال الكهربائي (خطوط القوة)**

تزودنا خطوط المجال الكهربائي بمعلومات عن :

أ- **اتجاه المجال**: حيث يشير اتجاه المماس المرسوم عند نقطة الى اتجاه المجال الكهربائي عند تلك النقطة.

ب- **شدة المجال الكهربائي**: حيث تشير المسافات الفاصلة بين خطوط المجال الكهربائي الى شدة المجال الكهربائي عند تلك النقطة

- ✓ كلما كانت الخطوط متقاربة كان المجال الكهربائي قويا.
- ✓ كلما كانت الخطوط متباعدة كان المجال الكهربائي ضعيفا.

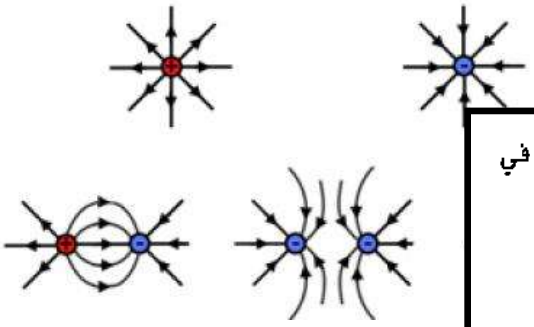
- **خصائص خطوط المجال الكهربائي**

1- تخرج دائما من الشحنة الموجبة وتدخل الى الشحنة السالبة.
2- خطوط وهمية لا وجود لها في الواقع، وتعطي نموذجا لتمثيل المجال الكهربائي.
3- لا تتقاطع مطلقا.
4- تكون متقاربة في المجالات القوية ومتباعدة في المجالات الضعيفة.
5- تنتشر حول الجسم في الثلاثة الأبعاد (من جميع الجهات)

- **خطوط القوة (المجال) للشحنات المختلفة:**

✓ **يختلف شكل المجال الكهربي بحسب التوزيعات النقطية للشحنات**

1- **الشحنة الموجبة**: خطوط المجال تكون منتشرة شعاعيا للخارج.
2- **الشحنة السالبة**: خطوط المجال تكون منتشرة شعاعيا للداخل.
3- **شحنتان أو أكثر**: خطوط المجال تكون منحنية وأكثر تعقيدا ، لأن المجال الناتج يكون ناتجا عن الجمع الاتجاهي للمجالات الناتجة عن الشحنات. ولكنها دائما تخرج من الشحنة الموجبة وتدخل الى الشحنة السالبة.



- يمثل المجال الكهربائي القوة الكهربائية عند نقاط مختلفة في الفراغ.
- تمثل خطوط المجال الكهربائي منجهات محصلة القوى المبذولة على وحدة شحنة كهربائية موجبة. وتبدأ من الشحنات الموجبة وتنتهي في الشحنات السالبة.
- ينتشر المجال الكهربائي لشحنة نقطية في شكل خطوط شعاعية. وهو يتناسب طرديًا مع الشحنة، وعكسيًا مع مربع المسافة من الشحنة.

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

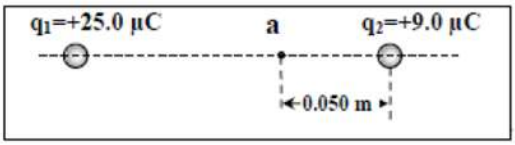
مدرسة النور الدولية | الشعبة :

الإسم :

الصف : | مسائل في المجال الكهربائي

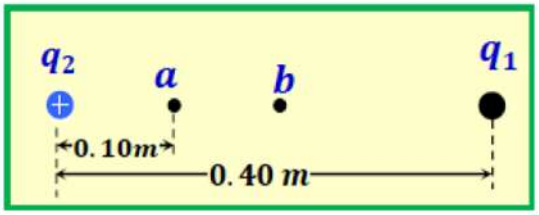
السؤال الاول :

إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) في الشكل المجاور تساوي صفرا .
احسب البعد بين الشحنتين q_1, q_2.



السؤال الثاني :

- إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة a المبينة في الشكل المجاور يساوي صفرا وكانت $(q_2 = +2.50 \times 10^{-8} C)$
جد $|q_1|$ وحدد نوعها



حدد على الشكل نفسه اتجاه محصلة شدة المجال الكهربائي عند منتصف المسافة بين الشحنتين (النقطة b على الشكل

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

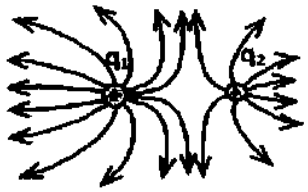
مدرسة النور الدولية | الشعبة :

الإسم :

الصف : | مسائل مهارية في المجال الكهربائي

السؤال الاول :

أولاً : اختر أنسب تكملة لكل من العبارات التالية



1- اعتماداً على الشكل المجاور ، النسبة بين كميتي الشحنتين $\left(\frac{q_1}{q_2}\right)$ تساوي :

$\frac{2}{1}$ ، $\frac{1}{2}$ ، $\frac{3}{2}$ ، $\frac{2}{3}$

2- يتحرك إلكترون نحو الشمال عند وضعه حرًا في مجال كهربائي منتظم ، في أي اتجاه يكون هذا المجال ؟

الشمال ، الغرب ، الشرق ، الجنوب

3- أي من الآتي ليس صحيحًا لخطوط المجال الكهربائية :

تبدأ من الشحنة الموجبة وتنتهي عند الشحنة السالبة ، تتقارب بزيادة شدة المجال

كثافتها عبر وحدة المساحات يعتمد على نوع الشحنة المولدة للمجال ، لا تتقاطع

4 - عندما تكون الشحنتان مختلفتين موضوعتين في الفضاء وعلى استقامة واحدة، فإنّ النقطة التي ينعدم عندها المجال:

فيما بين الشحنتين وأقرب لأقلهما مقداراً ، فيما بين الشحنتين وأقرب لأكبرهما مقداراً

خارجهما وعلى الخط الواصل بينهما وأقرب لأقلهما مقدارًا ، خارجهما وعلى الخط الواصل بينهما وأقرب لأكبرهما مقدارًا

5 - عندما تتزن كرة فلزية صغيرة داخل مجال كهربائي، على ماذا يدل ذلك ؟

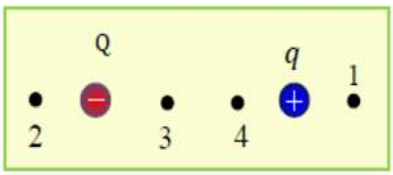
القوة الكهربائية تساوي قوة الجاذبية ، وضعت الكرة عند نقطة التعادل

الكرة تحمل شحنة سالبة ، الكرة تحمل شحنة موجبة

6 - أي من الآتي يعبر عن القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار صغيرة مقسومة على كمية شحنة الاختبار؟

شدة المجال الكهربائي ، طاقة الوضع الكهربائية ، كثافة الشحنة ، الجهد الكهربائي

7 - إلى أي من النقاط الأربع المبينة في الشكل المجاور يجب نقل الشحنة (q) إليها من موقعها الحالي لكي تزداد طاقة وضعها الكهربائية ؟



1 ، 2 ، 3 ، 4

إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

مدرسة النور الدولية | الشعبة :

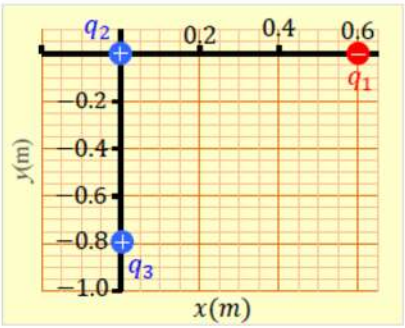
الإسم :

الصف : | مسائل مهارية في المجال الكهربائي

السؤال الأول :

في الشكل المجاور وضعت الشحنات النقطية الثلاث
($q_1 = -5\mu C$, $q_2 = +3.0\mu C$, $q_3 = +6.0\mu C$)
في الهواء، اعتماداً على الشكل أجب عن الفقرتين التاليتين:

- احسب مقدار المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة (q_2) وحدد اتجاهه .



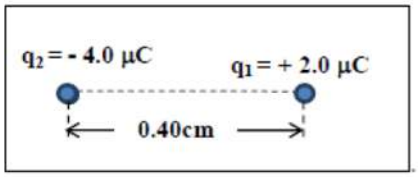
- **احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (q_2) وحدد اتجاهها.**

إذا أبعدت الشحنة q_3 عن q_2 مع بقاء q_1 في مكانها، فهل يزداد مقدار المجال الكهربائي المؤثر في q_2 أم يقل أم يبقى ثابتًا ؟ برر ذلك.

السؤال الثاني :

وضعت شحنتان نقطيتان في الهواء كما في الشكل المجاور
اعتماداً على الشكل أجب عن الفقرتين التاليتين :

- احسب شدة المجال عند نقطة تقع في منتصف المسافة بين الشحنتين ثم حدد اتجاهها.



- **احسب القوة الكهربائية التي تؤثر في إلكترون يوضع في منتصف المسافة بين الشحنتين، ثم حدد اتجاهها.**

0555379914

مدرسة النور الدولية

الإسم :

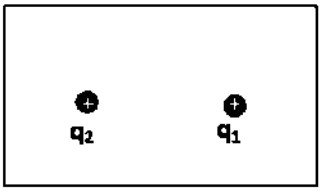
الصف :

الشعبة :

مسائل مهارية في المجال الكهربائي

السؤال الأول :

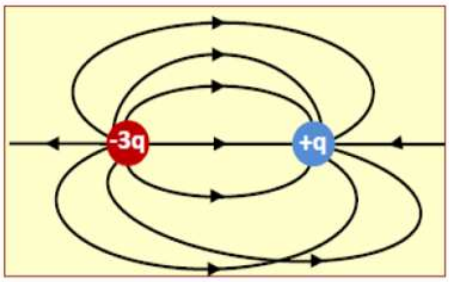
ارسم على الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي للشحنتين علماً بأن ($q_2 = 3q_1$).



السؤال الثاني :

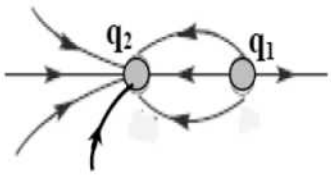
رسم متعلم خطوط المجال الكهربائي لشحنتين متجاورتين كما في الشكل المجاور

- اكتب الأخطاء الثلاثة التي ارتكبها المتعلم في الرسم



السؤال الثالث :

اعتماداً على الشكل التخطيطي المجاور أكمل الجدول التالي بما يناسب :



الشحنات	q_1	q_2
نوع الشحنة		
مقدار الشحنة		14μC

إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

مدرسة النور الدولية

الإسم :

الصف :

الشعبة :

مسائل مهارية في المجال الكهربائي

السؤال الأول :

في تجربة ميليكان إذا كان وزن قطرة زيت $6.5 \times 10^{-15} N$ وشحنتها سالبة وكانت في مجال كهربائي شدته $6.7 \times 10^{3} N/C$ ومتزنة أوجد

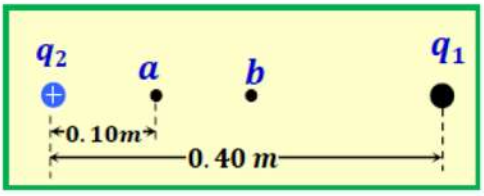
- مقدار الشحنة لقطرة الزيت

- عدد الإلكترونات التي تحملها

السؤال الثاني :

إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة a المبينة في الشكل المجاور يساوي صفرا وكانت $(q_2 = +2.50 \times 10^{-8} C)$

- جد $|q_1|$ وحدد نوعها

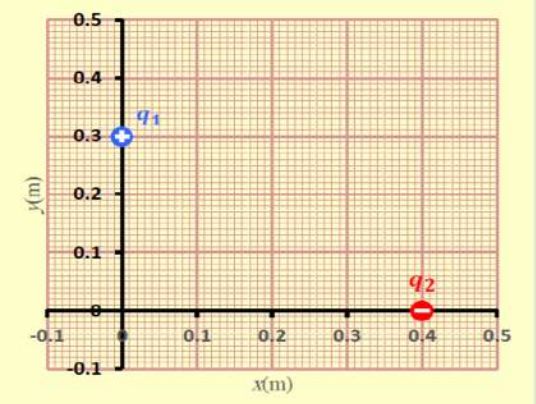


إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

وضعت الشحنتان النقطيتان (q_1 ، q_2) في الهواء على محاور الإحداثيات كما في الشكل المجاور، إذا كانت $(q_1 = +16.0 \times 10^{-6}C)$ و $(q_2 = -32.0 \times 10^{-6})$.

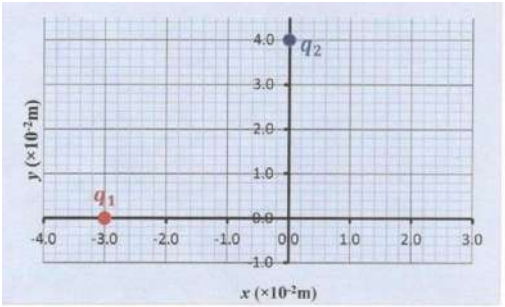
- جد مقدار شدة المجال الكهربائي عند نقطة الأصل $(0,0)$.



إذا أزيلت الشحنة q_2، فهل يزداد مقدار المجال الكهربائي عند نقطة الأصل أم يقل أم لا يتغيّر ؟ برّر إجابتك

السؤال الثاني :

- يُظهر الشكل شحنتان نقطيتان $(q_1 = -4.0 \times 10^{-12}c)$ و $(q_2 = +16 \times 10^{-12}c)$، إذا كان الهواء يُحيط بالشحنتين.
- أوجد مقدار شدة المجال الكهربائي عند نقطة أصل الإحداثيات.



إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

مدرسة النور الدولية

الإسم :

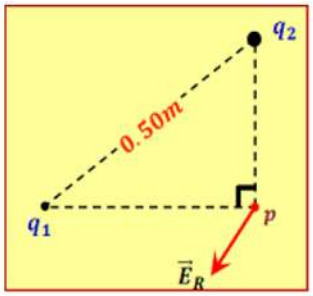
الصف :

الشعبة :

مسائل في المجال الكهربائي

السؤال الأول :

يُبين الشكل المجاور متجه شدة المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (p) الواقعة في مجال شحنتين نقطتين. إذا كان الهواء يُحيط بالشحنتين والنقطة:



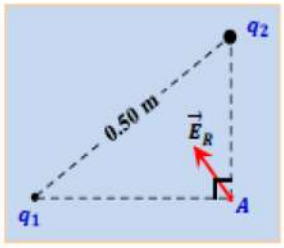
- ما نوع كل من الشحنتين $(q_1 \, ، \, q_2)$ ؟

- الشحنة q_1: ..... - الشحنة q_2: .....

- جد مقدار شدّة المجال الكهربائي المؤثّر في الشحنة (q_2) إذا كانت $(|q_1| = 3.0 \times 10^{-9} C)$

السؤال الثاني :

- يُبين الشكل المجاور متجه شدة المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (A) الواقعة في مجال شحنتين نقطتين $(|q_1| = 3.0 \times 10^{-9} C)$ و (q_2) . إذا كان الهواء يُحيط بالشحنتين والنقطة:



- ما نوع كل من الشحنتين $(q_1 \, ، \, q_2)$؟

إعداد : أ / إسماعيل الشمري

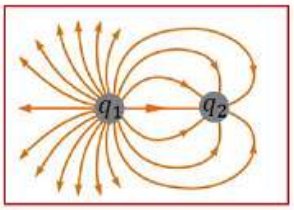
0555379914

مدرسة النور الدولية — الشعبة :

الإسم :

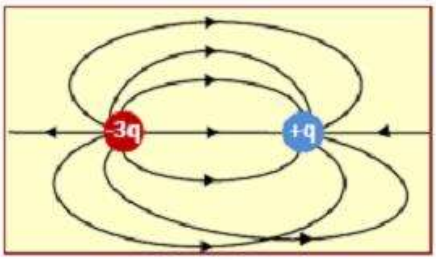
الصف : — مسائل في المجال الكهربائي

يُظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي حول شحنتين نقطيتين متجاورتين. اعتماداً على الشكل:



- ما نوع الشحنة q_2؟ .....
- أيّ الشحنتين كميتها أكبر؟ .....

السؤال الثاني :



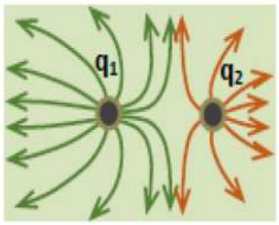
– رسم متعلم خطوط المجال الكهربائي لشحنتين متجاورتين كما في الشكل المجاور. اكتب الأخطاء الثلاثة التي ارتكبها المتعلم في الرسم.

.....

.....

السؤال الثالث :

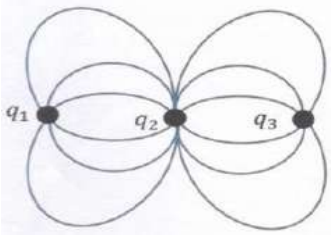
– يُبيّن الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لشحنتين نقطيتين $(|q_1| = 18.0 \times 10^{-12} C)$ و (q_2)



- ما نوع كلٍ من الشحنتين؟

السؤال الرابع :

– يُظهر الرسم التخطيطي المجاور خطوط المجال الكهربائي لثلاث شحنات كهربائية نقطية. اعتماداً على الرسم أجب كما يلي:



- احسب النسبة $\frac{|q_1|}{|q_3|}$

.....

.....

.....

- إذا كانت الشحنة (q_1) سالبة، فما نوع كل من الشحنتين (q_2) و (q_3)؟

الشحنة (q_2): ..... الشحنة (q_3): .....

إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

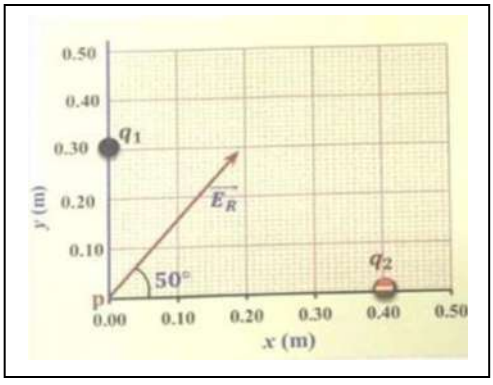
السؤال 00

في الشكل المجاور إذا كانت ($q_1=-3\times10^{-9}C$) وكانت محصلة شدة المجالات الكهربائية عند النقطة (P) تساوي صفرا :

1) ما نوع شحنة (q_2) .
2) احسب مقدار الشحنة (q_2)

السؤال الثاني :

وضعت الشحنتان النقطيتان (q_1 ، q_2) في الهواء على محاور الاحداثيات كما في الشكل المجاور، حيث ($\vec{E}_R$) تمثل شدة المجال الكهربائي المحصل الناشئ عنهما عند النقطة p (0,0) ، فإذا كانت ($q_2 = -8.0 \times 10^{-9}C$) حسب كمية الشحنة q_1 وحدد نوعها .



إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

مدرسة النور الدولية	الشعبة :
الإسم :	
الصف :	مسائل في المجال الكهربائي

السؤال الثالث :

وضعت الشحنتان النقطيتان $(q_2 = -4.2\times10^{-6}C \ , \ q_1 = 1.4\times10^{-6}C)$ **متجاورتين في الهواء كما في الشكل المجاور ، ارسم خطوط المجال الكهربائي على الشكل نفسه .**

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

مدرسة النور الدولية

الإسم :

الصف :

الشعبة :

مسائل في المجال الكهربائي

السؤال الاول : (25 - 2) صـ 55 ـــ

وضعت شحنة نقطية q = 4.00 x 10 -9 C على المحور عند نقطة الأصل .

ما المجال الكهربائي الناتج عند X = 25 .0 Cm

السؤال الثاني : (26 - 2) صـ 55 ـــ

وضعت شخنة نقطية مقدارها + 48.00 nC على المحور Yعند 0 m

ووضعت شحنة مقدارها 24 .00 nc-على المحور y عند y = -6.000 m

ماتجاه المجال الكهربائي عند نقطة الأصل ؟

إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

مدرسة النور الدولية — الشعبة :

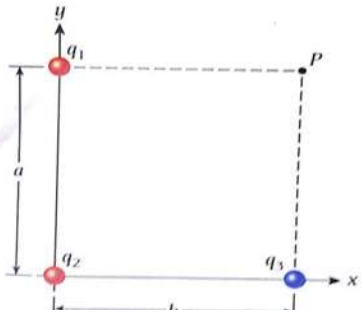
الإسم :

الصف : — مسائل في المجال الكهربائي

السؤال الاول :

يوضح الشكل 2.9 ثلاث شحنات نقطية ثابتة: $q_1 = +1.50\ \mu C$ و $q_2 = +2.50\ \mu C$ و $q_3 = -3.50\ \mu C$.
تقع الشحنة q_1 عند النقطة $(0,a)$، والشحنة q_2 عند النقطة $(0,0)$، والشحنة q_3 عند النقطة $(b,0)$.
حيث $a = 8.00\ m$ و $b = 6.00\ m$.

ما المجال الكهربائي $\vec{E}$، الذي تنتجه هذه الشحنات الثلاث عند النقطة $P = (b,a)$؟

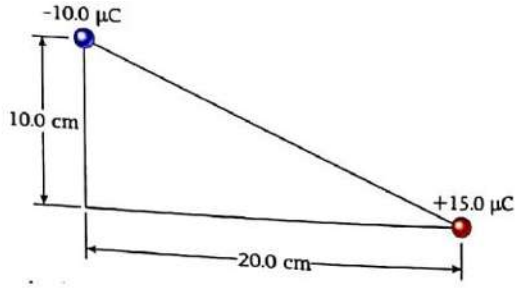


إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

السؤال الاول : (28 - 2) صـ 55 ـــ

وضعت شحنتان نقطيتان عند زاويتي مثلث كما هو موضح في الشكل

أوجد مقدار المجال الكهربائي واتجاهه عند الزاوية الثالثة للمثلث .



السؤال الثاني : (29 - 2) صـ 55 ـــ

وضعت شحنة مقدارها 5 .00 C عند قطة الأصل ووضعت شحنة مقدارها -3.00 C عند x = 1.00 m عند أي مسافة محددة على إمتداد المحور x سيكون المجال الكهربائي مساوياً للصفر

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

السؤال الأول : (30 - 2) صـ 55 ـــ

تقع ثلاث شحنات على المحور y وتقع شحنتان مقدار كل منهما q- عند

y = +d بينما تقع الشحنة الثالثة ومقدارها 2q+ عند y = 0

اشتق تعبيراً للمجال الكهربائي عند النقطة p على المحور x

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

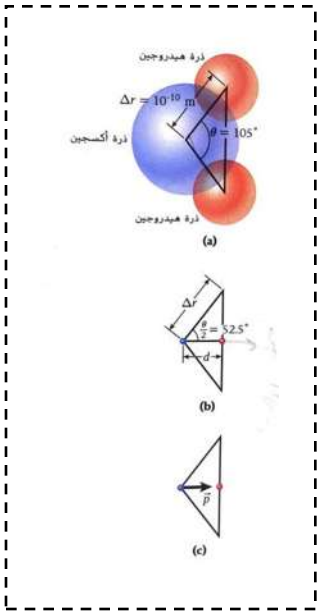
مدرسة النور الدولية الشعبة :

الإسم :

الصف : (ثنائي القطب) مسائل في المجال الكهربائي

المسألة

افترض أننا اعتبرنا جزيء الماء شحنتين موجبتين عند موقعَي نواتي الهيدروجين (البروتونات) وشحنتين سالبتين عند موقع نواة الأكسجين، على أن تكون كل الشحنات متساوية في المقدار. ما عزم ثنائي القطب الكهربائي الناتج للماء؟



إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

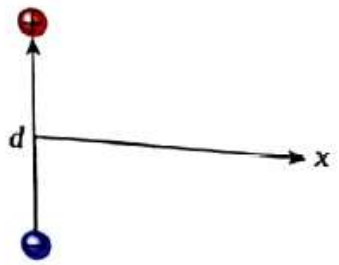
السؤال الأول : (31 - 2) صـ 55 ـــ

بالنسبة إلى ثنائي القطب الكهربائي الموضح في الشكل .

عبر عن مقدار المجال الكهربائي الناتج كدالة للمسافة

العمودية x من منصف محور ثنائي القطب .

أكتب تعليقاً توضح فيه قيمة المقدار عندما x >> d



إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

السؤال الثاني : (32 - 2) صـ 55 ـــ

افترض أن ثنائي قطب كهربائي يقع على المحور x ومتمركز عند نقطة الأصل عند مسافة h على امتداد المحور x الموجب .
نحصل على مقدار المجال الكهربائي الناتج عن ثنائي القطب الكهربائي من خلال الصيغة $k (2 q d) / h^3$ أوجد المسافة العمودية على المحور x تبدأ من نقطة الأصل بحيث يكون مقدار المجال الكهربائي عندها مماثلاً

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

مدرسة النور الدولية

الإسم :

الصف :

الشعبة :

(القوة الناتجة عن المجال الكهربائي)

2.41 ثنائي قطب كهربائي له شحنتان مختلفتان في الإشارة مقدار كل منهما $5.00 \cdot 10^{-15}$ C وتنفصل بينهما مسافة 0.400 mm. موجه بزاوية 60.0° بالنسبة لمجال كهربائي منتظم مقداره $2.00 \cdot 10^{3}$ N/C. أوجد مقدار عزم الدوران الذي يبذله المجال الكهربائي على ثنائي القطب.

2.42 غالبًا ما يُقاس عزم ثنائي القطب الكهربائي للجزيئات بوحدة الديباي (D). حيث $1\ D = 3.34 \cdot 10^{-30}$ C m. على سبيل المثال، عزم ثنائي القطب لغاز كلوريد الهيدروجين هو 1.05 D. احسب أقصى عزم دوران يمكن أن يُبذل على هذا الجزيء في وجود مجال كهربائي مقداره 160.0 N/C.

2.44 تبعد شحنتان $+e$ و $-e$ عن بعضهما مسافة 0.680 nm في مجال كهربائي. E مقداره 4.40 kN/C وموجه بزاوية 45.0° بالنسبة إلى محور ثنائي القطب. احسب عزم ثنائي القطب ومن ثمّ عزم الدوران المبذول على ثنائي القطب في المجال الكهربائي.

إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

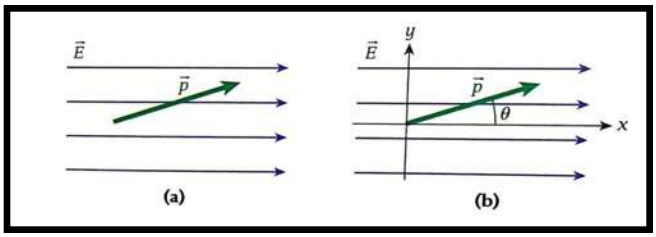
مدرسة النور الدولية الشعبة :

الإسم :

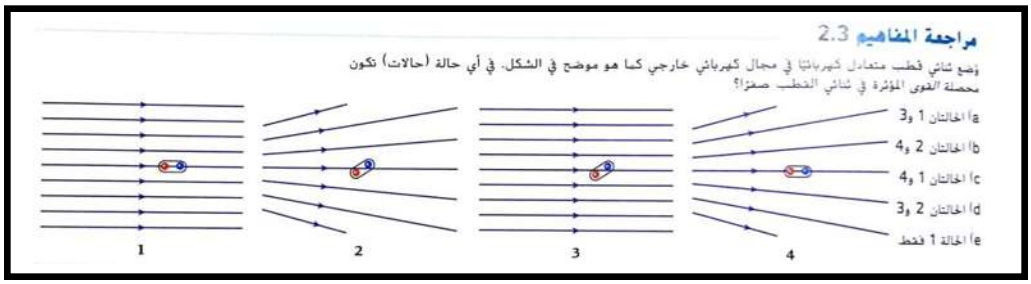
الصف : (القوة الناتجة عن المجال الكهربائي)

المسألة

وُضع ثنائي قطب كهربائي مقدار عزم ثنائي القطب له $p = 1.40 \cdot 10^{-12}$ C m في مجال كهربائي منتظم مقداره $E = 498$ N/C (الشكل 2.21a).



ما المركبات الديكارتية لعزم الدوران في ثنائي القطب في لحظة زمنية يصنع فيها ثنائي القطب زاوية 14.5 مع اتجاه المجال الكهربائي



مراجعة المفاهيم 2.4

إضع ثنائي قطب متعادل كهربائيًا في مجال كهربائي خارجي كما هو موضح في الشكل في مراجعة المفاهيم 2.3. في أي حالة (حالات) تكون محصلة عزم *الدوران* المبذولة على ثنائي القطب صفرًا؟

a) الحالتان 1 و3
b) الحالتان 2 و4
c) الحالتان 1 و4
d) الحالتان 2 و3
e) الحالة 1 فقط

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

مدرسة النور الدولية

الإسم :

الصف :

الشعبة :

(القوة الناتجة عن المجال الكهربائي)

2.40 تقترح الأبحاث أن شدة المجالات الكهربائية في بعض سحب العواصف الرعدية يمكن أن تكون حوالي 10.03 kN/C. احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في جسيم يحتوي على إلكترونين فائضين في وجود مجال شدته 10.0 kN/C.

2.43 يلاحظ إلكترون يتحرك بسرعة $27.5 \cdot 10^5$ m/s موازيًا لمجال كهربائي مقداره 11,400 N/C. ما المسافة التي سيقطعها الإلكترون قبل التوقف؟

2.45 سقط جسم كتلته M. ويحمل شحنة O. من وضع السكون من ارتفاع h (فوق الأرض) بالقرب من سطح الأرض. حيث كانت عجلة الجاذبية g وفي وجود مجال كهربائي بمركبة ثابتة E في الاتجاه الرأسي.

a) أوجد تعبيرًا للسرعة. v. للجسم عندما يصل إلى الأرض. بدلالة h, O, M و E, g.

b) لا يكون التعبير من الجزء (a) منطقيًا لبعض قيم M, g, O و E. اشرح ما يحدث في مثل هذه الحالات.

إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

السؤال الأول : (33 - 2) صـ 55 ـــ

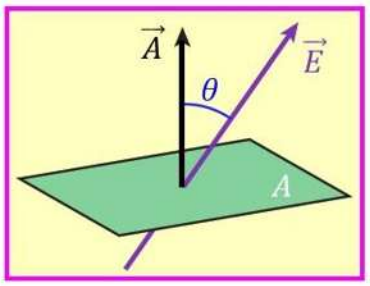
كرة فلزية صغيرة كتلتها 4.00 g وشحنتها 5.00 mc تقع على مسافة 0.700 m فوق سطح الأرض في مجال كهربائي مقداره 12.0 N/C يتجه إلى الشرق . إذا أطلقت الكرة من موضع السكون . فما السرعة المتجهة للكرة بعد أن تتحرك إلى مسافة رأسية مقدارها 0.300 m

السؤال الثاني : (34 - 2) صـ 55 ـــ

وزعت شحنة لكل طول وحدة ٨+ بشكل امتداد محور Y الموجب من Y = 0 إلى Y = + a ووزعت شحنة لكل طول وحدة٨ - بشكل منظم على امتداد محور y السالب من y = 0 إلى y = - a أكتب تعبيراً للمجال الكهربائي (مقداراً واتجاهاً) عند نقطة تقع على المحور X على مسافة X من نقطة الأصل

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

* التدفق الكهربائي (Φ).



هو المجال الكهربائي الذي يمر من خلال مساحة سطح معين وهو يتناسب طردياً مع عدد خطوط المجال المارة عبر مساحة هذا السطح وهو كمية قياسية (عددية) لا اتجاه لها نحصل عليها من حاصل الضرب العددي لمتجه المجال $(\vec{E})$ في متجه مساحة السطح $(\vec{A})$ أي ان :

$$\Phi = \vec{E}.\vec{A} \Rightarrow \Phi = EA\cos\theta$$

يُقاس التدفق الكهربائي Φ بوحدة $(N\cdot m^2/C)$

واذا كان السطح مغلقاً فإننا نحصل على التدفق الكلي عبره من خلال تكامل المجال الكهربائي على السطح المغلق وبمتغيرين مكانيين مثل الاحداثيات الديكارتية $(X$ و$Y)$ أو الاحداثيات الكروية $(\theta$ و$\phi)$:

$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\vec{A}$$

مع الانتباه ان اتجاه عنصر المساحة للسطح المغلق $(d\vec{A})$ يكون دوماً نحو خارج السطح (من الداخل الى الخارج)

س25:- وضع مكعب طول الضلع فيه $(0.400m)$ داخل مجال كهربائي منتظم مقداره $(4.00 \times 10^4\ N/C)$ ويتعامد مع احد أوجه المكعب ، **أحسب** التدفق الكهربائي المار عبر المكعب .

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

* قانون جاوس .

يتناسب التدفق الكهربائي الذي يمر عبر سطح مغلق مهما كان شكله (سطح جاوس) تناسباً طردياً مع مقدار الشحنة الكهربائية التي يحيط فيها ذلك السطح أي ان :

$$\Phi = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

حيث : (q) مقدار **الشحنة الكلية** التي يحيط فيها السطح الجاوسي احاطة تامة (إغلاق تام)

*** ملاحظات هامة :**

1- اذا كان السطح المغلق لايحتوي شحنة فهذا يعني انعدام **التدفق الكلي** خلاله حتى لو كان موضوع في مجال خارجي منتظم او غير منتظم .

2- اذا كان هناك اكثر من شحنة داخل السطح المغلق فتجمع جمع جبري ثم يُحسب التدفق الناتج عن مجموعها $\Phi = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$ او يتم حساب التدفق الناتج عن كل شحنة ثم تُجمع جمعاً جبرياً .

3- التدفق خلال سطح مغلق يحيط بشحنة سالبة يكون مساوٍ للتدفق خلال سطح مغلق يحيط بشحنة موجبة لها المقدار نفسه .

4- يمكن التعبير عن قانون جاوس بصيغة أخرى تتضمن مفهوم التدفق الكهربائي وكالتالي :

$$\oiint \vec{E}.d\vec{A} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

ووفقاً لهذه الصيغة يمكن كتابة نص قانون جاوس كالتالي [تكامل سطح مركبات المجال الكهربائي العمودية على المساحة مضروباً في المساحة يتناسب طردياً مع الشحنة الكلية داخل السطح المغلق]

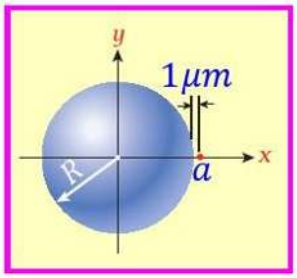
س 48 - وضعت أربع شحنات $(+3q, -q, +2q, -7q)$ في حيز ثلاثي الابعاد واحيطت بسطح جاوسي ، **احسب** التدفق الكهربائي خلال هذا السطح .

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

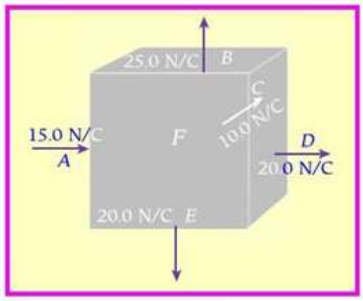
س 49 - الجدول المقابل يبين مقدار التدفق الذي يعبر كل وجه من أوجه صندوق مكعب مساحة كل وجه من أوجهه الستة $(20.0cm \times 20cm)$ ، **احسب** الشحنة الكلية (الصافية) داخل المكعب .

الوجه	التدفق Nm^2/C
1	-70.0
2	-300.0
3	-300.0
4	$+300.0$
5	-400.0
6	-500.0

س 50 - كرة مصمتة موصلة نصف قطرها $(0.15m)$ وشحنتها $(6.1\mu C)$ لاحظ الشكل **احسب** مقدار المجال الكهربائي وحدد اتجاهه عند النقطة (a) التي تقع على بُعد $(1\mu m)$ من سطح الكرة .



س 51 - تتجه مجالات كهربائية مختلفة المقادير اما الى الداخل او الى الخارج بزوايا قائمة على اسطح المكعب المبين في الشكل المجاور . **أحسب** شدة المجال وحدد اتجاهه على الوجه (F)

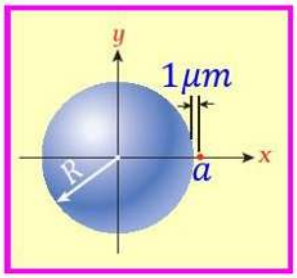


س 49 - الجدول المقابل يبين مقدار التدفق الذي يعبر كل وجه من أوجه صندوق مكعب مساحة كل وجه من أوجهه الستة $(20.0cm \times 20cm)$ ، **احسب** الشحنة الكلية (الصافية) داخل المكعب .

الوجه	التدفق Nm^2/C
1	−70.0
2	−300.0
3	−300.0
4	+300.0
5	−400.0
6	−500.0

$$Q=\varepsilon_0\sum_i \Phi_i=\left(8.85\cdot10^{-12}\ \mathrm{C^2/(N\,m^2)}\right)(-70.0-300.0-300.0+300.0-400.0-500.0)\ \mathrm{N\,m^2}$$
$$=-1.124\cdot10^{-8}\ \mathrm{C}\approx-1.12\cdot10^{-8}\ \mathrm{C}.$$

س 50 - كرة مصمتة موصلة نصف قطرها $(0.15m)$ وشحنتها $(6.1\mu C)$ لاحظ الشكل **احسب** مقدار المجال الكهربائي وحدد اتجاهه عند النقطة (a) التي تقع على بُعد $(1\mu m)$ من سطح الكرة .



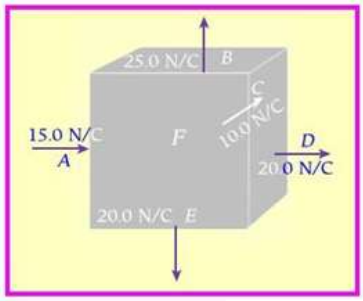
$$\Phi=\oiint \vec{E}\cdot d\vec{A}=E_{\text{inside}}A+E_{\text{outside}}A=\frac{q}{\varepsilon_0}=\frac{\sigma A}{\varepsilon_0}.$$

$$E=\frac{q}{\varepsilon_0\left(4\pi r^2\right)}=k\frac{q}{r^2}.$$

$$E=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}=\frac{\frac{q}{4\pi R^2}}{\varepsilon_0}=k\frac{q}{R^2}.$$

$$E=k\frac{q}{R^2}=\left(8.99\cdot10^9\ \mathrm{N\,m^2/C^2}\right)\frac{6.1\cdot10^{-6}\ \mathrm{C}}{(0.15\ \mathrm{m})^2}=2.44373\cdot10^6\ \mathrm{N/C}.$$

س 51 - تتجه مجالات كهربائية مختلفة المقادير اما الى الداخل او الى الخارج بزوايا قائمة على اسطح المكعب المبين في الشكل المجاور . **أحسب** شدة المجال وحدد اتجاهه على الوجه (F)



$$A\left(E_A+E_B+E_C+E_D+E_E+E_F\right)=\sum_i\Phi_i=0,$$

$$E_F=-\left(E_A+E_B+E_C+E_D+E_E\right)$$
$$=-(-15.0\ \mathrm{N/C}+20.0\ \mathrm{N/C}+10.0\ \mathrm{N/C}+25.0\ \mathrm{N/C}+20.0\ \mathrm{N/C})$$
$$=-60\ \mathrm{N/C}.$$

1- موصل كروي نصف قطره r مشحون بشحنة موجبة .استعن بقانون جاوس لإيجاد المجال الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة d عن مركز الموصل في الحالتين التاليتين :

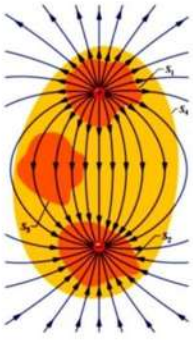
أ) النقطة تقع داخل الموصل (d<r)

ب) النقطة تقع خارج الموصل (d>r)

2- قشرة كروية موصله نصف قطرها 15cm وشحنة صافية (-6.4mC)موزعة بشكل موحد على سطحها. أوجد المجال الكهربائي في النقاط

(أ) خارج القشرة و (ب) داخل القشرة .

3- في الشكل المجاور أحسب التدفق الذي يجتاز

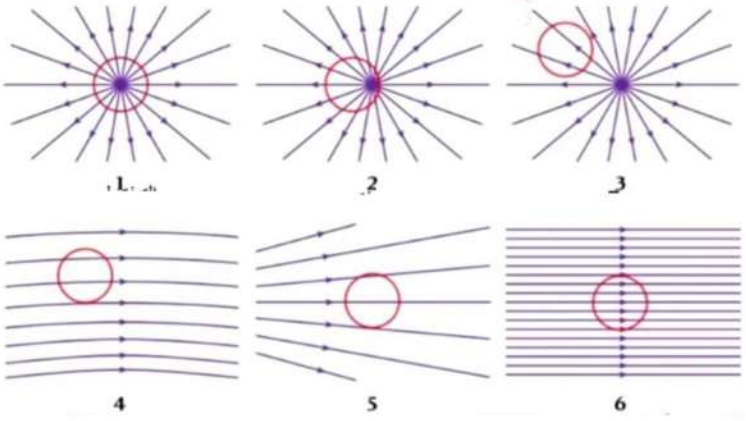


إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

-1 توضع الشحنتين ($25.9\mu C$ +)و($8.2\mu C$ -)على سطح كروي نصف قطرها 5cm. فإن التدفق الكهربائي من ذلك السطح:

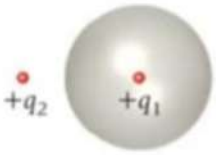
(A)2.0 .10^6N.m2/C
(B)3.0 .10^6N.m2/C
(C)4.0 .10^6N.m2/C
(D)5.0 .10^6N.m2/C

-2 الخطوط الموضحة في الشكل هي خطوط مجال كهربائي، والدائرة سطح جاوسي. ما الحالة (الحالات) التي يكون التدفق الكهربائي الكلي فيها غير صفري؟ له قيمة



a) 1 فقط
b) 2 فقط
c) 4 ،5 ،6
d) 6 فقط
e) 1 ،2

-3 كرة مجوفة وموصّلة غير مشحونة في البداية. فوضعت شحنة موجبة، q_1+، داخل الكرة كما هو مبين في الشكل. ثم وضعت شحنة موجبة أخرى، q_2+، بالقرب من الكرة لكن من الخارج. أي من العبارات التالية تصف محصلة القوة الكهربائية المؤثرة في كل شحنة؟



a) توجد محصلة قوة كهربائية تؤثر في q_2+ لكن لا تؤثر في q_1+.
b) توجد محصلة قوة كهربائية تؤثر في q_1+ لكن لا تؤثر في q_2+.
c) تتأثر كلتا الشحنتين بمحصلة قوة كهربائية متساوية في المقدار والاتجاه.
d) تتأثر كلتا الشحنتين بمحصلة قوة كهربائية متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه.
e) لا توجد محصلة قوة كهربائية تؤثر في أي من الشحنتين.

-4 (أ) شحنتين مقدارهما (8mC) و (-5mC) داخل مكعب طول ضلعه 0.45m ما هو مجموع التدفق الكهربائي من خلال المكعب؟
(ب) كرر (أ) إذا كان نفس الشحنتين موجودتين داخل غلاف كروي نصف قطر 0.45m

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

تذكر أن :

ماسنتعلمه :

- نحصل على مقدار المجال الكهربائي عند مسافة r من سلك طويل ومستقيم بكثافة شحنة خطية منتظمة $\lambda > 0$ من خلال الصيغة $E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} = \frac{2k\lambda}{r}$
- مقدار المجال الكهربائي الناتج عن سطح غير موصل لانهائي كثافة شحنته المنتظمة $\sigma > 0$ هو $E = \frac{1}{2}\sigma/\epsilon_0$.
- مقدار المجال الكهربائي الناتج عن سطح موصل لانهائي كثافة شحنته المنتظمة $\sigma > 0$ على كلا الجانبين هو $E = \sigma/\epsilon_0$.
- المجال الكهربائي داخل موصل مغلق يساوي صفرا.
- يتماثل المجال الكهربائي خارج توزيع كروي للشحنة مع المجال الناتج عن شحنة نقطية بالمقدار نفسه مجمعة في مركز هذه الكرة.

تطبيقات قانون جاوس Applications of Gauss's law

إن قانون جاوس يطبق على توزيع متصل من الشحنة،
وهذا التوزيع إما أن يكون توزيعاً طولياً أو توزيعاً سطحياً أو توزيعاً حجمياً.

على امتداد خط	$dq = \lambda dx$	$q=\lambda.X$
توزيع الشحنة على السطح	$dq = \sigma dA$	$q=\sigma.A$
على الحجم	$dq = \rho dV$	$q=\rho.V$

λ كثافة الشحنة الخطية (الشحنة لكل وحدة طول) تقاس بالكولوم لكل متر $\lambda = \frac{q}{x} = \frac{dq}{dx}$

σ كثافة الشحنة سطحية (الشحنة لكل وحدة مساحة) تقاس بالكولوم لكل متر مربع $\sigma = \frac{q}{A} = \frac{dq}{dA}$

ρ كثافة الشحنة الحجمية (الشحنة لكل وحدة حجم)تقاس بالكولوم لكل متر مكعب . $\rho = \frac{q}{V} = \frac{dq}{dV}$

أنواع التماثل الذي سندرسه

1- التماثل السطحي

2- التماثل الاسطواني

3- التماثل الكروي

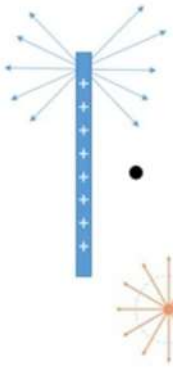
أولاً

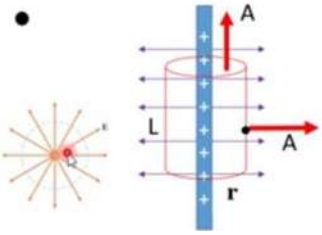
التماثل الاسطواني :

سلك رفيع لا متناهي مشحون وكثافة الشحنة الطولية (λ) (أي شحنة كل 1m من السلك) وتقاس C/m.
احسب شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة محددة عن السلك .

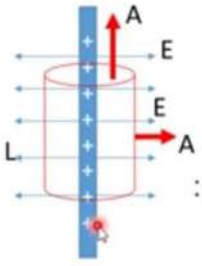
نلاحظ في السلك الخصائص التالية :

1. مقطع السلك دائري .
2. شكله أسطوانة رفيعة تتوزع عليها الشحنة بانتظام
3. تتبعث خطوط المجال من نقطة (جـ) مثلاً على السلك على شكل خطوط عمودية على السلك فتقع في مستوى أفقي واحد وهذه الخاصية صحيحة لجميع نقاط السلك.





بناءً على خصائص السلك وشحنته نختار سطح غاوس فنجعله أسطوانة (لتماثلها مع السلك) يمر سطحها الجانبي بالنقطة المراد حساب المجال عندها ، وينطبق محورها مع السلك ، كذلك نفرض ارتفاعاً للأسطوانة هو (L) متر . ونصف قطر r

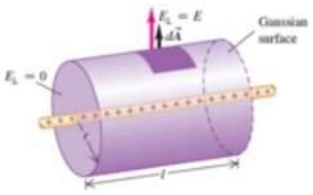


r نصف قطر سطح جاوس
L طول سطح جاوس

تذكر : مساحة السطح الجانبي لأسطوانة = محيط القاعدة ($2\pi r$)في الارتفاع L.

بما إن المجال الكهربائي عمودي على جدار الأسطوانة عند أي نقطة فإن التدفق سيكون :

$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\vec{A} = E.A\cos 0.0 = E(2\pi r.L) = \frac{q_{enc}}{\varepsilon_0} = \frac{\lambda.L}{\varepsilon_0}$$



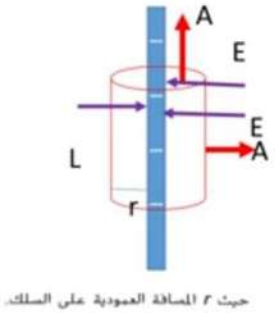
$$E(2\pi.r.L) = \frac{\lambda.L}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda.L}{2\pi.r.L.\varepsilon_0} = \frac{\lambda.}{2\pi.r.\varepsilon_0} = \frac{2}{4\pi.\varepsilon_0}.\frac{\lambda}{r}$$

$$E = \frac{2k\lambda.}{r}$$

التماثل الاسطواني :

r نصف قطر سطح جاوس
L طول سطح جاوس



حيث r المسافة العمودية على السلك.

إذا كان السلك مشحون بشحنة سالبة

$$\Phi = \oiint \vec{E}.d\vec{A} = E.A\cos 180 = -E(2\pi r.L) = -\frac{q_{enc}}{\varepsilon_0} = -\frac{\lambda.L}{\varepsilon_0}$$

$$-E(2\pi.r.L) = \frac{\lambda.L}{\varepsilon_0}$$

$$E = -\frac{\lambda.L}{2\pi.r.L.\varepsilon_0} = \frac{-\lambda.}{2\pi.r.\varepsilon_0} = \frac{-2}{4\pi.\varepsilon_0}.\frac{\lambda}{r}$$

$$E = -\frac{2k\lambda.}{r}$$

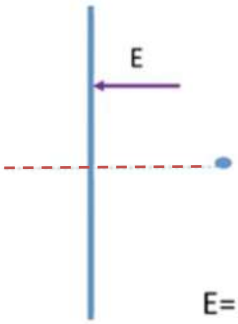
مراجعة المفاهيم 2.12

وضع إجمالي $1.45\cdot10^{6}$ من الإلكترونات الفائضة على سلك متعادل كهربائيا في البداية طوله 1.13 m. ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة على مسافة عمودية 0.401 m من منتصف السلك؟ (تلميح: افترض أن الطول 1.13 m قريب بما يكفي من "الطول اللانهائي").

a) $9.21\cdot10^{-3}$ N/C
b) $2.92\cdot10^{-1}$ N/C
c) $6.77\cdot10^{1}$ N/C
d) $8.12\cdot10^{2}$ N/C
e) $3.31\cdot10^{3}$ N/C

الحـــل :

.....
.....
.....
.....
.....
.....



$$E = -\frac{2k\lambda.}{r}$$

$$E = -\frac{2k.}{r}.\frac{q}{L}$$

$$E = -\frac{2k.}{r}.\frac{q_e}{L}^{n}$$

$$E = -\frac{2(8.99.109).}{(0.401m)}.\frac{(-1.602.10^{-19}c).(1.45.106)}{(1.13m)}$$

$$E = 9.21.10^{-3} N/C$$

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

السؤال الأول :

وضع 3.2×10^{12} من الالكترونات الفائضة على سلك متعادل كهربائياً طوله 3.0 m، ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تقع على مسافة عمودية 0.1m من منتصف السلك (بافتراض أن الطول 3.0m قريب بما يكفي من الطول اللانهائي):

السؤال الثاني :

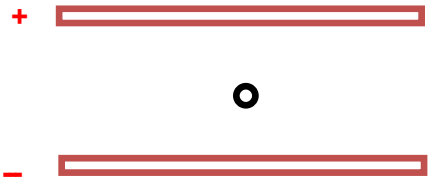
لوحان متوازيان لا نهائيان وغير موصلين تفصلهما مسافة (6.0 cm) وتوزع شحنة كل منهما ($+1.0\ \mu C/m^2$) والآخر ($-1.0\ \mu C/m^2$)، ما القوة المؤثرة في الكترون موجود في منتصف المسافة بينهما:

السؤال الثالث :

لوحان لانهائيان غير موصلين ومتوازيين المسافة بينهما 4.0 cm

ومقدار توزع الشحنة المنتظم على كل منهما $1.77\mu C/m^2$،

أن المجال الكهربائي في منتصف المسافة بينهما:



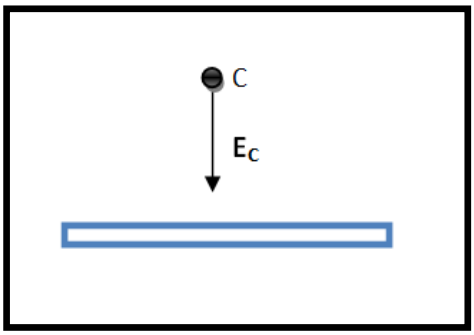
إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

السؤال الأول :

قضيب رفيع طوله L موزع عليه شحنة Q إن المجال الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة (r) عمودية وكبيرة جدا عن منتصف القضيب حيث (r>>L) يعطى من:

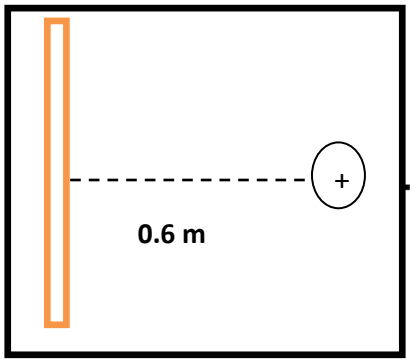
$E = k \cdot \frac{\lambda}{2r}$ ☐ $E = 2k \cdot \frac{\lambda}{r}$ ☐ $E = k \cdot \frac{\lambda}{r}$ ☐ $E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$ ☐

السؤال الثاني :



إذا كان مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (c) والتي تقع على بعد نصف متر من سلك لا نهائي الطول هو 1.23×10^3 N/C، إن توزيع الشحنة على السلك (λ):

السؤال الثالث :



اذا كانت $\lambda = +3.0 \times 10^{-12}$C/m لسلك طويل وأفقي، فاذا وضع بروتون على مسافة 0.6m فوق السلك فإن مقدار واتجاه العجلة الابتدائية التي سيتحرك بها البروتون

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

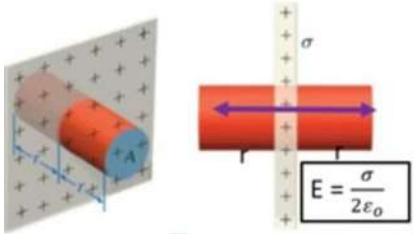
ثانياً :

التماثل السطحي :

تذكر : أي سطح افتراضي (يطلق عليه سطح جاوسي) تختاره بحيث يحيط بحجم ما من الفضاء

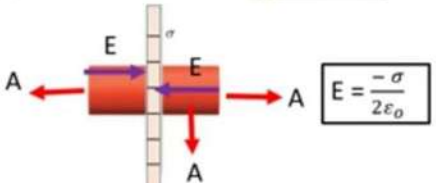
١- لوحاً مسطحاً رقيقاً و غير موصل مساحته لانهائية ويحمل شحنة موجبة وشحنته منتظمة .

وإذا كانت $\sigma<0$ سالبة الشحنة ستكون المعادلة ذاتها صحيحة لكن ستكون اشارتها مختلفة

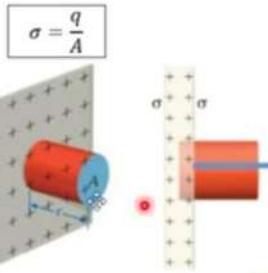


$$\oiint \vec{E}.d\vec{A} = \frac{q_{enc}}{\varepsilon_o} = \frac{\sigma.A}{\varepsilon_o}$$

$$-2E.A = \frac{\sigma.A}{\varepsilon_o}$$



التماثل السطحي :

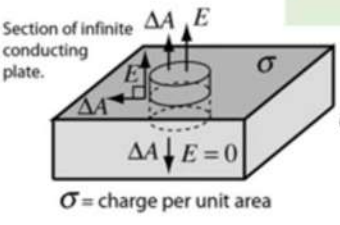


٢- إذا كان اللوح موصل لانهائي وكثافته أكبر من الصفر على كل السطح .

نختار سطح جاوسي في شكل أسطوانة قائمة حيث يحيط الموصل بأحد طرفي الأسطوانة .

ما أن المجال الكهربائي داخل الموصل صفر لذلك لا يوجد تدفق عبر رف الأسطوانة المحاط بالموصل .

جال الكهربائي خارج الموصل يكون عمودياً على السطح وموازياً لجدار الاسطونة وعمودياً على طرفها جود خارج الموصل .



$$\oiint \vec{E}.d\vec{A} = EA = \frac{q}{\varepsilon_o} = \frac{\sigma.A}{\varepsilon_o} \qquad E = \frac{\sigma}{\varepsilon_o}$$

نتيجة : مقدار المجال الكهربائي خارج سطح الموصل المسطح المشحون .

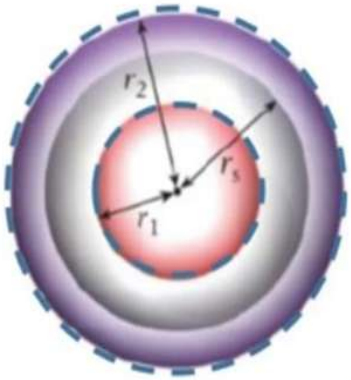
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_o}$$

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

ثالثاً :

التماثل الكروي :

لإيجاد المجال الكهربائي الناتج عن توزيع كروي متماثل للشحنة . أي سطح كروي
سنفكر في هيكل كروي(سطح جاوسي)



r_s نصف قطر السطح الكروي المشحون
r_2 نصف قطر السطح الجاوسي الخارجي .
r_1 نصف قطر السطح الجاوسي الداخلي

نطبق قانون جاوس على السطح الجاوسي الخارجي

$$\oiint \vec{E}.d\vec{A} = E.A = E(4\pi r_2^2) = \frac{q_{enc}}{\varepsilon_0}$$

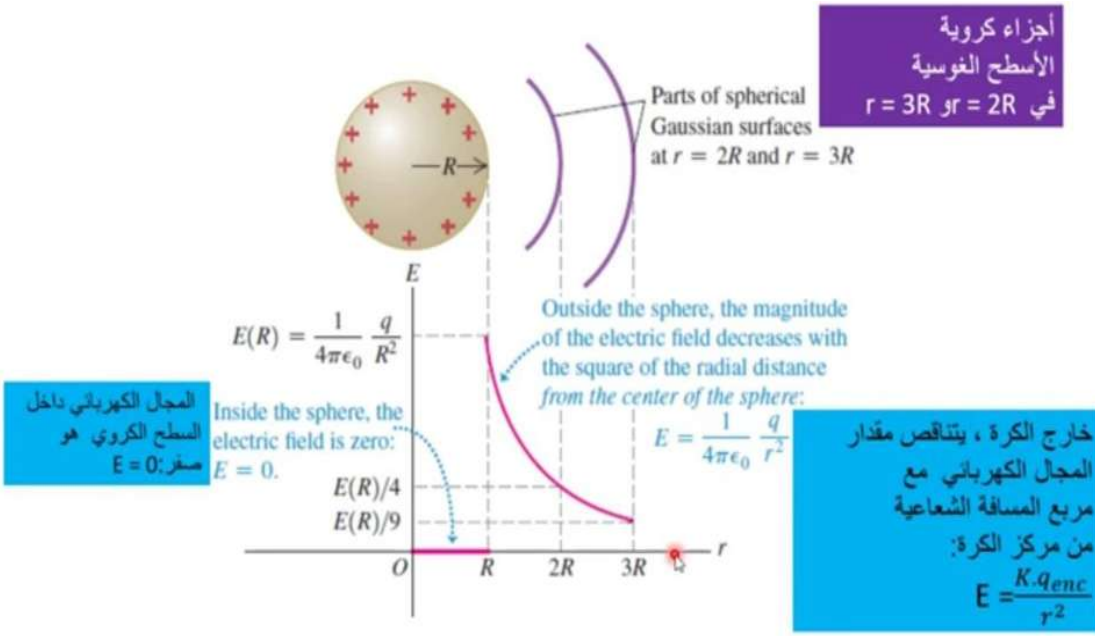
$$E = \frac{q_{enc}}{4\pi\varepsilon_0 . r_2^2} = \frac{K.q_{enc}}{r_2^2}$$

نطبق قانون جاوس على السطح الجاوسي الداخلي

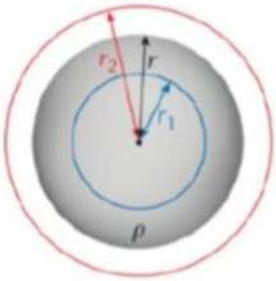
$$\oiint \vec{E}.d\vec{A} = E.A = E(4\pi r_1^2) = \frac{q_{enc}}{\varepsilon_0} = \frac{0.0}{\varepsilon_0}$$

نتيجة : المجال الكهربائي خارج الهيكل الكروي المشحون يشبه المجال الكهربائي لشحنة نقطية تقع في مركز الهيكل الكروي . والمجال داخله صفراً

الموصل الكروي في الرسم البياني :



إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914



إيجاد المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة الموزعة بالتساوي على الحجم الكروي بكثافة شحنة منتظمة $\rho > 0$(الشحنة موجبة) (كرة مصمته)

r نصف قطر السطح الكروي المشحون

r_2 نصف قطر السطح الجاوسي الخارجي .

r_1 نصف قطر السطح الجاوسي الداخلي

من خلال تماثل توزيع الشحنة نعرف أن المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة عمودي على سطح جاوس .

المجال الكهربائي الناتج على سطح جاوس الداخلي :

$$\oiint \vec{E}.d\vec{A} = E.A = E(4\pi r_1^2) = \frac{q_{enc}}{\varepsilon_0} = \frac{\rho.V_1}{\varepsilon_0}$$

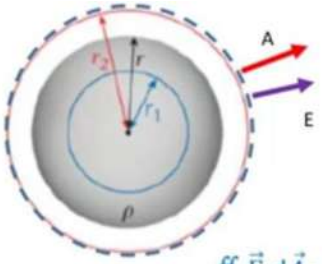
$$E(4\pi r_1^2) = \frac{\rho}{\varepsilon_0}.(\frac{4}{3}\pi r_1^3)$$

$$E = \frac{\rho.r_1}{3\varepsilon_0}$$

q_{enc}هي الشحنة المحاطة بسطح جاوس . q_t هي شحنة الحجم الكروي المشحون .

$$\rho = \frac{q_{enc}}{V_1} = \frac{q_t}{V} \qquad q_{enc} = \frac{V_1.q_t}{V} = \frac{4/3\pi r_1^3}{4/3\pi r^3}.q_t = \frac{r_1^3}{r^3}.q_t$$

$$\oiint \vec{E}.d\vec{A} = E.A = E(4\pi r_1^2) = \frac{q_{enc}}{\varepsilon_0} = \frac{r_1^3}{r^3\varepsilon_0} q_t \qquad E = \frac{q_t.r_1}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \qquad E = \frac{kq_t.r_1}{r^3}$$



إيجاد المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة الموزعة بالتساوي على الحجم الكروي بكثافة شحنة منتظمة $\rho > 0$(الشحنة موجبة)

r نصف قطر السطح الكروي المشحون

r_2 نصف قطر السطح الجاوسي الخارجي .

r_1 نصف قطر السطح الجاوسي الداخلي

المجال الكهربائي الناتج على سطح جاوس الخارجي :

$$\oiint \vec{E}.d\vec{A} = E.A = E(4\pi r_2^2) = \frac{q_t}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{q_t}{(4\pi r_2^2)\varepsilon_0} = \frac{K.q_t}{r_2^2}$$

$$E = \frac{K.q_t}{r_2^2}$$

q_tهي الشحنة المحصلة للحجم الكروي

نتيجة : يتماثل المجال الكهربائي خارج توزيع كروي للشحنة مع المجال الناتج عن شحنة نقطية بالمقدار نفسه مجتمعة في مركز هذه الكرة .

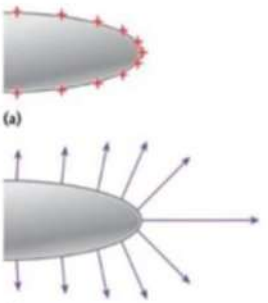
إعداد : أ / إسماعيل الشمري

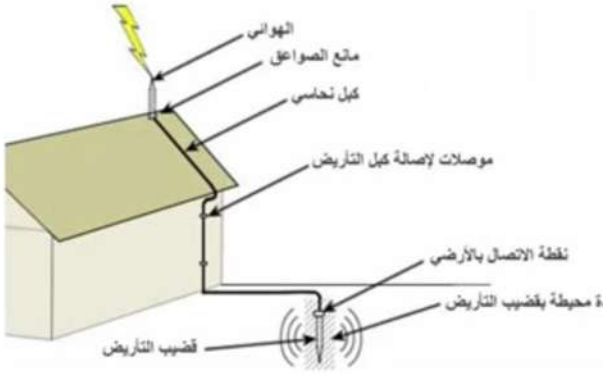
0555379914

الحواف الحادة ومانعات الصواعق

لاحظ ان الشحنات تكون أقرب على بعضها عند الطرف الحاد (المدبب) حيث يكون الانحناء أكبر ما يكون بالقرب من هذا الطرف الحاد للموصل .

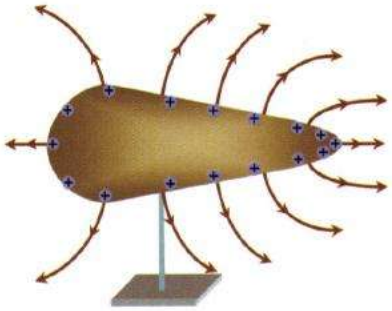
ويكون المجال الكهربائي أشبه ما يكون بالمجال الناتج عن شحنة نقطية .. المجال يكون أكبر عند الطرف الحاد.





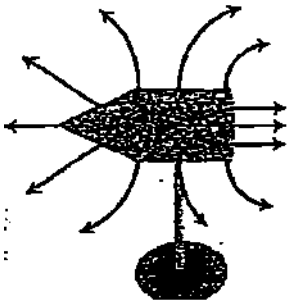
كثافةُ الشحنةِ السطحيّة

كميّةُ الشحنةِ على وحدةِ المساحاتِ من السطح $\sigma = Q/A$.



السؤال الأول :

رسم فتلم خطوط المجال الكهربائي لموصل مخروطي معزول ومشحون بشحنة سالبة في حالة اتزان كهروستاتيكي كما يظهر في الشكل المجاور. يوجد ثلاثة أخطاء ارتكبها الفتلم. حدد هذه الأخطاء الثلاثة.



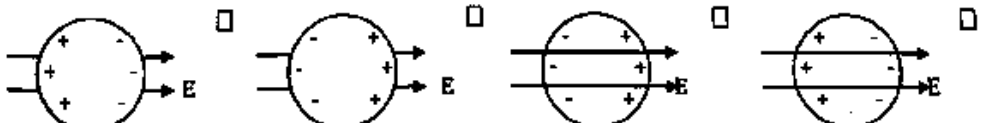
الخطأ الأول: _____

الخطأ الثاني: _____

الخطأ الثالث: _____

السؤال الثاني :

وضعت كرة موصلة داخل مجال كهربائي E كما بالشكل، أي الرسومات التالية صحيحة:



إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

مراجعة المفاهيم 2.13

افترض أن كرة فولاذية مصمتة وغير مشحونة، كإحدى الكرات الفولاذية المستخدمة في لعبة الكرة والدبابيس القديمة، موضوعة او مستقرة على عازل مثالي. ثم وضعت كمية صغيرة من الشحنة السالبة (مئات الإلكترونات مثلا) عند القطب الشمالي للكرة. إذا أمكنك التحقق من توزيع الشحنة بعد ثوان قليلة. فماذا ستكتشف؟

a) اختفت كل الشحنة المضافة وأصبحت الكرة متعادلة كهربائيا مرة أخرى.

b) انتقلت كل الشحنة المضافة إلى مركز الكرة.

c) وزّعت كل الشحنة المضافة بانتظام على سطح الكرة.

d) لازالت الشحنة المضافة موجودة في مكانها عند القطب الشمالي للكرة أو قريبة جدا منه.

e) تتحرك الشحنة المضافة في شكل ذبذبة توافقية بسيطة على خط مستقيم بين القطبين الشمالي والجنوبي للكرة.

مراجعة المفاهيم 2.14

افترض أن كرة مجوفة غير مشحونة مصنوعة من عازل مثالي، ككرة البنج بونغ، مستقرة على عازل مثالي. ثم وضعت كمية صغيرة من الشحنة السالبة (مئات الإلكترونات مثلا) عند القطب الشمالي للكرة. إذا أمكنك التحقق من توزيع الشحنة بعد ثوان قليلة. فماذا ستكتشف؟

a) اختفت كل الشحنات المضافة وتكون الكرة متعادلة كهربائيا مرة أخرى.

b) انتقلت كل الشحنة المضافة إلى مركز الكرة.

c) وزّعت كل الشحنة المضافة بانتظام على سطح الكرة.

d) لازالت الشحنة المضافة موجودة في مكانها عند القطب الشمالي للكرة أو قريبة جدا منه.

e) تتحرك الشحنة المضافة في شكل ذبذبة توافقية بسيطة على خط مستقيم بين القطبين الشمالي والجنوبي للكرة.

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

مراجعة المفاهيم 2.12

وضع إجمالي $1.45 \cdot 10^{6}$ من الإلكترونات الفائضة على سلك متعادل كهربائيا في البداية طوله 1.13 m. ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة على مسافة عمودية 0.401 m من منتصف السلك؟ (تلميح: افترض أن الطول 1.13 m قريب بما يكفي من "الطول اللانهائي").

a) $9.21 \cdot 10^{-3}$ N/C

b) $2.92 \cdot 10^{-1}$ N/C

c) $6.77 \cdot 10^{1}$ N/C

d) $8.12 \cdot 10^{2}$ N/C

e) $3.31 \cdot 10^{3}$ N/C

مراجعة المفاهيم 2.13

افترض أن كرة فولاذية مصمتة وغير مشحونة، كإحدى الكرات الفولاذية المستخدمة في لعبة الكرة والدبابيس القديمة، موضوعة أو مستقرة على عازل مثالي. ثم وضعت كمية صغيرة من الشحنة السالبة (مثلا الإلكترونات مثلا) عند القطب الشمالي للكرة. إذا أمكنك التحقق من توزيع الشحنة بعد ثوان قليلة، فماذا ستكتشف؟

a) اختفت كل الشحنة المضافة وأصبحت الكرة متعادلة كهربائيا مرة أخرى.

b) انتقلت كل الشحنة المضافة إلى مركز الكرة.

c) وزعت كل الشحنة المضافة بانتظام على سطح الكرة.

d) لازالت الشحنة المضافة موجودة في مكانها عند القطب الشمالي للكرة أو قريبة جدا منه.

e) تتحرك الشحنة المضافة في شكل ذبذبة توافقية بسيطة على خط مستقيم بين القطبين الشمالي والجنوبي للكرة.

مراجعة المفاهيم 2.14

افترض أن كرة مجوفة غير مشحونة مصنوعة من عازل مثالي، ككرة البنج بونج، مستقرة على عازل مثالي. ثم وضعت كمية صغيرة من الشحنة السالبة (مثلا الإلكترونات مثلا) عند القطب الشمالي للكرة. إذا أمكنك التحقق من توزيع الشحنة بعد ثوان قليلة، فماذا ستكتشف؟

a) اختفت كل الشحنات المضافة وتكون الكرة متعادلة كهربائيا مرة أخرى.

b) انتقلت كل الشحنة المضافة إلى مركز الكرة.

c) وزعت كل الشحنة المضافة بانتظام على سطح الكرة.

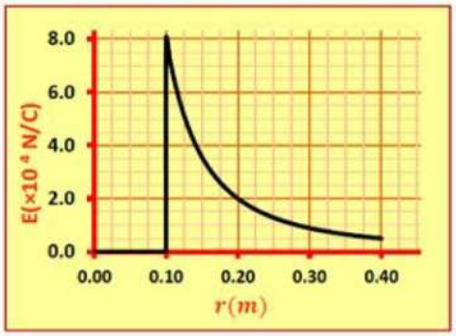
d) لازالت الشحنة المضافة موجودة في مكانها عند القطب الشمالي للكرة أو قريبة جدا منه.

e) تتحرك الشحنة المضافة في شكل ذبذبة توافقية بسيطة على خط مستقيم بين القطبين الشمالي والجنوبي للكرة.

d

السؤال الأول :

يُبين الرسم البياني المجاور تغيرات مقدار شدّة المجال الكهربائي لموصل مشحون ومعزول بتغيّر البُعد عن مركزه. إذا كان الهواء يحيط بالموصل.

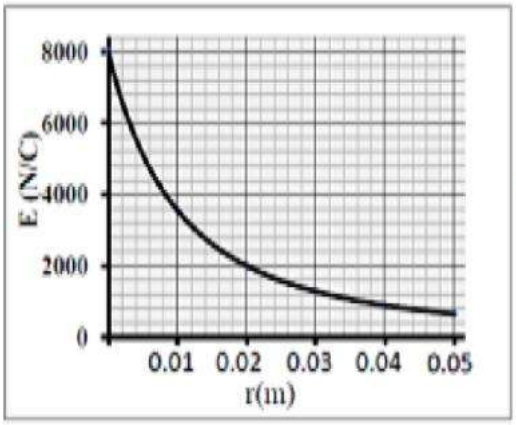


- جد كمية شحنة الموصل الكروي.
- إذا أنقصت كمية شحنة الموصل إلى النصف فارسم على الشكل نفسه الخط البياني لتغيرات شدة المجال الكهربائي للموصل بتغيّر البعد عن مركزه.

السؤال الثاني :

الرسم البياني المجاور يوضح تغيرات مقدار شدة المجال الكهربائي بتغير بعد النقطة عن سطح موصل كروي مشحون ومعزول

أجب عن الفقرتين :



- ما شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 0.01m من مركز الموصل ؟
- احسب شحنة الموصل .

مدرسة النور الدولية
الإسم : .....
الشعبة : .....
المجالات الكهربائية
أسئلة في تماثل الشحنات
أ / إسماعيل الشمري

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

2.57 مجال كهربائي مقداره 150.0 N/C متجه إلى أسفل بالقرب من سطح الأرض. ما الشحنة الكهربائية الصافية على الأرض؟ افترض أن الأرض موصل كروي نصف قطره 6371 km.

2.77 مجال كهربائي مقداره 150 N/C، يتجه رأسيًا إلى أسفل، بالقرب من سطح الأرض. أوجد عجلة إلكترون (مقدارًا واتجاهًا) أُطلق بالقرب من سطح الأرض.

مدرسة النور الدولية	المجالات الكهربائية
الإسم :	أسئلة في تماثل الشحنات
الشعبة :	أ / إسماعيل الشمري

2.58 كرة فلزية مجوفة نصف قطرها الداخلي 20.0 cm ونصف قطرها الخارجي 30.0 cm. وكما يوضح الشكل، وُضعت كرة فلزية مصمتة نصف قطرها 10.0 cm في مركز الكرة المجوفة. فوُجد أن المجال الكهربائي عند نقطة P على مسافة 15.0 cm من المركز، هو $E_1 = 1.00 \cdot 10^4$ N/C. ويتجه شعاعيًا إلى الداخل. وعند النقطة Q

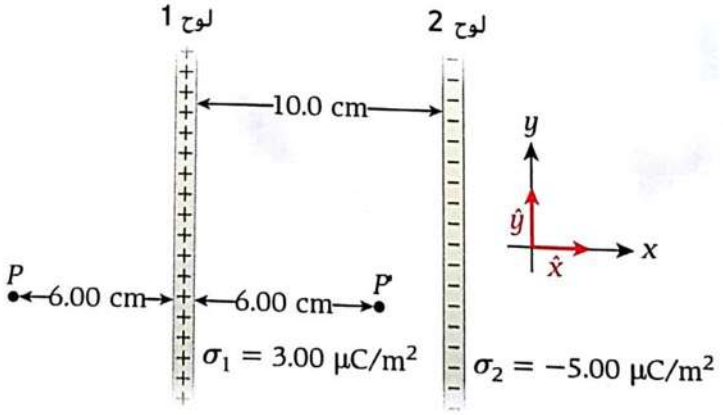
إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

2.62• سلكان متوازيان بطول لانهائي منتظمَي الشحنة تفصل بينهما مسافة 6.00 cm ويحملان شحنتين مختلفتين في الإشارة بكثافة شحنة خطية $\lambda = 1.00\ \mu C/m$. ما مقدار المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة تقع في منتصف المسافة بين السلكين وعلى مسافة 40.0 cm فوق المستوى الذي يحويهما؟

إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

2.65• يبعد لوحا شحنة لانهائيان عن بعضهما مسافة 10.0 cm كما هو موضح في الشكل. وتوزيع الشحنة السطحي للوح 1 هو $\sigma_1 = 3.00\ \mu C/m^2$. بينما توزيع الشحنة السطحي للوح 2 هو $\sigma_2 = -5.00\ \mu C/m^2$. أوجد المجال الكهربائي الكلي (مقدارًا واتجاهًا) عند كل موقع من المواقع التالية:



إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

2.76 سطحان مستويان لانهائيان غير موصلين ومنتظما الشحنة يتعامد كل منهما على الآخر. وتوزيع الشحنة على أحد السطحين هو $+30.0\ \text{pC/m}^2$. أما السطح الآخر فتوزيع الشحنة عليه هو $-40.0\ \text{pC/m}^2$. ما مقدار المجال الكهربائي عند أي نقطة ليست على أي من السطحين؟

2.83• افترض أن كرة غير موصلة ومنتظمة كثافة شحنة $\rho = 3.57 \cdot 10^{-6}\ \text{C/m}^3$ ونصف قطرها $R = 1.72\ \text{m}$. ما مقدار المجال الكهربائي على مسافة $0.530\ \text{m}$ من مركز الكرة؟

2.86 كثافة الشحنة لسلك طويل أفقي وموصِّل هي $\lambda = 2.849 \cdot 10^{-12}\ \text{C/m}$. ووُضع بروتون (كتلته $1.673 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}$) على مسافة $0.6815\ \text{m}$ فوق السلك ثم حُرِّر. ما مقدار العجلة الابتدائية للبروتون؟

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

2.87 كثافة الشحنة لسلك طويل أفقي وموصِّل هي λ. ووُضع بروتون (كتلته $1.673 \cdot 10^{-27}$ kg) على مسافة 0.6897 m فوق السلك ثم حُرِّر. إذا كان مقدار العجلة الابتدائية للبروتون هو $1.111 \cdot 10^{7}$ m/s^2، فما كثافة الشحنة على السلك؟

2.88 كثافة الشحنة لسلك طويل أفقي وموصِّل هي $\lambda = 6.055 \cdot 10^{-12}$ C/m. ووُضع بروتون (كتلته $1.673 \cdot 10^{-27}$ kg) على مسافة d فوق السلك ثم حُرِّر. إذا كان مقدار العجلة الابتدائية للبروتون هو $1.494 \cdot 10^{7}$ m/s^2، فما مقدار المسافة d؟

2.89 مقدار التوزيع المنتظم للشحنة هو $\lambda = 5.635 \cdot 10^{-8}$ C/m على امتداد سلك رفيع طوله $L = 22.13$ cm. وثُني السلك في شكل نصف دائرة مركزها عند نقطة الأصل ونصف قطرها $R = L/\pi$. أوجد مقدار المجال الكهربائي عند مركز نصف الدائرة.

2.90 مقدار التوزيع المنتظم للشحنة هو λ على امتداد سلك رفيع طوله $L = 10.55\ \text{cm}$. وثُني السلك في شكل نصف دائرة مركزها عند نقطة الأصل ونصف قطرها $R = L/\pi$. إذا كان مقدار المجال الكهربائي عند مركز نصف الدائرة هو $3.117 \cdot 10^4\ \text{N/C}$، فما قيمة λ؟

2.91 مقدار التوزيع المنتظم للشحنة هو $\lambda = 6.005 \cdot 10^{-8}\ \text{C/m}$ على امتداد سلك رفيع طوله L. وثُني السلك في شكل نصف دائرة مركزها عند نقطة الأصل ونصف قطرها $R = L/\pi$. إذا كان مقدار المجال الكهربائي عند مركز نصف الدائرة هو $2.425 \cdot 10^4\ \text{N/C}$، فما قيمة L؟

إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

السؤال الأول :

- تتسارع الالكترونات في أنبوب الأشعة المهبطية في تلفاز قديم نتيجة مجال كهربائي مقداره $1.00 \times 10^5\ N/c$:

a- أوجد القوة المؤثرة في الالكترون .

b- إذا كان المجال ثابتاً فأوجد تسارع الإلكترون (حيث أن كتلته $9.11 \times 10^{-31}\ kg$)

السؤال الثاني :

- ما الذي يحدث لشدة المجال الكهربائي عندما تنقص شحنة الاختبار إلى نصف قيمتها ؟

إعداد : أ / إسماعيل الشمري

0555379914

2.57 مجال كهربائي مقداره 150.0 N/C متجه إلى أسفل بالقرب من سطح الأرض. ما الشحنة الكهربائية الصافية على الأرض؟ افترض أن الأرض موصل كروي نصف قطره 6371 km.

$$\oiint E \cdot dA = EA = E\left(4\pi r_E^2\right) = \frac{q_{\text{Earth}}}{\varepsilon_0}.$$

$$q_{\text{Earth}} = \varepsilon_0 E\left(4\pi r_{\text{Earth}}^2\right) = \left(8.85\cdot 10^{-12}\ \text{C}^2/\text{N m}^2\right)(-150.\ \text{N/C})4\pi\left(6371\cdot 10^3\ \text{m}\right)^2 = -6.7711\cdot 10^5\ \text{C}$$
$$\approx -6.77\cdot 10^5\ \text{C}.$$

2.77 مجال كهربائي مقداره 150 N/C، يتجه رأسيًا إلى أسفل، بالقرب من سطح الأرض. أوجد عجلة إلكترون (مقدارًا واتجاهًا) أُطلق بالقرب من سطح الأرض.

$$F_{\text{total}} = F_{\text{gravity}} + F_{\text{coulomb}} = -mg + qE. \quad E = -150.\ \text{N/C},$$

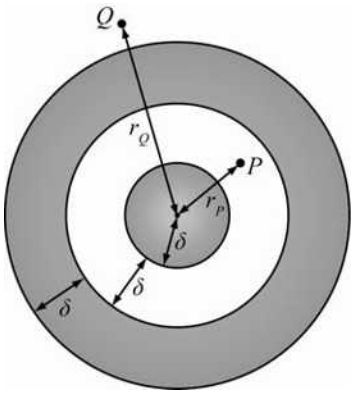
$$q = -1.602\cdot 10^{-19}\ \text{C},$$

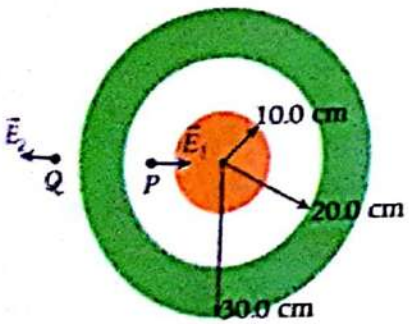
$$m = 9.11\cdot 10^{-31}\ \text{kg}. \text{ Thus, } F_{net} = qE - mg = ma \Rightarrow a_e = \frac{eE}{m_e} - g.$$

$$a_e = \frac{\left(1.602\cdot 10^{-19}\ \text{C}\right)\left(150.\ \text{N/C}\right)}{\left(9.11\cdot 10^{-31}\ \text{kg}\right)} - \left(9.81\ \text{m/s}^2\right) = 2.64\cdot 10^{13}\ \text{m/s}^2.$$

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

2.58 كرة فلزية مجوفة نصف قطرها الداخلي 20.0 cm ونصف قطرها الخارجي 30.0 cm. وكما يوضح الشكل. وُضعت كرة فلزية مصمتة نصف قطرها 10.0 cm في مركز الكرة المجوفة. فوُجد أن المجال الكهربائي عند نقطة P على مسافة 15.0 cm من المركز. هو $E_1 = 1.00\cdot10^4$ N/C. ويتجه شعاعيًا إلى الداخل. وعند النقطة Q على مسافة 35.0 cm من المركز. وُجد أن المجال الكهربائي هو $E_2 = 1.00\cdot10^4$ N/C ويتجه شعاعيًا إلى الخارج. أوجد الشحنة الكلية على (a) سطح الكرة الداخلية و(b) السطح الداخلي للكرة المجوفة و(c) السطح الخارجي للكرة المجوفة.





a- $E_1\left(4\pi r_p^2\right)=\frac{q_{\text{enc}}}{\varepsilon_0}.$

$$q=\varepsilon_0 4\pi E_1 r_p^2=\left(8.85\cdot10^{-12}\ \text{C}^2/\text{N m}^2\right)4\pi\left(-10000\ \text{N/C}\right)\left(0.150\ \text{m}\right)^2=-2.50\cdot10^{-8}\ \text{C}=-25.0\ \text{nC}.$$

b-

$$E=\frac{q_{\text{enc}}}{4\pi\varepsilon_0 r^2}=\frac{\left(q+q_{\text{i}}\right)}{4\pi\varepsilon_0 r^2}=0\ \text{ or }\ q_{\text{i}}=-q.$$

$$q_{\text{i}}=-q=-\left(-25.0\ \text{nC}\right)=25.0\ \text{nC}.$$

c- $E_2\left(4\pi r_Q^2\right)=\frac{q_{\text{enc}}}{\varepsilon_0}=\frac{\left(q+q_{\text{shell}}\right)}{\varepsilon_0}$ or $q+q_{\text{shell}}=\varepsilon_0 4\pi E_2 r_Q^2.$

$$q_{\text{shell}}=q_{\text{i}}+q_{\text{o}}.$$

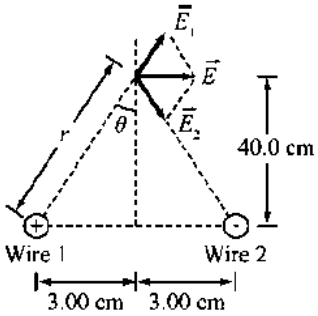
$$q_{\text{o}}=q_{\text{shell}}-q_{\text{i}}=q_{shell}-(-q)=q_{shell}+q=\varepsilon_0 4\pi E_2 r_Q^2$$

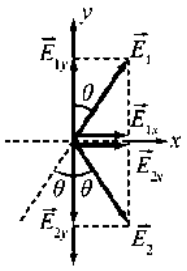
$$=\left(8.85\cdot10^{-12}\ \text{C}^2/\text{N m}^2\right)4\pi\left(1.00\cdot10^4\ \text{N/C}\right)\left(0.350\ \text{m}\right)^2=1.36\cdot10^{-7}\ \text{C}=0.136\,\mu\text{C}.$$

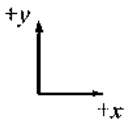
إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

2.62• سلكان متوازيان بطول لانهائي منتظمَي الشحنة تفصل بينهما مسافة 6.00 cm ويحملان شحنتين مختلفتين في الإشارة بكثافة شحنة خطية $\lambda = 1.00\ \mu C/m$. ما مقدار المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة تقع في منتصف المسافة بين السلكين وعلى مسافة 40.0 cm فوق المستوى الذي يحويهما؟

, $E = \lambda / 2\pi\varepsilon_0 r$.







$$\vec{E}_{\text{net}} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}\left(\sin\theta\hat{x} + \cos\theta\hat{y}\right) + \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}\left(\sin\theta\hat{x} - \cos\theta\hat{y}\right)$$

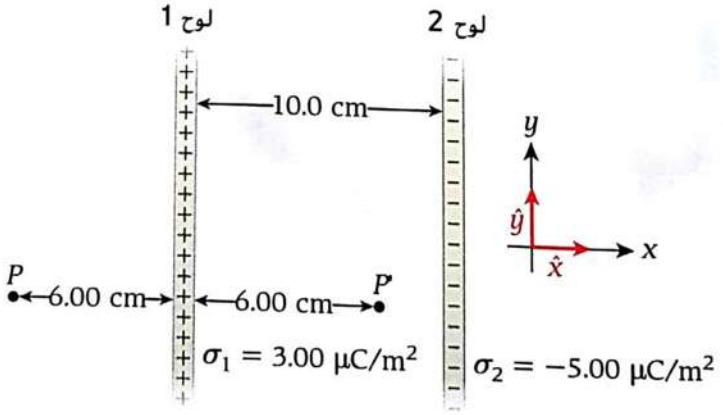
$$\vec{E}_{\text{net}} = \vec{E}_x = \left(\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}\right)\sin\theta\hat{x}.$$

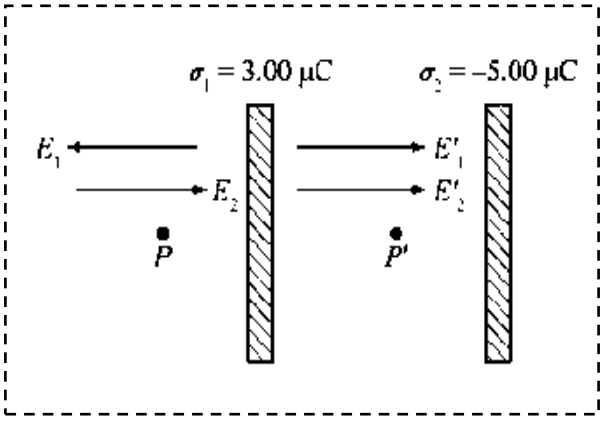
$$\lambda = 1.00\ \mu\text{C/m}, \quad r = \sqrt{3.00^2 + 40.0^2}\ \text{cm} = 40.11\ \text{cm}, \quad \sin\theta = \frac{3.00\ \text{cm}}{40.11\ \text{cm}} = 0.07479$$

$$\vec{E}_{\text{net}} = \frac{\left(1.00\cdot10^{-6}\ \text{C/m}\right)\left(0.07479\right)}{2\pi\left(8.85\cdot10^{-12}\ \text{C}^2/\left(\text{N m}^2\right)\right)\left(0.4011\ \text{m}\right)}\hat{x} = \left(6707\ \text{N/C}\right)\hat{x}.$$

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

2.65• يبعد لوحا شحنة لانهائيان عن بعضهما مسافة 10.0 cm كما هو موضح في الشكل. وتوزيع الشحنة السطحي للوح 1 هو $\sigma_1 = 3.00\ \mu C/m^2$. بينما توزيع الشحنة السطحي للوح 2 هو $\sigma_2 = -5.00\ \mu C/m^2$. أوجد المجال الكهربائي الكلي (مقدارًا واتجاهًا) عند كل موقع من المواقع التالية:





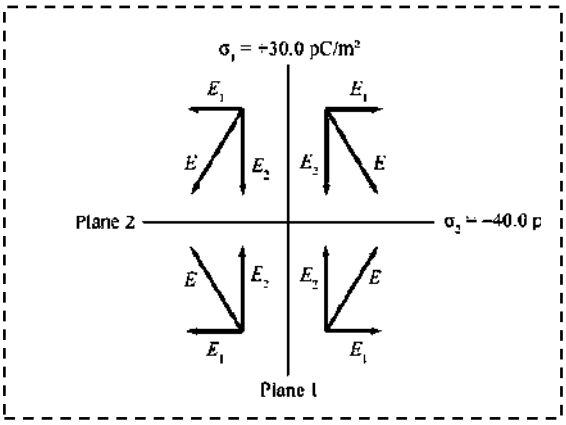
(a) $$E = \left(\frac{-\sigma_1}{2\varepsilon_0}\right)\hat{x} + \left(\frac{-\sigma_2}{2\varepsilon_0}\right)\hat{x} = \frac{-(\sigma_1 + \sigma_2)}{2\varepsilon_0}$$

$$E_{\text{total}} = \frac{-(3.00 - 5.00)\cdot 10^{-6}\ \text{C/m}^2}{2\left(8.85\cdot 10^{-12}\ \text{C}^2/(\text{N m}^2)\right)}\hat{x} = (1.130\cdot 10^5\ \text{N/C})\hat{x}$$

(b) $$E' = \left(\frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}\right)\hat{x} + \left(\frac{-\sigma_2}{2\varepsilon_0}\right)\hat{x} = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)}{2\varepsilon_0}$$

$$E_{\text{total}} = \frac{\left(3.00 - (-5.00)\right)\cdot 10^{-6}\ \text{N/C}}{\quad}\hat{x} = (4.520\cdot 10^5\ \text{N/C})\hat{x}$$

2.76 سطحان مستويان لانهائيان غير موصلين ومنتظما الشحنة يتعامد كل منهما على الآخر. وتوزيع الشحنة على أحد السطحين هو $+30.0\ \text{pC/m}^2$. أما السطح الآخر فتوزيع الشحنة عليه هو $-40.0\ \text{pC/m}^2$. ما مقدار المجال الكهربائي عند أي نقطة ليست على أي من السطحين؟



$$E=\sqrt{E_1^2+E_2^2}=\sqrt{\left(\frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}\right)^2+\left(\frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}\right)^2}$$

$$E=\frac{\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2}}{2\varepsilon_0}=\frac{\sqrt{\left(30.0\ \text{pC/m}^2\right)^2+\left(-40.0\ \text{pC/m}^2\right)^2}}{2\left(8.85\cdot10^{-12}\ \text{m}^{-3}\ \text{kg}^{-1}\ \text{s}^4\ \text{A}^2\right)}=2.82\ \text{N/C}$$

2.83 افترض أن كرة غير موصلة ومنتظمة كثافة شحنة $\rho = 3.57\cdot10^{-6}\ \text{C/m}^3$ ونصف قطرها $R = 1.72\ \text{m}$. ما مقدار المجال الكهربائي على مسافة $0.530\ \text{m}$ من مركز الكرة؟

$$E\left(4\pi r^2\right)=\frac{q}{\varepsilon_0}\ \Rightarrow\ E=\frac{1}{4\pi r^2}\left(\frac{q}{\varepsilon_0}\right)=\frac{1}{4\pi r^2}\left(\frac{\rho V}{\varepsilon_0}\right)=\frac{1}{4\pi r^2}\left(\frac{\rho\left(4/3\right)\pi r^3}{\varepsilon_0}\right)=\frac{\rho r}{3\varepsilon_0}$$

$$E=\frac{\left(3.57\cdot10^{-6}\right)\left(0.530\right)}{3\left(8.85\cdot10^{-12}\right)}\ \text{N/C}=7.127\cdot10^4\ \text{N/C}$$

2.86 كثافة الشحنة لسلك طويل أفقي وموصِّل هي $\lambda = 2.849\cdot10^{-12}\ \text{C/m}$. ووُضع بروتون (كتلته $1.673\cdot10^{-27}\ \text{kg}$) على مسافة $0.6815\ \text{m}$ فوق السلك ثم حُرِّر. ما مقدار العجلة الابتدائية للبروتون؟

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

$$E=\frac{2k\lambda}{d}. \Rightarrow F=qE=\frac{e2k\lambda}{d}. \Rightarrow F=ma=\frac{e2k\lambda}{d}.$$

$$a=\frac{e2k\lambda}{md}=\frac{2\left(1.602\cdot10^{-19}\text{ C}\right)\left(8.99\cdot10^{9}\text{ N m}^2/\text{C}^2\right)\left(2.849\cdot10^{-12}\text{ C/m}\right)}{\left(1.673\cdot10^{-27}\text{ kg}\right)\left(0.6815\text{ m}\right)}=7.198\cdot10^{6}\text{ m/s}^2$$

2.87 كثافة الشحنة لسلك طويل أفقي وموصِّل هي λ. ووُضع بروتون (كتلته $1.673\cdot10^{-27}$ kg) على مسافة 0.6897 m فوق السلك ثم حُرِّر. إذا كان مقدار العجلة الابتدائية للبروتون هو $1.111\cdot10^{7}$ m/s^2، فما كثافة الشحنة على السلك؟

$$E=\frac{2k\lambda}{d}. \Rightarrow F=qE=\frac{e2k\lambda}{d}. \Rightarrow F=ma=\frac{e2k\lambda}{d}.$$

$$\lambda=\frac{amd}{2ek}=\frac{\left(1.111\cdot10^{7}\text{ m/s}^2\right)\left(1.673\cdot10^{-27}\text{ kg}\right)\left(0.6897\text{ m}\right)}{2\left(1.602\cdot10^{-19}\text{ C}\right)\left(8.99\cdot10^{9}\text{ N m}^2/\text{C}^2\right)}=4.451\cdot10^{-12}\text{ C/m}$$

2.88 كثافة الشحنة لسلك طويل أفقي وموصِّل هي $\lambda = 6.055\cdot10^{-12}$ C/m. ووُضع بروتون (كتلته $1.673\cdot10^{-27}$ kg) على مسافة d فوق السلك ثم حُرِّر. إذا كان مقدار العجلة الابتدائية للبروتون هو $1.494\cdot10^{7}$ m/s^2، فما مقدار المسافة d؟

$$E=\frac{2k\lambda}{d}. \Rightarrow F=qE=\frac{e2k\lambda}{d}. \Rightarrow F=ma=\frac{e2k\lambda}{d}.$$

$$d=\frac{2ek\lambda}{ma}=\frac{2\left(1.602\cdot10^{-19}\text{ C}\right)\left(8.99\cdot10^{9}\text{ N m}^2/\text{C}^2\right)\left(6.055\cdot10^{-12}\text{ C/m}\right)}{\left(1.673\cdot10^{-27}\text{ kg}\right)\left(1.494\cdot10^{7}\text{ m/s}^2\right)}$$

2.89 مقدار التوزيع المنتظم للشحنة هو $\lambda = 5.635\cdot10^{-8}$ C/m على امتداد سلك رفيع طوله $L = 22.13$ cm. وثُني السلك في شكل نصف دائرة مركزها عند نقطة الأصل ونصف قطرها $R = L/\pi$. أوجد مقدار المجال الكهربائي عند مركز نصف الدائرة.

$d\ell$ is $dE = \dfrac{k\lambda d\ell}{R^2}$. The x-components add to zero,

$$dE_y = \frac{k\lambda d\ell}{R^2} \quad \text{لكن} \quad d\ell = Rd\theta \Rightarrow \therefore dE_y = \frac{k\lambda R}{R^2}\sin\theta d\theta = \frac{k\lambda}{R}\sin\theta d\theta.$$

$$\int_0^{\pi} \frac{k\lambda}{R}\sin\theta d\theta = -\frac{k\lambda}{R}\left[\cos\theta\right]_0^{\pi} = 2\frac{k\lambda}{R} = \frac{2\pi k\lambda}{L}.$$

2.90 مقدار التوزيع المنتظم للشحنة هو λ على امتداد سلك رفيع طوله $L = 10.55$ cm. وثُني السلك في شكل نصف دائرة مركزها عند نقطة الأصل ونصف قطرها $R = L/\pi$. إذا كان مقدار المجال الكهربائي عند مركز نصف الدائرة هو $3.117 \cdot 10^4$ N/C، فما قيمة λ؟

$$E = \frac{2\pi k\lambda}{L}$$

$$\lambda = \frac{EL}{2\pi k} = \frac{\left(3.117 \cdot 10^4 \text{ N/C}\right)\left(0.1055 \text{ m}\right)}{2\pi\left(8.99 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2\right)} = 5.822 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}$$

2.91 مقدار التوزيع المنتظم للشحنة هو $\lambda = 6.005 \cdot 10^{-8}$ C/m على امتداد سلك رفيع طوله L. وثُني السلك في شكل نصف دائرة مركزها عند نقطة الأصل ونصف قطرها $R = L/\pi$. إذا كان مقدار المجال الكهربائي عند مركز نصف الدائرة هو $2.425 \cdot 10^4$ N/C، فما قيمة L؟

$$E = \frac{2\pi k\lambda}{L}$$

$$L = \frac{2\pi k\lambda}{E} = \frac{2\pi\left(8.99 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2\right)\left(6.005 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}\right)}{2.425 \cdot 10^4 \text{ N/C}} = 0.1399 \text{ m} = 13.99 \text{ cm}$$

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

التوزيعات العامة للشحنة

لحساب المجال الكهربائي الناتج عن شحنات كثيرة نقوم بتقسيم الشحنة إلى عناصر dq :

1- إذا كانت الشحنة موزعة بانتظام على طول خط مستقيم تكون الكثافة الخطية للشحنة $\lambda = \frac{Q}{L}$ $\Longleftarrow$ $d\,q = \lambda\, dx$

2- إذا كانت الشحنة موزعة بانتظام على سطح تكون الكثافة السطحية للشحنة $\sigma = \frac{Q}{A}$ $\Longleftarrow$ $dq = \sigma\, dA$

3- إذا كانت الشحنة موزعة بانتظام على حجم تكون الكثافة الحجمية للشحنة $\rho = \frac{Q}{V}$ $\Longleftarrow$ $dq = \rho\, dV$

وإيجاد المجال الكهربائي الناتج عنها كما لو كانت شحنة نقطية : $dE = k\frac{dq}{r^2}$

ومن ثم إجراء التكامل على الخط أو السطح أو الحجم المحدد

حالات التوزيعات العامة للشحنة

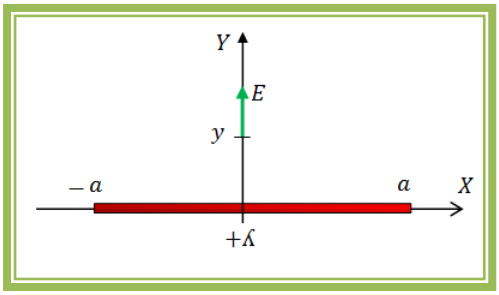
1- المجال الكهربائي الناتج عن سلك مشحون	2- المجال الكهربائي الناتج عن حلقة	3- المجال الكهربائي الناتج عن قوس	4- المجال الكهربائي الناتج عن قرص مشحون
الحالات	**الحالات**	**الحالات**	**الحالات**
1- السلك منطبق على المحور x	1- المجال عند نقطة تبعد b عن محورها لحلقة مشحونة بشحنة متماثلة	1- المجال عند مركز القوس مشحون بشحنة متماثلة	1- المجال الكهربائي الناتج عند نقطة تبعد b على محوره
2- السلك منطبق على المحور y	2- المجال عند مركز حلقة مشحونة بشحنة مختلفة	1- المجال عند مركز القوس مشحون بشحنة مختلفة	

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

1- المجال الكهربائي الناتج عن سلك

(كثافته الخطية $\lambda+$ وشحنته $Q+$ طوله $2a$)

الحالة الأولى : السلك منطبق على المحور x



1- طول السلك المستقيم $2\,a$:

$$E = E_y = \frac{2\,k\,\lambda}{y}\,\frac{a}{\sqrt{y^2+a^2}}$$

2- سلك مستقيم لا نهائي الطول :

$$E = E_y = \frac{2\,k\,\lambda}{y}$$

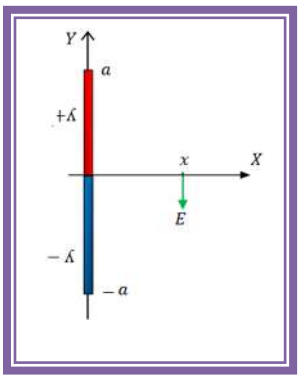
3- إذا كانت النقطة بعيدة جداً عن السلك المشحون يمكن اعتبار السلك شحنة نقطية وتكون :

$$E = E_y = \frac{2\,k\,\lambda\,a}{y^2} = k\frac{Q}{y^2}$$

الحالة الثانية : السلك منطبق على المحور y

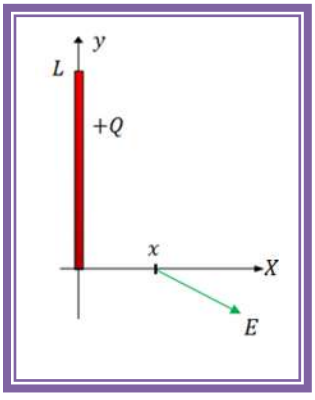
1- المجال الكهربائي الناتج عن سلك مشحون بشحنة موجبة وسالبة عند نقطة تبعد مسافة x عن محوره

$$E = E_y = 2\,k\,\lambda\left(\frac{a}{\sqrt{x^2+a^2}} - \frac{1}{x}\right)$$



2- المجال الكهربائي الناتج عن سلك مشحون بشحنة موجبة عند نقطة تبعد عن طرفه مسافة x :

$$E = \left(\frac{k\,Q}{x\sqrt{x^2+L^2}}\right)\hat{x} - \left(\frac{k\,Q}{L\,x} - \frac{k\,Q}{L\sqrt{x^2+L^2}}\right)\hat{y}$$

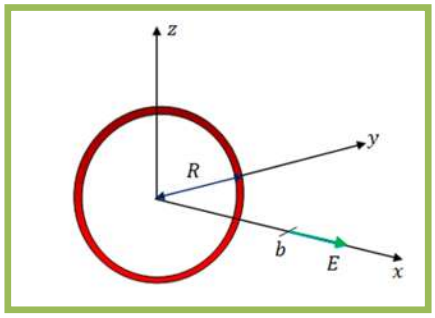


إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

2- المجال الكهربائي الناتج عن حلقة

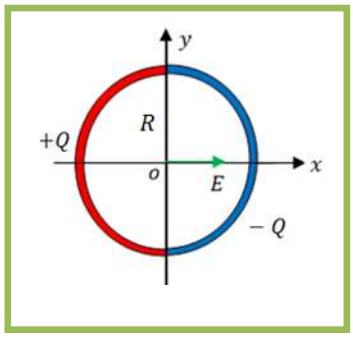
1- المجال الكهربائي الناتج عن حلقة مشحونة (كثافتها الخطية $(+\lambda)$ وشحنتها $+Q$ ونصف قطرها R) عند نقطة تبعد b عن محورها :

$$E = E_x = \frac{k\,Q\,b}{(R^2 + b^2)^{3/2}}$$



2- المجال الكهربائي الناتج عن حلقة مشحونة (كثافتها الخطية $(-\lambda, +\lambda)$ وشحنتها $(-Q, +Q)$ ونصف قطرها R) عند مركزها :

$$E = E_x = \frac{4\,k\,Q}{\pi\,R^2}$$

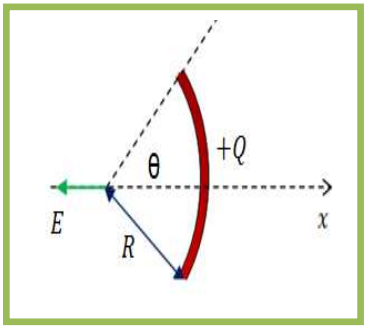


$$+\lambda = \frac{Q}{L} = \frac{Q}{\pi\,R}$$
$$-\lambda = \frac{-Q}{L} = \frac{-Q}{\pi\,R}$$

3- المجال الكهربائي الناتج عن قوس

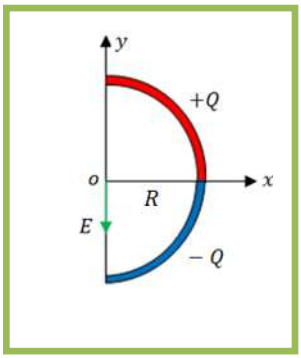
1- المجال الكهربائي الناتج عن قوس مقطوع من حلقة مشحونة كثافته الخطية $(+\lambda)$ وشحنته $(+Q)$ ونصف قطر الحلقة R عند مركزها كدالة لـ θ $(0 < \theta < 180°)$:

$$E = E_x = \frac{kQ\,\sin\theta}{\theta\,R^2}$$



2- المجال الكهربائي الناتج عن قوس مقطوع من حلقة مشحونة كثافته الخطية $(-\lambda, +\lambda)$ وشحنته $(-Q, +Q)$ ونصف قطر الحلقة R) عند مركزها :

$$E = E_y = \frac{-4\,k\,Q}{\pi\,R^2}$$



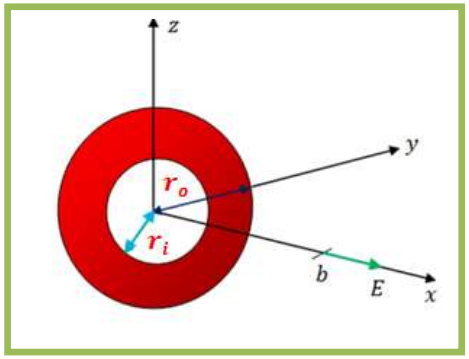
$$+\lambda = \frac{Q}{L} = \frac{Q}{\frac{1}{2}\pi\,R} = \frac{2\,Q}{\pi\,R}$$
$$-\lambda = \frac{-Q}{L} = \frac{-Q}{\frac{1}{2}\pi\,R} = \frac{-2Q}{\pi\,R}$$

إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914

4- المجال الكهربائي الناتج عن قرص مشحون (كثافته السطحية $(+\sigma)$ وشحنته $+Q$ ونصف قطر الحلقة الكبيرة R ونصف قطر الحلقة الصغيرة r) عند نقطة تبعد b على محوره :

$$E = E_x = \frac{2\,k\,Q\,b}{(r_o^{\,2} - r_i^{\,2})}\left(\frac{1}{\sqrt{r_i^{\,2} + b^2}} - \frac{1}{\sqrt{r_o^{\,2} + b^2}}\right)$$

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi\,(r_o^{\,2} - r_i^{\,2})}$$



إعداد : أ / إسماعيل الشمري
0555379914