الـفـصـــل الاول

الـقـوى والـمـجـالات الـكـهـربـائـيـة

الـثـانـي عـشر الـعـلـمـي

الاستاذ : مصـــطـــفـى الشـــورى

القوى والمجالات الكهربائية
خصائص الشحنة

الشحنة الكهربائية :- هي عبارة عن ذرة فقدت أو اكتسبت بعضاً من الكتروناتها

1- الشحنة الكهربائية نوعان موجبة وسالبة
2- الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب
3- مقدار الشحنة الكهربائية مكمم أي ان شحنة أي جسم تساوي عدد صحيح موجب مضروبا في مقدار شحنة الالكترون والتي تساوي $q_e=1.6x10^{-19}$ C
حيث n هي عدد صحيح موجب $q = n\, q_e$
4- الشحنة الكهربائية محفوظة أي ان كمية الشحنة المفقودة على جسم تساوي كمية الشحنة المكتسبة على جسم آخر
5- يمكن للشحنة الانتقال من جسم لآخر أو الانتقال داخل الجسم الواحد

قانون كولوم (كولمب)

" تتناسب القوى الكهروستاتيكية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين طرديا مع حاصل ضرب كل من الشحنتين وعكسيا مع مربع المسافة بينهما "

$$\mathbf{F} = \boldsymbol{K_c}\,\frac{\mathbf{q_1}\,\mathbf{q_2}}{\mathbf{r^2}}$$

K_c :- ثابت يعتمد على نوع الوسط المحيط بالشحنة ويساوي $8.99 \times 10^9\ N.m^2/C^2$ للهواء والفراغ
F :- مقدار القوة المتبادلة بين الشحنتين
r :- البعد بين الشحنتين
q_1 ,q_2 :- مقدار كل من الشحنتين

- عند وجود أكثر من شحنة في وسط ما وطُلب مقدار القوة المؤثرة على شحنة معينة فانه يتم حساب كل قوة مؤثرة عليها من الشحنات الأخرى ثم حساب المحصلة لجميع القوى المؤثرة عليها
- القوة كمية متجهه لذلك عند وجود أكثر من قوة تجمع القوى جمعا اتجاهيا
- استخدم كولوم جهاز اللي الموضح بالشكل لا ثبات العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية بين شحنتين

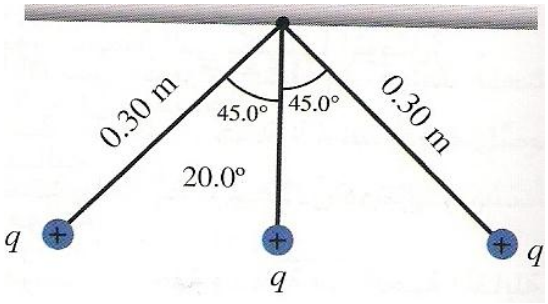
السؤال الاول :- كيف تتغير القوة الكهربائية بين شحنتين عندما تتضاعف المسافة بينهما ؟ كيف تتغير عندما تصبح المسافة نصف ما كانت عليه

السؤال الثاني :- ما القوة الكهربائية بين كرة زجاجية تحمل شحنة مقدارها $+2.5\ \mu C$ وكرة مطاطية تحمل شحنة $-5.0\ \mu C$ وتبعدان عن بعضهما مسافة $5.0\ cm$

السؤال الثالث :- شحنتان موجبتان كل منهما $2.5 \times 10^{-9} C$ تقعان عند $y = +0.50\ m$ و $y = -0.50\ m$ جد مقدار القوة المؤثرة على شحنة $3.0 \times 10^{-9}\ C$ الواقعة على $x = 0.70\ m$

السؤال الرابع :- تتباعد الشحنتان $+3.5\ n C$ و $+5.0\ n C$ مسافة $40.0\ cm$ بعضهما عن بعض جد موضع الاتزان للشحنة $-6.0\ n C$

السؤال السادس :- اعتماداً على الشكل المجاور الذي يبين ثلاث كرات متماثلة كتلة كل منها 0.10 Kg وشحنتها q جد مقدار الشحنة q اذا كانت الكرات مستقرة في هذا الوضع المبين بالشكل المجاور



المجال الكهربائي

<u>المجال الكهربائي</u> :- هو المنطقة المحيطة التي تظهر فيها آثار القوى الكهربائية المؤثرة على أي شحنة موضوعة في المنطقة

- شدة المجال الكهربائي عند نقطة معينة :- مقدار القوة المؤثرة على وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة في تلك النقطة مقسوماً على مقدار الشحنة الاختبارية .
- تعطى قيمة شدة المجال الكهربائي بالعلاقة التالية

$$E = \frac{F}{q_0} \quad .$$

$$E = K_c \frac{q}{r^2} \quad .$$

حيث r :- المسافة بين الشحنة الكهربائية q والنقطة المراد حساب قيمة المجال عندها

- نلاحظ من القانون ان قيمة المجال الكهربائي في نقطة معينة لا تعتمد على قيمة الشحنة الموضوعة في تلك النقطة
- شدة المجال الكهربائي قيمة متجهه فعند وجود أكثر من مجال لأكثر من شحنة في نقطة معينة يتم حساب المحصلة لهذه المجالات
- تقاس شدة المجال الكهربائي بوحدة N / C
- لتحديد اتجاه المجال الكهربائي في نقطة معينة يتم وضع وحدة الشحنات الموجبة الإختبارية في تلك النقطة ومن ثم يتم تحديد اتجاه القوة المؤثرة عليها من قبل الشحنة فيكون اتجاه القوة هو اتجاه المجال الكهربائي .

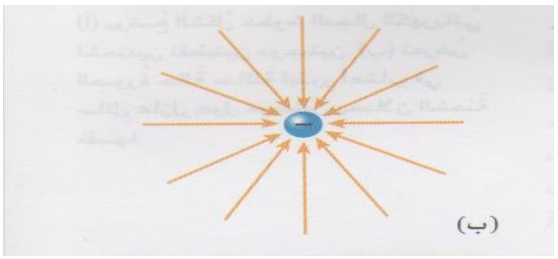
<u>خطوط المجال الكهربائي</u> :- هي خطوط وهمية ترسم لتدل على اتجاه المجال الكهربائي في منطقة او في نقطة معينة

من خصائص خطوط المجال الكهربائي

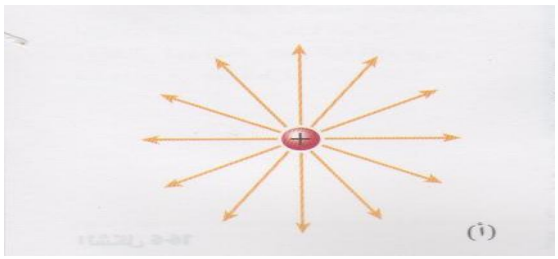
1- خطوط وهمية ترسم بحيث تكون خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة
2- كثافة (عدد) خطوط المجال تتناسب طرديا مع شدة المجال الكهربائي ومع قيمة الشحنة الكهربائية
3- يكون اتجاه المجال عند نقطة معينة هو اتجاه المماس لخط المجال الموجود في تلك النقطة
4- لا تتقاطع لأنها لو تقاطعت لأصبح للمجال أكثر من اتجاه عند نقطة التقاطع وهذا ينافي تعريف المجال
5- للمجال المنتظم تكون خطوطه مستقيمة ومتوازية دائما والمسافة بينها متساوية وقيمة المجال عند أي نقطة لها نفس المقدار

بعض الأشكال لخطوط المجال الكهربائي

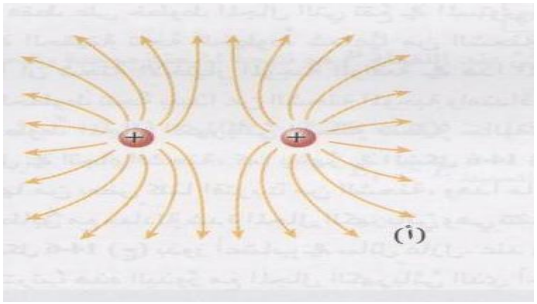
خطوط المجال لشحنة نقطية سالبة



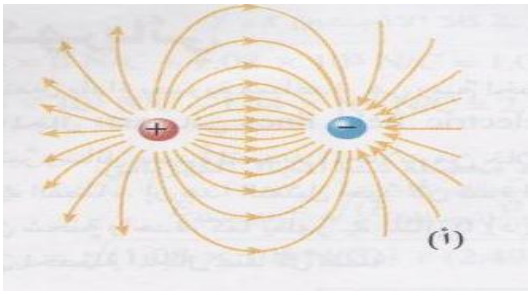
خطوط المجال لشحنة نقطية موجبة



خطوط المجال لشحنين نقطيتين موجبتين

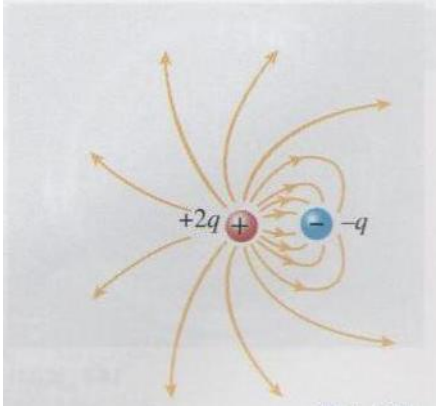


خطوط المجال لشحنتين نقطيتين موجبة وسالبة



خطوط المجال لشحنة موجبة واخرى سالبة بحيث

$+q = 2\ x\text{-}q$



السؤال الاول :- اجب عما يلي إجابة علمية مناسبة

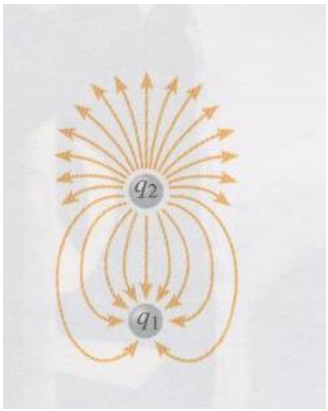
1- لماذا لا يتقاطع لدى المجال خطان مجاليان ؟

لأن للمجال اتجاه واحد عند أي نقطة فلو تقاطع خطان لأصبح للمجال أكثر من اتجاه عند نقطة التقاطع

2- وضع إلكترون وبروتون في مجالين كهربائيين متماثلين قارن بين القوتين الكهربائيتين عليهما قارن بين عجلتهما أيضاً .

القوى الكهربائية متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه لكن عجلة البروتون تكون اقل لان كتلته اكبر

3- حدد في الشكل التالي أي الشحنتين اكبر وما نوعها وكم النسبة بينهما



السؤال الثاني :- جد شدة المجال الكهربائي عند نقطة في منتصف المسافة بين الشحنتين $+3.00 \times 10^{-9}$ C و $+60.0 \times 10^{-9}$ C اللتين تفصل بينهما مسافة 30.0 cm

السؤال الثالث :- شحنتان $+5.7\ \mu C$ و $+2.0\ \mu C$ تقعان تبعا عند $x= -3.0\ m$ و $x = +1.0\ m$ على محور x جد شدة المجال الكهربائي المحصلة (مقدارا واتجاها) عند النقطة $y = +2.0m$ على محور y

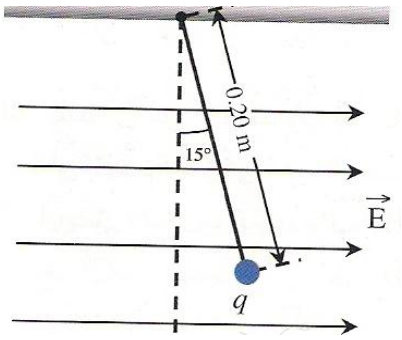
السؤال الرابع :- شحنتان نقطيتان مقدارهما $4\mu C$ والثانية $9\ \mu C$ والبعد بينهما $40\ cm$ اوجد النقطة التي ينعدم فيها المجال الكهربائي في الحالتين التاليتين

1- إذا كانت الشحنتان متشابهتين

2- إذا كانت الشحنتان مختلفتان

السؤال الخامس :- علقت كرة من البيلسان صغيرة ومشحونة كتلتها $2\ g$ بخيط خفيف طرفه الاخر مثبت بنقطة ثابتة أثر على الكرة مجال كهربائي أفقي مقداره $1X\ 10^4\ N/C$ فاتزنت الكرة بعد ان تحركت ازاحة زاوية مقدارها $15\ ^\circ$ كما في الشكل المجاور

ما نوع الشحنة وما مقدارها



التدفق الكهربائي

<u>التدفق الكهربائي</u> :- هو كمية فيزيائية تعبر عن عدد خطوط المجال الكهربائي التي تجتاز بشكل عمودي سطحاً ما

أو هو ناتج الضرب القياسي لمتجه شدة المجال الكهربائي في متجه مساحة السطح

- المساحة كمية متجهه مقدارها يساوي مساحة السطح واتجاهها عمودي على السطح

$$\Phi_E = \vec{A} \cdot \vec{E}$$
$$= AE\ Cos\ (\theta)$$

θ : هي الزاوية المحصورة بين متجه المجال ومتجه المساحة

1- اذا كان المجال موازياً للسطح فان الزاوية تساوي $90\ ^\circ$ وبالتالي يكون التدفق يساوي صفرا

2- اذا كان المجال عمودياً على السطح فان الزاوية تساوي صفر وبذلك يكون التدفق اكبر ما يمكن

$$\Phi_E = A\ E$$

- وحدة قياس التدفق الكهربائي هي $N.\ m^2/C$

- التدفق الكهربائي عبر اي مسطح مغلق يساوي صفراً طالما انه لا يحتوي على اي شحنات كهربائية بداخله
- التدفق الكهربائي من خلال اي سطح مغلق يعتمد على كمية الشحنة الموجودة بداخله
- التدفق الكهربائي عبر سطح كروي يحتوي بداخله على كمية من الشحنات تعطى بالعلاقة التالية

$$\Phi_E = 4\pi K_c\, q = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

ε_0 :- معامل السماحية الكهربائي للفراغ وقيمته ثابته تساوي $8.85 \text{ X } 10^{-12}\ N.m^2/C^2$

ويعطى بدلالة ثابت كولوم $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi K_c}$

المجال الكهربائي لموصل كروي مشحون ومعزول

- عند شحن موصل كروي فان الشحنات تتوزع على السطح الخارجي للموصل وذلك بسبب قوى التنافر بين هذه الشحنات والذي يؤدي الى تباعدها اكبر مسافة ممكنة عن بعضها البعض وذلك لا يتحقق الا على السطح الخارجي
- بناءاً على الملاحظة السابقة فان ذلك يعني ان التدفق الكهربائي داخل الموصل الكروي يساوي صفراً لعدم وجود شحنات داخل الموصل
- تكون شدة المجال الكهربائي على اي نقطة على سطح الموصل متساوية وتساوي شدة المجال لشحنة نقطية متركزة في مركز الموصل وبعد النقطة عنها يساوي نصف قطر الموصل R

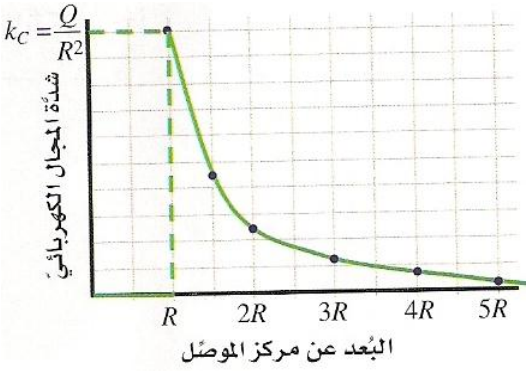
$$E = K_c \frac{q}{R^2} .$$

- شدة المجال الكهربائي خارج الموصل يمكن حسابها واستنتاج القانون من قانون التدفق الكهربائي

$E = K_c \frac{Q}{r^2}$ حيث r حي بعد النقطة عن مركز الموصل .

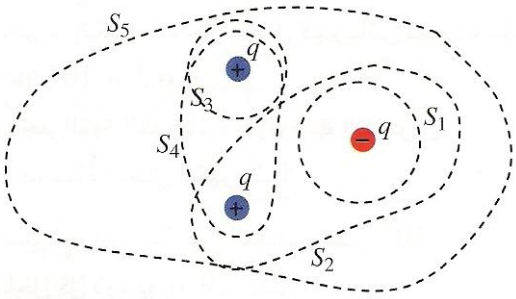
لقد تم التعامل مع الموصل الكروي وكأنه شحنة نقطية متركزة في مركز الموصل الكروي

الشكل المجاور يمثل العلاقة البيانية بين البعد عن مركز الموصل الكروي وشدة المجال الكهربائي

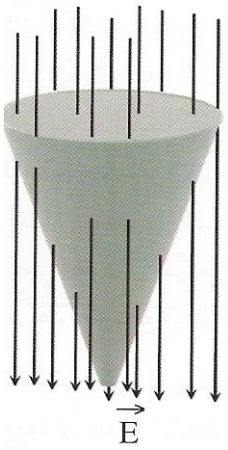


السؤال الاول :- متى يكون التدفق الكهربائي الذي يجتاز سطحاً ما معدوماً ؟ ومتى يكون اكبر ما يمكن ؟

السؤال الثاني :- ما التدفق الكهربائي الذي يجتاز كل سطح من السطوح المغلقة المبينة في الشكل ؟



السؤال الثالث :- الشكل المجاور يظهر مخروطاً نصف قطر قاعدته 0.5 m وارتفاعه 1.5 m ويجتازه عمودياً على قاعدته مجال كهربائي مقدار شدته 4×10^3 N/C واتجاهه رأسي نحو الاسفل . جد التدفق الكهربائي الذي يجتاز السطح المخروطي للمخروط



السؤال الرابع :- المكعب في الشكل المجاور طول ضلعه 0.4 m يخترقه مجال كهربائي باتجاه محور x الموجب ومقداره يعطى بالعلاقة التالية $E_x = (5.0 - 2.0\, x - 4.0\, x^2) \times 10^4\ N/C$
جد ما يلي

1- التدفق الكهربائي الذي يجتاز كل سطح من سطوح المكعب الستة
2- التدفق الكلي الذي يجتاز المكعب
3- كمية الشحنة الكلية الموجودة داخل المكعب