المجال الكهرساكن
Champ électrostatique

I ـ بعض طرق التكهرب

1 ـ التكهرب بالاحتكاك

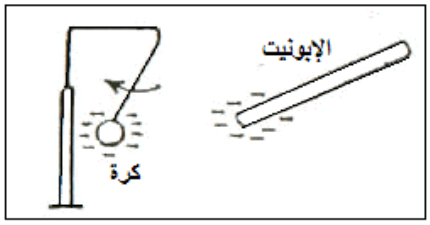
عند حك جسم بآخر يتكهرب الجسمان بالاحتكاك بشحن مختلفة، ويفسر ذلك بانتقال إلكترونات من أحد الجسمين إلى الآخر.

مثال:

بالاحتكاك تُنتزع بعض إلكترونات قضيب زجاجي وتنتقل إلى قطعة الصوف التي تصبح مشحونة بكهرباء سالبة فيما الزجاج يصبح مشحونا بكهرباء موجبة، لذلك يتجاذبان عندما نقربهما من بعضهما البعض.

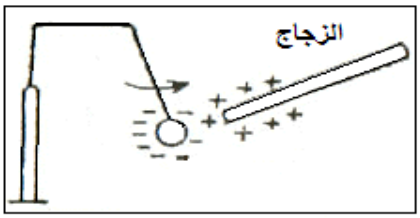
2 ـ التكهرب بالتماس

يمكن لجسم أن يتكهرب بالتماس عند لمسه لجسم آخر مكهرب، إذ تنتقل خلال التماس الإلكترونات من أحد الجسمين إلى الآخر.



مثال:

- يُشحن قضيب الإبونيت بكهرباء سالبة بعد حكه بالصوف، وعندما يلمس الكرة فإن عددا من إلكتروناته تنتقل إلى الكرة، التي تُشحن بنفس الشحنة لذلك يتنافران.

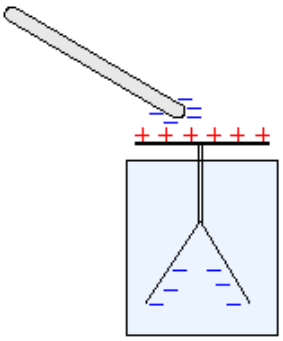


- يُشحن قضيب الزجاج بكهرباء موجبة بعد حكه بالصوف، وعند تقريبه من الكرة فإنهما يتجاذبان.

3 ـ التكهرب بالتأثير

التكهرب بالتأثير هو شحن جسم آخر مشحون.

مثال:



عندما نقرب قضيب الإبونيت من القرص الموصل للكشاف الكهربائي، فإن شحن القضيب تتنافر مع الشحن السالبة للكاشف (الإلكترونات الحرة)، التي تغادر القرص نحو الصفيحتين، وهكذا تظهر شحنة موجبة على القرص، بينما الصفيحتان تشحنان بكهرباء سالبة فتتنافران.

II ـ التأثير البيني الكهرساكن: قانون كولوم

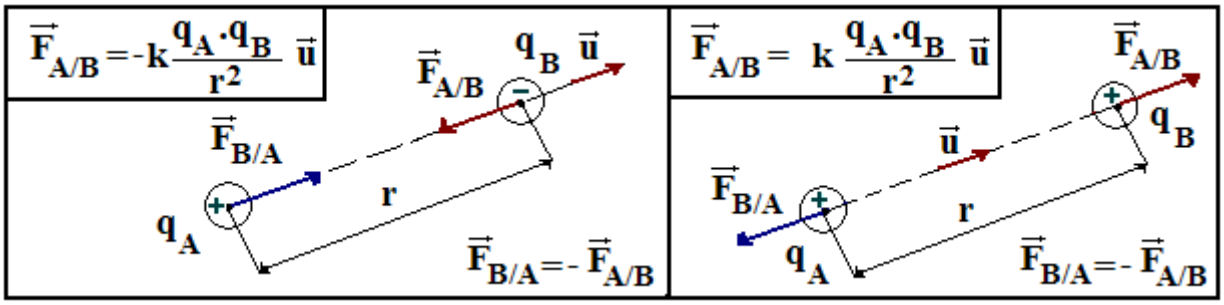
تتنافر أو تتجاذب الأجسام المكهربة، وتعزى هذه التأثيرات البينية إلى وجود قوى كهر ساكنة بين هذه الأجسام نتيجة حملها لشحن كهربائية ساكنة.

نص قانون كولوم: إذا كانت شحنتان كهربائيتان نقطيتان q_A و q_B في حالة سكون، وتفصل بينهما مسافة r فإن كلا منهما تطبق على الأخرى قوة تأثير بيني كهرساكن مميزاتها هي:

- خط التأثير: المستقيم المار من مركزي الشحنتين q_A و q_B .
- الشدة: $$F_{A/B} = F_{B/A} = K.\frac{|q_A.q_B|}{r^2}$$
- المنحى: * تكون **القوة تجاذبية** إذا كان للشحنتين q_A و q_B **إشارتان مختلفتان**.
  * تكون **القوة تنافرية** إذا كان للشحنتين q_A و q_B **نفس الإشارة**.

K : ثابتة تتعلق بطبيعة الوسط الذي توجد فيه الشحنتان قيمتها في النظام العالمي للوحدات بالنسبة للهواء أو الفراغ: $$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9 m^3.Kg.s^{-2}.C^{-2}$$

ε_0 ثابتة العزل الكهربائي في الفراغ قيمتها في SI هي: $$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi}.10^{-9} = 8,84.10^{-12} SI$$



III - المجال الكهرساكن

1 - تعريف:

يوجد مجال كهرساكن في حيز من الفضاء إذا لُوحظ أن شحنة كهربائية q تخضع لقوة كهر ساكنة إثر وضعها في نقطة من هذا الحيز.

أمثلة:

انحراف كرة نواس عند تقريب قضيب مشحون من الإبونيت ، انحراف حزمة الإلكترونات عند دخولها الحيز بين الصفيحتين.

2 - متجهة المجال الكهرساكن

2 - 1 - المجال الكهرساكن الذي تحدثه شحنة نقطية

يُحدث جسم يحمل شحنة كهربائية q موضوع في نقطة A ، مجالا كهرساكنا في الحيز المحيط به.

نضع على التوالي في نقطة P من هذا الحيز حيث $\overrightarrow{AP} = r\vec{u}$ شحنا كهربائية، q_1 ، q_2 ، q_3 ،....، q_i . تخضع هذه الشحن للقوى الكهرساكنة التالية:

$$\overrightarrow{F_i} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_i}{r^2}\vec{u},.....,\overrightarrow{F_3} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_3}{r^2}\vec{u},\quad \overrightarrow{F_2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_2}{r^2}\vec{u},\quad \overrightarrow{F_1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_1}{r^2}\vec{u}$$

$\vec{u}$: متجهة واحدية.

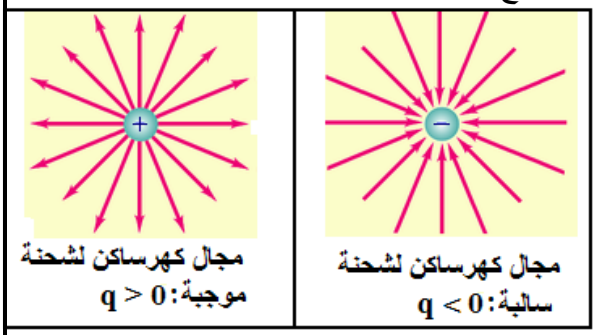
ومنه: $$\frac{\overrightarrow{F_i}}{q_i} = ... = \frac{\overrightarrow{F_3}}{q_3} = \frac{\overrightarrow{F_2}}{q_2} = \frac{\overrightarrow{F_1}}{q_1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r^2}\vec{u}$$

نضع: $$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r^2}\vec{u}$$

نسمي $\vec{E}$ متجهة المجال الكهرساكن الذي تحدثه شحنة نقطية q في النقطة P .

تتعلق متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ في نقطة ما بمصدر المجال (q) وبموضع هذه النقطة.

- تكون $\vec{E}$: انجذابية مركزية (Centripète) إذا كانت $q < 0$
- تكون $\vec{E}$: نابذة (Centrifuge) إذا كانت $q > 0$



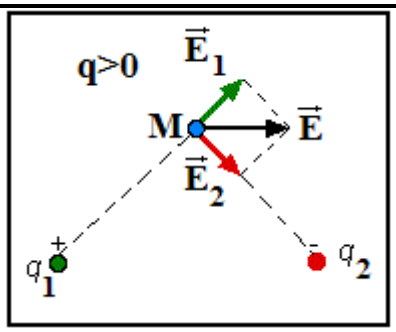
شدة متجهة المجال هي: $$E = \frac{F}{|q|}$$

وحدة الشدة E للمجال الكهرساكن هي $N.C^{-1}$ ويعبر عنها كذلك بالفولط على المتر ($V.m^{-1}$).

2 - 2 - متجهة المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنتين

- ✓ نعتبر شحنتين نقطيتين q_1 و q_2 موضوعتين في نقطتين ثابتتين. نضع في نقطة M شحنة نقطية q .
- ✓ تطبق الشحنة q_1 قوة $\overrightarrow{F_1} = q\overrightarrow{E_1}$ حيث $\overrightarrow{E_1}$ متجهة المجال الكهرساكن الذي تحدثه الشحنة q_1 عند النقطة M .
- ✓ تطبق الشحنة q_2 قوة $\overrightarrow{F_2} = q\overrightarrow{E_2}$ حيث $\overrightarrow{E_2}$ متجهة المجال الكهرساكن الذي تحدثه الشحنة q_2 عند النقطة M .
- ✓ القوتان $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$ مطبقتان في آن واحد على الشحنة q ، نسمي مجموعهما المتجهي $\overrightarrow{F}$ ونكتب:

$\overrightarrow{F} = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2}$ يعني: $\overrightarrow{F} = q\overrightarrow{E_1} + q\overrightarrow{E_2}$



ومنه: $\vec{F} = q\left(\vec{E_1} + \vec{E_2}\right)$ (1)

في النقطة M متجهة المجال الكلي معرفة ب: $\vec{F} = q\vec{E}$ (2)

بمقارنة العلاقتين (1) و (2) نجد: $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

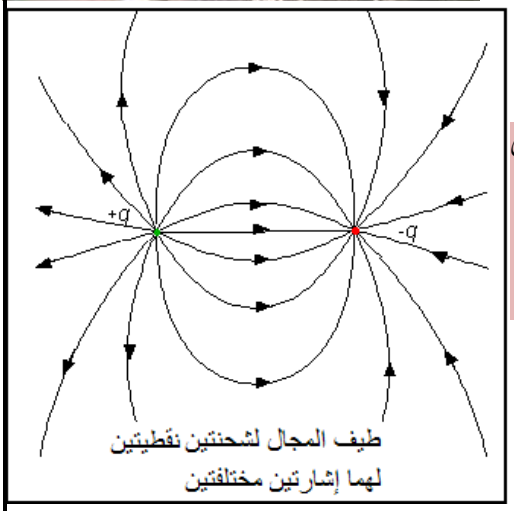
3 ـ طيف المجال الكهرساكن

نشاط تجريبي:

في حوض يحتوي على زيت البرافين، نغمر جزئيا إلكترودين من النحاس حيث نطبق بينهما توترا (بواسطة مولد ذو توتر عال HT)ثم ننثر على سطح الزيت أجساما خفيفة عازلة (حبات السميد مثلا...)

نتيجة:

عند شحنة الإلكترودين بواسطة مولد ذو توتر عال، تتكهرب حبات السميد وتصطف وفق خطوط تسمى **خطوط المجال الكهرساكن**.



طيف المجال لشحنتين نقطيتين لهما إشارتين مختلفتين

تعريف

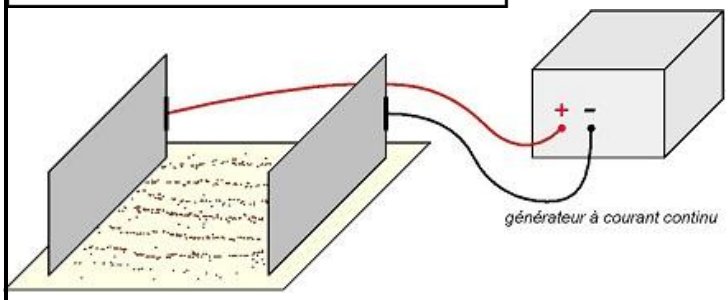
يسمى خط المجال الكهرساكن كل منحنى أو مستقيم بحيث تكون متجهة المجال مماسة له في كل نقطة من نقطه، حيث تُوجه خطوط المجال من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة.

لا تتقاطع خطوط المجال فيما بينها.

4 ـ المجال الكهرساكن المنتظم

نشاط تجريبي:

نعوض الأسطوانتين في العدة التجريبية السابقة بصفيحتين فلزيتين متوازيتين P و N ، موضوعتين رأسيتين.



النتيجة:

نلاحظ أن حبات السميد تتكهرب وتصطف وفق خطوط متوازية وعمودية على الصفيحتين الفلزيتين، تسمى خطوط المجال الكهرساكن.

تعريف:

يكون المجال الكهرساكن منتظما إذا كانت لمتجهته نفس المميزات في كل نقطة من نقطه، اي أن المتجهة $\vec{E}$ تحتفظ بنفس الاتجاه وبنفس المنحى وبنفس المنظم.