تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

المجال الكهرساكن
Le champ électrostatique

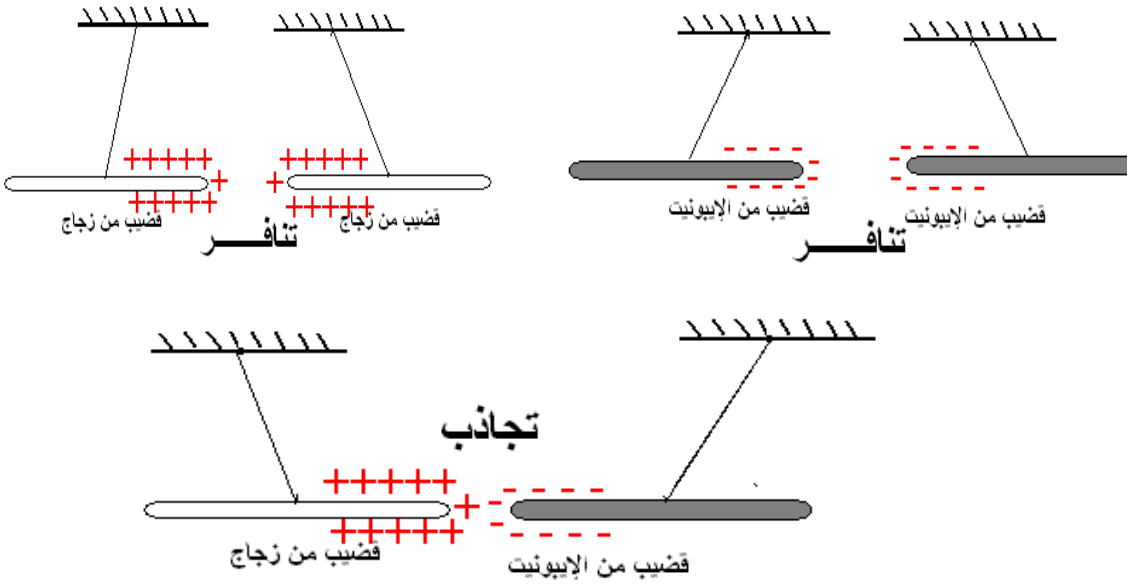
I ــ تكهرب المادة

1 ــ التكهرب بالاحتكاك

تجربة: عند حك قضيب من البلاستيك ، نلاحظ أنه يجتذب الأجسام الخفيفة (وريقة)
نقول أن القضيب تكهرب بالاحتكاك أي أنه اكتسب شحنا كهربائية وبصبح جسما مكهربا.

2 ــ نوعا الكهرباء وتأثيرهما البيني .

تجربة :
عند حك قضيبين من الزجاج وتقريبهما ، نلاحظ : يتنافر قضيبا الزجاج فيما بينهما كما يتنافر قضيبا الإيبونيت ، بينما يتجاذب قضيب الزجاج مع قضيب الإيبونيت .
نستنتج أن نوع الكهرباء الذي يظهر على الزجاج يختلف عن النوع الذي يظهر على الإيبونيت .
أصطلح على أن الكهرباء التي تظهر على قضيب الزجاج كهرباء موجبة وأن تلك التي تظهر على قضيب الإيبونيت كهرباء سالبة .
يحدث تأثير بيني بين الأجسام المكهربة .
تتجاذب الأجسام التي تحمل شحنا كهربائية مختلفة الإشارة، بينما تتنافر تلك التي تحمل شحنا كهربائية لها نفس الإشارة.



3 ــ تعليل التكهرب بالاحتكاك .

رأينا في الجدع العلمي أن المادة تتكون من ذرات محايدة كهربائيا، وتتكون كل ذرة من نواة موجبة الشحنة، حولها سحابة من الإلكترونات سالبة الشحنة. عند حك جسم بقماش، تنتقل الإلكترونات من أحدهما إلى الآخر, مما ينتج عنه تكهرب الجسمين (أحدهما سيكتسب إلكترونات والآخر سيفقدها)

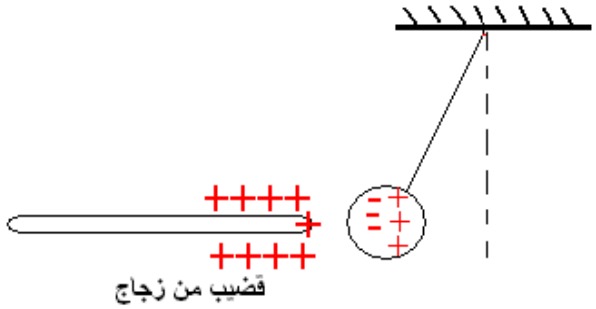
4 ــ التكهرب بأساليب أخرى

أ ــ التكهرب بالتماس
يمكن لجسم أن يتكهرب بالتماس عند لمسه لجسم آخر مكهرب، إذ تنتقل خلال التماس، الإلكترونات من أحد الجسمين إلى الآخر.
مثال : عند تماس قضيب من الإيبونيت المشحون سالبا ، وكرية النواس الكهرساكن ، تنتقل الإلكترونات من قضيب الإيبونيت إلى الكرية ، فتكتسب هذه الأخيرة شحنة سالبة ، الشيء الذي يؤدي إلى تنافرهما .

ب ــ التكهرب بالتأثير

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

التكهرب بالتأثير هو شحن جسم عن بعد ، بواسطة جسم آخر مشحون.
مثال:
عند تقريب قضيب الإيبونيت المكهرب بكهرباء سالبة من كرية محايدة كهربائيا ، فإن هذه الأخيرة تنجذب نحو القضيب .
نفسر ذلك بكون أن تأثير شحن القضيب المكهرب يؤدي إلى انتقال الإلكترونات الحرة للكرية إلى الجانب المقابل للقضيب مما يؤدي إلى تجاذب الكرية والقضيب المكهرب . (الكرية تبقى دائما محايدة كهربائيا)



II ـ التأثير البيني الكهرساكن
Interaction électrostatique

1 ـ قانون كولوم Loi de coulomb

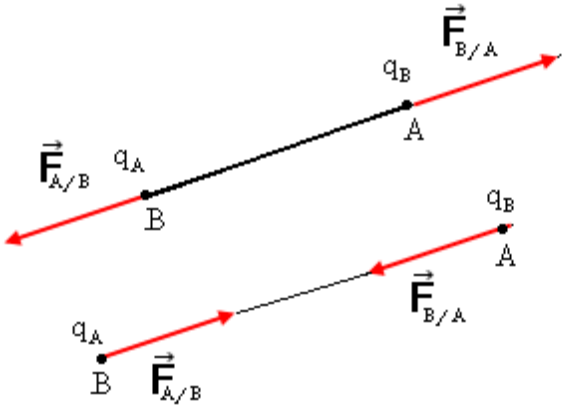
يعزى تنافر الجسام المكهربة وتجاذبها إلى وجود قوى كهرساكنة بين هذه الأجسام نتيجة الشحن الكهربائية الساكنة التي يحملها كل جسم حيث نعبر عن هذه التأثيرات بالقانون التالي :
إن شدة قوتي التأثير البيني الكهرساكن بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين ساكنتين ، تتناسب عكسيا مع مربع المسافة التي تفصل بينهما ، وتتناسب اطرادا مع كمية الكهرباء لشحنة كل من النقطتين .

2 ـ الصياغة الرياضية لقانون كولوم

نعتبر جسمين نقطيين (A) و (B) يحملان على التوالي شحنتين كهربائيتين q_A و q_B وتفصل بينهما المسافة AB . يحدث بين هاتين الشحنتين الكهربائيتين تأثير بيني كهرساكن ، لقوتيه المميزات التالية :

ـ منحيان متعاكسان
ـ نفس خط التأثير : وهو المستقيم AB .
ـ نفس الشدة وهي :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = K.\frac{|q_A||q_B|}{(AB)^2}$$.



K ثابتة وقيمتها في النظام العالمي للوحدات هي :

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9 m^3 kg.s^{-2}.C^{-2}$$

ε_0 ثابتة العزل الكهربائي في الفراغ وقيمته في النظام العالمي للوحدات هي :

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi}.10^{-9}(SI)$$

q_A و q_B بالكولوم (C)
(AB) بالمتر .
$F_{A/B}$ بالنيوتن (N)

3 ـ مقارنة القوة الكهرساكنة وقوة التجاذب الكوني .

تمرين تطبيقي : قارن بين شدتي قوة التأثير البيني الكهرساكن وقوة التأثير البيني التجاذبي لنواة الهيدروجين وإلكتروناتها .

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

نعطي : $q_e = -1,6.10^{-19}C$ ، شحنة لبروتون $q_p = 1,6.10^{-19}C$ ، كتلة الإلكترون : $m_e = 9,1.10^{-31}kg$ ، كتلة البروتون $m_p = 1,7.10^{-27}kg$ والمسافة بين البروتون والإلكترون $d = 0,53.10^{-10}m$ و ثابتة التجاذب الكوني $G = 6,7.10^{-11}(SI)$.

الجواب : $F_G = 3,6.10^{-47}N$ و $F_e = 8,2.10^{-8}N$

$\frac{F_e}{F_G} = 2,3.10^{39}$ مما يبين أن قوة التجاذب الكوني على مستوى الذرة مهملة بالنسبة للقوة الكهرساكنة .

III ـ المجال الكهرساكن

1 ـ تعريف

يوجد مجال كهرساكن في حيز من الفضاء ، إذا لوحظ أن شحنة كهربائية q تخضع لقوة كهرساكنة إثر وضعها في نقطة من هذا الحيز .

أمثلة : تقريب قضيب الإيبونيت المكهرب من نواس كهرساكن . انحراف حزمة الإلكترونات عند دخولها الحيز بين الصفيحتين .

2 ـ متجهة المجال الكهرساكن

أ ـ المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنة نقطية .

يحدث ، جسم نعتبره نقطيا ، شحنته 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 :

$$\vec{F}_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_1}{r^2}\vec{u}, \vec{F}_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_2}{r^2}\vec{u}, \vec{F}_3 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_3}{r^2}\vec{u}, ..., \vec{F}_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_i}{r^2}\vec{u}$$

$\vec{u}$ متجهة واحدية .

$\frac{\vec{F}_1}{q_1} = \frac{\vec{F}_2}{q_2} = \frac{\vec{F}_3}{q_3} = ... = \frac{\vec{F}_i}{q_i} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r^2}\vec{u}$ ، نضع $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r^2}\vec{u}$ (1)

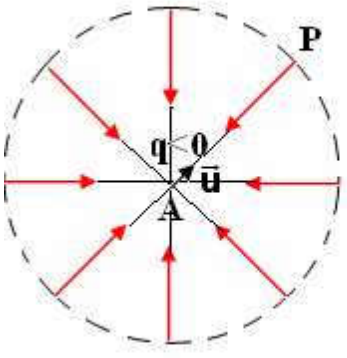
نسمي $\vec{E}$ متجهة المجال الكهرساكن الذي تحدثه شحنة نقطية q في النقطة P . وهو مقدار متجهي يعبر عن الخاصية الذاتية للحيز المحيط بالشحنة q .

من خلال العلاقة يتبين أن متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ في نقطة ما ، بمصدر المجال أي الشحنة q ، وبوضع هذه النقطة .

من العلاقة (1) يتبين أن :

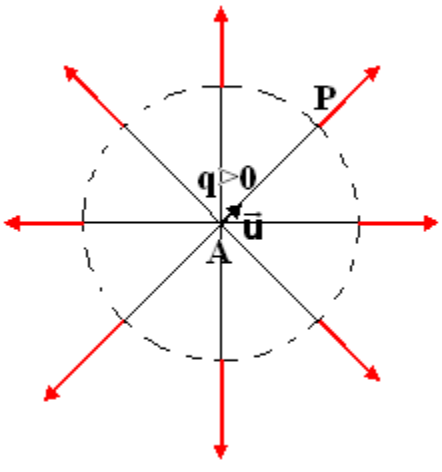
$q < o$ أي أن $\vec{E}$ والمتجهة الواحدية $\vec{u}$ لهما منحيان متعاكسان أي أن $\vec{E}$ انجذابية مركزية centripéde (الشكل 1)

الشكل 1



مجال كهرساكن لشحنة سالبة

الشكل 2



مجال كهرساكن لشحنة موجبة

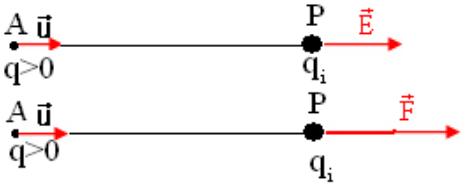
Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

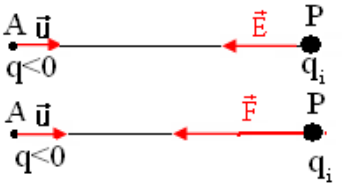
$q > o$ أي أن $\vec{E}$ والمتجهة الواحدية $\vec{u}$ لهما نفس المنحى أي أن $\vec{E}$ نابذة centrifuge (الشكل 2)

يلاحظ أن خطوط المجال للمتجهة $\vec{E}$ تتقاطع في نفس النقطة ، نقول إن المجال $\vec{E}$ الذي تحدثه شحنة نقطية q هو مجال شعاعي . champ radial

*** العلاقة بين متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ ومتجهة القوة الكهرساكنة $\vec{F}$ هي :**

$$\vec{F} = q\vec{E}$$





وحدة $\vec{E}$ هي N/C أو كذلك ب V/m

ب ـ متجهة المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنتين نقطيتين .

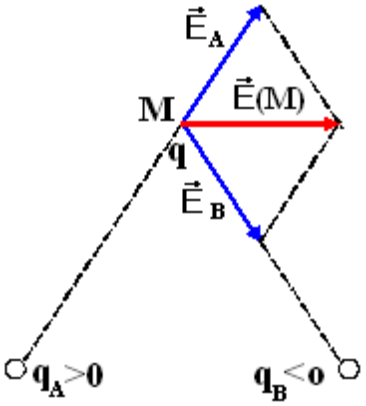
نعتبر شحنتين $q_A > 0$ و $q_B < 0$ ، ونعتبر شحنة كهربائية q توجد في النقطة M .

تحدث q_A في النقطة M مجالا كهرساكنا متجهته $\vec{E}_A$ حيث $\vec{F}_A = q.\vec{E}_A$

تحدث q_B في النقطة M مجالا كهرساكنا متجهته $\vec{E}_B$ حيث $\vec{F}_B = q.\vec{E}_B$

تخضع الشحنة q للقوة $\vec{F} = \vec{F}_A + \vec{F}_B = q\left(\vec{E}_A + \vec{E}_B\right) = q\vec{E}$ وبالتالي :

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$



يمكن تعميم هذه النتيجة على مجموعة من الشحن الكهربائية :

تساوي المتجهة $\vec{E}$ ، الممثلة للمجال الكهرساكن الذي تحدثه مجموعة i من الشحن الكهربائية في نقطة M ، مجموع المتجهات $\vec{E}_i$ الممثلة للمجال الكهرساكن الذي تحدثه كل شحنة كهربائية i على حدة .

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^{n} \vec{E}_i$$

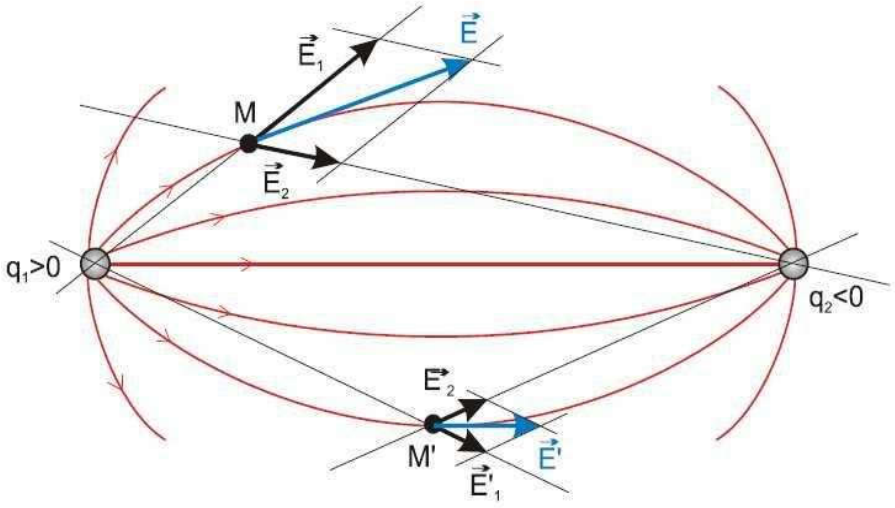
VI ـ خطوط المجال

1 ـ تعريف

نسمي خط المجال الكهرساكن كل منحنى (أو مستقيم) تكون متجهة المجال مماسة له في كل نقطة من نقطه.

أمثلة : خطوط المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنتين مختلفتين $q_1 > 0$ و $q_2 < 0$

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

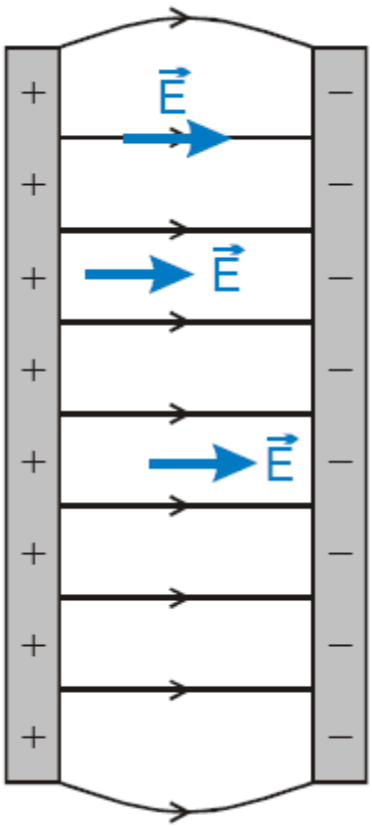


أصطلح على توجيه خط المجال الكهرساكن في منحى متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$.
تسمى الصورة المكونة من جميع خطوط المجال الكهرساكن بالطيف الكهرساكن .

V ـ المجال الكهرساكن المنتظم

تعريف :

يكون المجال الكهرساكن منتظما إذا كانت لمتجته $\vec{E}$ نفس المميزات في كل نقطة من نقطه ، أي أن $\vec{E}$ تحتفظ بنفس الاتجاه ونفس المنحى وبنفس المنظم
مثال : المجال المحدث من طرف صفيحتين فليزيتين ، طبق بينهما توتر كهربائي ، هو مجال كهرساكن منتظم .



Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

تمارين تطبيقية

تمرين 1

أحسب شدة المجال الكهرساكن المحدث من طرف بروتون في نقطة M تبعد عنها ب $10^{-10}m$.

تمرين 2

شحنة نقطية q أحدث مجالا كهرساكنا $\vec{E}$ شدته $E=10N/C$ في نقطة M تبعد عن هذه الشحنة ب $1cm$.

1 ـ أحسب قيمة الشحنة q .

2 ـ ما هي قيم المجال الكهرساكن E المحدث في المسافات التالية $5cm, 4cm, 3cm, 2cm$ ؟ مثل مبيانيا تغيرات المجال $E=f(x)$ بحيث x المسافة التي تبعد النقطة M عن الشحنة q .

تمرين 3

شحنتين كهربائيتين $q+$ و $q-$ توجدان في النقطتين A و B بحيث أن $AB=2a$.

1 ـ أوجد ، بدلالة q, ε, a مميزات المجال الكهرساكن في النقطة O منتصف AB .

2 ـ حدد شدة المجال الكهرساكن E_M المحدث في النقطة M بحيث أن $MA=MB=2a$

تمرين 4

توجد شحنتين $q+$ على القمتين المتقابلتين لمربع ضلعه a . القمة الثالثة تحمل الشحنة $q-$.

أوجد تعبير شدة المجال الكهرساكن المحدث من طرف الشحن الثلاث في القمة الرابعة للمربع .