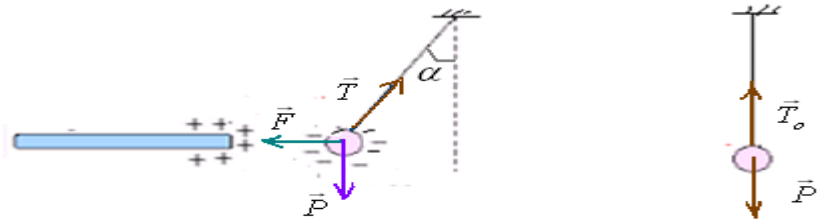
المجال الكهرساكن

I ـ إبراز وجود المجال الكهرساكن – منجهة المجال الكهرساكن.

1) تجربة:

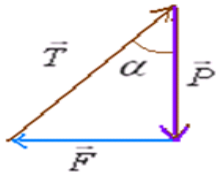
نكهرب كويرة نواس كهرساكن بواسطة قضيب من الابونيت مكهرب بالاحتكاك ثم نقرب إلى الكويرة قضيبا من الزجاج مشحونا موجبا بالاحتكاك.
نلاحظ أن الكويرة تأخذ وضعا معينا بعد انجذابها نحو القضيب . وعند إبعاد القضيب عن الكويرة يأخذ النواس وضعا راسيا.



2) تعليل :

في حالة التوازن التي يكون فيها النواس رأسيا توجد الكويرة في مجال الثقالة فقط : $\vec{P}+\vec{T}_o=\vec{0}$

بينما في حالة التوازن التي يكون فيها النواس مائلا توجد الكويرة بالإضافة إلى مجال الثقالة في مجال آخر يسمى المجال الكهرساكن حيث تطبق شحنات القضيب قوة تسمى بالقوة الكهرساكنة (أو القوة الكهربائية) على شحنات الكويرة . وفي هذه الحالة شرط التوازن يكتب كما يلي: $\vec{P}+\vec{T}+\vec{F}=\vec{0}$
الشيء الذي يتكافأ مع كون الخط المضلعي لمتجهات هذه القوى مغلق :



$$\tan\alpha=\frac{F}{P}$$
$$F=P.\tan\alpha=m.g.\tan\alpha$$

3)استنتاج:

وجود شحنة كهربائية ساكنة في حيز من الفضاء يغير خاصيات هذا الحيز بحيث تحدث حولها مجالا كهرساكنا ، وإذا وجد جسم مشحون في نقطة ما من هذا الحيز فإنه يخضع إلى قوة كهرساكنة.

ويعتبر الفيزيائي الفرنسي كولوم Coulomb أول من قام بدراسة التأثيرات الكهرساكنة وتوصل سنة 1785 م إلى قانون يسمى باسمه.

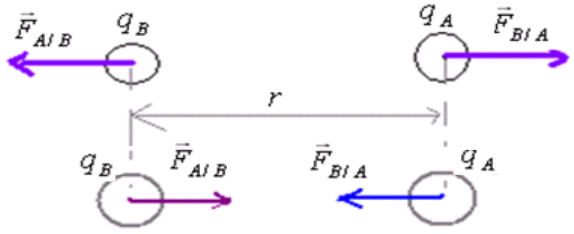
4) نص قانون كولوم :

شحنتان كهربائيتان q_A و q_B في حالة سكون وتفصل بينهما مسافة r ، يحدث بينهما تأثير بيني كهرساكن بحيث تطبق كل منهما على الأخرى قوة كهرساكنة والقوتان:

- لهما نفس خط التأثير ومنحيان متعاكسان .
- ولهما نفس الشدة . $F_{A/B}=F_{B/A}=K.\frac{|q_A|\times|q_B|}{r^2}$. K ثابتة .

$$K=\frac{1}{4\pi.\varepsilon_o}=9.10^9\ N.m^2/C^2$$

ε_o : سماحية الفراغ وقيمتها في النظام العالمي للوحدات : $\varepsilon_o=\frac{1}{36.10^9\pi}=8{,}84S.I.$



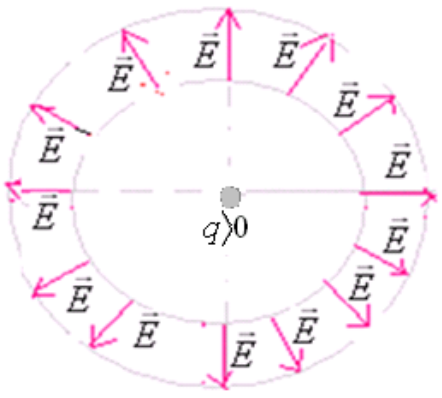
حالة التنافر (q_A و q_B) لهما نفس الإشارة.

حالة التجاذب (q_A و q_B) لهما إشارتان مختلفتان.

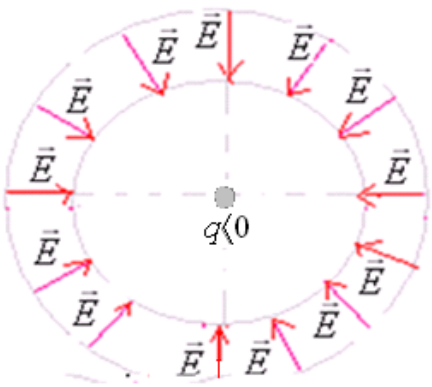
II المجال الكهرساكن لشحنة نقطية :

1) منجهة المجال الكهرساكن :

كل شحنة كهربائية ساكنة تحدث حولها مجالا كهرساكنا ومنجهة المجال $\vec{E}$ في نقطة M من المجال تكون انجذابية مركزية إذا كانت الشحنة q (التي تحدث المجال) موجبة ونابذة إذا كانت الشحنة q سالبة.



منجهات المجال نابذة



منجهات المجال انجذابية مركزية

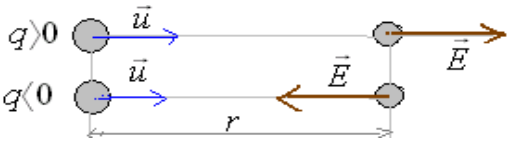
2) تعبير متجهة المجال الكهرساكن الذي تحدثه شحنة :

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

نضع على التوالي في نقطة M من هذا الحيز شحنا كهربائية : q_1 ثم q_2 ثم q_3 . (حيث $\overrightarrow{AM} = r.\vec{u}$) .

تخضع هذه الشحن للقوى الكهرساكنة التالية : $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ بحيث : $\vec{F}_1 = K.\frac{q_1.q}{r^2}.\vec{u}$ ، $\vec{F}_2 = K.\frac{q_2.q}{r^2}.\vec{u}$ ، $\vec{F}_3 = K.\frac{q_3.q}{r^2}.\vec{u}$

ومنه نستخرج : $\frac{\vec{F}_1}{q_1} = \frac{\vec{F}_2}{q_2} = \frac{\vec{F}_3}{q_3} = K.\frac{q}{r^2}.\vec{u}$ نضع : $\vec{E} = K.\frac{q}{r^2}.\vec{u}$ تسمى $\vec{E}$ متجهة المجال الكهرساكن الذي تحدثه الشحنة q في النقطة M .



ملحوظة : إذا كانت $q>0$ ، $\vec{E}$ لها نفس منحى $\vec{u}$ (أي نابذة) .

و إذا كانت $q<0$ ، $\vec{E}$ لها عكس منحى $\vec{u}$ (أي انجذابية مركزية) .

وبذلك يعبر عن القوة الكهرساكنة المطبقة على الشحنة q_i في كل من الحالات السابقة كما يلي : $\vec{F}_1 = q_1.\vec{E}$ ، $\vec{F}_2 = q_2.\vec{E}$ ، $\vec{F}_3 = q_3.\vec{E}$.

وبصفة عامة : $\vec{F} = q.\vec{E}$ شدتها : $F = |q|.E$ ومنه ووحدة E هي (N/C) ويعبر عنة في ن.ع .للوحدات ب (V/m) .

3) القوة الكهرساكنة :

كل شحنة q موجودة في مجال كهرساكن متجهته $\vec{E}$ تخضع لقوة كهرساكنة (أو كهربائية) تعطيها العلاقة التالية : $\vec{F} = q.\vec{E}$. شدتها $F = |q|.E$.

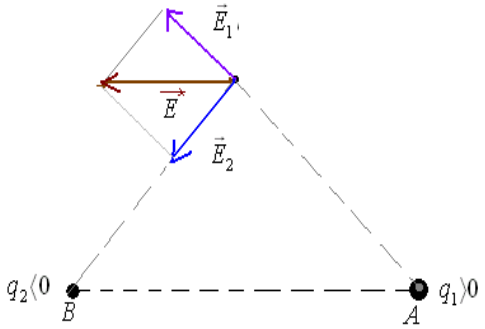
شدة القوة F ب : (N) والشحنة q ب (C) ومنظم متجهة المجال E ب : (V/m) .

4) تراكب مجالين كهرساكنين :

نعتبر شحنتين كهربائيتين $q_1>0$ و $q_2<0$ موضوعتين في نقطتين A و B كما يوضحه الشكل أسفله.

نعتبر نقطة M لا تنتمي للمستقيم AB .

لتكن $\vec{E}_1$ متجهة المجال المحدث من طرف الشحنة q_1 في النقطة M ولتكن $\vec{E}_2$ متجهة المجال المحدث من طرف q_2 في لنقطة M .



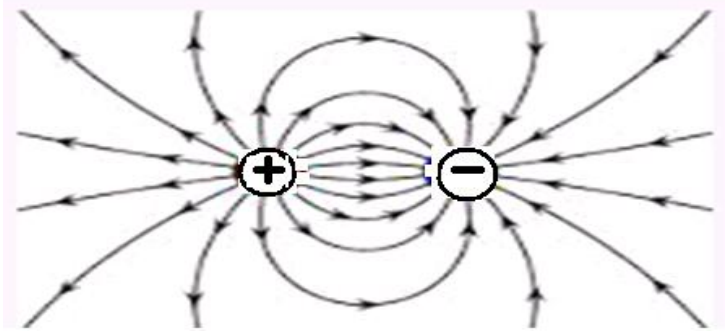
متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ المحدث من طرف الشحنتين q_1 و q_2 في النقطة M يساوي مجموع المتجهتين $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

وبصفة عامة : متجهة المجال الكهرساكن الذي تحدثه مجموعة ن الشحن الكهربائية في نقطة M ، تساوي المجموع المتجهي لمتجهات المجال الذي تحدثه كل شحنة على حدة في هذه النقطة . $\vec{E} = \sum_{i=1}^{i=n} \vec{E}i$.

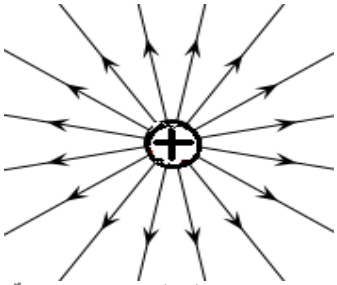
5) خطوط المجال :

* تعريف :

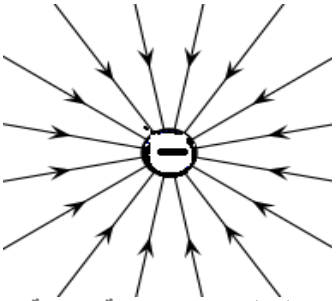
نسمي خط المجال الكهرساكن الخط المماس لمتجهة المجال في نقطة من نقطه . وخطوط المجال تكون موجهة في نفس منحى متجهة المجال الكهرساكن .



خطوط المجال لشحنتين نقطيتين



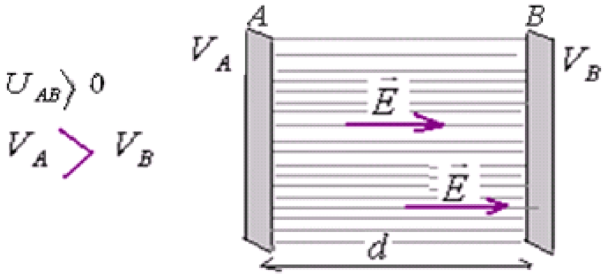
خطوط المجال لشحنة موجبة



خطوط المجال لشحنة سالبة

III المجال الكهرساكن المنتظم :

كما أن كل شحنة كهربائية تعتبر مصدرا لمجال كهرساكن فيمكننا الحصول على مجال كهرساكن منتظم بين صفيحتين فلزيتين متوازيتين خاضعتين لتوتر كهربائي.



V_A: الجهد الكهربائي للصفيحة A .
V_B: الجهد الكهربائي للصفيحة B .
d : المسافة الفاصلة بين الصفيحتين.

بين الصفيحتين يكون المجال الكهرساكن منظما .

- خطوط المجال متوازية فيما بينها وعمودية على مستوى الصفيحتين.
- ومتجهة المجال $\vec{E}$ لها نفس منحى الجهود التناقصية أي من الصفيحة ذات الجهد الأعلى نحو الصفيحة ذات الجهد الأدنى.
- ومنظم متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ بين الصفيحتين : $E = \frac{U_{AB}}{d}$ ب : (V/m) .

□□

التوجيهات المتعلقة بهذا الدرس:

المجال الكهرساكن:
- التأثير البيني الكهرساكن.
- قانون كولوم .
- المجال الكهرساكن لشحنة نقطية: تعريفه ومتجهته ووحدته. أمثلة لخطوط المجال الكهرساكن.
- تراكب مجالين كهرساكنين.
- المجال الكهرساكن المنتظم.

المحتوى	أنشطة مقترحة	معارف ومهارات
1 . طاقة الوضع الكهرساكنة (خاص بالعلوم الرياضية) 1.1. المجال الكهرساكن. - التأثير البيني الكهر ساكن. قانون كولوم. - المجال الكهرساكن لشحنة نقطية- تعريفه - متجهه- وحدته. أمثلة لخطوط المجال الكهرساكن – تراكب مجالين كهرساكنيين. - المجال الكهرساكن المنتظم.	▪ إنجاز تجارب حول تكهرب المادة (الاحتكاك - التماس – التأثير). ▪ إبراز وجود المجال الكهرساكن تجريبيا. ▪ إبراز خطوط المجال من خلال تجارب يستعمل فيها زيت البرافين وحبات السميد مثلا. ▪ إنجاز تجربة المجال الكهرساكن المنتظم باستعمال صفيحتين فلزيتين متوازيتين.	▪ معرفة وتطبيق قانون كولوم. ▪ معرفة المجال الكهرساكن، ▪ معرفة العلاقة $E = \frac{F}{q}$ وتطبيقها. ▪ تعرف خط المجال. ▪ معرفة أشكال خطوط المجال بالنسبة : o لشحنة نقطية o لشحنتين نقطيتين