الجمهورية العربية السورية
وزارة التربية
المركز الوطني للمتميزين

الحقول الكهربائية وتأثيرها

حلقة بحث مقدمة في مادة الفيزياء:

للطالبة... ندى سلمان

أهمية دراسة الحقول الكهربائية

إن حساب الحقول الكهربائية يعد الخطوة الأساسية لتطبيق علم الكهرباء الساكنة في المجالات العملية حيث أننا لا يمكن أن نحصل على نتائج دقيقة للتطبيق العملي إلا من خلال امتلاك الخبرة المناسبة لاستخدام القانون المناسب

حساب الحقل الناتج عن شحنة نقطية

يعد قانون كولون من القوانين الأساسية لحساب الحقل في هذه الحالة حيث يتناسب الحقل طردا مع قيمة الشحنة الجاذبة وعكسا مع مربع المسافة بينهما

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

حيث ان $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ يرمز له ب k_e وقيمته حوالي $8.988 \times 10^9 N.m^2.C^{-2}$

وقوة كولوم مقدار شعاعي يكون حاملها ما بالشحنتين معا وتكون قوة تجاذب اذا كانت الشحنتين من نوع مختلف وقوة تنافر اذا كانت الشحنتين من النوع نفسه

حساب الحقل الكهربائي في حال التوزع المستمر للشحنات

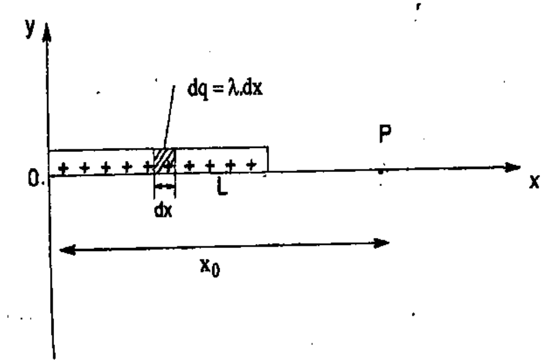
يتعلق حساب الحلق في حال التوزع المستمر بشكل الجسم ونميز هنا حالتين أساسيتين:

(١) الشحنة المتوزعة بشكل منتظم على حلقة دائرية

(٢) الشحنة المتوزعة بشكل منتظم على قضيب مشحون

الحقل الناتج عن قضيب مشحون

$$dE_X = \frac{kdq}{(x_0 - x)^2} = \frac{k\,\lambda dx}{(x_0 - x)^2}$$



فيكون الحقل الكلي تكامل النسبة السابقة من x=0 الى x=L :

$$E_X = k\lambda \int_0^L \frac{dx}{(x_o - x)^2} = \mu\lambda \left[\frac{1}{x_o - x} \right]_0^L =$$

$$k\lambda \left\{ \frac{1}{x_0 - L} - \frac{1}{x_0} \right\} = k\lambda \left\{ \frac{L}{x_0(x_0 - L)} \right\}$$

وباستخدام العلاقة $\lambda = \frac{Q}{L}$ نحصل على :

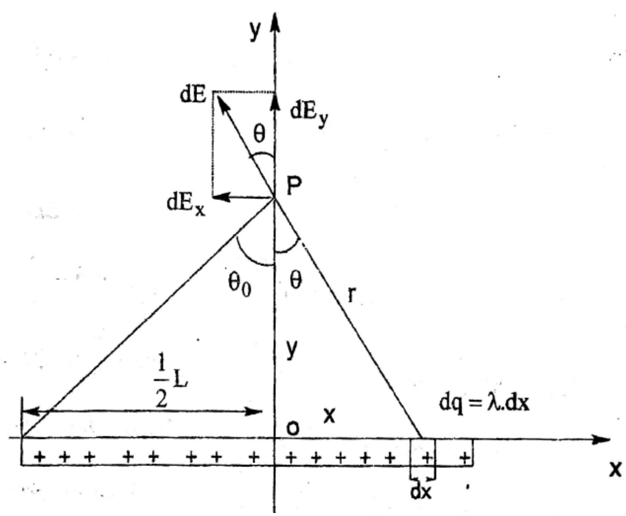
$$E_X = \frac{kQ}{x_0(x_0 - L)}$$

الحقل في نقطة تقع على محور قطعة مستقيمة محدودة ومشحونة

$$E_Y = \int_{X=-\frac{1}{2}L}^{X=\frac{1}{2}L} dE_Y = 2\int_{0}^{X=\frac{1}{2}L} dE_Y = 2k\lambda y \int_{0}^{X=\frac{1}{2}L} \frac{dx}{r^3}$$

ومن جداول التكاملات النظامية نجد أن :

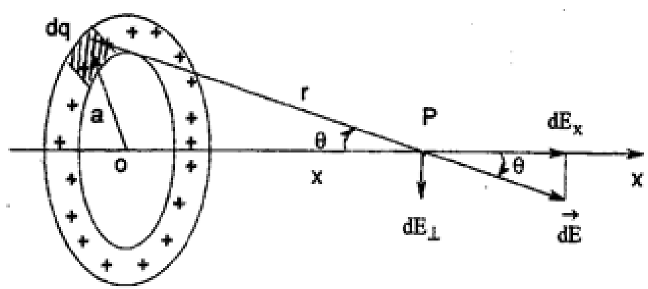
$$\int \frac{dx}{r^3} = \frac{1}{y^2}\frac{x}{r} = \frac{1}{y^2}\sin\theta$$



$$E_Y = \frac{2k\lambda y}{y^3}\sin\theta$$

$$E_Y = \frac{2k\lambda}{y^2}\sin\theta = \frac{2k\lambda}{y}\cdot\frac{\frac{1}{2}L}{\sqrt{(\frac{1}{2}L)^2 + y^2}}$$

الحقل الكهربائي في نقطة واقعة على محور حلقة دائرية مشحونة



$$dE_x = \frac{kdq}{r^2}\cos\theta = \frac{kdq}{r^2}\cdot\frac{x}{r} = \frac{k.dq.x}{\left(x^2+a^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$E_X = \int \frac{k.dq.x}{\left(x^2+a^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

وبما أن البعد عن الحلقة ثابت أي أن x لا تتغير نجري التكامل على كامل الشحنة المتوضعة على الحلقة فنجد :

$$E_X = \frac{k.x}{\left(x^2+a^2\right)^{\frac{3}{2}}}\int dq \quad \text{أو} \quad E_X = \frac{k.x.Q}{\left(x^2+a^2\right)^{\frac{3}{2}}} :$$

مفهوم التدفق الكهربائي

يمثل التدفق الكهربائي بعدد خطوط الحقل الكهربائي التي تخترق سطحا ما فعندما يخترق سطح ما من قبل خطوط الحقل الكهربائي الناتجة عن شحنه موجودة داخل هذا السطح فإن محصلة عدد خطوط الحقل التي تخترق السطح تتناسب طردا مع محصلة الشحنة الموجودة داخل هذا السطح ولا يتعلق عدد خطوط الحقل بشكل السطح الي يحيط بالشحنة وهذا ما سيثبته قانون غاوص.

تعطى قيمة التدفق بالعلاقة التالية

$$\phi = E.A.\cos\theta$$

حساب التدفق الكهربائي بالحالة العامة

بدراسة الحالة العامة ،يمكن أن يتغير الحقل من نقطة لأخرى على السطح وعليه فإن العلاقة السابقة تعطى فقط من أجل عنصر صغير من المساحة ففي حال دراسة سطح مقسم الى عدد كبير من السطوح العنصرية الصغيرة مساحة كل منها ΔA حيث يمكن إهمال تغير الحقل فوق كل عنصر من هذه العناصر إذا كان السطح صغيرا بشكل كاف ومن المناسب تعريف الشعاع $\Delta\vec{A}_i$ على أن قيمته تمثل قيمة السطح العنصري ΔA_i بحيث يكون اتجاهه عموديا على السطح وإذا اعتبرنا الحقل الكهربائي في مركز هذا السطح العنصري $\vec{E}_i$ فإن التدفق الكهربائي $\Delta\phi_i$ خلال السطح العنصري يعطى بالعلاقة التالية :

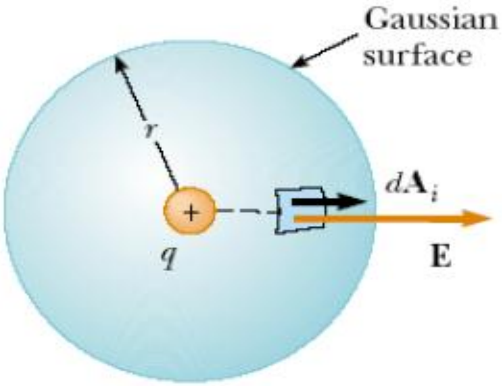
$$]\Delta\phi_i = E_i.\Delta A_i.\cos\theta = \vec{E}.\Delta\vec{A}_i$$

إن التدفق الكلي يعطى بمجموع عناصر التدفق على كامل السطح وإذا جعلنا مساحة كل عنصر تتناهى الصفر فإن عدد العناصر سيتناهى إلى اللانهاية حيث يستبدل عندها المجموع بالتكامل و عليه فإن التعريف العام للتدفق الكهربائي يعطى بالعلاقة التالية:

$$\phi = \lim_{\Delta A_i \to 0} \sum \vec{E}_i \Delta\vec{A}_i = \int_{surface} \vec{E}.\mathrm{dA}$$

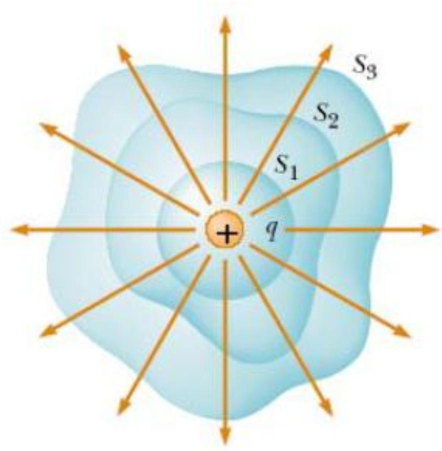
حساب التدفق الكهربائي من خلال قانون غاوص

$$\phi_c = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \oint E_n dA = E \cdot \oint dA$$



حالة عدة سطوح مغلقة تحيط بالشحنة

نعتبر السطح الأول وليكن S_1 كروي وبينما السطحين S_3 وS_2 غير كرويين ، التدفق الذي يخترق السطح الأول يساوي القيمة $\frac{q}{\varepsilon_0}$ حيث أن التدفق يتناسب طردا مع عدد خطوط الحقل التي تعبر خلال السطح ومن الرسم نجد عدد خطوط الحقل التي تعبر السطح الأول يساوي عدد خطوط الحقل التي تعبر السطحين الثاني والثالث وعليه فإن محصلة التدفق خلال أي سطح مغلق لا تتعلق بشكل هذا السطح كنتيجة منطقية .



THE END