وحدة 36 - الحقل الكهربائي وقانون جاوس

الحقل الكهربائي - كل شحنة كهربائية ، بحكم وجودها ، تكوّن حقلا كهربائيًا حولها. الحقل الكهربائي هو مقدار متجه ، يُحدد في كل نقطة من خلال النسبة بين القوة الكهربائية F المؤثرة على شحنة فحص في نقطة ، ومقدار شحنة اختبار q تقع في النقطة ، وفقًا لـ :

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

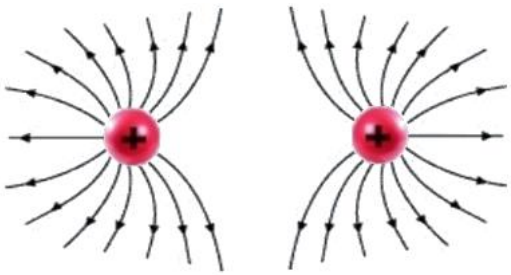
شدة الحقل الكهربائي حول شحنة نقطية- اعتمادا على تعريف الحقل الكهربائي ومن خلال قانون كولون يمكننا أن نصف شدة الحقل الكهربائي حول شحنة نقطية من خلال العلاقة:

$$E = \frac{K \cdot Q}{r^2}$$

خطوط الحقل الكهربائي – خطوط الحقل الكهربائي هي منحنيات وهمية متواصلة . اتجاه متجه الحقل في كل نقطة على خط الحقل مماسي عليه.

خصائص خطوط الحقل الكهربائي:

1. خطوط الحقل تخرج من الشحنات الموجبة (أو من اللانهاية) وتصب في الشحنات السالبة (أو اللانهاية).
2. خطوط الحقل لا تتقاطع بينها (وإلا لكان في نقطة التقاطع اتجاهين مختلفين للحقل وبالتالي اتجاهين مختلفين للقوة على شحنة الفحص).
3. كثافة خطوط الحقل في كل نقطة تعبر عن شدة الحقل في النقطة. كلما ازدادت كثافة خطوط الحقل أكثر كذلك تزداد شدة الحقل.
4. حول عدة شحنات تنحني خطوط الحقل بحيث يكون اتجاه الحقل مماسيا لخط الحقل في كل نقطة وأيضا تكون كثافة الخطوط في كل نقطة للجسم المشحون أو تخرج منه بشكل معامد له، لذلك الحقل الكهربائي لشحنة نقطية يكون مركزيا للداخل أو الخارج بحسب اشارة الشحنة.



التدفق الكهربائي- هو مقدار غير متجه يعبر عن عدد خطوط الحقل المارّة من خلال وحدة مساحة.

$$\phi = \vec{E} \cdot \vec{A} = |E| \cdot |A| \cdot \cos(\alpha)$$

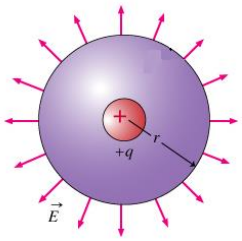
اللدفق يقاس بوحدات $\frac{N \cdot m^2}{C}$

قانون جاوس- مقدار التدفق المنبثقة من شحنة وتمر من خلال مساحة مسطح أو غلاف وهمي يحوي الشحنة:

$$\phi = 4 \cdot \pi \cdot K \cdot Q$$

شدة الحقل الكهربائي على بعد r من شحنة نقطية من خلال قانون جاوس: نضع غلافا كرويا وهميا نصف قطره r حول الشحنة النقطية . حول الشحنة النقطية تكون النسبة بين التدفق منها وبين مساحة الغلاف الكروي مساوية لكثافة خطوط الحقل على بعد r . هكذا ممكن الحصول على تعبير لشدة الحقل الكهربائي بدلالة مقدار الشحنة والبعد عنها r .

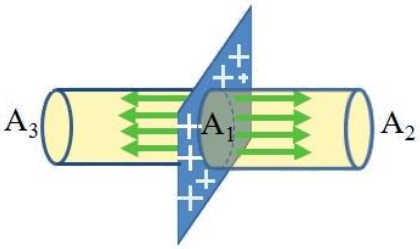
$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{4 \cdot \pi \cdot K \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot R^2} = \frac{K \cdot Q}{R^2}$$



الحقل المتجانس حول لوح لانهائي مشحون :

خطوط الحقل معامدة على الجسم المشحون الذي منه تخرج لذلك خطوط الحقل حول لوح لانهائي مشحون هي خطوط متوازية ، كثافة هذه الخطوط لا تتغير مع البعد عن اللوح ولذلك الحقل من لوح لانهائي مشحون هو حقل متجانس يتعلق مقداره بكثافة الشحنة فقط.

تطوير التعبير لحقل لوح لانهائي مشحون بدلالة كثافة الشحنة من خلال قانون جاوس: نضع اسطوانة وهمية نصف قطرها r بحيث تخترق الاسطوانة اللوح المشحون .



ممكن أن نعبر عن شدة الحقل المتجانس من اللوح من خلال قانون جاوس، حسب :

$$E_2 = \frac{\phi_2}{A_2} = \frac{\phi_1}{A_1} = \frac{2 \cdot \pi \cdot K \cdot Q_1}{A_1} = 2 \cdot \pi \cdot K \cdot \sigma 1$$

من المتعارف التعبير عن شدة الحقل الكهربائي بدلالة ثابت نفاذية الفراغ

$$E = 2 \cdot \pi \cdot K \cdot \sigma = 2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \sigma = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}$$

$$\boxed{E = \frac{\sigma}{2 \cdot \epsilon_0}}$$

حركة شحنات في حقل كهربائي متجانس- **عندما تدخل شحنة الى حقل متجانس (ثابت بالمقدار والاتجاه) فستعمل عليه قوة ثابتة وتحقق حركته قوانين الديناميكا والكينيماتيكا العادية بحيث يمكن وصف حركته كحركة القذائف.**