

Coulomb-Gesetz

Elektrisches Radialfeld

Das elektrische Radialfeld

- Im „Grieskörner-Versuch“ (zwischen den Elektroden, an denen Hochspannung anliegt, schwimmen Grieskörner in Öl) ergab sich folgendes Bild der elektrischen Feldlinien

Zusammenhang E-Feld - Ladungen

$$\frac{Q}{A} = \epsilon_0 \epsilon_r E$$

- Im homogenen Feld des Plattenkondensator haben wir folgende Formel erarbeitet:

Elektrische Feldstärke

$$A = 4\pi r^2$$

$$\frac{Q}{A} = \epsilon_0 \epsilon_r E \Rightarrow$$

$$E = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r r^2}$$

Coulomb-Gesetz

(nach Charles Augustin Coulomb, Frankreich, 1736 - 1806)

$$F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r} \frac{qQ}{r^2}$$

Erläuterung zum Coulomb-Gesetz

- Je mehr Ladungen Q das elektrische Feld erzeugen und je größer die Probeladung q, desto größer die Kraft auf die Probeladung q:
- Je größer der Abstand r der Probeladung vom Mittelpunkt der Kugel, desto kleiner die Kraft:

Bedeutung des Coulomb-Gesetzes

- Damit beschreibt es das Verhalten auf atomarer und molekularer Ebene.
- Da jede Ladungsanordnung aus den Elementarladungen besteht, ist im Prinzip jedes E-Feld durch Überlagerung der Radialfelder der Elementarladungen berechenbar
- Jede elektrische Kraft ist die (Vektor-)Summe vieler Coulombkräfte!

Coulombkraft - Gravitationskraft

$$G = \gamma \frac{mM}{r^2}$$

Energie im Coulombfeld

Gesucht ist die Energie, die q gewinnt, wenn es von r1 nach r2 bewegt wird!

Gesetze im Radialfeld

- Kraft – Feldstärke:
q: Probeladung

$$F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{qQ}{r^2}$$

$$W_{r_1 \rightarrow r_2} = \frac{qQ}{4\pi \epsilon_0} \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right]$$

Q: felderzeugende Ladung
r: Abstand der Mittelpunkte

- Energie – Spannung
zwischen den Punkten mit Abständen r1 und r2 vom Mittelpunkt von Q

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

$$U_{r_1 \rightarrow r_2} = \frac{W}{q} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right]$$

Beispielaufgabe

Gegeben ist eine Kugel mit Radius $R_1 = 3$ cm und der Ladung $Q = 5$ nC und eine kleine Kugel mit $R_2 = 1$ cm, $q = -0,5$ nC im Abstand $d = 5$ cm.

- Berechne die elektrische (Anziehungs-) Kraft zwischen den Kugeln!
- Die kleine Kugel wird $s = 20$ cm weiter entfernt. Welche Energie nimmt sie auf?