

Seien  $Q$  und  $q$  Ladungen (Einheit  $C = \text{Coulomb}$ ) mit dem Abstand  $r$ . Zwischen den Ladungen wirkt die **Coulombkraft**

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qq}{r^2} \quad (1)$$

wobei  $\epsilon_0 \approx 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$  die elektrische Feldkonstante ist. Gleiche Ladungen stoßen sich ab, ungleiche Ladungen ziehen sich an.

Die Formel (1) ist experimentell bestätigt und bedarf keiner Herleitung. Die folgenden Überlegungen können zum Verständnis der Konstante  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  in der Formel hilfreich sein:

Die Flächenladungsdichte  $\sigma$  ist gegeben durch  $\sigma = \frac{Q}{A}$ . In einem homogenen Feld gilt  $\sigma = \epsilon_0 E$ . Bei einer Feldstärke  $E$  erfährt die Ladung  $q$  die Kraft  $F = qE$ .

Im Gedankenexperiment stellt man sich nun eine leitende Sphäre (Kugeloberfläche) mit Radius  $r$  um die punktförmige Ladung  $Q$  vor. Aus Symmetriegründen verteilen sich die Influenzladungen auf der Innen- und Außenseite der Kugeloberfläche gleichmäßig.

Die Flächenladungsdichte  $\sigma$  auf der Kugeloberfläche ist:

$$\sigma =$$

Das Feld auf der Kugeloberfläche kann in einer hinreichend kleinen Umgebung jedes Punktes als homogen angesehen werden. Damit ergibt sich die Feldstärke

$$E =$$

und eine Probeladung  $q$  auf der Kugeloberfläche (die damit den Abstand  $r$  von  $Q$  hat) erfährt die Kraft

$$F =$$

siehe Formel (1).

**Anmerkung:** Da das elektrische Feld wirbelfrei ist, ist die Energiedifferenz beim Verschieben einer Ladung von Punkt  $P_1$  zu  $P_2$  wegunabhängig. Daher existiert ein **Potential**  $\Phi$ :

$$\Phi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$$

Es gilt  $\vec{F} = -q\nabla\Phi$  wobei  $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

### 1. Aufgabe:

Die Ladungen  $15\mu C$  und  $70\mu C$  befinden sich im Abstand  $12\text{cm}$  von einander.

- Mit welcher Kraft stoßen die Ladungen sich ab ?
- Der Boden unter einer senkrecht stehenden Glasröhre trägt die Ladung  $0,1\mu C$ . In die Glasröhre wird eine Probeladung von  $20\text{nC}$  mit der Masse  $5\text{mg}$  geworfen. In welcher Höhe über dem Boden schwebt die Probeladung ?
- Welche Masse darf eine Probeladung von  $40\text{nC}$  haben, damit sie über einer mit  $0,1\mu C$  geladenen Bodenplatte im Abstand von  $5\text{cm}$  schweben kann ?

### 2. Aufgabe:

Zeichne die Potentialfunktion  $\Phi(r)$  für  $Q = 20\mu C$