

# COULOMB'sches GESETZ

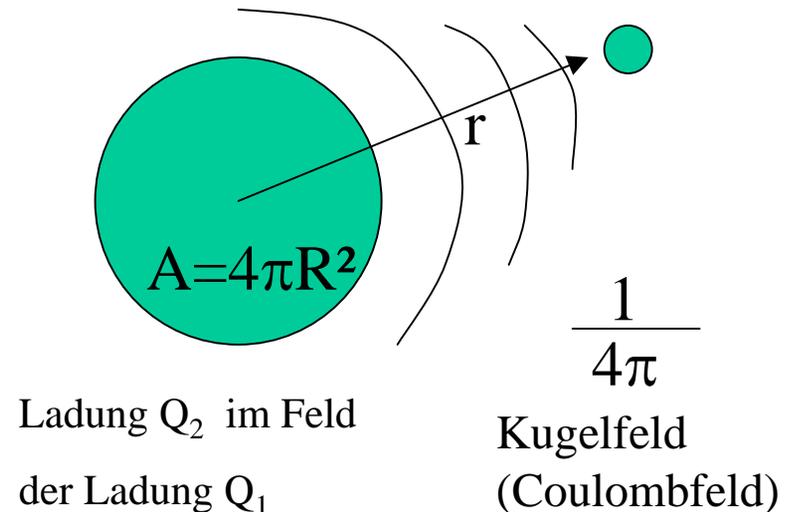
(1788 Messung mit Torsionswaage)

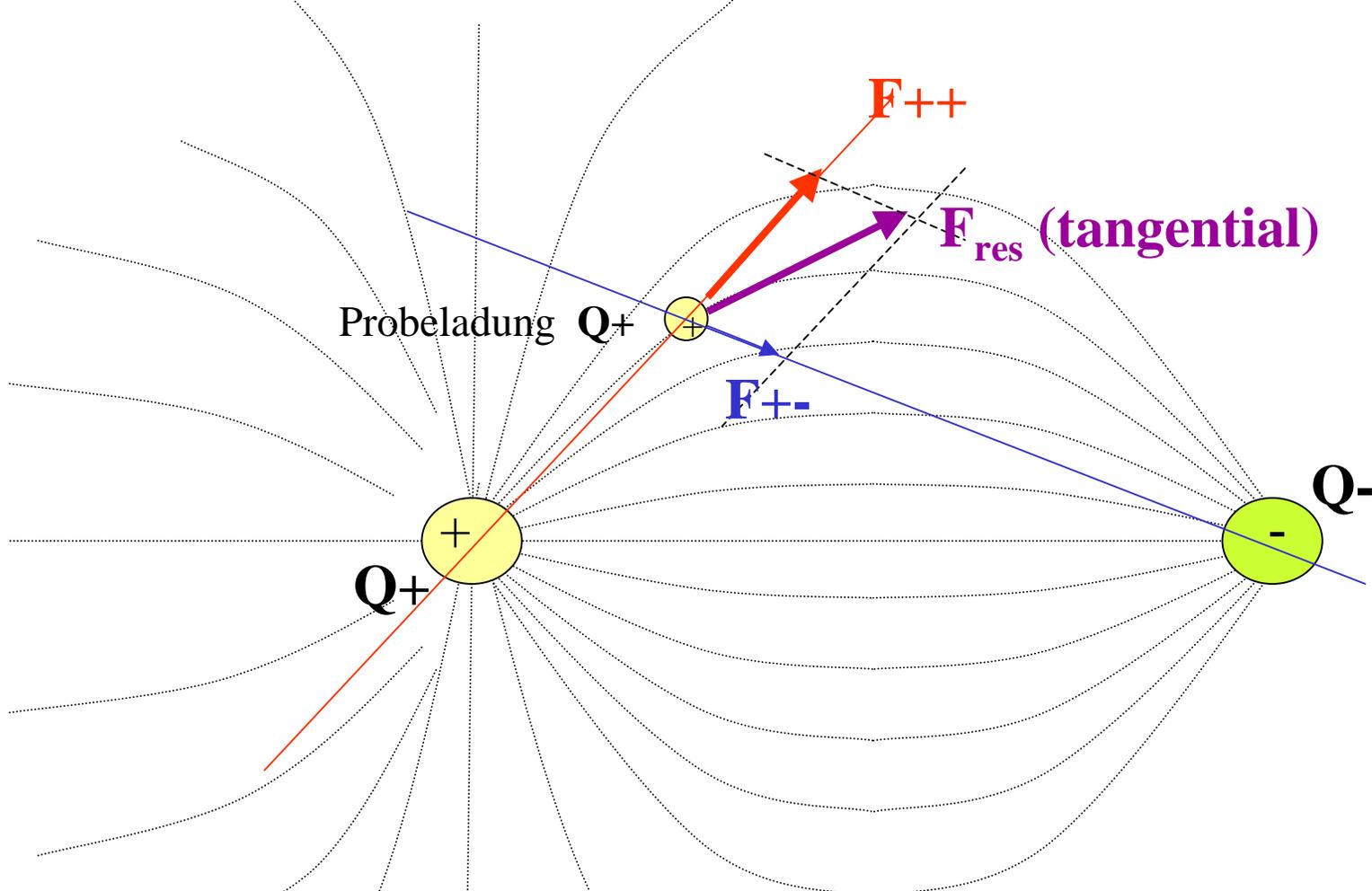
$$\vec{F} = \pm \text{const.} \frac{Q_1 Q_2 \vec{e}_r}{r^2}$$

$$\vec{F} = \pm \text{const.} \frac{Q_{\text{Feldquelle}} \vec{e}_r}{r^2} \cdot Q_{\text{Probekörper}}$$

$$\vec{F} = + \vec{E}(\mathbf{r}) \cdot Q_{\text{Probekörper}}$$

$$\vec{E} = \pm \frac{Q_{\text{Feldquelle}}}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$$





- Zwischen allen Ladungen wirkt das **Coulomb-Gesetz**
- In jedem Raumpunkt überlagern sich die von den  $Q$  ausgehenden **Kräfte  $F$**  bzw. **Feldstärken  $E$**
- Die res.  $F$  bzw.  $E$  zeigt **tangential zum Feldlinienverlauf**

## VERSCHIEBUNGSARBEIT

Um eine Probeladung im elektrostatischen Feld zu verschieben, ist Arbeit notwendig.

$$dW = -\vec{F} \cdot d\vec{r} \quad \text{bzw.} \quad W_{1,2} = -Q \int_{\vec{r}_2}^{\vec{r}_1} \vec{E} \cdot d\vec{r}$$
$$= U_{1,2}$$

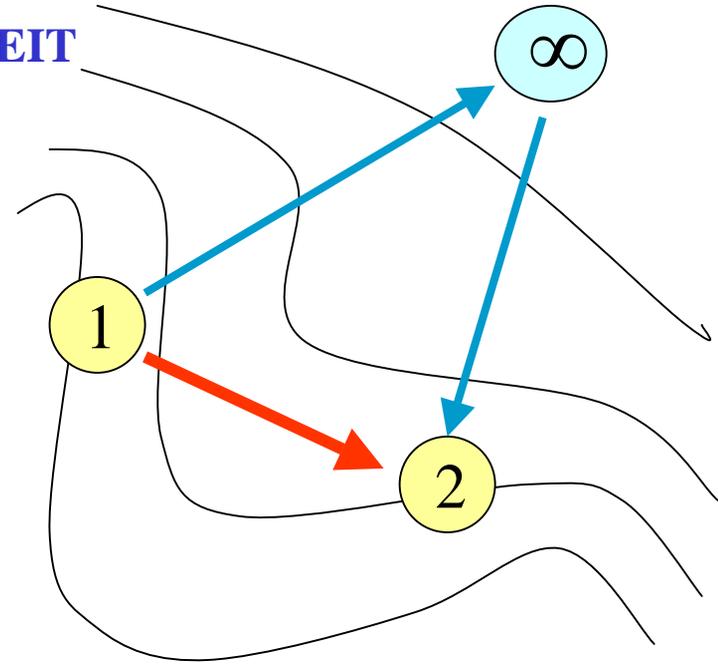
$$U_{1,2} = W_{1,2} / Q$$

SPANNUNG = TRENNUNGSARBEIT / PROBELADUNG

# VERSCHIEBUNGSARBEIT

$$W_{1,2} = - \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

$$\vec{F} = Q \vec{E}$$



$$W_{1,2} = - Q \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{r} = - Q \left\{ \int_1^\infty \vec{E} \cdot d\vec{r} + \int_\infty^2 \vec{E} \cdot d\vec{r} \right\}$$

$$W_{1,2} = Q (\phi_2 - \phi_1)$$

$$= \phi_1$$

$$= - \phi_2$$

## ZENTRALFELD

Differenzieren von  $\phi$  in die Raumrichtung  $\vec{r}$

$$\vec{e}_r \frac{d}{dr} ( - \text{const } Q_1 / r ) = + \vec{e}_r ( \text{const } Q_1 / r^2 ) = \underline{-\vec{E}(r)}$$

Differenzieren von  $W$  in die Raumrichtung  $\vec{r}$

$$\vec{e}_r \frac{d}{dr} ( -\text{const } Q_1 Q_2 / r ) = + \vec{e}_r ( \text{const } Q_1 Q_2 / r^2 ) = \underline{-\vec{F}(r)}$$

ALLGEMEIN :

---

$$\vec{E} = - \text{grad } \phi$$

$$\vec{F} = - \text{grad } W$$

---

$$\text{grad } \dots = \vec{e}_x \frac{d\dots}{dx} + \vec{e}_y \frac{d\dots}{dy} + \dots = \nabla \dots \quad (\text{kart.})$$

$$\text{grad } \dots = \vec{e}_r \frac{d\dots}{dr} \quad (\text{zentral})$$