

# 4 Elektrizität und Magnetismus

## Elektrostatik:

▶ elektrische Ladung  $Q$ , Einheit Coulomb,  $1C = 1As$

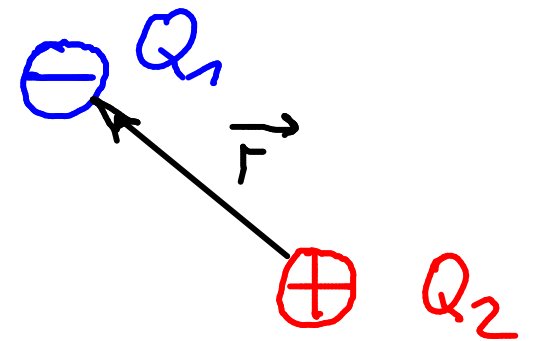
□ kann positiv oder negativ sein (unterscheidbar durch Kraftwirkung)

□ ist gequantelt in Einheiten der Elementarladung:  $e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$   
→  $Q = \pm n \cdot e$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots$

□ zwischen Ladungen  $Q_1, Q_2$  im Abstand  $r$  wirkt elektr. Kraft

$$\vec{F}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{|\vec{r}|^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

Coulombsches Gesetz



mit  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$  (Dielektrizitätskonstante des Vakuums)

NB: □ Ladungserzeugung durch Ladungstrennung (→ Ladung bleibt erhalten)

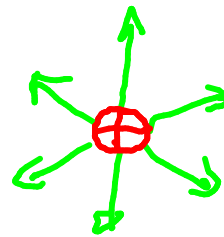
□ Ladungsträger: Elektron, Ionen (Anionen  $\hat{=}$  negativ geladen, Kationen  $\hat{=}$  positiv — " —)

□ elektr. Kräfte viel größer als Gravitationskraft  
→ Materie im wesentlichen elektr. neutral

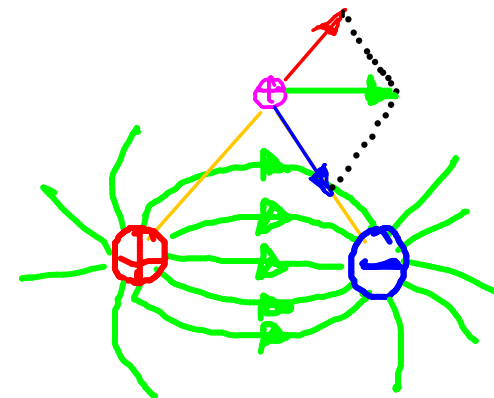
▶ Elektrisches Feld =  $\frac{\text{Kraft}}{\text{Ladung}}$ ,  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$  Einheit:  $\frac{V}{m}$   
Richtung  $\hat{=}$  Kraftrichtung auf positive Ladung

Versuch Feldlinienbilder:

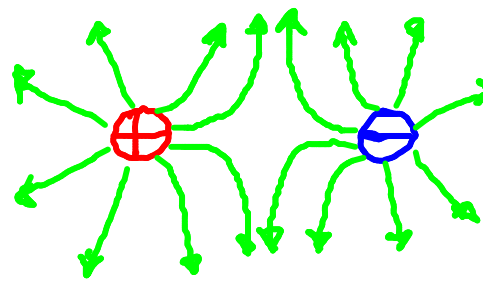
□ isolierte Ladung



□ ungleichnamige Ladungen (ziehen sich an)



- gleichnamige Ladungen  
(stoßsich ab)



## ■ Superpositionsprinzip

Gesamtes elektrisches Feld = Summe aller Einzelfelder

$$\vec{E}_{\text{ges}}(\vec{r}) = \sum_{i=1}^N \vec{E}_i(\vec{r}) = \vec{E}_1(\vec{r}) + \vec{E}_2(\vec{r}) + \dots$$

## ▶ Elektrisches Potential, elektr. Spannung

- elektr. Feld führt zu Kraft auf Ladung
- Bewegung von Ladung im elektr. Feld erfordert Arbeit

$$\Delta W = -\vec{F} \cdot \Delta \vec{s} = -QE \cdot \Delta s$$

→ elektr. Potential:  $\varphi(\vec{r}) = \frac{\Delta W}{Q} = -\vec{E} \cdot \vec{\Delta s} = \frac{E_{\text{pot}}}{Q}$

→ elektr. Spannung:  $U = \varphi(\vec{r}_2) - \varphi(\vec{r}_1)$  ist Potentialdifferenz  
Einheit: Volt,  $1V = 1 \frac{J}{C}$

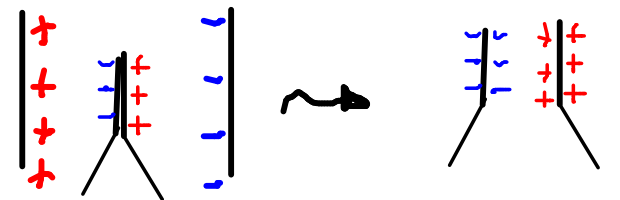
□ Arbeit, eine (Elementar)ladung  $Q$  gegen eine Spannung  $U$  zu bewegen:

$$\Delta W = Q \cdot \Delta U, \text{ Einheit: Elektronenvolt, eV}$$

$$1eV = 1.6 \cdot 10^{-19} J$$

► Influenz: elektr. Feld führt zu Ladungsverschiebung  
→ dielektrische Verschiebung  $|\vec{D}| = \frac{\Delta Q}{\Delta A} = \epsilon_0 \left( \vec{E} \right)_{\text{im Vakuum}}$

Versuch: Ladungstrennung im elektr. Feld





Polarisationsfeld  $\vec{P}$  überlagert dem elektr. Feld  $\vec{E}$

→ Gesamtfeld wird vermindert

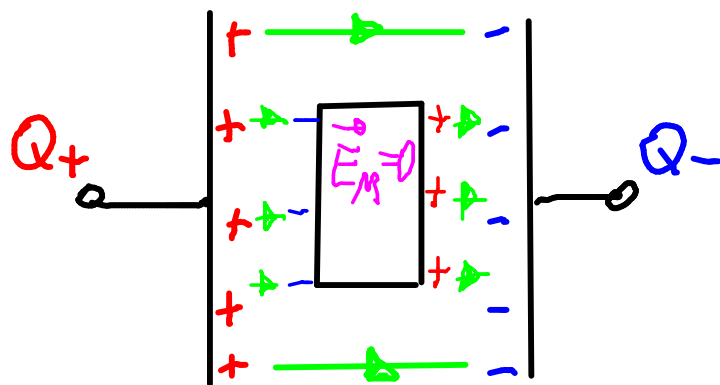
→ mehr Ladungen auf Platten möglich

→ Kapazität  $C$  steigt:

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

relative Dielektrizitätskonstante  
(z.B. Wasser  $\epsilon_r = 80$ , Luft  $\epsilon_r \approx 1$ )

□ Influenzwirkung auf Metalle → Faradayscher Käfig



Influenzladung schirmt äußeres Feld  $\vec{E}$  ab,  
inneres Feld  $\vec{E}_M = 0$