

2. ELEKTROSTATIK

Elektromagnetismus: Bernstein

2.1 Elektrische Ladung

Versuch: elektrische Ladung

↳ Durch Reibung können Ladungen getrennt werden

- Es gibt 2 Arten von Ladung: **positiv** und **negativ**
- Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab
Ungleichnamige ziehen sich an

Tuch⁺ vs. Plastik⁻

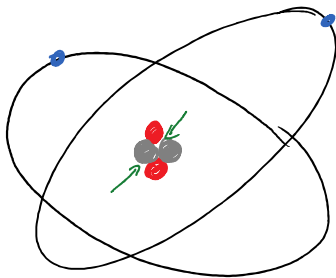
Tuch⁻ vs. Glas⁺

- Ladung ist eine Eigenschaft von **Elementarteilchen**

↳ **Beobachtet** werden nur Vielfache der Elementarladung e

$$e = 1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

⁴He-Atom

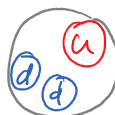


<u>Teilchen</u>	<u>Ladung</u>
Elektron (e^-)	$q_e = -1e$
Proton (p)	$q_p = +1e$
Neutron (n)	$q_n = 0$

Proton



Neutron:



up-Quark $q_u = +\frac{2}{3}e$
 down-Quark $q_d = -\frac{1}{3}e$

} werden nie einzeln beobachtet

$$p: +\frac{2}{3}e + \frac{2}{3}e - \frac{1}{3}e = +1e$$

$$n: +\frac{2}{3}e - \frac{1}{3}e - \frac{1}{3}e = 0$$

• Anti-Teilchen: gleiche Masse, ... entgegengesetzte Ladung

Anti-Elektron = Positron e^+

$$q_{e^+} = +1e$$

Anti-Proton "p-bar" $\bar{p}$

$$q_{\bar{p}} = -1e (\bar{u}\bar{u}\bar{d})$$

Anti-Neutron $\bar{n}$

$$q = 0 (u\bar{d}\bar{d})$$

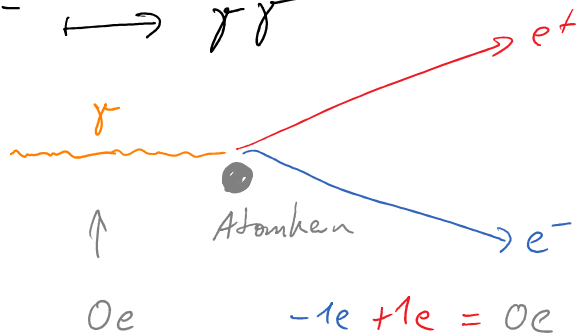
Antiwasserstoff $\bar{H} = \bar{p}e^+$

(vgl. Wasserstoff $H = pe^-$)

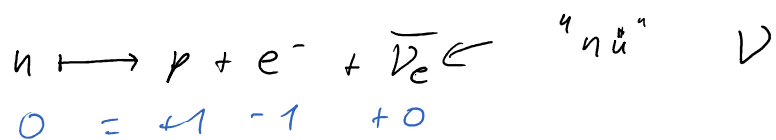
• Elektrische Ladung ist erhalten

Paarvernichtung $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$

Paarerzeugung



Neutronenzerfall



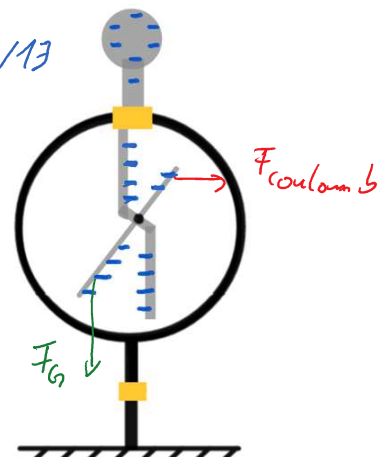
2.2 Coulomb Gesetz

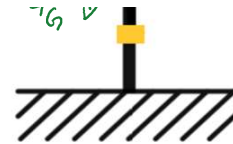
Messung der Ladung über anziehende / abstoßende Kraft

Video: Elektroskop tinyurl.com/Ex2V13

Verteilung der Ladung auf Zylinder
+ feste Teile

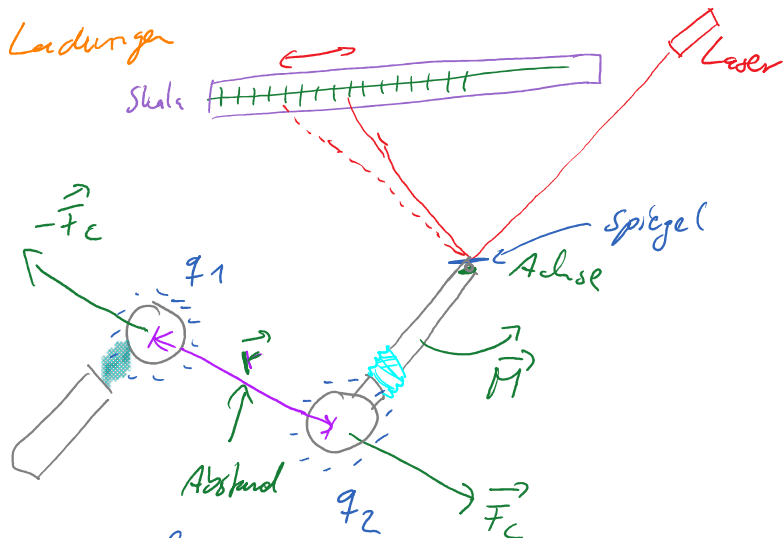
Gleichgewicht Coulomb-Kraft und
Schwerkraft





tinyurl.com/Ex2V14

Video: Drehwaage & Ladungen



- abstoßende Ladungen q_1 & q_2

↳ abstoßende F_c

↳ Auslenkung des Lasers $\propto F_c$

- $F_c \propto q_1 q_2$

- $F_c \propto \frac{1}{r^2}$

Coulomb ähnlich
wie Gravitationsgesetz

Coulombkraft:

$$\vec{F}_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \cdot \vec{e}_r$$

$\uparrow$ Kugelgröße $\uparrow$ elektrische Feldkonstante $\uparrow$ Einheitsvektor in Richtung $\vec{r}$

elektrische Feldkonstante

$$\left[\frac{\text{Ladung}^2}{\text{Kraft} \cdot \text{Länge}^2} \right]$$

Einheit der Ladung

1 Coulomb $\equiv 1C = 1As$ (Ladung die bei 1A in 1s fließt)

Elementarladung:

Elementarladung:

$$e = 1,602176634 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Elektrische Feldkonstante (SI)

$$\epsilon_0 = 8,854 \dots \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$$

Im CGS System: $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi}$

vgl. Gravitationskraft

$$\frac{F_G = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{e}_r}{F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r} = \left| \frac{F_G}{F_C} \right| = 4\pi\epsilon_0 G \frac{m_1 m_2}{q_1 q_2}$$

z.B. 2 Protonen im He-Kern

$$m_1 = m_2 = m_p$$

$$q_1 = q_2 = +1e$$

$$\frac{F_G}{F_C} = 4\pi\epsilon_0 \cdot G \frac{m_p^2}{e^2} = 8 \cdot 10^{-37} !$$

↳ Teilchen im Atomkern sind nicht durch Gravitation gebunden

→ Es existiert eine starke Kernkraft