

Kapitel 14 - Statische elektrische Felder

Johannes Bilk
me@talachem.de

May 7, 2016

Contents

14 Statische Elektrische Felder	2
14.1 Elektrische Ladungen	2
14.1.1 Reibungselektrizität	2
14.1.2 Ladung ist eine skalare Größe	2
14.1.3 Quarks	4
14.1.4 Entdeckung und Bestimmung der Elementarladung . .	4
14.2 Kräfte zwischen Ladungen und das Coulomb-Gesetz	4

14 Statische Elektrische Felder

14.1 Elektrische Ladungen

→ Ab dem 17. Jahrhundert: Ursache für "elektrische Phänomene"; "neuartiger Stoff", elektrische Ladung

14.1.1 Reibungselektrizität

- Zwei Arten von "elektrischen Zuständen" sind erzeugbar:
 - Gleichartige Zustände \implies Abstoßung
 - Ungleichartige Zustände \implies Anziehung
- Charles Du Fay (1730): positiv/negativ elektrische Ladung
- Benjamin Franklin (1750): Über-/Unterschuss an "elektrischen Fluiden"
- Lichtenberg (1778): Zuordnung der Polarität

Hargummi stab: reiben mit Pelz, Wolle: -
Glas, Plexiglas: reiben mit Seide: +

Reibezeug: entgegengesetzte Polarität \implies Ladungstrennung, nicht etwa Ladungserzeugung.

Grundsätzliches Messprinzip: Elektroskop:

- Elektrometer \rightarrow quantitative Messung
- "Löffeln"; d.h. portionsweise Übertragung von Ladungen ist möglich
- Elektropendel: \implies periodisches Umladen eines "Kugelpendel"

14.1.2 Ladung ist eine skalare Größe

Einheit $1\text{C} = 1\text{Coulomb}$, SI

- Zu jedem geladenen Elementarteilchen gibt es ein Elementarteilchen mit entgegengesetzter Ladung (\rightarrow Ladungssymmetrie)
- Die Gesamtladung eines abgeschlossenen Systems bleibt erhalten (\rightarrow Ladungserhaltung)
- Beispiel: Produktion eines e^+e^- - Paares; $E_\gamma \geq 1,02\text{MeV}$

Nachweis: Blasenkammer im Magnetfeld:

Umkehrung: "Zerstrahlung" von Positronen; $E = m \cdot c^2$

- Ladungsträger haben stets eine Masse
- Ladung kann nicht (im Gegensatz zur Masse) in Energie umgewandelt werden, bleibt auch bei Zerfallsprozessen erhalten.
- Quantisierung der Ladung: Alle in der Natur vorkommenden Ladungen sind ganzzahlige Vielfache der Elementarladung: $e_0 := 1,602 \cdot 10^{-19}C$; $1C = 1AS$

Beispiele von Ladungen

- Neutral: γ, ν, n
- einfach geladen: e^-, e^+, p, \bar{p}
- zweifach geladen: $He_2(2^+, Z : 2)$

14.1.3 Quarks

Seit 60er Jahre Nukleonen bestehen aus Quarks, diese haben "drittelzahlige Ladungen"

Up-Quarks: $u : +\frac{2}{3}e_0$

Down-Quarks: $d : -\frac{1}{3}e_0$

Proton: $2u + d : 1 \cdot e_0$

Neutron: $u + 2d : 0 \cdot e_0$

Quarks treten immer in 2er- oder 3er- Kombinationen auf.

14.1.4 Entdeckung und Bestimmung der Elementarladung

Robert Andrews Millikan(1868-1953): Öltröpfchenversuch (→ Anfängerpraktikum)

14.2 Kräfte zwischen Ladungen und das Coulomb-Gesetz

Charles-Augustin de Coulomb (1736-1806)

1785: Messung der Kraft zwischen zwei Ladungen als Funktion des Abstands mit Hilfe einer Torsionswaage

$$\vec{F}_{12} = f \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r_{12}^2} \cdot \frac{\vec{r}_{12}}{|\vec{r}_{12}|} = f \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r_{12}^2} \cdot \hat{r}_{12}$$

f ist definiert durch die Definition der Ladungseinheit:

Internationales Messsystem (SI): $f = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{(As)^2}{Nm^2}$$

ist Dielektrizitätskonstante des Vakuums oder elektrische Feldkonstante

$Q_1 \cdot Q_2 > 0$: Abstoßung

$Q_1 \cdot Q_2 < 0$: Anziehung