

## Inhaltsverzeichnis

Organisatorisches .....	1
1.1.1 Weitere Beobachtungen (Ergaenzung zu VL1) .....	1
1.1.2. Beispielhafte Experimente die die o.g. Beobachtungen demonstrieren .....	1
1.1.3 Coulomb'sche Gesetz .....	2
Einheiten .....	2
1.1.4. Vergleich Coulomb mit Gravitationskraft .....	2

## Organisatorisches

Zeiten: 0810-0953 mit 5min Pause.

### 1.1.1 Weitere Beobachtungen (Ergaenzung zu VL1)

5. Ladungen koennen weder erzeugt noch vernichtet werden. In abgeschlossenen Systemen bleibt die Gesamtladung konstant (Ladnung kann aber in einem System getrennt werden).
6. Es gibt Stoffe in denen elektrische Ladungen frei verschiebbar sind (Leiter z.B. Metalle, Ionen (z.B. Elektrolyt, Plasma), Halbleiter) und Stoffe in denen die Ladungen fest gebunden sind (z.B. Diamant)
7. Ein Ladungstransport stellt einen elektrischen Strom dar dieser ist mit Massetransport verbunden (Ladung ist immer Materie gebunden)

Q: Werden herkoemmliche A Batterien schwerer oder leichter wenn man die Ladung veraendert?

### 1.1.2. Beispielhafte Experimente die die o.g. Beobachtungen demonstrieren

- Reibungselektrizitaet

**Durchfuehrung:** Katzenfell wird an einem PVC-Stab gerieben, wodurch die Ladungen vom Fell auf den Stab uebergehen. Anschliessend wird die Vorhandene Spannung mit einer neutral geladenen Metallkugel verdeutlicht.

**Beobachtung:** Nach dem Reiben wird die Kugel von dem Stab angezogen.

**Erklaerung:** Durch die Influenz werden die Ladungen in der Kugel getrennt. Die negativen Ladungen sammeln sich an der Gegenueberliegenden Seite, wodurch die zugewandte Seite positive geladen ist. Falls sich die Objekte beruehren kommt es zu einem Ladungsaustausch und beide sind so negativ geladen und es kommt zum Abstossen. Die positiven Ladungen sind nach dem Reiben im Katzenfell (Ladungserhaltung).

Ladungen koennen durch Influenz getrennt werden, dann ueberfuehrt werden und schlussendlich so in verschiedene Objekte getrennt werden.

A: Graphit wird zur Monolage mit Tesafilm, wodurch dann Stroeme gemessen werden koennen.

- Influenzmaschine

Zwei gleich grosse isolierte Scheiben drehen sich gegeneinander. Durch zufaellige Influenz gekoppelt mit Ladungsabnehmern werden Spannungen von bis zu 60 kV erzeugt. Die Funkenentladung an Luft braucht eine Spannung von 3kV/mm

Q: Ist die Influenz in der Infzluenzmaschine zufaellig?

Q: Wie entstehen die Funken?

A: Wenn ein Elektrisches Feld zu stark wird dann Ionisiert die Luft und es entsteht ein Plasma, welches fuer den Ladungsausgleich sorgt.

- Lichtenbergfiguren (Georg Friedrich Lichtenberg, Goettingen Dozent wegweisend fuer die moderne Physik aufgrund siners analytischen Denkens (1762 - 1798))

**Durchfuehrung:** Eine metallene Spitze wird ueber eine Plexigasscheibe gehalten die auf einer Metallplatte liegt und diese Metallplatte ist mit der Erde verbunden.

**Beobachtung:** Die positive Lichtenbergfigur erstellt sich durch Staub auf der Platte und ist durch radiale Linien vom Mittelpunkt nach Aussen gegengzeichnet. Die negative Figur ist viel zentrierter und dichter am Mittelpunkt.

PAUSE

### 1.1.3 Coulomb'sche Gesetz

Fuer die Kraft die  $q_1$  auf Testladung  $q_2$  ausuebt wurde experimentell festgestellt

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{e}_{12},$$

wobei  $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$  die Dielektrizitaetskonstante ist.

$$r_{12} = |\vec{r}_2 - \vec{r}_1|$$

$\hat{e}_{12}$  = Einheitsvektor in Richtung  $\vec{r}_1 \rightarrow \vec{r}_2$

$\vec{F}_{12}$  : Kraft von  $q_1$  auf  $q_2$

$q_1$  und  $q_2$  werden mit Vorzeichen eingesetzt.

- Es gilt, dass sich gleiche Ladungen abstossen
- Actio gleich Reactio  $\rightarrow$  auf  $q_1$  wirkt  $-\vec{F}_{12} = \vec{F}_{21}$

Messung erfolgt mit der Coulombschen Drehwaage: Messung  $\frac{1}{r^2}$  Abhaengigkeit. Diese Messung ist parallel zu der Gravitationswaage bei der Gravitation Die Messung kann auch funktionieren durch mehrere Messungen wenn die Ladungen gleich bleiben (dafuer ist eine geringe Luftfeuchtigkeit notwendig).

Fuer die Coulombkraft gilt das Superpositionsprinzip

$$\vec{F}_i = \sum_j \frac{q_i q_j}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}_i - \vec{r}_j}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|^3}$$

es ueberlagern sich also die Kraefte von Quellladungen auf die Testladung.

$\rightarrow$  Dieses Prinzip ist keine logische Notwendigkeit sondern ain experimenteller Befund.

## Einheiten

Hier wird das SI-System verwendet.

Die Masseinheit der Ladung ist Coulomb  $[Q] = 1 \text{ Coulomb} = 1C = 1\text{As}$ .

Anderes System: **Causs'sche cgs System**

$\rightarrow$  setze  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 1 \rightarrow [F] = \frac{[Q^2]}{[r^2]} \rightarrow [Q] = 1\text{ESL} = \frac{\text{gcm}}{\text{s}}$

$\rightarrow$  wird oft in theoretischer Physik verwendet. Elementarladung in cgs:  $q_e = 4,803 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}}}{\text{s}}$ .

### 1.1.4. Vergleich Coulomb mit Gravitationskraft

Coulomb:  $\vec{F}_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{e}$

Gravitation:  $\vec{F}_G = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{e}$

- beide in  $\frac{1}{r^2}$  Abhaengigkeit
- Vergleiche Groessen:  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 889 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \gg \gg G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$
- im Mikroskopischen dominiert die Coulombkraft (z.B. haelt der Atomkern und Elektronenzonen)