

1. Eine isoliert aufgehängte Metallkugel ($r_1 = 10 \text{ cm}$) wird in Luft solange aufgeladen, bis die Potentialdifferenz zur Umgebung **500 V** beträgt.

a) Welche Ladung ist dazu notwendig? (Lösung: $Q = 5,56 \cdot 10^{-9} \text{ C}$)

Anschließend wird diese Kugel mit einer zweiten ebenfalls isoliert aufgehängten Metallkugel ($r_2 = 5 \text{ cm}$) durch einen feinen Draht kurzzeitig verbunden, sodaß sich die Ladung auf beide Körper aufteilen kann.

b) Wie groß sind nun die einzelnen Ladungen und die jeweiligen Potentiale?

(Lösung: $Q_1 = (2Q)/3$, $Q_2 = Q/3$, $\varphi_1 = \varphi_2 = 333,5 \text{ V}$)

2. Gegeben sei das Vektorfeld $\vec{A} = (-y, x, 0)$.

a) Berechnen Sie $\vec{\nabla} \times \vec{A}$ und das Linienintegral $\oint \vec{A} \cdot d\vec{s}$ entlang der Kurve $x^2 + y^2 = 1$, $z = 0$.

b) Überprüfen Sie den Satz von Stokes durch Berechnung des Flächenintegrals von $\vec{\nabla} \times \vec{A}$ über die von der Kurve eingeschlossene Fläche.

3. Gegeben sind zwei **Punktladungen** Q_1 und Q_2 . Es gelte: $|Q_1| > |Q_2|$. Weiters seien die **Vorzeichen** von Q_1 und Q_2 **entgegengesetzt**. Q_1 befinde sich **im Ursprung**, Q_2 liege **im Punkt** $x = b$.

a) Man bestimme jene Punkte x_1 und x_2 auf der x -Achse, in denen das **Potential null** ist.

b) Man zeige, dass auf der **Oberfläche einer Kugel**, welche **die Punkte** x_1 und x_2 **beinhaltet und deren Mittelpunkt auf der x -Achse liegt**, das **Potential** dieser Ladungsanordnung **ebenfalls gleich null** ist.

4. **Thomsonsches Atommodell:** Eine **positive Ladung** q sei homogen über eine Vollkugel mit dem **Radius** R verteilt. In der Mitte der Kugel befinde sich eine **punktförmigen negative Ladung** $-q$.

a) Berechnen Sie das **Elektrische Feld** \vec{E} und das **Potential** ϕ dieser Ladungsanordnung im gesamten Raum.

(Lösung: Potential im inneren der Kugel: $\phi(r) = \frac{q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \left(\frac{3}{2 \cdot R} - \frac{r^2}{2 \cdot R^3} - \frac{1}{r} \right)$)

b) Berechnen Sie die **Energie** W , welche nötig ist, um die negative **Punktladung aus dem Zentrum der Kugel ins Unendliche zu befördern**, zunächst allgemein und dann für $R = 0,53 \text{ Å}$ (1. Bohr'scher Radius) und $q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (Elementarladung).

(Lösung: $W = 6,53 \cdot 10^{-18} \text{ J}$)

Hinweis: Benutzen Sie das Superpositionsprinzip und das Gauss'sche Gesetz der Elektrostatik.

Bitte Seite wenden!

- 5. Eigenschaften des Plattenkondensators:** Ein Plattenkondensator soll so dimensioniert werden, dass seine **Kapazität** $C_1 = 100 \text{ pF}$ betrage.

a) Man berechne die dafür nötige **Plattenfläche** A_1 , wenn der Plattenabstand $d_1 = 0,1 \text{ mm}$ beträgt.
(Lösung: $A_1 = 11,29 \text{ cm}^2$)

Der Kondensator wird nun auf $U_1 = 100 \text{ V}$ aufgeladen.

b) Wie groß ist die **Feldstärke** E zwischen den Kondensatorplatten? (Lösung: $E = 10^6 \text{ V/m}$)

Der geladene Kondensator wird von der **Spannungsquelle getrennt** und ein zweiter Plattenkondensator (**Plattenfläche** $A_2 = 50 \text{ cm}^2$) wird **parallelgeschaltet**. Man beobachtet eine **Reduktion der Spannung auf** $U_2 = 30 \text{ V}$.

c) Wie groß ist die **Kapazität** C_2 des zweiten Kondensators und wie groß ist der **Plattenabstand** d_2 ?

(Lösung: $C_2 = 233,3 \text{ pF}$, $d_2 = 0,19 \text{ mm}$)

d) Berechnen Sie die in den beiden Anordnung **gespeicherte Energie**. Sind die gespeicherten Energien vor und nach der Parallelschaltung gleich? Falls nicht: wie kommt der **Energieverlust** zustande?

- 6. Influenz:** Zwischen zwei planparallelen leitenden Platten (**Fläche** A , **Abstand** d), welche leitend verbunden sind (sich also auf gleichem Potential befinden) befindet sich eine mit der **Gesamtladung** Q aufgeladene leitende Platte gleicher Fläche und **sehr geringer, aber endlicher, Dicke**. Diese hat den **Abstand** d_1 von einer der beiden erstgenannten Platten und ist parallel und kongruent zu diesen.

a) Man fertige eine **Skizze** der Anordnung an und berechne allgemein, in welche **Flächenladungen** σ_1 und σ_2 sich Q aufteilt.

b) Man berechne σ_1 und σ_2 für $A = 10 \text{ cm}^2$, $d = 2 \text{ cm}$, $d_1 = 5 \text{ mm}$ und $Q = 4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$.

(Lösung: $\sigma_1 = 3 \cdot 10^{-5} \text{ C/cm}^2$ $\sigma_2 = -10^{-5} \text{ C/cm}^2$)

Hinweis: Benutzen Sie die Ladungserhaltung und das Gauss'sche Gesetz der Elektrostatik. Beachten Sie, dass das E -Feld konservativ ist.