

Übungsaufgaben

1. Auf eine positive Probeladung Q wirke im Punkt P aufgrund der positiven Ladung Q_1 eine Kraft $F_1 = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$. Die negative Ladung Q_2 wirkt auf Q mit einer Kraft $F_2 = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$.

P •

- a) Welche Kraft F wirkt auf die Probeladung im Gesamtfeld? Angabe von Betrag und Richtung in einer Skizze.
b) Welche Richtung hat die elektrische Feldlinie bei P ?



Hinweis: Die Kraft auf die Probeladung im Gesamtfeld erhält man durch vektorielle Addition der Einzelkräfte.

2. Bei Fahrrädern gibt es Rückleuchten, die mit Hilfe eines Dynamos betrieben werden, aber auch noch im Stillstand leuchten. Dies wird mit Hilfe eines Hochleistungskondensators (Goldcaps) mit einer Kapazität von $2,0 \text{ Farad}$ erreicht. Durch eine Zusatzschaltung wird erreicht, dass der Stromfluss stets konstant bei $0,25 \text{ Ampere}$ gehalten wird.

- a) Wie lange darf eine Rotlichtphase einer Ampel dauern, wenn das Lämpchen die Aufschrift $2,4 \text{ Volt}$, $0,25 \text{ Ampere}$ hat und der Kondensator voll geladen ist.



- b) Berechnen Sie die Fläche eines Luftkondensators der Kapazität $2,0 \text{ F}$, falls der Plattenabstand $0,010 \text{ mm}$ ist.

3. Eine positiv geladene Wolke in 400 m Höhe bildet zusammen mit dem Erdboden einen Plattenkondensator (Fläche einer "Platte" $8,0 \text{ km}^2$). Zwischen Wolke und Erde herrscht die Feldstärke $E = 1,2 \cdot 10^5 \text{ V/m}$, die so hoch ist, dass eine Entladung durch die Luft (Blitz) unmittelbar bevorsteht.

- a) Wie groß ist die Ladung der Wolke, welche Spannung herrscht zwischen ihr und dem Boden?
[zur Kontrolle: $Q = 8,5 \text{ C}$]

- b) Welche Ladung müsste ein kugelförmiges Wassertröpfchen mit $2,0 \text{ mm}$ Durchmesser haben, wenn es vor Entladung der Wolke zwischen dieser und der Erde bei Windstille gerade schweben würde? (Der Auftrieb in Luft ist zu vernachlässigen.)

- c) Wie lange würde die Entladung der Wolke dauern, wenn die mittlere Stromstärke des Blitzes $4,0 \text{ kA}$ betragen würde?

d) Noch bevor es zu einer Entladung kommt, drückt ein Fallwind die Wolke auf eine niedrigere Höhe herab. Die Ladung der Wolke bleibe dabei konstant. Wie ändert sich qualitativ die elektrische Feldstärke zwischen Wolke und Erde? Wird eine Entladung der Wolke dadurch wahrscheinlicher? Geben Sie eine kurze Begründung.

4. Elektronen werden durch ein el. Feld eines Plattenkondensators (mit Lochblende) durch die Spannung $u = 1,4 \text{ kV}$ beschleunigt.

- a) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit der Elektronen.
- b) Welche Spannung ist erforderlich, um die Elektronen auf $1/10$ der Lichtgeschwindigkeit zu beschleunigen?

1. Ein Plattenkondensator mit quadratischen Platten der Kantenlänge $s = 14$ cm und dem Plattenabstand $d_1 = 20$ mm wird an eine Gleichspannungsquelle mit $U_1 = 80$ V angeschlossen. Nachdem der Kondensator geladen wurde, wird er von der Spannungsquelle getrennt.

a) Berechnen Sie die Kapazität C des Kondensators, die Ladung Q_1 auf einer Kondensatorplatte und die elektrische Feldstärke E_1 im Raum zwischen den Platten. [Zur Kontrolle: $Q_1 = 6,9 \cdot 10^{-10}$ C]

Der Plattenabstand wird nun auf $d_2 = 15$ mm verringert.

b) Wie groß ist jetzt die zwischen den Platten bestehende Spannung U_2 ?

c) Berechnen Sie die Änderung ΔW_{el} der im Kondensator gespeicherten elektrischen Feldenergie infolge der Änderung des Plattenabstands von d_1 auf d_2 .

2. Zwei Ladungen $Q_1 = 3 \cdot 10^{-9}$ As und $Q_2 = -2 \cdot 10^{-9}$ As befinden sich in 2 m Entfernung.

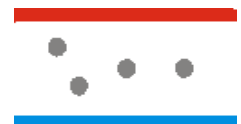


b) Wie groß ist die Kraft auf Ladung Q_2 ? Wie groß ist die Kraft auf Ladung Q_1 ?

c) Welcher Abstand ist erforderlich, damit auf die Körper eine Kraft von 1 N wirkt?

d) Wie groß ist die elektrische Feldstärke im Mittelpunkt der Verbindungslinie zwischen den beiden Ladungen? Hinweis: Berechnen Sie an diesem Punkt jeweils die Feldstärke, die von einer Ladung erzeugt wird.

3. Ein geladenes Staubteilchen mit einer Masse von $1,5 \cdot 10^{-11}$ kg schwebt im Feld eines Plattenkondensators, an dem eine Spannung von 500 V angelegt wird. Die Platten sind horizontal in einem Abstand von 5,0 mm angeordnet.



Berechnen Sie die Ladung des Staubteilchens.

4. Seit Herbst 1998 verwendet die NASA eine Raumsonde mit Ionenantrieb. Dabei werden einfach positiv geladene Xenon-Ionen (Ladung: $1,6 \cdot 10^{-19}$ C) zwischen zwei Gittern beschleunigt, die wie ein Plattenkondensator wirken. Die über den ganzen Gitterabstand beschleunigten Ionen mit vernachlässigbarer Anfangsgeschwindigkeit verlassen die Raumsonde

und erzeugen dabei den nötigen Rückstoß. Die Spannung zwischen den Gittern beträgt 1280V, ihr Abstand ist 5,0cm. Ein Xenon-Ion hat die Masse $2,18 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ und die Raumsonde hat die Masse 486kg.

- Mit welcher Geschwindigkeit verlassen die Ionen die Sonde?
- Berechnen Sie die elektrische Kraft auf die $2,2 \cdot 10^{13}$ Ionen, die jeweils gleichzeitig zwischen den Gittern sind! [zur Kontrolle: 90mN]
- Wieviele Stunden würde es dauern, um die Raumsonde von 0 auf 100 km/h zu beschleunigen, wenn keine weiteren Kräfte wirken? Der Masseverlust durch das Austreten der Ionen ist zu vernachlässigen.

5. Ein Power-Kondensator wird im Auto zur Stabilisierung der 12-V-Betriebsspannung bei kurzzeitig erhöhtem Strombedarf eingesetzt. Bei der Konstruktion dieses Kondensators wird u. a. auf eine hohe Energiedichte w_e (=gespeicherte el. Energie/Volumen des Kondensators) Wert gelegt.

Daten des Power-Kondensators:

Zylinderform (Durchmesser $d = 8,0 \text{ cm}$, Höhe $h = 28 \text{ cm}$), Kapazität $C = 1,50 \text{ F}$, Innenwiderstand $R_i = 2,0 \text{ m}\Omega$, Ladespannung $U = 12,0 \text{ V}$.

- Wie groß sind die gespeicherte Energie und die Energiedichte des vollständig geladenen Kondensators?
- Welchen Durchmesser D hätten die kreisförmigen Platten eines Kondensators mit Luft im Zwischenraum und einem Plattenabstand d' von 1,0 mm, dessen Kapazität ebenfalls 1,50 F beträgt? Welche Energiedichte hätte das elektrische Feld dieses Plattenkondensators bei einer Spannung von 12,0 V?

6. Bestimmen Sie die Kapazität der Gesamtschaltung:
 $C_1 = 3 \text{ nF}$, $C_2 = 900 \text{ pF}$ und $C_3 = 1,5 \text{ nF}$.

