



i Hinweis: KI-generierte Musterlösung - bei Unklarheiten gerne nochmal im Buch nachschlagen.

AUFGABE 1a

TIPP: Denke an das Feld eines Plattenkondensators als ein besonders „ordentliches“ Feld - stelle dir vor, wie die Feldlinien zwischen zwei parallelen, entgegengesetzt geladenen Platten verlaufen müssten.

SCHRITT 1: Die Richtung der Feldlinien ist festgelegt: Sie verlaufen immer von der positiv geladenen Platte zur negativ geladenen Platte.

SCHRITT 2: Der Verlauf der Feldlinien ist zwischen den Platten (abgesehen vom Rand) parallel und gleichmäßig verteilt - man spricht deshalb von einem homogenen Feld.

SCHRITT 3: Die Feldstärke ist zwischen den Platten überall gleich groß (konstant), solange man sich nicht zu nah am Rand der Platten befindet, wo Randeffekte auftreten.

ENDERGEBNIS: Das elektrische Feld zwischen den Platten eines Plattenkondensators ist ein homogenes Feld: Die Feldlinien verlaufen parallel von der positiven zur negativen Platte, sind gleichmäßig verteilt, und die Feldstärke ist überall zwischen den Platten (außer am Rand) gleich groß.

AUFGABE 1b

TIPP: Überlege, welche Formel die Feldstärke E mit der Spannung U und dem Plattenabstand d verknüpft, und was passiert, wenn man im Nenner eine Größe verdoppelt.

SCHRITT 1: Die Feldstärke im Plattenkondensator berechnet sich nach $E = U/d$.

SCHRITT 2: Die Spannung U bleibt laut Aufgabenstellung gleich, der Abstand d wird verdoppelt, also $d_{\text{neu}} = 2d$.

SCHRITT 3: Setzt man dies ein, ergibt sich $E_{\text{neu}} = U/(2d) = (\frac{1}{2}) \cdot (U/d) = (\frac{1}{2}) \cdot E$.

SCHRITT 4: Das bedeutet: Die Feldstärke halbiert sich, wenn der Plattenabstand bei gleicher Spannung verdoppelt wird.

ENDERGEBNIS: Die elektrische Feldstärke verringert sich auf die Hälfte ihres ursprünglichen Wertes, da $E = U/d$ und U konstant bleibt, während d sich verdoppelt.





AUFGABE 2a

TIPP: Nutze die Formel für die Kapazität eines Plattenkondensators $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A/d$.
Achte unbedingt darauf, alle Größen in den Grundeinheiten (Meter statt Zentimeter/Millimeter) einzusetzen.

SCHRITT 1: Gegebene Werte in SI-Einheiten umrechnen: $A = 200 \text{ cm}^2 = 200 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 0,02 \text{ m}^2$, $d = 4 \text{ mm} = 0,004 \text{ m}$, $\epsilon_r = 1$, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/(Vm)}$.

SCHRITT 2: Formel aufstellen: $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A/d$.

SCHRITT 3: Werte einsetzen: $C = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/(Vm)} \cdot 1 \cdot 0,02 \text{ m}^2 / 0,004 \text{ m}$.

SCHRITT 4: Berechnen: $C = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 5 \text{ F} = 44,25 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 44,25 \text{ pF}$.

ENDERGEBNIS: Die Kapazität des Kondensators beträgt $C \approx 44,25 \text{ pF}$ (also rund $4,43 \cdot 10^{-11} \text{ F}$).

AUFGABE 2b

TIPP: Die Ladung Q hängt über die Grundgleichung des Kondensators mit der Kapazität C und der angelegten Spannung U zusammen - diese Formel brauchst du hier.

SCHRITT 1: Formel verwenden: $Q = C \cdot U$.

SCHRITT 2: Werte einsetzen: $Q = 44,25 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot 230 \text{ V}$.

SCHRITT 3: Berechnen: $Q = 44,25 \cdot 230 \cdot 10^{-12} \text{ As} = 10177,5 \cdot 10^{-12} \text{ As}$.

SCHRITT 4: Ergebnis sauber runden und in gebräuchlicher Einheit angeben: $Q \approx 1,018 \cdot 10^{-8} \text{ As} = 10,18 \text{ nC}$.

ENDERGEBNIS: Die Ladung auf den Platten beträgt $Q \approx 10,18 \text{ nC}$ (also etwa $1,018 \cdot 10^{-8} \text{ As}$).

AUFGABE 2c

TIPP: Für die Feldstärke zwischen den Platten gibt es einen direkten Zusammenhang mit der Spannung und dem Plattenabstand - du musst dafür nicht erst die Ladung kennen.

SCHRITT 1: Formel verwenden: $E = U/d$.

SCHRITT 2: Werte einsetzen: $E = 230 \text{ V} / 0,004 \text{ m}$.

SCHRITT 3: Berechnen: $E = 57500 \text{ V/m} = 57,5 \text{ kV/m}$.





ENDERGEBNIS: Die elektrische Feldstärke zwischen den Platten beträgt $E = 57500 \text{ V/m} = 57,5 \text{ kV/m}$.

AUFGABE 3a

TIPP: Schau dir in der Abbildung genau an, wo die Feldlinien an der positiven Ladung starten und wo sie an der negativen Ladung enden, und wie sich ihr Abstand zueinander in der Mitte zwischen den Ladungen verändert.

SCHRITT 1: Die Feldlinien gehen radial von der positiven Ladung (links) aus und enden radial auf der negativen Ladung (rechts) - sie verlaufen also von Plus nach Minus, so wie es für elektrische Feldlinien allgemein definiert ist.

SCHRITT 2: In der Nähe der jeweiligen Ladung verlaufen die Feldlinien noch dicht gedrängt und nahezu kreisförmig um die Ladung herum, da dort das Feld der jeweils näheren Ladung dominiert.

SCHRITT 3: Zwischen den beiden Ladungen, auf der direkten Verbindungslinie, verlaufen die Feldlinien gebündelt und nahezu gerade von der positiven zur negativen Ladung - hier ist die Feldliniendichte (und damit die Feldstärke) am größten.

ENDERGEBNIS: Die Feldlinien verlaufen von der positiven zur negativen Ladung, sind in der Nähe jeder Ladung nahezu radial-kreisförmig und bündeln sich auf der Verbindungslinie zwischen den Ladungen zu einem dichten, nahezu geraden Verlauf - dort ist das Feld am stärksten.

AUFGABE 3b

TIPP: Überlege getrennt, wie die Kraft von der positiven Ladung (die abstößt) und von der negativen Ladung (die anzieht) auf die Probeladung wirkt, und wie sich beide Kräfte je nach Abstand zur Probeladung überlagern.

SCHRITT 1: In unmittelbarer Nähe der linken (positiven) Ladung ist die Abstoßungskraft durch diese Ladung sehr groß, da die Kraft nach dem Coulomb-Gesetz mit abnehmendem Abstand stark zunimmt - die Probeladung wird hier kräftig nach rechts (weg von der positiven Ladung) gedrückt.

SCHRITT 2: Bewegt sich die Probeladung weiter von der positiven Ladung weg, nimmt die abstoßende Kraft der positiven Ladung ab, während gleichzeitig die anziehende Kraft der negativen (rechten) Ladung zunimmt, da sich die Probeladung ihr nähert.

SCHRITT 3: Etwa in der Mitte zwischen beiden Ladungen sind die Beträge beider Kräfte vergleichbar und wirken beide in dieselbe Richtung (nach rechts, zur negativen Ladung hin), sodass die Gesamtkraft dort ihren kleinsten Betrag relativ





zur Nähe an den Ladungen hat, aber nie auf null sinkt (da beide Kräfte dieselbe Richtung haben).

SCHRITT 4: In unmittelbarer Nähe der negativen Ladung dominiert schließlich die sehr starke Anziehungskraft dieser Ladung, sodass die Gesamtkraft auf die Probeladung dort wieder stark ansteigt und weiterhin nach rechts, zur negativen Ladung hin, gerichtet ist.

ENDERGEBNIS: Die Kraft auf die positive Probeladung ist stets nach rechts gerichtet (von Plus nach Minus), ist in der Nähe jeder der beiden Ladungen betragsmäßig sehr groß und nimmt zur Mitte zwischen den Ladungen hin ab, ohne jedoch null zu werden, da beide Kräfte - Abstoßung durch die positive und Anziehung durch die negative Ladung - in dieselbe Richtung wirken.

AUFGABE 4a

TIPP: Für die im Kondensator gespeicherte Energie gibt es eine Formel, die direkt mit Kapazität und Spannung arbeitet - achte auf die Umrechnung von Mikrofarad in Farad.

SCHRITT 1: Gegebene Werte in SI-Einheiten umwandeln: $C = 50 \mu\text{F} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ F}$, $U = 12 \text{ V}$.

SCHRITT 2: Formel verwenden: $W = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot C \cdot U^2$.

SCHRITT 3: Werte einsetzen: $W = 0,5 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot (12 \text{ V})^2$.

SCHRITT 4: Berechnen: $W = 0,5 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot 144 \text{ As} \cdot \text{V} = 3600 \cdot 10^{-6} \text{ Ws} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ Ws}$.

ENDERGEBNIS: Die im Kondensator gespeicherte elektrische Energie beträgt $W = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ J} = 3,6 \text{ mJ}$.

AUFGABE 4b

TIPP: Überlege, welche Größe beim Trennen von der Spannungsquelle konstant bleiben muss, und nutze dann den Zusammenhang zwischen dieser Größe, der Kapazität und der Spannung, um zu sehen, wie sich die Spannung bei veränderter Kapazität verhält.

SCHRITT 1: Da der Kondensator von der Spannungsquelle getrennt wird, kann keine Ladung mehr zu- oder abfließen - die Ladung Q bleibt also konstant.

SCHRITT 2: Die Kapazität eines Plattenkondensators ist $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A/d$. Wird der Plattenabstand d vergrößert, nimmt die Kapazität C ab (C ist umgekehrt proportional zu d).





SCHRITT 3: Aus $Q = C \cdot U$ folgt $U = Q/C$. Da Q konstant bleibt und C kleiner wird, muss U größer werden, damit das Produkt $C \cdot U$ weiterhin Q ergibt.

ENDERGEBNIS: Die Spannung zwischen den Platten erhöht sich, da bei konstanter Ladung Q eine kleinere Kapazität C (durch den größeren Plattenabstand) zu einer größeren Spannung $U = Q/C$ führt.

AUFGABE 4c

TIPP: Überlege, welche Größe in der Kapazitätsformel $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A/d$ durch ein Dielektrikum verändert wird, und was ein Dielektrikum physikalisch im Material bewirkt.

SCHRITT 1: Ein Dielektrikum wie Glas besitzt eine Permittivitätszahl ϵ_r , die größer als 1 ist (für Luft gilt $\epsilon_r \approx 1$, für Glas typischerweise $\epsilon_r \approx 5$ bis 10).

SCHRITT 2: In der Formel $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A/d$ steht ϵ_r als direkter Faktor - je größer ϵ_r , desto größer wird die Kapazität C bei gleichbleibender Fläche A und gleichbleibendem Abstand d .

SCHRITT 3: Physikalisch liegt das daran, dass sich die Moleküle im Dielektrikum im elektrischen Feld ausrichten (Polarisation) und dadurch ein Gegenfeld aufbauen, das die wirksame Feldstärke zwischen den Platten bei gleicher Ladung verringert - dadurch kann bei gleicher Spannung mehr Ladung gespeichert werden.

ENDERGEBNIS: Ein Dielektrikum zwischen den Platten erhöht die Kapazität des Kondensators, da es die Permittivitätszahl ϵ_r vergrößert ($\epsilon_r > 1$) und somit bei gleicher Plattenfläche und gleichem Plattenabstand mehr Ladung bei gleicher Spannung gespeichert werden kann.

