Elektrisches Feld und Kondensator

Durchgehendes Fallbeispiel: Plattenkondensator vom Feld bis zum Energiespeicher

Bearbeite alle Aufgaben eigenständig. Gib bei jeder Rechnung den Rechenweg an und runde sinnvoll. Verwende durchgängig SI-Einheiten. Angaben, die für mehrere Aufgaben gelten: $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m; Elementarladung $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C. Grundfall (Aufgaben 1–4): quadratische Platten mit Seitenlänge 10 cm ($A = 0{,}010$ m²), Plattenabstand $d = 2{,}0$ mm, Spannung $U = 400$ V.

1 Erläutere das Konzept des elektrischen Feldes und beschreibe, was Feldlinien darstellen. Gehe zudem darauf ein, weshalb es sich beim elektrischen Feld um ein physikalisches Modell und nicht um eine Eigenschaft eines einzelnen Körpers handelt.

2 Berechne die elektrische Feldstärke E zwischen den Platten eines Plattenkondensators (Grundfall).

3 Erkläre unter Verwendung des Konzepts der Feldliniendichte, warum die Feldstärke zwischen den Platten unabhängig von der Größe der Platten ist.

4 Ein Elektron befindet sich zwischen den Platten eines Plattenkondensators (positive Platte oben). Berechne den Betrag der elektrischen Kraft auf das Elektron und gib an, in welche Richtung es beschleunigt wird.

5 Berechne die Kapazität C des Plattenkondensators (ohne Dielektrikum).

6 Der Kondensator wird vollständig aufgeladen. Bestimme die Ladung Q auf den Platten.

7 Der geladene Kondensator wird von der Spannungsquelle getrennt. Analysiere und begründe mithilfe der Beziehung $Q = C \cdot U$, warum die Ladung nun konstant bleibt, sich die Spannung beim Vergrößern des Plattenabstands aber ändert.

8 Leite die Formel $W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$ aus der Definition der Spannung als Arbeit pro Ladung her.

9 Berechne die im Kondensator (Grundfall, U = 400 V) gespeicherte Energie W.

10 Ein Liter Benzin liefert etwa 34 MJ. Vergleiche diese Energie mit der im Kondensator gespeicherten Energie und interpretiere das Ergebnis im Hinblick auf die Eignung von Kondensatoren als Energiespeicher.

11 Der Kondensator (Grundfall) wird bei angeschlossener Spannungsquelle vollständig mit einem Dielektrikum der relativen Permittivität $\varepsilon_r = 100$ gefüllt. Berechne die neue Kapazität C'.

12 Der Kondensator bleibt an der Spannungsquelle angeschlossen (U = 400 V konstant). Bestimme die neue Ladung Q' auf den Platten und erkläre, woher die zusätzliche Ladung stammt.

13 Skizziere das Schaltbild zweier in Reihe geschalteter Kondensatoren C_1 = 4,0 µF und C_2 = 6,0 µF. Berechne die Gesamtkapazität. Begründe, weshalb bei einer Reihenschaltung die Gesamtkapazität kleiner ist als jede Einzelkapazität.

14 Entscheide, ob die folgenden Aussagen zum elektrischen Feld und zum Kondensator richtig oder falsch sind.

	richtig	falsch
Im homogenen Feld eines Plattenkondensators ist die Feldstärke zwischen den Platten überall gleich groß.	☐	☐
Ein Kondensator 'verbraucht' während des Aufladens elektrischen Strom, der dabei verloren geht.	☐	☐
Bei konstanter Ladung sinkt die Spannung am Kondensator, wenn man ein Dielektrikum einbringt.	☐	☐
Die elektrische Feldstärke ist als Kraft pro Ladung definiert: E = F/q.	☐	☐
In einer Parallelschaltung von Kondensatoren addieren sich die Kehrwerte der Einzelkapazitäten.	☐	☐

15 Ordne jeder physikalischen Größe die passende Bestimmungsgleichung zu.

1. Elektrische Feldstärke (homogenes Feld)	____	A) $W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$
2. Kapazität eines Plattenkondensators	____	B) $E = U/d$
3. Ladung eines Kondensators	____	C) $C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot A/d$
4. Energie eines geladenen Kondensators	____	D) $Q = C \cdot U$
5. Gesamtkapazität einer Reihenschaltung	____	E) $1/C_ges = 1/C_1 + 1/C_2$