

Abgabe am Dienstag den 6. Mai vor Beginn der Vorlesung

AUFGABE 1 – Zylinderkondensator

Es geht um einen Zylinderkondensator mit Innenradius a , Außenradius b und Länge l .

a) Zeigen Sie, dass für die Kapazität C gilt: $C = 2\pi\epsilon_0 l / \ln(b/a)$. (2 Pkt.)

b) Es wird eine Spannung U angelegt. (2 Pkt.)

- Wie hängt im Inneren des Zylinderkondensators die Stärke des elektrischen Feldes vom Ort ab? ($E(r) = ..$)

- Skizzieren Sie den Verlauf der Feldlinien.

AUFGABE 2 – Dielektrikum und Polarisierung im Plattenkondensator

a) Wir nehmen an, dass ein Dielektrikum den Innenraum eines Plattenkondensators vollständig ausfüllt und dessen Kapazität von 15 pF (mit Luftfüllung) auf 60 pF (mit Dielektrikum) erhöht. Berechnen Sie die Beträge von elektrischer Feldstärke (E), elektrischer Verschiebungsdichte (D) und Polarisierung (P)! (2 Pkt.)

b) Zeigen Sie, dass die im Kondensator gespeicherte elektrische Energie (W) sich mit den beiden folgenden Beziehungen berechnen lässt (also Herleitung von Glg. I und danach Glg. II): (2 Pkt.)

$$W = \frac{1}{2} CU^2 \quad (\text{Glg. I})$$

$$w = W/V = \frac{1}{2} ED \quad (\text{Glg. II})$$

Hierbei ist w die Raumdichte der Energie, also die Energie W geteilt durch das Volumen V des Raumes zwischen den beiden Kondensatorplatten.

AUFGABE 3 – Verschaltung von Kondensatoren

Ein Paar von zwei parallel geschalteten Kondensatoren liegt in Reihe mit einem dritten Kondensator. Die Kapazität jedes Kondensators betrage 500 nF.

a) Berechnen Sie die Gesamtkapazität! (2 Pkt.)

b) Eine Gesamtspannung von 10 V wird angelegt. Berechnen Sie die Teilspannungen über den jeweiligen Kondensatoren! (2 Pkt.)

AUFGABE 4 – Spannungsteiler vor Analog/Digital-Wandler (AD-Wandler) (4 Pkt.)

Sie wollen einen AD-Wandler nutzen, um Zeitverläufe von Spannungen aufzuzeichnen. Hierbei soll der Wandler vielseitig einsetzbar sein und entweder Spannungen in einem Bereich von +/- 20 Volt oder aber in einem Bereich von +/- 1 V optimal registrieren. In beiden Fällen soll der Eingangswiderstand R_{IN} des Messaufbaus genau 10 M Ω betragen. Der Eingangsbereich des AD-Wandler betrage +/-100 mV bei einem Eingangswiderstand von 1 M Ω .

Dimensionieren Sie für die beiden gewünschten Spannungsbereiche jeweils einen Spannungsteiler bestehend aus einem Vorwiderstand R_V (in Reihe mit dem AD-Wandler-Eingang) und gegebenenfalls einen Parallelwiderstand R_P (parallel zum AD-Wandler Eingang)!

AUFGABE 5– Energiespeicherung und Entladung beim Blitzlampenkondensator

Ein Kondensator mit einer Kapazität von 2 μ F wird mit einer Spannung U aufgeladen. Die gespeicherte Energie wird genutzt, um eine Gasentladung in einer Xenon-Blitzlampe auszulösen und so einen Lichtpuls zu erzeugen. Hierbei wird die Kondensatorenergie mit einem Wirkungsgrad von 10% in sichtbares Licht umgewandelt.

a) Wie hoch muss die Ladespannung sein, damit die Stärke (d.h. Energie) des Lichtpulses 200 mJ beträgt? (1 Pkt.)

b) Das zur Aufladung des Kondensators verwendete Netzteil liefert einen konstanten Strom von 10 mA. Wie lange dauert es, den Kondensator auf eine Spannung von 1250 Volt aufzuladen? (1 Pkt.)

b) Wir nehmen, dass der elektrische Entladestrom (nach Zünden der Entladung, $I_B(t)$) durch einen Widerstand von 2 Ohm begrenzt sei; die Lichtintensität sei proportional zum Entladestrom. (2 Pkt)

Leiten Sie eine Gleichung für den Zeitverlauf des Stroms (und damit der Lichtintensität) nach Zündung der Kondensatorentladung her? (Also $I_B(t) = \dots$)

Wie groß ist der maximale Strom I_{B-max} ?

Welchen Wert hat die Zeitkonstante τ (Zerfallszeit) der exponentiell abfallenden Lichtintensität?

Welchen Wert hat die Halbwertszeit $t_{1/2}$ des Lichtblitzes?

[Anmerkung - Zeitkonstante und Halbwertszeit sind durch die folgenden Beziehungen definiert: $I_B(\tau) = I_{B-max} e^{-1}$, $I_B(t_{1/2}) = I_{B-max}/2$.]