

Zentralabituraufgabe 2010

Leistungskurs Physik

Aufgabenteil G2: Kondensatoren



Diese Aufgabe basiert auf einer Zentralabituraufgabe des Landes Sachsen-Anhalt. Die Originalversion ist im Downloadbereich für Abituraufgaben auf dem Bildungsserver Sachsen-Anhalt unter der Lizenz *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike* verfügbar.

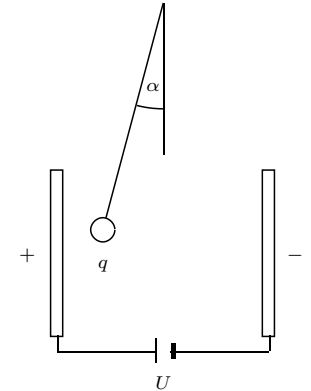
Dieses Dokument wurde vom Abi-Physik Team erstellt. Weitere Informationen:

www.abi-physik.de/materialien

1 Grundlagen

Im homogenen Feld eines Plattenkondensators, an dem die Gleichspannung U anliegt, hängt eine sehr kleine negativ geladene Kugel mit der Ladung q und mit der Masse m an einem Faden (Bild 1). Es stellt sich der Auslenkwinkel α ein.

Vereinfachend wird angenommen, dass die Kugel die Platten niemals berührt, keine Selbstentladung stattfindet und dass der Faden masselos ist.



a) Stellen Sie die auf die Kugel wirkenden Kräfte in einer Skizze dar.

Immer von diesem Zustand ausgehend werden mehrere Veränderungen vorgenommen.

Geben Sie jeweils an, wie sich der Auslenkwinkel α verändert. Begründen Sie Ihre Aussagen.

- Die Spannung U am Kondensator wird verringert.
- Der Betrag der Ladung der Kugel wird vergrößert.
- Der Plattenabstand wird bei konstanter Spannung vergrößert.
- Der Kondensator wird von der Spannungsquelle getrennt und der Plattenabstand wird vergrößert.

b) Für einen konkreten Kondensator gelten folgende Daten:

Plattenabstand	d	$= 30 \text{ cm}$
Kapazität	C	$= 5,0 \text{ pF}$
Dielektrikum	ϵ_r	$= 1,0006$
Angelegte Spannung	U	$= 100 \text{ kV}$
Probeladung	q	$= 2,0 \text{ nC}$
Masse der Kugel	m	$= 0,5 \text{ g}$

Berechnen Sie den Auslenkwinkel α und die Plattenfläche A .

c) Vergrößert man den Plattenabstand eines von der Spannungsquelle getrennten Kondensators, nimmt die Energie E_{el} des elektrischen Feldes im Kondensator zu.

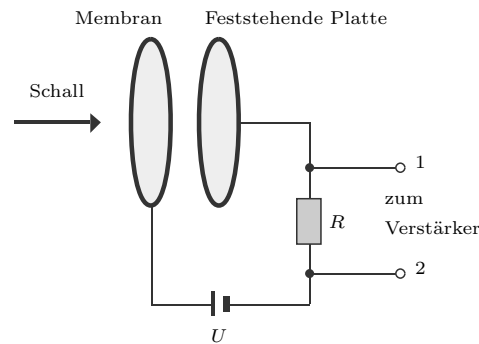
Für E_{el} gilt: $E_{\text{el}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$

Bestimmen Sie das Verhältnis der Energien $\frac{E_{\text{el,nach}}}{E_{\text{el,vor}}}$ des Plattenkondensators, wenn der Plattenabstand verdoppelt wird.

Erklären Sie, woher diese Energiezunahme kommt.

2 Kondensatormikrofon

In der Bühnen- und Studioteknik sind Kondensatormikrofone weit verbreitet. Ein Kondensatormikrofon ist ein geladener luftgefüllter Plattenkondensator. Eine Platte des Kondensators ist als bewegliche Membran ausgeführt. Sie besteht aus einer Metallfolie. Durch die auf die Membran treffenden Schallwellen wird diese ausgelenkt. Die Gegenelektrode wird durch eine massive feststehende Platte gebildet (Bild 2).



- Erklären Sie anhand der Abbildung das Funktionsprinzip eines Kondensatormikrofons.
- Für ein spezielles Kondensatormikrofon gilt:

Arbeitswiderstand	R	$= 10 \text{ k}\Omega$
Spannung	U	$= 40 \text{ V}$
Plattenabstand	d	$= 0,2 \text{ mm}$
Plattenfläche	A	$= 10 \text{ cm}^2$

Berechnen Sie die Ladung auf den Platten.

Die Membran werde in der Zeit $\Delta t = 0,25 \text{ }\mu\text{s}$ um die Strecke $\Delta s = 0,005 \text{ mm}$ nach rechts bewegt.

Berechnen Sie die mittlere Spannung zwischen den Anschlüssen 1 und 2 während der Bewegung.

3 Entladen eines Kondensators (Schülerexperiment)

In dieser Aufgabe ist ein Experiment durchzuführen. Bearbeiten Sie dazu die Aufträge der Vorbetrachtungen und führen Sie das Experiment durch. Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an.

Auftrag

Untersuchen Sie experimentell die Veränderung der Stromstärke beim Entladevorgang eines Kondensators.

Vorbetrachtungen

Ein Kondensator soll aufgeladen und anschließend über einen Widerstand entladen werden.

Zeichnen Sie einen geeigneten Schaltplan.

Für den Entladevorgang gilt, dass nach einer bestimmten Zeit t_H (Halbwertszeit) die Stromstärke jeweils auf die Hälfte sinkt. Diese Eigenschaft lässt sich durch die folgenden Gleichungen beschreiben:

$$I = I_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_H} t}, \quad I = I_0 \cdot e^{-\frac{1}{R \cdot C} t}$$

Geben Sie den Einfluss des Widerstandes R und der Kapazität C auf den Entladevorgang an. Begründen Sie Ihre Aussagen.

Ablauf des Experimentes

Bauen Sie die Schaltung nach Ihrem Schaltplan auf.

Laden Sie den Kondensator auf und entladen Sie ihn über einen Widerstand. Messen Sie die Entladestromstärke in Abhängigkeit von der Zeit.

Auswertung

- Stellen Sie Ihre Messwerte in einem $I(t)$ - Diagramm dar.
Bestimmen Sie die Halbwertszeit mithilfe des Diagramms.
- Berechnen Sie zur Kontrolle die Halbwertszeit aus den Größen der Bauelemente R und C . Diese werden Ihnen von der Lehrkraft mitgeteilt.
- Bestimmen Sie die Entladegeschwindigkeit $\frac{dI}{dt}$ zur Zeit t_H und einem weiteren selbst gewählten Zeitpunkt t_1 durch Berechnung des Differenzialquotienten oder mithilfe geeigneter Tangenten an die Entladekurve.
Begründen Sie die unterschiedlichen Entladegeschwindigkeiten.
- Führen Sie eine Fehlerbetrachtung durch.