

Abitur 2008: Physik - Aufgabe I

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg
Abiturprüfung an den allgemein bildenden Gymnasien

Prüfungsfach : Physik
Haupttermin : 2008

Aufgabe : I

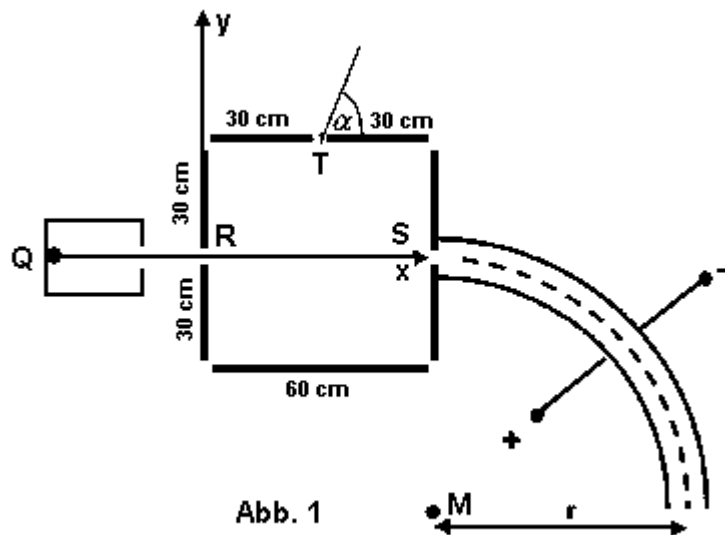


Abb. 1

In der in Abbildung 1 dargestellten Versuchsanordnung befindet sich im Punkt Q eine Elektronenquelle. Die Elektronen treten im Punkt R mit einer Geschwindigkeit von $v_0 = 4,0 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}$ längs der x-Achse in einen "Black-Box-Würfel" ein. Innerhalb des Würfels können homogene elektrische und magnetische Felder erzeugt werden, deren Feldlinien in den folgenden Versuchen jeweils parallel zu den Kanten des Würfels verlaufen. Der Versuchsaufbau befindet sich im Vakuum.

- a)
- Erläutern Sie eine Methode, mit der man einen Elektronenstrahl erzeugen kann.
 - Berechnen Sie die Spannung, die nötig ist, Elektronen aus der Ruhe auf die Geschwindigkeit v_0 zu beschleunigen.

Die Elektronenbewegung beginnt in Q zum Zeitpunkt $t_0 = 0 \text{ s}$ aus der Ruhe heraus.

Für die Elektronengeschwindigkeit ergibt sich in Abhängigkeit von der Zeit:

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| t in 10^{-9} s | 0 | 1,0 | 3,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 10,0 | 13,0 | 17,0 | 18,5 | 21,0 | 26,0 | 30,0 | 31,0 |
| v in 10^7 ms^{-1} | 0 | 0,8 | 2,4 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 2,9 | 1,9 | 0,5 | 0 | -0,9 | -2,7 | -4,0 | -4,0 |

- Erstellen Sie ein t-v-Diagramm und interpretieren Sie es. Nehmen Sie dabei Bezug auf die Versuchsanordnung

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(9 VP)

- b) Nun wird der Innenraum des Würfels gleichzeitig mit einem elektrischen und einem magnetischen Feld durchsetzt. Die Elektronen treten in R ein und in S mit der Geschwindigkeit v_0 aus.

- Erläutern Sie, wie die Felder zu orientieren sind.

Am felderzeugenden Kondensator liegt eine Spannung von 1,5 kV an.

- Berechnen Sie die Beträge der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte.

Nun ist im Black-Box-Würfel nur ein magnetisches Feld. Der Elektronenstrahl soll geradlinig von R nach S verlaufen.

- Für welche magnetische Flussdichte B ist dies möglich?
- Wie wird die Geschwindigkeit beeinflusst? Begründen Sie Ihre Antwort.

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(7 VP)

- c) Die Elektronen sollen in weiteren Versuchen den Würfel in T verlassen, wobei der Würfel entweder von einem elektrischen oder einem magnetischen Feld durchsetzt ist. Für den Austrittswinkel α treten zwei unterschiedliche Fälle auf : entweder $\alpha_1 = 90^\circ$ oder $\alpha_2 < 90^\circ$.

- Erläutern Sie, wie diese beiden Fälle zustande kommen.
- Berechnen Sie für den Fall eines elektrischen Feldes den Betrag der elektrischen Feldstärke.

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(8 VP)

- d) Die Elektronen verlassen nun den Würfel in S mit der Geschwindigkeit v_0 und treten in einen Kondensator mit gekrümmten Platten ein (siehe Abb. 1). Die elektrische Feldstärke ist so gewählt, dass die Elektronen den Kondensator auf der gestrichelten Bahn durchlaufen. Dort beträgt die elektrische Feldstärke $6,0 \text{ kVm}^{-1}$.

- Berechnen Sie den Bahnradius r.

Gemäß der Relativitätstheorie gilt für die Masse m eines Elektrons mit der Geschwindigkeit v

$$m = \frac{m_e}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Dabei ist m_e die Masse des ruhenden Elektrons und c die Vakuumlichtgeschwindigkeit.

- Wie weichen die Elektronen unter Berücksichtigung der relativistischen Beziehung von der gestrichelten Bahn ab?

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(6 VP)

Elektronenmasse: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Elektronenladung : $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

Abitur 2008: Physik - Aufgabe II

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg
Abiturprüfung an den allgemein bildenden Gymnasien

Prüfungsfach : Physik
Haupttermin : 2008

Aufgabe : II

- a) Zwei kreisförmige Metallplatten mit 24 cm Durchmesser stehen sich im Abstand von 2,0 cm gegenüber. Zwischen den Platten befindet sich Luft ($\epsilon_r = 1,0$)

- Berechnen Sie die Kapazität dieses Kondensators.

An den Kondensator wird eine Gleichspannung angelegt. Nach dem Ladevorgang wird der Kondensator wieder von der Quelle getrennt. Die Feldstärke zwischen den Platten soll experimentell bestimmt werden. Dazu werden die Platten auseinandergezogen und ein kleines, an einem Faden befestigtes, graphitbeschichtetes Kügelchen dazwischen gehängt.

- Warum hat das Auseinanderziehen der Platten keinen Einfluss auf die Feldstärke?
- Erklären Sie mit Hilfe einer Zeichnung, wie mit diesem Versuchsaufbau eine Bestimmung der elektrischen Feldstärke möglich ist.
- Wie kann man untersuchen, ob das Kondensatorfeld zwischen den Platten homogen ist?

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(7 VP)

- b) An einem Plattenkondensator wird der Zusammenhang zwischen felderzeugender Ladung Q und angelegter Spannung U gemessen. Bei zwei verschiedenen Plattenabständen $d_1 < d_2$ ergeben sich die in Abbildung 1 dargestellten Messkurven A und B.

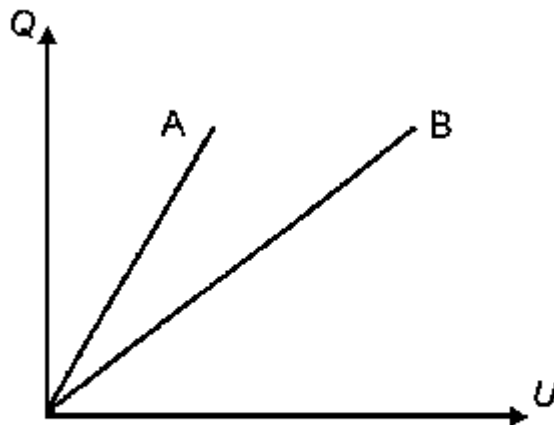


Abb. 1

- Ordnen Sie die Messkurven den Plattenabständen zu und begründen Sie Ihre Zuordnung.
- Warum enden die Messkurven?
- Leiten Sie die Gleichung $W = 1/2 * C * U^2$ für die Energie eines Kondensators her.

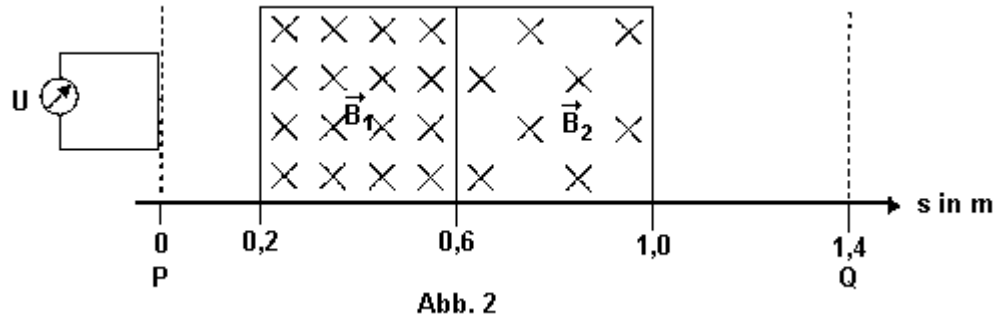
Ein Kondensator der Kapazität 1,0 F wird auf eine Spannung von 3,0 V aufgeladen. Mit ihm wird eine Leuchtdiode betrieben. Wenn die angelegte Spannung zwischen 1,5 V und 3,0 V liegt, leuchtet die Diode mit einer mittleren Leistung von 20 mW. Bei kleineren Spannungen erlischt sie.

- Wie lange leuchtet die Diode?

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(8 VP)

c)



In einer Versuchsanordnung befinden sich zwischen den Punkten P und Q zwei begrenzte magnetische Felder mit variablen Flussdichten.

In einem ersten Versuch betragen die Flussdichten $B_1 = 0,80 \text{ T}$ und $B_2 = 0,40 \text{ T}$. Eine quadratische Spule mit der Seitenlänge $0,20 \text{ m}$ und 100 Windungen wird mit konstanter Geschwindigkeit von $0,10 \text{ ms}^{-1}$ von P nach Q durch die Anordnung bewegt. Die Anschlüsse der Spule sind mit einem Spannungsmessgerät verbunden. (siehe Abb. 2)

Nach einiger Zeit wird eine Spannung angezeigt.

- Erläutern Sie das Zustandekommen dieser Spannung

Die Spule startet bei Punkt P zum Zeitpunkt $t_0 = 0 \text{ s}$.

- Zeichnen Sie ein t-U-Diagramm für die Bewegung der Spule von P nach Q.

In einem weiteren Versuch bleibt die Spule vollständig im Feld der Flussdichte B_1 .

- Erläutern Sie, wie man nun zwischen den Spulenanschlüssen eine Spannung von $1,6 \text{ V}$ erzeugen kann.

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(8 VP)

d)

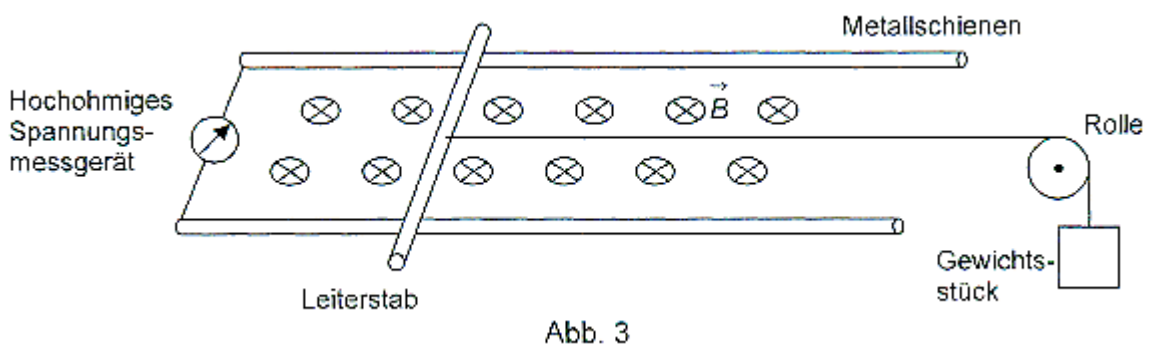


Abb. 3

Im Versuchsaufbau nach Abbildung 3 wird die Spannung gemessen.

- Diskutieren Sie die Brauchbarkeit der Diagramme (1) bis (4) in Abbildung 4 zur Beschreibung des Spannungsverlaufs. Von Reibungseffekten wird abgesehen.

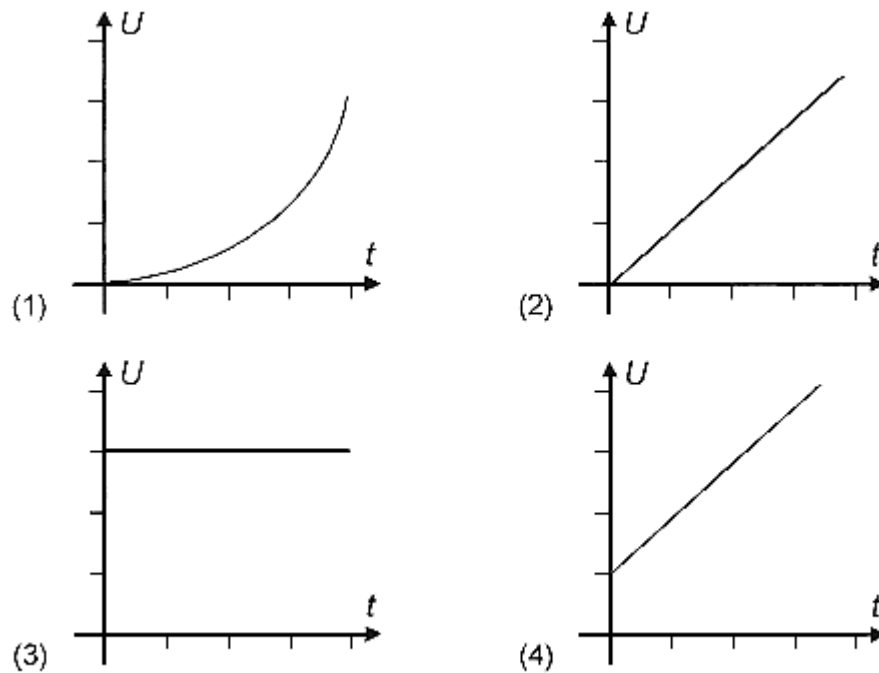


Abb. 4

Nun wird das Spannungsmessgerät durch ein Strommessgerät mit nicht vernachlässigbarem Innenwiderstand ersetzt. Der Leiter startet zum Zeitpunkt $t = 0$ s aus der Ruhe.

- Skizzieren Sie das t - I -Diagramm und erläutern Sie es.

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(7 VP)

Elektrische Feldkonstante: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ CV}^{-1}\text{m}^{-1}$

Abitur 2008: Physik - Aufgabe III

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg
Abiturprüfung an den allgemein bildenden Gymnasien

Prüfungsfach : Physik
Haupttermin : 2008

Aufgabe : III

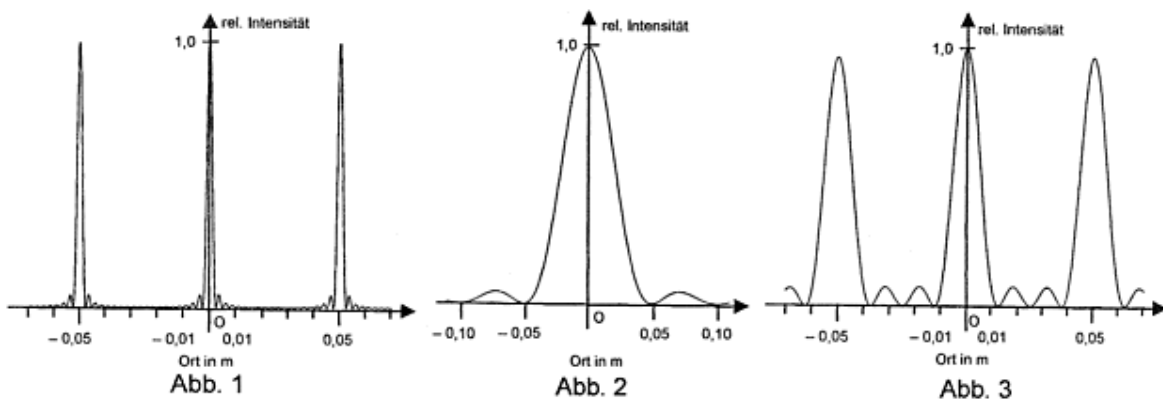
Das Licht eines He-Ne-Lasers hat die Wellenlänge 633 nm.

a) In den Strahlengang werden folgende Beugungsobjekte senkrecht zur Strahlrichtung gestellt:

- ein Einzelspalt
- ein Vierfachspalt
- ein Gitter.

In einer Entfernung von 8,0 m hinter dem jeweiligen Beugungsobjekt registriert man in der Ebene senkrecht zur Strahlrichtung die drei abgebildeten Intensitätsverteilungen.

- Ordnen Sie die Abbildungen den drei Beugungsobjekten zu und begründen Sie Ihre Zuordnung.
- Bestimmen Sie mit Hilfe der Schaubilder die Breite des Einzelspalt, den Abstand benachbarter Spaltmitten des Vierfachspaltes sowie die Gitterkonstante.



Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(6 VP)

b) In einem neuen Versuch trifft das Laserlicht senkrecht auf einen Doppelspalt mit Spaltmittenabstand $20 \mu\text{m}$. Auf einem im Abstand von 80 cm parallel zur Doppelspaltebene angebrachten Schirm ist ein Interferenzmuster beobachtbar.

- Welchen Abstand haben die beiden Maxima 1. Ordnung voneinander auf dem Schirm?
Leiten Sie die erforderlichen Gleichungen anhand einer Skizze her.

Bei der Durchführung des Experiments stellt man fest, dass die erwarteten Maxima 3. Ordnung nicht auftreten.

- Erläutern Sie diesen Sachverhalt.
- Zeigen Sie, dass weitere Maxima ausfallen.

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(8 VP)

- c) In einer Versuchsanordnung treffen Elektronen mit der Geschwindigkeit $1,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ auf den Doppelspalt aus Teilaufgabe b). Dahinter werden sie auf einem geeigneten Schirm registriert.
- Welche de-Broglie-Wellenlänge ist den Elektronen zuzuordnen?
 - Warum ist der verwendete Doppelspalt für ein Interferenz-Experiment mit diesen Elektronen nicht gut geeignet?
 - Welche experimentellen Abwandlungsmöglichkeiten gibt es, so dass die Interferenz beobachtbar wird?

Nun befindet sich in einer entsprechend verbesserten Versuchsanordnung immer nur ein Elektron.

- Beschreiben Sie, welche Versuchsergebnisse bei kurzer bzw. bei langer Beobachtungsdauer zu erwarten sind.
- Erläutern Sie die Versuchsergebnisse aus quantenphysikalischer Sicht.

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(9 VP)

- d) Ein Foto-Blitzgerät hat während einer Blitzdauer von $1/30$ Sekunde eine Durchschnittsleistung von 300 W. Die mittlere Energie der Photonen entspricht der von blau-grünem Licht der Wellenlänge 500 nm.

- Bestimmen Sie die Anzahl der Photonen, die bei einem Blitz frei werden.

Mit einem Lichtblitz soll eine chemische Reaktion, die eine hohe Aktivierungsenergie benötigt, ausgelöst werden. Der Versuch wird in drei Varianten ausgeführt:

A: Blitzgerät ohne
Filter

B: Blitzgerät mit
Rotfilter

C: Blitzgerät mit
Blaufilter

Nur in zwei der drei Fälle ist eine Reaktion zu beobachten.

- Erläutern Sie dies.

Die nicht funktionierende Versuchsvariante wird nun abgewandelt, indem ein zweites, gleichartiges Blitzgerät gleichzeitig ausgelöst wird.

- Inwiefern eignet sich dieser Versuch dazu, die Grenzen der klassischen Wellentheorie aufzuzeigen?

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(7 VP)

Elektronenmasse: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Lichtgeschwindigkeit in Luft: $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

Plancksches Wirkungsquantum : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$