

Abitur 2007: Physik - Aufgabe I

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

Prüfungsfach : **Physik**
Haupttermin : **2007**

Aufgabe : I

a) Ein Plattenkondensator besteht aus zwei quadratischen Metallplatten der Seitenlänge 12 cm. Der Plattenabstand beträgt 8,0 mm. Die Anordnung befindet sich in Luft ($\epsilon_r = 1,00$). Am Kondensator wird eine Spannung von 220 V angelegt.

- Berechnen Sie die Kapazität und die Ladung des Kondensators
- Bestimmen Sie die Feldstärke und die im Feld gespeicherte Energie.
- Wie ändern sich die berechneten Werte, wenn bei angeschlossener Quelle bzw. abgetrennter Quelle der Raum zwischen den Platten mit einem Dielektrikum ($\epsilon_r = 3,5$) vollständig gefüllt wird?

☰ Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(7 VP)

b) Abbildung 1 zeigt ein idealisiertes Experiment zur Bewegung eines geladenen Kügelchens im elektrischen Feld eines Plattenkondensators. Von Reibungseffekten wird ebenso abgesehen wie vom Einfluss der Gravitation.

Das dargestellte Kügelchen besitzt eine Masse von 3,0 mg. Durch Berühren der linken Kondensatorplatte nimmt es eine Ladung von 5,0 nC auf.

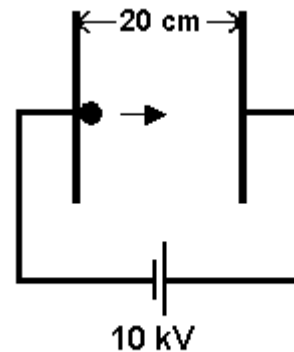


Abb. 1

- Mit welcher Geschwindigkeit erreicht das Kügelchen die rechte Platte?

Beim Aufprall auf der rechten Platte wird das Kügelchen ohne Energieverlust reflektiert. Dabei ändert sich das Vorzeichen der Ladung, nicht aber deren Betrag. Zur Beschreibung der ersten Hin- und Herbewegung des Kügelchens stehen vier Diagramme in Abbildung 2 zur Auswahl.

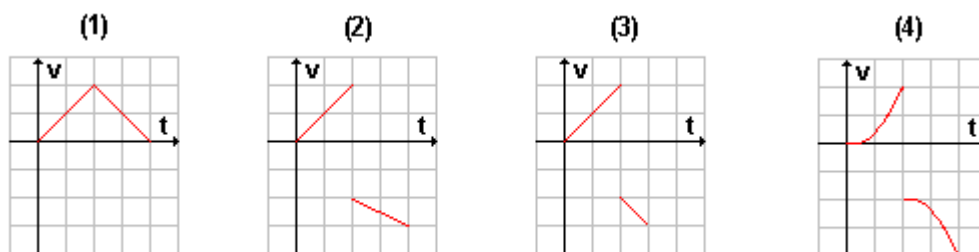


Abb. 2

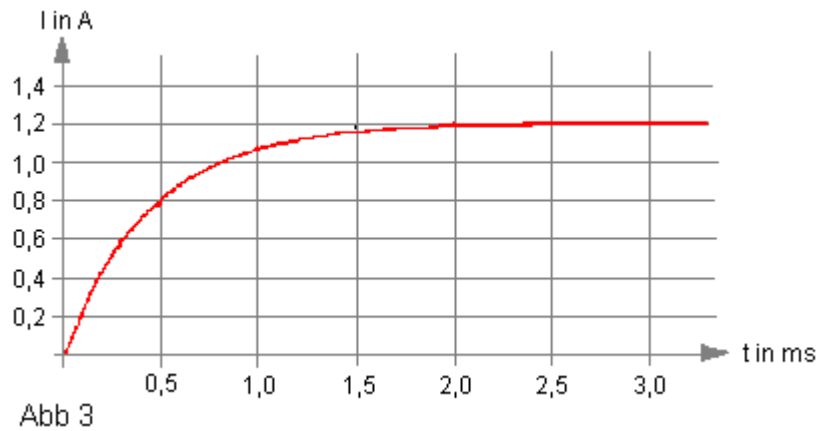
- Diskutieren Sie die Brauchbarkeit der Diagramme zur Beschreibung des geschilderten Bewegungsvorgangs.

☰ Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(8VP)

- c) Eine Spule wird über einen Schalter an ein Netzgerät mit der konstanten Spannung 12 V angeschlossen. Beim Einschalten misst man den Stromverlauf und erhält das Diagramm in Abbildung 3.

- Erklären Sie das Zustandekommen des Kurvenverlaufs.
- Bestimmen Sie den ohmschen Widerstand und die Eigeninduktivität der Spule.



☰ Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(7 VP)

- d) Elektronen werden durch eine Spannung von 50 kV beschleunigt und treffen anschließend auf einen Doppelspalt. Der Abstand der Spaltmitten beträgt 100 nm. Auf einer 5,0 cm entfernten Fotoplatte wird ein Muster (siehe Abb. 4) registriert. Die Auftrefforte der Elektronen sind hell dargestellt. Der Abstand benachbarter Streifen beträgt $2,75 \mu\text{m}$.

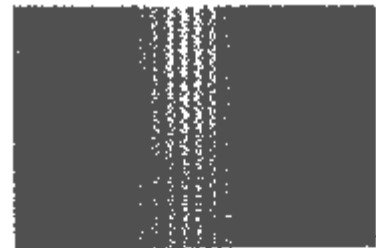
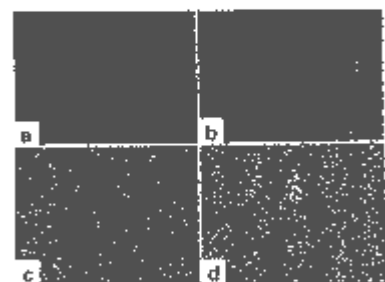


Abb. 4

- Bestimmen Sie aus der Spannungsangabe die de-Broglie-Wellenlänge der Elektronen.
- Prüfen Sie, ob die Wellenlänge der Elektronen, die man aus dem beschriebenen Muster ermitteln kann, mit der berechneten de-Broglie-Wellenlänge übereinstimmt.

Im Jahr 1989 wurde ein entsprechendes Doppelspalt-Experiment mit einzelnen Elektronen durchgeführt, d.h. es befand sich jeweils nur ein Elektron in der Versuchsanordnung. Dabei ergeben sich die Bilder in Abbildung 5.

- Erläutern Sie, warum dieses Experiment zeigt, dass Elektronen Quantenobjekte sind.



(a) weniger als 10 Elektronen;
 (b) 270 Elektronen;
 (c) 2000 Elektronen;
 (d) 60000 Elektronen.

Abb.5

☰ Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(8 VP)

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

Planck'sches Wirkungsquantum : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

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

El. Feldkonstante: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ CV⁻¹m⁻¹

Abitur 2007: Physik - Aufgabe II

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

Prüfungsfach : **Physik**
Haupttermin : **2007**

Aufgabe : **II**

- a) Ein langes Gummiseil ist in x-Richtung gespannt. Der Seilanfang wird in y-Richtung zu sinusförmigen Schwingungen mit der Periodendauer 0,5 s und der Amplitude 2,0 cm angeregt. (siehe Abb. 1). Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s startet die Erregung bei A in positive y-Richtung.

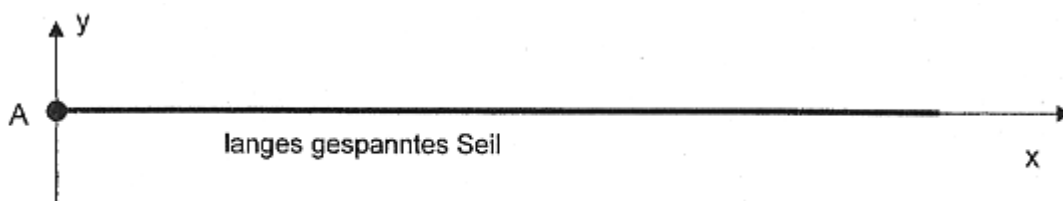


Abb. 1

- Wo befindet sich zum Zeitpunkt $t_1 = 2,4$ s der Seilanfang?
- In welche Richtung und mit welcher Geschwindigkeit bewegt er sich zum Zeitpunkt t_1 ?

Auf dem Seil bildet sich eine Welle mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit $0,20 \text{ ms}^{-1}$ aus.

- Zeichnen Sie eine Momentaufnahme für den Zeitpunkt $t_2 = 1,125$ s
- Zeichnen Sie für $0 \text{ s} < t < 2,5 \text{ s}$ ein t-y-Diagramm der Schwingung des Seilpunktes B, der zu Schwingungsbeginn 25 cm vom Punkt A entfernt ist.

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(10 VP)

- b) Nun wird ein Gummiseil zwischen zwei Wänden eingespannt, die 80 cm voneinander entfernt sind. Es wird an einer geeigneten Stelle in Wandnähe sinusförmig quer zur Seilrichtung angeregt. Die Erregerfrequenz wird langsam von 0 Hz an erhöht.

- Welche Beobachtungen kann man dabei machen?
- Wie lassen sich diese erklären?

Bei einer bestimmten Eigenschwingung erhält man die in Abbildung 2 dargestellte Momentaufnahme.

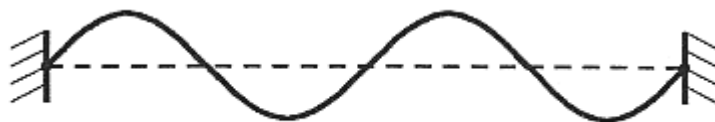


Abb. 2

Erhöht man die Frequenz um 20 Hz, so kommen zwei Schwingungsbäuche dazu.

- Wie groß ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Seil?

Nun wird das Seil in der Mitte angezupft.

- Bestimmen Sie die kleinste Eigenfrequenz, mit der das Seil schwingen kann.

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(8 VP)

- c) In einem neuen Versuch schwingen zwei Stifte S_1 und S_2 gleichphasig mit der Frequenz f (siehe Abb. 3). Sie erzeugen hierbei jeweils sinusförmige Wasserwellen mit der Amplitude 1,0 mm. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wasserwellen beträgt 10 cm s^{-1}

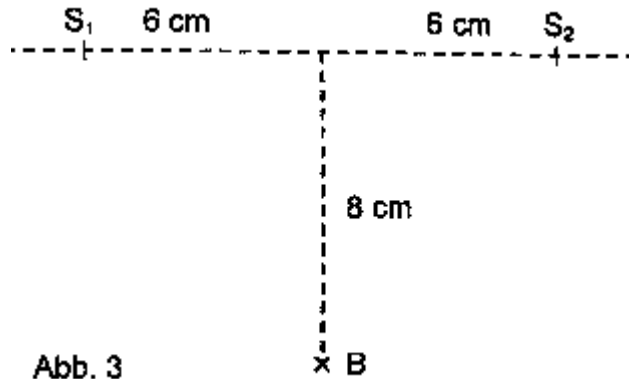


Abb. 3

- Wie groß ist die Amplitude im Punkt B?

Jetzt wird der Stift S_2 langsam nach rechts verschoben. Nach einer Verschiebung um 3,0 cm registriert man in B zum ersten Mal ein Minimum der Amplitude.

- Berechnen Sie die Frequenz f .

Stift S_2 ist nun aus seiner ursprünglichen Lage um weniger als 3,0 cm nach rechts versetzt. Die Stifte schwingen gleichphasig mit der Frequenz f .

- Beschreiben Sie ein nicht-experimentelles Verfahren zur Bestimmung der Amplituden im Punkt B.

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(8 VP)

- d) "Beobachtungen stören nicht nur, was in einem System gemessen wird, sie erzeugen es. Bei einer Ortsmessung wird das Elektron zu einer Entscheidung gezwungen. Wir zwingen es an einen bestimmten Ort, vorher war es nicht hier, nicht dort, es hatte sich für keinen Ort entschieden."

(Ernst Pascual Jordan; 1902 - 1980)

- Erläutern Sie die Aussage zur Ortsmessung anhand des Doppelspaltexperiments mit einzelnen Elektronen.

Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(4 VP)

Die Abnahme der Amplitude mit der Entfernung wird nicht berücksichtigt.

Abitur 2007: Physik - Aufgabe III

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

Prüfungsfach : **Physik**

Aufgabe : **III**


Haupttermin : **2007**

a) Die Wellenvorstellung von Licht stützt sich unter anderem auf die am optischen Gitter beobachteten Interferenzerscheinungen.

- Skizzieren Sie einen Versuchsaufbau, mit dem man unter Verwendung eines Gitters das Linienspektrum einer Quecksilberdampfampe auf dem Schirm beobachten kann.
- Wie kann man mithilfe dieses Versuchsaufbaus die Wellenlänge einer Spektrallinie bestimmen? Verwenden Sie dazu eine geeignete Skizze.

Im Emissionsspektrum des atomaren Wasserstoffs beobachtet man vier Wellenlängen 656 nm, 486 nm, 434 nm und 410 nm. Das Gitter hat 100 Striche pro mm.

- Prüfen Sie, ob zwischen den Linien 2. Ordnung Linien 3. Ordnung liegen. Bestimmen Sie gegebenenfalls die Wellenlängen zu diesen Linien 3. Ordnung.

 Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(7 VP)

b) Laserlicht mit der Wellenlänge 632 nm fällt senkrecht auf einen Einzelspalt mit der Spaltbreite 5,00 μm . Eine Fotodiode kann auf einem Halbkreis mit großem Radius um die Spaltmitte bewegt werden und die Intensität registrieren.

- Unter welchen Winkeln treten Minima 1. und 2. Ordnung auf?
- Wie viele Minima können insgesamt auftreten?
- Wie ändert sich der Intensitätsverlauf, wenn die Spaltbreite verkleinert wird?

Statt des Einzelspalts wird ein Haar mit dem Laser beleuchtet. Wieder entsteht eine Beugungsfigur, die der eines Einzelspaltes entspricht. Das Minimum 10. Ordnung findet man unter einem Winkel von 17,7 $^\circ$.

- Welche Dicke hat das Haar, wenn sie der Spaltbreite entspricht?

 Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(8 VP)

c)

Auf einen Doppelspalt fällt senkrecht blaues Licht. Das Beugungsbild hinter dem Spalt wird auf einem ebenen Schirm beobachtet. Der Schirm ist parallel zur Doppelspaltebene. Wird vor einem der beiden Spalte ein dünnes Glasplättchen gebracht, so verschiebt sich das Maximum 0. Ordnung.

- Begründen Sie, warum eine Verschiebung stattfindet und in welche Richtung das Maximum 0. Ordnung verschoben wird.

Gelbes Licht hat in Glas eine größere Ausbreitungsgeschwindigkeit als blaues.

- Was ändert sich an der Lage des 0. Maximums, wenn statt des blauen Lichts nun gelbes Licht verwendet wird? Begründen Sie Ihre Aussage.

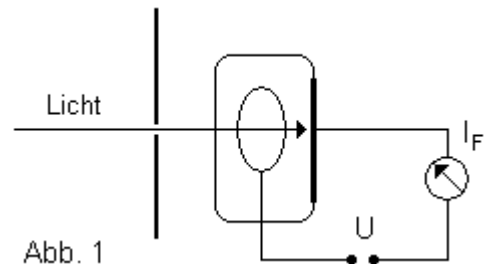
☰ Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(5VP)

- d) In eine Fozelle fällt Licht mit einer bestimmten Wellenlänge. Die Spannung U ist so gepolt, dass der Strom I_F mit wachsender Spannung abnimmt (siehe Abb. 1).

- Erklären Sie, wie man mit diesem Versuchsaufbau die maximale kinetische Energie der Fotoelektronen messen kann.

UV-Licht der Wellenlänge 250 nm löst aus der Katode Elektronen mit einer maximalen Energie von 1,8 eV aus.



- Wie groß ist die Ablöseenergie für dieses Katodenmaterial?

Nun werden zunächst die Intensität und anschließend die Frequenz des einfallenden Lichts variiert.

- Beschreiben Sie, wie sich jeweils die maximale Energie der Fotoelektronen verändert.
- Inwiefern ergibt sich ein Widerspruch zum Wellenmodell des Lichts?

1905 gelang es Einstein, diese Beobachtung mithilfe der Lichtquantenhypothese zu erklären.

- Welche Aussage macht sie und wie kann man mit ihr die Versuchsergebnisse deuten?

☰ Lösungshinweise zur Teilaufgabe

(10 VP)

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

Planck'sches Wirkungsquantum : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

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

Umrechnung: $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$