

# Abitur 2004: Physik - Aufgabe I

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

Prüfungsfach : **Physik**

Aufgabe : I

Haupttermin : 2004

- a) Zum Be- und Entladen von Schiffen werden sogenannte Laufkatzen eingesetzt, bei denen an einem langen Seil eine Last hängt. Die Laufkatze bewegt sich zunächst in horizontaler Richtung mit der konstanten Geschwindigkeit  $1,00 \text{ ms}^{-1}$ . Dabei hängt die Last senkrecht unter der Laufkatze ( siehe Abb. 1). Die Last hat die Masse  $25,0 \text{ t}$ . Die Seillänge beträgt  $12,0 \text{ m}$ .

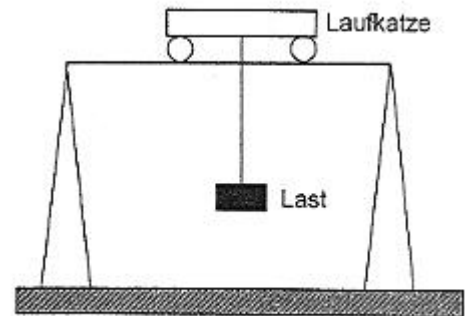


Abb. 1

Die Laufkatze wird nun abrupt zum Stehen gebracht und in dieser Position festgehalten.

- Begründen Sie, warum die Last jetzt Schwingungen ausführt.
- Zeigen Sie mithilfe einer Energiebetrachtung, dass der maximale Auslenkungswinkel  $5,3^\circ$  beträgt.
- Erläutern Sie, warum diese Schwingung näherungsweise harmonisch ist.
- Berechnen Sie Periodendauer und Amplitude dieser Schwingung.
- Wie groß ist die Kraft, mit der das Seil während der Schwingung maximal belastet wird?

( 10 VP )

- b) In einem Praktikumsversuch wird der Zusammenhang zwischen der Spannkraft einer Saite und der Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Querwelle auf dieser Saite untersucht. Nach jeder Änderung der Spannkraft wird die Länge der schwingenden Saite mit einem beweglichen Steg so verändert, dass nach dem Anzupfen die Grundfrequenz  $440 \text{ Hz}$  ertönt. Die Messwerte sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Spannkraft $F$ in N	5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	50,0
Saitenlänge $L$ in m	0,190	0,269	0,329	0,380	0,465	0,601

- Zeigen Sie, dass  $F$  proportional zu  $L^2$  ist.
- Berechnen Sie jeweils die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  und stellen Sie  $c$  in Abhängigkeit von  $F$  in einem Schaubild dar.
- Geben Sie eine Gleichung dieses Schaubildes an.
- Entnehmen Sie dem Schaubild die Ausbreitungsgeschwindigkeit für die Kraft  $25,0 \text{ N}$  und überprüfen Sie das Wertepaar anhand der Gleichung.

( 10 VP )

- c) Elektronen der kinetischen Energie 600 eV treffen orthogonal auf einen Doppelspalt mit dem Spaltabstand 200 nm. Im Abstand 20,0 cm hinter dem Doppelspalt befindet sich eine fotografische Platte (siehe Abb. 2). Die ganze Anordnung befindet sich im Vakuum.

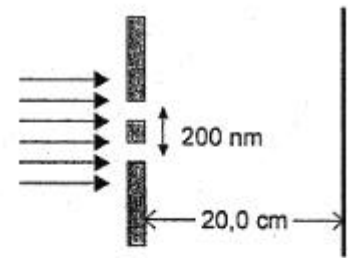


Abb. 2

Die praktische Durchführung dieses Versuchs zum Nachweis von Elektronen-Interferenzen am Doppelspalt gelang erstmals 1961 C. Jönsson in Tübingen. Das nebenstehende Bild (siehe Abb. 3) zeigt einen stark nachvergrößerten Ausschnitt der Platte von Jönsson als Positiv, d.h. diejenigen Stellen, an denen Elektronen auftreffen, erscheinen hell.

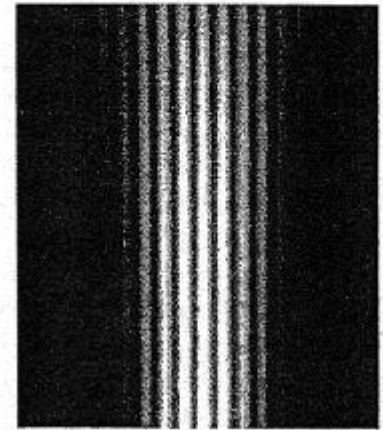


Abb. 3

- Erklären Sie die Struktur des Bildes. Warum ist diese Struktur mit der klassischen Elektronenvorstellung nicht vereinbar?
- Berechnen Sie den Mittenabstand zweier benachbarter gleichartiger Streifen auf der Platte.
- Warum war es für das Gelingen des Versuchs wichtig, dass die Elektronen möglichst einheitliche Energie besaßen und der Spaltmittenabstand extrem klein war?

( 10 VP )

---

Erdbeschleunigung :  $g=9,81 \text{ ms}^{-2}$   
Elektronenladung :  $e=1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$   
Elektronenmasse :  $m_e=9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$   
Planck'sches Wirkungsquantum :  $h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

## Abitur 2004: Physik - Aufgabe II

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

Prüfungsfach : **Physik**

Aufgabe : **II**

Haupttermin : **2004**

a) Zur Messung der Stärken magnetischer Felder verwendet man Hallsonden, deren Funktionsweise auf dem Halleffekt beruht.

- Erläutern Sie mithilfe einer geeigneten Skizze den Halleffekt.
- Zeigen Sie, dass die Hallspannung proportional zur magnetischen Flussdichte ist.
- Beschreiben Sie, wie man experimentell den Proportionalitätsfaktor zwischen der Hallspannung und der Flussdichte bestimmen kann.

( 8 VP )

b) Eine rechteckige Spule mit 100 Windungen befindet sich 5,0 cm oberhalb eines homogenen nach oben begrenzten Magnetfelds. Die Anschlüsse A und B der Spule sind mit einem hochohmigen Spannungsmessgerät verbunden. Die Spule wird mit der konstanten Geschwindigkeit  $2,0 \text{ cm s}^{-1}$  senkrecht nach unten in das Magnetfeld hineinbewegt. Dabei steht die Querschnittsfläche der Spule senkrecht auf den Feldlinien des Magnetfelds (siehe Abb. 1)

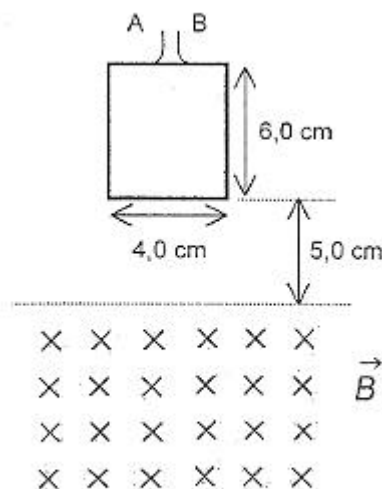


Abb. 1

Das Messgerät zeigt während des Eintauchvorgangs die Spannung 36 mV an.

- Erklären Sie die Polung von A und B.
- Zeigen Sie, dass der Betrag der magnetischen Flussdichte 0,45 T beträgt.

In einem zweiten Experiment befindet sich die Spule wieder 5,0 cm oberhalb des Magnetfeldes mit der Flussdichte 0,45 T. Die Spule wird zur Zeit  $t_0=0 \text{ s}$  aus der Ruhe heraus losgelassen und fällt frei in das Magnetfeld hinein.

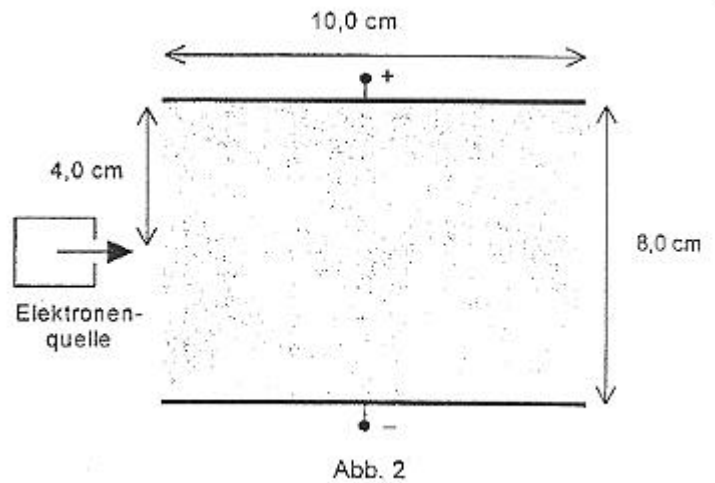
- Stellen Sie für  $0 \text{ s} < t < 0,20 \text{ s}$  die am Messgerät angezeigte Spannung in einem t-U-Diagramm dar. Begründen Sie den Verlauf des Diagramms.

( 8 VP )

- c) Aus einer Elektronenquelle treten Elektronen mit der Geschwindigkeit  $v_0$  senkrecht in das homogene Feld eines Plattenkondensators der Breite 8,0 cm und der Länge 10,0 cm ein (siehe Abb. 2).

An den Plattenkondensator wird eine Spannung von 1,2 kV angelegt.

- Leiten Sie eine allgemeine Gleichung für die Elektronenbahn im Feld her.
- Bei welchen Eintrittsgeschwindigkeiten treffen die Elektronen auf die obere Kondensatorplatte?



Zwischen den Kondensatorplatten soll dem elektrischen Feld ein homogenes Magnetfeld so überlagert werden, dass Elektronen der Geschwindigkeit  $1,8 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}$  die Anordnung unabgelenkt durchfliegen.

- Wie muss das Magnetfeld orientiert sein?
- Zeigen Sie, dass der Betrag der magnetischen Flußdichte 0,83 mT sein muss.
- Erklären Sie, in welche Richtung Elektronen mit einer kleineren Geschwindigkeit unmittelbar nach dem Einschuss in den Feldbereich abgelenkt werden.

Nun wird die Ablenkspannung ausgeschaltet, sodass nur noch das magnetische Feld vorhanden ist.

- Welche Eintrittsgeschwindigkeiten müssen Elektronen haben, um den Feldbereich wieder verlassen zu können, ohne auf eine der Kondensatorplatten zu treffen?

( 14 VP )

In Teilaufgabe c) ist vom Einfluss der Gravitationskraft, inhomogener Randfelder und relativistischer Effekte abzusehen.

Erdbeschleunigung :  $g=9,81 \text{ ms}^{-2}$   
 Elektronenladung :  $e=1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$   
 Elektronenmasse :  $m_e=9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

# Abitur 2004: Physik - Aufgabe III

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

Prüfungsfach : **Physik**

Aufgabe : **III**

Haupttermin : **2004**

- a) Auf einem unbegrenzten, linearen Wellenträger werden durch die beiden Erreger  $E_1$  und  $E_2$  Querwellen mit der Amplitude 1,0 cm erzeugt, die sich mit der Geschwindigkeit  $10 \text{ cm s}^{-1}$  ausbreiten. Die beiden Erreger schwingen sinusförmig mit der Frequenz 2,5 Hz. Der Abstand von  $E_1$  und  $E_2$  beträgt 12 cm. Zum Zeitpunkt  $t_0=0 \text{ s}$  bewegen sich beide mit maximaler Geschwindigkeit nach oben.
- Zeichnen Sie für  $t_1=1,9 \text{ s}$  und  $t_2=2,0 \text{ s}$  Momentbilder des Wellenträgers im Bereich zwischen  $E_1$  und  $E_2$ .
  - Wie groß ist die maximale Auslenkung des Wellenträgers genau in der Mitte zwischen den beiden Erregern?
  - Bestimmen Sie die maximale Geschwindigkeit und die maximale Beschleunigung des Wellenträgers an dieser Stelle.
- ( 8 VP )
- b)
  - Erläutern Sie die wesentlichen Merkmale einer stehenden Welle.
  - Beschreiben und erläutern Sie ein Experiment, bei dem stehende Wellen auftreten.
  - Erläutern Sie, wie man bei dem von Ihnen beschriebenen Experiment stehende Wellen zur Messung der Wellenlänge verwenden kann.
- ( 7 VP )
- c) Die Masse von Natriumatomen beträgt 23 u. Zwei aus Natriumatomen bestehende Wolken laufen mit einer Geschwindigkeit von jeweils  $5,8 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$  gegeneinander. Sie überlagern sich und bilden eine "stehende Materiewelle": Im Schattenwurf von Licht sieht man mit einem Mikroskop, dass der Abstand benachbarter Knoten  $15 \text{ }\mu\text{m}$  beträgt.
- Zeigen Sie, dass sich das Messergebnis mit der de Broglie-Wellenlänge dieser Natriumatome erklären lässt.
  - Erläutern Sie die Bedeutung der Begriffe "Bäuche" und "Knoten" bei dieser stehenden Materiewelle.
  - Warum kann man den Effekt mit dieser Methode nicht bei Natriumatomen der Geschwindigkeit  $580 \text{ ms}^{-1}$  beobachten?
- ( 7 VP )
- d) Ein  $\text{C}_{60}$ -Fullerenmolekül (siehe Abb. 1) hat die Masse  $1,2 \cdot 10^{-24} \text{ kg}$ . Der Durchmesser beträgt ca. 1 nm. In einem Versuch werden solche "Fullerenbälle" mit  $140 \text{ ms}^{-1}$  senkrecht auf ein Beugungsgitter mit der Gitterkonstanten 100 nm geschossen. Die Versuchsdurchführung erfolgt so, dass sich jeweils nur ein Fullerenmolekül in der Anordnung befindet. Die Fullerenmoleküle werden im Abstand 1,3 m vom Gitter registriert. Man erhält die in Abbildung 2 dargestellte Intensitätsverteilung.
- Berechnen Sie die Lage des Maximums 1. Ordnung und vergleichen Sie diese mit

dem Messergebnis.

Von dem Physiker Paul Dirac stammt sinngemäß die Aussage: "Jedes Quantenobjekt interferiert mit sich selbst."

- Nehmen Sie im Hinblick auf das Ergebnis des beschriebenen Experiments hierzu Stellung.

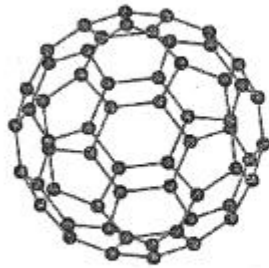


Abb. 1: Fullerenmolekül

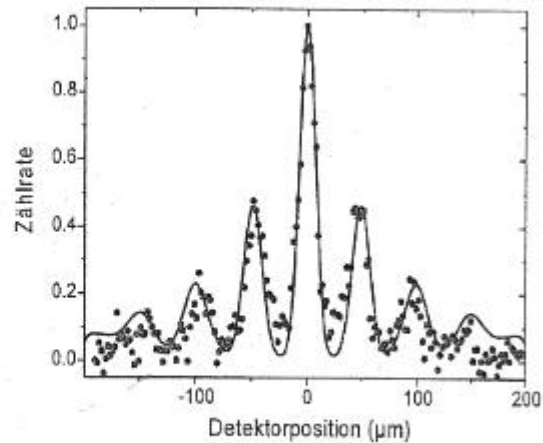


Abb. 2: Intensitätsverteilung bei der Beugung von Fullerenmolekülen am Gitter

( 8 VP )

---

Atomare Masseneinheit  $1 u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
Planck'sches Wirkungsquantum:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$