

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

Prüfungsfach : **Physik**

Aufgabe : **I . 1**

Haupttermin : **2003**

- a) Die Anordnung in Abbildung 1 besteht aus einer Feder mit der Federkonstanten  $D$  und einer Platte, die mit der Feder fest verbunden ist. Die Feder ist gleichermaßen auf Zug und Druck belastbar. Die Anordnung kann sich nur in vertikaler Richtung bewegen. Legt man einen Körper  $K$  mit der Masse  $m = 0,50 \text{ kg}$  auf die Platte, so senkt sich diese um  $\Delta s = 4,0 \text{ cm}$  in die Gleichgewichtslage ab. Die Massen der Feder und der Platte werden vernachlässigt.

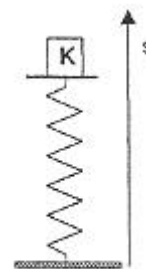


Abb. 1

- Berechnen Sie die Federkonstante  $D$

Der Körper ist zunächst mit der Platte fest verbunden. Wird die Platte um weitere  $6,0 \text{ cm}$  nach unten gedrückt und zum Zeitpunkt  $t = 0 \text{ s}$  losgelassen, so führt die Anordnung vertikale harmonische Schwingungen aus.

- Berechnen Sie die Periodendauer.
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeit beim Durchgang durch die Gleichgewichtslage.
- Bestimmen Sie die maximale Beschleunigung, die der Körper während einer Periode erfährt.
- Zeichnen Sie das Schaubild für die Auslenkung  $s$  während einer Periode.  
( $t$ -Achse :  $1 \text{ cm} \hat{=} 0,05 \text{ s}$  ;  $s$ -Achse :  $1 \text{ cm} \hat{=} 2 \text{ cm}$ )

**( 9 VP )**

- b) Die Verbindung des Körpers mit der Platte wird nun gelöst und die Bewegung im unteren Umkehrpunkt wie in Teilaufgabe a) zur Zeit  $t = 0 \text{ s}$  neu gestartet. Die Federkonstante beträgt  $D = 123 \text{ Nm}^{-1}$ .

- Begründen Sie, warum der Körper  $4,0 \text{ cm}$  oberhalb der Gleichgewichtslage von der Platte abhebt.
- Bestimmen Sie den zugehörigen Zeitpunkt.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Körpers zu diesem Zeitpunkt.
- Welche maximale Höhe erreicht der Körper?
- Nach dem Abheben wird der Körper allein durch die auf ihn wirkende Gewichtskraft abgebremst. Um welchen Betrag nimmt seine Geschwindigkeit pro Sekunde ab?
- Fertigen Sie ein Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm für  $0 \text{ s} \leq t \leq 0,20 \text{ s}$  an.  
( $t$ -Achse:  $1 \text{ cm} \hat{=} 0,025 \text{ s}$  ;  $v$ -Achse:  $1 \text{ cm} \hat{=} 0,2 \text{ ms}^{-1}$ ).

**( 12 VP )**

- c) Ein anderer Körper  $K^*$  mit der Masse  $m^* = 0,25 \text{ kg}$  wird auf der Platte festgeklebt und führt wie in Teilaufgabe a) eine harmonische Schwingung aus. Die Feder hat die Federkonstante  $D^*$ . An der Decke über dem Körper befindet sich ein Lautsprecher, der

einen Ton der Frequenz 1000 Hz aussendet. Der Körper K\* enthält ein Mikrofon, das folgendes Frequenz-Zeit-Diagramm aufnimmt (siehe Abb. 2):

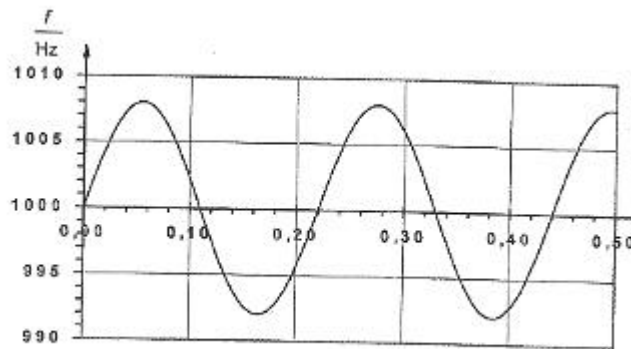


Abb. 2

- Ermitteln Sie die Federkonstante  $D^*$ .
- Bestimmen Sie die Zeitpunkte in dem durch Abbildung 2 vorgegebenen Zeitintervall, für die sich  $K^*$  jeweils durch die Gleichgewichtslage bewegt.
- Berechnen Sie die Amplitude der Schwingung.

( 9 VP )

---

Erdbeschleunigung :  $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$

Schallgeschwindigkeit :  $c = 340 \text{ ms}^{-1}$

Reibungskräfte werden nicht berücksichtigt.

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

Prüfungsfach : **Physik**

Aufgabe : **I. 2**

Haupttermin : **2003**

- a) Ein Laser, der monochromatisches Licht der Wellenlänge  $\lambda = 633 \text{ nm}$  aussendet, beleuchtet senkrecht ein Strichgitter mit 1000 Strichen pro cm. Parallel zur Gitterebene steht im Abstand  $a = 2,00 \text{ m}$  ein ebener Schirm mit der Schirmbreite  $b = 3,00 \text{ m}$  (siehe Abb. 1).

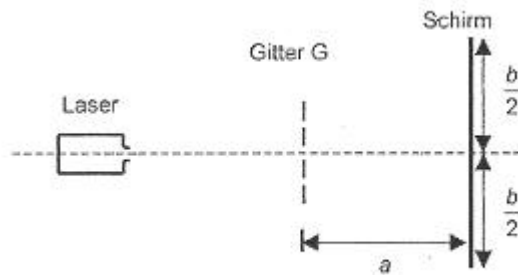


Abb. 1

- Leiten Sie anhand einer Skizze eine Gleichung für die Winkel her, unter denen man Helligkeitsmaxima erwarten kann.
- Berechnen Sie die höchste Ordnung der Helligkeitsmaxima, die noch auf dem Schirm erwartet werden kann.

Die lichtundurchlässigen Streifen des Gitters sind doppelt so breit wie die lichtdurchlässigen. Bei dem beschriebenen Experiment stellt man fest, dass verschiedene zu erwartende Maxima nicht auftreten.

- Erklären Sie diesen Sachverhalt.
- Welche auf dem Schirm zu erwartende Maxima lassen sich nicht beobachten?

- b) In der in Abbildung 1 skizzierten Versuchsanordnung ersetzt man den Laser durch eine Wasserstoff-Spektrallampe, welche Licht bestimmter Wellenlängen aussendet. In die Ebene des Schirms bringt man eine Vakuumfotозelle, die entsprechend Abbildung 2 an einen Messverstärker mit sehr großem Innenwiderstand angeschlossen ist. Im Bereich des Gitterspektrums 1. Ordnung verschiebt man dann die Fotозelle so, dass sie jeweils nur von Licht der Wellenlänge  $\lambda$  getroffen wird.

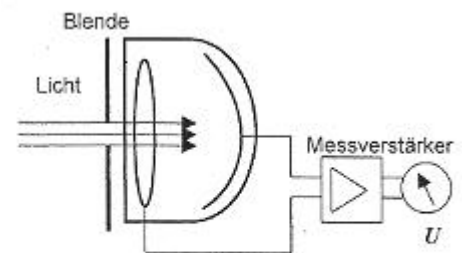


Abb. 2

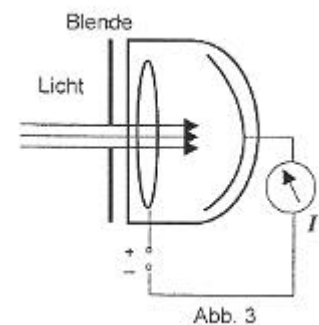
Die Tabelle zeigt die an der Fotозelle gemessenen Spannungswerte  $U$ .

$\lambda$ in nm	486	434	410	397
$U$ in V	0,60	0,91	1,07	1,17

- Erklären Sie das Entstehen der Spannung  $U$ .

- Stellen Sie die maximale kinetische Energie der Fotoelektronen als Funktion der Lichtfrequenz grafisch dar ( $W$ -Achse :  $1 \text{ cm} \hat{=} 0,2 \text{ eV}$ ; Wertebereich :  $-2,2 \text{ eV} \leq W \leq 1,4 \text{ eV}$  ;  $f$ -Achse :  $1 \text{ cm} \hat{=} 1,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ).
- Bestimmen Sie aus dem gezeichneten Schaubild das Planck'sche Wirkungsquantum  $h$ , die Ablöseenergie  $W_A$  der Elektronen und die Grenzwellenlänge  $\lambda_{\text{gr}}$  beim Fotoeffekt.
- Welche Erkenntnisse über die Natur des Lichts lassen sich aus dem Fotoeffekt ableiten?
- Erläutern und begründen Sie, wie sich das Diagramm verändert, wenn man unter sonst gleichen Bedingungen - die verwendete Lampe durch eine Wasserstoff-Spektrallampe mit doppelter Lichtleistung ersetzt bzw.
  - ein anderes Kathodenmaterial verwendet.

c) Die in Teilaufgabe b) gegebene Fotozelle wird in einem dritten Experiment an eine veränderliche Spannungsquelle und ein hochempfindliches Amperemeter angeschlossen (siehe Abb. 3). Auf die Fotokathode lässt man monochromatisches Licht der Wellenlänge  $\lambda = 589 \text{ nm}$  mit der Strahlungsleistung  $P = 0,4 \text{ mW}$  fallen. Man erhöht nun die Spannung von  $0 \text{ V}$  an, bis die Stromstärke  $I$  nicht mehr steigt. Die maximale Stromstärke beträgt  $3,2 \mu\text{A}$ .



- Erklären Sie, warum die Stromstärke trotz steigender Spannung nicht weiter zunimmt.
- Berechnen Sie den Bruchteil der Photonen, die unter diesen Bedingungen Fotoelektronen auslösen.
- Was geschieht mit dem Anteil des Lichts, der nicht zum Fotoeffekt beiträgt?

---

Planck'sches Wirkungsquantum :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$   
 Vakuumlichtgeschwindigkeit:  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$   
 Elementarladung :  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

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

Prüfungsfach : **Physik**

Aufgabe : **II . 1**

Haupttermin : **2003**

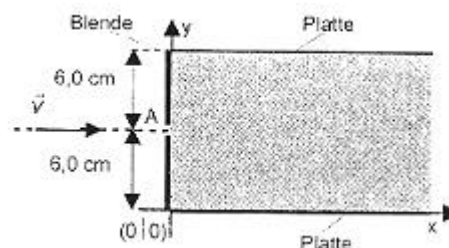
---

Aus technischen Gründen konnten die Pfeile auf den Vektorgrößen in der Originalaufgabe nicht übernommen werden.

---

Die Abbildung zeigt einen Schnitt durch eine Apparatur zur Ablenkung von Elektronen.

Elektronen treten mit der Geschwindigkeit  $v$  bei A in einen durch zwei parallele Platten und eine Blende begrenzten Feldbereich ein.



a) Die Geschwindigkeit beträgt zunächst  $v_0 = 9,4 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$ .

- Berechnen Sie die Beschleunigungsspannung  $U_0$ , die erforderlich ist, um die Elektronen aus der Ruhe heraus auf  $v_0$  zu beschleunigen.

Der Feldbereich ist von einem homogenen Magnetfeld durchsetzt. Die Elektronen treffen in einem Punkt senkrecht auf die untere Platte auf.

- Geben Sie die Koordinaten dieses Punktes an.
- Bestimmen Sie Richtung und Betrag der magnetischen Flussdichte  $B_0$ .
- Berechnen Sie die Aufenthaltsdauer der Elektronen im magnetischen Feld.

Nun wird die Eintrittsgeschwindigkeit  $v$  der Elektronen mithilfe der Beschleunigungsspannung  $U$  verändert.

- Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Beschleunigungsspannung  $U$  und der magnetischen Flussdichte  $B$ , wenn die Elektronen stets senkrecht auf die untere Platte treffen sollen?
- Nehmen Sie zu folgender Aussage Stellung : In homogenen magnetischen Feldern werden Elektronen nicht beschleunigt.

**( 11 VP )**

b) Der Feldbereich wird jetzt nur von einem homogenen elektrischen Feld der Feldstärke  $E$  durchsetzt. Die Elektronen treten wieder bei A mit  $v_0 = 9,4 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$  in das Feld ein und treffen im Punkt Q (6,0 cm / 0 cm) auf die untere Platte auf.

- Bestimmen Sie Richtung und Betrag der elektrischen Feldstärke  $E$ .
- Berechnen Sie für diesen Fall den Auftreffwinkel  $\alpha$  in Q.

Nun wird die Eintrittsgeschwindigkeit der Elektronen wieder mithilfe der Beschleunigungsspannung  $U$  verändert. Die elektrische Feldstärke wird der jeweiligen Eintrittsgeschwindigkeit so angepasst, dass die Elektronen stets in Q auf die untere Platte treffen.

- Zeigen Sie, dass unabhängig von der Eintrittsgeschwindigkeit  $v$  die kinetische Energie der Elektronen im elektrischen Feld immer auf den fünffachen Wert der Eintrittsenergie steigt.

( 10 VP )

c) Im Praktikum werden in einem Kondensator mit parallelen horizontalen Platten die Ladungen von Öltröpfchen untersucht. Der Plattenabstand beträgt 5,0 mm. Negativ geladene Öltröpfchen werden mithilfe einer Kondensatorspannung  $U$  zum Schweben gebracht.

Schaltet man die Spannung ab, so sinken die Tröpfchen mit konstanter Geschwindigkeit. Um die Sinkgeschwindigkeit eines Tröpfchens möglichst genau zu bestimmen, wird die Sinkzeit für eine Strecke  $s = 3,0$  mm mehrmals gemessen und daraus ein Mittelwert  $t$  bestimmt.

Messungen an einigen Tröpfchen ergeben folgende Daten.

t in s	18,2	27,3	39,5	63,8
U in V	134	100	142	134

- Berechnen Sie für jedes Öltröpfchen die Sinkgeschwindigkeit

Das Diagramm des Arbeitsblattes (siehe Blatt 3) stellt die Sinkgeschwindigkeit  $v$  der Öltröpfchen in Luft in Abhängigkeit von ihrer Gewichtskraft  $G$  dar.

- Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die jeweilige Ladung der Öltröpfchen.
- Kommentieren Sie Ihre Ergebnisse, die Sie für die Ladungen der Öltröpfchen erhalten haben.

( 9 VP )

---

Elementarladung :  $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$  C  
 Elektronenmasse:  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  kg

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

Prüfungsfach : **Physik**

Aufgabe : **II . 2**

Haupttermin : **2003**

Leistungskurs

a) Eine Glühlampe (12 V / 40 W) wird an eine Quelle mit sinusförmiger Wechselspannung ( $U_{\text{eff}} = 12,0 \text{ V}$ ;  $f = 50,0 \text{ Hz}$ ) angeschlossen.

- Welchen Wert kann die Momentanstromstärke maximal annehmen?

Zur Zeit  $t = 0 \text{ s}$  beträgt die Spannung 0 V und steigt an.

- Berechnen Sie den Zeitpunkt, zu dem die Stromstärke erstmals den Wert 2,50 A erreicht.
- Stellen Sie den zeitlichen Verlauf der in der Lampe umgesetzten elektrischen Leistung  $P(t)$  im Intervall  $0 \text{ s} \leq t \leq 20 \text{ ms}$  grafisch dar ( t-Achse :  $1 \text{ cm} \hat{=} 2 \text{ ms}$ ; P-Achse :  $1 \text{ cm} \hat{=} 20 \text{ W}$ )
- Erläutern Sie den Begriff "Effektivspannung".

**( 7 VP )**

b) Eine aus Übersee mitgebrachte Glühlampe (110 V / 250 mA) soll mithilfe einer geeignet zu wählenden Spule mit vernachlässigbarem ohmschen Widerstand an der Netzsteckdose (  $U_{\text{eff}} = 230 \text{ V}$ ;  $f = 50,0 \text{ Hz}$ ) betrieben werden.

- Skizzieren Sie die dafür notwendige Schaltung.
- Berechnen Sie den Scheinwiderstand der gesamten Anordnung, die Eigeninduktivität  $L$  der benötigten Spule sowie die an der Spule anliegende Effektivspannung  $U_{L,\text{eff}}$ .
- Berechnen Sie die Phasenverschiebung zwischen  $U(t)$  und  $I(t)$ .
- Welchen Vorteil bietet die Spule gegenüber der Verwendung eines ohmschen Vorwiderstandes?

**( 8 VP )**

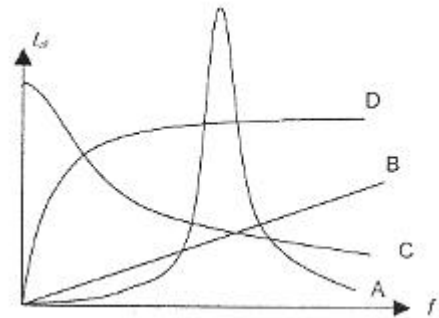
c)

Im Folgenden sollen vier verschiedene Black Boxes A, B, C und D untersucht werden. Diese sind Gehäuse mit zwei elektrischen Anschlüssen, von denen bekannt ist, dass sie Spulen, Widerstände, Kondensatoren oder eine Reihenschaltung solcher Bauteile enthalten. Um nähere Informationen zu erhalten, schließt man die Black Boxes einzeln an einen Sinusgenerator mit  $U_{\text{eff}}=10,0 \text{ V}$  an und misst jeweils die Stromstärke  $I_{\text{eff}}$  in Abhängigkeit von der Frequenz  $f$ . Die Abbildung zeigt den Verlauf der so ermittelten  $I_{\text{eff}} - f$  - Diagramme.

- Geben Sie zu jeder der Kurven A bis D die Bauteile an, die in der entsprechenden Black Box enthalten sein können. Begründen Sie ihre Wahl.

Bei der Kurve D strebt die Effektivstromstärke für zunehmende Frequenzen gegen den Maximalwert  $I_{\text{eff,max}} = 125 \text{ mA}$ . Für  $f = 50,0 \text{ Hz}$  ist  $I_{\text{eff}} = 100 \text{ mA}$ .

- Berechnen Sie daraus die charakteristischen Werte der in der Black Box D erhaltenen Bauteile.



( 8 VP )

- d) In einer weiteren Black Box befindet sich eine Reihenschaltung von realer Spule und Kondensator. Um die charakteristischen Werte dieser Bauteile zu bestimmen, werden folgende Versuche durchgeführt.

Versuch 1:

Man schließt die Black Box an eine Gleichspannungsquelle mit  $U_1 = 10,0 \text{ V}$  an. Danach trennt man die Verbindung wieder und verbindet die Black Box mit einem ungeladenen Kondensator der Kapazität  $C_2 = 300 \mu\text{F}$ . An diesem Kondensator stellt sich nach einiger Zeit die Spannung  $U_2 = 3,33 \text{ V}$  ein.

Versuch 2:

Die Black Box wird an einen Sinusgenerator mit  $U_{\text{eff}} = 10,0 \text{ V}$  angeschlossen, wobei man ein Maximum der Stromstärke  $I_{\text{eff,max}} = 200 \text{ mA}$  bei der Frequenz  $f_0 = 150 \text{ Hz}$  misst.

- Berechnen Sie aus den Ergebnissen der beiden Versuche  $R$ ,  $L$  und  $C$  der Schaltung.

( 7 VP )

---

Glühlampen dürfen als konstante ohmsche Widerstände betrachtet werden.