



Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg

Hinweise für die Abiturientinnen und Abiturienten

Abiturprüfung 2002

Haupttermin **Grundkurs** P h y s i k

Bearbeitungszeit: 210 Minuten

Hilfsmittel: Funktionentafel mit mathematischem Formelanhang
Taschenrechner (nicht programmierbar)

Hinweise: Sie erhalten **zwei** Aufgaben:

eine aus der

Gruppe **A** auf **weißem** Papier (**A 1** oder **A 2**)

und eine weitere Aufgabe aus der

Gruppe **B** auf **farbigem** Papier (**B 1** oder **B 2**).

Bearbeiten Sie **beide** Aufgaben.

Verwenden Sie für die Reinschrift und den Entwurf je Aufgabe einen neuen Bogen.

Vermerken Sie auf jedem Bogen die Nummer der bearbeiteten Aufgabe.

Sie sind verpflichtet, die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben vor Bearbeitungsbeginn (auf Anzahl der Blätter, Anlagen usw.) zu überprüfen.

Lösungen auf den Aufgabenblättern werden nicht gewertet.



a) Im Turm des Deutschen Museums in München hängt an einem Draht eine Bleikugel der Masse $m = 30,0 \text{ kg}$. Die Drahtmasse ist zu vernachlässigen. Dieses $\ell = 60,0 \text{ m}$ lange Pendel wird seitlich ausgelenkt. In horizontaler Richtung wird die Auslenkung $\hat{x} = 2,00 \text{ m}$ gemessen.

- Berechnen Sie für diese Auslenkung den Auslenkungswinkel des Pendels und die Höhe, um welche der Pendelkörper angehoben wird.
- Wie viel Energie wird hierbei dem Pendel zugeführt?

Das Pendel wird nun losgelassen.

- Ermitteln Sie die maximale Geschwindigkeit, die der Pendelkörper erreichen kann.
- Warum nimmt die Amplitude der Schwingung im Laufe der Zeit ab?
- Wie hoch kommt die Kugel noch über die Gleichgewichtslage, wenn ihre mechanische Energie um $\Delta W = 4,0 \text{ J}$ abgenommen hat?

(10 VP)

b) Zum Zeitpunkt $t_0 = 0 \text{ s}$ wird die um $\hat{x} = 2,00 \text{ m}$ ausgelenkte Kugel aus Teilaufgabe a) losgelassen. Ihre Schwingung wird nun als ungedämpft harmonisch angesehen.

- Berechnen Sie die Schwingungsdauer T sowie die Frequenz f .
- Geben Sie das Elongation-Zeit-Gesetz sowie das Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz an.
- Zeichnen Sie für $0 \leq t \leq 1,5T$ die beiden zugehörigen Diagramme.
- Zu welchem Zeitpunkt ist der Betrag der Geschwindigkeit der Kugel zum ersten Mal halb so groß wie die maximale Geschwindigkeit?
- Wie würde sich die Frequenz des Pendels ändern, wenn im Winter durch einen Heizungs-ausfall die Temperatur deutlich sinken würde? Begründen Sie Ihre Antwort.

(11 VP)

c) Ein elektromagnetischer Schwingkreis besteht aus einem Kondensator der Kapazität $C = 2,40 \mu\text{F}$ und einer Spule der Induktivität $L = 600 \text{ mH}$. Der ohmsche Widerstand ist vernachlässigbar.

- Berechnen Sie die Eigenfrequenz dieses Schwingkreises.

Zu Beginn der Schwingung liegt am Kondensator die Spannung $\hat{U} = 100 \text{ V}$.

- Wie groß ist zu diesem Zeitpunkt die im elektrischen Feld des Kondensators gespeicherte Energie?
- Berechnen Sie die effektive Stromstärke bei der entstehenden Schwingung.

Der ohmsche Widerstand eines Schwingkreises ist im Allgemeinen nicht vernachlässigbar, so dass die Schwingung gedämpft abläuft. Ungedämpfte elektromagnetische Schwingungen kann man durch Rückkopplung erzeugen.

- Erklären Sie das Prinzip der Rückkopplung.

(9 VP)

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



a) Monochromatisches, paralleles Licht trifft senkrecht auf ein optisches Gitter mit der Gitterkonstanten $g = 4,00 \cdot 10^{-6}$ m. Auf einem parallel zur Gitterebene angebrachten Schirm beobachtet man helle Linien.

- Erklären Sie, wie diese Linien zustande kommen und leiten Sie mithilfe einer Zeichnung eine Beziehung für die Winkel α_k her, unter denen Intensitätsmaxima erscheinen.
- Welche Wellenlänge hat das verwendete Licht, wenn der Beugungswinkel α_1 für das Maximum 1. Ordnung $10,0^\circ$ beträgt?

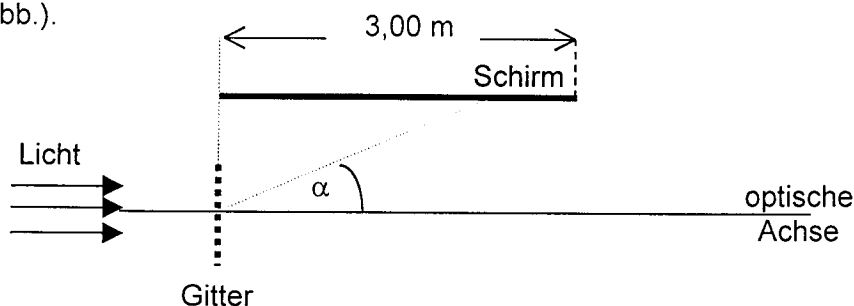
(7 VP)

b) Nun fällt weißes, paralleles Licht ($400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 780 \text{ nm}$) senkrecht auf das Gitter aus Teilaufgabe a). Parallel zur Gitterebene befindet sich im Abstand 2,50 m ein Schirm der Breite 3,00 m.

- Beschreiben und erläutern Sie, was auf dem Schirm zu sehen ist.
- Berechnen Sie die Breite des Spektrums 2. Ordnung auf dem Schirm.
- Ab welcher Ordnung fallen die Spektren nicht mehr vollständig auf den Schirm, wenn das Maximum 0. Ordnung auf die Mitte des Schirms trifft?

(7 VP)

c) Der Schirm der Breite 3,00 m wird nun um 90° gedreht und im Abstand von 1,00 m parallel zur optischen Achse so aufgestellt, dass sein Rand bis zur Gitterebene reicht (siehe Abb.).



Senkrecht auf das Gitter aus Teilaufgabe a) trifft monochromatisches, paralleles Licht der Wellenlänge 695 nm.

- Wie weit ist das Maximum 2. Ordnung vom Maximum 3. Ordnung auf dem Schirm entfernt?
- Wie viele Maxima sind auf dem Schirm zu sehen? Begründen Sie Ihre Antwort.

(8 VP)

d) Das Bremsspektrum einer Röntgenröhre hat seine kurzwellige Grenze bei

$$\lambda_{\min} = 1,00 \cdot 10^{-10} \text{ m.}$$

- Erklären Sie, wie es zu dieser Grenzwellenlänge kommt.
- Mit welcher Beschleunigungsspannung wird die Röntgenröhre betrieben?
- Welche Beschleunigungsspannung wird benötigt, wenn die Grenzwellenlänge halbiert werden soll?
- Beschreiben Sie eine Methode zur Bestimmung der Wellenlänge von monochromatischer Röntgenstrahlung.

(8 VP)

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

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

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



Abbildung 1 zeigt einen Versuchsaufbau mit einem Plattenkondensator und einem Magnetfeld. Die Anordnung befindet sich vollständig im Vakuum. Der Abstand der Kondensatorplatten beträgt $d = 10 \text{ cm}$, die Länge der Platten $\ell = 12 \text{ cm}$. Die Öffnung P und der Punkt Q haben von R den Abstand $6,0 \text{ cm}$. Das homogene Magnetfeld der Flussdichte \vec{B} , dessen Feldlinien in die Zeichenebene hinein zeigen, befindet sich außerhalb des Kondensators.

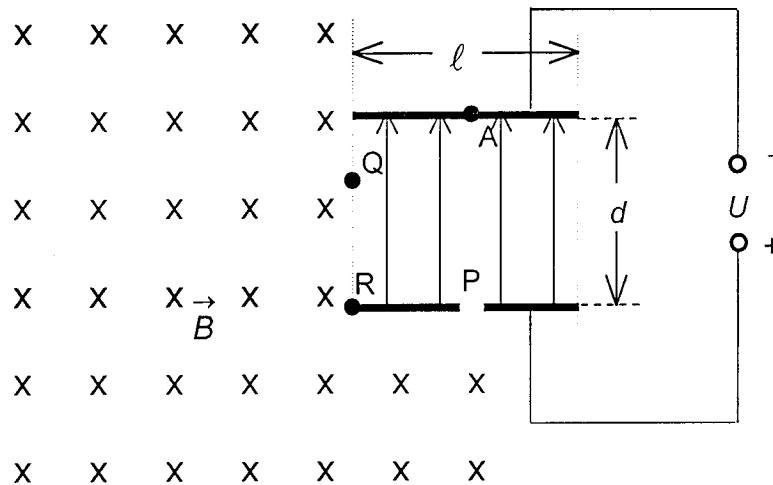


Abb. 1

a) Im Kondensator bewegen sich Elektronen einer Elektronenquelle im Punkt A parallel zu den elektrischen Feldlinien von A nach P. Dabei ist die Geschwindigkeit in A vernachlässigbar, in P beträgt sie $v = 5,0 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$. Vom Einfluss der Gravitation ist abzusehen.

- Berechnen Sie die angelegte Spannung U und die elektrische Feldstärke E im Kondensator.
- In welcher Zeit t_1 durchfliegen die Elektronen den Kondensator?

(6 VP)

b) In P gelangen die Elektronen mit $v = 5,0 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$ in das homogene Magnetfeld.

- Warum bewegen sich die Elektronen im Magnetfeld auf einer Kreisbahn?
- Wie groß muss B sein, damit die Elektronen das Magnetfeld im Punkt Q wieder verlassen?
- In welcher Zeit t_2 durchfliegen die Elektronen das Magnetfeld?

(8 VP)

- c) In Q treten die Elektronen mit $v = 5,0 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$ senkrecht zu den Feldlinien wieder in das elektrische Feld des Kondensators ein. Am Kondensator liegt eine Spannung von 71 V.
- Welche Zeit t_3 benötigen die Elektronen jetzt zum Durchqueren des Kondensators?
 - In welchem Abstand von der unteren Platte verlassen die Elektronen den Kondensator?
 - Berechnen Sie den Betrag ihrer Geschwindigkeit im Austrittspunkt.

(8 VP)

- d) In einem neuen Versuch tritt aus einem Tropfgefäß an der Stelle O ein positiv geladenes Tröpfchen aus. Seine Ladung beträgt $q = 2,0 \cdot 10^{-10} \text{ C}$, seine Masse $m = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$ und seine Anfangsgeschwindigkeit ist vernachlässigbar klein. Die Platten des Kondensators sind vertikal angeordnet. Sie haben die Länge $\ell^* = 50 \text{ cm}$ und den Abstand $d^* = 10 \text{ cm}$ (siehe Abb. 2). Die angelegte Gleichspannung beträgt 6,0 kV. Die gesamte Anordnung befindet sich im Vakuum.

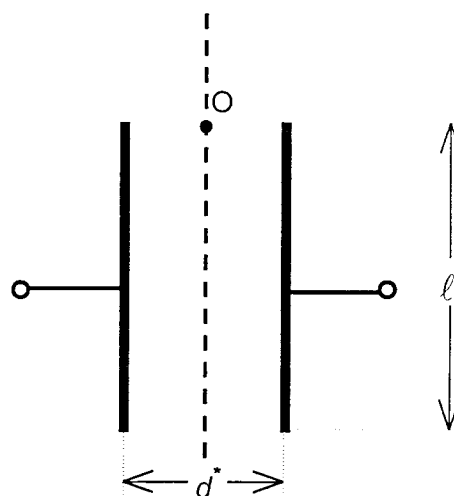


Abb. 2

- In welcher Zeit durchfällt das Tröpfchen den Kondensator?
- In welchem Abstand von der Vertikalen durch O verlässt das Tröpfchen den Kondensator?
- Bestimmen Sie eine Gleichung der Bahn, die das Tröpfchen innerhalb des Kondensators durchläuft.
- Welche Form hat diese Bahn?

(8 VP)

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

Masse des Elektrons: $m_e = 9,10 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

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



- a) Eine rechteckige Spule S_1 mit $n_1 = 100$ Windungen und den Kantenlängen b_1 und h_1 befindet sich vor einem scharf begrenzten homogenen Magnetfeld mit der Flussdichte $B = 2,40$ mT (siehe Abb. 1). Die magnetischen Feldlinien stehen senkrecht zur Rechtecksfläche von S_1 . Zum Zeitpunkt $t = 0$ s ist der rechte Spulenrand $s = 10,0$ cm vom linken Rand des Magnetfelds entfernt. Die Spule wird nun mit der konstanten Geschwindigkeit v in das Magnetfeld hinein-, durch das Feld hindurch- und am anderen Ende wieder aus dem Feld herausgezogen. Dabei wird an den Spulenzuleitungen P und Q der in Abb. 2 dargestellte Spannungsverlauf gemessen.

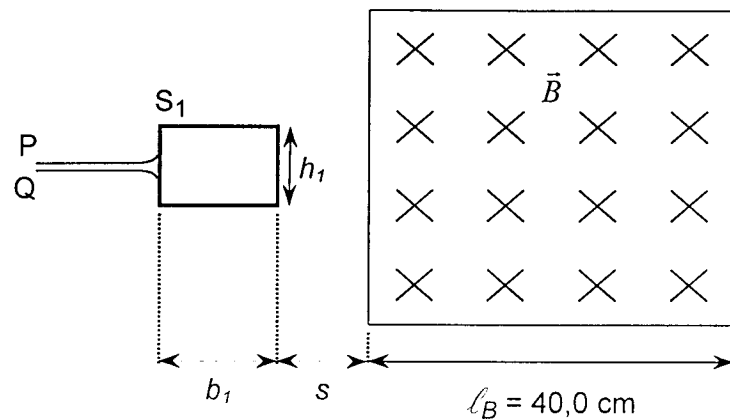


Abb. 1

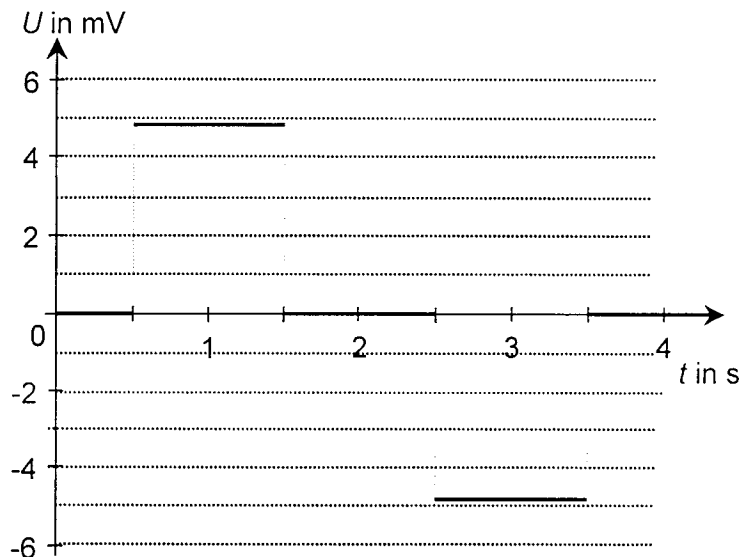


Abb. 2

- Bestimmen Sie v und b_1 .
- Erklären Sie, warum die induzierten Spannungen während der beiden Zeitspannen $0,5$ s $< t < 1,5$ s und $2,5$ s $< t < 3,5$ s unterschiedliche Polarität aber gleichen Betrag haben.
- Weshalb wird in der Zeitspanne $1,5$ s $< t < 2,5$ s keine Spannung induziert?
- Entnehmen Sie dem Diagramm den Betrag der induzierten Spannung und berechnen Sie damit die Kantenlänge h_1 der Spule S_1 .

b) In einem weiteren Versuch befindet sich eine Spule S_2 mit $n_2 = 100$ Windungen und der Querschnittsfläche $A_2 = 100 \text{ cm}^2$ vollständig in einem veränderlichen homogenen Magnetfeld.

- Geben Sie eine Möglichkeit an, wie ein solches Magnetfeld realisiert werden kann.
- Wie groß ist die in S_2 induzierte Spannung, wenn die magnetische Flussdichte in $4,0 \text{ s}$ gleichmäßig von 0 mT auf $19,2 \text{ mT}$ ansteigt?

Durch die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte B soll erreicht werden, dass die in S_2 induzierte Spannung wieder den in Abb. 2 dargestellten Verlauf hat.

- Zeichnen Sie das $B - t$ -Diagramm für $0 \text{ s} \leq t \leq 4 \text{ s}$, wenn zu Beginn $B = 0 \text{ T}$ ist.

(10 VP)

c) Im nächsten Versuch rotiert eine rechteckige Spule S_3 mit den Kantenlängen $h_3 = 10,0 \text{ cm}$ und $b_3 = 20,0 \text{ cm}$ sowie der Windungszahl $n_3 = 100$ um eine parallel zu h_3 verlaufende Symmetrieachse in einem Magnetfeld mit der Flussdichte $B_3 = 240 \text{ mT}$. Die Umlaufdauer beträgt $T = 628 \text{ ms}$. Zum Zeitpunkt $t = 0 \text{ s}$ stehen die magnetischen Feldlinien senkrecht auf der Rechtecksfläche von S_3 .

- Begründen Sie, dass die in S_3 induzierte Wechselspannung sinusförmig ist.
- Berechnen Sie den Scheitelwert \hat{U} dieser Wechselspannung.
- Zu welchem Zeitpunkt ist der Betrag der induzierten Spannung zum ersten Mal gerade halb so groß wie der Scheitelwert?

(10 VP)

Magnetische Feldkonstante: $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ TmA}^{-1}$

Permeabilitätszahl von Luft: $\mu_r = 1,0$