



Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg

Hinweise für die Abiturientinnen und Abiturienten

Abiturprüfung 2001

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.



Wellenfreibad von oben gesehen

Am linken Rand eines $\ell = 30,0$ m langen Wellenfreibads ist ein Wellenerreger E eingebaut. Er kann harmonisch auf und ab schwingen. Dabei erzeugt er eine Welle mit geraden Wellenfronten, die längs der x-Achse mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit $c_1 = 2,40 \text{ ms}^{-1}$ voranschreiten. Am rechten Rand des Beckens wird die Welle wie an einem losen Ende reflektiert (siehe Abb. 1). Die Amplitude der Welle bleibt während des gesamten Ausbreitungsvorgangs konstant.

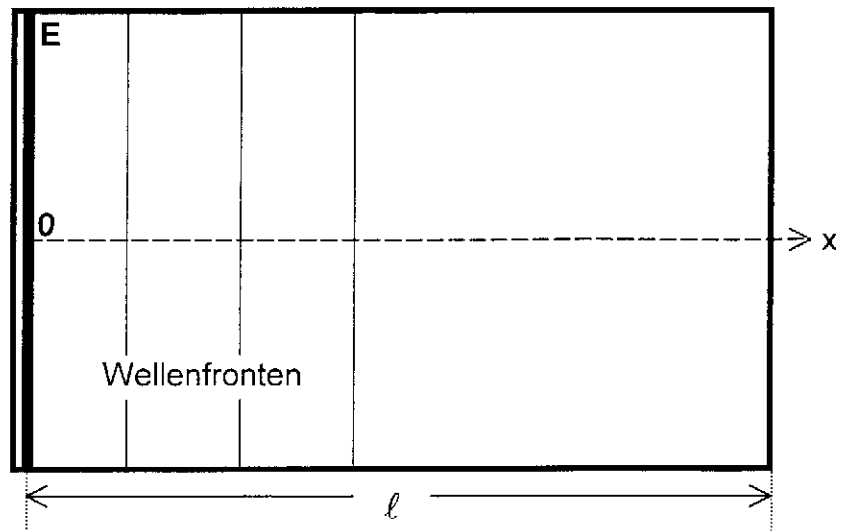


Abb. 1

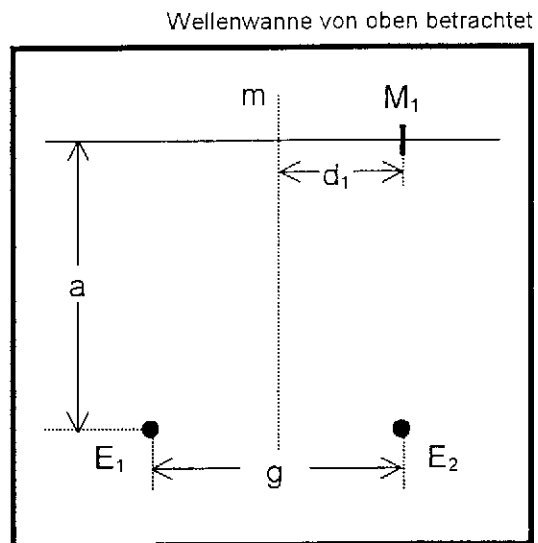
- a) Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s beginnt die Anregung der Welle. Der Erreger hat zu diesem Zeitpunkt die Elongation $s_0 = 0$ cm und bewegt sich nach unten. Die Anregungsfrequenz ist $f = 0,500$ Hz, die Amplitude der entstehenden Welle beträgt $\hat{s} = 40,0$ cm.
- Berechnen Sie zum Zeitpunkt $t_1 = 0,750$ s die Elongation s_1 und die Geschwindigkeit v_1 des Erregers.
 - In welche Richtung bewegt sich der Erreger zu diesem Zeitpunkt?
 - Zeichnen Sie das Elongations-Zeit-Diagramm dieser Schwingung für $0 \text{ s} \leq t \leq T$ (t -Achse: $3 \text{ cm} \hat{=} 1 \text{ s}$; s -Achse: $1 \text{ cm} \hat{=} 20 \text{ cm}$).
 - Zeichnen Sie in einem neuen Schaubild für $0 \text{ s} \leq t \leq 2 \text{ s}$ das Elongations-Zeit-Diagramm für ein Teilchen der Wasseroberfläche ein, das den Abstand $2,40$ m von E hat (t -Achse: $3 \text{ cm} \hat{=} 1 \text{ s}$; s -Achse: $1 \text{ cm} \hat{=} 20 \text{ cm}$).

(10 VP)

- b) Einige Zeit nach Beginn der Anregung stellt man fest, dass es vor dem rechten Rand des Beckens Stellen gibt, an denen auf dem Wasser schwimmende Blätter dauernd in Ruhe sind, während sich Blätter neben diesen Stellen auf und ab bewegen.
- Erklären Sie diese Beobachtung.
 - In welchem Abstand vom rechten Rand haben sich bis zum Zeitpunkt $t_2 = 15,5 \text{ s}$ solche Ruhestellen ausgebildet?
 - Vergleichen Sie die Bewegung der Blätter an den Stellen $x_1 = 25,4 \text{ m}$ und $x_2 = 27,4 \text{ m}$ hinsichtlich ihrer Phasenlage und Amplitude.

(10 VP)

- c) In einem Laborversuch befinden sich in einer Wellenwanne in den Punkten E_1 und E_2 zwei Erreger im Abstand $g = 36,0 \text{ cm}$ (siehe Abb. 2). Diese schwingen in Phase und erzeugen Wellen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen beträgt jetzt $c_2 = 28,0 \text{ cm s}^{-1}$. Von Reflexionen der Wellen an den Rändern der Wellenwanne wird abgesehen.



- Erklären Sie, warum alle Punkte auf der Mittelsenkrechten m der Strecke E_1E_2 Stellen mit maximaler Amplitude sind.

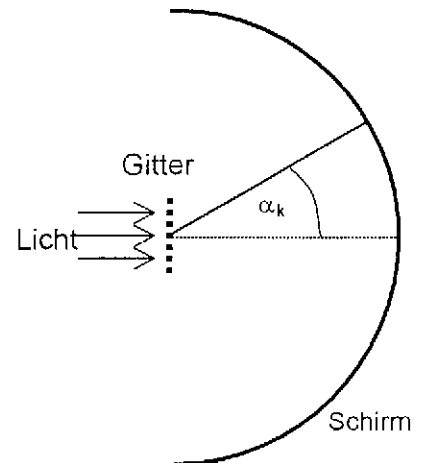
Auf der Parallelen zu E_1E_2 im Abstand $a = 77,0 \text{ cm}$ registriert man abwechselnd Maxima und Minima. Das erste Minimum findet man im Punkt M_1 im Abstand $d_1 = 18,0 \text{ cm}$ von m (siehe Abb. 2).

- Berechnen Sie, mit welcher Frequenz f_1 die Erreger schwingen.
- Die Frequenz wird nun geändert. Bei der Frequenz f_2 tritt im Punkt M_1 nun ein Maximum 2. Ordnung auf.
- Bestimmen Sie das Frequenzverhältnis $f_2 : f_1$.

(10 VP)



Hinter einem Gitter mit der Gitterkonstanten $g = 2,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ist in großer Entfernung ein Schirm angebracht, der die Form eines Halbzylinders hat. Im Grundriss erscheint dieser Schirm als Halbkreis, dessen Mittelpunkt in der Mitte des Gitters liegt (siehe Abb.).



a) Senkrecht auf das Gitter fällt Laserlicht der Wellenlänge $\lambda = 633 \text{ nm}$.

- Erklären Sie, warum auf dem Schirm helle Stellen zu sehen sind.
- Leiten Sie eine Beziehung für die Winkel α_k her, unter denen Helligkeitsmaxima erscheinen.
- Bestimmen Sie den Winkel, unter dem ein Maximum 1. Ordnung erscheint.
- Zeigen Sie, dass nicht mehr als sieben Maxima gesehen werden können.

(9 VP)

b) Das Laserlicht wird nun durch paralleles, weißes Licht ($400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 800 \text{ nm}$) ersetzt.

- Bestimmen Sie die Winkelbereiche, unter denen kein Licht auf den Schirm fällt.
- Gibt es Überlagerungen von Spektren? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Bestimmen Sie die Frequenzen des Lichts, das unter einem Winkel von $60,0^\circ$ auf den Schirm fällt.

(10 VP)

c) Eine Fotozelle wird mit verschieden farbigem Licht beleuchtet.

- Beschreiben Sie den Aufbau einer Fotozelle.

Zwischen den Anschlüssen der Fotozelle lässt sich eine Spannung messen.

- Erläutern Sie, wie diese Spannung zustande kommt und geben Sie ihre Polung an.
- Stellen Sie eine Gleichung auf, die den Zusammenhang zwischen der Frequenz des Lichts und der Spannung an der Fotokathode beschreibt und erläutern Sie diese.

Verwendet man Licht der Wellenlänge 600 nm, so beträgt die Spannung 0,710 V, bei Licht der Wellenlänge 500 nm beträgt sie 1,12 V.

- Bestimmen Sie daraus das Planck'sche Wirkungsquantum h und die Ablösearbeit W_A , die zum Auslösen der Elektronen aus dem Metall nötig ist.

(11 VP)

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

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



- a) Protonen mit der Geschwindigkeit $v_1 = 9,60 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$ treten im Punkt R längs der Mittelachse in den Kondensator C ein (siehe Abb. 1).
- Berechnen Sie die Beschleunigungsspannung U_1 , die erforderlich ist, um die Protonen aus der Ruhe heraus auf v_1 zu beschleunigen.

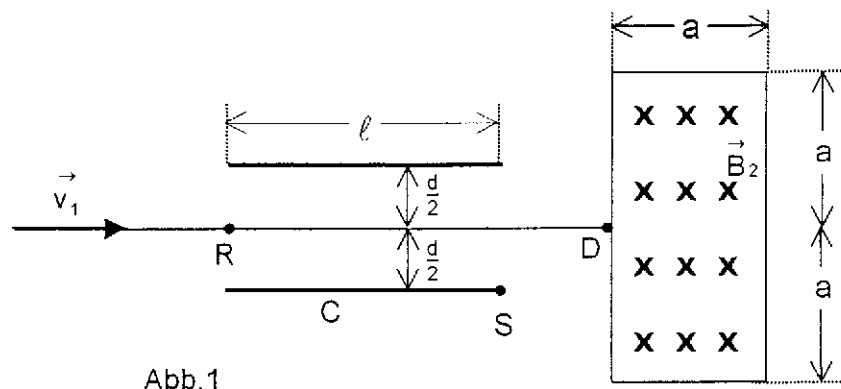


Abb.1

Die quadratischen Platten von C haben die Seitenlänge $\ell = 40,0 \text{ cm}$, an den Platten liegt die Spannung $U_2 = 1,00 \text{ kV}$. Die Protonen werden so abgelenkt, dass sie den Kondensator C gerade noch im Punkt S verlassen.

- Wie lange befindet sich ein Proton im Kondensator?
- Zeigen Sie, dass der Abstand d der Kondensatorplatten $12,9 \text{ cm}$ beträgt.
- Begründen Sie, warum die Bahngeschwindigkeit der Protonen in C zunimmt.
- Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeit v_S in S.

(11 VP)

- b) Nun wird in der Anordnung von Teilaufgabe a) dem elektrischen Feld im Kondensator ein homogenes Magnetfeld überlagert. Die Protonen mit der Geschwindigkeit v_1 durchlaufen den Kondensator C längs der Mittelachse ohne Ablenkung.
- Geben Sie die Richtung des Magnetfelds an und begründen Sie Ihre Antwort.
 - Berechnen Sie die Flussdichte B_1 dieses Magnetfelds.

Die Protonen treten anschließend in D senkrecht in ein weiteres homogenes Magnetfeld mit der Flussdichte $B_2 = 0,100 \text{ T}$ ein. Dieses Magnetfeld ist auf ein Rechteck mit den Seitenlängen $a = 25,0 \text{ cm}$ und $b = 2a$ begrenzt (siehe Abb. 1).

- An welcher Stelle verlassen die Protonen dieses Magnetfeld?
- Ist die Bewegung der Protonen im Magnetfeld eine beschleunigte Bewegung? Begründen Sie Ihre Antwort.

(10 VP)

- c) Um magnetische Flussdichten zu messen, benutzt man eine Hall-Sonde.
- Erläutern Sie anhand einer geeigneten Skizze die Funktionsweise einer Hall-Sonde.
 - Warum stellt sich nach kurzer Zeit eine konstante Hall-Spannung ein?

In einem Versuch wurden die folgenden Wertepaare für B und U_H gemessen:

B in mT	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
U_H in mV	1,40	2,80	4,40	6,00	7,50

- Zeichnen Sie ein $U_H - B$ - Diagramm.
- Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms eine Gleichung für U_H .

(9 VP)

Protonen: Masse: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

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

Die Versuche in den Teilaufgaben a) und b) finden jeweils im Vakuum statt; von Randfeldern ist abzusehen.



a) Ein Kondensator besteht aus zwei quadratischen Platten mit der Kantenlänge $a = 15 \text{ cm}$. Zwischen den Platten mit dem Abstand $d = 2,0 \text{ mm}$ befindet sich Luft. Der Kondensator wird auf die Spannung $U = 25 \text{ V}$ aufgeladen. Anschließend wird er von der Spannungsquelle getrennt.

- Berechnen Sie Kapazität und Ladung des Kondensators sowie die im Kondensator gespeicherte Energie.

Nun werden die Platten auf den Abstand $5,0 \text{ mm}$ auseinandergezogen.

- Wie groß ist jetzt die Spannung zwischen den Platten?
- Berechnen Sie die Änderung der im Kondensator gespeicherten Energie.
- Erklären Sie die Energiezunahme.

(9 VP)

b) Eine Spule S_1 hat 300 Windungen, die Länge $\ell = 30 \text{ cm}$ und die Querschnittsfläche $A = 20 \text{ cm}^2$. Ihr ohmscher Widerstand beträgt $R = 12 \Omega$. Sie enthält zunächst Luft.

- Berechnen Sie die Eigeninduktivität L_0 der Spule.

An die Spule wird über einen Schalter eine Gleichspannung von $U = 5,0 \text{ V}$ angelegt (siehe Abb. 1). Die Spule enthält jetzt einen Eisenkern und hat damit die Eigeninduktivität $L = 0,60 \text{ H}$.

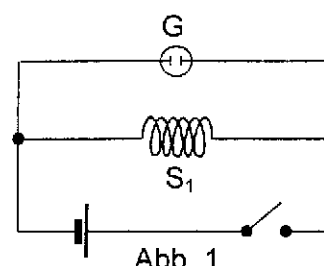


Abb. 1

Nach dem Schließen des Schalters nähert sich die Stromstärke dem Endwert I_{\max} an.

- Berechnen Sie diesen Wert.

Eine Glühlampe G mit einer Zündspannung deutlich über 5 V wird parallel zur Spule angeschlossen. Danach wird der Schalter rasch geöffnet.

- Kann die Glühlampe dabei aufleuchten? Begründen Sie Ihre Antwort.

(7 VP)

c) Eine Spule S_2 ist im Innern einer felderzeugenden Spule S_3 angebracht. Die Achsen der Spulen sind parallel und das Magnetfeld in S_3 ist homogen. S_2 hat 500 Windungen und die Querschnittsfläche 10 cm^2 . Die magnetische Flussdichte B in S_3 wird variiert.

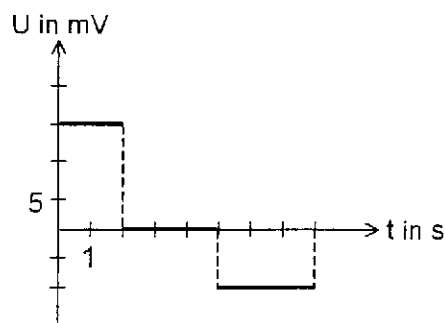


Abb. 2

Den Verlauf der in S_2 gemessenen, induzierten Spannung zeigt die Abbildung 2.

- Berechnen Sie die zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte.
- Zeichnen Sie ein $B - t$ - Diagramm (zum Zeitpunkt $t = 0 \text{ s}$ ist die Flussdichte $B = 0 \text{ T}$).

(7 VP)

d) An ein unbekanntes Bauteil wird eine Wechselspannung mit dem konstanten Effektivwert $U_{\text{eff}} = 12 \text{ V}$ angelegt. Die Frequenz der Wechselspannung kann verändert werden.

f in Hz	100	150	200	250
I_{eff} in mA	32	21	16	13

Die Tabelle zeigt die gemessene Stromstärke I_{eff} in Abhängigkeit von der Frequenz f .

- Berechnen Sie für die angegebenen Frequenzen jeweils den Wechselstromwiderstand Z .
- Kann es sich bei dem Bauteil um einen Kondensator, einen ohmschen Widerstand oder eine Spule handeln? Begründen Sie ihre Antworten.

(7 VP)

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

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