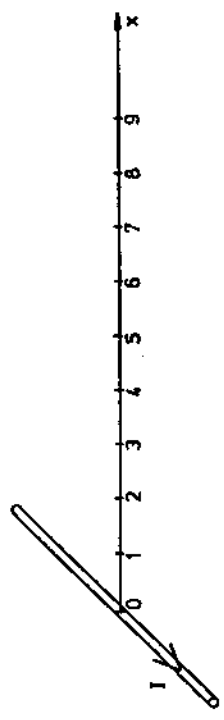


- 3.1 Beschreiben Sie einen Versuch zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft mit Hilfe stehender Wellen!
- 3.2 In einem mit Luft gefüllten Kundtschen Rohrschen Rohr beträgt der Abstand zwischen dem 1. Knoten und dem 5. Knoten einer stehenden Welle 36,4 cm.
 Ersetzt man die Luft durch Kohlendioxid, so beträgt der Abstand zwischen dem 1. Knoten und dem 5. Knoten 28,4 cm.
 Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit in Kohlendioxid!
 ($c_{\text{Luft}} = 340 \text{ m/s}$)
- 3.3 In einem beidseitig offenen mit Luft gefüllten Rohr der Länge $L = 0,5 \text{ m}$ beobachtet man eine stehende Welle mit insgesamt 3 Knoten.
- 3.3.1 Berechnen Sie die Frequenz der Schallquelle!
- 3.3.2 Bei welcher Anregungsfrequenz verdoppelt sich die Anzahl der Knoten?

Aufgabe II

- 1 Geben Sie die Definition der magnetischen Induktion B an!
- 2 In der Umgebung eines langen geradlinigen Leiters, der von einem starken Strom I durchflossen wird, wurde die magnetische Induktion B_1 an den bezeichneten Stellen gemessen.



x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	cm
B_1	40	20	133	10	8	6,7	5,7	5	4,4	mT

- 2.1 Stellen Sie den Verlauf von B_1 graphisch dar!
 (Maßstab: x-Richtung $1 \text{ cm} \hat{=} 1 \text{ cm}$; y-Richtung $1 \text{ cm} \hat{=} 10 \text{ mT}$)

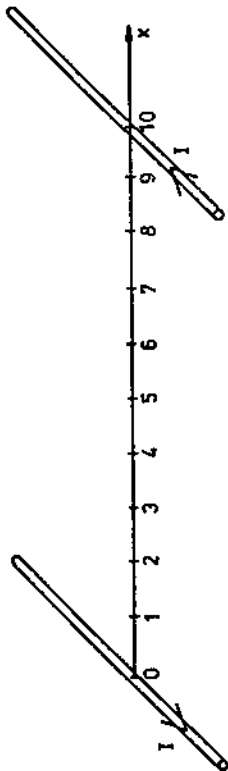
Die Aufgaben umfassen 6 Seiten.

Aufgabe I

- 1.1 Erläutern Sie die Begriffe Ausbreitungsgeschwindigkeit und Wellenlänge einer harmonischen Welle und leiten Sie die Gleichung her, die den Zusammenhang dieser Größen beschreibt!
- 1.2 Leiten Sie die Gleichung einer fortschreitenden harmonischen Welle her (mit Erläuterung der Zwischenschritte!)
- 2 Auf einem langen linearen Wellenträger läuft in x-Richtung eine sinusförmige Transversalwelle mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 2 \text{ m/s}$ zur Zeit $t = 0 \text{ s}$ im Ursprung los. Unmittelbar danach ergeben sich im Ursprung positive Klonsationen. Die Amplitude beträgt 10 cm , die Frequenz $0,5 \text{ Hz}$.

- 2.1 Berechnen Sie die Schwingungsdauer T und die Wellenlänge λ !
- 2.2 Geben Sie die Gleichung dieser Welle an!
- 2.3 Skizzieren Sie das Momentanbild der Welle für $t = 3/4 T$ und für $t = 3/2 T$!
 (Maßstab: x-Richtung $1 \text{ cm} \hat{=} 1 \text{ m}$; y-Richtung $1 \text{ cm} \hat{=} 10 \text{ cm}$)
- 2.4.1 Nach welcher Zeit hat die Welle die Stelle $x = 3 \text{ m}$ erreicht?
- 2.4.2 Welche Elongation besitzt dieses Teilchen zum Zeitpunkt $t = 4,8 \text{ s}$?
- 2.4.3 Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Auslenkung des Teilchens an dieser Stelle für $0 \text{ s} \leq t \leq 4 \text{ s}$!
 (Maßstab: x-Richtung $1 \text{ cm} \hat{=} 0,5 \text{ s}$; y-Richtung $1 \text{ cm} \hat{=} 10 \text{ cm}$)
- 2.5 Wie groß ist die maximale kinetische Energie eines Teilchens mit der Masse $m = 1 \text{ g}$?

2.2 Ein zweiter Leiter, der vom ersten Leiter den Abstand 10 cm hat, wird vom gleichen Strom I in der entgegengesetzten Richtung durchflossen.



2.2.1 Geben Sie Betrag und Richtung von \vec{B}_1 und \vec{B}_2 im Punkt P ($x = 3$ cm) an! Ermitteln Sie Betrag und Richtung von $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ in P!

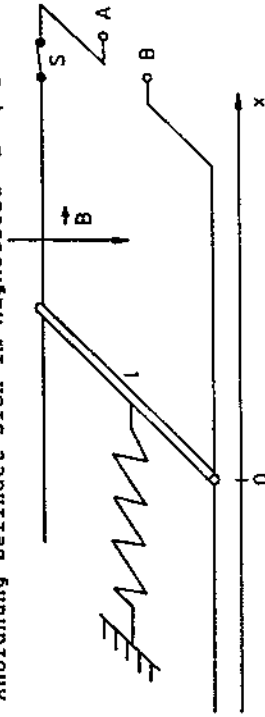
2.2.2 Ergänzen Sie die Wertetabelle (2.) für B_2 und B ! Zeichnen Sie B_2 und B in das Koordinatensystem (2.1) ein!

2.3 Eine schmale rechteckige Leiterschleife wird auf der x-Achse von P1 ($x_1 = 1$ cm) nach P2 ($x_2 = 9$ cm) im Feld (2.2) gleichförmig bewegt (lange Seite parallel zum Leiter, kurze Seite parallel zur x-Achse).

2.3.1 Begründen Sie, daß bei dieser Bewegung an den Enden der Leiterschleife eine Spannung induziert wird!

2.3.2 Beschreiben Sie (ohne Rechnung) den Verlauf der induzierten Spannung in Abhängigkeit von der Position der Leiterschleife!

3 Auf zwei parallelen waagerechten Metallschienen mit vernachlässigbarem Ohmschen Widerstand liegt ein Leiter (Länge $l = 20$ cm, Masse $m = 160$ g, Ohmscher Widerstand $R = 2$ Ohm), der an einer Schraubenfeder (Federkonstante für Dehnung und Stauchung $D = 1$ N/cm) befestigt ist. Die Anordnung befindet sich im Magnetfeld \vec{B} ($B = 1$ T).



3.1 Berechnen Sie die Spannung, die man zwischen den Punkten A und B (bei geschlossenem Schalter S) anlegen muß, damit der Leiter um 4 cm in positiver x-Richtung verschoben wird! Wie muß die Spannungsquelle gepolt sein?

3.2 Der Schalter S wird nun geöffnet. Danach wird zwischen den Enden des Leiters eine Wechselspannung induziert.

Leiten Sie die Gleichung dieser Wechselspannung her! (Von Reibung ist abzusehen.)

4 Legt man an eine Spule mit dem Ohmschen Widerstand 20 Ohm und der Induktivität 14,4 mH eine sinusförmige Wechselspannung mit der Scheitelspannung 7 V an, so bestimmt man die effektive Stromstärke in diesem Kreis zu 0,1 A.

4.1.1 Bestimmen Sie die Frequenz der angelegten Spannung! (Ergebnis: 500 Hz)

4.1.2 Bestimmen Sie die Phasenverschiebung zwischen der angelegten Spannung und der Stromstärke im Kreis! Deuten Sie das Vorzeichen der Phasenverschiebung! (Ergebnis: $\varphi = 66,2^\circ$)

4.1.3 Bestimmen Sie die Energie, die im Laufe einer Periodendauer aus der Spannungsquelle entnommen wird!

4.2 Bestimmen Sie die Kapazität eines Kondensators, der in diesen Serienkreis zugeschaltet werden muß, damit der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ bei der anliegenden Frequenz von 500 Hz maximal wird!

Aufgabe III

1.1 Skizzieren Sie und erläutern Sie den Versuchsaufbau zur Erzeugung des Spektrums einer Natriumdampflampe mit Hilfe eines optischen Gitters!

1.2 Wie ändert sich die beobachtete Lichterscheinung, wenn man die Natriumdampflampe durch eine Glühlampe ersetzt?

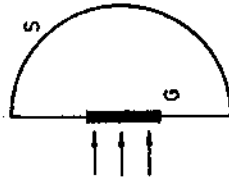
2 Ein paralleles Bündel weißen Lichts (400 nm - 750 nm) fällt senkrecht auf ein optisches Gitter.

2.1 Prüfen Sie, ob sich irgendeine Farbe des Spektrums 1. Ordnung mit irgendeiner Farbe des Spektrums 2. Ordnung überlagert!

2.2 Untersuchen Sie, bis zu welcher größten Ordnung die Spektren noch vollständig entstehen können, wenn das verwendete Gitter 500 Striche pro Millimeter besitzt!

2.3 Der Abstand eines ebenen Schirms vom Gitter beträgt 2,20 m. Bestimmen Sie die Mindestbreite, die der Schirm haben muß, damit die beiden Spektren 2. Ordnung auf ihm sichtbar gemacht werden können!

3 Monochromatisches Licht fällt auf ein Gitter G mit der Gitterkonstanten g_1 . Auf einem halbkreisförmigen Schirm S beobachtet man die Beugungsfigur. Danach wird das Gitter gegen ein anderes mit der Gitterkonstanten g_2 ausgetauscht und der Raum zwischen Gitter und Schirm mit einem Glasblock mit der Brechzahl $n = 1,5$ vollständig ausgefüllt.



3.1 Ermitteln Sie die Beziehung, die zwischen g_1 und g_2 bestehen muß, damit die Helligkeitsmaxima gleicher Ordnung in beiden Fällen an denselben Stellen des Schirms erscheinen!

3.2 Vergleichen Sie die Beugungsfiguren für den Fall, daß die Gitterkonstanten gleich sind ($g_1 = g_2$)! Untersuchen Sie, ob es dann auch Stellen auf dem Schirm gibt, an denen in beiden Fällen Helligkeitsmaxima erscheinen!

4 In einer Röntgenröhre werden Elektronen so beschleunigt, daß ihre Geschwindigkeit schließlich schließlich gleich der halben Vakuumlichtgeschwindigkeit ist.

4.1 Bestimmen Sie die Masse und die kinetische Energie dieser Elektronen!

(Ergebnis: $W_{\text{kin}} = 1,27 \cdot 10^{-14} \text{ J}$)

4.2 Bestimmen Sie die Grenzwellenlänge und die Grenzfrequenz der entstehenden Röntgenstrahlung!

5 In einer Beschleunigungsanlage für Elektronen entsteht eine elektromagnetische Strahlung, die geeignet ist, Elektron-Positron-Paare zu erzeugen.

5.1 Welche Beschleunigungsspannung ist dafür mindestens erforderlich?

5.2 Berechnen Sie den zur Paarerzeugung notwendigen Impuls der Photonen!

Angaben:

Ruhemasse eines Elektrons: $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Ladung eines Elektrons: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$

Vakuumlichtgeschwindigkeit: $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Plancksche Konstante: $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$