

Fach: Physik

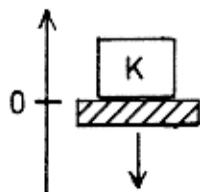
Prüfungsart: 1./2. Prüfungsfach

Dauer: 5 Stunden

Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner

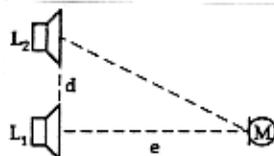
Die Aufgaben umfassen
5 Seiten.Hinweis: Benötigte Konstanten stehen für alle Aufgaben auf Seite 5.Aufgabe I

1. Auf einer horizontalen Platte liegt ein Körper K mit der Masse 1 kg. Die Platte führt eine harmonische Schwingung mit der Frequenz 1 s^{-1} und der Amplitude 0,05 m in vertikaler Richtung aus. Zur Zeit $t = 0 \text{ s}$ bewegt sich die Platte in negativer Richtung durch die Gleichgewichtslage.



- 1.1 Geben Sie Weg-Zeit-Gesetz, Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz und Beschleunigung-Zeit-Gesetz für diese Bewegung an.
- 1.2 Berechnen Sie die maximale kinetische Energie des Körpers K.
- 1.3 Erstellen Sie die Funktionsgleichung für den Betrag $F(t)$ der Anpreßkraft zwischen Körper und Platte.
- 1.4 In welchem Bahnpunkt der Bewegung ist die Anpreßkraft maximal? Berechnen Sie die maximale Kraft.

2. Zwei Lautsprecher, die gleichphasig schwingen, stehen im Abstand $d = 0,5 \text{ m}$ nebeneinander. Gegenüber Lautsprecher L_1 ist ein Mikrofon M in der Entfernung $e = 1,5 \text{ m}$ so aufgestellt, daß L_1 , L_2 und M ein rechtwinkliges Dreieck bilden.

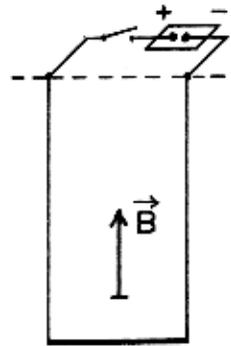


- 2.1 Berechnen Sie den Gangunterschied der Schallwellen in M, und leiten Sie daraus eine Gleichung für die Wellenlängen her, für die das Mikrofon ein Lautstärkemaximum registriert. Berechnen Sie die kleinste der zugehörigen Frequenzen.
- 2.2 Bei der konstanten Frequenz $f = 4190 \text{ Hz}$ wird das Mikrofon vom Lautsprecher L_1 weg bewegt. In welcher Entfernung von L_1 registriert es zum ersten Mal ein Minimum?
3. Zur Bestimmung der Meerestiefe werden stehende Schallwellen zwischen Schiffs- und Meeresboden erzeugt. (Am Schiffs- und am Meeresboden erfolgt Reflexion am festen Ende.) Bei einer solchen Echolotung registriert man bei der Frequenz $f_1 = 1000 \text{ Hz}$ eine stehende Welle. Bei Erhöhung der Frequenz entsteht die nächste stehende Welle bei $f_2 = 1010 \text{ Hz}$. Berechnen Sie den Abstand Schiffsboden - Meeresboden.

4. Zwei gleiche Kugeln mit den Ladungen $Q_1 = + 10^{-10} \text{ C}$ und $Q_2 = 4 \cdot Q_1$ haben den Mittelpunktsabstand 0,96 m.
- 4.1 Bestimmen Sie Betrag und Richtung der elektrischen Feldstärke in der Mitte zwischen den Kugeln.
- 4.2 In welchem Punkt ist die elektrische Feldstärke Null?

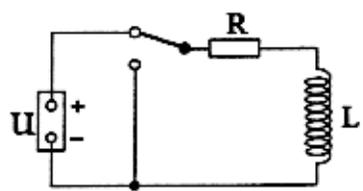
Aufgabe II

1. Ein 12 cm langer Metallstab der Masse 6 g ist an zwei 1,20 m langen Drähten waagrecht aufgehängt. Die Drahtenden sind über einen Schalter mit einer Gleichspannungsquelle verbunden. Die Leiterschaukel befindet sich vollständig in einem homogenen Magnetfeld, das senkrecht von unten nach oben gerichtet ist. Nach Schließen des Schalters fließt ein Strom der Stärke 3,6 A. Die Leiterschaukel wird um den Winkel $\alpha = 18^\circ$ ausgelenkt. Im folgenden sind die Drähte als starr und masselos anzusehen.



- 1.1 In welche Richtung wird die Leiterschaukel ausgelenkt? Begründen Sie Ihre Antwort.
- 1.2 Betrachten Sie die auf die ausgelenkte Leiterschaukel wirkenden Kräfte, und berechnen Sie die magnetische Flußdichte B des Magnetfeldes (Ergebnis: 44,3 mT).
- 1.3 Die beiden Aufhängerdrähte der ausgelenkten Leiterschaukel erfahren im homogenen Magnetfeld Kräfte aufgrund des Stromflusses in diesen Drahtstücken. Bestimmen Sie diese Kräfte nach Betrag und Richtung.
-
2. Eine 1m lange Spule S_1 der Querschnittsfläche 50 cm^2 mit 1000 Windungen ist von einem Gleichstrom der Stärke 1 A durchflossen.
- 2.1 Berechnen Sie die Induktivität L der Spule (Ergebnis: 6,30 mH).
- 2.2 Berechnen Sie die magnetische Flußdichte B im Innern der Spule (Ergebnis: 1.26 mT).
- 2.3 Welche magnetische Energie enthält ein Feldbereich vom Volumen 30 cm^3 im Spuleninnern?
- 2.4 In der großen Feldspule S_1 ist eine kleine Induktionsspule S_2 aus 5 Windungen vom Radius 1 cm um einen Durchmesser als Achse drehbar. Diese Achse steht senkrecht zur Achse der Feldspule. Die Querschnittsebene von Spule S_2 steht parallel zu den Feldlinien des Magnetfeldes in S_1 . Aus dieser Ausgangslage wird sie mit der konstanten Frequenz 50 s^{-1} gedreht.
- 2.4.1 Bestimmen Sie den magnetischen Fluß Φ durch die Induktionsspule für ihre Ausgangslage. Geben Sie die Funktionsgleichung zu $\Phi(t)$ für die Induktionsspule bei ihrer Drehung an.
- 2.4.2 Berechnen Sie die Spannung $U(t)$, welche bei der Drehung in der kleinen Spule induziert wird.

3. Eine mit Eisen gefüllte Spule ist über den Widerstand $R = 1k\Omega$ und einen Umschalter mit einer Gleichspannungsquelle von 10 V verbunden. Der Gleichstromwiderstand der Spule kann vernachlässigt werden. Nach Umschalten zur Zeit $t = 0$ genügt die Stromstärke $I(t)$ im Kreis aus Widerstand und Spule der Differentialgleichung



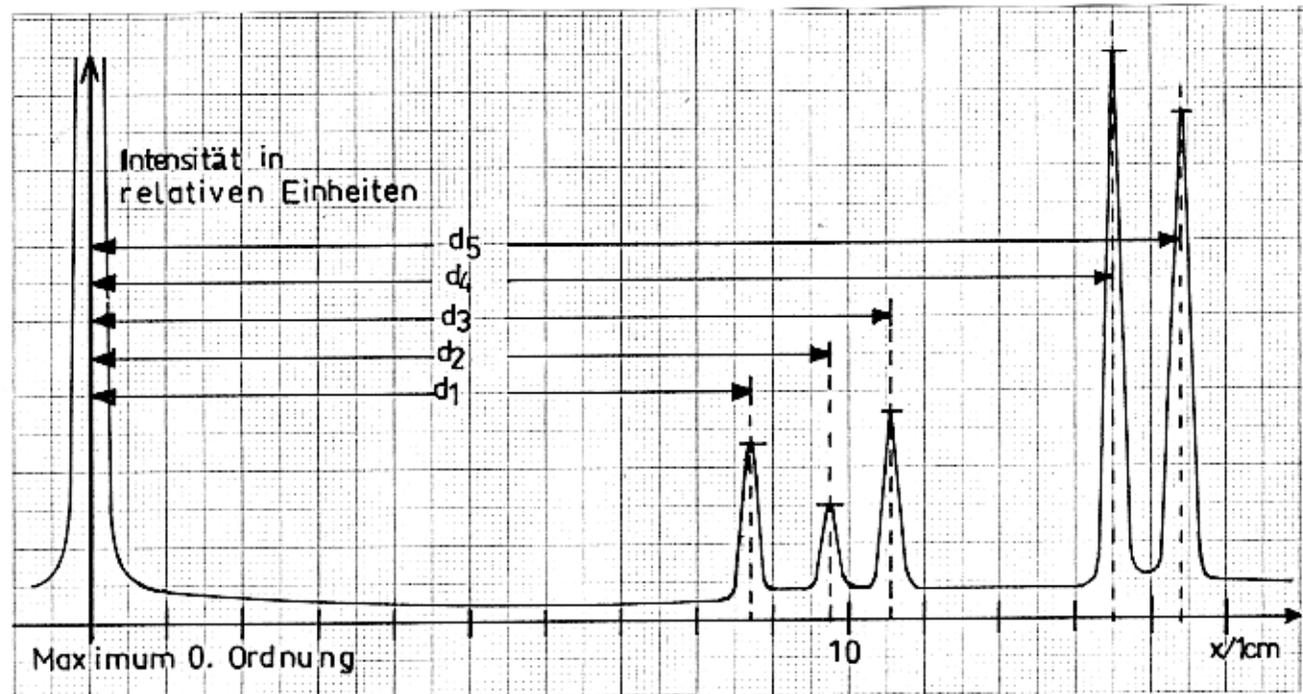
$$\dot{I}(t) + (R/L) \cdot I(t) = 0$$

$I(t)$ fällt in $0,04\text{ s}$ auf die Hälfte des Anfangswertes ab.

- 3.1 Zeigen Sie, daß $I(t) = I_0 \cdot e^{-(R/L) \cdot t}$ die Differentialgleichung löst.
 3.2 Bestimmen Sie $I(0\text{s})$ und $I(0,08\text{s})$, und zeichnen Sie den Graph zu $I(t)$. Wählen Sie geeignete Einheiten auf den Achsen.
 3.3 Berechnen Sie die Induktivität L der Spule.
 3.4 Bei eisenfreier Spule fällt die Stromstärke $I(t)$ in $50\ \mu\text{s}$ auf die Hälfte ihres Anfangswertes ab. Errechnen Sie die relative Permeabilität des Eisens.

Aufgabe III

1. Licht einer Quecksilberdampf Lampe durchstrahlt ein optisches Gitter mit 570 Strichen pro mm und erzeugt auf einem Schirm im Abstand $41,1\text{ cm}$ das Hg-Linienspektrum. Im Abstand $d_3 = 105,5\text{ mm}$ vom Maximum 0. Ordnung liegt die blaue Spektrallinie. Das folgende Diagramm zeigt die experimentell ermittelte Intensitätsverteilung für das Hg-Linienspektrum.



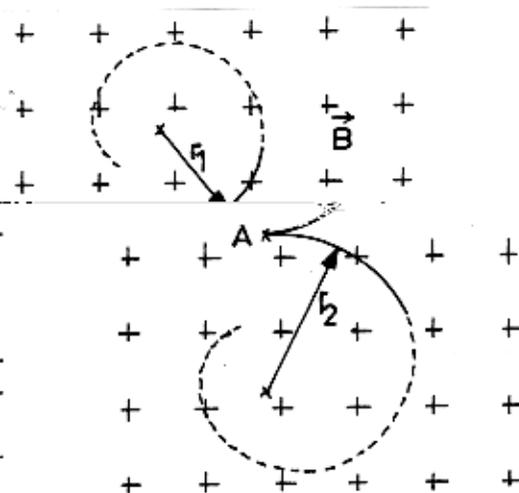
- 1.1 Ordnen Sie den anderen Abständen d_1 , d_2 , d_4 , d_5 die Farben Grün, Gelb, Violett und Ultraviolett richtig zu.
- 1.2 Errechnen Sie die Wellenlänge der zu d_4 gehörigen Linie.
2. Eine Fotozelle wird gleichbleibend mit blauem Hg-Licht der Wellenlänge 436 nm gemäß dem Diagramm in 1. beleuchtet. Die Fotostromstärke I wird in Abhängigkeit von der Spannung U_{KA} der Anode gegen die Kathode gemessen.

Meßtabelle:

$U_{KA}/1V$	-1,1	-1,0	-0,8	-0,5	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
$I/10^{-10}A$	0	0,1	0,3	0,8	2,3	4,1	6,0	6,9	7,2	7,3	7,3	7,3

- 2.1 Zeichnen Sie das $I-U_{KA}$ -Diagramm, und deuten Sie den Graphen für $U_{KA} < 0$; $0 \leq U_{KA} < 2,5 V$; $2,5 V \leq U_{KA}$ (Horizontalachse: $1 \text{ cm} \cong 0,5 V$; Vertikalachse: $1 \text{ cm} \cong 10^{-10} A$).
- 2.2 Berechnen Sie die Austrittsarbeit W_A und die Grenzwellenlänge λ_{Grenz} .
- 2.3 Statt des blauen Hg-Lichts gemäß dem Diagramm in Aufgabenteil 1. wird das dort durch d_2 gekennzeichnete Licht eingestrahlt bei sonst unveränderter Versuchsanordnung. Begründen Sie im einzelnen, welche Änderungen im Verlauf des Graphen $I(U_{KA})$ dadurch eintreten.

3. Ein Elektron-Positron-Paar wird durch ein Photon erzeugt. Beide Teilchen bewegen sich anschließend senkrecht zu den Feldlinien eines zeitlich konstanten homogenen Magnetfeldes. Die Feldlinien senkrecht in die Zeichenebene hinein verlaufen. Der Anfang der Teilchenspuren ist in nebenstehender Skizze einer photographischen Blaskameraaufnahme nachgezeichnet. Die Abweichung der durchgezogenen Teile der Spuren von idealen Kreisbahnen sei vernachlässigbar.



- 3.1 Welche Spur gehört zum Positron? Begründen Sie Ihre Antwort.
- 3.2 Die Bahnradien sind $r_1 = 1,4 \text{ cm}$ und $r_2 = 2,1 \text{ cm}$, die magnetische Flußdichte beträgt $B = 0,2 \text{ T}$. Berechnen Sie die Impulse von Elektron und Positron für den Ausgangspunkt A ihrer Bahnen.
(Ergebnis: $p_1 = 4,48 \cdot 10^{-22} \text{ kgms}^{-1}$, $p_2 = 6,72 \cdot 10^{-22} \text{ kgms}^{-1}$)
- 3.3 Für jedes Teilchen gilt die Energie-Impuls-Beziehung $W^2 = (m_0 c^2)^2 + p^2 c^2$.
- 3.3.1 Bestimmen Sie die Energien von Elektron und Positron und die Mindestenergie des Photons (Teilergebnis: $W_{\text{Photon}} \geq 3,75 \cdot 10^{-18} \text{ J}$).
- 3.3.2 Errechnen Sie den Betrag des Impulses, den das Photon mindestens besitzt, und erstellen Sie die Bilanz der Impulsbeträge für Photon, Elektron und Positron. Erläutern Sie das Ergebnis.

Angaben:

Erdbeschleunigung	: g	= 9,81 ms ⁻²
Schallgeschwindigkeit in Luft	: c _l	= 340 ms ⁻¹
Schallgeschwindigkeit in Meerwasser:	c _w	= 1500 ms ⁻¹
Elektrische Feldkonstante	: ε ₀	= 8,85 · 10 ⁻¹² AsV ⁻¹ m ⁻¹
Magnetische Feldkonstante	: μ₀	= 1,26 · 10⁻⁶ VsA⁻¹m⁻¹
Vakuum-Lichtgeschwindigkeit	: c	= 3,00 · 10 ⁸ ms ⁻¹
Plancksches Wirkungsquantum	: h	= 6,63 · 10 ⁻³⁴ Js
Ruhemasse des Elektrons	: m ₀	= 9,11 · 10 ⁻³¹ kg
Elementarladung	: e	= 1,60 · 10 ⁻¹⁹ C