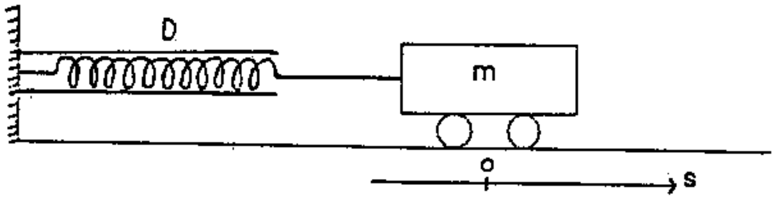
Schriftliche Abiturprüfung 1991
Fach: Physik
Prüfungsart: 1./2. Prüfungsfach
Dauer: 5 Stunden
Zugelassene Hilfsmittel : Taschenrechner

Die Aufgaben umfassen 5 Seiten.

Aufgabe I

1. Gegeben ist folgende Anordnung:



Die Feder hat die Federkonstante D. Die Masse der Feder sowie bewegungshemmende Reibungskräfte sind vernachlässigbar. Der zunächst ruhende Wagen mit der Masse m wird so ausgelenkt, daß er nach dem Loslassen eine harmonische Schwingung ausführt.

1.1 Wann nennt man eine mechanische Schwingung harmonisch?

1.2 Leiten Sie aus dem für eine harmonische Schwingung geltenden Kraftgesetz die Differentialgleichung der harmonischen Schwingung her. Zeigen Sie, daß

$$s(t) = s_m \cdot \cos \omega t \quad \text{mit} \quad \omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$$

eine Lösung der Differentialgleichung ist.
Zu welchen Zeitpunkten hat bei dieser Lösung die Elongation s Extremwerte?

1.3 Der Wagen mit der Masse 250 g wird aus der Gleichgewichtslage um die Strecke 3 cm nach rechts ausgelenkt und dann zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s losgelassen. Zur Zeit $t_1 = 0{,}15$ s bewegt er sich zum ersten Male durch die Gleichgewichtslage.

1.3.1 Wie groß sind Schwingungsdauer T und Frequenz f der Schwingung?

1.3.2 Berechnen Sie die Federkonstante D.
(Zur Kontrolle: $D = 27{,}4\ \mathrm{Nm^{-1}}$)

1.3.3 Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Wagens zum Zeitpunkt $t_2 = 0{,}8$ s .

1.3.4 Berechnen Sie die maximale Beschleunigung a_m.

1.4 Auf den Wagen von 1.3 wird nun ein zweiter Körper mit der gleichen Masse gelegt. Bis zu welcher größtmöglichen Amplitude darf man den so beladenen Wagen auslenken, ohne daß bei einer maximalen Haftreibungskraft von 1,0 N zwischen den beiden Körpern der obere Körper bei der Schwingung verrutscht?

2.1 $s(x,t) = 2 \cdot s_m \cdot \cos 2\pi \frac{x}{\lambda} \cdot \sin 2\pi \frac{t}{T}$ ist die Gleichung einer stehenden linearen Welle.

2.1.1 Leiten Sie diese Gleichung her aus den Gleichungen zweier gegenläufiger fortschreitender Wellen. Beachten Sie dabei:

$$\sin\alpha + \sin\beta = 2 \sin \frac{\alpha+\beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha-\beta}{2} \quad .$$

2.1.2 Wo liegen bei obiger stehenden Welle die Schwingungsknoten?

2.1.3 Zeichnen Sie für die durch

$$s(x,t) = 2\,\mathrm{cm} \cdot \cos \frac{\pi}{4\,\mathrm{cm}}\, x \cdot \sin \frac{\pi}{1\,\mathrm{s}}\, t$$

beschriebene stehende Welle die Momentanbilder für $t_1 = \frac{T}{12}$ und $t_2 = \frac{T}{4}$ im Bereich $0 \le x \le \lambda$ in ein Schaubild.

2.2 Auf einem 2,70 m langen beiderseits eingespannten Draht wird bei einer Anregungsfrequenz von 50 Hz eine stehende Welle mit 10 Knoten (einschließlich der Randpunkte) beobachtet.
Wie schnell breitet sich eine fortschreitende Welle auf dem Draht aus, und bei welcher nächsthöheren Frequenz läßt sich der Draht wieder zu einer stehenden Welle anregen?

Aufgabe II

1.1 Beschreiben Sie den Aufbau einer Braunschen Röhre und fertigen Sie dazu eine Zeichnung an.

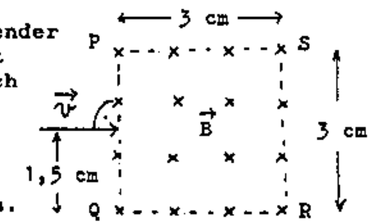
1.2 Berechnen Sie die Geschwindigkeit, die ein freies, zunächst ruhendes Elektron nach Durchlaufen der Beschleunigungsspannung 71,0 V besitzt.

1.3 Ein Elektron tritt mit der Geschwindigkeit $v = 5{,}0 \cdot 10^6\ \mathrm{ms^{-1}}$ in das homogene Feld eines Ablenkkondensators ein, senkrecht zu den Feldlinien. Die Platten haben den Abstand $d = 3{,}0$ cm und die Länge $l = 4{,}0$ cm, die Kondensatorspannung beträgt $U = 30{,}0$ V.

1.3.1 Berechnen Sie die Zeit, die das Elektron zum Durchlaufen des Kondensators braucht, und den Betrag seines Geschwindigkeitsvekors beim Verlassen des Feldes.

1.3.2 Berechnen Sie die Ablenkung des Elektrons gegenüber der ursprünglichen Richtung beim Verlassen des Kondensators.

2. Ein Elektron tritt gemäß nebenstehender Zeichnung mit der Geschwindigkeit $v = 5{,}0 \cdot 10^6\ \mathrm{ms^{-1}}$ in ein quadratisch begrenztes homogenes Magnetfeld ein, senkrecht zu den Feldlinien. Die magnetische Induktion $\vec{B}$ zeigt in die Zeichenebene. P,Q,R,S sind die Ecken des Quadrats.



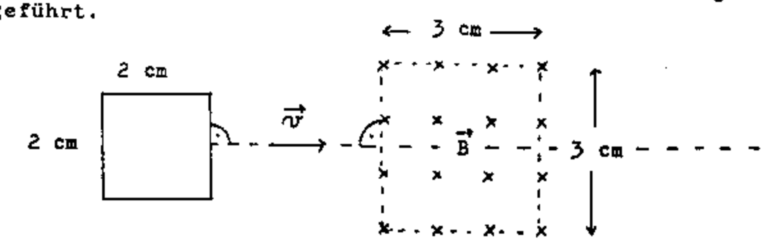
2.1 Begründen Sie, daß das Elektron im Magnetfeld sich gleichförmig auf einem Kreisbogen bewegt, und leiten Sie die Gleichung zur Ermittlung des entsprechenden Radius her.

2.2.1 Bestimmen Sie die magnetische Induktion B so, daß der Radius r des Kreisbogens gerade 1,5 cm beträgt.

2.2.2 Wo liegt in diesem Falle der Mittelpunkt des Kreisbogens? Begründen Sie Ihre Antwort.

2.2.3 Wie lange bewegt sich das Elektron in diesem Falle innerhalb des Magnetfelds?

3. Durch das quadratisch begrenzte Magnetfeld mit der magnetischen Induktion $B = 1{,}9 \cdot 10^{-3}$ T wird nun - siehe folgende Zeichnung - eine quadratische Leiterschleife mit der Seitenlänge 2 cm gleichförmig mit der Geschwindigkeit $\vec{v}$ geführt.



3.1 Begründen Sie, daß in der Leiterschleife nur während des Eintretens in das Feld bzw. Austretens aus dem Feld ein Induktionsstrom fließt.

3.2 Berechnen Sie die Geschwindigkeit v, bei der unter obigen Bedingungen die Induktionsspannung den Wert 10^{-6} V hat.

Aufgabe III

1.1 Ein geladener Kondensator wird mit einer Spule zu einem geschlossenen Schwingkreis verbunden. Erläutern Sie das Zustandekommen einer gedämpften elektrischen Schwingung in diesem Schwingkreis. Gehen Sie dabei auch auf die stattfindenden Energieumwandlungen ein.

1.2 Die Frequenz eines ungedämpften elektrischen Schwingkreises beträgt 300 kHz. Die Induktivität der Schwingkreisspule beträgt 0,6 mH, die maximale Kondensatorsspannung beträgt 400 V.

1.2.1 Bestimmen Sie die Kapazität und die maximale Ladung des Kondensators. (Zur Kontrolle: C = 469 pF)

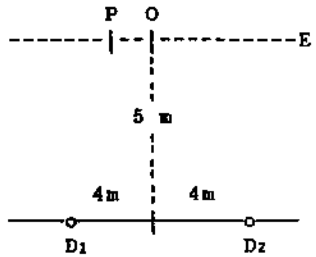
1.2.2 Bestimmen Sie die den Energieinhalt des Schwingkreises und die maximale Stromstärke.

1.2.3 Wie lautet die Gleichung für die momentane Stromstärke I(t), wenn zum Zeitpunkt t = 0 s die Kondensatorspannung ihren Höchstwert hat?

1.2.4 Wie ändert sich die Frequenz des Schwingkreises, wenn dem Kondensator ein Kondensator dreifacher Kapazität parallel geschaltet wird?

2.1 Zeichnen Sie das Schaltbild eines Versuchsaufbaus, mit dem ein Dipol zu einer elektrischen Schwingung angeregt werden kann.

2.2 Zwei Dipole D_1 und D_2 schwingen gleichphasig. Sie sind parallel zueinander in einem Abstand von 8 m aufgestellt. Parallel zur Ebene, in der beide Dipole liegen, verläuft im Abstand 5 m eine Beobachtungsebene E. Im Punkt P der Beobachtungsebene registriert man das erste seitliche Maximum. Der Punkt P hat vom Punkt O der Beobachtungsebene den Abstand 1 m.



Berechnen Sie die Wellenlänge der von den Dipolen abgestrahlten elektromagnetischen Wellen.

3.1 Eine Vakuumphotozelle wird mit Licht der Wellenlänge 436 nm bestrahlt; durch Anlegen der Gegenspannung 0,18 V wird der Photostrom gerade Null.
Untersuchen Sie, ob Licht der Wellenlänge 654 nm aus dieser Photozelle Elektronen herauslösen kann.

3.2 Eine Vakuumphotozelle wird mit UV-Licht der Wellenlänge 375 nm bestrahlt. Die Strahlungsleistung auf der Kathode beträgt $7{,}5 \cdot 10^{-3}$ W. Saugt man alle aus der Kathode herausgelösten Photoelektronen ab, so mißt man eine Stromstärke von $4{,}5 \cdot 10^{-10}$ A.
Berechnen Sie die im Mittel je Photoelektron eingestrahlte Anzahl von Photonen.

Angaben:

Spezifische Ladung des Elektrons:	$1{,}76 \cdot 10^{11}\ \mathrm{A \cdot s \cdot kg^{-1}}$
Ladung des Elektrons:	$1{,}60 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{A \cdot s}$
Vakuumlichtgeschwindigkeit:	$3{,}00 \cdot 10^{8}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
Plancksche Konstante:	$6{,}63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}$
