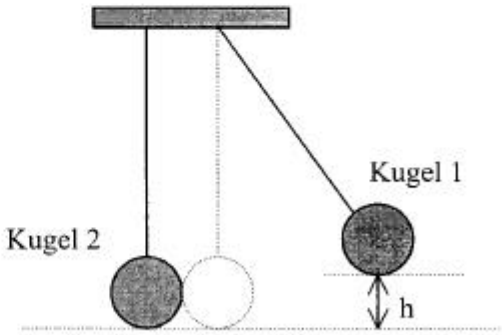
Schriftliche Abiturprüfung 2003 Seite 1
Fach: Physik
Prüfungsart: 3. Prüfungsfach Die Aufgaben umfassen 5 Seiten.
Dauer: 3,5 Stunden
Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner

Hinweis: Eine Auflistung physikalischer Konstanten befindet sich auf Seite 5.

Aufgabe I

1 Eine Kugel mit der Masse m_1 hängt an einem Faden. Sie wird ausgelenkt und in der Höhe $h = 10{,}0$ cm losgelassen. Im tiefsten Punkt ihrer Bahn trifft diese Kugel zentral auf eine ruhende gleich große Kugel mit der Masse $m_2 = \frac{5}{3} \cdot m_1$, die an einem gleich langen Faden hängt. Die Masse der Fäden ist zu vernachlässigen, ebenso der Luftwiderstand.



1.1 Für die Geschwindigkeit v_1 der Kugel 1 unmittelbar vor dem Stoß gilt: $v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$. Leiten Sie diese Beziehung her und berechnen Sie v_1 .

1.2 Die Kugeln bewegen sich nach dem Stoß in entgegengesetzten Richtungen, die Kugel 1 hat unmittelbar nach dem Stoß den Geschwindigkeitsbetrag 0,1 m/s . Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Kugel 2 unmittelbar nach dem Stoß.

2 Gegeben sind zwei Plattenkondensatoren. Der Kondensator 1 hat horizontal angeordnete Platten, ist mit Luft gefüllt und hat den festen Plattenabstand 1,0 cm. Seine Kapazität beträgt 8,85 pF. Der Kondensator 2 ist auch mit Luft gefüllt, hat gleich große Platten wie Kondensator 1, sein Plattenabstand kann verändert werden.

2.1 Der Kondensator 1 wird an einer Gleichspannungsquelle auf die Spannung 1200 V aufgeladen und dann von der Spannungsquelle getrennt. Berechnen Sie die Ladung Q des Kondensators 1, den Flächeninhalt einer Platte und den Betrag der elektrischen Feldstärke zwischen den Platten.

2.2 Im Innern des Kondensators 1 soll nun die elektrische Feldstärke $4{,}09 \cdot 10^4$ V/m vorliegen. Dies soll dadurch erreicht werden, dass dem geladenen Kondensator 1 der zunächst ungeladene Kondensator 2 parallel geschaltet wird.

2.2.1 Berechnen Sie die Ladung Q_2 , die dazu von Kondensator 1 an Kondensator 2 abgegeben werden muss. (Ergebnis: $Q_2 = 7{,}0 \cdot 10^{-9}$ As)

2.2.2 Berechnen Sie die Kapazität C_2 , die der Kondensator 2 zur Aufnahme von Q_2 haben muss, und den Plattenabstand, der dazu bei Kondensator 2 eingestellt werden muss.

3 Mit einem Fadenstrahlrohr kann man die spezifische Ladung e/m_e von Elektronen bestimmen. Dazu werden Elektronen durch die Spannung U auf die Geschwindigkeit $\vec{v}$ beschleunigt und durch ein homogenes-Magnetfeld mit der magnetischen Flussdichte $\vec{B}$ auf eine Kreisbahn vom Radius r abgelenkt.

3.1 Leiten Sie die Beziehung $\frac{e}{m_e} = \frac{2 \cdot U}{r^2 \cdot B^2}$ für die spezifische Ladung der Elektronen her.

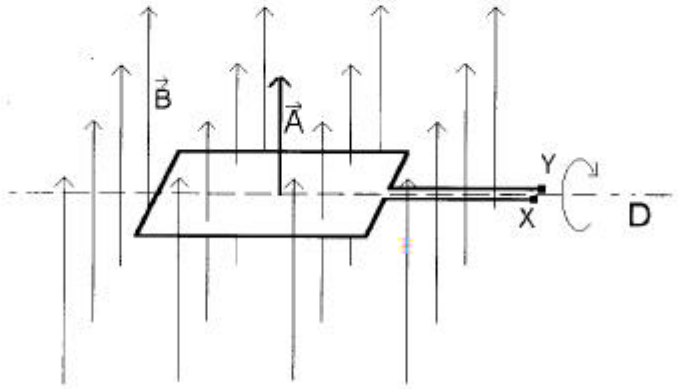
3.2 Das Fadenstrahlrohr befindet sich innerhalb eines sogenannten Helmholtz-Spulenpaares. Dieses erzeugt ein homogenes Magnetfeld, dessen magnetische Flussdichte den festen Betrag B hat.
Bei gleichbleibender Beschleunigungsspannung U werden die Bahnradien in zwei verschiedenen Stellungen der gesamten Anordnung gemessen:
Stellung 1: Das Spulenfeld verläuft parallel zum Erdmagnetfeld in gleicher Richtung.
Stellung 2: Das Spulenfeld ist entgegengesetzt zum Erdmagnetfeld gerichtet.

3.2.1 Begründen Sie, dass für die Radien r_1 und r_2 der entsprechenden Elektronenbahnen gilt: $r_1 < r_2$.

3.2.2 Das Erdmagnetfeld hat die magnetische Flussdichte 50 µT. Berechnen Sie das Verhältnis $\frac{r_1}{r_2}$ der beiden Radien, wenn B = 1,5 mT beträgt.

Aufgabe II

1 Eine rechteckige Leiterschleife mit den Seitenlängen a = 6 cm und b = 2 cm befindet sich immer vollständig in einem homogenen Magnetfeld. Der Betrag der magnetischen Flussdichte $\vec{B}$ beträgt 0,5 T.
Die Leiterschleife wird um die Drehachse D gedreht mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit $\omega = 2\pi \cdot 50 s^{-1}$. Die Drehachse verläuft senkrecht zu $\vec{B}$.
$\vec{A}$ ist ein Flächenvektor der von der Leiterschleife gebildeten Rechteckfläche.
Zur Zeit t = 0 s befindet sich die Leiterschleife in der skizzierten Situation senkrecht zu den Feldlinien.



1.1 Berechnen Sie den magnetischen Fluss durch die Leiterschleife zum Zeitpunkt $t = 0$ s und nachdem die Leiterschleife um den Winkel $60°$ gedreht wurde.

1.2 Welchen Winkel schließen Flächenvektor $\vec{A}$ und magnetische Flussdichte $\vec{B}$ zum Zeitpunkt 0,006 s ein?

1.3 Leiten Sie mit Hilfe des Induktionsgesetzes die Gleichung für die induzierte Wechselspannung U(t) her, die zwischen den Punkten X und Y auftritt.
Geben Sie den Effektivwert der induzierten Wechselspannung an sowie ihre Frequenz f und die zugehörige Periodendauer T .
In welchen Positionen der Leiterschleife hat die induzierte Spannung den größten Betrag?

1.4 Die Wechselspannung $U(t) = 0{,}188\,\text{V} \cdot \sin(2\pi \cdot 50\,\text{s}^{-1} \cdot t)$ wird an einen ohmschen Widerstand mit $R = 10\,\Omega$ gelegt.
Geben Sie die mittlere Leistung $\overline{P}$ im Stromkreis an.

2 Ein Schwingkreis besteht aus einer Spule der Induktivität $L = 2{,}5$ mH und einem Kondensator der Kapazität $C = 4\,\mu$F. Man registriert in diesem Kreis eine ungedämpfte elektromagnetische Schwingung. Die maximale Ladung des Kondensators beträgt $8{,}0 \cdot 10^{-6}$ As.

2.1 Berechnen Sie die Schwingungsdauer T und die Frequenz f der Schwingung.

2.2 Der Nullpunkt der Zeitmessung sei so gewählt, dass für die Ladung des Kondensators gilt: $Q(t) = 8{,}0 \cdot 10^{-6}\,\text{As} \cdot \cos(10^4\,\text{s}^{-1} \cdot t)$.

2.2.1 Wie lauten dann die Gleichung für die Stromstärke I(t) im Schwingkreis und die Gleichung für die Spannung U(t) am Kondensator ?

2.2.2 Bestätigen Sie rechnerisch, dass die Summe aus magnetischer Feldenergie und elektrischer Feldenergie im Schwingkreis zu jedem Zeitpunkt t den gleichen Wert hat.

2.2.3 Erklären Sie die Tatsache, dass im Schwingkreis die maximale magnetische Feldenergie gleich der maximalen elektrischen Feldenergie ist.

2.2.4 Zu bestimmten Zeitpunkten ist im Schwingkreis die magnetische Feldenergie gleich der elektrischen Feldenergie. Wie groß sind zu diesen Zeitpunkten die Ladung auf dem Kondensator und die Stromstärke im Schwingkreis?

Aufgabe III

1 Ein schmales Bündel parallelen Lichts der Frequenz f fällt senkrecht auf ein optisches Gitter mit der Gitterkonstanten $g = 4{,}50 \cdot 10^{-6}$ m. Auf einem zum Gitter parallelen Schirm im Abstand von 80,0 cm haben die beiden Maxima erster Ordnung einen Abstand von 15,6 cm . Berechnen Sie die Wellenlänge und die Frequenz des Lichtes.

2 Eine Photozelle wurde mit Licht verschiedener Frequenzen bestrahlt. Die zugehörige Photospannung U wurde gemessen.

Farbe	Frequenz f	Photospannung U
gelb	$5{,}19 \cdot 10^{14}\ s^{-1}$	0,13 V
grün	$5{,}49 \cdot 10^{14}\ s^{-1}$	0,27 V
blau	$6{,}88 \cdot 10^{14}\ s^{-1}$	0,81 V
violett	$7{,}41 \cdot 10^{14}\ s^{-1}$	1,02 V

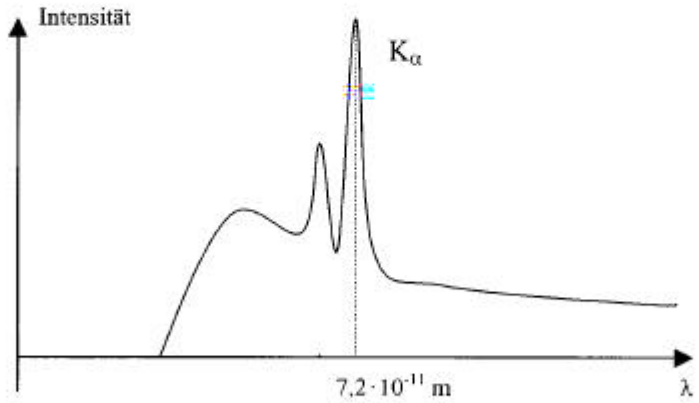
Zeichnen Sie ein entsprechendes f-U-Diagramm und bestimmen Sie mit Hilfe von Messdaten die plancksche Konstante h und die Austrittsarbeit W_A .

3.1 Skizzieren Sie den Aufbau einer Röntgenröhre und erläutern sie kurz das Zustandekommen der Röntgenbremsstrahlung und der charakteristischen Strahlung beim Betrieb der Röhre.

3.2 Röntgenspektren haben die Eigenschaft, dass in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung U_B eine kleinste Wellenlänge λ_{min} auftritt.

Zeigen Sie, dass gilt: $\lambda_{min} \cdot U_B$ = konstant, wobei die Konstante gleich $\frac{h \cdot c}{e}$ ist.

3.3 Nachstehende Abbildung skizziert bei der Beschleunigungsspannung 40 kV die Intensitätsverteilung im Röntgenspektrum eines bestimmten Anodenmetalls.



Nennen Sie das für die K_α–Linie geltende Moseley-Gesetz und berechnen Sie die Ordnungszahl Z des Anodenmetalls.

4 Polonium $^{210}_{84}Po$ ist ein reiner Alphastrahler. Bei dem Alphazerfall entsteht Blei (Pb).

4.1 Geben Sie die Reaktionsgleichung dieses radioaktiven Zerfalls an.

4.2 Ein $^{210}_{84}Po$ – Präparat mit der Masse 3 mg sendet zu Beginn $3 \cdot 10^{13}$ α-Teilchen pro Minute aus.

4.2.1 Berechnen Sie die zunächst vorhandene Anzahl der Poloniumatome.
(Ergebnis: $8{,}60 \cdot 10^{18}$)

4.2.2 Berechnen Sie die Zerfallskonstante von $^{210}_{84}Po$.

Konstanten

Atomare Masseneinheit	$u = 1{,}66055 \cdot 10^{-27}$ kg
Avogadro-Konstante	$N_A = 6{,}0221 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}
Elektrische Feldkonstante	$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ AsV^{-1}m^{-1}
Elementarladung	$e = 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C
Fallbeschleunigung	$g = 9{,}81$ ms^{-1}
Plancksche Konstante	$h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ Js
Relative Atommasse von $^{210}_{84}Po$	$A_r(^{210}_{84}Po) = 209{,}983$
Ruhemasse des Elektrons	$m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg
Rydbergfrequenz	$f_R = 3{,}29 \cdot 10^{15}$ s^{-1}
Vakuumlichtgeschwindigkeit	$c = 3{,}00 \cdot 10^{8}$ ms^{-1}