Mecklenburg-Vorpommern

Zentralabitur 2004

Physik

Leistungskurs

Aufgaben

Hinweise für die Schülerinnen und Schüler / Hilfsmittel

Aufgabenauswahl

- Die Prüfungsarbeit besteht aus einem Pflichtteil und einem Wahlteil.
- Die Pflichtaufgabe P ist vollständig zu bearbeiten.
- Weiterhin sind zwei Wahlaufgaben vollständig zu bearbeiten. Das betrifft von den Wahlaufgaben A entweder die Aufgabe A1 oder A2 **und** von den Wahlaufgaben B entweder die Aufgabe B1 oder B2.

Bearbeitungszeit

- Die Arbeitszeit beträgt 300 min. Zur Wahl der Aufgaben wird eine Einlesezeit von 30 min zusätzlich gewährt.

Hilfsmittel

- Experimentiergeräte gemäß Aufgabenstellung
- das für die Abiturprüfung an der Schule zugelassene Tafelwerk
- ein für die Abiturprüfung an der Schule zugelassener Taschenrechner
- Zeichengeräte
- ein Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung

Sonstiges

- Die Lösungen sind in einer sprachlich einwandfreien und mathematisch exakten Form darzustellen.
- Alle Lösungswege müssen erkennbar sein.
- Grafische Darstellungen sind auf Millimeterpapier anzufertigen.
- Entwürfe können ergänzend zur Bewertung nur herangezogen werden, wenn sie zusammenhängend konzipiert sind und die Reinschrift etwa drei Viertel des erkennbar angestrebten Gesamtumfanges umfasst.

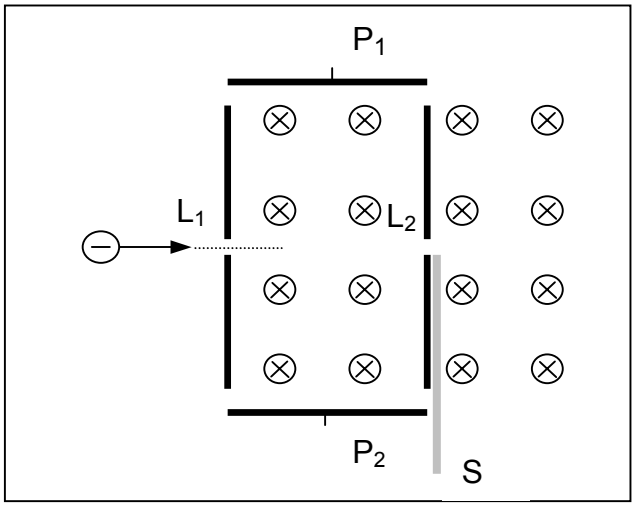
Pflichtaufgaben (30 BE)

Aufgabe P1 Felder (16 BE)

1. Zwei Körper mit den Ladungen $Q_1 = -6{,}0 \cdot 10^{-8}$ C und $Q_2 = +2{,}0 \cdot 10^{-7}$ C haben den Abstand von $\overline{P_1P_2} = 10{,}0$ cm zueinander. Die Strecke $\overline{P_1P_2}$ ist gleichzeitig Durchmesser eines Halbkreises, auf dessen Peripherie sich ein Probekörper mit der Ladung $q = -1{,}5 \cdot 10^{-8}$ C in einem Abstand von 3,0 cm von der Ladung Q_1 befindet. Die Ladungen können als Punktladungen betrachtet werden.

   a) Stellen Sie die Anordnung maßstabsgerecht dar.
   b) Berechnen Sie den Betrag der resultierenden Kraft $\vec{F}_r$, die von den Ladungen Q_1 und Q_2 auf die Ladung q ausgeübt wird.
   c) Zeichnen Sie in Ihre Darstellung zu Teilaufgabe 1.a die auf den Probekörper wirkende Kraft $\vec{F}_r$ einschließlich ihrer Komponenten maßstabsgerecht ein.

2. In einem evakuierten Gefäß befindet sich die in der Abbildung dargestellte Anordnung, die man als „Geschwindigkeitsfilter“ für elektrisch geladene Teilchen auffassen kann.

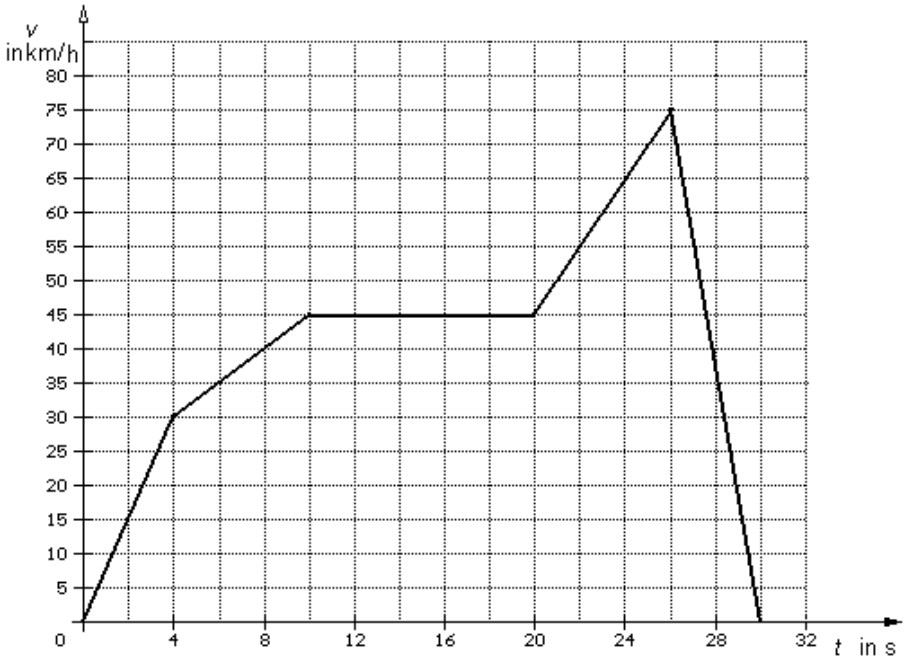


   Elektronen unterschiedlicher Geschwindigkeit treten durch die Lochblende L_1 in ein Raumgebiet, in dem sich senkrecht zu einem homogenen elektrischen Feld, das durch die beiden Platten P_1 und P_2 erzeugt wird, ein homogenes magnetisches Feld befindet.
   Die elektrische Feldstärke beträgt $E = 1{,}2 \cdot 10^2$ Vm^{-1}, die magnetische Flussdichte $B_1 = 96{,}0$ µT.
   Der Einfluss der Gravitation auf die Bewegung der Elektronen kann vernachlässigt werden.

   a) Geben Sie die Polung der Platten P_1 und P_2 an, die notwendig ist, damit Elektronen die Lochblende L_2 passieren können.
   b) Begründen Sie, warum nur Elektronen mit einer bestimmten Geschwindigkeit die Lochblende L_2 passieren.
   c) Berechnen Sie diese Geschwindigkeit.
   d) Hinter der Lochblende L_2 befindet sich ein weiteres homogenes Magnetfeld der magnetischen Flussdichte $B_2 = 0{,}10$ mT, in dem sich die Elektronen mit einer Geschwindigkeit von $1{,}25 \cdot 10^6$ ms^{-1} bis zum Auftreffen auf einen dünnen Schirm S auf einer halbkreisförmigen Bahn bewegen.
   Berechnen Sie den Radius der Bahn.

Aufgabe P2 Mechanik (14 BE)

1. Die Bewegung eines PKW wird vereinfacht durch folgendes Diagramm beschrieben.



a) Interpretieren Sie das Diagramm.
b) Bestimmen Sie die Durchschnittsgeschwindigkeit für den gesamten Bewegungsablauf.

2. Geostationäre Satelliten werden zur Informationsübertragung, zum Beispiel von Fernsehprogrammen, genutzt. Die Satelliten bewegen sich auf einer Kreisbahn um den Erdmittelpunkt und haben eine Umlaufzeit von 24 Stunden. Bei dieser Kreisbewegung stellt die Gravitationskraft $\vec{F}$ die Radialkraft dar. Für den Betrag dieser Kraft gilt:

$$F = \gamma \cdot \frac{m_S \cdot m_E}{r^2}$$

m_S.... Masse des Satelliten
m_E.... Masse der Erde
r..... Abstand Satellit zum Erdmittelpunkt
γ ..... Gravitationskonstante.

Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeit des Satelliten.

Wahlaufgabe A
Es ist eine der Aufgaben A1 oder A2 zu lösen.

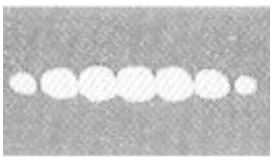
Aufgabe A1 Schülerexperiment zur Interferenz des Lichts (18 BE)

1. In einem Schülerexperiment soll die Gitterkonstante eines optischen Gitters unter Verwendung von rotem und blauem Filterlicht bestimmt werden. Die entsprechende Versuchsanordnung wird Ihnen zur Verfügung gestellt. Am Arbeitsplatz sind die Wellenlängen des roten und blauen Filterlichts vorgegeben.

   a) Skizzieren Sie den Versuchsaufbau und erläutern Sie anhand der Versuchsskizze die Funktion der einzelnen Teile der Versuchsanordnung. Beschreiben Sie in diesem Zusammenhang auch Ihr Vorgehen beim Experimentieren.

   b) Führen Sie das Experiment durch und protokollieren Sie Ihre Messungen. Bestimmen Sie den Mittelwert für die Gitterkonstante des optischen Gitters. Geben Sie mögliche Fehlerquellen an.

2. Trifft rotes Laserlicht auf einen Doppelspalt, so ist auf einem Schirm hinter dem Spalt die im nachfolgenden Bild dargestellte Helligkeitsverteilung zu beobachten.



   Erklären Sie diese Erscheinung.
   Welche Veränderungen sind auf dem Schirm zu erwarten, wenn ein schmales weißes Lichtbündel von einer Glühlampe auf den Doppelspalt gerichtet wird? Erklären Sie Ihre Aussagen.

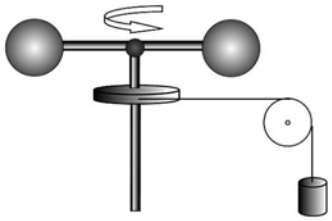
3. Begründen Sie folgende Aussagen.
   Aussage 1 Mit zwei getrennten Lichtquellen, die monochromatisches Licht aussenden, kann man keine Interferenzerscheinungen beobachten.
   Aussage 2 Wenn man die Interferenz des Lichts nachweisen will, muss der Gangunterschied der sich überlagernden Wellenzüge kleiner als die Kohärenzlänge des Lichts sein.

Aufgabe A2 Auswertung von Experimenten zur Bestimmung des Trägheitsmoments eines Körpers (18 BE)

Das Trägheitsmoment eines hantelförmigen Körpers, nachfolgend als Hantel bezeichnet, soll theoretisch und experimentell durch unterschiedliche Verfahren bestimmt werden. Die Hantel besteht aus einem dünnen Aluminiumstab auf dem zwei Körper der Masse $m_1 = m_2 = 1{,}0$ kg befestigt sind. Deren Schwerpunkte sind jeweils 10 cm von der Drehachse entfernt.

a) Berechnen Sie das Trägheitsmoment der Hantel. Nehmen Sie geeignete Idealisierungen vor.

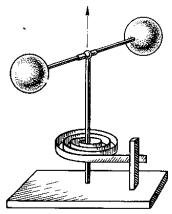
b) Das Trägheitsmoment der Hantel soll experimentell bestimmt werden. Die Hantel wird dazu in eine Vorrichtung eingebaut, in der sie durch die Gewichtskraft eines Hakenkörpers der Masse $m = 10$ g in eine Drehbewegung versetzt wird. Der Durchmesser der Antriebsrolle beträgt $d = 30$ mm. Für unterschiedliche Wege s, die der Hakenkörper zurücklegt, wird die dazugehörige Zeit t ermittelt.



s in cm	0	20	40	60	80	100
t in s	0	20,3	29,0	35,4	41,2	45,7

Bestimmen Sie aus diesen Daten das Trägheitsmoment der Hantel.

c) Die Hantel ist nun in ein Drehpendel integriert. Für die Periodendauer gilt die Gleichung $T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{D}}$.



Für die lineare Dehnung einer Schraubenfeder gilt bekanntlich das HOOKEsche Gesetz. Für Federn, die gedreht werden, z. B. eine Spiralfeder, nimmt dieses Gesetz die Form $M = D \cdot \varphi$ mit $M = F \cdot r \quad (\vec{F} \perp \vec{r})$ an.

D...Winkelrichtgröße
φ...Drehwinkel

Zur Bestimmung der Winkelrichtgröße des Drehpendels wurde die Spiralfeder in einem Vorexperiment unter der Einwirkung des Drehmoments $M = 0{,}072$ Nm um 180° gespannt.

Für die Bestimmung der Periodendauer des Drehpendels wurden 4 Messungen vorgenommen.

Nummer der Messung	1	2	3	4
Periodendauer T in s	6,2	6,1	5,9	6,1

Bestimmen Sie aus den zur Verfügung stehenden Messdaten das Trägheitsmoment J der Hantel.

d) Vergleichen Sie die in a), b) und c) ermittelten Werte für das Trägheitsmoment der Hantel. Interpretieren Sie das Ergebnis des Vergleichs.

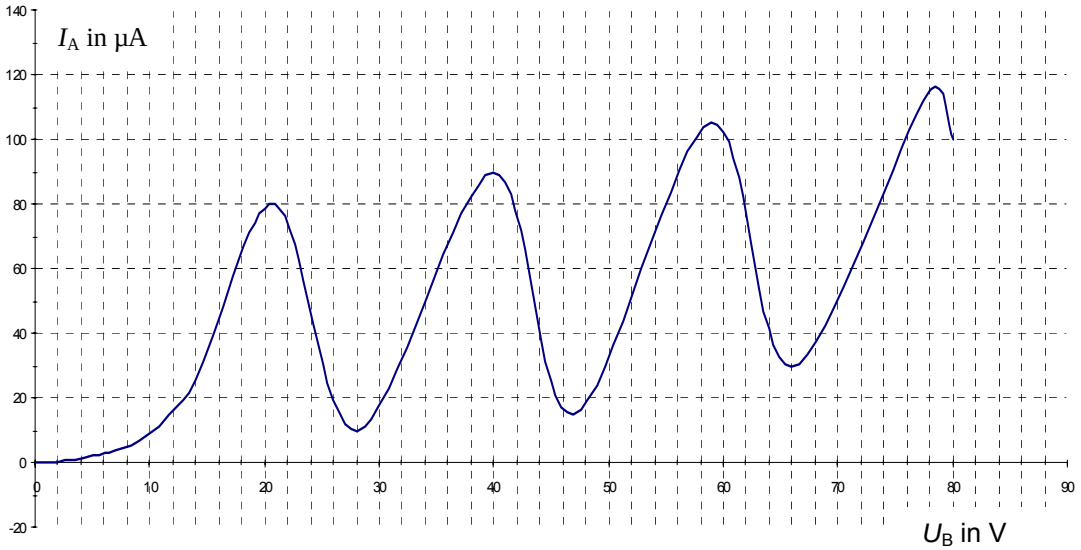
e) Erläutern Sie kurz, wie Sie das Trägheitsmoment des Vorderrades (ohne Bereifung) eines Fahrrades ermitteln würden.

Wahlaufgabe B
Es ist eine der Aufgaben B1 oder B2 zu lösen.

Aufgabe B1 FRANCK-HERTZ-Experiment (12 BE)

1. In einer FRANCK-HERTZ-Röhre befindet sich das Edelgas Neon. Die Beschleunigungsspannung wird im Bereich von 0 V ≤ U_B ≤ 80 V verändert. Zwischen der Gitterelektrode und der Anode liegt eine geeignete Gegenspannung an. Der Auffangstrom I_A wird gemessen.
Ab einer Beschleunigungsspannung U_B von ca. 20 V zeigt sich nahe dem Gitter eine rote Leuchterscheinung. Mit höherer Spannung U_B verlagert sich der leuchtende Bereich in Richtung Katode. Ab 40 V entsteht am Gitter ein zweiter leuchtender Bereich, der bei weiterer Erhöhung der Spannung U_B ebenfalls in Richtung der Katode wandert.

a) Interpretieren Sie die in der nachfolgenden Abbildung dargestellte FRANCK-HERTZ-Kurve für Neon.



b) Begründen Sie, warum das Ergebnis des FRANCK-HERTZ-Experiments die Vorstellung von der Existenz diskreter Energiezustände in der Elektronenhülle stützt.
c) Berechnen Sie unter Verwendung des Diagramms die Frequenz, die sich beim direkten Übergang des Ne-Atoms aus dem angeregten Zustand in den Grundzustand ergeben würde. Interpretieren Sie diesen Wert im Hinblick auf die Beobachtungsergebnisse.

2. Im nachfolgenden Gedankenexperiment soll die NEWTONsche Mechanik formal auf Vorgänge im atomaren Bereich angewendet werden.
Elektronen mit einer mittleren kinetischen Energie von 15 eV treffen bei einem Elektronenstoßversuch mit Neonatomen, die als ruhend angenommen werden, zusammen. Gehen Sie von einem idealen zentralen elastischen Stoß aus.
a) Berechnen Sie die mittlere Geschwindigkeit der Elektronen vor dem Zusammenstoß mit einem Neonatom.
b) Welche Veränderung der Geschwindigkeit des Elektrons ist nach dem Stoß zu erwarten? Begründen Sie Ihre Aussage.

Aufgabe B2 Radioaktiver Zerfall (12 BE)

1. Bei einem radioaktiven Präparat wird in Zeitabständen von jeweils 1 min die Impulsrate gemessen (Messdauer jeweils 1 s). Es ergeben sich folgende Messwerte.

Zeit t in min	0,0	1,0	2,0	3,0
Impulsrate Z in s^{-1}	850	310	115	50

Die Nullrate ist bereits berücksichtigt.

a) Zeichnen Sie das $Z(t)$ – Diagramm und bestimmen Sie daraus die Halbwertszeit.
b) Berechnen Sie die Zerfallskonstante.

2. Die Aktivität eines radioaktiven Präparats verringert sich in der Zeitspanne Δt um k %. Dann beträgt seine Halbwertszeit

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{-\Delta t \cdot \ln 2}{\ln(1-\frac{k}{100})} \quad .$$

Leiten Sie diese Beziehung her.

3. Das in Aufgabe 1 untersuchte Präparat wandelt sich nach der Reaktionsgleichung

$$^{103}_{45}\mathrm{Rh} + ^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{104}_{45}\mathrm{Rh}^{*} \rightarrow ^{104}_{46}\mathrm{Pd} + ^{0}_{-1}\mathrm{e} + ^{0}_{0}\overline{\nu} \qquad \text{um.}$$

a) Erläutern Sie die Reaktionsgleichung.
b) Nennen Sie Eigenschaften der β^--Strahlung.
Begründen Sie, warum die β^--Strahlung ein kontinuierliches Energiespektrum besitzt.
c) Die Atommasse von Rh-104 ist 103,90666 u und die von Pd-104 beträgt 103,90401 u.
Berechnen Sie die maximale kinetische Energie der emittierten β^--Teilchen. Verwenden Sie für die atomare Masseeinheit den Wert $u = 1{,}66055 \cdot 10^{-27}$ kg.