



SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

Schriftliche Abiturprüfung 2005

Physik
(Grundkurs)

Einlesezeit: 30 Minuten
Arbeitszeit: 210 Minuten

Thema 1

Ladungen und Felder

Thema 2

Physikalische Experimente

Thema 3

Physik der Mikroobjekte

Thema 1: Ladungen und Felder

1 Bewegung von Ladungen in homogenen elektrischen Feldern

Bei einem Experiment werden Elektronen durch Glühemission aus der Katode mit vernachlässigbarer Anfangsgeschwindigkeit emittiert und durch ein homogenes elektrisches Feld zwischen der Katode und der Anode (Abstand der Elektroden $s = 10 \text{ cm}$, Spannung $U = 200 \text{ V}$) im Vakuum beschleunigt.

- 1.1 Berechnen Sie die Feldstärke des Feldes, die Beschleunigung und die Bewegungsdauer der Elektronen von der Katode zur Anode sowie deren Endgeschwindigkeit.

- 1.2 In einem zweiten Fall wird der Abstand der Elektroden halbiert.

Geben Sie die Änderung der Werte der in Aufgabe 1.1 gesuchten physikalischen Größen quantitativ an. Begründen Sie Ihre Entscheidungen.

Zeigen Sie, dass die vom elektrischen Feld verrichtete Beschleunigungsarbeit unabhängig vom Abstand s der Elektroden ist.

- 1.3 Auch in Elektronenstrahlröhren (Braun'schen Röhren) werden Elektronen in elektrischen Feldern beschleunigt.

Beschreiben Sie den prinzipiellen Aufbau einer solchen Elektronenstrahlröhre mithilfe einer Skizze und erläutern Sie deren Wirkungsweise.

- 1.4 Nach senkrechtem Eintritt in das homogene elektrische Feld der Ablenkplatten einer solchen Röhre bewegen sich die Elektronen in diesem mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 auf Parabelbahnen.

Zeigen Sie unter Einbeziehung einer Skizze, dass für die Bahnkurve folgende Gleichung gilt:

$$y = \frac{e \cdot U_B}{2 \cdot m_e \cdot d \cdot v_0^2} \cdot x^2.$$

(U_B ... Spannung an den Kondensatorplatten, d ... Plattenabstand)

2 Induktionsgesetz

- 2.1 Leiten Sie aus dem Induktionsgesetz zwei prinzipielle Möglichkeiten zur Erzeugung einer Induktionsspannung in einer Spule ab.

Beschreiben Sie den Aufbau eines Transformators und erklären Sie dessen Wirkungsweise.

2.2 Bild 1 zeigt den zeitlichen Verlauf des Stromflusses durch eine Spule mit Eisenkern.

Von der Spule sind folgende Daten bekannt:

Länge der Spule: $\ell = 8 \text{ cm}$
Windungszahl: $N = 1\,500$
Querschnitt der Spule: $A = 12 \text{ cm}^2$
relative Permeabilität
des Eisenkerns: $\mu_{\text{rel}} = 455$

Berechnen Sie die Induktivität der Spule und stellen Sie den zeitlichen Verlauf der magnetischen Flussdichte sowie den zeitlichen Verlauf der Selbstinduktionsspannung grafisch dar.

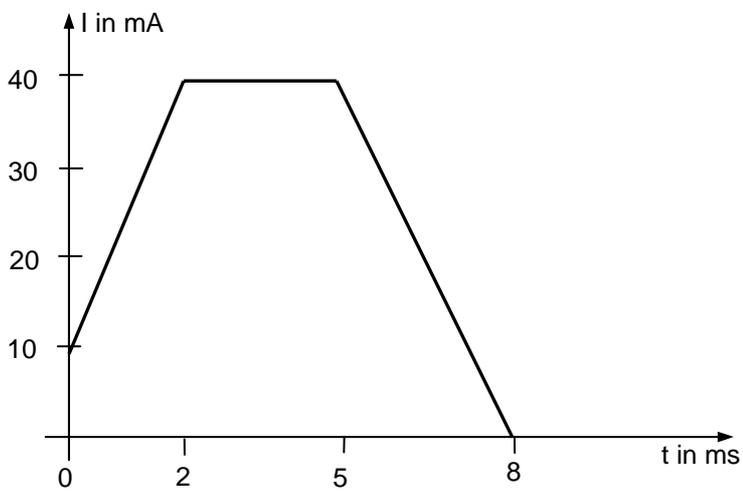


Bild 1

Thema 2: Physikalische Experimente

1 Geradlinige Bewegungen

1.1 Zur Bestimmung der Fallbeschleunigung g auch ohne präzise Kurzzeitmesser diente die Atwood'sche Fallmaschine (Bild 1). Bei geeigneter Wahl von m und m_B kann man die Beschleunigung a der Körper bequem messen.

Erläutern Sie, wie man durch Weg- und Zeitmessungen die Fallbeschleunigung g bestimmen kann.

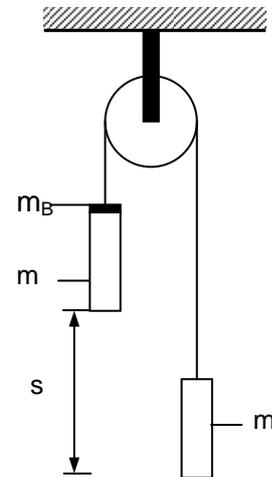


Bild 1

1.2 Zwei Körper K_1 und K_2 gleicher Masse ($m_1 = m_2 = 500 \text{ g}$) sind mit einer dünnen Schnur verbunden, die über eine Rolle mit fester Achse geführt wird (Bild 2). Die Reibung sowie die Massen der Rolle und des Fadens seien vernachlässigbar. Auf dem Körper K_2 liegt ein ringförmiger Körper K_3 mit der Masse $m_3 = 20 \text{ g}$. K_1 ist zum Zeitpunkt $t_0 = 0 \text{ s}$ an der Auflagefläche befestigt. Der Körper K_1 wird losgelassen. Im Verlaufe der anschließenden Bewegung wird der Körper K_3 an der ringförmigen Halterung abgehoben.

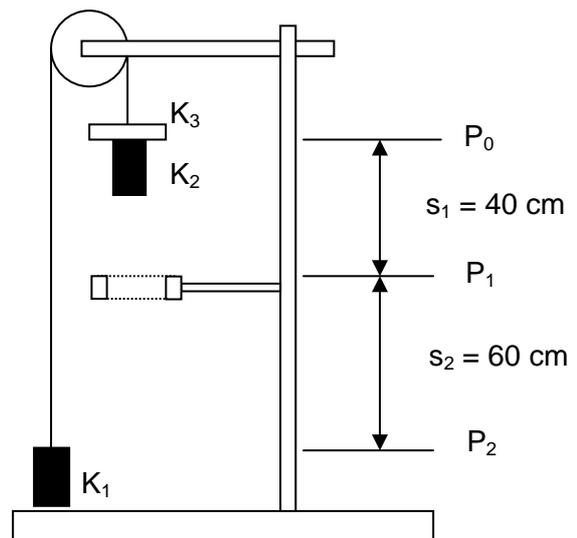


Bild 2

Beim Auftreffen von K_2 auf die Auflagefläche endet die Betrachtung der Bewegung.

Beschreiben und begründen Sie den Bewegungsablauf von K_2 , wenn sich dieser Körper zwischen P_0 und P_1 bzw. zwischen P_1 und P_2 bewegt.

Stellen Sie den gesamten Bewegungsablauf von K_2 in einem $s(t)$ - und einem $v(t)$ -Diagramm grafisch dar.

Hinweis: Die Beschleunigung zwischen P_0 und P_1 beträgt $0,19 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

2 Eigenschaften und Nachweis radioaktiver Strahlung

Zur Untersuchung radioaktiver Strahlung steht ein Radiumpräparat, bestehend aus den Isotopen ^{226}Ra (α -Strahler) und ^{228}Ra (β^- -Strahler), zur Verfügung. Das Radium wird in einer Bleikapsel mit enger Öffnung in ein Magnetfeld gebracht. Aus der Öffnung tritt ein scharf begrenztes Strahlenbündel aus (Bild 3).

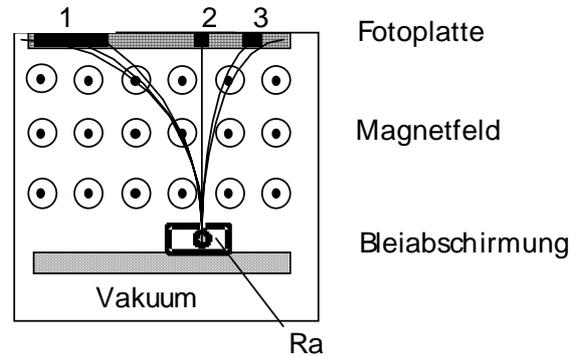


Bild 3

- 2.1 Stellen Sie die Zerfallsgleichungen der Isotope auf und geben Sie eine Ursache für den jeweiligen Zerfall an.
- 2.2 Welche Strahlungsarten werden an den mit Ziffern gekennzeichneten Stellen der Fotoplatte nachgewiesen, wenn das Magnetfeld senkrecht aus der Zeichenebene austritt? Begründen Sie Ihre Entscheidung.
- 2.3 Die β^- -Teilchen bewegen sich nach dem senkrechten Eintritt in das homogene Magnetfeld auf Kreisbahnen. Die Teilchenmasse entspricht der Ruhemasse des Elektrons.

Berechnen Sie die Geschwindigkeit der β^- -Teilchen, wenn folgende Größen ermittelt werden:

Radius der Kreisbahn: $r = 18,5 \text{ cm}$
 magnetische Flussdichte: $B = 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ T}$

3 Resonanz

Ein Schwingkreis wird durch eine Wechselspannungsquelle mit variabler Frequenz angeregt (Bild 4). Die Glühlampen haben gleiche Kenndaten. Wird die Frequenz der Spannungsquelle schrittweise erhöht, so sind folgende Zustände zu beobachten:

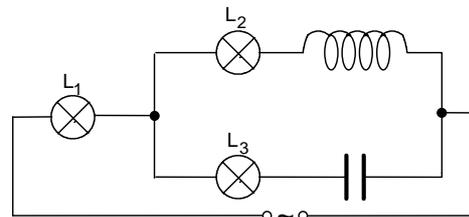


Bild 4

- a) L_2 und L_3 leuchten hell, L_1 ist dunkel,
- b) L_1 und L_3 leuchten hell, L_2 ist dunkel,
- c) L_1 und L_2 leuchten hell, L_3 ist dunkel.

Ordnen Sie diese Zustände in der zeitlich richtigen Reihenfolge und begründen Sie das jeweilige Leuchtverhalten der Glühlampen.

Thema 3: Physik der Mikroobjekte

1 Geschwindigkeit von Gasmolekülen und Gasdruck

- 1.1 Nennen Sie die Grundaussagen des Modells „ideales Gas“ und erläutern Sie auf deren Grundlage den Zusammenhang zwischen der Bewegung der Moleküle eines Gases und dem Gasdruck.
- 1.2 Eine Methode zur Messung von Molekülgeschwindigkeiten eines Gases beruht auf einer dem waagerechten Wurf entsprechenden Bewegung von Molekülen im Vakuum. In einem Experiment (Bild 1) werden Moleküle, die den Ofen in x-Richtung mit der Geschwindigkeit v verlassen, im Punkt D auf der Detektorplatte registriert.

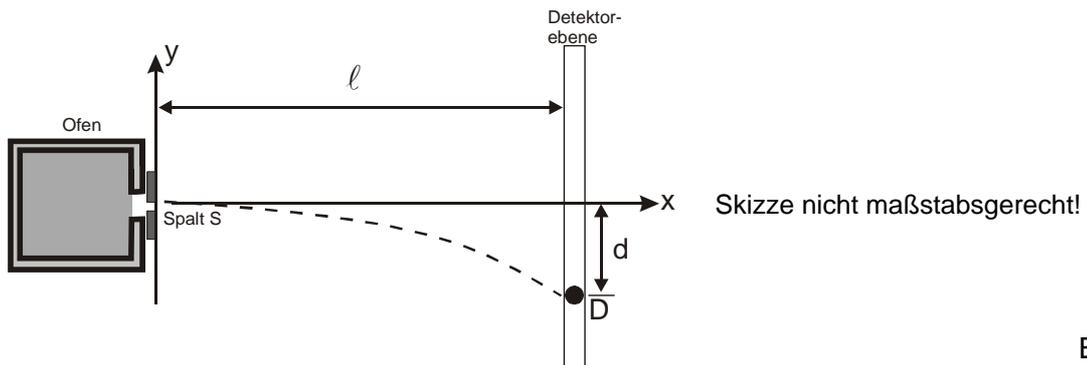


Bild 1

Leiten Sie eine Gleichung zur Berechnung der Geschwindigkeit v aus den Messdaten für l und d her und berechnen Sie die Geschwindigkeit v für $l = 1,0$ m und $d = 0,018$ mm.

In einem zweiten Experiment befindet sich in dem abgeschlossenen Ofen mit einem Volumen von $V = 1,2$ dm³ Metalldampf mit einer Temperatur von $T = 1700$ K und einem Druck von $p = 2,3 \cdot 10^{-2}$ Pa. Dieser kann als einatomiges ideales Gas aufgefasst werden.

Berechnen Sie die Anzahl der Gasteilchen in diesem Ofen.

2 Photoeffekt

- 2.1 W. Hallwachs (1887) bestrahlte eine mit einem empfindlichen Elektroskop verbundene Zinkplatte, die er vorher aufgeladen hatte, mit UV-Licht (Bild 2).

Bei positiver Aufladung stellte er fest, dass der Ausschlag des Elektroskops erhalten blieb, während er bei negativer Aufladung auf Null zurückging.

Erklären Sie dieses Ergebnis.

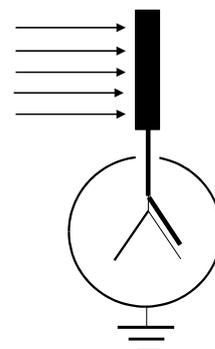


Bild 2

Der Versuch wird nun nacheinander mit unterschiedlichen Lichtquellen gleicher Intensität wiederholt. Die Wellenlänge des eingestrahltten Lichtes wird bis ins sichtbare Rot vergrößert.

Nennen und begründen Sie die jetzt zu erwartenden Versuchsergebnisse.

- 2.2 Eine Vakuumphotozelle wird mit UV-Licht der Wellenlänge 250 nm bestrahlt. Die Kathode besteht aus Cäsium. Die Ablösearbeit beträgt $W_A = 1,93 \text{ eV}$.

Berechnen Sie die kinetische Energie und die Geschwindigkeit der schnellsten Photoelektronen.

3 Kernenergie

- 3.1 In oberen Schichten der Erdatmosphäre befinden sich Stickstoffverbindungen. Der darin enthaltene Stickstoff ^{14}N kann durch Neutroneneinfang in das instabile Isotop ^{14}C umgewandelt werden.

Stellen Sie die vollständige Kernreaktionsgleichung dafür auf.

Mit einer großen Halbwertszeit wandelt sich dieser Kohlenstoff ^{14}C durch einen β^- -Zerfall um.

Stellen Sie die Zerfallsgleichung auf.

- 3.2 Im Bild 3 ist der prinzipielle Aufbau eines Geiger-Müller-Zählrohres zum Nachweis radioaktiver Strahlung dargestellt. Erläutern Sie die Wirkungsweise dieses Zählrohres.

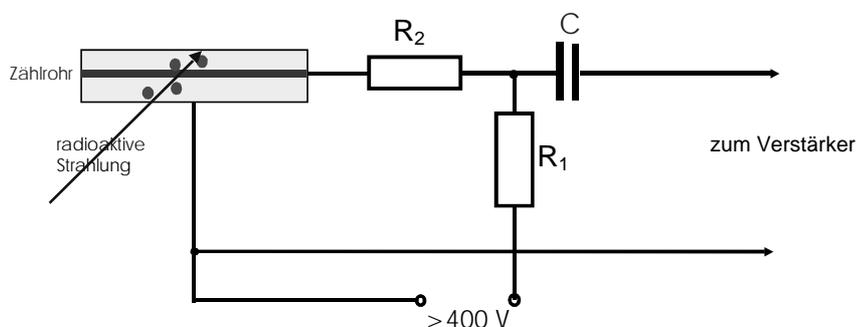


Bild 3

- 3.3 Zwei Möglichkeiten der Energiegewinnung – die Kernspaltung und die Kernfusion – beruhen auf der Nutzung der Kernbindungsenergie.

Erläutern Sie den Begriff Kernbindungsenergie qualitativ und interpretieren Sie die Gleichung $E_B = \Delta m \cdot c^2$ zur Berechnung der Bindungsenergie.

Berechnen Sie die mittlere Bindungsenergie pro Nukleon für Uran $^{235}_{92}\text{U}$ mithilfe folgender Angaben: $m_{\text{K}}(^{235}_{92}\text{U}) = 235,04299 \text{ u}$ $1 \text{ u} = 1,66028 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$