

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur 2004
Januar/Februar 2004

Physik
(Grundkurs)

Einlesezeit: 30 Minuten
Arbeitszeit: 210 Minuten

Thema 1

Bewegungen in Feldern

Thema 2

Experimente

Thema 3

Thermodynamik und Kernphysik

Thema 1: Bewegungen in Feldern

1 Bewegung im Gravitationsfeld

Alle Bewegungen des täglichen Lebens finden im Gravitationsfeld statt.

- 1.1 Vereinfachend kann angenommen werden, dass das Gravitationsfeld der Erde für kleine Ausdehnungen homogen ist.

Beschreiben Sie mögliche Wurfbewegungen von Körpern mit einer Anfangsgeschwindigkeit $v_0 \neq 0$ in diesem Feld hinsichtlich der Bahnform und Bewegungsarten. Der Luftwiderstand ist dabei zu vernachlässigen.

- 1.2 Im allgemeinen Fall muss das Gravitationsfeld jedoch als Radialfeld betrachtet werden.

Leiten Sie eine Gleichung für die erste kosmische Geschwindigkeit her.

Beschreiben Sie mögliche Bahnformen für die Bewegung im Radialfeld in Abhängigkeit von der jeweiligen Geschwindigkeit des Körpers.

2 Bewegung im elektrischen Feld

Eine Möglichkeit der Ablenkung bewegter Elektronen besteht, wenn sich diese durch ein elektrisches Feld eines Plattenkondensators bewegen. Die gesamte Anordnung befindet sich im Vakuum (Bild 1).

Daten: $\ell = 5,0 \text{ cm}$
 $d = 5,0 \text{ cm}$
 $U_B = 500 \text{ V}$
 $U_K = 400 \text{ V}$.

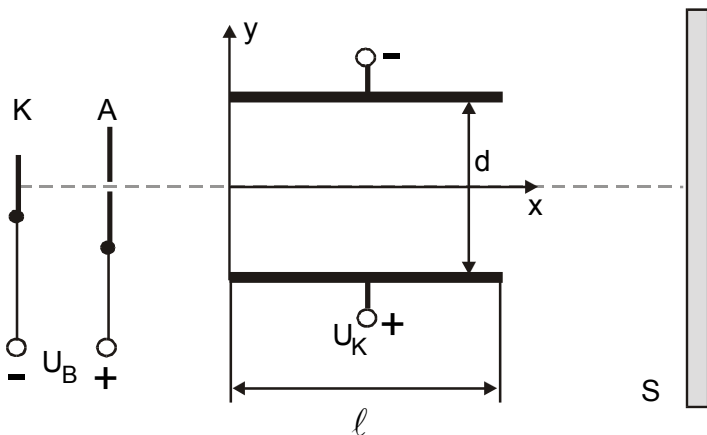


Bild 1

- 2.1 Skizzieren Sie die Bahn der Elektronen von der Katode K bis zum Schirm S und benennen Sie die in den einzelnen Abschnitten auftretenden Bewegungsarten. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Elektronen senkrecht in den Kondensator eintreten.

Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_0 der Elektronen vor dem Eintritt in den Ablenkondensator.

Zeigen Sie, dass für die Ablenkung Δy gegenüber der feldfreien Bahn beim Austritt aus dem Plattenkondensator folgende Gleichung gilt: $\Delta y = -\frac{e \cdot U_K \cdot \ell^2}{2 \cdot m_e \cdot d \cdot v_0^2}$.

Berechnen Sie die Ablenkung Δy .

- 2.2 Ein Körper soll in der Nähe der Erdoberfläche horizontal derart abgeworfen werden, dass er auf den ersten Zentimetern die gleiche Bahn durchläuft, wie die Elektronen im Kondensator.

Berechnen Sie für diesen Fall die Abwurfgeschwindigkeit v_0 .

3 Bewegung im magnetischen Feld

Eine weitere Möglichkeit der Ablenkung bewegter Ladungsträger ist der Durchgang durch ein Magnetfeld.

Leiten Sie die Gleichung $r = \sqrt{\frac{2 \cdot U_B}{\frac{q}{m} \cdot B^2}}$ zur Berechnung des Kreisbahnradius eines Ions

her, wenn dieses senkrecht zu den Feldlinien eintritt, die spezifische Ladung $\frac{q}{m}$ besitzt, mit einer Beschleunigungsspannung U_B beschleunigt wurde und das Magnetfeld die Flussdichte B hat.

4 Bewegung im elektrischen und magnetischen Feld

Im Innern einer evakuierten Glasröhre (Bild 2) wird eine quadratische Fläche der Seitenlänge $a = 12 \text{ cm}$ senkrecht von einem homogenen Magnetfeld der Flussdichte $B = 1,5 \text{ mT}$ durchsetzt, wobei M_1 und M_2 die Mittelpunkte der Quadratseiten sind.

Die durch Glühemission aus der Katode austretenden Elektronen werden mit einer Spannung U_B vor dem Eintritt in das Magnetfeld beschleunigt.

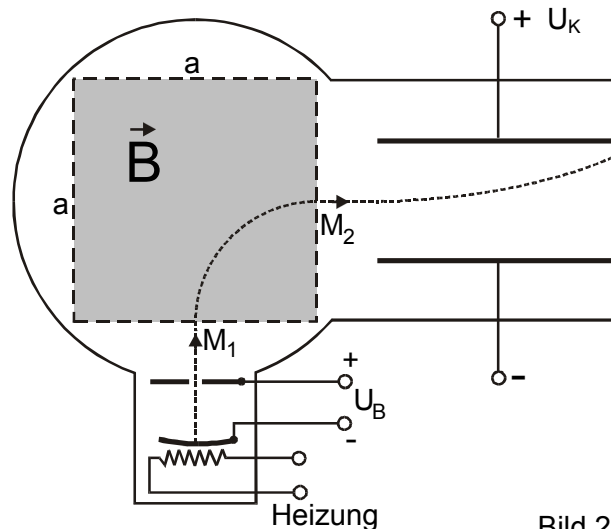


Bild 2

- 4.1 Geben Sie die Richtung des Magnetfeldes an, damit sich die Elektronen im Feld von M_1 nach M_2 bewegen können.

Leiten Sie eine Gleichung zur Berechnung der für diese Bahn notwendigen Beschleunigungsspannung U_B her, wenn die Emission der Elektronen aus der Katode senkrecht und mit vernachlässigbar kleiner Anfangsgeschwindigkeit erfolgt.

Berechnen Sie diese Spannung U_B . (Ergebnis zur Kontrolle: $U_B = 712 \text{ V}$)

- 4.2 Die bei M_2 mit der Geschwindigkeit v_0 aus dem Magnetfeld austretenden Elektronen bewegen sich im nächsten Abschnitt durch das elektrische Feld eines Plattenkondensators senkrecht zu den elektrischen Feldlinien. Der Kondensator hat einen Plattenabstand von $d = 4,0 \text{ cm}$ und eine Plattenlänge von $\ell = 6,0 \text{ cm}$.

Bestimmen Sie aus diesen Daten die am Kondensator anzulegende Spannung U_K , damit die Vertikalablenkung der Elektronen $\Delta y = 1,6 \text{ cm}$ beträgt.

Thema 2: Experimente

1 Bestimmung von Geschossgeschwindigkeiten

Zur Bestimmung der Geschwindigkeit einer Luftgewehrkugel gibt es verschiedene Möglichkeiten, von denen hier zwei betrachtet werden.

- 1.1 Eine Möglichkeit besteht darin, dass die Kugel in einen ruhenden Gleiter einer Luftkissenbahn geschossen und dessen Bewegung nach dem Einschuss ausgemessen wird. Der Gleiter trägt einen Schaumstoffkörper, in dem die Kugel stecken bleibt. Es werden folgende Messwerte ermittelt:

Zeit in s	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Weg in cm	0	0,14	0,56	1,25	2,25	3,50	7,00	10,50	14,00	17,50

Zeichnen Sie das $s(t)$ -Diagramm.

Charakterisieren Sie die gefundenen Bewegungsabschnitte. Begründen Sie Ihre Aussagen durch Rechnung.

Berechnen Sie aus den Messwerten die Geschwindigkeit der Kugel, wenn die Masse der Kugel $m_K = 0,42 \text{ g}$ und die Masse des Gleiters mit Schaumstoffkörper $m_G = 120 \text{ g}$ betragen. Die auftretende Reibung wird vernachlässigt.

- 1.2 Bei einem weiteren Verfahren wird achsenparallel durch zwei, hintereinander im Abstand $s = 1,0 \text{ m}$ auf einer Welle befestigte, rotierende Pappscheiben geschossen. Aus der Änderung der Lage der beiden Durchschussöffnungen um den Drehwinkel φ kann man die Geschossgeschwindigkeit berechnen (Bild 1).

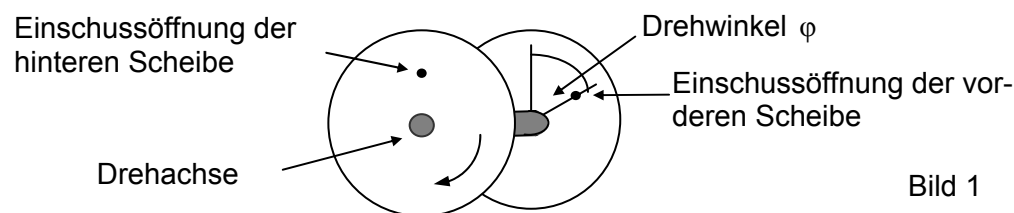


Bild 1

Bei dem gewählten Abstand der Pappscheiben setzt man voraus, dass sich die Kugel zwischen den Scheiben gleichförmig bewegt und sich die Geschwindigkeit beim Durchschuss nicht ändert.

- 1.2.1 Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Luftgewehrkugel, wenn bei einer Drehzahl der Welle $n = 2000 \text{ min}^{-1}$ die Durchschussöffnungen um den Drehwinkel $\varphi = 60^\circ$ gegeneinander versetzt sind.
- 1.2.2 In der Realität bewegt sich die Kugel auf einer annähernd parabelförmigen Bahn.

Berechnen Sie die Mindestgeschwindigkeit des Geschosses für die maximale Vertikalabweichung zwischen den Scheiben von $\Delta y = -0,2 \text{ mm}$. Der Schuss soll dabei unmittelbar vor der ersten Scheibe abgegeben werden.

2 Bestimmung der maximalen kinetischen Energie von Elektronen beim Fotoeffekt

- 2.1 Eine Vakuumfotозelle wird mit monochromatischem Licht bestrahlt. Dabei kann eine Erscheinung auftreten, die man Fotoeffekt nennt.

Erläutern Sie den Fotoeffekt und seine Deutung durch Einstein.

Geben Sie eine beschriftete Versuchsanordnung an, mit der die maximale kinetische Energie der Fotoelektronen bestimmt werden kann und beschreiben Sie die Durchführung und die Auswertung des Versuches.

- 2.2 Eine Fotозelle mit einer Cäsiumkatode wird nacheinander mit Licht der Wellenlängen $\lambda_1 = 315 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 508 \text{ nm}$ und $\lambda_3 = 705 \text{ nm}$ bestrahlt.

Überprüfen Sie durch Rechnung, ob Elektronen ausgelöst werden, und ermitteln Sie gegebenenfalls deren maximale Energie.

Kann der Abstand der Lichtquelle von der Fotозelle so geändert werden, dass die kinetische Energie der Fotoelektronen auf die Hälfte sinkt? Begründen Sie Ihre Antwort.

3 Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität (Schülerexperiment)

Bestimmen Sie experimentell durch Mischung die spezifische Wärmekapazität einer Flüssigkeit.

Die Wärmekapazität des Kalorimeters wird Ihnen von der Lehrkraft mitgeteilt.

Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an.

Thema 3: Thermodynamik und Kernphysik

1 Wärmepumpe

Die Vorgänge in einer Wärmepumpe können näherungsweise mit idealen Kreisprozessen beschrieben werden.

- 1.1 Skizzieren Sie den Carnot'schen oder den Stirling'schen Kreisprozess im $p(V)$ - Diagramm.

Ordnen Sie Ihrem Diagramm die entsprechenden Zustandsänderungen zu und wenden Sie darauf jeweils den 1. Hauptsatz der Thermodynamik an.

- 1.2 Stellen Sie das Energieflussdiagramm einer Wärmepumpe dar.

Diskutieren Sie, wie sich die ideale Leistungszahl $\varepsilon = \frac{T_{\text{warm}}}{T_{\text{warm}} - T_{\text{kalt}}}$ solcher Anlagen erhöhen lässt.

Nennen Sie zwei Aspekte, die beim Einsatz von Wärmepumpen berücksichtigt werden sollten.

2 Radioaktivität

- 2.1 Nennen Sie die natürlichen Strahlungsarten und geben Sie für die Teilchenstrahlungen die allgemeinen Zerfallsgleichungen an.

Vergleichen Sie die Strahlungsarten hinsichtlich ihrer Eigenschaften und nennen Sie grundsätzliche Regeln für den Umgang mit radioaktiver Strahlung.

- 2.2 Die im Bild 1 dargestellten radioaktiven Strahlungen verlassen eine Bleikapsel. Sie passieren im Vakuum ein senkrecht zur Ausbreitungsrichtung verlaufendes Magnetfeld.

Entscheiden Sie, um welche Strahlungsarten es sich handelt. Begründen Sie Ihre Entscheidung.

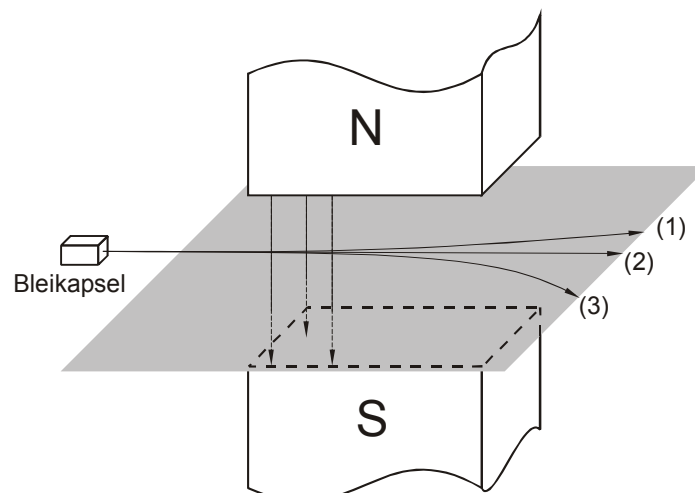


Bild 1

- 2.3 Beschreiben Sie anhand einer Skizze den Aufbau und erklären Sie die prinzipielle Wirkungsweise eines Geiger-Müller-Zählrohrs.
- 2.4 Americium (Am-241) ist ein α - Strahler mit einer Halbwertszeit von 458 Jahren. Ein neu erworbenes Schulpräparat hat eine Aktivität von $7,40 \cdot 10^4$ Bq.

Geben Sie die Gleichung für diesen α - Zerfall an.

Berechnen Sie die Masse des Americiums im neuen Präparat.
Hinweis: $A = \lambda \cdot N$

Bestimmen Sie die Aktivität, die das Präparat nach 25 Jahren hat.

3 Kernfusion

Erläutern Sie die Möglichkeit der Gewinnung von Energie durch Kernfusion mithilfe der Kernbindungsenergiekurve (Bild 2).

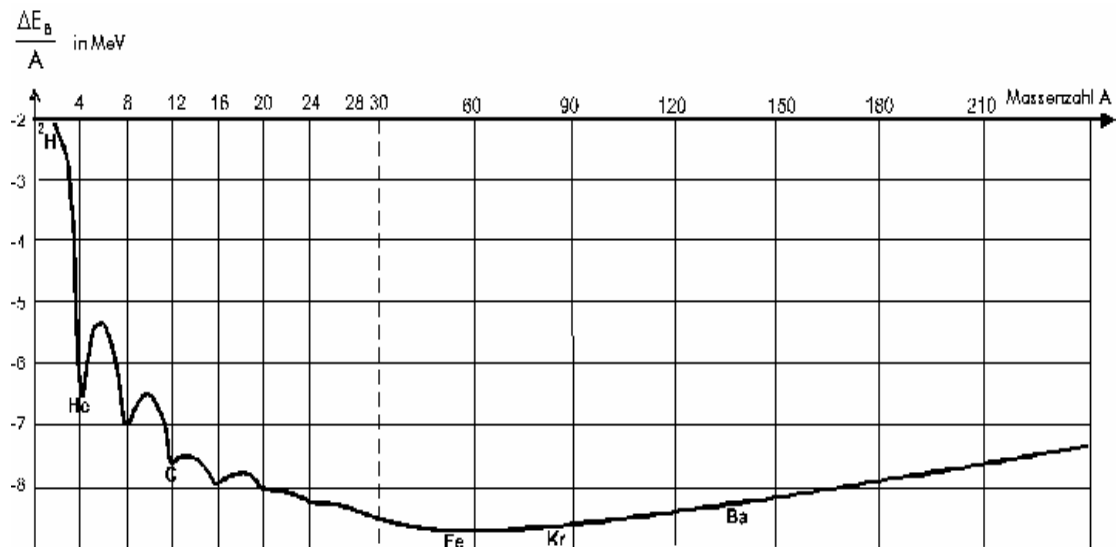


Bild 2

Beschreiben Sie die Kernfusion von Deuterium und Tritium zu Helium mithilfe einer Gleichung.

Berechnen Sie die bei der Verschmelzung der beiden Kerne frei werdende Energie.

Daten:

m_D	= 2,014102 u	m_T	= 3,016049 u
m_{He}	= 4,002603 u	m_n	= 1,008665 u
u	= $1,660540 \cdot 10^{-27}$ kg		

Thema 1: Bewegungen in Feldern

Aufgabe 1	BE 17
------------------	------------------------

1.1 Beschreibung möglicher Wurfbewegungen

1.2 Herleitung
Beschreibung der Bahnformen

Aufgabe 2	19
------------------	-----------

2.1 Skizze der Bahn und Benennen der Bewegungsarten der Abschnitte

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot U_B \cdot e}{m_e}} = 1,33 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Herleitung

$$\Delta y = -0,01 \text{ m}$$

2.2
$$v_0 = \sqrt{\frac{-g \cdot x^2}{2 \cdot y}} = 1,11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aufgabe 3	6
------------------	----------

Herleitung von
$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot U_B}{\frac{q}{m} \cdot B^2}}$$

Aufgabe 4	8
------------------	----------

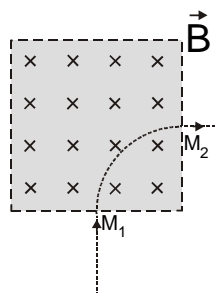
4.1 Angabe der Richtung des Magnetfeldes

Herleitung von

$$U_B = \frac{a^2 \cdot e \cdot B^2}{8 \cdot m_e}$$

$$U_B = 712 \text{ V}$$

4.2
$$U_K = \frac{4 \cdot d \cdot U_B \cdot \Delta y}{\ell^2} = 506 \text{ V}$$



Thema 2: Experimente

Aufgabe 1	BE 18
------------------	------------------------

- 1.1 s(t)-Diagramm
 $0 \leq t \leq 0,1 \text{ s}$ gleichmäßig beschleunigte Bewegung, da $s \sim t^2$
 $0,1 \text{ s} \leq t \leq 0,3 \text{ s}$ gleichförmige Bewegung, da $\Delta s \sim \Delta t$

$$u = \frac{\Delta s}{\Delta t} = 0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{mit } 0,1 \text{ s} \leq t \leq 0,3 \text{ s}$$

$$v_K = \frac{u \cdot (m_K + m_G)}{m_K} = 201 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

1.2.1 $v = \frac{2\pi \cdot n \cdot s}{\varphi} = 200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1.2.2 $v_0 \geq \sqrt{\frac{-g \cdot s^2}{2\Delta y}} = 157 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Aufgabe 2	20
------------------	-----------

- 2.1 Erläuterung
Versuchsanordnung und Beschreibung

2.2 $E_{\text{kin}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W_A$; λ_1 : $E_{\text{kin}} = 2,0 \text{ eV}$
 λ_2 : $E_{\text{kin}} = 0,50 \text{ eV}$
 λ_3 : keine Ablösung der Elektronen, da $h \cdot f < W_A$
 Abstandsänderung beeinflusst E_{kin} der Elektronen nicht, Begründung

Aufgabe 3	12
------------------	-----------

vollständiges Protokoll

Thema 3: Thermodynamik und Kernphysik

	BE
Aufgabe 1	15

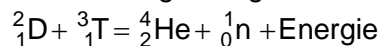
- 1.1 p(V)-Diagramm
Zuordnen der Zustandsänderungen und Anwenden des 1. Hauptsatzes
- 1.2 Energieflussdiagramm
Diskussion der Erhöhung der Leistungszahl
Nennen von Aspekten, z. B. Anwendung als Niedertemperaturheizung,
Kopplung Wärmepumpe-Kältemaschine, Umwelt, Kosten

Aufgabe 2	25
------------------	-----------

- 2.1 Nennen der natürlichen Strahlungsarten
Zerfallsgleichungen
Vergleich der Strahlungsarten
Grundregeln beim Umgang mit radioaktiver Strahlung
- 2.2 (1) α -Strahlung (2) γ -Strahlung (3) β^- -Strahlung
Begründung
- 2.3 Beschreibung des Aufbaus und Erklärung der Wirkungsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs
- 2.4 z. B. ${}_{95}^{241}\text{Am} \rightarrow 4\alpha + {}_{93}^{237}\text{Np}$
 $m = N \cdot A_r \cdot u$ und $N = \frac{t_H}{\ln 2} \cdot A$
 $m = 6,2 \cdot 10^{-7} \text{ g}$
 $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$
 $A(25a) = 7,13 \cdot 10^4 \text{ Bq}$

Aufgabe 3	10
------------------	-----------

Erläuterung der Energiegewinnung durch Kernfusion mithilfe der Kernbindungsenergiekurve



$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 17,6 \text{ MeV}$$