

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur
Januar/Februar 2002

Physik
(Grundkurs)

Einlesezeit: 30 Minuten
Bearbeitungszeit: 210 Minuten

Thema 1

Mechanik und Gravitationsfeld

Thema 2

Zustandsänderungen

Thema 3

Elektromagnetische Induktion
Radioaktivität

Thema 1: Mechanik und Gravitationsfeld

1 Experimente auf der geneigten Ebene

- 1.1 Ein Vollzylinder und ein Experimentierwagen gleicher Masse m sollen sich nacheinander rollend auf einer geneigten Ebene mit dem Neigungswinkel $\alpha = 30^\circ$ aus der Ruhe vom Punkt A zum Punkt B bewegen (Bild 1). Die Länge der Strecke \overline{AB} beträgt 1 m. Im Punkt B wird die Geschwindigkeit v bestimmt. Die Masse m_R der vier Räder des Experimentierwagens, welche ebenfalls als Vollzylinder angesehen werden können, ist gleich der Hälfte der Gesamtmasse m des Wagens. Die Reibung ist für die Rechnung nicht zu berücksichtigen.

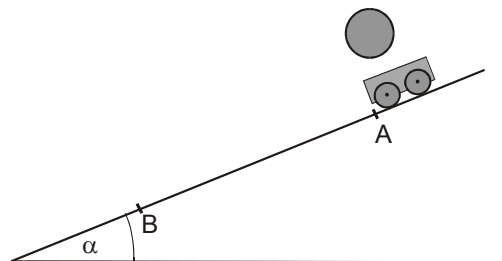


Bild 1

- Entscheiden Sie, für welchen der beiden Körper die höhere Geschwindigkeit im Punkt B gemessen wird, und begründen Sie Ihre Entscheidung.
- 1.2 In einem weiteren Experiment wird auf die geneigte Ebene von Teilaufgabe 1.1 ein Gleitkörper der gleichen Masse im Punkt A aufgesetzt. Er erreicht im Punkt B eine Geschwindigkeit von $1,14 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Bestimmen Sie daraus den Ortsfaktor g der Fallbeschleunigung, wenn die Gleitreibungszahl $\mu = 0,5$ beträgt.

2 Das Gravitationsfeld der Erde

Das Gravitationsfeld der Erde ist ein radiales Feld und somit nicht homogen. Deshalb ist der Ortsfaktor der Fallbeschleunigung $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ lediglich ein Sonderfall der Gravitationsfeldstärke $G^*(R)$ in Meeresspiegelhöhe. Der mittlere Erdradius beträgt $R = 6371 \text{ km}$.

- 2.1 Stellen Sie die Gravitationsfeldstärke $G^*(r)$ in Abhängigkeit vom Abstand r vom Erdmittelpunkt für $R \leq r \leq 4 \cdot R$ grafisch dar. Berechnen Sie die dafür notwendigen Werte.
- 2.2 Für sehr viele Beobachtungs- und Kommunikationsaufgaben ist es wichtig, Satelliten in eine erdnahe Umlaufbahn zu bringen.

Leiten Sie die Gleichung zur Berechnung der ersten kosmischen Geschwindigkeit v_1 her und berechnen Sie diese.

Bestimmen Sie die Höhe h über der Erdoberfläche, in der ein geostationärer Satellit die Erde auf einer Kreisbahn umläuft.

3 Untersuchungen im Planetensystem und ferner Sterne

Bei der Untersuchung des Weltalls kommen unterschiedlichste Mess- und Auswertungsmethoden zur Anwendung.

- 3.1 Um die Masse eines Zentralkörpers zu bestimmen, reicht es aus, die Umlaufzeit T eines Mondes und dessen Massenmittelpunktsabstand r zum Zentralkörper zu kennen.

Leiten Sie eine Gleichung zur Berechnung der Zentralkörpermasse her.

Ein Mond des Planeten Pluto ist Charon, der sich auf einer fast kreisförmigen Bahn mit dem Radius $r = 19130 \text{ km}$ in 6,398 Tagen einmal um den Pluto bewegt.

Berechnen Sie daraus die Masse des Pluto.

- 3.2 Eine wichtige Methode zur Untersuchung entfernter Sterne ist die Spektralanalyse der vom Stern emittierten Strahlung.

Erläutern Sie anhand des Energieniveauschemas des atomaren Wasserstoffs (Bild 2) die Entstehung eines Emissionslinienspektrums.

Berechnen Sie die Wellenlänge und die Frequenz des vom atomaren Wasserstoff emittierten Lichtes, wenn ein Quantensprung vom Energieniveau E_5 auf das Energieniveau E_2 stattfindet.

Ordnen Sie diese Strahlung in das elektromagnetische Spektrum ein.

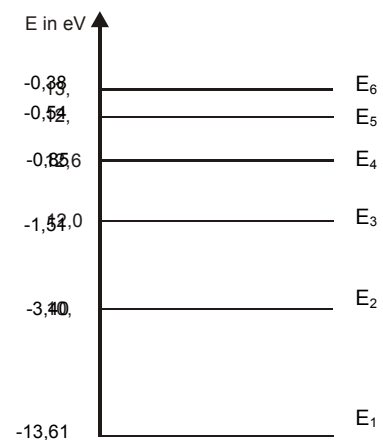


Bild 2

- 3.3 In einer Vielzahl optischer Messmethoden spielt zunehmend der Einsatz von Laserlicht eine Rolle.

Beschreiben Sie die prinzipielle Wirkungsweise eines Lasers.

Nennen Sie Eigenschaften des Laserlichts und zwei Anwendungen.

Thema 2: Zustandsänderungen

1 Ideales Gas

1.1 Erläutern Sie den Modellbegriff in der Physik.

Formulieren Sie die Grundaussagen des Denkmodells „Ideales Gas“.

1.2 Erläutern Sie unter Berücksichtigung des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik ein Beispiel für eine Zustandsänderung eines Gases.

2 Zustandsänderungen

In drei gleich großen Behältern befindet sich Luft, welche als ideales Gas betrachtet wird. Für jede Gasmenge gelten folgende Anfangsbedingungen:

$$p_1 = 100 \text{ kPa}, V_1 = 1,00 \text{ m}^3, T_1 = 273 \text{ K}, \rho = 1,29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}.$$

Die Temperatur des ersten Gases wird um 273 K isobar erhöht, die des zweiten um 273 K isochor erhöht, und das dritte Gas wird isotherm auf das doppelte Volumen ausgedehnt.

2.1 Berechnen Sie jeweils die Temperatur, den Druck und das Volumen nach der Zustandsänderung.

2.2 Zeichnen Sie die jeweiligen p-V-Diagramme für die drei Zustandsänderungen.

2.3 Ermitteln Sie für jede Zustandsänderung die Volumenarbeit, die Wärme und die Änderung der inneren Energie.

(Hinweis: $c_p = 1,01 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $c_v = 0,72 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

3 Ballonfahrt

Jede Ballonfahrt beruht auf dem Prinzip des Auftriebs. Beim Heißluftballon nutzt man dafür die Dichteänderung erwärmter Luft. Dazu muss der Ballon mit seinem konstanten Volumen unten offen sein.

Will man jedoch für den Auftrieb die Dichteunterschiede verschiedener Gase nutzen, so schließt man ein Gas geringerer Dichte in einen geschlossenen Ballon mit veränderlichem Volumen ein.

3.1 Ein Heißluftballon hat ein konstantes Volumen von $V = 2000 \text{ m}^3$.
Unter Normalbedingungen (1013 hPa, 0 °C) beträgt die Dichte seiner Luftfüllung $1,293 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Berechnen Sie die Masse seiner Luftfüllung, wenn der Ballon einer Temperatur von 15 °C und einem Umgebungsdruck von 950 hPa ausgesetzt ist. Die Luft wird als ideales Gas betrachtet. (Ergebnis zur Kontrolle: $m = 2,3 \text{ t}$)

Die Temperatur der Luftfüllung wird mithilfe eines Gasbrenners von 15 °C auf 130 °C erhöht.

Berechnen Sie die Masse der ausströmenden Luft.

- 3.2 Ein anderer Ballon ist mit Helium gefüllt. Dieser hat in einer Höhe von $h = 2000\text{ m}$ bei einem Luftdruck von $p = 79,5\text{ kPa}$ und einer Temperatur von $T = 273\text{ K}$ ein Volumen von 2000 m^3 .

Berechnen Sie die Auftriebskraft und die auf den Ballon wirkende resultierende Kraft. Gehen Sie davon aus, dass Korb und Ballonhülle zusammen eine Masse von $m = 200\text{ kg}$ haben.

Thema 3: Elektromagnetische Induktion Radioaktivität

1 Elektromagnetische Induktion

1.1 Erläutern Sie anhand des Induktionsgesetzes $U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{\Delta(B \cdot A)}{\Delta t}$ zwei prinzipiell verschiedene Möglichkeiten der Induktion von Spannungen.

1.2 Gegeben ist eine luftgefüllte Spule 1 mit einer Windungszahl $N_1 = 10000$, der Länge $\ell_1 = 20 \text{ cm}$, dem Querschnitt $A_1 = 40 \text{ cm}^2$ und dem ohmschen Widerstand $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$. An die Spule 1 wird nun eine Gleichspannungsquelle mit $U = 163 \text{ V}$ angeschlossen.

Berechnen Sie die magnetische Flussdichte der Spule 1.

1.3 Eine zweite Spule gleicher Länge mit einer Windungszahl $N_2 = 3000$, einem Querschnitt $A_2 = 10 \text{ cm}^2$ wird so in die erste Spule eingeführt, dass beide Achsen parallel zueinander sind. Durch die Spule 1 fließt ein Strom, der sich zeitlich, wie im Diagramm dargestellt (Bild 1), ändert.

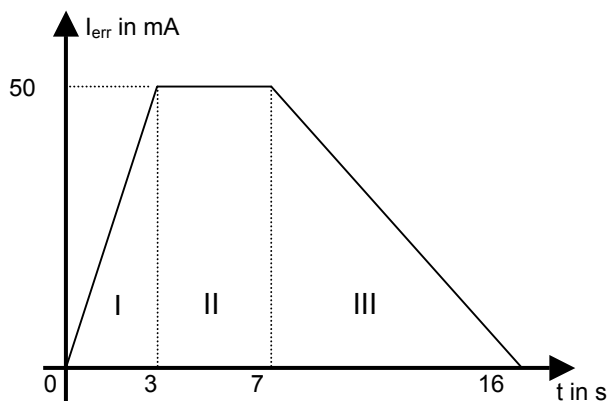


Bild 1

Berechnen Sie die Induktionsspannungen, die an den Spulenden der Spule 2 während der im Diagramm dargestellten Zeitabschnitte I, II und III anliegen.

Zeichnen Sie für das Intervall $0 \leq t \leq 16 \text{ s}$ ein U_{ind} - t -Diagramm.

- 1.4 Im Bild 2 ist der Aufbau eines Experiments dargestellt.
Bei diesem Experiment wird der Schalter S zuerst geschlossen, dann bleibt er eine hinreichend lange Zeit geschlossen und wird danach wieder geöffnet.

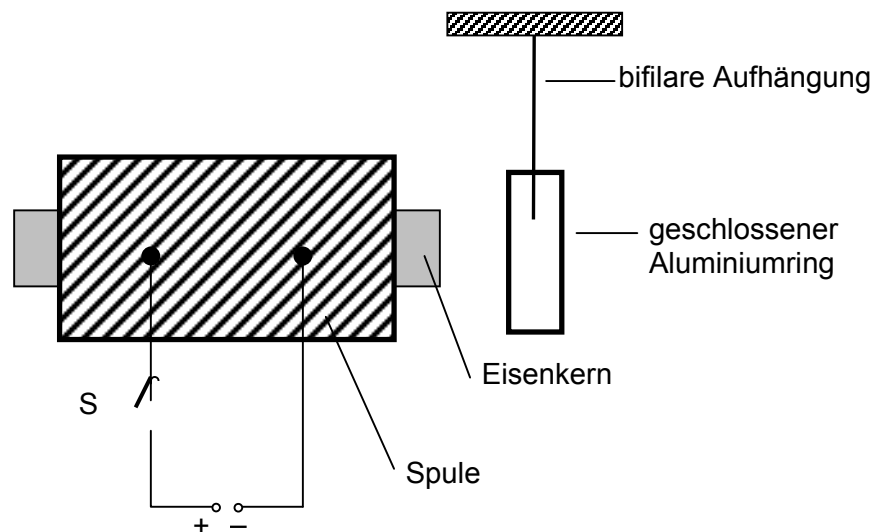


Bild 2

Beschreiben Sie die zu erwartenden Beobachtungen, und begründen Sie die beobachteten Erscheinungen.

- 1.5 Das Pumpspeicherwerk Markersbach hat einen mittleren Höhenunterschied zwischen Oberbecken und Turbinen von $h = 288$ m. Der Stauraum des Oberbeckens beträgt $V = 6,3 \cdot 10^6$ m³.

Wie lange kann dieses Pumpspeicherwerk eine elektrische Leistung von 1050 MW erzeugen, wenn sein Wirkungsgrad im Generatorbetrieb $\eta = 0,85$ beträgt?

2 Radioaktivität und Strahlenschutz

- 2.1 Nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl wurde die Umgebung des Kernkraftwerkes stark radioaktiv verseucht. Mithilfe von speziellen Geräten konnte hierbei eine hohe Strahlenbelastung nachgewiesen werden.

Nennen Sie die Arten und die Eigenschaften von radioaktiver Strahlung.

Nennen und begründen Sie zwei Maßnahmen des Schutzes vor radioaktiver Strahlung.

Beschreiben Sie den Aufbau und erläutern Sie die Funktionsweise des Geiger-Müller-Zählrohrs.

- 2.2 In „frischem“ Regenwasser ist ständig ein konstanter Anteil des radioaktiven Wasserstoffisotops Tritium nachweisbar. Tritium entsteht durch Reaktionen von Wasserstoffkernen der Atmosphäre mit der kosmischen Höhenstrahlung. Als Betastrahler zerfällt das Isotop mit einer Halbwertszeit von 12,53 Jahren. Bei Laboruntersuchungen wurde der Tritiumgehalt einer älteren zu einer frischen Regenwasserprobe mit 96 % bestimmt.

Stellen Sie die Zerfallsgleichung des radioaktiven Tritiums auf. Das beim Zerfall von Tritium entstehende Antineutrino kann bei der Zerfallsgleichung vernachlässigt werden.

Berechnen Sie die Zeit, die seit dem Abfüllen der alten Regenwasserprobe bis zur Untersuchung vergangen ist.