



SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

Schriftliche Abiturprüfung 2005

Physik
(Leistungskurs)

Einlesezeit: 30 Minuten

Arbeitszeit: 300 Minuten

Thema 1

Energie

Thema 2

Naturkonstanten

Thema 3

Felder

Thema 1: Energie

1 Wärmepumpen und Kältemaschinen (Themaufgabe)

Wärmepumpen und Kältemaschinen sind technische Geräte, die in der Industrie, im Handel, in Verkehrsmitteln und im Haushalt vielfältig eingesetzt werden.

Erläutern Sie für eines dieser Geräte in einer sprachlich zusammenhängenden Darstellung die physikalischen Erkenntnisse, die diesem zugrunde liegen, und deren technische Umsetzung. Gehen Sie dabei auf folgende Schwerpunkte ein:

- ideale und reale Kreisprozesse,
- Wärmeaustauschprozesse,
- Leistungszahl,
- Einsatzbedingungen,
- ökologische Aspekte.

2 Mechanische Bewegung

Eine in einer Rinne rollende Kugel soll die in Bild 1 dargestellte Loopingbahn durchlaufen. Die Bewegung dieser Kugel – im Bild ist dies die Kugel K_1 – beginnt im Punkt A der Laufrinne, wo sie aufgelegt und losgelassen wird. Am Ende des horizontalen Abschnittes der Rinne liegt eine gleichgroße Kugel K_2 , auf welche die Kugel K_1 nach Durchlaufen der Loopingbahn stößt. Beide Kugeln fallen dann auf eine tiefer gelegene Ebene, auf welcher sie in den Punkten T_1 und T_2 auftreffen.

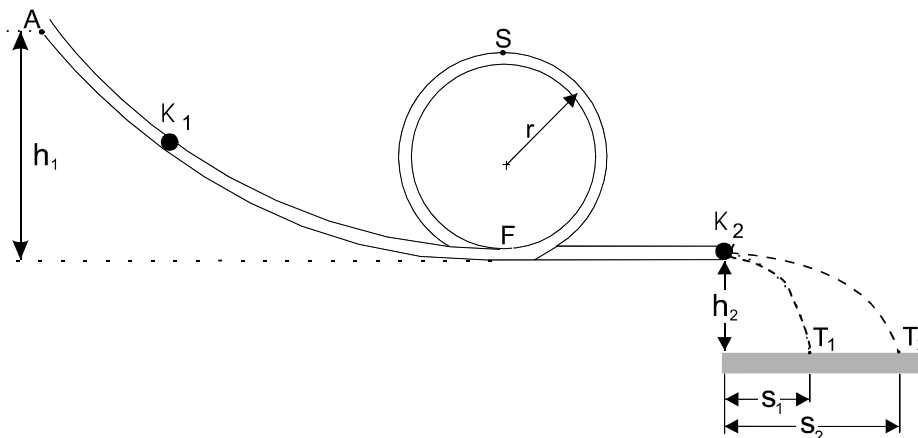


Bild 1

Daten:

Masse der Kugel K_1 : $m_1 = 3,8 \text{ kg}$

Masse der Kugel K_2 : $m_2 = 2,5 \text{ kg}$

Radius der Kreisbahn: $r = 1,5 \text{ m}$

Höhe des Endes der Bahn

über der Ebene: $h_2 = 2,7 \text{ m}$

Trägheitsmoment der Vollkugel: $J = \frac{2}{5} m \cdot r_K^2$

Hinweise:

Die Kugel K_1 ist eine Vollkugel. Im kreisförmigen Abschnitt der Loopingbahn bewegt sich der Mittelpunkt dieser Kugel auf einer Kreisbahn mit dem Radius r . Bei der Bewegung der Kugeln auftretende Reibungskräfte sind so klein, dass sie bei den Berechnungen vernachlässigt werden können.

- 2.1 Nennen und begründen Sie alle Bewegungsarten der Kugel K_1 vom Startpunkt A bis zum Auftreffpunkt T_1 .
- 2.2 Berechnen Sie die Höhe h_1 , von der die Kugel K_1 starten muss, damit sie den höchsten Punkt S der Loopingbahn mit der Geschwindigkeit $v_S = 4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ passieren kann.
(Ergebnis zur Kontrolle: $h_1 = 4,14 \text{ m}$)

Bestimmen Sie für diesen Fall die Geschwindigkeit v_F , mit der die Kugel K_1 auf die Kugel K_2 trifft und die nach geradem, zentralem, elastischem Stoß von den Kugeln K_1 und K_2 erreichten Flugweiten s_1 und s_2 .
(Ergebnis zur Kontrolle: $v_F = 7,62 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

3 Kernenergie

- 3.1 Erläutern Sie die Energiefreisetzungen bei der Kernspaltung und der Kernfusion ausgehend von der Erläuterung des Massendefekts und des Verlaufs der Kernbindungsenergiekurve (Bild 2).

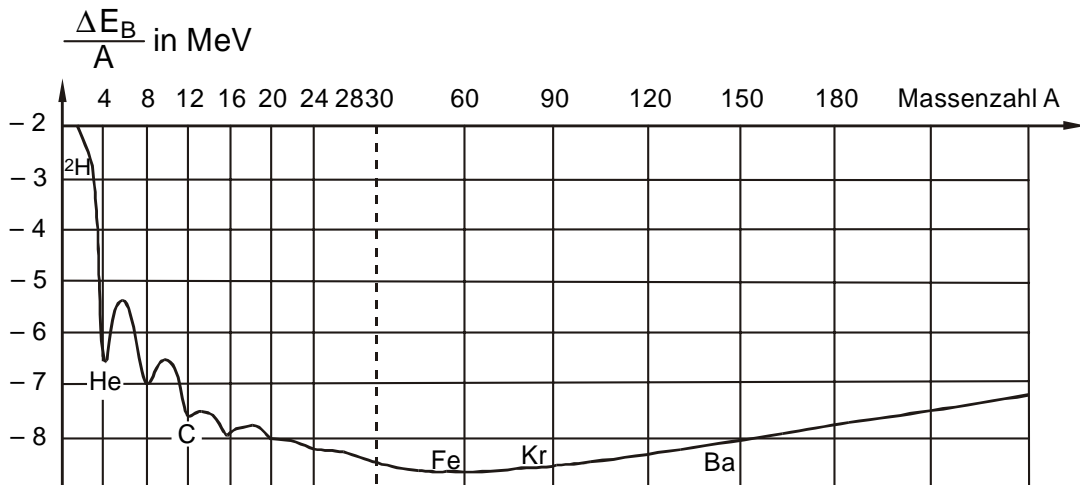
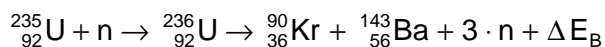


Bild 2

- 3.2 Die Kernspaltung von Uran-235 erfolgte nach folgender Reaktionsgleichung:



Berechnen Sie die Energie in Kilowattstunden, die durch Spaltung von 1 kg des Uranisotops 235 maximal freigesetzt werden kann, wenn die kinetische Energie des spaltenden Neutrons vernachlässigt wird.

Ruhemassen:

$$m({}_{92}^{235}\text{U}) = 234,99346 \text{ u} \quad m({}_{56}^{143}\text{Ba}) = 142,9084 \text{ u}$$

$$m({}_{36}^{90}\text{Kr}) = 89,9043 \text{ u} \quad m(n) = 1,00898 \text{ u}$$

$$1 \text{ u} = 1,660565 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Thema 2: Naturkonstanten

1 Die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$

- 1.1 Beschreiben Sie ein Experiment zur Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons (Versuchsaufbau, Durchführung, Herleitung der Gleichung).
- 1.2 Elektronenstrahlröhren finden u. a. in Oszilloskopen Anwendung.

Beschreiben Sie den Aufbau und erläutern Sie die Wirkungsweise einer solchen Elektronenstrahlröhre.

- 1.3 Ein Elektron wird in einem homogenen elektrischen Feld durch die Spannung U_A auf die Geschwindigkeit v_0 beschleunigt. Danach tritt es mit dieser Geschwindigkeit senkrecht in ein homogenes elektrisches Kondensatorfeld (Bild 1) ein und durchläuft dabei eine Parabelbahn. Bekannt sind der Plattenabstand d und die Kondensatorspannung U_C dieses Kondensators.

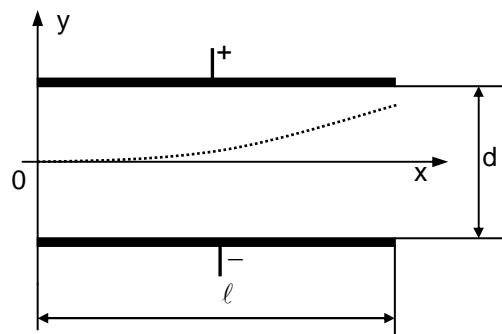


Bild 1

Zeigen Sie mithilfe der Herleitung einer Gleichung, dass auch alle anderen von der Spannung U_A beschleunigten, negativ geladenen Teilchen unabhängig von ihrer spezifischen Ladung dieselbe Bahnkurve durchlaufen.

- 1.4 In einem weiteren Experiment treten Elektronen mit einer Geschwindigkeit v senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Magnetfeldes ein (Bild 2).

Daten:

Eintrittsgeschwindigkeit: $v_0 = 4,05 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Breite, Höhe: $\ell = 6 \text{ cm}$

Flussdichte: $B = 0,23 \text{ mT}$

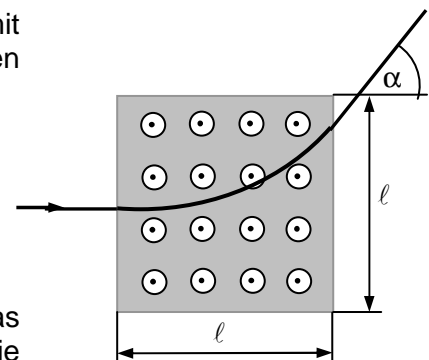


Bild 2

Berechnen Sie den Radius der Kreisbahn, die das Elektron im Magnetfeld durchläuft und bestimmen Sie rechnerisch oder zeichnerisch den Ablenkwinkel α .

Beschreiben Sie, wie sich die Bahn innerhalb des Magnetfeldes verändert, wenn Teilchen mit der gleichen Geschwindigkeit, aber mit einer anderen spezifischen Ladung in das Magnetfeld treten. Begründen Sie Ihre Aussagen.

2 Magnetische Feldkonstante μ_0

Die magnetische Feldkonstante μ_0 soll experimentell bestimmt werden.

Geben Sie eine geeignete Gleichung an.

Beschreiben Sie eine Experimentieranordnung, mit der die erforderlichen Größen gemessen werden können, sowie die Durchführung und Auswertung des Experiments.

Dafür stehen Ihnen u. a. folgende Geräte zur Verfügung, die Sie nicht unbedingt alle benötigen, aber durch weitere ergänzen können:

Stromversorgungsgerät für Gleich- und Wechselspannung,
 Strommessgerät,
 Spannungsmessgerät,
 Hallsonde,
 Spule,
 Eisenkern für diese Spule,
 Verbindungsleiter,
 Lineal,
 Stoppuhr.

3 Planck'sches Wirkungsquantum h

- 3.1 Erläutern Sie anhand einer Schaltskizze, wie man beim Photoeffekt die kinetische Energie der schnellsten Photoelektronen bestimmen kann.
- 3.2 Bei diesem Experiment wurden für zwei verschiedene Metalloberflächen folgende Werte ermittelt:

λ in nm	100	200	300	400	500	600
Zink: U in V	8,46	2,25	0,19	-	-	-
Barium: U in V	9,89	3,68	1,62	0,58	-	-

Interpretieren Sie die experimentellen Ergebnisse mithilfe der Deutung des Photoeffekts durch A. Einstein und erläutern Sie, warum das Wellenmodell des Lichtes dazu nicht geeignet ist.

Zeichnen Sie für Barium das $E_{\text{kin}}(f)$ -Diagramm und ermitteln Sie daraus das Planck'sche Wirkungsquantum h .

Thema 3: Felder

1 Kondensator

- 1.1 Beschreiben Sie unter Verwendung von Skizzen das elektrische Feld eines geladenen Plattenkondensators und das elektrische Feld einer Punktladung qualitativ und quantitativ.
- 1.2 Untersuchen Sie, wie sich die Kapazität eines aufgeladenen Plattenkondensators sowie die Feldstärke und die Energie des elektrischen Feldes ändern, wenn der Plattenabstand verdoppelt wird
- bei angeschlossener Spannungsquelle ($U = \text{konst.}$)
 - nach Abtrennen der Spannungsquelle.
- 1.3 Zur Messung des Inhalts eines Flüssigkeitsbehälters wird ein Plattenkondensator mit zwei vertikalen, rechteckigen Platten verwendet (Bild 1). Der kapazitive Widerstand hängt davon ab, bis zu welcher Höhe der Zwischenraum zwischen den Platten mit einer Flüssigkeit gefüllt ist.

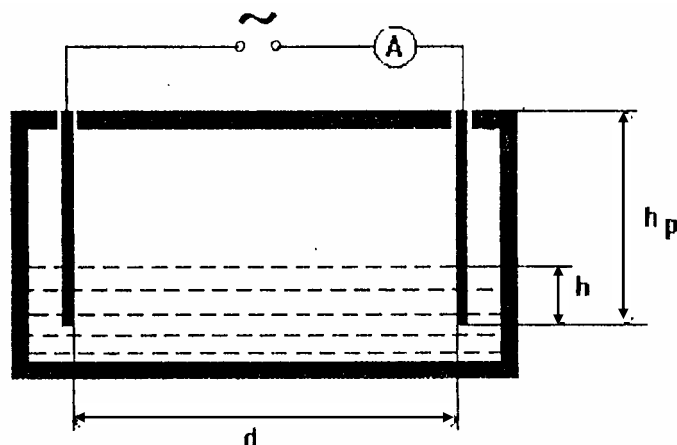


Bild 1

Breite der Platten:	$b = 40 \text{ cm}$
Höhe einer Platte:	$h_p = 60 \text{ cm}$
Plattenabstand:	$d = 5,0 \text{ cm}$
relative Dielektrizitätskonstante der Flüssigkeit:	$\epsilon_r = 2,4$

Weisen Sie nach, dass die Gesamtkapazität mit der Gleichung

$$C_{\text{ges}} = \epsilon_0 \cdot \frac{b}{d} \cdot [h_p + (\epsilon_r - 1) \cdot h] \text{ berechnet werden kann.}$$

(Hinweis: Der luftgefüllte und der flüssigkeitsgefüllte Teil stellen eine Parallelschaltung zweier Kondensatoren dar, für die gilt: $C_{\text{ges}} = C_1 + C_2$.)

Stellen Sie die Abhängigkeit der Stromstärke von der Füllhöhe h bei konstanter Wechselspannung $U = 250 \text{ V}$ und konstanter Frequenz $f = 400 \text{ Hz}$ grafisch dar.

2 Gravitationsfeld

- 2.1 Leiten Sie die Gleichung zur Berechnung der Arbeit im Gravitationsfeld her und begründen Sie, dass diese unabhängig vom Weg ist, den ein Raumflugkörper zwischen zwei Punkten im Orbit zurücklegt.
- 2.2 Ein Raumschiff mit einer Masse von 5,5 t umrundet den Mond in einer Höhe von 262 km über der Mondoberfläche. Anschließend beginnt der Rückflug zur Erde.

Stellen Sie die bis zu einer Entfernung von 5000 km über der Mondoberfläche zu verrichtende Arbeit in Abhängigkeit von der Höhe zur Mondoberfläche grafisch dar. Berechnen Sie dazu mindestens fünf Zwischenwerte.

Die Gravitationsfelder anderer Himmelskörper sind zu vernachlässigen.

Daten:	Mondradius	$r_M = 1\,738\text{ km}$
	Mondmasse	$m_M = 7,35 \cdot 10^{22}\text{ kg}$

3 Elektrische Felder in Kondensatoren (Aufgabe mit Schülerexperiment)

- 3.1 Der Kondensator eines Schwingkreises wurde aufgeladen (Bild 2). Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Schwingkreis geschlossen.

Beschreiben Sie die Vorgänge im Schwingkreis auch unter Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufs von Spannung, Stromstärke und Energie während einer Periode.

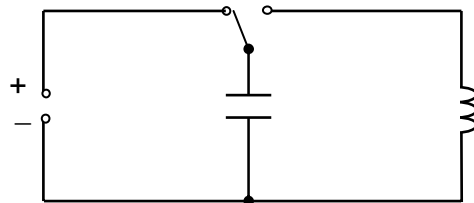


Bild 2

- 3.2 Entwickeln Sie eine Schaltung, mit der ein Kondensator von einer Gleichspannungsquelle aufgeladen und anschließend über einen geeigneten Widerstand so entladen wird, dass der zeitliche Verlauf der Entladestromstärke experimentell aufgenommen werden kann. Verwenden Sie dabei die von der Lehrkraft vorgegebenen Bauelemente.

Nehmen Sie anschließend die Entladekurve $I(t)$ des Kondensators auf und bestimmen Sie daraus die vor der Entladung gespeicherte Ladung und elektrische Energie.

Fertigen Sie zu diesem Experiment ein vollständiges Protokoll an.