

ABITURPRÜFUNG 2005

LEISTUNGSFACH

PHYSIK

(HAUPTTERMIN)

Arbeitszeit: 270 Minuten

Hilfsmittel: Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung
Taschenrechner (nicht programmierbar, nicht grafikfähig)
(Schüler, die einen CAS-Taschencomputer im Unterricht benutzen,
dürfen diesen verwenden.)
Tafelwerk

Wählen Sie

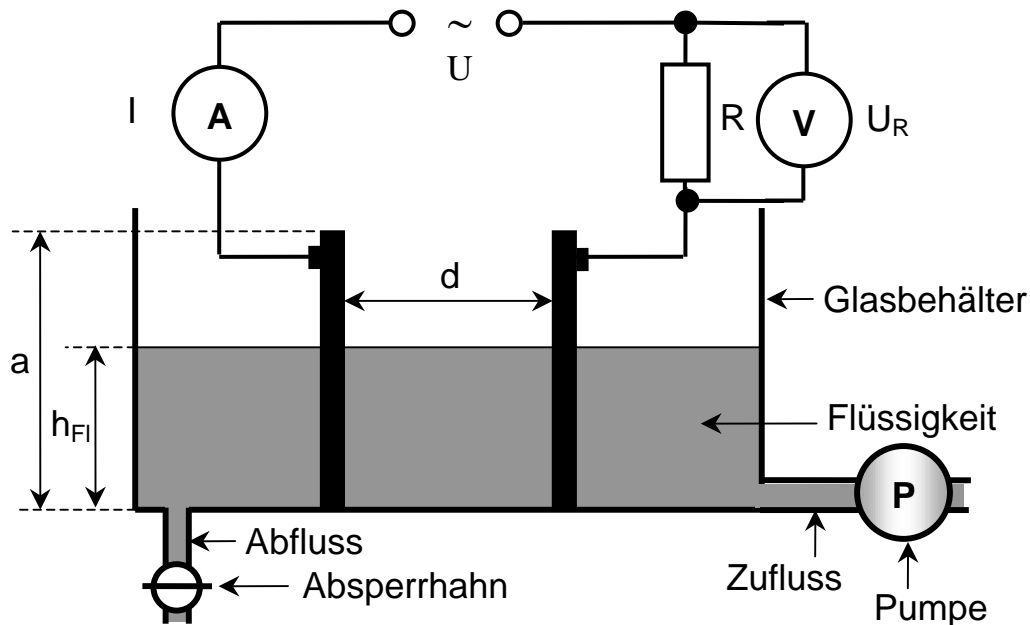
von den Aufgaben A1 und A2 **eine** Aufgabe und
von den Aufgaben B1 und B2 **eine** Aufgabe und
von den Experimenten E1 und E2 **ein** Experiment
zur Bearbeitung aus.

Rechts neben jeder Teilaufgabe steht die für diese Teilaufgabe maximal erreichbare Anzahl von Bewertungseinheiten (BE).

ÖFFNUNG AM 11. MAI 2005

Aufgabe A1

- 1 Das folgende Bild zeigt eine Vorrichtung zur automatischen Füllstandsregelung. Sie enthält einen Kondensator zur Messung der Füllstandshöhe einer nicht leitenden Flüssigkeit. Er besteht aus zwei vertikal aufgestellten quadratischen Metallplatten der Seitenlänge $a = 77,5\text{ cm}$. Ihr Abstand beträgt $d = 48,3\text{ cm}$. Der Kondensator ist gemeinsam mit dem ohmschen Widerstand $R = 30,0\text{ k}\Omega$ an eine Wechselspannung mit dem Effektivwert $U = 50,0\text{ V}$ und der Frequenz $f = 362\text{ kHz}$ angeschlossen.



- 1.1 Berechnen Sie die Kapazität C_0 des Kondensators für den Fall, dass sich keine Flüssigkeit im Behälter befindet!
[Kontrollergebnis: $C_0 = 11,0\text{ pF}$]
- 1.2 Ermitteln Sie die effektive Stromstärke I , wenn der Behälter leer ist!
- 1.3 Beschreiben Sie qualitativ die Änderung der effektiven Stromstärke I , wenn Flüssigkeit in den Behälter eingefüllt wird! Erklären Sie diese Veränderung!

3 BE

3 BE

4 BE

- 1.4 Die Kapazität des nur teilweise mit Flüssigkeit gefüllten Kondensators kann nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$C = \frac{\epsilon_0}{d} [a \cdot (a - h_{\text{Fl}}) + \epsilon_r \cdot a \cdot h_{\text{Fl}}]$$

ϵ_r ... Dielektrizitätszahl der Flüssigkeit

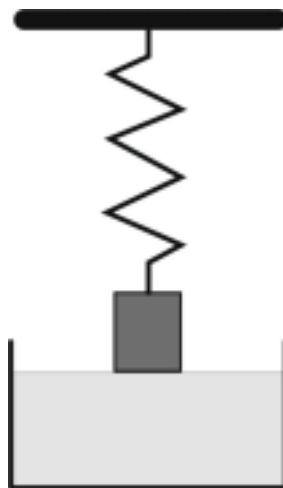
Leiten Sie diese Gleichung her!

4 BE

- 1.5 Mit Hilfe des Spannungsabfalls über dem ohmschen Widerstand R soll die Pumpe am Zufluss abgeschaltet werden, wenn der Flüssigkeitsstand $h_{\text{Fl}} = 62,0 \text{ cm}$ beträgt. Die Dielektrizitätszahl der Flüssigkeit ist $\epsilon_r = 4,30$. Berechnen Sie für diesen Fall den Effektivwert der Spannung U_R !

5 BE

- 2 Ein Vollzylinder mit der Querschnittsfläche $A = 2,00 \text{ cm}^2$ und dem Volumen $V = 20,0 \text{ cm}^3$ hat die Masse $m = 500 \text{ g}$. Er hängt an einer Schraubenfeder. Beide bilden ein schwingungsfähiges System, dessen Schwingungsdauer in Luft $T_1 = 2,00 \text{ s}$ beträgt. Unter den ruhenden Vollzylinder wird ein Gefäß mit Wasser so gestellt, dass er die Oberfläche der Flüssigkeit gerade berührt (siehe Abbildung). Nun wird der Körper so weit nach unten ausgelenkt, dass er gerade vollständig eintaucht. Anschließend wird er los gelassen. Die Reibung des schwingenden Körpers mit der Umgebung ist zu vernachlässigen.



- 2.1 Berechnen Sie die Richtgröße D_2 für den Teil der Schwingung, bei dem der Körper im Wasser eingetaucht ist!

[Kontrollergebnis: $D_2 \approx 6,9 \frac{\text{N}}{\text{m}}$]

3 BE

- 2.2 Berechnen Sie die Zeit t , die der Körper für die Strecke vom Ausgangspunkt bis zum Erreichen des oberen Umkehrpunktes benötigt!

3 BE

- 2.3 Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit v_{max} und die größtmögliche Beschleunigung a_{max} des Körpers! Geben Sie an, wo diese Maximalwerte jeweils auftreten!

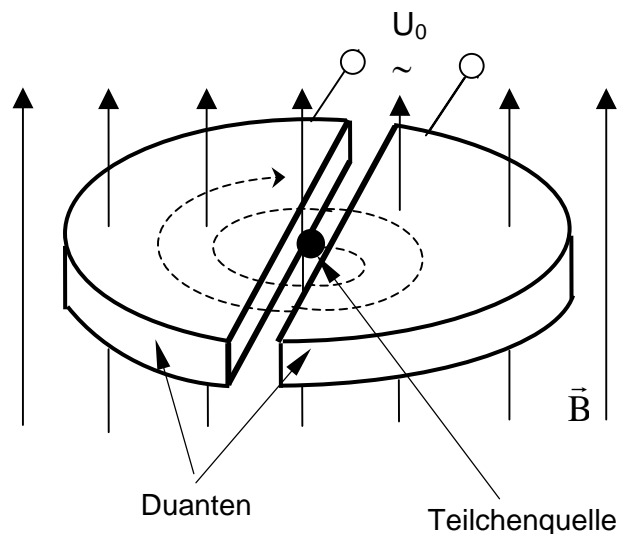
5 BE

- 2.4 Zeichnen Sie ein Diagramm, das die Abhängigkeit der rücktreibenden Kraft F_R von der Auslenkung y im Intervall $-5 \text{ cm} \leq y \leq 5 \text{ cm}$ zeigt!

5 BE

Aufgabe A2

- 1 Die Abbildung zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Zyklotrons. Es besteht aus einer Vakuumkammer, die zwei D-förmige Hohlelektroden (Duanten) enthält. Im Zentrum des schmalen Raumes zwischen ihnen befindet sich eine Quelle für geladene Teilchen. Der Innenraum der Duanten ist frei von elektrischen Feldern. Die Feldlinien des magnetischen Führungsfeldes verlaufen senkrecht durch die Duanten.



- 1.1 Die geladenen Teilchen bewegen sich auf einer spiralförmigen Bahn. Erklären Sie diesen Sachverhalt!
- 1.2 In einem Experiment sollen im Zyklotron Protonen beschleunigt werden. Die Flussdichte des magnetischen Führungsfeldes beträgt $B=200$ mT. Die Duanten haben den Abstand $d=1,00$ cm. Der Maximalwert der Beschleunigungsspannung ist $U_0 = 10,0$ kV.

3 BE

Es gelten folgende Annahmen:

- Die Protonen werden immer mit U_0 beschleunigt.
- Das elektrische Feld ist näherungsweise homogen.
- Die Protonen verlassen die Quelle mit vernachlässigbar geringer Geschwindigkeit.

1.2.1 Berechnen Sie die Zeit t_1 , die ein Proton für die Strecke von der Teilchenquelle bis zur Hohlelektrode beim erstmaligen Beschleunigen benötigt und ermitteln Sie die Geschwindigkeit v_1 , mit der das Proton erstmals in diese Hohlelektrode eintritt!

5 BE

1.2.2 Zeigen Sie, dass die Zeit t_2 zum Durchlaufen einer Hohlelektrode konstant ist und berechnen Sie daraus die Frequenz f der Beschleunigungsspannung!

5 BE

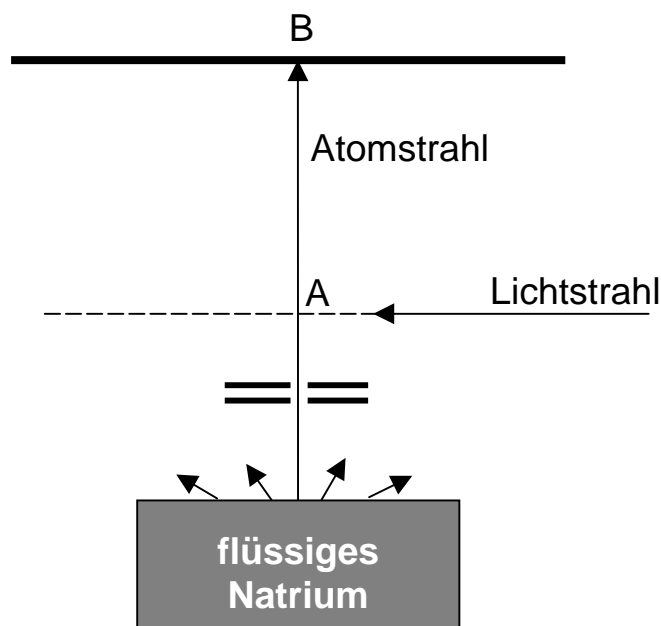
1.2.3 Berechnen Sie nach den Gesetzen der klassischen Physik die maximale kinetische Energie E_{kinMax} der Protonen, wenn der größte Durchmesser ihrer Bahn $d_{\text{max}} = 2,40 \text{ m}$ beträgt!

4 BE

1.2.4 Ermitteln Sie die Zahl N der Umläufe, die ein Proton vom Verlassen der Quelle bis zum Erreichen der maximalen kinetischen Energie E_{kinMax} vollzogen hat!

2 BE

2 Aus der Oberfläche flüssigen Natriums treten Atome aus. Mit Hilfe zweier Blenden wird daraus ein feiner Atomstrahl erzeugt, der im Punkt B auf eine Platte auftrifft. Am Ort A fällt senkrecht zum Atomstrahl monochromatisches Licht ein. Die im folgenden Bild dargestellte Anordnung befindet sich im Vakuum.



- 2.1 Berechnen Sie die mittlere Geschwindigkeit \bar{v} der Natriumatome, wenn die Temperatur des Natriumdampfes $\vartheta = 301^\circ\text{C}$ beträgt! Betrachten Sie den Natriumdampf als einatomiges ideales Gas. Außerdem wird angenommen, dass $\bar{v} \approx \sqrt{\bar{v}^2}$ gilt.

[Kontrollergebnis: $\bar{v} = 789 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$]

3 BE

- 2.2 Berechnen Sie den Impuls p eines Natriumatoms mit der Geschwindigkeit \bar{v} !

3 BE

- 2.3 Die niedrigste Anregungsenergie eines Natriumatoms ist $E_1 = 2,10 \text{ eV}$. Seine Ionisierungsenergie beträgt $E_{\text{ion}} = 5,14 \text{ eV}$.

Beschreiben Sie die Wechselwirkungen zwischen einem Photon und einem Natriumatom, wenn die Photonen des einfallenden Lichtes die Energien $E_A = 1,90 \text{ eV}$, $E_B = 2,10 \text{ eV}$ bzw. $E_C = 5,50 \text{ eV}$ besitzen!

4 BE

- 2.4 Wenn am Ort A Photonen mit der Energie $E_B = 2,10 \text{ eV}$ auf den Atomstrahl treffen, wird ein Teil der Natriumatome um den Winkel α zur ursprünglichen Bewegungsrichtung abgelenkt.

- 2.4.1 Erklären Sie diesen Effekt und berechnen Sie den Ablenkwinkel α für Natriumatome mit dem Impuls $p = 3,01 \cdot 10^{-23} \text{ Ns}$!

4 BE

- 2.4.2 Es treffen nicht alle Atome, die am Ort A eine Wechselwirkung mit einem Photon hatten, im selben Punkt auf die Platte. Erklären Sie diesen Sachverhalt!

2 BE

Aufgabe B1

- 1 Eis der Masse m_E hat eine Temperatur $\vartheta_{\text{Eis}} < 0^\circ\text{C}$. Es wird in Wasser der Masse m_W bei einer Temperatur $\vartheta_{\text{Wasser}} > 0^\circ\text{C}$ gegeben.

Das gesamte System befindet sich in einem von der Umgebung isolierten Behälter mit vernachlässigbar geringer Wärmekapazität.

Geben Sie fünf Endzustände (Mischtemperatur, Eismasse und Wassermasse) an, die sich nach dem Erreichen des thermischen Gleichgewichtes einstellen können! Begründen Sie mindestens drei Fälle!

6 BE

- 2 Ermitteln Sie den Endzustand, der sich einstellt, wenn folgende Ausgangsgrößen gegeben sind:

$$m_E = 700\text{g} ; \vartheta_{\text{Eis}} = -60,0^\circ\text{C} ; m_W = 210\text{g} ; \vartheta_{\text{Wasser}} = 65,0^\circ\text{C} ;$$

$$c_{\text{Eis}} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{Wasser}}$$

Bestimmen Sie dazu die Mischtemperatur und die Massen von Eis und Wasser!

4 BE

Aufgabe B2

Schon kurze Zeit nach der Entdeckung der elektromagnetischen Induktion durch M. FARADAY im Jahre 1831 gelang es H. PIXII 1832 den ersten funktionstüchtigen Generator zu bauen. Dieser wurde seinerzeit jedoch noch von Hand betrieben und war so für die praktische Nutzung unbrauchbar.

Für großtechnische Anwendungen war die Entdeckung des dynamoelektrischen Prinzips durch W. v. SIEMENS 1867 von entscheidender Bedeutung. Von da an war es möglich, leistungsfähige Generatoren zu konstruieren. Bereits 1878 fertigte die Firma SIEMENS & HALSKE 25 Generatoren pro Woche. 1882 ging in New York das erste Elektrizitätswerk der Welt ans Netz. In Europa nahm schließlich 1884 in der Berliner Friedrichstraße ein solches seine Arbeit auf.

- 1 Beschreiben Sie den Aufbau eines Wechselstromgenerators und erklären Sie seine Wirkungsweise!

Einem Generator mit angeschlossenen Verbrauchern muss selbst bei vernachlässigbar geringer Reibung ständig Energie zugeführt werden. Zeigen Sie an diesem Sachverhalt, dass die lenzsche Regel eine direkte Folge aus dem Energieerhaltungssatz ist!

5 BE

- 2 In einem Generator befindet sich in einem homogenen Magnetfeld der Flussdichte $B = 50,0 \text{ mT}$ eine Spule mit der Windungszahl $N = 100$. Sie hat einen quadratischen Querschnitt $A_0 = 0,50 \text{ m}^2$ und rotiert mit der Drehzahl $n = 3000 \text{ min}^{-1}$.

Zeigen Sie, dass die Generatorspannung einen sinusförmigen Verlauf hat! Ermitteln Sie den Maximalwert und die Frequenz dieser Spannung!

5 BE

Experiment E1

Ermitteln Sie experimentell die relative Permeabilität eines geschlossenen Eisenkernes in einer Spule!

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- 2 Vielfachmessgeräte
- 1 Schülerstromversorgungsgerät
- 1 Spule mit 3000 Windungen
- 1 geblätterter U-Kern
- 1 geblätterter I-Kern
- Kondensator ($C = 1 \mu\text{F}$)
- Potentiometer
- Verbindungsleiter

Hinweise:

- Vom Lehrer wird Ihnen die Betriebsspannung für die Spule mitgeteilt.
- Es ist nicht erforderlich, alle vorgegebenen Geräte und Hilfsmittel zu verwenden.

Das Protokoll soll enthalten:

Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung

6 BE

Messprotokoll

3 BE

Auswertung

3 BE

Fehlerbetrachtung

3 BE

Experiment E 2

Bestimmen Sie experimentell das Verhältnis der Gitterkonstanten zweier optischer Gitter!

Leiten Sie an Hand einer Skizze eine Gleichung zur Berechnung des Verhältnisses aus zu messenden physikalischen Größen her!

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- Stativmaterial
- Lineal
- Winkelmesser
- verschiedene Farbfilter mit unbekanntem Wellenlängen
- 2 verschiedene optische Gitter
- Sammellinse
- Doppelkeilspalt
- Auffangschirm
- optische Leuchte
- Spaltblende
- Halterungen
- Stromversorgungsgerät
- Verbindungsleiter

Hinweise:

- Beachten Sie, dass die Umstellung einer aus dem Tafelwerk entnommenen Gleichung nach der gesuchten Größe keine Herleitung ist!
- Es ist nicht erforderlich, alle vorgegebenen Geräte und Hilfsmittel zu verwenden.

Das Protokoll soll enthalten:

Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung

Messprotokoll

Auswertung

Fehlerbetrachtung

6 BE
3 BE
3 BE
3 BE