

# ABITURPRÜFUNG 2006

## 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 10. MAI 2006**

## Aufgabe A1

### 1 Mechanische Wellen

1.1 Geben Sie die physikalische Bedeutung der Wellenlänge, der Frequenz und der Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle an!

2 BE

1.2 Berechnen Sie die Wellenlänge einer Schallwelle in Luft bei der Temperatur  $\vartheta = 20,0^\circ\text{C}$ . Ihre Frequenz beträgt  $f = 440\text{Hz}$ !

2 BE

1.3 Auf einem langen linearen Wellenträger läuft in positiver  $x$ -Richtung eine sinusförmige Transversalwelle mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c = 2,0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  zur Zeit  $t = 0\text{s}$  im Ursprung los. Der Oszillator im Ursprung beginnt in mathematisch positiver Richtung zu schwingen. Die Amplitude beträgt  $y_{\text{max}} = 10,0\text{cm}$ , die Kreisfrequenz  $\omega = 3,14\text{ s}^{-1}$ .

1.3.1 Leiten Sie aus dem Elongations-Zeit-Gesetz für eine harmonische Schwingung den funktionalen Zusammenhang

$$y(t, x) = y_{\text{max}} \cdot \sin\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right] \text{ für eine lineare Welle her!}$$

3 BE

1.3.2 Zum Zeitpunkt  $t = \frac{3}{2}T$  beginnt der Oszillator an der Stelle  $x = x_1$  zu schwingen.

Berechnen Sie  $x_1$  und skizzieren Sie das Momentbild der Welle zu diesem Zeitpunkt!

3 BE

1.3.3 Berechnen Sie die Zeit, nach der der Oszillator an der Stelle  $x = 3,50\text{m}$  zum ersten Mal den positiven Maximalwert erreicht!

2 BE

## 2 Thermodynamik

2.1 Beschreiben und erklären Sie den Vorgang des Verdunstens unter phänomenologischen und kinetisch-statistischen Gesichtspunkten!

4 BE
------

2.2 Ein einatomiges ideales Gas der Stoffmenge  $n=1,40\text{ mol}$  durchläuft einen 4-stufigen Kreisprozess aus isobaren und isochoren Zustandsänderungen. Der Ausgangszustand des Prozesses ist durch das kleinste Volumen  $V_1 = 750\text{ cm}^3$  und den größten Druck  $p_1 = 46,56 \cdot 10^5\text{ Pa}$  charakterisiert. Die erste Zustandsänderung ist eine isobare Expansion auf das doppelte Volumen. Es schließt sich eine isochore Abkühlung auf die Ausgangstemperatur an.

2.2.1 Benennen Sie die fehlenden Zustandsänderungen!

2 BE
------

2.2.2 Ermitteln Sie für alle vier Zustände Druck, Volumen und Temperatur und fassen Sie diese in einer Tabelle zusammen!

4 BE
------

2.2.3 Zeichnen Sie das p–V–Diagramm des Kreisprozesses!

1 BE
------

2.2.4 Berechnen Sie für jede der Zustandsänderungen die dabei verrichtete Volumenarbeit  $W$  und die zugeführte bzw. abgegebene Wärme  $Q$ !  
Fassen Sie ihre Ergebnisse in einer Tabelle zusammen!

5 BE
------

2.2.5 Zeichnen Sie in das p-V-Diagramm die Isotherme für die Temperatur  $T_1$  ein! Geben Sie dazu mindestens 4 Wertepaare an!

2 BE
------

2.2.6 Durch die Isotherme ergeben sich 2 Kreisprozesse:

Prozess A:  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$

Prozess B:  $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$

Vergleichen Sie die Nutzarbeiten und berechnen Sie die Wirkungsgrade beider Prozesse!

5 BE
------

## Aufgabe A2

- 1 In der Raumfahrttechnik werden seit den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts nukleare Batterien eingesetzt. In solchen thermoelektrischen Energiequellen wird die beim Spontanzerfall von Radionukliden freigesetzte thermische Energie in elektrische Energie umgewandelt.

Neue Entwicklungen setzen auf das Isotop  ${}^{63}_{28}\text{Ni}$ . Es hat eine Halbwertszeit  $T_{1/2} = 100$  Jahre und ist ein reiner  $\beta^-$ -Strahler.

Das Nickelisotop  ${}^{63}_{28}\text{Ni}$  hat die Kernmasse  $m_{\text{Ni}} = 62,9143149 \text{ u}$ . Die Masse des stabilen Folgekerns beträgt  $m_{\text{X}} = 62,9136912 \text{ u}$ .

- 1.1 Beschreiben Sie die Vorgänge in einem Atomkern, die zur Aussendung von  $\beta^-$ -Strahlung führen!

Geben Sie die Zerfallsgleichung für das Radionuklid  ${}^{63}_{28}\text{Ni}$  an!

2 BE
------

- 1.2 Das Radionuklid ist von einem einige Zentimeter dicken Material umhüllt, welches thermische Energie in elektrische Energie umwandelt.

Begründen Sie mit Hilfe der Eigenschaften der radioaktiven Strahlung, dass in diesem Fall kein zusätzlicher Strahlenschutz erforderlich ist!

2 BE
------

- 1.3 Berechnen Sie die maximale kinetische Energie  $E_{\text{kin}/\text{max}}$  der  $\beta^-$ -Teilchen sowie ihre größtmögliche Geschwindigkeit  $v_{\text{max}}$ !

[Kontrollergebnis:  $E_{\text{kin}/\text{max}} \approx 70 \text{ keV}$ ]

4 BE
------

- 1.4 Erklären Sie, weshalb die Teilchen in der von  ${}^{63}_{28}\text{Ni}$  ausgehenden  $\beta^-$ -Strahlung auch geringere kinetische Energien als  $E_{\text{kin}/\text{max}}$  besitzen können!

2 BE
------

- 1.5 Eine Nuklearbatterie hat die thermische Anfangsleistung  $P_0 = 1,0 \text{ kW}$ .

Der Einfachheit halber wird angenommen, dass die vom  ${}^{63}_{28}\text{Ni}$ - Isotop ausgehende  $\beta^-$ -Strahlung nur aus Teilchen mit maximaler kinetischer Energie besteht.

Hinweis:

Innerhalb einer Sekunde kann die Leistung als konstant aufgefasst werden.

- 1.5.1 Berechnen Sie die Zahl  $\Delta N$  der radioaktiven Zerfälle je Sekunde, um die gegebene Anfangsleistung zu gewährleisten!

[Kontrollergebnis:  $\Delta N \approx 8,9 \cdot 10^{16}$ ]

3 BE

- 1.5.2 Ermitteln Sie die Zerfallskonstante  $\lambda$  des  $\beta^-$ -Zerfalls! Leiten Sie die Gleichung zur Berechnung der Zerfallskonstante  $\lambda$  aus dem Zerfallsgesetz her und berechnen Sie diese für das Nickelisotop  ${}_{28}^{63}\text{Ni}$ !

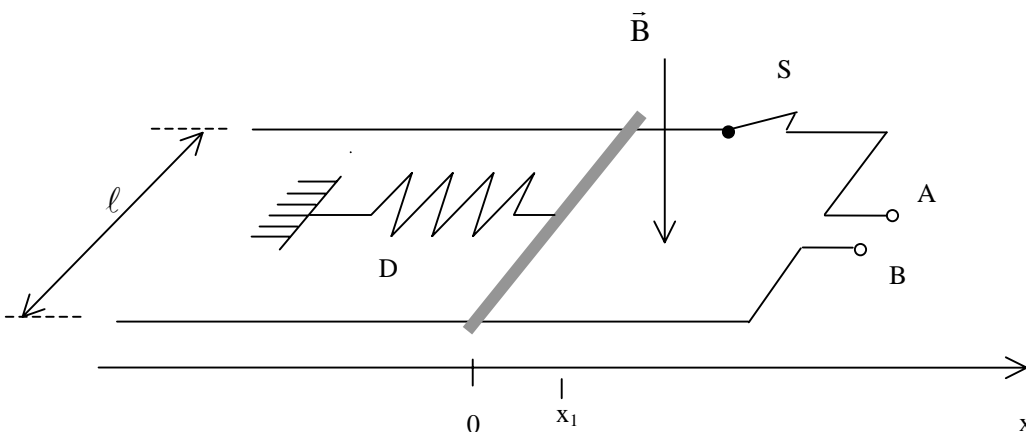
[Kontrollergebnis:  $\lambda = 2,20 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$ ]

3 BE

- 1.5.3 Berechnen Sie die Masse  $m_0$  des Radionuklids  ${}_{28}^{63}\text{Ni}$ , damit die gegebene thermische Anfangsleistung  $P_0$  erreicht wird!

2 BE

- 2 Auf zwei parallelen waagerechten Metallschienen mit vernachlässigbarem ohmschen Widerstand liegt ein Leiter, der auf den Schienen reibungsfrei gleiten kann und an einer Schraubenfeder befestigt ist, die auf Zug und Druck reagiert. Ihre Federkonstante beträgt  $D = 0,80 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-1}$ . Bei den folgenden Betrachtungen kann die Masse der Feder vernachlässigt werden. Ein homogenes Magnetfeld der Flussdichte  $B = 1,50 \text{ T}$  durchsetzt die gesamte Anordnung. Die Metallschienen haben den Abstand  $\ell = 18,0 \text{ cm}$ . Der Leiter hat die Masse  $m = 210 \text{ g}$  und den ohmschen Widerstand  $R = 2,0 \Omega$ .



2.1 Berechnen Sie die Spannung, die man an die Klemmen A und B bei geschlossenem Schalter S anlegen muss, damit der Leiter bis zur Stelle  $x_1=5,20\text{cm}$  verschoben wird! Geben Sie die Polarität dieser Spannung an!

4 BE

2.2 Nachdem der Leiter die Stelle  $x_1$  erreicht hat, wird der Schalter S geöffnet.

2.2.1 Beschreiben und erklären Sie das Verhalten des Leiters!

3 BE

2.2.2 Berechnen Sie den Betrag der maximalen Geschwindigkeit  $v_{\max}$  des Leiters bei seiner Bewegung!

3 BE

2.2.3 Erklären Sie, weshalb während der Bewegung des Leiters zwischen seinen Enden eine Spannung induziert wird!

3 BE

2.2.4 Für die induzierte Spannung gilt:

$$U_1(t) = B \cdot \ell \cdot x_1 \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

Leiten Sie diese Gleichung her und berechnen Sie den Betrag des Maximalwertes der induzierten Spannung!

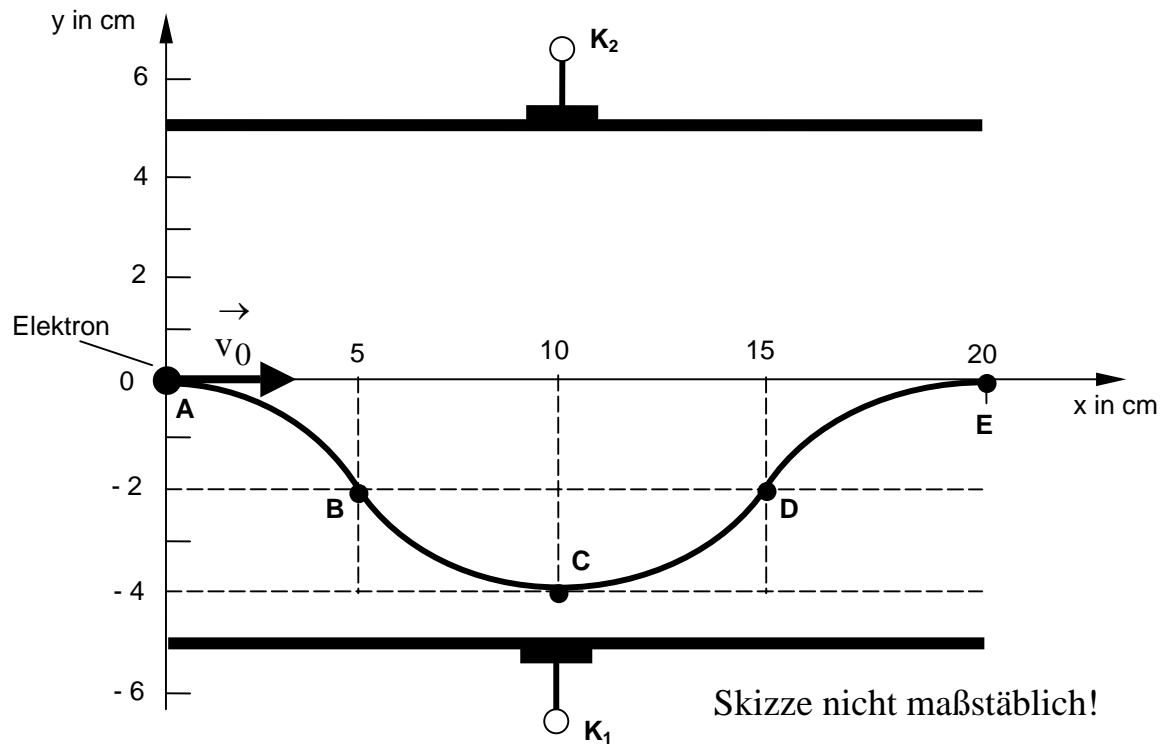
4 BE

### Aufgabe B1

Die Teilchen eines Elektronenstrahls treten mit der Geschwindigkeit  $\vec{v}_0$  senkrecht zu den Feldlinien in das elektrische Feld eines Plattenkondensators ein. Die gesamte Anordnung befindet sich im Vakuum. Die Wirkung der Gravitation auf die Elektronen ist zu vernachlässigen.

- 1 Beschreiben und begründen Sie die Bewegung der Elektronen im Raum zwischen den Kondensatorplatten und leiten Sie die Bahngleichung für den Fall her, dass die Kondensatorspannung zeitlich konstant ist!
- 2 In einem Experiment durchlaufen die Elektronen des Strahls die im nachstehenden Bild dargestellte Bahnkurve, welche sich aus mehreren Parabelbögen zusammensetzt. Für die Bahnabschnitte zwischen zwei aufeinander folgenden Punkten benötigen die Elektronen jeweils die gleichen Zeitintervalle  $\Delta t = 100 \text{ ns}$ .

5 BE
------



Zeichnen Sie das Spannungs-Zeit-Diagramm der Ablenkungsspannung  $U_y$  im Intervall  $0s \leq t \leq 400ns$ ! Begründen Sie den Verlauf des Graphen!

5 BE

### Aufgabe B2



Im Jahr 1905 veröffentlichte A. EINSTEIN seine Überlegungen zum äußeren lichtelektrischen Effekt. 1922 untersuchte A. COMPTON die Streuung von monochromatischer Röntgenstrahlung an Kristallen. In beiden Fällen handelt es sich um Wechselwirkungen von Strahlung und Materie, die jedoch zu jeweils unterschiedlichen Ergebnissen führen.

- 1 Vergleichen Sie den Comptoneffekt mit dem äußeren lichtelektrischen Effekt!

5 BE
------

- 2 Bei einem Experiment wird ein Kristall mit harter Röntgenstrahlung der Wellenlänge  $\lambda_1 = 2,41 \cdot 10^{-12}$  m bestrahlt. Unter dem Streuwinkel  $\phi = 53^\circ$  wird Strahlung mit einer um  $\Delta\lambda = 0,97 \cdot 10^{-12}$  m veränderten Wellenlänge registriert. Berechnen Sie die Geschwindigkeit  $v_E$  der Elektronen nach der Wechselwirkung mit der einfallenden Strahlung!

5 BE
------

## Experiment E1

Bestimmen Sie experimentell das Massenträgheitsmoment eines rollenden Stativstabes!

Berechnen Sie in der Auswertung das Trägheitsmoment eines Vollzylinders für die Rotation um die Längsachse mit Hilfe der Formel aus dem Tafelwerk und vergleichen Sie dieses mit dem experimentell aus der Rollbewegung ermittelten Wert!

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- Stativstab
- geneigte Ebene
- Lineal
- Stoppuhr
- Waage

Das Protokoll soll enthalten:

Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung

5 BE
------

Messprotokoll

3 BE
------

Auswertung

5 BE
------

Fehlerbetrachtung

2 BE
------

## Experiment E2

Bestätigen Sie experimentell die Abbildungsgleichung für dünne Sammellinsen! Leiten Sie diese Gleichung an Hand einer Bildkonstruktion her!

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- Stativmaterial
- Lineal
- Schirm
- Halterungen (T-Füße)
- optische Leuchte mit Stromversorgungsgerät und Verbindungsleitern
- Dia mit Halterung
- 1 Sammellinse mit der Brennweite  $f = 10\text{ cm}$
- 1 Zerstreuungslinse mit der Brennweite  $f = -10\text{ cm}$

Das Protokoll soll enthalten:

Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung  
 Messprotokoll  
 Auswertung  
 Fehlerbetrachtung

6 BE
3 BE
4 BE
2 BE