

# ABITURPRÜFUNG 2004

## LEISTUNGSFACH

### PHYSIK (HAUPTTERMIN)

Arbeitszeit: 270 Minuten

Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht programmierbar, nicht grafikfähig),  
Tafelwerk

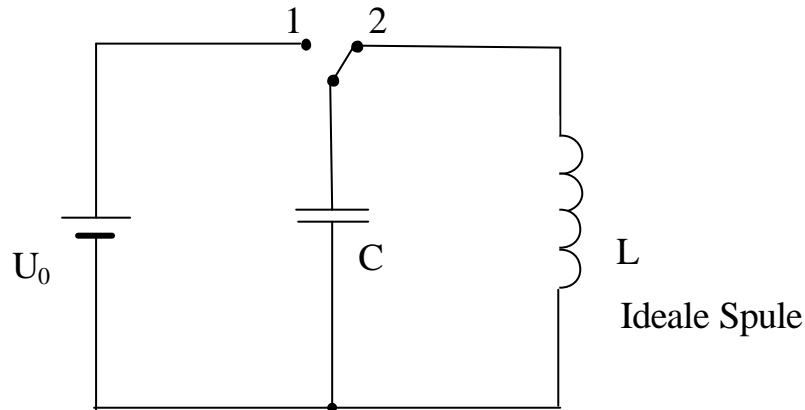
Der Prüfungsteilnehmer wählt  
von den Aufgaben A1 und A2 **eine** Aufgabe und  
von den Aufgaben B1 und B2 **eine** Aufgabe und  
von den Experimenten E1 und E2 **ein** Experiment  
zur Bearbeitung aus.

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

ÖFFNUNG AM 12. MAI 2004

### Aufgabe A1

- 1 Gegeben ist die nachfolgende Schaltung zur Erzeugung freier ungedämpfter elektromagnetischer Schwingungen.



Der Kondensator besteht aus zwei Platten, von denen jede die Fläche  $A = 0,79 \text{ cm}^2$  hat. Die Platten wurden von beiden Seiten gegen ein  $d = 1,00 \text{ mm}$  dickes Porzellanplättchen gleicher Größe gepresst. Die Dielektrizitätszahl des Porzellans ist  $\epsilon_r = 6,00$ .

- 1.1 Beschreiben Sie, wie mithilfe der Schaltung elektromagnetische Schwingungen erzeugt werden können! 2 BE
- 1.2 Erklären Sie das Entstehen der elektromagnetischen Schwingungen! 3 BE
- 1.3 Leiten Sie die Gleichung zur Berechnung der Schwingungsdauer für einen Schwingkreis her! 3 BE
- 1.4 Berechnen Sie die Induktivität der Spule, wenn der Schwingkreis die Eigenfrequenz  $f_0 = 225 \text{ kHz}$  hat! (Kontrollergebnis:  $L = 120 \text{ mH}$ ) 4 BE
- 1.5 Berechnen Sie die Amplitude des Schwingkreisstromes, wenn der Kondensator auf die Spannung  $U_0 = 115 \text{ V}$  aufgeladen wurde! 2 BE

- 1.6 Skizzieren Sie den Graph für die Abhängigkeit der magnetischen Feldenergie von der Zeit im Intervall  $0 \leq t \leq T$ ! Für den Zeitpunkt  $t_0 = 0 \text{ s}$  gilt für die Spannung am Kondensator  $U_C(t) = U_0 = U_{\max}$ .

2 BE

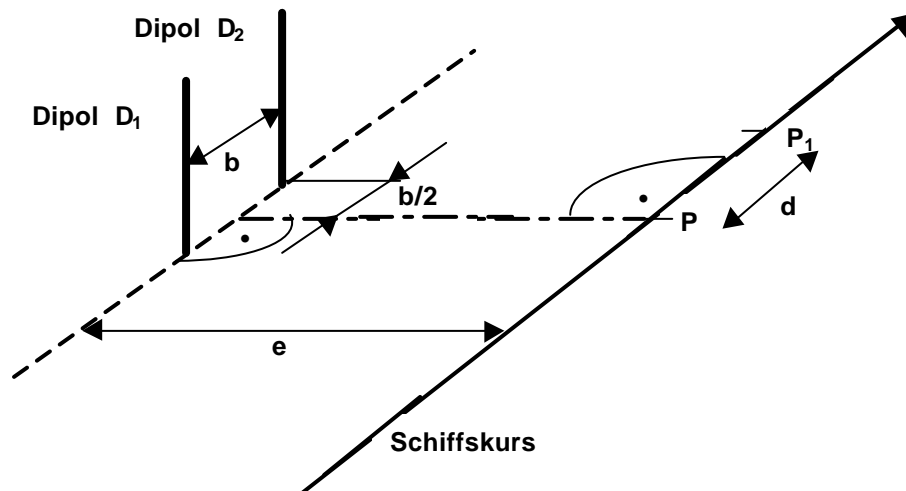
- 1.7 Vergleichen Sie die elektromagnetische Schwingung im Schwingkreis mit der Schwingung eines Federschwingers in Bezug auf jeweils zwei charakteristische Größen! Begründen Sie Ihre Aussagen!

3 BE

- 1.8 Nennen Sie zwei Beispiele für technische Anwendungen des Schwingkreises!

2 BE

- 2 An einer Steilküste befindet sich eine Sendeanlage für hertzische Wellen im UKW – Bereich. Sie besteht aus zwei gleich langen, vertikal aufgestellten Sendedipolen. Ihr Abstand zueinander beträgt  $b = 3,75 \text{ m}$ . Beide schwingen gleichphasig und mit derselben Frequenz.



- 2.1 Die von beiden Sendedipolen ausgestrahlten Wellen werden auf einem Schiff empfangen, das in der Entfernung  $e = 2,00 \text{ km}$  mit geringer Geschwindigkeit einen Kurs parallel zur Verbindungslinie der beiden Antennen steuert. Beim Durchfahren des Ortes P stellt der Funker auf dem Schiff fest, dass das vom Küstensender empfangene Signal seine größte Intensität hat. Diese vermindert sich bei der weiteren Fahrt entlang des angegebenen Kurses. Im Punkt  $P_1$ , der  $d = 874 \text{ m}$  von P entfernt ist, verschwindet das Signal erstmals kurzzeitig. Anschließend nimmt seine Intensität wieder zu.

- 2.1.1 Erklären Sie die Veränderung der auf dem Schiff registrierten Intensität des Signals! 4 BE
- 2.1.2 Berechnen Sie die Sendefrequenz der beiden Antennen! 5 BE
- 2.1.3 Untersuchen Sie, ob bei der weiteren Fahrt des Schiffes das empfangene Signal nochmals verschwindet! 3 BE
- 2.2 Der Abstand  $b$  der Sendedipole soll nun so verändert werden, dass auf dem angegebenen Schiffskurs nur noch im Punkt P ein Maximum der Signalstärke existiert. Geben Sie den maximalen Abstand  $b$  an und begründen Sie Ihre Aussage! 2 BE

### Aufgabe A2

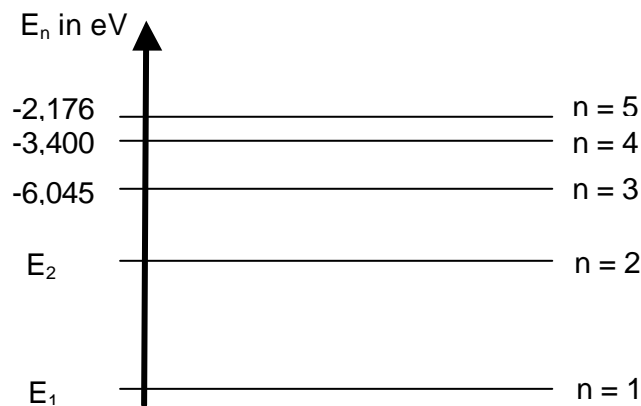
1 In der Quantenphysik wird u.a. der Aufbau der Materie sowie die Wechselwirkung von Strahlung und Materie beschrieben.

1.1 Das bohrsche Atommodell lässt sich auch auf  $\text{He}^+$ -Ionen anwenden. Für die möglichen Energieniveaus dieser Ionen gilt:

$$E_n = E_1 \cdot \frac{1}{n^2}$$

$E_n$  ... Energie des Niveaus mit der Hauptquantenzahl  $n$

Daraus ergibt sich für die ersten fünf Niveaus bei  $\text{He}^+$  das folgende Schema:



1.1.1 Berechnen Sie die fehlenden Energien  $E_1$  und  $E_2$ !

2 BE

1.1.2 Berechnen Sie die maximale Wellenlänge des Lichtes, das unter Berücksichtigung der angegebenen Energieniveaus vom  $\text{He}^+$ -Ion emittiert werden kann!

Geben Sie für diese Wellenlänge den Bereich des elektromagnetischen Spektrums an!

3 BE

1.1.3 Bestimmen Sie die Energie, die zur vollständigen Ionisation des  $\text{He}^+$ -Ions erforderlich ist!

1 BE

1.1.4 Berechnen Sie die Masse und den Impuls der Lichtquanten für Licht der Wellenlänge  $\lambda = 1013 \text{ nm}$ !

3 BE

1.2 Bei Bestrahlung von Materie mit Licht treten Wechselwirkungen zwischen Photonen und Elektronen auf.

1.2.1 Natriumgas wird mit Licht der Frequenz  $f = 1,48 \cdot 10^{15}$  Hz bestrahlt. Dabei absorbiert ein Natriumatom im Grundzustand ein Photon.

Berechnen Sie die kinetische Energie des emittierten Elektrons, wenn die Ionisierungsenergie des Natriumatoms  $E_{\text{ion}} = 5,14$  eV beträgt!

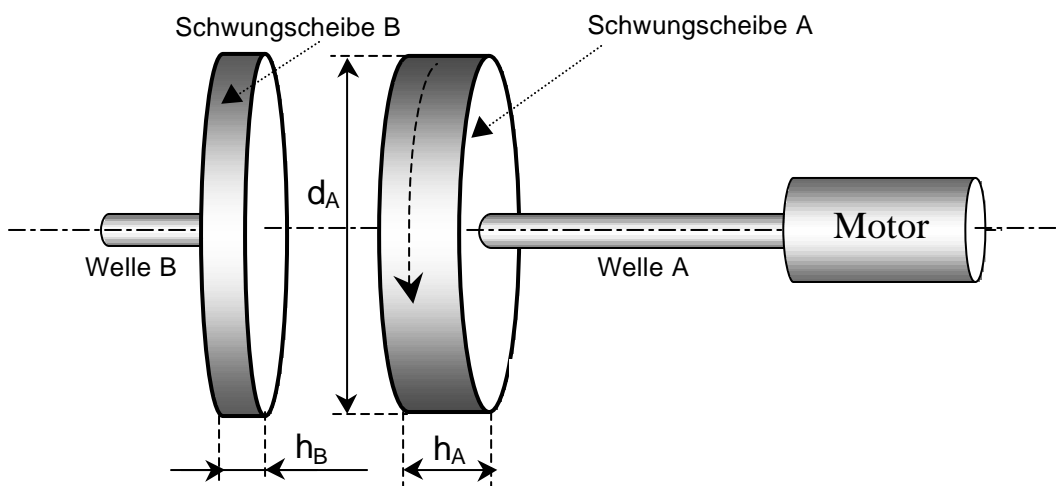
3 BE

1.2.2 Zeigen Sie unter Verwendung von Energie- und Impulserhaltungssatzes, dass die Energie eines Photons bei der Wechselwirkung mit einem freien ruhenden Elektron nicht vollständig in kinetische Energie des Elektrons umgewandelt werden kann!

Beachten Sie, dass eine relativistische Betrachtungsweise notwendig ist!

2 BE

2 Eine Schwungscheibe A besteht aus Stahl und hat einen Durchmesser  $d_A = 30$  cm. Sie soll als ein Vollzylinder betrachtet werden, dessen Höhe  $h_A = 60$  mm beträgt. Der Antrieb der Schwungscheibe erfolgt über die Welle A. Das Trägheitsmoment dieser Welle beträgt  $J_W = 0,15$  kg  $\cdot$  m<sup>2</sup>. Gegenüber der Schwungscheibe A ist auf einer zweiten Welle die Schwungscheibe B befestigt. Beide Schwungscheiben berühren sich zunächst nicht.



- 2.1 Die Schwungscheibe A wird über die Antriebswelle von einem Motor beschleunigt. Dabei wird die Drehzahl  $n$  zu verschiedenen Zeitpunkten gemessen. Es ergeben sich folgende Messwerte:

t in s	0	10,0	16,0	20,0
n in $\text{min}^{-1}$	50	175	250	300

- 2.1.1 Stellen Sie die Abhängigkeit der Drehzahl  $n$  von der Zeit  $t$  graphisch dar!

Nennen Sie die Art der Bewegung und begründen Sie Ihre Aussage!

3 BE

- 2.1.2 Berechnen Sie die Winkelbeschleunigung!

[Kontrollergebnis:  $\alpha = 1,31 \text{ s}^{-2}$ ]

3 BE

- 2.1.3 Berechnen Sie die Anzahl der Umdrehungen, die die Schwungscheibe A bis zum Zeitpunkt  $t = 20,0 \text{ s}$  ausgeführt hat!

3 BE

- 2.1.4 Berechnen Sie das Drehmoment, das die beschriebene Bewegung verursacht!

5 BE

- 2.1.5 Geben Sie die physikalische Bedeutung des Trägheitsmomentes an!

2 BE

- 2.2 Zum Zeitpunkt  $t = 20,0 \text{ s}$  wird der Motor von der Welle A abgekoppelt und die Schwungscheibe A sofort auf die vorher ruhende Schwungscheibe B gepresst.

Das gemeinsame Trägheitsmoment von Schwungscheibe B und Welle B beträgt  $J_2 = 0,186 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

- 2.2.1 Berechnen Sie die Drehzahl  $n_2$ , die sich unmittelbar nach der Verbindung beider Scheiben einstellt!

[Kontrollergebnis:  $n_2 = 3,69 \text{ s}^{-1}$ ]

2 BE

- 2.2.2 Berechnen Sie die Energie, die beim Verbinden beider Schwungscheiben in Wärme umgewandelt wird!

3 BE

## Aufgabe B1

Im Jahre 1816 entwickelte der schottische Geistliche ROBERT STIRLING (1790 – 1878) mit seinem Heißluftmotor eine weitere wirtschaftlich nutzbare Wärmekraftmaschine. Der Prozess, nach dem diese Maschine arbeitet, setzt sich aus isothermen und isochoren Zustandsänderungen zusammen.

Die Vorteile des Stirlingmotors (z. B. hoher Wirkungsgrad, Nutzung verschiedener Wärmequellen) ließen das Interesse an diesem Motor in unserer Zeit wieder aufleben.

- 1 Beschreiben Sie den Ablauf des stirlingschen Kreisprozesses! Gehen Sie dabei auch auf Volumenarbeit und Wärme ein! Der Ausgangszustand des Kreisprozesses ist durch den größten Druck und das kleinste Volumen festgelegt.

4 BE

- 2 Leiten Sie die Gleichung für den thermischen Wirkungsgrad des stirlingschen Kreisprozesses her und berechnen Sie diesen!

Begründen Sie, warum der real arbeitende Stirlingmotor einen kleineren thermischen Wirkungsgrad hat!

Gegeben sind für den Ausgangszustand  $p_1 = 3,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 200 \text{ cm}^3$  und  $T_1 = 673 \text{ K}$ . Darüber hinaus gilt für die Wärme bei der ersten Zustandsänderung  $Q_{12} = 204 \text{ J}$ .

Der kleinste Druck beträgt  $p_3 = 5,17 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ . Vor der isochoren Erwärmung ist der Gasdruck  $p_4 = 1,55 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

6 BE



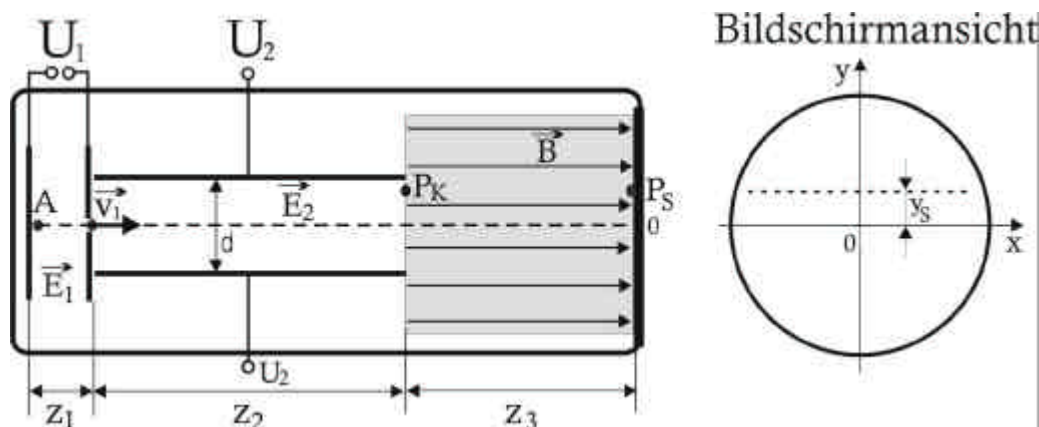
## Aufgabe B2

In der angegebenen Versuchsanordnung können sich Elektronen unter dem Einfluss homogener elektrischer und magnetischer Felder im Vakuum bewegen.

Der Geschwindigkeitsvektor  $\vec{v}_1$  der Elektronenbewegung steht nach dem Verlassen des Feldes mit der Feldstärke  $\vec{E}_1$  senkrecht auf den Feldlinien des Feldes mit der Feldstärke  $\vec{E}_2$ . Er zeigt außerdem in die gleiche Richtung wie die Feldlinien des magnetischen Feldes mit der magnetischen Flussdichte  $\vec{B}$ .

Der Leuchtschirm mit einem Koordinatensystem ist senkrecht zu den magnetischen Feldlinien angeordnet.

Relativistische Effekte, das Magnetfeld der Erde sowie die Einflüsse inhomogener elektrischer und magnetischer Randfelder können bei allen nachfolgenden Betrachtungen vernachlässigt werden.



Daten der Versuchsanordnung :

$$U_1 = 2220 \text{ V}; \quad U_2 = 266,4 \text{ V}; \quad z_2 = 10,00 \text{ cm}; \quad z_3 = 49,91 \text{ cm}; \\ d = 3,000 \text{ cm}$$

- 1 Beschreiben Sie den Bewegungsablauf der Elektronen vom Ausgangspunkt A bis zum Auftreffpunkt  $P_S$  auf dem Bildschirm, wenn ihre Bewegung aus der Ruhe heraus erfolgt!

Begründen Sie Ihre Aussagen!

7 BE

- 2 Berechnen Sie eine magnetische Flussdichte  $B$  für den Fall, dass die Ablenkung  $y_S$  auf dem Bildschirm gleich der Ablenkung  $y_K$  am Ende des Ablenkkondensators ist!

3 BE

## Experiment E1

Bestätigen Sie experimentell die Gleichungen zur Berechnung der Gesamtkapazität zweier Kondensatoren für Reihenschaltung und für Parallelschaltung!

Leiten Sie in der Vorbetrachtung jeweils die Gleichung zur Berechnung der Gesamtkapazität aus allgemeinen Zusammenhängen her!

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- zwei Kondensatoren
- ohmsche Widerstände
- Spule mit Eisenkern
- Schülerstromversorgungsgerät mit Gleich- und Wechselspannungsausgang ( $f = 50 \text{ Hz}$ )
- Verbindungsleiter
- Drehwiderstand
- zwei Vielfachmessgeräte
- Stoppuhr

Hinweis:

- Die Daten der Kondensatoren, der ohmschen Widerstände und die Windungszahl der Spule werden Ihnen mitgeteilt!
- Es ist nicht erforderlich, alle vorgegebenen Geräte und Hilfsmittel zu verwenden!

Das Protokoll soll enthalten:

Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung  
 Messprotokoll  
 Auswertung  
 Fehlerbetrachtung

5 BE
3 BE
5 BE
2 BE

## Experiment E2

Untersuchen Sie experimentell den Zusammenhang zwischen Gegenstandsweite und Bildweite einer vorgegebenen Sammellinse! Stellen Sie diesen graphisch dar!  
Bestimmen Sie aus den ermittelten Messwerten die Brennweite der Linse!  
Leiten Sie die Abbildungsgleichung für dünne Sammellinsen her!

Folgende Geräte und Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- Schülerstromversorgungsgerät
- Verbindungsleiter
- optische Leuchte
- Auffangschirm
- Stativmaterial
- T - Füße
- Lineal
- Sammellinse
- Spaltblende
- Diapositiv als Gegenstand
- Diahalter

Hinweis:

Es ist nicht erforderlich, alle vorgegebenen Geräte und Hilfsmittel zu verwenden!

Das Protokoll soll enthalten:

Vorbetrachtungen und Beschreibung der Versuchsdurchführung  
Messprotokoll  
Auswertung  
Fehlerbetrachtung

5 BE
3 BE
5 BE
2 BE