

Fach: Physik  
 Prüfungsart: 1./2. Prüfungsfach  
 Dauer: 5 Stunden

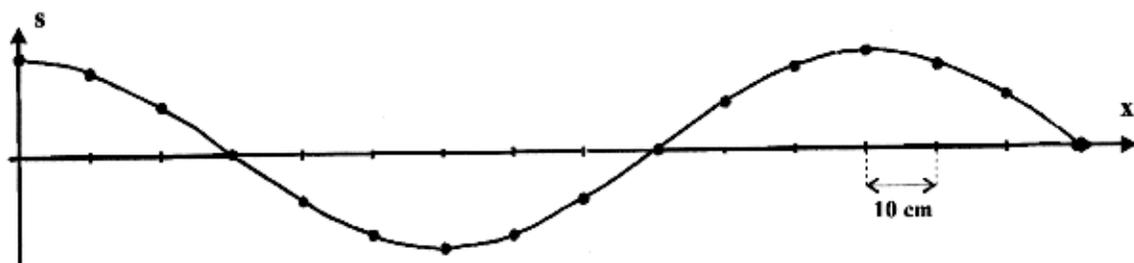
Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner

Die Aufgaben umfassen 5 Seiten.

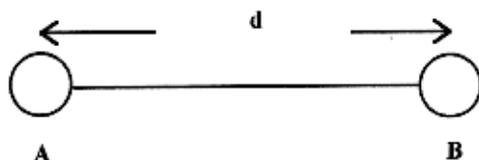
Hinweis: Die Zahlenwerte benötigter Konstanten sind nach der Aufgabe III zusammengefaßt.

## Aufgabe I

- 1 Folgende Abbildung zeigt das Momentanbild einer stehenden Welle auf einer Wellenmaschine. Von den 16 Oszillatoren, deren Abstand 10 cm beträgt, kann Oszillator 0 frei schwingen und Oszillator 15 ist fest eingespannt. Oszillator 0 hat die maximale Auslenkung  $s_m = 2$  cm. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle auf der Wellenmaschine beträgt  $0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

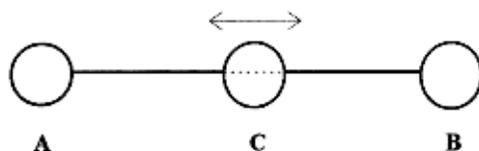


- 1.1 Wie unterscheiden sich stehende Wellen von fortschreitenden Wellen hinsichtlich Amplitude, Schwingungsphase und Energie?
- 1.2 Zeigen Sie, daß für die Gesamtenergie des Oszillators an der Stelle  $x = 0$  cm, der die Masse  $m$  besitzt und mit der Kreisfrequenz  $\omega$  schwingt, gilt:  $W = 0,5 \cdot m \cdot s_m^2 \cdot \omega^2$
- 1.3 Berechnen Sie die Gesamtenergie der stehenden Welle, wenn jeder Oszillator die Masse  $m = 20 \text{ g}$  hat.
- 2 Zwei geladene Leiterkugeln A und B sind an den Enden eines isolierenden Nylonfadens befestigt. Kugelchen A trägt die Ladung  $Q_A = +5,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ , Kugelchen B die Ladung  $Q_B = +20,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ . Der Mittelpunktsabstand von A und B beträgt  $d = 9 \text{ cm}$ .



- 2.1 Mit welcher Kraft wird der Nylonfaden zwischen den beiden Ladungen gespannt?

- 2.2 Ein drittes Kügelchen C mit Ladung  $Q_C$  kann reibungslos zwischen den beiden geladenen Kügelchen A und B am Nylonfaden entlanggleiten. In welcher Entfernung von A ist die resultierende Kraft auf C gleich Null?



- 3.1 Geben Sie einen Versuch zur Bestimmung der elektrischen Feldkonstanten  $\epsilon_0$  an! Welche Größen werden gemessen, und wie wird  $\epsilon_0$  hieraus berechnet?
- 3.2 Ein mit Luft gefüllter Plattenkondensator wird an einer Gleichspannungsquelle aufgeladen. Nach Abklemmen der Spannungsquelle wird der Raum zwischen den Kondensatorplatten vollaandig mit einem Dielektrikum (relative Dielektizitatskonstante  $\epsilon_r$ ) gefüllt. Wie ändert sich dabei der Betrag der elektrischen Feldstärke?
- 3.3 Zwei Plattenkondensatoren mit den Kapazitäten  $C_1 = 45 \text{ pF}$  und  $C_2 = 80 \text{ pF}$  sind in Serie geschaltet und an eine Gleichspannung  $U = 250 \text{ V}$  gelegt.
- 3.3.1 Berechnen Sie die Ladung auf den Kondensatoren sowie die an ihnen anliegenden Teilspannungen.
- 3.3.2 Wie groß ist insgesamt die in den Kondensatoren gespeicherte elektrische Feldenergie?
- 3.3.3 Die geladenen Kondensatoren werden von der Gleichspannungsquelle und voneinander getrennt und dann mit gleicher Polung parallel geschaltet. Welche gemeinsame Spannung  $U_p$  stellt sich an den Kondensatoren ein, und wie groß ist nun die in ihnen gespeicherte Feldenergie  $W_p$ ?
- 3.3.4 Der Plattenabstand eines mit Luft gefüllten Kondensators mit der Kapazität  $C = 45 \text{ pF}$  beträgt  $d = 1,2 \text{ cm}$ . Auf welchen Wert ändert sich seine Kapazität, wenn man in den Zwischenraum parallel zu den Platten eine genügend große Plexiglasscheibe ( $\epsilon_r = 3,5$ ) der Dicke  $a = 5 \text{ mm}$  einschiebt?

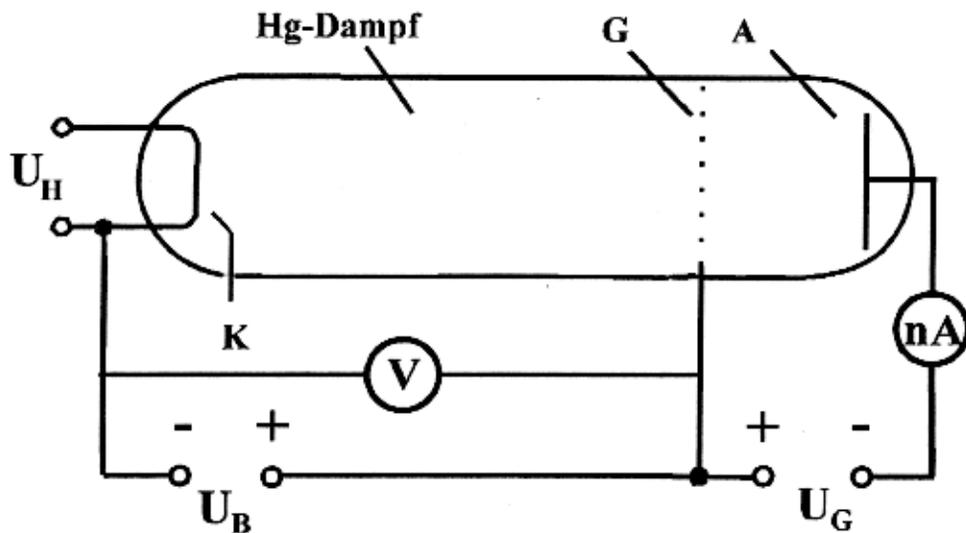
## Aufgabe II

- 1 Beschreiben Sie anhand einer Skizze den Aufbau und die Funktionsweise des Fadenstrahlrohres.
- 2.1 In einem homogenen Magnetfeld mit  $B = 10^{-3} \text{ T}$  bewegen sich Elektronen mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0 = 10^7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  senkrecht zu den magnetischen Feldlinien.

- 2.1.1 Berechnen Sie den Radius  $r$  der entstehenden Kreisbahn.
- 2.1.2 Wie groß ist die Umlaufdauer  $T$  der Elektronen?
- 2.1.3 Zeigen Sie allgemein, daß die Umlaufdauer unabhängig von  $v_0$  und  $r$  ist.
- 2.2 Zum Zeitpunkt  $t = 0$  s wird ein homogenes elektrisches Feld mit der Feldstärke  $E = 10^3 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$  hinzugeschaltet, dessen Feldlinien parallel und gleichgerichtet zu denen des Magnetfeldes verlaufen.
- 2.2.1 Beschreiben Sie die Bahn, auf der sich die Elektronen anschließend bewegen.
- 2.2.2 Begründen Sie die in 2.2.1 angegebene Bahn mit Hilfe einer geeigneten Komponentenzersetzung der Elektronengeschwindigkeit  $\vec{v}$ .
- 2.2.3 Zur Zeit  $t = 0$  s befindet sich ein Elektron im Punkt A. Im Punkt P trifft dieses Elektron zum ersten Mal wieder auf eine durch A gehende Gerade, die parallel zu den Feldlinien verläuft. Berechnen Sie den Abstand der Punkte A und P.
- 2.2.4 Welchen Betrag hat die Geschwindigkeit  $\vec{v}$  des Elektrons im Punkt P ?
- 3 Ein elektrischer Schwingkreis besteht aus einem Kondensator der Kapazität  $C = 0,25 \mu\text{F}$  und einer Spule der Induktivität  $L = 4,7 \text{ mH}$  mit vernachlässigbarem Ohmschen Widerstand. Der Kondensator wird zunächst an der Gleichspannung  $U = 12 \text{ V}$  aufgeladen und zur Zeit  $t = 0$  s über einen Umschalter mit der Spule verbunden.
- 3.1 Berechnen Sie die Frequenz der Schwingung.
- 3.2 Wie groß ist die zur Zeit  $t = 0$  s im Kondensator gespeicherte Feldenergie ?
- 3.3 Nach welcher Zeit ist diese elektrische Feldenergie vollständig in magnetische Feldenergie der Spule umgewandelt?
- 3.4 Welchen Betrag hat die Stromstärke im Schwingkreis zu dem Zeitpunkt, in dem die Spannung am Kondensator  $4 \text{ V}$  beträgt?
- 3.5 Zeigen Sie, daß die Abhängigkeit der Stromstärke  $I$  von der Zeit  $t$  durch die Beziehung  $I(t) = -I_m \cdot \sin(\omega t)$  beschrieben wird, und berechnen Sie die maximale Stromstärke  $I_m$ .
- 3.6 Die obige Spule wird mit einem Widerstand  $R = 50 \Omega$  und einem Kondensator der Kapazität  $C_x$  in Serie geschaltet. Die Anordnung wird an die Netzspannung ( $U_{\text{eff}} = 230 \text{ V}$ ;  $f = 50 \text{ Hz}$ ) angeschlossen. Wie groß muß  $C_x$  sein, wenn Spannung und Stromstärke in Phase sein sollen, und welchen Wert hat in diesem Fall die effektive Stromstärke?

### Aufgabe III

- 1 Leiten Sie anhand einer Skizze die Bedingung für das Auftreten von Minima bei der Beugung am Spalt her.
- 2 Ein Spalt mit der Spaltbreite  $b = 0,2 \text{ mm}$  wird mit parallelem Licht der Wellenlänge  $\lambda = 632 \text{ nm}$  senkrecht bestrahlt.
  - 2.1 Wie breit ist das Maximum nullter Ordnung auf einem Bildschirm, der im Abstand von  $1,6 \text{ m}$  vom Spalt aufgestellt ist?
  - 2.2 Skizzieren Sie qualitativ die Intensitätsverteilung in der Beugungsfigur bis zum Minimum 3. Ordnung.
- 3.1 Grünes Licht der Wellenlänge  $\lambda = 530 \text{ nm}$  fällt senkrecht auf ein Gitter. Auf einem Schirm in  $1,4 \text{ m}$  Entfernung haben die Maxima 2. Ordnung einen Abstand von  $14,8 \text{ cm}$ . Welche Gitterkonstante hat das benutzte Gitter?
- 3.2 Ein Gitter hat  $800$  Striche pro  $\text{cm}$ .
  - 3.2.1 Zeigen Sie, daß sich für Ordnungszahlen  $n \leq 2$  bei diesem Gitter für rotes Licht ( $\lambda = 750 \text{ nm}$ ) ein Beugungswinkel  $\alpha < 10^\circ$  ergibt und daher die Näherung  $\tan \alpha \approx \sin \alpha$  gilt.
  - 3.2.2 Aus einer Quelle fällt Licht zweier verschiedener Wellenlängen senkrecht auf dieses Gitter. Auf einem Schirm in  $2 \text{ m}$  Entfernung liegen die Maxima 1. Ordnung der beiden Farben  $4 \text{ mm}$  auseinander. Berechnen Sie den Unterschied der beiden Wellenlängen.
- 3.3 Bei einem Gitterspektrum fällt auf das Maximum 2. Ordnung roten Lichts ( $\lambda = 750 \text{ nm}$ ) das Maximum 3. Ordnung einer anderen Farbe. Berechnen Sie deren Wellenlänge.
- 4 Die folgende Skizze zeigt schematisch den Aufbau zum Franck-Hertz-Versuch.



- 4.1 Beschreiben Sie die Durchführung dieses Versuches. Gehen Sie dabei auch auf die Bedeutung der Spannungen  $U_B$  und  $U_G$  ein.
- 4.2 Skizzieren Sie in einem Diagramm den qualitativen Zusammenhang zwischen dem Anodenstrom  $I_A$  und der Beschleunigungsspannung  $U_B$  für ein mit Hg-Dampf gefülltes Franck-Hertz-Rohr.
- 4.3 Erläutern Sie die Vorgänge in dem Franck-Hertz-Rohr, die zu dem typischen Verlauf des Graphen in 4.2 führen.
- 4.4 J. Franck und G. L. Hertz konnten nachweisen, daß der Hg-Dampf im Raum zwischen Kathode und Gitter Licht der Wellenlänge  $\lambda = 253,7 \text{ nm}$  emittiert. Erklären Sie diese Beobachtung.
- 5.1 Was versteht man unter den Begriffen "Massendefekt" und "Bindungsenergie" eines Atomkerns ?
- 5.2 Bei der Fusion von Deuterium- und Tritiumkernen ( $^2_1\text{D}$  - und  $^3_1\text{T}$  - Kerne) zu Helium ( $^4_2\text{He}$ ) wird Energie frei.
- 5.2.1 Geben Sie die Reaktionsgleichung an.
- 5.2.2 Berechnen Sie die bei der Entstehung eines Heliumkerns frei werdende Energie in MeV.

Angaben:

Elektrische Feldkonstante	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ A}\cdot\text{s}\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$
Ruhemasse des Elektrons	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Elementarladung	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Lichtgeschwindigkeit	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Masse des Deuteriumkerns	$m_D = 2,013553 \text{ u}$
Masse des Tritiumkerns	$m_T = 3,015500 \text{ u}$
Masse des Heliumkerns	$m_{He} = 4,001506 \text{ u}$
Masse des Neutrons	$m_n = 1,008665 \text{ u}$
atomare Masseneinheit	$1 \text{ u} = 1,660540 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$