

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

Zugel. Hilfsmittel: Taschenrechner

Die Aufgaben umfassen 5 Seiten.

Hinweis: Die Zahlenwerte benötigter Konstanten sind nach der Aufgabe 3 zusammengefaßt!

### Aufgabe 1

- 1 Eine Schraubenfeder mit der Richtgröße  $D$  ist vertikal aufgehängt. An ihr wird ein Körper der Masse  $m = 0,5 \text{ kg}$  befestigt. Sie verlängert sich dabei bis zur Gleichgewichtslage  $s_0 = 0 \text{ cm}$  um die Strecke  $\Delta s = 24,5 \text{ cm}$ . Die Masse der Feder ist vernachlässigbar klein.
  - 1.1 Berechnen Sie die Federkonstante  $D$ . (Ergebnis:  $20 \text{ N / m}$ )
  - 1.2 Der Körper wird aus der Gleichgewichtslage um  $s_m = 20 \text{ cm}$  angehoben und zum Zeitpunkt  $t = 0 \text{ s}$  losgelassen.
    - 1.2.1 Berechnen Sie die Schwingungsdauer  $T$ .
    - 1.2.2 Stellen Sie Bewegungsgesetze für diese Schwingung auf, und berechnen Sie den Ort des Körpers zum Zeitpunkt  $t = 0,6 \text{ s}$ .
    - 1.2.3 Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Körpers beim Durchgang durch die Gleichgewichtslage.
- 2 Ein veränderbarer Plattenkondensator (Plattenfläche  $A = 400 \text{ cm}^2$  und Plattenabstand  $d = 2 \text{ mm}$ ) mit Luft als Dielektrikum wird auf eine Spannung von  $U = 1000 \text{ V}$  aufgeladen und dann von der Spannungsquelle getrennt.
  - 2.1 Berechnen Sie die Kapazität des Kondensators.
  - 2.2 Berechnen Sie die Ladung auf einer Kondensatorplatte und die elektrische Feldstärke zwischen den Platten.
  - 2.3 Ein ungeladener Kondensator mit der festen Kapazität  $C^* = 150 \text{ pF}$  wird dem geladenen Kondensator parallel geschaltet. Auf welchen Abstand müssen die Platten auseinandergezogen werden, damit an der Parallelschaltung die Spannung wieder  $1000 \text{ V}$  beträgt?
  - 2.4 In diesen auf  $1,3 \text{ cm}$  auseinandergezogenen Kondensator wird nun zwischen die Platten ein geladenes Kügelchen der Masse  $m = 2 \text{ g}$  gehängt. Man stellt fest, daß der Aufhängefaden um den Winkel  $\alpha = 1,5^\circ$  aus der Senkrechten ausgelenkt wird. Berechnen Sie die Ladung des Kügelchens.

- 3 Zwei gleichgroße Kugeln tragen die Ladungen  $Q_1 = 4,8 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  bzw.  $Q_2 = -3,6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ .
- 3.1 Mit welcher Kraft ziehen sich beide an, wenn ihre Mittelpunkte 9 cm voneinander entfernt sind?
- 3.2 Auf welchen Wert würde sich die Kraft ändern, wenn man den Abstand halbierte?
- 4 Eine positiv geladene Wolke schwebt 200 m über dem Erdboden und bildet so einen auf 40 MV geladenen Kondensator mit einer Plattenfläche von  $A = 9 \text{ km}^2$ .
- 4.1 Welche Stromstärke hat ein Blitz, wenn die völlige Entladung der Wolke in 2 ms erfolgt?
- 4.2 Welche Ladung müßte ein 1 mg schweres Nebeltröpfchen tragen, um im Feld zwischen Erde und Wolke zu schweben? (Auftrieb ist zu vernachlässigen)

## Aufgabe 2

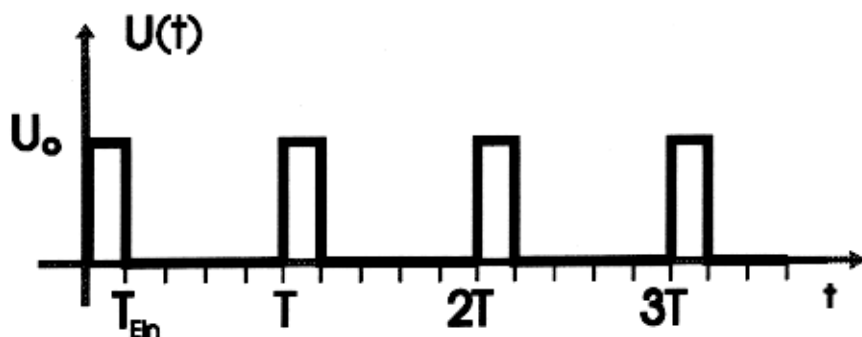
- 1.1.1 Geben Sie die Formel für die magnetische Energie einer langen, stromdurchflossenen Spule an, und leiten Sie daraus die Formel für die Energiedichte  $\rho_m = \frac{1}{2} \cdot B \cdot H$  her.
- 1.1.2 Zeigen Sie, daß  $\rho_m$  die Einheit  $\text{Jm}^{-3}$  besitzt.
- 1.2 Im Magnetfeld einer langen, eisengefüllten Spule soll bei einer Stromstärke von 800 mA eine Energiedichte von  $5 \text{ Jm}^{-3}$  erzeugt werden. Berechnen Sie, wieviele Windungen je Zentimeter Spulenlänge vorzusehen sind (rel. Permeabilität des Eisens:  $\mu_r = 1000$ ).
- 2.1 Beschreiben Sie eine einfache Anordnung zur Erzeugung einer Wechselspannung mit Hilfe einer Drehbewegung. Geben Sie eine Bedingung dafür an, daß die entstehende Spannung eine sinusförmige Wechselspannung ist. Skizzieren Sie die Anordnung für den Zeitpunkt, in dem die Spannung gerade einen Maximalwert erreicht, und begründen Sie den Zusammenhang.
- 2.2 Leiten Sie die Formel für die dabei induzierte Spannung aus dem allgemeinen Induktionsgesetz her.
- 2.3 Berechnen Sie die Drehzahl einer kreisförmigen Spule, die 300 Windungen hat und einen Durchmesser von 10 cm besitzt, damit in einem Magnetfeld mit  $B = 0,1 \text{ T}$  an ihren Enden eine Scheitelspannung von 0,5 V entsteht.
- 3 Die Spule aus 2.3 besitzt eine Induktivität  $L = 10 \text{ mH}$ . An die Spule wird ein Ohmscher Widerstand mit  $R = 10 \Omega$  angeschlossen.
- 3.1 Welche effektive Stromstärke stellt sich bei einer Drehfrequenz  $f = 100 \text{ s}^{-1}$  im Magnetfeld mit  $B = 0,1 \text{ T}$  ein?
- 3.2 Wie verändert sich der Effektivwert der Stromstärke, wenn die Drehzahl weiter erhöht wird? Ermitteln Sie den Grenzwert, dem dieser Effektivwert für große Drehzahlen zustrebt.

3.3 In diesen Stromkreis wird zusätzlich noch ein Kondensator mit der Kapazität  $C$  in Reihenschaltung eingefügt. Berechnen Sie den Wert der Kapazität, wenn jetzt bei der Drehfrequenz  $f = 100 \text{ s}^{-1}$  die Stromstärke maximal wird, und geben Sie diesen Maximalwert der effektiven Stromstärke an.

4 Der zeitliche Mittelwert einer physikalischen Größe  $G(t)$  mit der Periodendauer  $T$  ist gegeben durch:

$$\bar{G} = \frac{1}{T} \int_0^T G(t) dt$$

Ein Generator für rechteckförmige Spannungen liefert eine Spannung mit folgendem Zeitverhalten:



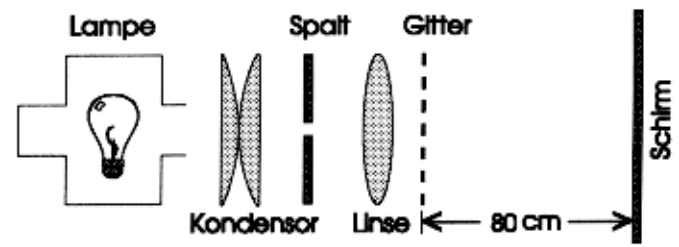
- 4.1 Berechnen Sie den Mittelwert der Spannung.
- 4.2 Berechnen Sie die mittlere Leistung, die an einem Ohmschen Widerstand  $R$  entsteht, und geben Sie den Effektivwert der Spannung an.
- 4.3 Wie müßte die Einschaltzeit  $T_{\text{Ein}}$  gewählt werden, damit eine solche "Rechteckspannung" den gleichen Effektivwert wie eine sinusförmige Spannung mit gleicher Scheitelspannung besitzt? Stellen Sie beide Spannungsverläufe in **einem** Diagramm dar.

### Aufgabe 3

1. Einfarbiges, paralleles Licht der Wellenlänge  $\lambda$  fällt senkrecht auf einen engen Spalt.
- 1.1 Was beobachtet man auf einem Schirm hinter dem Spalt?  
Erklären Sie das Zustandekommen dieser Erscheinung mit Hilfe des Huygensschen Prinzips.

- 1.2 Leiten Sie eine Gleichung her, die den Zusammenhang zwischen der Wellenlänge des verwendeten Lichtes und den zu den Beugungsminima gehörenden Beugungswinkeln  $\alpha$  angibt. Fertigen Sie dazu eine Zeichnung an.
- 1.3 Berechnen Sie die Beugungswinkel  $\alpha_i$  aller Maxima und Minima für eine Spaltbreite  $b = 3 \cdot \lambda$ .
- 1.4 Statt des einfarbigen Lichtes verwendet man weißes Licht. Was beobachtet man auf dem Schirm? Erklären Sie diese Beobachtung.

2 Mit einer Versuchsanordnung wie nebenstehend skizziert, kann vom sichtbaren Licht einer Lampe ( $400\text{nm} \leq \lambda \leq 700\text{nm}$ ) auf einem Schirm ein Gitterspektrum entworfen werden.



- 2.1 Erklären Sie die Funktion von Kondensator, Spalt und Linse.
- 2.2 Wie breit ist das Gitterspektrum 1. Ordnung auf dem Schirm, wenn das Gitter 4000 Striche pro Zentimeter besitzt?
- 2.3 Prüfen Sie rechnerisch, ob es zu einer Überlappung der Gitterspektren 1. und 2. Ordnung kommt.

3.1 Einem Photon des Lichtes der Wellenlänge  $\lambda$  ordnet man die Energie  $W_{\text{ph}} = h \cdot \nu$  zu. Leiten Sie unter Verwendung dieser Beziehung die Formeln für die Masse und den Impuls eines Photons her.

2 Ein ideal reflektierender Spiegel der Fläche  $A = 1 \text{ dm}^2$  wird während der Zeit  $\Delta t = 2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$  mit einem Lichtblitz der Energie  $W = 3,3 \text{ Js}$  und der Wellenlänge  $\lambda = 600 \text{ nm}$  bestrahlt.

- 2.1 Wie viele Photonen treffen auf den Spiegel auf? 3.
- 2.2 Welche Kraft wird dadurch auf den Spiegel ausgeübt? (Hinweis: Berechnen Sie zuerst die Impulsänderung eines Photons) 3.

Elektronen treffen mit der sehr großen Geschwindigkeit von  $v = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  auf die Anode einer Röntgenröhre. 4

- 1 Bestimmen Sie die Masse eines dieser Elektronen. 4.
- 2 Welche kinetische Energie besitzt das Elektron (in eV)? 4.
- 3 Mit welcher Spannung wurden die Elektronen beschleunigt? 4.
- 4 Berechnen Sie die kleinste vorkommende Wellenlänge der entstehenden Röntgenstrahlung. 4.

## Zahlenwerte:

$$g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ AsV}^{-1}\text{m}^{-1}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ VsA}^{-1}\text{m}^{-1}$$

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$h = 6,65 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$m_{0,\text{Elektr.}} = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$