Schriftliche Abiturprüfung 2000
Fach: Physik
Prüfungsart: 3. Prüfungsfach
Dauer: 3,5 Stunden

Hinweise: Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner
Die Aufgaben umfassen 3 Seiten.
Die Zahlenwerte benötigter Konstanten sind nach der Aufgabe III zusammengefasst.

Aufgabe I

1.1 Formulieren Sie das Reaktionsprinzip (3. newtonsches Axiom).

1.2 Leiten Sie den Impulserhaltungssatz für den zentralen geraden Stoß zweier Körper aus den newtonschen Axiomen her. Dabei gelte die Annahme, dass die Kräfte während des Stoßvorgangs konstant sind.

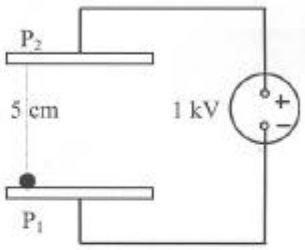
1.3 Auf einer horizontalen Fahrbahn befinden sich zwei Körper K_1 und K_2 mit den Massen m_1 und m_2. Sie gleiten reibungsfrei mit den Geschwindigkeiten $\vec{v}_1$ und $\vec{v}_2$ und stoßen vollkommen elastisch und zentral zusammen. Für die Geschwindigkeiten $\vec{u}_1$ und $\vec{u}_2$ nach dem Stoß gilt:

$$\vec{u}_1 = \frac{2\,m_2\,\vec{v}_2 + \vec{v}_1(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}, \qquad \vec{u}_2 = \frac{2\,m_1\,\vec{v}_1 + \vec{v}_2(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2}.$$

1.3.1 Zeigen Sie allgemein: Falls die beiden Körper gleiche Massen haben, tauschen sie beim Zusammenstoß ihre Geschwindigkeiten aus.

1.3.2 K_2 habe die 1,5-fache Masse von K_1. K_1 bewege sich mit der Geschwindigkeit $v_1 = 2\ ms^{-1}$ nach rechts, K_2 mit der halb so großen Geschwindigkeit nach links. Berechnen Sie die Beträge der Geschwindigkeiten der beiden Körper nach dem Stoß. Geben Sie ihre Bewegungsrichtungen an.

2 Ein Kügelchen (Masse $m = 2 \cdot 10^{-6}$ g), dessen Oberfläche leitend ist, berührt im Punkt P_1 die untere Platte des abgebildeten Kondensators. Das Kügelchen nimmt dabei die Ladung $q = -3 \cdot 10^{-12}$ C auf.



2.1 Zeigen Sie unter Vernachlässigung der Reibungskraft: Nach der Aufladung bewegt sich das Kügelchen auf die obere Kondensatorplatte zu ($g = 10\ ms^{-2}$).

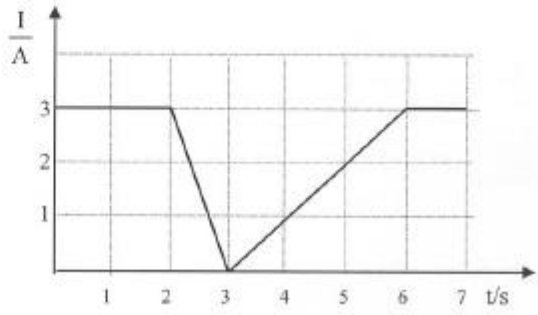
2.2 Nach welcher Zeit und mit welcher Geschwindigkeit trifft das Kügelchen auf der gegenüberliegenden Platte in P_2 auf? (Von der räumlichen Ausdehnung des Kügelchens ist abzusehen.)

2.3 Zeigen Sie, dass für diesen Vorgang der Energieerhaltungssatz erfüllt ist.

Aufgabe II

1 Im Innern einer langgestreckten, luftgefüllten Feldspule (Länge $l = 1m$, Windungszahl $N_1 = 1800$) befindet sich eine Induktionsspule mit $N_2 = 100$ Windungen der Querschnittsfläche 40 cm^2. Die beiden Spulenachsen liegen parallel zueinander.

1.1 Der die Feldspule durchfließende Strom ist eine Funktion der Zeit, die dem nebenstehenden Diagramm entnommen werden kann.



1.1.1 Geben Sie die Definition des magnetischen Flusses ϕ an.

1.1.2 Berechnen Sie den maximalen magnetischen Fluss ϕ, der die Induktionsspule durchsetzt. (Ergebnis: $2{,}72 \cdot 10^{-5}$ Vs)

1.1.3 Berechnen Sie die verschiedenen Induktionsspannungswerte, die in der Induktionsspule im Zeitintervall [0s; 7s] auftreten, und stellen Sie den zeitlichen Verlauf der Induktionsspannung U_i in einem t-U_i-Diagramm dar.

1.2 Durch die Feldspule fließt nun ein Wechselstrom der Stärke $I(t) = I_m \cdot \sin(100 \cdot \pi s^{-1} \cdot t)$. Dadurch entsteht an der Induktionsspule eine Wechselspannung $U_i(t) = 0{,}05\ V \cdot \cos(100 \cdot \pi s^{-1} \cdot t)$.

1.2.1 Wie groß ist die Induktionsspannung, die ein Drehspulinstrument für Wechselspannung anzeigen würde?

1.2.2 Berechnen Sie die Frequenz der Induktionsspannung und den Scheitelwert des Wechselstromes in der Feldspule.

2 Ein ungedämpfter Schwingkreis besteht aus einem Kondensator der Kapazität $C = 5$ pF und einer Spule der Induktivität $L = 68$ nH. An diesen Kreis wird induktiv ein Dipol angekoppelt, so dass Resonanz zwischen Schwingkreis und Dipol besteht.

2.1 Die maximale Spannung am Kondensator beträgt 1 V. Berechnen Sie die maximale Stromstärke im Schwingkreis.

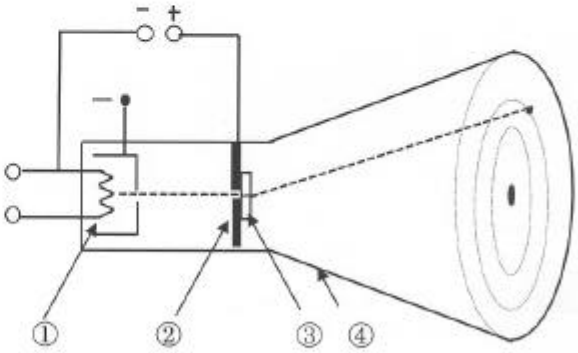
2.2 Berechnen Sie die Länge des Dipols, wenn er in seiner Grundschwingung angeregt werden soll.

Aufgabe III

1 Die nebenstehende Skizze stellt eine beschaltete Elektronenbeugungsröhre dar.

1.1.1 Nennen Sie die mit ①, ②, ③, ④ bezeichneten Bauteile.

1.1.2 Erläutern Sie kurz (ohne Rechnung), wie die beim Betrieb der Röhre auf dem Schirm zu beobachtenden Erscheinungen zustande kommen.



1.2 Leiten Sie anhand einer Skizze die Bragg-Bedingung für die Beugung an einem Kristallgitter her: $2d \cdot \sin(\varphi_n) = n\lambda$, $n = 1, 2, 3, \ldots$, d = Netzebenenabstand, φ_n = Glanzwinkel.

1.3 Der Durchmesser D eines Beugungsringes (der 1. Beugungsordnung) beträgt 7,5 cm, die kinetische Energie der Elektronen 810 eV und der Abstand vom Schirm zur Graphitfolie, an der die Beugung stattfindet, ist L = 10 cm. Berechnen Sie den zugehörigen Netzebenenabstand.

2 Nach der bohrschen Theorie gilt für den n-ten Bahnradius des Hüllenelektrons im Wasserstoffatom $r_n = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi e^2 m_e} \cdot n^2$ und für die zugehörige Energie $W_n = -\frac{hf_R}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \ldots$, mit der Rydbergfrequenz $f_R = 3{,}29 \cdot 10^{15}$ Hz.

2.1 Formulieren Sie die zwei bohrschen Postulate.

2.2.1 Berechnen Sie für die erste und für die zweite Elektronenbahn jeweils den Bahnradius und die Bahngeschwindigkeit.

2.2.2 Berechnen Sie die Wellenlänge für die zu absorbierende elektromagnetische Strahlung, deren Energie den Übergang von der ersten zur zweiten Quantenbahn bewirkt.

Konstanten:

Elektrische Feldkonstante	$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{AsV^{-1}m^{-1}}$
Elementarladung	$e = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}$
Lichtgeschwindigkeit	$c = 3 \cdot 10^{8}\ \mathrm{ms^{-1}}$
Magnetische Feldkonstante	$\mu_0 = 1{,}26 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{VsA^{-1}m^{-1}}$
Masse des Elektrons	$m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg}$
Plancksche Konstante	$h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{Js}$