

Professor Dr. O. Dopfer
Tobias F. Bartsch, MA

Technische Universität Berlin

Name

Vorname

Studiengang ET (Dipl.) ET (Bach.) TI
 WI (Dipl.) WI (Bach.)

Platznummer

Tutor

**Diplomvorprüfung in Physik
für Elektrotechniker am 12.04.2007**

Note:

Aufgabenbereich	Punkte
A Erhaltungssätze und Drehbewegungen (14)	
B Reale Gase (16)	
C Elektromagnetische Wellen (14)	
D Photonen (16)	
E Elektronenstruktur der Atome (19)	
F Bändermodell (12)	
Summe (91)	

Naturkonstanten:

Dielektrizitätskonstante $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$

Magnetische Permeabilität $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{kg m}}{\text{C}^2}$

Erdbeschleunigung $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Lichtgeschwindigkeit $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Plancksche Konstante $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \frac{\text{m}^2 \text{kg}}{\text{s}}$

Elementarladung $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

A Erhaltungssätze und Drehbewegungen

1. (a) Bei einer linearen translatorischen Bewegung eines Massenpunktes sind die charakteristischen Größen die Strecke \vec{x} , die Geschwindigkeit \vec{v} , die Masse m , der Impuls \vec{p} und die Kraft \vec{F} . Man gebe die entsprechenden Größen für eine Drehbewegung an (einschließlich der allgemeinen Definition dieser Größen).

(4)

- (b) Wie lautet die Bewegungsgleichung für Drehbewegungen?

(2)

2. Eine Person A sitzt auf einem Drehstuhl und hält ein im Uhrzeigersinn rotierendes Rad mit vertikal stehender Achse. Was geschieht (Begründung!), wenn A

- (a) die Achse in die Horizontale dreht?

(1)

- (b) die Achse um 180° dreht?

(1)

(c) die Rotationsbewegung abbremsst?

(1)

(b) Berechnen Sie für den Hohlzylinder mit einem Außenradius von $r = 15 \text{ cm}$ und einer Anfangswinkelgeschwindigkeit von $\omega_0 = 15 \frac{1}{\text{s}}$ die erreichte Höhe!

(2)

3. Ein Vollzylinder und ein Hohlzylinder mit gleicher Masse m und gleichen Außenradien R rollen reibungsfrei mit gleicher Winkelgeschwindigkeit ω_0 auf einer horizontalen Ebene. Danach rollen sie eine schiefe Ebene hinauf. Die Trägheitsmomente der Zylinder sind $J_{\text{Vollzylinder}} = \frac{1}{2}mR^2$ und $J_{\text{Hohlzylinder}} = mR^2$

(a) Welcher Zylinder erreicht eine größere Höhe? (Begründung)

(2)

(c) Wie groß ist der Drehimpuls des Hohlzylinders auf der horizontalen Strecke bei einer Masse von $m=100 \text{ g}$?

(1)

B Reale Gase

1. (a) Welche vier Annahmen liegen dem Modell des idealen Gases zu Grunde?

(2)

- (b) Wie lautet die Zustandsgleichung für ideale Gase? Benennen Sie die in der Gleichung auftretenden Größen.

(2)

- (c) Wie lautet die Zustandsgleichung für reale Gase (van-der-Waals Gleichung)? Welche physikalische Bedeutung haben die zusätzlichen Konstanten?

(3)

2. *Schmelzen eines Eisblocks*: Einem Eisblock (H_2O) wird kontinuierlich Wärme zugeführt. Stellen Sie die Temperatur des H_2O als Funktion der zugeführten Wärmemenge dar. Achten Sie auf eine korrekte Skalierung der Temperaturachse. Die Wärmeachse muss nicht skaliert werden. Erklären Sie die verschiedenen Teilbereiche des Diagramms.

(4)

3. (a) Skizzieren Sie ein schematisches $P(T)$ (Druck in Abhängigkeit der Temperatur) Phasendiagramm und tragen Sie den kritischen Punkt so wie den Tripelpunkt ein. Markieren Sie die Bereiche fester, flüssiger und gasförmiger Phase.

(3)

(c) Was versteht man unter Kondensation? Tragen Sie einen Kondensationsvorgang bei konstanter Temperatur in das Phasendiagramm von Teilaufgabe 3a ein.

(1)

(b) Was versteht man unter Sublimation? Tragen Sie einen Sublimationsvorgang bei konstantem Druck in das Phasendiagramm von Teilaufgabe 3a ein.

(1)

C Elektromagnetische Wellen

1. (a) Geben Sie die Wellengleichung für das elektrische Feld einer elektromagnetischen Welle an.

(2)

- (b) Wie berechnet sich die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum aus der Dielektrizitätskonstante ϵ_0 und der magnetischen Permeabilität μ_0 ?

(1)

- (c) Geben Sie die Lösung der Wellengleichung an, die eine eben harmonische Welle (im Vakuum) beschreibt. Identifizieren Sie alle Parameter und Konstanten, die in der Lösung auftreten.

(2)

- (d) Wie hängt der Betrag der Amplitude der elektrischen Welle $|\vec{E}_0|$ mit dem der Amplitude der magnetischen Welle $|\vec{B}_0|$ zusammen?

(1)

- (e) Welchen Winkel spannen die Vektoren \vec{E}_0 und \vec{B}_0 auf?

(1)

2. Wie entsteht eine elektromagnetische Welle? Skizzieren und erklären Sie die zeitliche Entwicklung des elektromagnetischen Feldes in der Umgebung eines Hertzschen Dipols.

(3)

3. In einiger Entfernung vom Sendemast betrage die Intensität eines Radiosenders $1 \frac{\text{mW}}{\text{m}^2}$. Berechnen sie den Betrag der elektrische Feldstärke E und der magnetischen Induktion B für die gegebene Intensität.

(4)

D Photonen

1. Was besagt die Photonenhypothese?

(1)

2. (a) Beschreiben Sie anhand einer Zeichnung den Meßaufbau zum Nachweis des photoelektrischen Effekts (Photoeffekt).

(2)

(b) Geben Sie die Einsteingleichung an, die den Effekt beschreibt! Beschreiben Sie alle Größen der Gleichung! Veranschaulichen Sie die Energieerhaltung der Einsteingleichung in einer grafischen Darstellung (siehe unten) anhand eines Potentialtopfes für Elektronen im Metall.

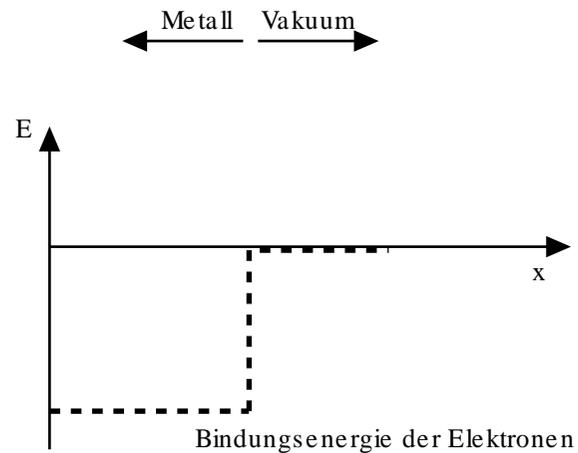
(c) Tragen Sie die Photospannung als Funktion der Frequenz der Photonen auf. Beschriften Sie die x und y Achse.

(1)

(3)

(d) Wie groß muß die Frequenz der Photonen mindestens sein, um eine Photospannung zu beobachten?

(1)



(e) Aus einer Wolframkathode (Austrittsarbeit 4.5 eV) sollen mit Hilfe von Licht Elektronen freigesetzt werden. Welche Bedingung ist an die Wellenlänge des Lichts zu stellen?

(2)

3. Wie groß sind Frequenz, Energie, Impuls und Masse eines Photons der Wellenlänge 500 nm (Gleichung und Zahlenwert)? Bonuspunkt für zusätzliche Angabe von Ruhemasse und Spin.

(4)

(f) Wie hängt die Photospannung von der Intensität der Lichtquelle ab? Warum widerspricht diese Abhängigkeit der klassischen Theorie zur elektromagnetischen Strahlung?

(2)

E Elektronenstruktur der Atome

1. Erläutern Sie die drei Bohr'schen Postulate in Text und Formeln!

(3)

2. Mit welchen vier Quantenzahlen (mit Namen) können die Elektronenzustände eines Wasserstoff-Atoms vollständig charakterisiert werden? Welche Werte können sie annehmen?

(4)

3. Was besagt das Pauli-Prinzip für Elektronen?

(1)

4. Welche Kombinationen der Quantenzahlen der Elektronen im Atom sind möglich für Elektronen der zweiten Schale ($n=2$)? Wieviele Elektronen können also in diese Schale eingebaut werden?

(3)

5. Zeichnen Sie das Energieniveauschema eines Wasserstoff-Atoms und skalieren Sie die Energieachse! Wie lautet die Energieformel? Berechnen Sie die Energien der niedrigsten drei Energieniveaus!

(3)

7. In einer Röntgenröhre mit einer Molybdän-Anode ($Z=42$) werden die Elektronen auf 50 keV beschleunigt.

(a) Berechnen Sie die Grenzfrequenz des Röntgenspektrums.

(2)

(b) Berechnen Sie die Energie (in eV) der K_α -Linie.

(2)

6. Welche diskreten Energiewerte hat das Elektron in einem ${}_3\text{Li}^{2+}$ -Ion (Formel)?

(1)

F Bändermodell

1. Warum spalten die atomaren Energieniveaus in einem Kristall zu Bändern auf?

(1)

(b) Wieviele Elektronenzustände pro mol haben Alkalimetalle im Leitungsband?

(1)

2. (a) Zeichnen Sie das Energieniveauschema (Bändermodell) eines Metalls. Tragen Sie die Fermi-Energie und die Austrittsarbeit ein.

(2)

(c) Wie viele Elektronen pro mol befinden sich bei Alkalimetallen im Leitungsband?

(1)

3. (a) Zeichnen Sie das Energieniveauschema (Bändermodell) eines Isolators und tragen Sie die Fermi-Energie und die Bandlücke ein.

(2)

4. Im Bändermodell ist die Besetzungswahrscheinlichkeit der Elektronenniveaus durch die Fermi-Verteilung gegeben. Stellen Sie die Fermi-Verteilung für die Temperaturen $T_1 = 0 \text{ K}$ und $T_2 = 300 \text{ K}$ graphisch dar (mit Skalierung der y-Achse).

(2)

(b) Worin besteht der Unterschied zwischen Isolatoren und Halbleitern?

(1)

5. Erläutern Sie das Auftreten von Kontaktspannungen (Skizze hilfreich).

(2)