

Prof. Dr. O. Dopfer
 Prof. Dr. A. Hese
 Priv. Doz. Dr. S. Kröger
 Cand.-Phys. A. Kochan

Technische Universität Berlin

Name: _____
 Vorname: _____
 Matr. Nr.: _____
 Studiengang: ET Diplom ET Bachelor TI WI
 Platz Nr.: _____
 Tutor: _____

Diplomvorprüfung in Physik für Elektrotechniker am 06.04.2006

Aufgabe Nr.	Punkte		
A (17) Erhaltungsgrößen			
B (22) Reale Gas, Aggregatzustände und Phasenübergänge			
C (19) Elektromag. Wellen			
D (15) Photonen			
E (15) Atommodell			
F (14) Bändermodell			
Summe (102)			

Note:

A. Erhaltungsgrößen (17 Punkte)

1. Unter welcher Bedingung bleiben (3P)
 - a) der Impuls
 - b) der Drehimpuls
 - c) die Energie konstant?

2. Welche Erhaltungssätze gelten für die Planetenbewegung? (2P)
 Warum?

3. Eine Kugel A mit der Masse m stößt elastisch auf eine gleichartige ruhende Kugel B.
 - a) Welche Größen bleiben beim Stoß erhalten? (1P)

 - b) Zeigen Sie, dass die Kugeln sich nach dem Stoß senkrecht zueinander bewegen. (3P)

 - c) Unter welcher Bedingung ruht Kugel A nach dem Stoß? (1P)

B. Reale Gas, Aggregatzustände und Phasenübergänge (22 Punkte)

1. Welche Eigenschaften zeichnen sowohl ideale als auch reale Gase aus? (2P)

2. Welche Eigenschaften unterscheiden realer Gase von idealen Gasen? (2P)

3. Wie lautet die Van-der-Waals-Gleichung für reale Gase? (2P)

4. Wie ändert sich das Volumen von Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur bei Normaldruck? Zeichnen Sie dafür ein Diagramm, Skalieren Sie die x-Achse und erläutern Sie das Phänomen „Phasensprung“. (3P)

4. Eine Gewehrkugel mit der Masse $m_1 = 1 \text{ g}$ trifft mit einer Geschwindigkeit von 150 m/s auf eine ruhende Kugel aus Knete mit der Masse $m_2 = 199 \text{ g}$.
a) Um was für einen Stoß handelt es sich dabei? (1P)

b) Welche Größen bleiben beim Stoß erhalten? (1P)

c) Mit welcher Geschwindigkeit bewegen sich die Kugeln nach dem Stoß? (2P)

d) Im Vorlesungsversuch „Ballistisches Pendel“ wurde die Knetkugel an einer Schur befestigt und bildete so ein Pendel. Um die Geschwindigkeit der Gewehrkugel zu bestimmen, wurde die Höhe gemessen, bis zu der das Pendel ausschlägt. Leiten Sie die Formel für die Bestimmung der Geschwindigkeit aus der Höhe her. (3P)

5. Zeichnen Sie die Phasensprung-Kurven von Wasser in ein P-T-Diagramm ein. Skalieren Sie die Achsen ($P_T = 6 \cdot 10^2 \text{ Pa}$, $T_T = 273 \text{ K}$ und $P_K = 2,2 \cdot 10^7 \text{ Pa}$, $T_K = 647 \text{ K}$) und erläutern (beschriften) Sie das Diagramm.

(3P)

7. Im Vorlesungsversuch „Regelation des Eises“ wird ein dünner Draht um einen Eisblock gelegt, und unten ein Gewicht an den Draht gehängt. Was passiert? Erläutern Sie den Effekt anhand des P-T-Diagramms von Wasser.

(2P)

6. Wie viele und welche Aggregatzustände von Wasser können sich im thermischen Gleichgewicht befinden

(2P)

a) bei $P = 10^5 \text{ Pa}$ (Normaldruck), $T = 273 \text{ K}$?

b) beim Tripelpunkt?

c) bei $P = 10^5 \text{ Pa}$, $T = 500 \text{ K}$?

d) bei $T > T_K$ und $P > P_K$?

8. Um Wasser zu verdampfen muss Energie zugeführt werden. Wie ändert sich beim Verdampfen die kinetische **und** die potentielle Energie der Moleküle? Begründen Sie Ihre Antwort!

(3P)

9. Erläutern Sie die Entstehung von Trockeneis (CO₂-Schnee) aus flüssigem CO₂. Skizzieren Sie dazu die Versuchsanordnung. **(3P)**

C. Elektromagnetische Wellen **(19 Punkte)**

1. Schreiben Sie die Wellengleichung auf. **(1P)**

2. Geben Sie die Lösung der Wellengleichung an und erläutern Sie die darin auftretenden Größen. **(3P)**

3. Wie misst man die Feldvektoren \vec{E} bzw. \vec{D} des elektrischen Feldes und wie die Feldvektoren \vec{B} bzw. \vec{H} eines Magnetfeldes? Geben Sie dazu die jeweiligen Einheiten an! **(4 P)**

4. Wie entsteht eine elektromagnetische Welle? Skizzieren und erläutern Sie die zeitliche Entwicklung des elektromagnetischen Feldes in der Umgebung eines Hertzschen Dipols. **(3P)**

6. Welche Beziehungen bestehen zwischen den Feldvektoren für Felder im Vakuum? **(1P)**

7. Wie groß sind die Energiedichten der Felder? **(1P)**

8. Die Intensität einer Welle sei $I = 1 \text{ kW/m}^2$. Wie groß sind die elektrische und die magnetische Feldstärken?
($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$; $\epsilon_0 = 0,89 \cdot 10^{-11} \text{ As/Vm}$) **(4P)**

5. Skizzieren Sie den Feldverlauf einer ebenen elektromagnetischen Welle zu einem festen Zeitpunkt.

Wie sind die Feldvektoren \vec{E} und \vec{B} und der Wellenvektor \vec{k} relativ zueinander gerichtet? **(2P)**

D. Photonen (15 Punkte)

1. a) Skizzieren und beschreiben Sie den Versuchsaufbau zum Nachweis des Photoeffekts. (2P)

b) Was wird bei der Messung des Photoeffekts beobachtet? (2P)

c) Wie kann man diese Beobachtung erklären? (2P)

d) Aus einer Wolframkathode ($W_A = 4,5 \text{ eV}$) sollen mit Hilfe des Photoeffekts Elektronen freigesetzt werden. Welche Bedingung ist an die Wellenlänge des Lichtes zu stellen? (3P)

2. Nennen Sie einen weiteren Versuch zur Bestätigung der Photonenhypothese und erläutern Sie, inwiefern dieser Versuch die Photonenhypothese bestätigt. (3P)

3. Berechnen Sie Frequenz, Impuls und Energie eines Photons der Wellenlänge $\lambda = 500 \text{ nm}$ ($h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$)? (3P)

E. Atommodell (15 Punkte)

1. Nach dem klassischen Modell des Wasserstoffatoms bewegt sich ein Elektron auf einer Kreisbahn mit betragsmäßig konstanter Geschwindigkeit v um den Kern.

a) Wie groß ist die Zentripetalbeschleunigung? **(1P)**

b) Welche anziehende Kraft wirkt dabei auf das Elektron? **(1P)**

c) Wie lautet die Newtonsche Bewegungsgleichung für das Elektron? **(1P)**

d) Was passiert nach der Maxwellschen Theorie mit einer beschleunigten Ladung? **(1P)**

e) Welche Konsequenz hat dies für das Elektron im Atom nach der klassischen Vorstellung? **(1P)**

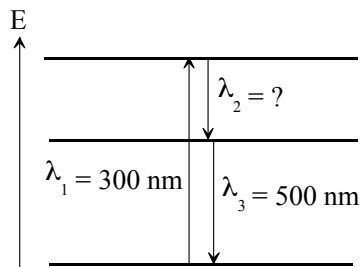
2. Was besagen die Bohrschen Postulate.

3. Skizzieren Sie das Energietermschema des Wasserstoffatoms (Skalierung der Energieachse). **(2P)**

4. Welche Quantenzahlen bezeichnen die elektronischen Zustände eines Wasserstoffatoms? **(2P)**

5. Was besagt das Pauli-Prinzip? **(1P)**

6. Hier sehen Sie einen Ausschnitt des Termschemas eines Atoms, in das drei Übergänge eingezeichnet sind. Berechnen Sie die Wellenlänge λ_2 . **(2P)**



F. Bändermodell **(14 Punkte)**

1. Warum spalten die atomaren Energieniveaus in einem Kristall zu Bändern auf? **(1P)**

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

b) Erklären Sie mit Hilfe des Bändermodells und der Fermi-Verteilung die hohe elektrische Leitfähigkeit der Metalle. **(1P)**

c) Wieviele Elektronenzustände pro mol haben Alkalimetalle im Leitungsband? **(1P)**

- d) Wie viele Elektronen pro mol befinden sich bei den Alkalimetalle im Leitungsband? **(1P)**
3. a) Zeichnen Sie das Energieniveauschema (Bändermodell) eines Isolators und tragen Sie die Fermi-Energie ein. **(2P)**
- b) Erklären Sie mit Hilfe des Bändermodells und der Fermi-Verteilung, wieso Isolatoren nicht elektrisch leitfähig sind. **(1P)**
- c) Wo ist der Unterschied zwischen Isolatoren und Halbleitern? **(1P)**
4. Im Bändermodell ist die Besetzungswahrscheinlichkeit der Elektronenniveaus durch die Fermi-Verteilung gegeben. Stellen Sie die Fermi-Verteilung für die Temperaturen $T_1 = 0$ K und $T_2 = 300$ K graphisch dar (mit Skalierung der y-Achse). **(2P)**
5. Erläutern Sie das Auftreten von Kontaktspannungen. **(2P)**