

Prof. Dr. F. Melchert  
 Prof. Dr. G. von Oppen  
 Prof. Dr. S. Kröger  
 Dipl.-Phys. Th. Ludwig  
 Dipl.-Phys. M. Dickow  
 Technische Universität Berlin

Name: \_\_\_\_\_  
 Vorname: \_\_\_\_\_  
 Matr. Nr.: \_\_\_\_\_  
 Studiengang: \_\_\_\_\_  
 Platz Nr.: \_\_\_\_\_  
 Tutor: \_\_\_\_\_

**Diplomvorprüfung in Physik für Elektrotechniker am 8.10.2004**

Aufgabe Nr.	Punkte		
A (17) Mechanik			
B (21) Wärmelehre			
C (15) Wellen			
D (17) Optik			
E (22) Atomphysik			
F (11) Bändermodell			
Summe (103)			

Note:

**A. Mechanik** **(17 Punkte)**

1. Wie lautet das Newtonsche Gravitationsgesetz? **(1 P)**

2. Bestimmen Sie Masse und Dichte der Erde aus folgenden Angaben: **(2 P)**  
 Gravitationskonstante  $G = 0,667 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$   
 Erdbeschleunigung  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$   
 Erdumfang  $2 \pi r = 40.000 \text{ km}$

3. Das Licht braucht 8 min von der Sonne zur Erde. Welche Masse hat die Sonne? **(4 P)**

4. Der Planet Jupiter bewegt sich in 12 Jahren einmal um die Sonne.  
Wie viele Lichtminuten braucht das Licht von der Sonne zum  
Jupiter **(1 P)**

6. Der Aufhängepunkt des Federpendels wird mit der Kreis-  
frequenz  $\omega$  periodisch auf und ab bewegt:  
 $Z_0(t) = a \cdot \cos(\omega t)$ . Wie ändert sich die Schwingungsamplitude  
des Pendels mit der Frequenz des Erregers (Zeichnung), falls **(2 P)**  
a) die Schwingung ungedämpft  
b) die Schwingung gedämpft ist?

5. An einer Feder wird die Masse 1 kg gehängt. Dabei dehnt  
sich die Feder um 0,1 m.  
a) Welche Eigenfrequenz hat das Federpendel? **(2 P)**

7. Wie ändert sich die Phase  $\varphi_P$  von ungedämpfter und  
gedämpfter Schwingung relativ zur Phase  $\varphi_E$  des  
Erregers mit der Frequenz  $\omega$  (Zeichnung)? **(2 P)**

b) Wie lautet die Bewegungsgleichung des Federpendels? **(1 P)**

c) Welche Lösungen  $Z(t)$  hat die Bewegungsgleichung? **(1 P)**

8. Welche Phasenbeziehung haben Schwingung und  
Erreger bei Rückkoppelungsschaltungen? **(1 P)**



**C. Wellen** **(15 Punkte)**

---

b) Zeichnen Sie das Flussdiagramm für eine Wärmekraftmaschine und beschriften Sie es. **(2 P)**

c) Welche Aussagen ergeben sich aus den beiden Hauptsätzen der Wärmelehre für die im Flussdiagramm auftretenden Größen? **(2 P)**

d) Wie ist der Wirkungsgrad allgemein definiert? **(1 P)**

e) Wie groß ist der maximale Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine, deren heißes Wärmereservoir auf  $T_1 = 100^\circ\text{C}$  geheizt wird und die bei einer Umgebungstemperatur von  $T_2 = 20^\circ\text{C}$  betrieben wird? **(2 P)**

1. Skizzieren Sie den Feldverlauf einer linear polarisierten ebenen elektromagnetischen Welle entlang der Ausbreitungsrichtung! Wie sind die Feldvektoren  $\vec{E}$  und  $\vec{B}$  und der Wellenvektor  $\vec{k}$  relativ zueinander gerichtet? **(2 P)**

2. Mit welcher Geschwindigkeit breitet sich die Welle im Vakuum aus? **(1 P)**

3. Geben Sie die SI-Einheiten der Feldvektoren  $\vec{E}$  und  $\vec{B}$  an! **(2 P)**

4. Die Intensität (Energie pro Zeit und Fläche) der Welle sei  $I = 1 \text{ W/m}^2$ . Berechnen Sie die elektrische und magnetische Feldstärke! ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ VsA}^{-1}\text{m}^{-1}$ ). Geben Sie die für die Rechnung benötigten Formeln an! **(4 P)**

6. Skizzieren und erläutern Sie die Entstehung einer elektromagnetischen Welle in der Umgebung eines Hertzschen Dipols! **(4 P)**

5. Welche Beziehungen gelten zwischen Wellenvektor  $\vec{k}$ , Frequenz  $\nu$  und Wellenlänge  $\lambda$  der elektromagnetischen Welle? **(2 P)**

## **D. Optik**

**(17 Punkte)**

1. Unter welcher Bedingung kann ein Strahlengang mit der Strahlenoptik beschrieben werden? Wann ist der Wellencharakter des Lichts zu berücksichtigen? **(1 P)**
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Skizzieren Sie die Beugung am Einzelspalt und erklären Sie das Beugungsbild. **(3 P)**
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
3. Erklären Sie den Begriff der Interferenz **(3 P)**
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
4. Zeichnen Sie den Strahlengang durch eine Sammellinse, so dass ein Gegenstand reell abgebildet wird. **(3 P)**

- 6 -

- 5a) Wie ist ein Fernrohr aufgebaut (Zeichnung) und was soll mit diesem Instrument erreicht werden (kurze Erläuterung)? **(3 P)**
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b) Zwei Sterne haben einen Abstand von einer Winkelsekunde und sollen mit dem Fernrohr noch getrennt wahrnehmbar sein. Wie groß muß der Durchmesser des Objektivs sein? **(3 P)**
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- c) Welchen Sternabstand können wir noch mit unseren Augen sehen? **(1 P)**

**E. Atomphysik** (22 Punkte)

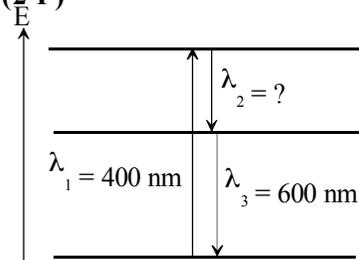
1. Aus welchen Teilchen (Name und Anzahl) besteht das Atom  ${}^A_Z X$ ? (2 P)

2. Was besagen die Bohrschen Postulate? (3 P)

3. Erläutern Sie anhand je einer Skizze die Begriffe Absorption, spontane Emission und induzierte Emission. (3 P)

4. Hier sehen Sie einen Ausschnitt des Termschemas eines Atoms, in das drei Übergänge eingezeichnet sind. Berechnen Sie die Wellenlänge  $\lambda_2$

(2 P)



5. Was besagt die Photonenhypothese? Berechnen Sie Impuls und Energie eines Photons mit der Wellenlänge  $\lambda = 500 \text{ nm}$ . (4 P)

6. Beschreiben und erläutern Sie den Vorlesungsversuch „Photoeffekt“ zur Rechtfertigung der Photonenhypothese. **(4 P)**

7. In einer Röntgenröhre mit einer Molybdän-Anode ( $Z = 42$ ) werden die Elektronen auf 50 keV beschleunigt.  
a) Berechnen Sie Grenzfrequenz des Röntgenspektrums. **(2 P)**

b) Berechnen Sie die Frequenz der  $K\alpha$ -Linie. **(2 P)**

**F. Bändermodell** **(15 Punkte)**

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

b) Wie viele Elektronenzustände hat ein aus N Atomen bestehender Natriumkristall im Leitungsband? **(1 P)**

c) Wie viele Elektronen befinden sich im Leitungsband? **(1 P)**

2. Zeichnen Sie das Energieniveauschema eines Isolators und erklären Sie, warum der Kristall als Isolator wirkt. **(3 P)**

3. Wie errechnet sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich Elektronen im Leitungsband befinden? **(1 P)**

4. Zeichnen Sie das Energieniveauschema eines elektrischen Leiters und erklären Sie, warum der Kristall als elektrischer Leiter wirkt. **(2 P)**

5. Erklären Sie das Auftreten von Kontaktspannungen. **(2 P)**