

Prof. Dr. Sophie Kröger
 Prof. Dr. Gebhard von Oppen
 Priv. Doz. Dr. Frank Melchert
 Dr. Thorsten Ludwig
 Cand.-Phys. Andreas Kochan

Technische Universität Berlin

Name: _____
 Vorname: _____
 Matr. Nr.: _____
 Studiengang: _____
 Platz Nr.: _____
 Tutor: _____

Diplomvorprüfung in Physik für Elektrotechniker am 14.10.2005

Aufgabe Nr.	Punkte		
A (19) Kräfte und Bewegungsgleichungen			
B (20) Ideales Gas und die Hauptsätze der Thermodynamik			
C (17) Elektrisches und magnetisches Feld			
D (17) Schwarzer Körper			
E (17) Bindungen			
F (14) Thermische Besetzung			
Summe (104)			

Note:

A. Kräfte und Bewegungsgleichungen - 1 -
(19 Punkte)

1. Was besagen die drei Newtonschen Axiome (Formel oder Text)? (3P)

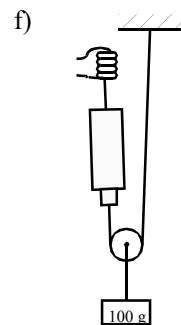
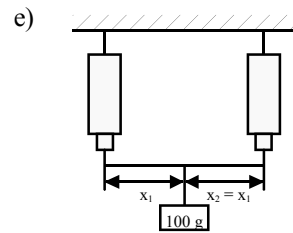
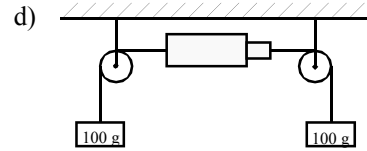
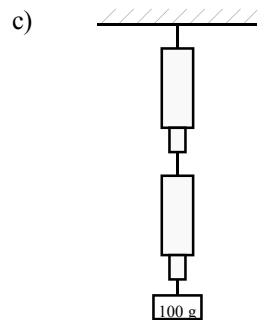
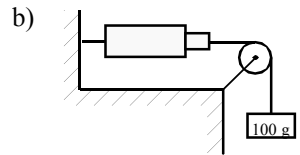
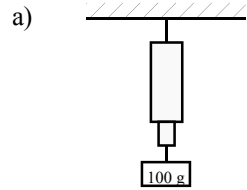
2. Zur Zeit sitzen Sie fest auf Ihrem Stuhl. Begründen Sie mit Hilfe der Newtonschen Axiome, wieso Sie sich nicht wegbewegen. (2P)

3. Nennen Sie vier Beispiele für Kräfte (Stichwort). (2P)

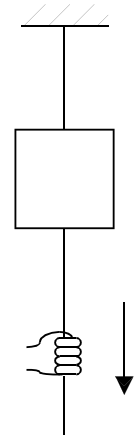
4. Kräfte lassen sich in zwei Kategorien einteilen: konservative Kräfte und dissipative Kräfte.
 - a) Wodurch unterscheiden sich konservative und dissipative Kräfte? (1P)

 - b) Ordnen Sie die vier von Ihnen gewählten Beispiele diesen Kategorien zu. (2P)

5. Geben Sie an, wieviel Newton die Kraftmesser bei den gezeigten Anordnungen jeweils anzeigen (die Masse der Kraftmesser sei gleich Null). **(3P)**



6. Ein Gewicht ist, wie auf der Skizze gezeigt, an einer dünnen Schnur aufgehängt. Unten an dem Gewicht ist ein Stück derselben Schnur befestigt. An diesem Stück Schnur wird kräftig gezogen. An welcher Stelle wird die Schnur reißen (mit Begründung) wenn
a) langsam gezogen wird? **(3P)**



b) schnell (ruckartig) daran gezogen wird?

7. Schreiben Sie die Bewegungsgleichung für
a) ein Federpendel, **(1P)**

b) ein gedämpftes Federpendel, **(1P)**

c) ein gedämpftes Federpendel, das eine erzwungene Schwingung ausführt. **(1P)**

B. Ideales Gas und die Hauptsätze der Thermodynamik (20 Punkte)

1. Was zeichnet ein ideales Gas aus? (2P)

2. Welche Eigenschaften der Atome und Moleküle realer Gase bedingt, dass sich reale Gase anders verhalten als ideale Gase? (2P)

3. Welche Zustandsgrößen charakterisieren den Zustand eines Gases im thermischen Gleichgewicht? Geben Sie die SI-Einheiten an. (3P)

4. Wie lautet die Zustandsgleichung für ideale Gase? (1P)

5. Wie berechnet sich die mittlere kinetische Energie der Teilchen eines idealen Gases? (1P)

6. Wie berechnet sich die innere Energie U eines idealen Gases? (1P)

7. Was sagen die beiden Hauptsätze der Thermodynamik aus? Geben Sie die Formeln an und beschreiben Sie die Aussage der Hauptsätze mit Worten (je einen Satz). (4P)

8. Geben Sie die Formel für die von einem Gas oder an einem Gas verrichtete Arbeit (Volumenarbeit) an. (1P)

C. Elektrisches und magnetisches Feld (17 Punkte)

1. Zeichnen Sie das Feldlinienbild (mit Benennung des Feldes) (3P)

a) einer Punktladung

b) eines Plattenkondensators

c) einer stromdurchflossenen Spule

9. Unter welchen Bedingungen nennt man einen Zustandsänderung adiabatisch? (1P)

10. Wie groß ist die Änderung dU der inneren Energie, wenn das Volumen sie bei einer adiabatischen Expansion um dV vergrößert? (2P)

11. Nimmt die Temperatur bei dieser adiabatischen Expansion des Gases zu, ab oder bleibt sie gleich? (1P)

12. Warum ist es auf hohen Bergen kalt, wenn doch heiße Luft aufsteigt? (1P)

2. Entwerfen Sie eine Versuchsanordnung, mit der man ein elektrisches Feld mit geschlossenen (kreisförmigen) Feldlinien erzeugen kann. **(2P)**
3. Mit welcher Kraft wirkt ein homogenes Magnetfeld auf ein geladenes Teilchen
- a) wenn das Teilchen im Magnetfeld ruht? **(2P)**
 - a) wenn sich das Teilchen parallel zu den Feldlinien bewegt?
 - b) wenn sich das Teilchen senkrecht zu den Feldlinien bewegt?
4. Mit welcher Kraft wirkt ein homogenes elektrisches Feld auf ein geladenes Teilchen **(2P)**
- a) wenn das Teilchen im elektrischen Feld ruht?
 - b) wenn sich das Teilchen parallel zu den Feldlinien bewegt?
 - c) wenn sich das Teilchen senkrecht zu den Feldlinien bewegt?
5. Freie Elektronen mit einer Geschwindigkeit v durchfliegen einen Bereich, an dem gleichzeitig ein elektrisches und ein magnetisches Feld wirken.
- a) Welche Richtungen müssen der Elektronenstrahl und die beiden Felder haben, damit der Elektronenstrahl ohne Ablenkung die Anordnung durchfliegen kann? (Skizzieren Sie den Aufbau mit Beschriftung) **(3P)**
 - b) Unter welchen Bedingungen fliegt der Elektronenstrahl geradeaus? **(1P)**
 - c) Elektronen, die mit einer Spannung von 100 V beschleunigt werden, fliegen gerade aus, wenn das Magnetfeld $B = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ Vs/m}^2$ beträgt und an den Feldplatten bei einem Abstand von 2 cm eine Spannung von 10 V anliegt. Berechnen Sie aus diesen Angaben das Verhältnis e/m von Elektronen. **(4P)**

D. Schwarze Körper (17 Punkte)

1. Welche zwei Eigenschaften zeichnen einen schwarzen Körper aus? (2P)

2. In welchen Einheiten wird das totale Emissionsvermögen $E(T)$ gemessen? (1P)

3. Wie ist der Zusammenhang zwischen totalem Emissionsvermögen $E(T)$ und spektralem Emissionsvermögen $E(T, \nu)$ eines thermischen Strahlers? (1P)

4. Was besagt das Kirchhoffsche Strahlungsgesetz über das Emissionsvermögen $E_x(T)$ anderer thermischer Strahler? (1P)

5. a) Wie lautet das Stefan-Boltzmann-Gesetz für das totale Emissionsvermögen eines schwarzen Körpers? (1P)

- b) Wie groß ist die Strahlungsleistung einer 200°C heißen Herdplatte (Durchmesser 20 cm) unter der Annahme, dass sie sich wie ein schwarzer Körper verhält ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$)? (3P)

6. a) Skizzieren Sie das Spektrum einer Glühbirne (Beschriftung) und kennzeichnen sie den sichtbaren Spektralbereich. (2P)

- b) Wie ändert sich das Spektrum bei Erhöhung der Temperatur des Glühfadens? Tragen Sie ein zweites Spektrum für eine höhere Temperatur in das Diagramm von Aufgabe 7a) ein. Wodurch unterscheiden sich die beiden Kurven (Stichpunkte)? (2P)

7. Die Erde absorbiert ständig elektromagnetische Strahlung von der Sonne. Dennoch wird die Erde (über das Jahr gemittelt, Treibhauseffekt wird außer acht gelassen) nicht immer heißer. Erklären Sie das. **(1P)**

8. Wie kann man experimentell einen möglichst idealen schwarzen Körper realisieren? **(1P)**

9. Geben Sie ein Beispiel für eine Strahlungsquelle, die kein schwarzer Strahler ist. Skizzieren sie das dazugehörige Spektrum. **(2P)**

E. Bindungen **(17 Punkte)**

1. Welche Kräfte binden
a) die Elektronen eines Atoms an den Atomkern? **(2P)**

b) die Protonen und Neutronen eines Atomkerns aneinander?

2. In welcher Größenordnung liegen die Bindungsenergien in den unter 1. genannten Fällen? **(1P)**

3. Wie hängt die Bindungsenergie pro Nukleon von der Massenzahl der Kerne ab (Diagramm + Beschriftung und Skalierung)? **(2P)**

4. Wasserstoffatome bilden bei Normalbedingungen Moleküle. **(3P)**
a) Welcher Bindungstyp liegt dabei vor?

b) Erläutern Sie diese Bindung (gerne auch mit Skizze).

c) Von welcher Größenordnung ist die Bindungsenergie?
5. Welchen anderen Molekülbindungstyp kennen Sie? Geben Sie dazu ein Beispiel an. **(2P)**
6. Die Bindungsenergie eines zwei-atomigen Moleküls sei 3 eV. Ist das Molekül bei Zimmertemperatur stabil? Begründen Sie Ihre Antwort. **(2P)**
7. Was bindet die Wassermoleküle im Wasser aneinander? **(1P)**
8. Erklären Sie, wieso Wasser bei über 100°C gasförmig wird. Schätzen Sie die Bindungsenergie pro Molekül E_B der Wassermoleküle ab. **(2P)**
9. Warum ist die Bindungsenergie der Valenzelektronen von Natrium ($Z=11$) wesentlich kleiner als diejenige von Neon ($Z=10$)? **(2P)**

F. Thermische Besetzung (14 Punkte)

1. Geben Sie den Boltzmann-Faktor an, der allgemein die Wahrscheinlichkeit für thermische Zufallsverteilungen beschreibt. (1P)

2. Wieso ist es in einem fensterlosen Raum ohne künstliche Beleuchtung dunkel, obwohl doch viele Atome und Moleküle vorhanden sind, die – laut dem 2. Bohrschen Postulat – elektromagnetische Strahlung abgeben könnten? (2P)

3. 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)

4. Erklären Sie mit Hilfe des Bändermodells und der Fermi-Verteilung die hohe elektrische Leitfähigkeit der Metalle (2P)

5. Wie groß ist die Besetzungswahrscheinlichkeit der Elektronenzustände in einem Halbleiter
a) an der unteren Bandkante des Leitungsbandes? (2P)

b) an der oberen Bandkante des Valenzbandes? (1P)

6. Nimmt die Leitfähigkeit
a) von Metallen und
b) von Halbleitern
mit steigender Temperatur ab oder zu? Geben Sie jeweils eine kurze Erklärung. (4P)