

Prüfungsklausur in Physik
für ET (Bc, D) und WiIng (D)
vom 09.10.2015

Name: _____

Vorname: _____

Matrikelnr: _____

Tutor: _____

Bitte die Blättern nicht trennen!
Bitte die Hinweise auf der nächsten Seite beachten.

Aufgabenteil	Punkte		
1(31) Mechanik			
2(24) Thermodynamik			
3(23) Wellen und Elektromagnetismus			
4(31) Elektromagnetische Strahlung			
5(27) Aufbau der Materie			
6(18) Quantengase			
erreichbare Punkte: 154			

Note:

1 Mechanik

1.1 Die lineare Bewegung (Translation) eines Massepunktes wird durch folgende Größen charakterisiert: Strecke \vec{x} , Geschwindigkeit \vec{v} , Beschleunigung \vec{a} , Masse m , Impuls \vec{p} , Kraft \vec{F} und Translationsenergie E_{trans} .

Geben Sie für diese Größen die Formeln der linearen und die entsprechenden Größen und Formeln der Drehbewegung (Rotation) an! (12P)

lineare Translation	Rotation
\vec{x}	
$\vec{v} =$	$=$
$\vec{a} =$	$=$
m	$=$
$\vec{p} =$	$=$
$\vec{F} =$	$=$
$E_{trans} =$	$=$

1.2 In der Vorlesung wurde ein Experiment gezeigt, bei dem eine Person, die auf einem in ruhe befindlichen Drehstuhl sitzt, ein sich drehendes Rad in die Hand gegeben bekommt. Die Achse des Rades liegt zu Beginn parallel zur Achse des Drehstuhls. Was passiert,

- wenn die Person die Achse des Rads um 90° dreht und warum passiert das? (2P)

- wenn die Person die Achse des Rads um weitere 90° dreht und warum passiert das? (2P)

1.3 Nennen Sie die drei *Newtonschen* Axiome der klassischen Mechanik (mit Formeln)! (3P)

1.4 Jupiter hat einen Umfang von etwa 450 000 km. Die Fallbeschleunigung g auf dem Jupiter beträgt das 2.5fache der Fallbeschleunigung auf der Erde. Bestimmen Sie daraus den Radius r , die Masse m und die Dichte ρ von Jupiter. (7P)

1.5 Welche relevanten physikalischen Größen bleiben bei einem elastischen Stoß zwischen 2 Kugeln erhalten? Schreiben Sie die Erhaltungssätze explizit als Formel auf. (4P)

1.6 Welche relevante Größe bleibt auch bei einem inelastischen Stoß erhalten? (1P)

2 Thermodynamik

2.1 10 mol eines idealen Gases stehen bei Raumtemperatur in einem geschlossenen Behälter unter einem Druck von 100 bar.

1. Nennen Sie die 4 Eigenschaften von idealen Gasen! (2P)

2. Wie lautet die Zustandsgleichung eines idealen Gases? Benennen Sie die auftretenden Variablen! (2P)

3. Wie groß ist das Volumen des Gefäßes? (1P)

2.2 Wasserdampf (H_2O) verhält sich wie ein reales Gas.

1. Wie lautet die Zustandsgleichung für reale Gase (Formel)? (1P)

2. Auf welchen 2 Ursachen basiert die Abweichung vom idealen Gas? (2P)

3. Beim Schmelzen von Eis wird kontinuierlich Wärme zugeführt. Wie ändert sich die Temperatur T als Funktion der zugeführten Wärmemenge Q ? Stellen Sie den Zusammenhang $T(Q)$ graphisch dar. Achten Sie auf die richtige Skalierung der T -Achse (mit Zahlenwerten)! Erklären Sie kurz die unterschiedlichen Teilbereiche! (4P)

2.3 Eine Fußbodenheizung funktioniert nach dem Prinzip einer Wärmepumpe (WP).

1. Zeichnen Sie das Flussdiagramm für Wärme und Arbeit einer WP. Bezeichnen Sie ebenfalls die Temperaturen der Wärmereservoirs. (3P)

2. Wenden sie den 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik auf den **obigen** Kreisprozess an für den Fall, dass er **reversibel** verläuft! (2P)

3. Wie definiert man die Gütezahl ϵ einer WP allgemein? (1P)

4. Bestimmen Sie ϵ , wenn im Erdreich -2°C und im Zimmer 22°C herrschen? (2P)
5. Wie hoch sind Ihre Kosten bei einer Leistungsaufnahme von 200 W, wenn Sie die Heizung ein Jahr lang ohne Unterbrechung betreiben würden. Der Verbrauchertarif liegt derzeit bei 0.23 € pro kWh. (2P)
6. Wieviel Wärme wird insgesamt abgegeben? (2P)

3 Wellen und Elektromagnetismus

3.1 Zeichnen Sie jeweils eine eindimensionale harmonische Welle mit $A(x = \text{const}, t)$ und $A(x, t = \text{const})$ und benennen Sie die wichtigsten Größen. (5P)

3.2 Die 6. Gitarrensaite (E) schwingt mit einer Frequenz von $f_G = 82,41 \text{ Hz}$ für den Grundton. Die Gitarrensaite ist 65 cm lang. Welche Frequenz hat der Grundton, wenn wir die Länge um $3,6 \text{ cm}$ kürzen? (2P)

3.3 Zwischen zwei ruhenden entgegengesetzten Ladungen q_- und q_+ im Abstand r wirkt eine Kraft. Zeichnen Sie die Feldlinien zwischen den beiden Ladungen und geben Sie die Kraft auf die q_- -Ladung an! (2P)

3.4 Zeichnen Sie die Feldlinien \vec{B} eines geraden stromdurchflossenen Leiters \vec{I} und geben Sie den Betrag des magnetischen Feldes $B(r)$ an! (2P)

3.5 Welche Kräfte wirken auf freie Elektronen im Vakuum, die sich mit der Geschwindigkeit \vec{v} bewegen und gleichzeitig einem elektrischen Feld \vec{E} und einem magnetischen Feld \vec{B} ausgesetzt sind (Namen und Formeln)? (3P)

3.6 Berechnen Sie die Geschwindigkeit von Elektronen, die durch 10 kV beschleunigt wurden! Mit wieviel Prozent der Lichtgeschwindigkeit bewegen sich die Elektronen? (4P)

3.7 Elektronen in einem Fadenstrahlrohr, die mit einer Spannung von $U_B = 100$ V beschleunigt werden, fliegen geradeaus, wenn das Magnetfeld $B = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ Vsm}^{-2}$ beträgt und an den zwei Feldplatten mit dem Abstand $r = 2$ cm eine Spannung $U = 10$ V anliegt. Berechnen Sie das Verhältnis von Ladung und Masse von Elektronen (e/m)! (5P)

4 Elektromagnetische Strahlung

4.1 Eine ebene Wellenfront mit der Wellenlänge λ trifft auf einen Einfachspalt mit dem Durchmesser d . Zeichnen Sie für die folgenden drei Fälle die Ausbreitung der Welle vor und hinter dem Spalt sowie die Interferenzbilder, die auf einem Schirm hinter dem Spalt beobachtet werden. (6P)

1. $\lambda \ll d$

2. $\lambda \gg d$

3. $\lambda \approx d$

4.2 Eine Bariumoberfläche wird mit Photonen bestrahlt.

1. Zeichnen Sie den in der Vorlesung vorgestellten Versuchsaufbau zum Nachweis des Photoeffekts und bezeichnen Sie die wichtigsten Komponenten! (5P)

2. Geben Sie die Einstein-Gleichung an, die den Photoeffekt beschreibt! (1P)

3. Tragen Sie die Photospannung $U(\nu)$ als Funktion der Frequenz ν auf (Achsenbeschriftung mit Einheiten nicht vergessen)! Geben Sie explizit an, welche Größen aus der Steigung und den Schnittpunkten mit der x- bzw. y-Achse ablesbar sind? (4P)

4. Können Sie eine Photospannung messen, wenn Sie Barium mit Photonen der Wellenlänge $\lambda = 300 \text{ nm}$ bestrahlen? Warum? Welches λ dürfen die Photonen gerade noch haben, damit Elektronen emittiert werden? Die Austrittsarbeit beträgt 1.8 eV . (3P)

4.3 Schwarzkörperstrahlung

1. Zeichnen Sie das Schwarzkörper-Emissionspektrum der Sonne und der Erde als Funktion der Wellenlänge λ in ein Diagramm (Achsenbeschriftung nicht vergessen)! Wie unterscheiden sich beide Himmelskörper hinsichtlich Temperatur, maximal emittierte Wellenlänge und Emissionsleistung? (6P)

2. Berechnen Sie die Strahlungsleistung einer 350°C heißen Herdplatte mit einem Durchmesser von $d = 20\text{ cm}$ unter der Annahme, dass sie sich wie ein schwarzer Körper verhält? (4P)

3. Bei welcher Wellenlänge liegt das Strahlungsmaximum? (Hinweis: die *Wiensche* Verschiebungskonstante beträgt $2897,8\ \mu\text{m} \cdot \text{K}$) (2P)

5 Aufbau der Materie

5.1 Nennen Sie die 3 *Bohrschen* Postulate (Text und Formeln)!

(3P)

5.2 Welche diskreten Energiewerte hat ein Elektron im Magnesium ${}_{12}\text{Mg}^{11+}$ -Ion (Formel)? Berechnen Sie die drei niedrigsten Energiezustände und stellen Sie die Ergebnisse in einem skalierten Energieniveauschema graphisch dar!

(5P)

5.3 Wie viele Elektronen können die 4. Schale ($n = 4$) besetzen?

(1P)

5.4 Worin unterscheiden sie sich? Geben Sie explizit zwei beliebige, mögliche Kombinationen von Quantenzahlen an! (2P)

5.5 In einer Röntgenröhre mit einer Anode aus Kupfer ($_{29}\text{Cu}$) werden die Elektronen auf 32 keV beschleunigt.

1. Berechnen Sie die Grenzwellenlänge des Bremsspektrums von Cu! (2P)

2. Welche Übergänge werden im Röntgenfluoreszenz-Spektrum mit der K_α - und der K_β -Linie assoziiert? Berechnen Sie die Energie der K_α -Linie in eV! (3P)

3. Stellen Sie das Bremsspektrum und das Röntgenfluoreszenzspektrum $I(\lambda)$ von Cu graphisch dar und beschriften Sie beide Spektren! Bezeichnen sie die Grenzwellenlänge und die charakteristischen Linien. (3P)

5.6 Atomkern

1. Wie nennt man die Kraft, die den Atomkern zusammenhält? In welcher *Größenordnung* liegt ihre Bindungsenergie und Reichweite? (2P)

2. Nennen Sie die drei Arten von radioaktiven Zerfälle und geben Sie die **genaue** Identität der Strahlung an? (3P)

3. Nach welchem Zeitgesetz erfolgt der radioaktive Zerfall? (1P)

4. Berechnen Sie die Lebensdauer des radioaktiven ^{131}I -Isotops, wenn dessen Halbwertszeit 8 Tage beträgt? (2P)

Quantengase

6.1 Ein Laserpointer ($P=1 \text{ mW}$) emittiert Licht der Wellenlänge 337.1 nm .

1. Skizzieren und benennen Sie die drei elementaren Prozesse der Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Atomen an Hand zweier Energieniveaus! (3P)

2. Berechnen Sie die Energiedifferenz beider Laserniveaus in J. Wie viele Photonen pro Sekunde emittiert der Laserpointer? (3P)

3. Berechnen Sie die das Besetzungsverhältnis der beiden Laserniveaus im thermodynamischen Gleichgewicht bei 600 K ! (2P)

4. Wie groß ist das Besetzungsverhältnis im stationären Laserbetrieb? (1P)

6.2 Erklären Sie mit Hilfe des Bändermodells die elektronische Struktur von Metallen! Bezeichnen Sie die Energiebänder, deren Besetzung und tragen Sie die Fermi-Energie E_F , die Bandlücke E_G und die Austrittsarbeit W_A ein! (4P)

6.3 Zeichnen Sie mit Hilfe des Bändermodells die elektronische Struktur von Isolatoren! Bezeichnen Sie die Energiebänder, deren Besetzung und tragen Sie die Fermi-Energie E_F und die Bandlücke E_G ein! (4P)

6.4 Worin besteht im Bändermodell der Unterschied zwischen Isolatoren und Leitern? (1P)