

Prüfungsklausur in Physik
für ET (Bc, D) und WiIng (D)
vom 13.10.2016

Name:

Vorname:

Matrikelnr:

Tutor:

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

Aufgabenteil	Punkte		
1(30) Mechanik			
2(25) Thermodynamik			
3(21) Wellen und Elektromagnetismus			
4(25) Elektromagnetische Strahlung			
5(28) Aufbau der Materie			
6(21) Quantengase			
erreichbare Punkte: 150			

Note:

Physikalische Konstanten

$$R = 8,31 \text{ m}^3\text{Pa K}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} = 4,1 \cdot 10^{-15} \text{ eVs}$$

$$R_y = 13,6 \text{ eV}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$k_B = 8,62 \cdot 10^{-5} \text{ eV K}^{-1}$$

$$0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Hinweis:

Bitte schreiben Sie gut lesbar und in Schwarz oder Blau.

Bei Rechenaufgaben muss der Rechenweg nachvollziehbar sein,
ansonsten kann nicht die volle Punktzahl vergeben werden.

1 Mechanik

1.1 Ein PKW fährt mit einer Geschwindigkeit von 20 kmh^{-1} . Bei einer Vollbremsung kommt er nach einer Strecke von 5 m zum Stillstand. Der Bremsvorgang ist als eine gleichförmig beschleunigte Bewegung zu betrachten.

1. Wie groß ist der Bremsweg bei einer Vollbremsung mit einer Geschwindigkeit von 80 kmh^{-1} ? (Hinweis: der Luftwiderstand soll vernachlässigt werden.) **(4P)**

2. Der Fahrer benötigt 1 s (Schrecksekunde), um zu merken, dass er bremsen muss. Wie lang wird dann der Bremsweg (Anhalteweg)? **(2P)**

1.2 Nennen Sie die drei Keplerschen Gesetze! **(3P)**

1.3 Eine Punktmasse mit $m = 100 \text{ g}$ hängt an einem masselosen Faden und rotiert mit einer Geschwindigkeit von $v = 150 \text{ ms}^{-1}$ im Abstand von $r = 70 \text{ cm}$ um einen festen Punkt.

1. Berechnen Sie den Drehimpuls! (2P)

2. Was passiert, wenn die Länge des Fadens vergrößert wird und warum? (2P)

3. Welche physikalische Kraft (Name) greift an der kreisenden Punktmasse an? Berechnen Sie diese Kraft! (3P)

1.4 Welche der folgenden Größen bleiben bei einem elastischen Stoß erhalten: Kinetische Energie, Impuls, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Druck. (2P)

1.5 Ein Oszillator bestehe aus einem mit einer Feder verbundenen Gewicht der Masse $0,2 \text{ kg}$. Wenn dieses System mit einer Amplitude von 35 cm schwingt, wiederholt sich die Bewegung alle $0,1 \text{ s}$. Berechnen Sie...

1. ...die Periode (2P)

2. ...die Frequenz (2P)

3. ...die Kreisfrequenz

(2P)

4. ...die Federkonstante

(2P)

5. ...die maximale Geschwindigkeit

(2P)

6. ...den Betrag der maximalen Kraft, die das Gewicht auf die Feder ausübt.

(2P)

2 Thermodynamik

2.1 Nennen Sie die 4 charakteristischen Eigenschaften eines idealen Gases! (4P)

2.2 Welchen Druck üben 25 mol eines idealen Gases bei einer Temperatur von 10 K in einem Volumen von 1 m^3 auf die Gefäßwände aus? (2P)

2.3 Wie lautet die van-der-Waalssche Zustandsgleichung? Benennen Sie die auftretenden Größen!

(4P)

2.4 In der Vorlesung wurde der Versuch „Regelation des Eises“ gezeigt, dabei wurde ein dünner Draht um einen Eisblock gelegt und an den Enden ein schweres Gewicht befestigt. Erläutern Sie kurz in Stichpunkten, was passiert (Beobachtung und Begründung)! Nehmen Sie dafür das p-T-Diagramm zu Hilfe und zeichnen Sie die Übergänge ein! (6P)

2.5 In ein Gefäß mit Wasser ($m_W=100$ g; $T_W=95^\circ\text{C}$) bringt man eine Eisenkugel ($m_E=35$ g). Dabei verdampft Wasser der Masse 3 g. Welche Temperatur hatte die Eisenkugel? Wasser hat eine spezifische Wärmekapazität von $c_W = 4,2$ kJ/kgK und eine Verdampfungswärme von $Q_{\text{Verd}} = 2,26$ MJ/kg. Eisen hat eine spezifische Wärmekapazität von $c_E = 0,465$ kJ/kgK (4P)

2.6 Wie lautet der erste Hauptsatz der Thermodynamik in Wort und Formel? (2P)

2.7 Ein Stirling-Motor wird als Wärmekraftmaschine (WKM) betrieben. Zeichnen Sie das Flussdiagramm für Wärme und Arbeit einer WKM. Bezeichnen Sie ebenfalls die Temperaturen der Wärmereservoirs, und nennen Sie das Verhältnis der Temperaturen zueinander. (3P)

3 Wellen und Elektromagnetismus

3.1 Geben Sie die Wellengleichung (1D) und eine mögliche Lösung an! Benennen Sie alle auftretenden Größen! (5P)

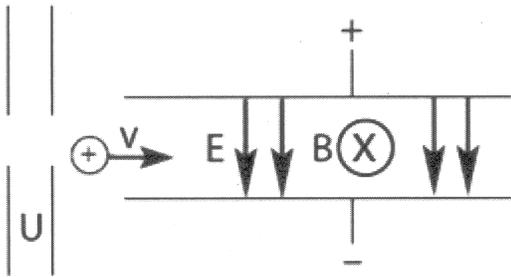
3.2 Zwischen zwei ruhenden entgegengesetzten Ladungen q_- und q_+ im Abstand r wirkt eine Kraft. Zeichnen Sie die Feldlinien zwischen den beiden Ladungen und geben Sie die Kraft auf die q_- -Ladung an! (2P)

3.3 Zeichnen Sie die Feldlinien \vec{B} eines geraden Leiters der von dem Strom \vec{I} durchflossen wird und geben Sie den Betrag des magnetischen Feldes $B(r)$ an! (2P)

3.4 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)

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

3.6 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 aus diesen Daten das Verhältnis von Ladung und Masse von Elektronen (e/m)!



(5P)

4 Elektromagnetische Strahlung

4.1 Reflexion und Brechung.

1. Ein Lichtstrahl wird beim Auftreffen aus der Luft auf eine Wasseroberfläche an dieser Grenzfläche reflektiert und gebrochen. Skizzieren Sie den Verlauf des reflektierten und gebrochenen Strahls. Tragen Sie alle auftretenden Strahlen, Winkel und Brechungsindizes ein. Beschreiben Sie das Verhältnis der Brechungsindizes! (4P)

2. Wie lauten die Formeln für das Reflexions- und das Brechungsgesetz? (2P)

4.2 Wie ändert eine Sammellinse den Verlauf folgenden Strahlen:

1. Achsenparalleler Strahl: (1P)
2. Brennpunktstrahl: (1P)
3. Mittelpunktstrahl: (1P)

- 4.3 Erläutern Sie die Entstehung eines vergrößerten virtuellen Bildes durch eine Lupe geometrisch mittels der Konstruktionsstrahlen! Wie ist die Vergrößerung definiert? (5P)

4.4 Gelbes Licht der Wellenlänge 400 nm kann der Mensch mit bloßem Auge wahrnehmen, wenn die Netzhaut mindestens mit der Lichtleistung $9,3 \text{ eV} \cdot \text{s}^{-1}$ beleuchtet wird. Wie viele Photonen treffen dabei in der Zeit $t=1 \text{ s}$ auf die Netzhaut? (3P)

4.5 Zeichnen Sie das Schwarzkörper-Emissionsspektrum der Sonne und der Erde als Funktion der Wellenlänge λ in ein Diagramm (Achsenbeschriftung nicht vergessen)! Wie unterscheiden sich beide Himmelskörper hinsichtlich Temperatur, maximal emittierter Wellenlänge und Emissionsleistung? (5P)

4.6 Wie lautet das *Wiensche* Verschiebungsgesetz? Das Maximum der Schwarzkörper-Strahlung des Wasserdampfes ($T = 373 \text{ K}$) liegt bei einer Wellenlänge von $\lambda_{max} = 7,77 \mu\text{m}$. Bei welcher Wellenlänge liegt das Emissionsmaximum des Weltalls mit einer Durchschnittstemperatur von $2,7 \text{ K}$? (3P)

5 Aufbau der Materie

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

(3P)

5.2 Skizzieren Sie den Aufbau einer Röntgenröhre und erklären Sie die Erzeugung der Strahlung! Zeichnen und erklären Sie ein typisches Röntgenspektrum! Welche Frequenz haben die emittierten Photonen mit maximaler Energie? Wer hat für die Aufstellung dieses Experimentes einen Nobelpreis erhalten?

(7P)

5.3 Ein Elektron wurden mit einer Spannung von $U=10$ V beschleunigt. Berechnen Sie dessen De-Broglie-Wellenlänge!

(3P)

5.4 Wie viele Kombinationen von Quantenzahlen sind für Elektronen der 2. Schale ($n = 2$) möglich? Schreiben Sie diese *explizit* auf! Mit wievielen Elektronen kann das 2. Niveau demzufolge maximal besetzt werden? (5P)

5.5 Errechnen Sie die Energien der 3 niedrigsten Niveaus eines Wasserstoff-Atoms und tragen Sie diese in ein Energieniveauschema ein (Beschriftung nicht vergessen)! (4P)

5.6 Welche Bindungsart liegt jeweils den folgenden Stoffen zu Grunde?

1. Zn: (1P)

2. N₂: (1P)

3. NaCl: (1P)

5.7 Nennen Sie die drei Arten radioaktiver Zerfälle und geben Sie die genaue Identität der erzeugten Strahlung an! (3P)

6 Quantengase

6.1 Skizzieren und benennen Sie die drei elementaren Prozesse der Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Atomen an Hand zweier Energieniveaus! (6P)

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

6.3 Zeichnen Sie mit Hilfe des Bändermodells die elektronische Struktur eines Halbleiters! 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 elektrischen Leitern und Isolatoren? (1P)

6.5 Erklären Sie an Hand des Bändermodells und der Fermi-Verteilung (Formel), weshalb Metalle den elektrischen Strom leiten können und Isolatoren nicht! (3P)

6.6 In einem Atom existieren zwei Energieniveaus mit einem Energieunterschied von 1 eV. Zwischen diesen Zuständen können thermische Übergänge stattfinden. Welche Temperatur ist notwendig um eine Besetzung $N_1/N_0 = 0,1$ zu erreichen? (3P)