

Prüfungsklausur in Physik
für ET (Bc, D), WiIng (D) und TI (D)
vom 10.10.2014

Name:

Vorname:

Matrikelnr.:

Studiengang: ET-Bc ET-D WiIng-D TI-D

Tutor:

EducationZEN : Aktiv teilgenommen Passiv Infos genutzt: nichts gemacht

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

Aufgabenteil	Punkte		
1(35) Mechanik			
2(24) Thermodynamik			
3(23) Wellen und Elektromagnetismus			
4(31) Elektromagnetische Strahlung			
5(18) Aufbau der Materie			
6(19) Quantengase			
erreichbare Punkte: 150			

Note:

Physikalische Konstanten

$$g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$k = 1.3 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

$$h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} = 4.1 \cdot 10^{-15} \text{ eV s}$$

$$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$R_y = 13.6 \text{ eV}$$

$$c = 3.0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$m_p = 1.7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$$

$$G = 6.7 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ Kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

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

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. Zwischen zwei Häusern ist ein Seil gespannt, an dem in der Mitte eine Laterne hängt. Die Masse der Laterne beträgt 40 kg. Die Häuser stehen im Abstand von 20 m. Der Höhenunterschied (das Lot) zwischen Befestigung und hängender Lampe beträgt 3 m.

1. Welche Kräfte wirken auf die Lampe? Fertigen Sie eine Skizze an und tragen Sie die unterschiedlichen Kräfte ein! **(3P)**

2. Berechnen Sie diese Kraftvektoren. **(6P)**

- 1.2** Wie besagen die drei Newtonischen Axiome **(3P)**

1.3 Ein PKW fährt mit einer Geschwindigkeit von $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Bei einer Vollbremsung kommt er nach einer Strecke von 30 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 $150 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$? (Hinweis: der Luftwiderstand soll vernachlässigt werden.) **(4P)**

2. Der Fahrer benötigt 1.5 s (Schrecksekunde), um zu merken, dass er bremsen muss. Wie lang wird dann der Bremsweg (Anhalteweg)? **(1P)**

1.4 Im Versuch Ballistisches Pendel wird eine Knetkugel der Masse $m_K = 500 \text{ g}$ an einem Faden aufgehängt und verhält sich wie ein Pendel. Die ruhende Knete wird mit einer Gewehrku­gel der Masse $m_G = 1 \text{ g}$ beschossen, welche das Gewehr mit einer Geschwindigkeit von $\vec{v}_G = 3510 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ verlässt.

1. Um welche Art von Stoß handelt es sich beim Einschlag der Gewehrku­gel? **(1P)**

2. Welche relevante Größe bleibt hierbei erhalten? Welche relevante Größe bleibt nicht erhalten? **(2P)**

3. Mit welcher Geschwindigkeit bewegen sich beide Kugeln nach dem Stoß? **(3P)**

4. Wie hoch schlägt das Pendel aus? Leiten Sie hierzu die Formel der Höhe h aus den Erhaltungssätzen her! (3P)

1.5 Eine Punktmasse mit $m = 200$ g hängt an einem masselosen Faden und rotiert mit einer Geschwindigkeit von $v = 300$ ms⁻¹ im Abstand von $r = 80$ cm um einen festen Punkt.

1. Berechnen Sie den Drehimpuls (2P)

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

1.6 Die Erde dreht sich in 365 Tage um die Sonne. Das Licht benötigt 8 Minuten von der Sonne zur Erde.

1. Welche Kräfte sind im System Erde/Sonne in Gleichgewicht (Name und Formeln)? (2P)

2. Wie groß ist der Abstand Erde-Sonne (1P)

3. Welche Masse hat die Sonne? (2P)

2 Thermodynamik

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

2.2 100 mol eines idealen Gases stehen bei Raumtemperatur ($T = 300 \text{ K}$) in einem geschlossenen Behälter unter einem Druck von 50 bar.

1. Wie groß ist das Volumen des Gefäßes? (2P)

2. Zeichnen Sie die *Maxwellsche* Geschwindigkeitsverteilung $f(v)$ für (1 mol) Gas bei einer tiefen Temperatur T_1 und bei einer hohen Temperatur T_2 in ein Diagramm (Achsenbeschriftung nicht vergessen) Tragen Sie für beide Temperaturen jeweils die wahrscheinlichste Geschwindigkeit $v_{max}(T_1)$ und $v_{max}(T_2)$ ein! (3P)

3. Bei dem Gas handelt es sich um Sauerstoff (O_2). Mit welcher mittleren Geschwindigkeit \bar{v} bewegen sich die O_2 -Moleküle bei dieser Temperatur? (Hinweis: ein O-Atom besitzt 8 Protonen und 8 Neutronen, deren Masse als gleich anzunehmen ist $m_P = m_N$.) (3P)

2.3 Zeichnen Sie das P-T Phasendiagramm von Wasser. Tragen Sie den kritischen Punkt ($T_K = 647 \text{ K}$, $P_K = 2.2 \cdot 10^7 \text{ Pa}$) und den Tripelpunkt ($T_T = 273 \text{ K}$, $P_T = 6 \cdot 10^{-2} \text{ Pa}$) ein. Bezeichnen Sie die einzelnen Phasengebiete und deren Grenzlinien. Welche Bedeutung haben die Linien? **(4P)**

2.4 Eine Fußbodenheizung funktioniert nach dem Prinzip einer Kaltmaschine (KM).

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 Güteziffer ϵ einer WP allgemein? **(1P)**

4. Bestimmen Sie ϵ , wenn im Erdreich 35°C und im Zimmer 20°C herrschen? **(2P)**

3 Wellen und Elektromagnetismus

3.1 Wellen.

1. Geben Sie die Wellengleichung (1 DIM) und eine mögliche Lösung an! Benennen Sie alle auftretenden Größen! (4P)

2. Stellen Sie graphisch die Ausbreitung z einer ungedämpften Welle in Abhängigkeit von (i) der Zeit t und (ii) des Ortes x jeweils in ein eigenes Diagramm (Achsenbeschriftung!). Tragen Sie die Amplitude, Periode und die Wellenlänge ein. (5P)

3.2 Ein Krankenwagen fährt bei eingeschalteter Sirene mit einer Geschwindigkeit $v = 160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ an Ihnen vorbei. Die Schallgeschwindigkeit ist $C_S = 330 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Die Sirene erzeugt einen Ton mit der Frequenz $\nu = 10 \text{ kHz}$. Welche Frequenzen hören Sie, wenn der Wagen

1. auf Sie zufährt. (2P)

2. sich genau auf Ihrer Höhe befindet? (1P)

3. sich von Ihnen entfernt? (2P)

4. Welcher Effekt liegt diesem Verhalten zu Grunde? (1P)

3.3 Zwischen zwei ruhenden entgegengesetzten Ladungen \ominus und \oplus im Abstand r wirkt eine Kraft. Zeichnen Sie die Feldlinien zwischen den beiden Ladungen und geben Sie die Kraft auf die \ominus -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)? (4P)

4 Elektromagnetische Strahlung

4.1 Wie lautet die Abbildungsgleichung für optische Abbildungen durch dünne Linsen? Stellen Sie die auftretenden Größen in einer Skizze für eine Sammellinse dar (mit Konstruktionsstrahlen)!

(3P)

4.2 Erklären Sie anhand einer Skizze, wie ein Lichtleiter funktioniert. Welche Bedingung für die Brechungsindizes muss erfüllt sein?

(2P)

4.3 Wie ist ein schwarzer Körper definiert?

(2P)

4.4 Wie lautet das *Wiensche* Verschiebungsgesetz?

Das Maximum der Schwarzkörper-Strahlung der Sonne ($T = 5800$ K) liegt bei einer Wellenlänge von $\lambda_{max} = 500$ nm. Bei welcher Wellenlänge liegt das Emissionsmaximum von einem Körper mit einer Oberflächentemperatur von 2.7 K?

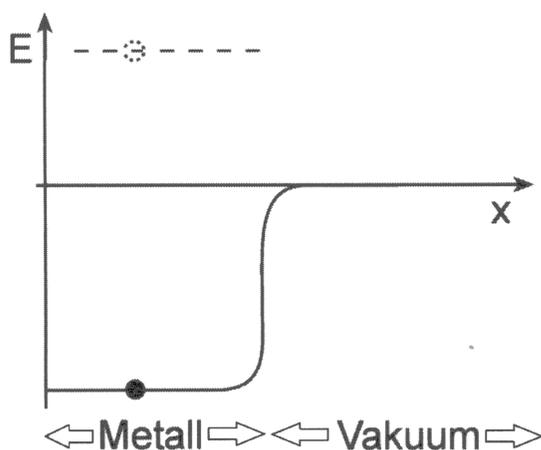
(3P)

4.5 Eine Oberfläche aus Barium (Ba) wird mit Photonen bestrahlt. Die Austrittsarbeit von Barium beträgt 1.8 eV.

1. Was besagt die Photonenhypothese? (1P)

2. Zeichnen Sie den in der Vorlesung vorgestellten Versuchsaufbau zum Nachweis des Photoeffekts und bezeichnen Sie die wichtigsten Komponenten. (6P)

3. Geben Sie die Gleichung an, die den Photoeffekt beschreibt. Benennen Sie alle auftretenden Größen. Veranschaulichen Sie diese Größen mit Hilfe von Pfeilen im unten stehenden Potentialschema. (6P)



4. Welche Wellenlänge λ müssen die Photonen haben, damit Elektronen aus der Bariumoberfläche herausgelöst werden können? **(3P)**

4.6 Wie lautet das Stefan-Boltzmann-Gesetz? Der Glühfaden einer Glühlampe, die mit einer Leistung von 160 W betrieben wird, hat eine Länge $l = 2$ cm und einen Radius $r = 400$ μm . Es wird angenommen, dass die gesamte Leistung in Wärmestrahlung umgewandelt wird. Geben sie die Temperatur des Glühfadens an! **(5P)**

5 Aufbau der Materie

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

5.2 Wie heißen die vier Quantenzahlen, mit denen die Elektronenzustände eines H-Atoms vollständig charakterisiert werden? Welche Werte können sie annehmen? (4P)

5.3 Was besagt das Pauli-Prinzip? (1P)

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? (3P)

5.5 Welche diskreten Energiewerte hat ein Elektron im Lithium ${}_{3}\text{Li}^{2+}$ -Ion (Formel)? Berechnen Sie die drei niedrigsten Energiezustände und stellen Sie die Ergebnisse in einem skalierten Energieniveauschema graphisch dar! (4P)

5.6 Welche Bindungsart liegen jeweils den folgenden Stoffen zu Grunde

1. Au: (1P)

2. N_2 : (1P)

3. LiCl: (1P)

6 Quantengase

6.1 Stellen Sie die Fermi-Verteilung für die Temperaturen 0 K und 300 K graphisch dar (mit Skalierungen)! **(3P)**

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

6.3 Der Nd-YAG emittiert Licht der Wellenlänge 1064 nm.

1. Wie müssen die Energieniveaus besetzt sein, damit ein Laser funktioniert? Wie viele Energieniveaus hat dieses Laser? **(2P)**

2. Berechnen Sie die Energiedifferenz beider Laserniveaus in eV. **(2P)**

3. Berechnen Sie die das Besetzungsverhältnis der beiden Laserniveaus im thermodynamischen Gleichgewicht bei Sonnetemperatur (5800 K)! Wie groß ist das Besetzungsverhältnis im Laserbetrieb? **(3P)**

6.4 Zeichnen Sie das Energieniveauschema (Bändermodell) eines Metalls. Bezeichnen Sie die Energiebänder, kommentieren Sie die Besetzung der Bänder, tragen Sie die Fermi-Energie E_F , die Austrittsarbeit W_A und die Bandlücke E_G ein! **(3P)**

6.5 Zeichnen Sie das Bändermodell für die elektronische Struktur eines Halbleiters! Bezeichnen Sie die Energiebänder, kommentieren Sie die Besetzung der Bänder, tragen Sie die Fermi-Energie E_F , die Austrittsarbeit W_A und die Bandlücke E_G ein! **(3P)**