

**Prüfungsklausur in Physik**  
**für ET (Bc, D), WiIng (D) und TI (D)**  
**vom 25.07.2014**

Name:

---

Vorname:

---

Matrikelnr.:

---

Studiengang:

ET-Bc

ET-D

WiIng-D

TI-D

---

Tutor:

---

---

EducationZEN : Aktiv teilgenommen  Passiv Infos genutzt:  nichts gemacht

---

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

Aufgabenteil	Punkte		
1(36) Mechanik			
2(24) Thermodynamik			
3(23) Wellen und Elektromagnetismus			
4(31) Elektromagnetische Strahlung			
5(21) Aufbau der Materie			
6(20) Quantengase			
erreichbare Punkte: <b>153</b>			

**Note:**

## Physikalische Konstanten

---

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

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

$$\epsilon_0 = 8.8 \cdot 10^{-12} \text{ CV}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

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

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

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

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

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

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

$$m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

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

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

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

---

### 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 30 kg. Die Häuser stehen im Abstand von 30 m. Der Höhenunterschied (das Lot) zwischen Befestigung und hängender Lampe beträgt 2 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** Nennen Sie die drei Keplerschen Gesetze. **(3P)**

**1.3** Ein PKW fährt mit einer Geschwindigkeit von  $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Bei einer Vollbremsung kommt er nach einer Strecke von 20 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  $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ? (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)? (1P)

**1.4** Im Versuch Ballistisches Pendel wird eine Knetkugel der Masse  $m_K = 200 \text{ g}$  an einem Faden aufgehängt und verhält sich wie ein Pendel. Die ruhende Knete wird mit einer Gewehrku­gel der Masse  $m_G = 0.5 \text{ g}$  beschossen, welche das Gewehr mit einer Geschwindigkeit von  $\vec{v}_G = 600 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  verlässt.

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

2. Welche relevante Größe bleibt hierbei erhalten? (1P)

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

4. Welche relevante Größe bleibt nicht erhalten? (1P)
5. 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<sup>-1</sup> 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)
3. Welche physikalische Kraft (Name) greift an der kreisenden Punktmasse an? Berechnen Sie diese Kraft! (3P)
4. Berechnen Sie die kinetische Energie des Massepunkts, wenn die Länge des Fadens halbiert wird. (3P)

## 2 Thermodynamik

---

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

2.2 10 mol eines idealen Gases stehen bei Raumtemperatur in einem geschlossenen Behälter unter einem Druck von 100 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 Stickstoff ( $N_2$ ). Mit welcher mittleren Geschwindigkeit  $\bar{v}$  bewegen sich die  $N_2$ -Moleküle bei dieser Temperatur? (Hinweis: ein N-Atom besitzt 7 Protonen und 7 Neutronen, deren Masse als gleich anzunehmen ist  $m_P = m_N$ .) (3P)

**2.3** 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 durchlaufenen Übergänge ein! (4P)

**2.4** 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  $\epsilon$  einer WP allgemein? (1P)

4. Bestimmen Sie  $\epsilon$ , wenn im Erdreich  $-2^\circ\text{C}$  und im Zimmer  $22^\circ\text{C}$  herrschen? (2P)



### 3 Wellen und Elektromagnetismus

---

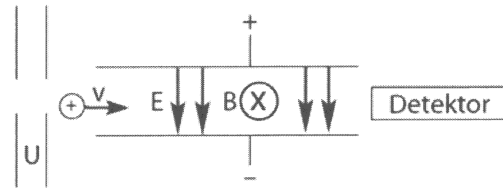
**3.1** Geben Sie die Wellengleichung (1 DIM) und eine mögliche Lösung an! Benennen Sie alle auftretenden Größen! (4P)

**3.2** 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)

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

**3.4** 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** Ein Massenspektrometer ist wie im nebenstehenden Bild aufgebaut. Die Ionen der Masse  $m$  und der Ladung  $q$  werden durch die Spannung  $U = 100$  V beschleunigt und fliegen dann, wenn sich die Kräfte durch  $\vec{E}$ - und  $\vec{B}$ -Feld gerade kompensieren, geradeaus zum Detektor. Das  $\vec{B}$ -Feld betrage 0.5 T.



1. Welche Kräfte wirken auf positive Ionen 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)**
2. Welchen Betrag muss das  $\vec{E}$ -Feld besitzen, damit man einfach positiv geladene Ar-Atome mit einer Masse  $m = 6.68 \cdot 10^{-26}$  kg detektiert? **(3P)**
3. Welche Spannung  $U_2$  muss hierzu an den beiden horizontalen Kondensatorplatten anliegen, wenn diese einen Abstand  $d = 1$  mm zueinander haben. **(2P)**
4. Wieviel Ladung  $Q$  sitzt dann auf jeder Platte, wenn diese eine Fläche von  $A = 5$  cm<sup>2</sup> haben? **(4P)**

## 4 Elektromagnetische Strahlung

---

4.1 Ein Lichtstrahl wird beim Auftreffen auf eine Ethanoloberfläche an dieser Grenzfläche reflektiert und gebrochen. Wie lauten die Formeln für das Reflexions- und das Brechungsgesetz? (3P)

4.2 Erklären Sie an Hand einer Skizze, wie ein Prisma funktioniert. (2P)

4.3 Wie ist ein schwarzer Körper definiert? (2P)

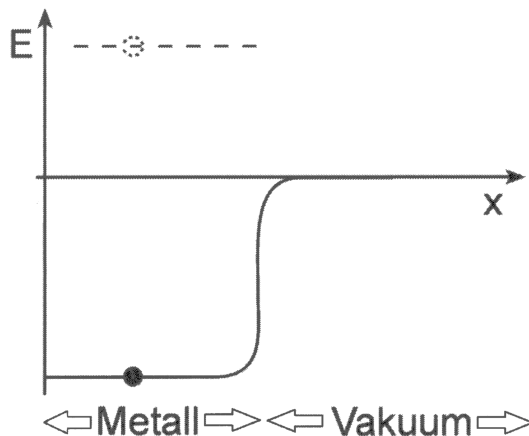
4.4 Wie lautet das *Wiensche* Verschiebungsgesetz? Das Maximum der Schwarzkörper-Strahlung der Sonne ( $T = 5800 \text{ K}$ ) liegt bei einer Wellenlänge von  $\lambda_{max} = 500 \text{ nm}$ . Bei welcher Wellenlänge liegt das Emissionsmaximum von Eis mit einer Oberflächentemperatur von  $0^\circ\text{C}$ ? (3P)

4.5 Eine Oberfläche aus Barium (Ba) wird mit Photonen bestrahlt. Die Austrittsarbeit von Barium beträgt  $1.8 \text{ eV}$ .

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  $\lambda$  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 80 W betrieben wird, hat eine Länge  $l = 2$  cm und einen Radius  $r = 200 \mu\text{m}$ . 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 3. Schale ( $n = 3$ ) möglich? Schreiben Sie diese *explizit* auf! Mit wievielen Elektronen kann das 3. Niveau demzufolge maximal besetzt werden? (6P)

5.5 Welche diskreten Energiewerte hat ein Elektron im Stickstoff  ${}_{7}\text{N}^{6+}$ -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. Cu: (1P)

2.  $\text{O}_2$ : (1P)

3. NaCl: (1P)

## 6 Quantengase

---

**6.1** Was gibt die Debye-Temperatur,  $T_D$ , an? **(1P)**

1. Berechnen Sie die Federkonstanten folgender Materialien: Silber ( $^{107}\text{Ag}$ ) mit  $T_D=215$  K; Beryllium ( $^9\text{Be}$ ) mit  $T_D=1440$  K and Manganese ( $^{55}\text{Mn}$ ) mit  $T_D=410$  K. **(4P)**

**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 das Besetzungsverhältnis der beiden Laserniveaus im thermodynamischen Gleichgewicht bei Raumtemperatur (300 K)! Wie groß ist das Besetzungsverhältnis im Laserbetrieb? **(3P)**

**6.4** Zeichnen Sie das Bändermodell für die elektronische Struktur eines n-dotierten Halbleiters! Bezeichnen Sie die Energiebänder, kommentieren Sie die Besetzung der Bänder, tragen Sie die Fermi-Energie  $E_F$ , die Donatorniveau-Energie  $E_D$ , die Austrittsarbeit  $W_A$  und die Bandlücke  $E_G$  ein! **(5P)**