

## Klausur zur Experimentalphysik für Ingenieure

### Aufgabe 1 Grundbegriffe der Physik I (Kinematik)

6 Punkte

- (1) Bei einem Federpendel soll die Masse eine harmonische Schwingung ausführen; zur Zeit  $t=0$  soll die Auslenkung  $s_0$  betragen und die Pendelgeschwindigkeit  $v=0$  sein.
- a) Wie hängt die Auslenkung  $s(t)$  aus der Ruhelage von der Zeit ab? 1 Pkt.
- b) Wie groß ist die Geschwindigkeit der Masse zu beliebiger Zeit? 1 Pkt.
- c) Wie groß ist die Beschleunigung der Masse zu beliebiger Zeit? 1 Pkt.
- (2) In einem konstanten Magnetfeld durchlaufe ein Elektron senkrecht zum MF eine Kreisbahn mit Radius  $R=0,1\text{m}$ . Seine Umlaufzeit in der Kreisbahn beträgt  $1\mu\text{s}$ .
- Welche Radialbeschleunigung erfährt es? 1 Pkt.
- (3) Eine Masse  $m$  fällt reibungsfrei; ihre Anfangsgeschwindigkeit sei  $5\text{ms}^{-1}$ .
- a) Wie groß ist ihre Geschwindigkeit nach  $10\text{s}$ ? 1 Pkt.
- b) Wie groß ist die nach  $10\text{s}$  zurückgelegte Strecke? 1 Pkt.

**Aufgabe 2      Grundbegriffe der Physik II  
(Dynamik)**

**6 Punkte**

- (1) Wie lautet das Grundgesetz der Dynamik (2. Newton'sches Axiom), wenn sich während des Bewegungsvorganges die Masse des Körpers nicht ändert? 1 Pkt.
- (2) Wie lautet das Grundgesetz der Dynamik, wenn die Masse sich während der Bewegung ändert? 1 Pkt.
- (3) Wie lautet das Grundgesetz der Dynamik für die Drehbewegung eines Körpers um den festgehaltenen Schwerpunkt? 1 Pkt.
- (4) Ein Körper steht unter dem gleichzeitigen Einfluß der Schwerkraft und einer Reibungskraft  $F_R = \text{konst.} \cdot v^2$ .  
( $F_R$  proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit)
- a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die Fallbewegung auf! 1 Pkt.
- b) Welche Endgeschwindigkeit erreicht der Körper? 1 Pkt.
- (5) Begründen Sie das 3. Kepler'sche Gesetz (für Kreisbahnen)! 1 Pkt.

### **Aufgabe 3      Grundbegriffe der Physik III (Impuls, Arbeit und Energie)      6 Punkte**

- (1) Nennen Sie die SI-Einheiten für mechanische und elektrische Arbeit und ihren Zusammenhang! 1 Pkt.
- (2) Eine (masselos gedachte) Feder ( $D=50\text{N/m}$ ) wird um  $0,2\text{ m}$  gedehnt.  
Welche Spannungsarbeit muss dazu verrichtet werden? 1 Pkt.
- (3) Welche Arbeit ist erforderlich, um ein Fahrrad ( $m_1=10\text{kg}$ ) zusammen mit einem Fahrer ( $m_2=80\text{kg}$ ) von  $v_1=15\text{km/h}$  auf  $v_2=25\text{km/h}$  zu beschleunigen? 1 Pkt.
- (4) Eine Kugel ( $m_1=4\text{g}$ ) wird in einen ruhenden Holzklötz ( $m_2=1\text{kg}$ ) geschossen und bleibt dort stecken. Anschließend bewegt sich der Klötz mit der Geschwindigkeit  $v=0,4\text{ ms}^{-1}$ .  
Wie groß war die Geschwindigkeit  $v_1$  der Kugel? 1 Pkt.
- (5) Ein Wanderer ( $m=70\text{kg}$ ) geht von Clausthal ( $600\text{m}$ ) auf den Brocken ( $1142\text{m}$ ).  
Wieviel Dosen Cola reichen aus, um die Arbeit beim Aufstieg zu verrichten, wenn 1 Dose  $150\text{ kJ}$  Energieinhalt hat? 1 Pkt.
- (6) Welche Arbeit muss verrichtet werden, um eine Masse  $m$  unendlich weit von der Oberfläche eines Körpers der Masse  $M$  des Radius  $R_0$  zu entfernen? 1 Pkt.

## Aufgabe 4      Grundbegriffe der Physik IV (Kräfte)

**6 Punkte**

- (1) Bestimmen Sie die Erdmasse  $M_E$  unter Verwendung des bekannten Erdradius  $R_E=6400$  km. (Hilfe: Sie benötigen noch die Konstanten  $g$  und  $G$  aus der beigefügten Konstanten-Liste!) 1 Pkt.
- (2) Eine Masse  $m_o$  soll so zwischen zwei Massen  $m_1$  und  $m_2$  positioniert werden, dass sich die Kräfte von  $m_1$  und  $m_2$  auf  $m_o$  aufheben. ( $m_1$  und  $m_2$  haben den Abstand  $R$ ).  
  
Geben Sie an, welchen Abstand  $m_o$  dann von  $m_1$  haben muss. 1 Pkt.
- (3) Eine Masse ( $m=5\text{kg}$ ) wird mit  $a=8\text{ms}^{-2}$  beschleunigt. Welche Kraft erfährt sie? 1 Pkt.
- (4) Zwei Protonen befinden sich im Abstand  $5\cdot 10^{-11}\text{m}$ .  
  
a) Wie gross ist die zwischen ihnen wirkende Gravitationskraft? 1 Pkt.  
  
b) Wie gross ist die zwischen ihnen herrschende Coulombkraft? 1 Pkt.
- (5) Eine Masse  $m$  wird durch die Radialkraft  $F_r$  auf einer Kreisbahn (Radius  $R$ ) gehalten. Die Winkelgeschwindigkeit auf der Bahn sei  $\omega$ .  
  
Wie gross sind das wirkende Drehmoment und der Drehimpuls der umlaufenden Masse? 1 Pkt.

## **Aufgabe 5      Ladungen in Feldern      6 Punkte**

- (1) Eine bewegte Ladung  $q$  stehe unter dem Einfluss der Felder  $E$  (elektrisches Feld) und  $B$  (magnetisches Feld).

Welche Beschleunigung erfährt sie?

1 Pkt.

- (2) Ein Teilchen der spezifischen Ladung ( $q/m$ ) durchlaufe ein Gebiet, in dem  $E$  und  $B$  senkrecht aufeinander stehen.

Unter welchen Bedingungen erfährt die Ladung keine Ablenkung?

1 Pkt.

- (3) Elektronen sollen mittels einer Spannungsdifferenz von  $U=50\text{kV}$  beschleunigt werden.

a) Wie groß ist anschliessend ihre kinetische Energie in  $\text{eV}$  und  $\text{J}$ ?

1 Pkt.

b) Die beschleunigten Elektronen treffen nun auf eine Metallanode.

Wie gross ist die Maximalfrequenz der dabei emittierten elektromagnetischen Strahlung?

1 Pkt.

- (4) In einem homogenen Magnetfeld  $B$  durchläuft eine Ladung  $q$  eine Kreisbahn senkrecht zu  $B$ .

Wie gross ist der Bahnradius, wenn die Ladung vor dem Eintreten in das  $B$ -Feld durch die Spannungsdifferenz  $U$  beschleunigt wurde?

1 Pkt.

- (5) Geben Sie (nach Betrag und Richtung) das Feld  $E$  an, welches durch  $Q$  im Abstand  $r_0$  erzeugt wird!

1 Pkt.

## Aufgabe 6 Grundlagen des Magnetismus

6 Punkte

- (1) Ein Leiter der Breite  $b=0,02\text{m}$  wird in ein Magnetfeld ( $B=0,8\text{T}$ ) eingebracht. Wie gross ist die Hallspannung, wenn die Driftgeschwindigkeit der Ladungsträger im Leiter  $4\cdot 10^{-5}\text{ms}^{-1}$  beträgt? 1 Pkt.
- (2) Wie lautet das Durchflutungsgesetz? 1 Pkt.
- (3) In einer Spule (Länge  $0,1\text{m}$ ; Durchmesser  $0,05\text{m}$ ) mit 1000 Windungen fliesst der Strom  $5\text{A}$ .
- a) Wie gross ist  $|B|$  im Spuleninnern? 1 Pkt.
- b) Wie gross ist dort der magnetische Fluss? 1 Pkt.
- (4) Eine Spule mit  $N$  Windungen und Querschnittsfläche  $A$  wird in einem konstanten  $B$ -Feld mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  gedreht.
- a) Wie ändert sich der magnetische Fluss in der Spule? 1 Pkt.
- b) Wie gross ist die Spannung, die an den Enden der Spule gemessen wird? 1 Pkt.

## Aufgabe 7 Schwingungen

**6 Punkte**

- (1) Geben Sie die Schwingungsdauer folgender Oszillatoren an.
- a) Fadenpendel ( $l=1\text{m}$ ) 1 Pkt.
  - b) Federpendel ( $m=1\text{kg}$ );  $D=10\text{N/m}$ ) 1 Pkt.
  - c) LC-Schwingkreis ( $C=1\mu\text{F}$ ;  $L=1\text{mH}$ ) 1 Pkt.
- (2) Zeichnen Sie den Bewegungsablauf eines Pendels auf bei
- a) schwacher Dämpfung, und
  - b) starker Dämpfung 1 Pkt.
- (3) Zwei gekoppelte Federpendel (identische Massen und Federn) besitzen 2 Fundamentalschwingungen (FS).
- a) Zeichnen Sie den Bewegungsverlauf der Pendel in den beiden FS auf. 1 Pkt.
  - b) Geben Sie die Frequenzen der beiden FS an. 1 Pkt.

## Aufgabe 8    Optik und Wellen

**6 Punkte**

- (1) Ein paralleles Lichtbündel wird im Brennpunkt einer Linse gesammelt.

Wie gross ist die beugungsbegrenzte Ausdehnung des Brennflecks?

1 Pkt.

- (2) Wie lautet das Huygens-Fresnel'sche Prinzip?

1 Pkt.

- (3) Unter welchen Richtungen tritt am Gitter Verstärkung auf?

1 Pkt.

- (4) Welche Aussagen machen (a) das Planck'sche und (b) das Stefan-Boltzmann'sche Gesetz?

1 Pkt.

- (5) Ein angeregtes Atom gebe bei einem Übergang  $2\text{eV}$  Energie ab.

Wie gross ist die Frequenz der emittierten Strahlung?

1 Pkt.

- (6) Erläutern Sie die Begriffe  
a) Dispersion und  
b) Polarisierung  
von elektromagnetischen Wellen.

1 Pkt.

## Aufgabe 9/1 Strömungen

**6 Punkte**

- (1) Berechnen Sie die Ausflussgeschwindigkeit aus einer engen Öffnung eines Gefäßes, in dem (siehe Abbildung) durch einen Kolben ein Überdruck  $p$  aufrechterhalten wird (Hilfestellung: Verwenden Sie die Bernoulli-Gleichung) 1 Pkt.
- (2) Erläutern Sie das Auftreten einer dynamischen Auftriebskraft am Beispiel einer umströmten rotierenden Walze! 1 Pkt.
- (3) Wie gross ist die Druckwiderstandskraft, die ein umströmter Körper in einer realen Flüssigkeit erfährt? 1 Pkt.
- (4) Geben Sie die Definition für die SI-Einheit des elektrischen Stromes! 1 Pkt.
- (5) Geben Sie den Zusammenhang zwischen Strom und Spannung an einer Induktivität  $L$  in einem Wechselstromkreis an! 1 Pkt.
- (6) An einem Transformator liegt primärseitig die Spannung  $U_1$  an. Welche Spannung  $U_2$  wird auf der Sekundärseite abgegriffen, wenn  
a)  $U_1$  eine Gleichspannung, und  
b)  $U_1$  eine Wechselspannung ist? 1 Pkt.

## Aufgabe 9/2 Elektrische Ströme

6 Punkte

- (1) Geben Sie die Definition für die SI-Einheit des elektrischen Stromes! 1 Pkt.
- (2) Geben Sie den Zusammenhang zwischen Strom und Spannung an einer Induktivität  $L$  in einem Wechselstromkreis an! 1 Pkt.
- (3) An einem Transformator liegt primärseitig die Spannung  $U_1$  an.  
Welche Spannung  $U_2$  wird auf der Sekundärseite abgegriffen, wenn  
a)  $U_1$  eine Gleichspannung, und  
b)  $U_1$  eine Wechselspannung ist? 1 Pkt.
- (4) Stellen Sie die Spannungsbilanz für einen Serienschwingkreis ( $L$ ,  $C$  und  $R$  hintereinander geschaltet) mit Wechselspannungsanregung auf! 1 Pkt.
- (5) Zeichnen Sie die Schaltung einer Wheatstone'schen Brücke auf.  
Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit die Brücke stromlos ist? 1 Pkt.
- (6) Wie lauten die beiden Kirchhoff'schen Regeln? 1 Pkt.

## Aufgabe 10/1 Wärmelehre

**6 Punkte**

- (1) Begründen Sie, warum im (p-V)-Diagramm eine Adiabate steiler als eine Isotherme verläuft! 1 Pkt.
  
- (2) Zeichnen Sie das (p-V)-Diagramm des Stirling'schen Kreisprozesses auf und erläutern Sie die auftretenden Zustandsänderungen! 1 Pkt.
  
- (3) Wie berechnet man die Änderung der Entropie eines Gases beim Übergang zwischen zwei Zuständen? 1 Pkt.
  
- (4) Wie gross ist die bei der isothermen Expansion eines idealen Gases von  $V_1$  nach  $V_2$  umgesetzte Energie? 1 Pkt.
  
- (5) Wie gross ist die Entropieänderung bei der isothermen Expansion eines idealen Gases von  $V_1$  nach  $V_2$ ? 1 Pkt.
  
- (6) Wie gross ist die innere Energie von 1 mol eines idealen Gases aus 2atomigen Molekülen bei Temperaturen, die unter 500 K liegen? 1 Pkt.

**Aufgabe 10/2      Starrer Körper      6 Punkte**

- (1) Wie lautet allgemein die Definition des Trägheitsmoments ? 1 Pkt.
  
- (2) Was ist der Unterschied zwischen einem starren Rotator und einem Kreisel? 1 Pkt.
  
- (3) Wie gross ist die Rotationsenergie eines starren Rotators, der um eine Achse durch den Schwerpunkt rotiert? 1 Pkt.
  
- (4) Wie gross ist die Rotationsenergie des starren Rotators, wenn die Drehung um eine Achse erfolgt, die parallel zu jener aus (3), jedoch um den Abstand  $L$  verschoben ist? 1 Pkt.
  
- (5) Was versteht man unter der Präzession eines Kreisel? 1 Pkt.
  
- (6) Wie lautet die Energiebilanz für einen rollenden Zylinder auf einer schiefen Ebene? 1 Pkt.