

Nicht vom Studenten auszufüllen!

Punkte	Note
--------	------

Einsicht	
Datum	Kz

Thema	Punkte	Kz	Diff.	Kz	Diff. C.T.
Mechanik, Schwingungen & Wellen					
Elektrizitätslehre & Optik					
Thermodynamik					
Summe					
		Punkte			

# Klausur

Donnerstag, 07.10.2010

## Einführung in die Klassische Physik für Ingenieure, Prof. C. Thomsen

Name \_\_\_\_\_ Vorname \_\_\_\_\_  
 Matrikelnummer \_\_\_\_\_ Studiengang \_\_\_\_\_

- 1. Prüfung
- 1. Wiederholung
- 2. Wiederholung

- Als Hilfsmittel sind nur Taschenrechner erlaubt.  
 Ausgenommen sind Rechner, die Textspeicherung ermöglichen oder programmierbar sind.
- Ja/Nein - Antworten oder Ergebnisse ohne Rechnung genügen nicht!  
 Es ist eine präzise, kurze Begründung gefordert, bzw. es muss der Lösungsgang einer Aufgabe deutlich erkennbar sein.
- Bei allen Ergebnissen ist die korrekte Einheit anzugeben.
- Bei Ankreuz-Aufgaben werden falsche Kreuze mit Minuspunkten bewertet! Sie können aber nicht weniger als null Punkte erreichen.
- Vor Beginn bitte auf Vollständigkeit des Vordrucks achten, insbesondere die Rückseiten!
- Falls Sie die rechte oder Rückseite beschreiben, vermerken Sie dies bitte bei der betreffenden Aufgabe.
- Ausgegebenes Schmierpapier wird bei der Korrektur nicht berücksichtigt.



## Mechanik, Schwingungen & Wellen

### Konstanten

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

**MSW1** Punkte:  / 2

Ein kubischer Eisblock, ein Vollzylinder und ein Hohlzylinder gleicher Länge und gleicher Masse gleiten reibungsfrei eine schiefe Ebene hinunter. In welcher Reihenfolge treffen Sie am Ende der Rampe auf? Begründen Sie Ihre Antwort.

**MSW2** Punkte:  / 9

Eine Masse ( $m=4 \text{ kg}$ ) bewegt sich an einem Seil auf einer Kreisbahn in der x-y-Ebene um den Ursprung eines Koordinatensystems. Die Länge des Seils ist  $r_1 = 1 \text{ m}$ . Die Masse benötigt  $T = 0,8 \text{ s}$  für einen vollen Umlauf.

a) In welche Richtung zeigt der Drehimpuls bei einer Kreisbewegung im Uhrzeigersinn?

b) Welchen Drehimpuls hat die Masse?

c) Durch Zug ins Zentrum der Bewegung (also in z-Richtung) wird das Seil auf die halbe Länge verkürzt. Wie ändert sich der Drehimpuls? (Mit Begründung)

- d) Berechnen Sie die Arbeit, die für das Halbieren des Radius erforderlich ist.  
(Falls Sie Teilaufgabe b) nicht gelöst haben, rechnen Sie mit einer Anfangsgeschwindigkeit von  $v_1=13,25$  m/s)

**MSW3** Punkte:  / 6

Eine Welle wird mathematisch folgendermaßen beschrieben:

$$A(x, t) = 1,7 \text{ cm} \cdot \sin(25 \text{ mm}^{-1}x + 4 \text{ s}^{-1}t).$$

- a) Geben Sie Amplitude, Wellenvektor und Frequenz der Welle an.
- b) Berechnen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle.
- c) In welche Richtung breitet sich die Welle aus:  $x$  oder  $-x$ ? Begründen Sie Ihre Antwort.

**MSW4** Punkte:  / **9**

Ein masseloses Stabpendel, an dem eine Masse von  $m_p = 2 \text{ kg}$  hängt, schwingt im Sommer mit einer Schwingungsdauer von  $T_S = 2,19 \text{ s}$ . Im Winter verkürzt sich der Stab aufgrund der niedrigeren Temperaturen um  $9,6 \text{ cm}$  und besitzt dann eine Schwingungsdauer von nur noch  $T_W = 2,10 \text{ s}$ .

a) Berechnen Sie daraus die Fallbeschleunigung  $g$  und die Pendellänge  $l$  im Sommer?

b) Welche Geschwindigkeit muss eine Kugel mit einer Masse von  $m_k = 4 \text{ kg}$  mindestens besitzen, damit das Stabpendel im Sommer bei einem zentralen, elastischen Stoß auf die Pendelmasse einen Überschlag ausführt? (Sollten Sie Teilaufgabe a) nicht gelöst haben, rechnen Sie mit einer Stablänge von  $1,78 \text{ m}$ )

c) Welche Federkonstante  $k$  müsste ein Federpendel mit gleicher Masse besitzen, damit es dieselbe Schwingungsdauer wie das Stabpendel im Sommer hat?

# Elektrizitätslehre & Optik

## Konstanten

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad n_{\text{Luft}} = 1,0 \quad n_{\text{Wasser}} = 1,33$$

### EO1 Punkte: / 5

Eine Türklingel zieht einen Strom von  $0,2 \text{ A}$  bei einer Spannung von  $12 \text{ V}$ . Sie ist über einen Transformator mit  $3000$  Primärwicklungen ans Versorgernetz ( $U=235 \text{ V}$ ) angeschlossen.

- a) Wie viele Sekundärwicklungen sollte demnach der Trafo haben?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b) Wie viel Strom fließt in der Primärwicklung, wenn wir von einer verlustfreien Apparatur ausgehen?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- c) Funktioniert ein Transformator mit Wechselstrom, Gleichstrom oder beidem?

### EO2 Punkte: / 5

Sie tauchen unter Wasser.

- a) Wie schnell ist ein Lichtstrahl unter Wasser?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b) Die Sonne erscheint in einem Winkel von  $20^\circ$  zur Vertikalen. In welchem Winkel stünde Sie, wenn Sie auftauchen würden?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- c) Ab welchem Blickwinkel zum Lot tritt Totalreflexion auf?

**EO3** Punkte: / 4

Ein kugelförmiger Luftballon trägt eine Gesamtladung  $Q$ , die homogen auf seiner Oberfläche verteilt ist. Der Ballon hat zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  den Radius  $r_0$ , wird dann langsam aufgeblasen, so dass der Radius innerhalb einer Zeitspanne  $T$  linear auf  $2r_0$  anwächst.

a) Skizzieren Sie das Problem, und zeichnen Sie drei Äquipotentiallinien ein.

Bestimmen Sie das elektrische Feld  $E$  zum Zeitpunkt  $t$ , wobei gilt  $t_0 < t < T$

b) unmittelbar über der Ballonoberfläche

c) bei  $r = 4r_0$ .

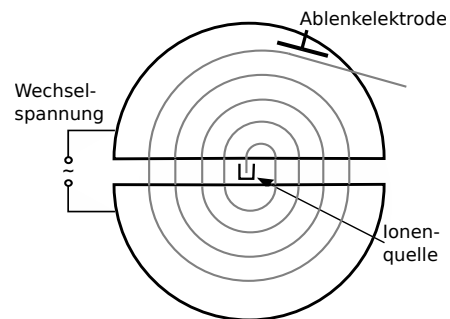
**EO4** Punkte: / 4

Ein He-Ne-Laser ( $\lambda=633$  nm) beleuchtet einen schmalen Spalt. Auf einem Schirm im Abstand  $a=1,58$  m beobachtet man ein Interferenzmuster.

a) Skizzieren Sie das Zustandekommen eines Gangunterschiedes am Spalt.

b) Das Minimum 1. Ordnung ist 20 mm vom zentralen Maximum entfernt. Wie groß ist die Spaltbreite  $d$ .

EO5 Punkte: / 6



In einem Zyklotron werden geladene Teilchen (Ionen) wie in der Skizze gezeigt beschleunigt. Zwischen den Halbkreisen liegt eine Wechselspannung an, die so umgepolt wird, dass die Ionen jedes Mal im Spalt zwischen den Halbkreisen beschleunigt werden. In den Halbkreisen werden die Ionen durch ein Magnetfeld auf die gezeigte Kreisbahn gezwungen. Die magnetische Induktion betrage  $B = 2 \text{ T}$ , die Ionen sind  $m = 2 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$  schwer und haben eine Ladung von  $q = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

- a) Wie lange braucht ein Ion, um einen Halbkreis zu durchlaufen? (Leiten Sie zuerst einen Ausdruck  $v/r$  als Funktion der Umlaufzeit bei einer gleichförmigen Kreisbewegung her, und benutzen Sie diesen)
- b) Wie oft muß das Ion durch den Spalt beschleunigt werden, damit es eine Energie von  $5 \cdot 10^{-12} \text{ J}$  erreicht, wenn die Spannung zwischen den Halbkreisen  $200 \text{ kV}$  beträgt?



# Thermodynamik

## Konstanten

$$R = 8,32 \text{ J/(mol K)}$$

$$k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$\text{Eis: Schmelzwärme } q_{\text{Eis}} = 0,34 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{spez. Wärmekapazität } c_{\text{H}_2\text{O}} = 4187 \text{ J/(kg K)}$$

$$\text{Masse N}_2\text{-Molekül } m_{\text{N}_2} = 4,65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$\text{Avogadrozahl } N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$

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

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{spez. Wärmekapazität } c_{\text{Eis}} = 2100 \text{ J/(kg K)}$$

$$\text{Nullpunkt } T_0 = -273,15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

**TD1**

Punkte:		/ 5
---------	--	-----

- a) Erklären Sie, warum mit wachsender Höhe das Verhältnis von  $\text{N}_2$  zu  $\text{O}_2$ -Molekülen zunimmt!
- b) Was führt zu einer stärkeren Anhebung des Wirkungsgrades einer Carnot-Maschine: eine 10 K Anhebung des Reservoirs mit hoher Temperatur oder eine 10 K Absenkung des Reservoirs mit niedriger Temperatur? (Rechnen Sie ein Beispiel!)
- c) In der van der Waals'schen Zustandsgleichung stellt die Konstante  $b$  den Betrag des fehlenden Volumens dar, der durch die Moleküle selbst eingenommen wird.  $V$  wird durch  $(V - nb)$  ersetzt, wobei  $n$  die Anzahl der Mole ist. Für Sauerstoff ist  $b = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$ . Berechnen Sie daraus die Kantenlänge eines als würfelförmig angenommenen Sauerstoffmoleküls!

**TD2** Punkte: / 5

Bei einer Party werden 1 kg Eis bei einer Temperatur von  $-18^{\circ}\text{C}$  in 1 kg Wasser bei  $10^{\circ}\text{C}$  gelegt.

- a) Welche Phase nimmt die Mischung an? (Es muss nicht zwingend die Mischungstemperatur berechnet werden.)
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b) Der Eisblock hat nun eine Temperatur von  $0^{\circ}\text{C}$ . Wie groß ist die Änderung der Entropie beim Schmelzen? (Sollten Sie Teilaufgabe a) nicht gelöst haben, rechnen Sie mit einer Änderung der Schmelzwärme von 80 J)

**TD3** Punkte: / 6

Ein kugelförmiger Ballon schwebt in  $20^{\circ}\text{C}$  warmer Luft (Nehmen Sie als Näherung reines  $\text{N}_2$  an). Er hat einen Radius von 7,35 m und ist mit Helium gefüllt ( $\rho_{\text{He}}=179 \text{ g/m}^3$ ). Der Ballon selbst wiegt 1000 kg, die Dichte von Luft auf 0 m ist  $\rho_{\text{Luft}}=1293 \text{ g/m}^3$ .

- a) Welche Last kann er in Meereshöhe höchstens tragen?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b) In welcher Höhe gibt es keinen Auftrieb mehr? Nehmen Sie die gleiche Temperatur wie am Boden an.  
[Hinweis: Die Dichte  $\rho(h)$  ist proportional zum Druck  $P(h)$ :  $\rho(h) \propto P(h)$ ]

**TD4** Punkte: / 9

0,2 mol eines idealen, einatomigen Gases haben eine Temperatur von  $T_1 = 30^\circ\text{C}$ . Das Gas durchläuft nun den folgenden Kreisprozess:

1. Erwärmung bei konstantem Volumen  $V_1=1,5\text{ l}$  auf  $T_2=430^\circ$
  2. isotherme Ausdehnung auf den Anfangsdruck  $P_1 = 3,36\text{ bar}$ .
  3. isobare Kompression zu den Anfangsbedingungen  $P_1, V_1, T_1$
- a) Stellen Sie den Kreisprozess in einem  $PV$ -Diagramm dar.
- b) Welchen Wert  $P_2$  hat der Druck am Ende des ersten Teilschritts?
- c) Auf welches Volumen  $V_2$  dehnt sich das Gas beim zweiten Teilschritt aus? (Sollten Sie Teilaufgabe b) nicht gelöst haben, rechnen Sie mit  $P_2=18,8\text{ bar}$ )
- d) Wie groß ist die Arbeit  $W$ , die von dem Gas in einem Durchlauf verrichtet wird? (Sollten Sie Teilaufgabe c) nicht gelöst haben, rechnen Sie mit  $V_2=5,32\text{ l}$ )