

**Fachprüfung: Naturwissenschaftliche Grundlagen 2**  
**Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Prochotta**

Name..... Mat.Nr.....

Vorname.....

**Verwenden Sie ausschließlich dokumentenechtes Schreibzeug.**

**Der Lösungsweg ist bei allen Aufgaben mit anzugeben.**

**Schreiben Sie Ihren Namen und Matrikelnummer auf jedes Blatt.**

**Zugelassene Hilfsmittel:**

Dokumentenechtes Schreibzeug, Zeichengerät, Taschenrechner, Physikalische Formelsammlung, Mathematische Formelsammlung, maximal zwei einseitig handgeschriebene DIN A4 Blätter

**Mit meiner eigenhändigen Unterschrift bestätige ich meine Prüfungsfähigkeit.**

**Unterschrift:**

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Klausurergebnisse unter meinem „Alias“ veröffentlicht werden. (max. 8 Buchstaben oder Zahlen)

--	--	--	--	--	--	--	--

ja

nein

**Punktzahl :**

**Prüfer:**

**Note :**

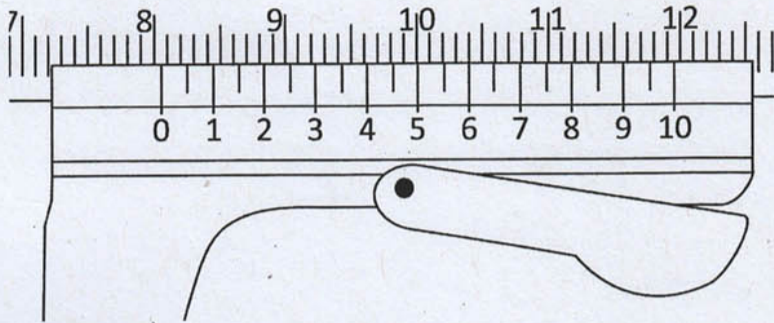
**Datum:**

Name.....Mat.Nr:.....

## Aufgabe 1)

Von einer Kugel wurde der Durchmesser  $d$  mit einem Messschieber bestimmt.Die Genauigkeit des Messschiebers beträgt  $\pm 0,05 \text{ mm}$ .Die Masse der Kugel beträgt  $(323,71 \pm 0,10) \text{ g}$ 

a) Lesen sie den Durchmesser von der Skala des Messschiebers ab.

Durchmesser  $d = \underline{\underline{8,060 \text{ cm}}}$  (2P)

b) Bestimmen Sie das Volumen der Kugel.

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{8,06}{2} \text{ cm}\right)^3 = \underline{\underline{274,1598 \text{ cm}^3}} \quad (1P)$$

c) Bestimmen Sie die Dichte  $\rho$  der Kugel.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{323,71 \text{ g}}{274,1598 \text{ cm}^3} = \underline{\underline{1,18073 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}} \quad (1P)$$

d) Bestimmen Sie den Fehler  $\Delta \rho$ . Weg 1

(4P)

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{0,05 \text{ mm}}{80,60 \text{ mm}} = 6,203 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{0,10 \text{ g}}{323,71 \text{ g}} = 3,089 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = \left| \frac{\Delta m}{m} \right| + \left| 3 \cdot \frac{\Delta d}{d} \right| = 3,089 \cdot 10^{-4} + 3 \cdot 6,203 \cdot 10^{-4} = 2,1698 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta \rho = \frac{\Delta \rho}{\rho} \cdot \rho = 2,1698 \cdot 10^{-3} \cdot 1,18073 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \underline{\underline{0,00256 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}}$$

e) Runden Sie das Ergebnis nach DIN 1333.

(3P)

$$(\rho \pm \Delta \rho) = \underline{\underline{(1,1807 \pm 0,0026) \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}}$$

d) Bestimmen Sie den Fehler  $\Delta \rho$ . Weg 2

(4P)

$$\Delta \rho = \left| \frac{\partial \rho}{\partial m} \cdot \Delta m \right| + \left| \frac{\partial \rho}{\partial d} \cdot \Delta d \right| = \frac{6}{\pi} \cdot d^{-3} \cdot \Delta m + \left| \frac{6}{\pi} \cdot m \cdot (-3) d^{-4} \cdot \Delta d \right|$$

$$= \frac{6}{\pi} \cdot (8,06 \text{ cm})^{-3} \cdot 0,1 \text{ g} + \frac{18}{\pi} \cdot 323,71 \text{ g} \cdot (8,06 \text{ cm})^{-4} \cdot 0,005 \text{ cm}$$

$$= 3,6475 \cdot 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} + 2,1974 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$= 0,002562 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Name.....Mat.Nr:.....

## Aufgabe 2)

Drei eng zusammenstehende Lautsprecher erzeugen in 1m Abstand einzeln betrieben Lautstärken (Schallintensitäten) von  $R_1 = 60 \text{ dB}$ ,  $R_2 = 60 \text{ dB}$  und  $R_3 = 90 \text{ dB}$ .

Wie groß ist die Lautstärke in dB im Abstand von 16m, wenn

a)  $R_1$  und  $R_2$  gleichzeitig betrieben werden? (6P)

b) Alle drei Generatoren gleichzeitig betrieben werden und im Weg der Schallausbreitung eine Schallschutzwand mit 15dB Dämpfung steht? (6P)

Die Lautsprecher können als punktförmiger Kugelstrahler betrachtet werden.

4) Eine Verdoppelung der Lautstärke bedeutet einen Anstieg des Pegels um +3dB. ( $10 \text{ dB} \cdot \log 2$ )

Da die Quellen als punktförmige Kugelstrahler betrachtet werden ist  $I \sim \frac{1}{r^2}$

$\Rightarrow$  doppelter Abstand  $\hat{=}$   $\frac{1}{4}$  der Intensität  $\hat{=}$  -6dB

$$\begin{aligned} \Rightarrow I(16\text{m}) &= 60\text{dB} + 3\text{dB} - 6\text{dB} - 6\text{dB} - 6\text{dB} - 6\text{dB} \\ &\quad \begin{array}{ccccccc} & \uparrow & & & & & \\ & 2 \text{ Quellen} & & 1\text{m} \rightarrow 2\text{m} & & 2\text{m} \rightarrow 4\text{m} & & 8\text{m} \rightarrow 16\text{m} \\ & & & & & & & 4\text{m} \rightarrow 8\text{m} \end{array} \\ &= \underline{\underline{39\text{dB}}} \end{aligned}$$

b) Bei 90dB ist die Intensität 1000-fach größer als bei 60dB

$\Rightarrow$  die Gesamtintensität aller 3 Quellen ist  $\approx 90\text{dB}$

$$\begin{aligned} I(16\text{m}) &= 90\text{dB} - 24\text{dB} - 15\text{dB} = \underline{\underline{51\text{dB}}} \\ &\quad \begin{array}{cc} \uparrow & \uparrow \\ 1\text{m} \rightarrow 16\text{m} & \text{Schallschutzwand} \end{array} \end{aligned}$$

Name: ..... Mat.Nr: .....

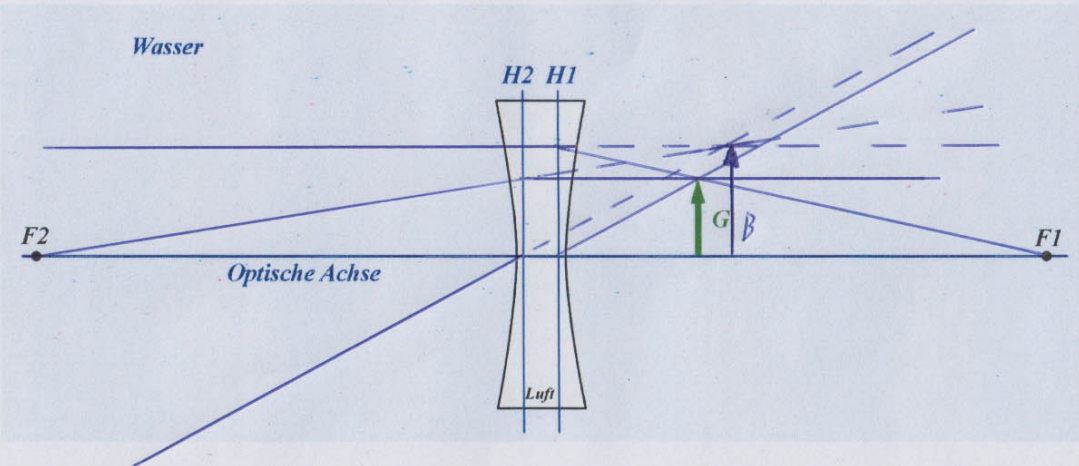
## Aufgabe 3)

Gegeben ist eine dicke, konkave Luftlinse unter Wasser.

- Konstruieren Sie das Bild des abgebildeten Gegenstandes.
- Handelt es sich um ein reelles oder virtuelles Bild? Begründen Sie Ihre Aussage.

(10P)  
(2P)

Zeichnen Sie tatsächliche Strahlen mit durchgezogenen Linien, Verlängerungen mit gestrichelten Linien.



Es handelt sich um ein virtuelles Bild, da es aus rückwärtigen Verlängerungen entsteht.

Name.....Mat.Nr:.....

## Aufgabe 4)

Zwei Punktstrahler senden im Vakuum in Phase elektromagnetische Kugelwellen der Frequenz  $f = 3\text{GHz}$  aus.

- a) Wie groß ist die Wellenlänge  $\lambda$ ? (2P)

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^9 \text{ 1/s}} = 0,1 \text{ m}$$

Der Abstand der beiden Punktstrahler beträgt  $d = 3\lambda/4$ .

- b) Wie lautet die Bedingung für konstruktive Interferenz? (1P)

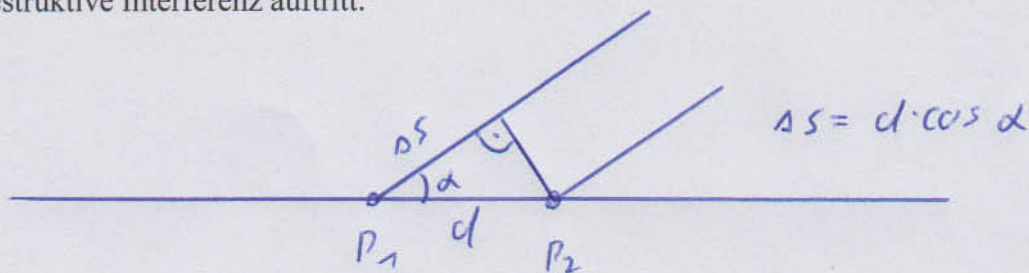
Der Gangunterschied  $\Delta s$  muss ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge  $\lambda$  sein

- c) Wie lautet die Bedingung für destruktive Interferenz? (1P)

Der Gangunterschied muss ein ungeradzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge  $\lambda/2$  sein

- d) Geben Sie alle Richtungen an, in denen in großem Abstand von den Strahlern konstruktive Interferenz auftritt. (4P)

- e) Geben Sie alle Richtungen an, in denen in großem Abstand von den Strahlern destruktive Interferenz auftritt. (4P)



$$d) \Delta s = \frac{3}{4} \lambda \cdot \cos \alpha = n \cdot \lambda \quad \Rightarrow \quad \cos \alpha = \frac{4 \cdot n}{3}$$

$$\text{Es gibt nur Lösungen für } n = 0 \Rightarrow \alpha = \underline{\underline{\begin{cases} 90^\circ \\ 270^\circ \end{cases}}}$$

$$e) \Delta s = \frac{3}{4} \lambda \cdot \cos \alpha = n \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{2n}{3}$$

Es gibt nur Lösungen für  $n = 1$  oder  $n = -1$

$$\cos \alpha = \pm 2/3 \Rightarrow \alpha = \underline{\underline{\begin{cases} \pm 48,19^\circ \\ \pm 131,81^\circ \end{cases}}} \quad \text{bzw. } \pm 228,19^\circ$$

Name.....Mat.Nr.....

## Aufgabe 5)

In einem adiabatisch abgeschlossenen System werden 400g Eisen mit einer Temperatur von 90°C und 500g Aluminium mit einer Temperatur von 70°C in 2 Liter Wasser mit einer Temperatur von 4°C getaucht. Welche Mischungstemperatur stellt sich ein? (10P)

Spezifische Wärmekapazitäten aus BkL Tab. 25

$$C_{\text{Eisen}} = 0,45 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,4 \text{ kg} = 0,18 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$C_{\text{Al}} = 0,91 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,5 \text{ kg} = 0,455 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 2 \text{ Liter} \cdot 1,0 \frac{\text{kg}}{\text{Liter}} = 8,36 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$T_M = \frac{C_{\text{Eisen}} \cdot T_{\text{Eisen}} + C_{\text{Al}} \cdot T_{\text{Al}} + C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot T_{\text{H}_2\text{O}}}{C_{\text{Eisen}} + C_{\text{Al}} + C_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$= \frac{(0,18 \cdot 90 + 0,455 \cdot 70 + 8,36 \cdot 4) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot ^\circ\text{C}}{(0,18 + 0,455 + 8,36) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

$$= 9,059 ^\circ\text{C} \approx \underline{\underline{9,1 ^\circ\text{C}}} \quad (= 282,2 \text{ K})$$

Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 6)

In einem Kolben ist die Stoffmenge  $n = 4 \text{ mol}$  eines idealen, gewinkelten 3 atomigen Gases eingeschlossen.

a) Wie viele Freiheitsgrade besitzt das Gas?  $f = \underline{6}$  (1P)

b) Wie groß ist der Adiabatenexponent des Gases? (Formel & Zahlenwert angeben) (2P)

$$\kappa = 1 + \frac{2}{f} = 1 + \frac{2}{6} = \frac{4}{3} \approx \underline{1,33}$$

Im Anfangszustand sind  $p_1 = 1,0 \text{ bar}$  und  $V_1 = 100 \text{ Liter}$ .  $1 \text{ Pa} = 10^{-5} \text{ bar}$

Es werden die folgenden zwei Zustandsänderungen durchgeführt:

1  $\rightarrow$  2 : isochor auf den Druck  $p_2 = 2 p_1$ .

2  $\rightarrow$  3 : reversibel adiabatisch auf  $V_3 = 0,5 V_2$ .

c) Bestimmen Sie die Temperaturen  $T_1, T_2, T_3$  sowie den Druck  $p_3$ . (4P)

d) Skizzieren sie die beiden Zustandsänderungen in einem p,V - Diagramm. (2P)

e) Berechnen Sie die umgesetzte Wärme  $Q_{12}$  und  $Q_{23}$  sowie die Volumenarbeit  $W_{12}$  und  $W_{23}$ . (6P)

f) Berechnen Sie die Entropieänderung für die Zustandsänderung 2  $\rightarrow$  3. (1P)

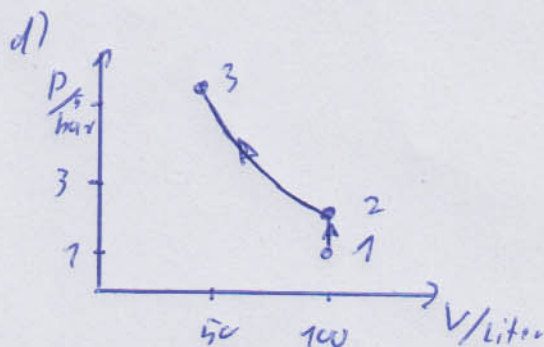
g) Zeichnen Sie die Zustandsänderung 2  $\rightarrow$  3 in ein TS Diagramm ein. (2P)

c)  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow T_1 = \frac{1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,1 \text{ m}^3}{4 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}} = 300,7 \text{ K} \approx \underline{301 \text{ K}}$

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 300,7 \text{ K} \cdot \frac{2 p_1}{p_1} = 601,4 \text{ K} \approx \underline{601 \text{ K}}$$

$$p_3 = p_2 \cdot \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^\kappa = 2 \text{ bar} \cdot \left(\frac{V_2}{0,5 V_2}\right)^{4/3} = 2 \text{ bar} \cdot 2^{4/3} = \underline{5,04 \text{ bar}}$$

$$T_3 = \frac{p_3 \cdot V_3}{n \cdot R} = \frac{5,04 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,05 \text{ m}^3}{4 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}} = 757,7 \text{ K} \approx \underline{758 \text{ K}}$$



e)  $Q_{12} = \Delta u = C_V \cdot \Delta T = n \cdot \frac{f}{2} \cdot R \cdot \Delta T$   
 $= 4 \text{ mol} \cdot \frac{6}{2} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 300,7 \text{ K}$   
 $= \underline{30,0 \text{ kJ}}$

$Q_{23} = \underline{0}$  da adiabatisch

$W_{12} = \underline{0}$  da isochor

$W_{23} = n \cdot C_V \cdot \Delta T = n \cdot \frac{f}{2} \cdot R \cdot \Delta T$   
 $= 4 \text{ mol} \cdot \frac{6}{2} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (757,7 - 601,4) \text{ K}$   
 $= 15594 \text{ KJ} \approx \underline{15,6 \text{ KJ}}$

f)  $\Delta S = \underline{0}$  da reversibel adiabatisch

