

 <b>Fachhochschule Jena</b> University of Applied Sciences Jena Fachbereich Grundlagenwissenschaften	Lehrgebiet Physik
	Wärmelehre 1 (Reversible Thermodynamik)
	<b>Serie W-1</b>

- Eingeschlossene Luft mit der Temperatur  $\vartheta_1 = 10^\circ\text{C}$ , mit  $V_1 = 0,3\text{ m}^3$  und  $p_1 = 110\text{ kPa}$  wird isotherm auf einen Druck von  $p_2 = 5 \cdot 10^5\text{ N/m}^2$  verdichtet.

  - Wie würden Sie dies (Isothermie) technisch realisieren?
  - Was für ein thermodynamisches System liegt vor? Berechne das Volumen  $V_2$  nach der Verdichtung?
  
- Ein Gasometer mit dem Durchmesser 12 m wird mit  $10^3\text{ m}^3$  Gas der Temperatur  $\vartheta = 80^\circ\text{C}$  gefüllt. Um wie viel Meter sinkt die Glocke, nachdem die Temperatur auf  $\vartheta = 20^\circ\text{C}$  gefallen ist? Wie viel  $\text{m}^3$  Gas sind nunmehr vorhanden?
  
- Ein ideales Gas Z1 ( $p_1 = 0,12\text{ MPa}$ ,  $T_1 = 293\text{ K}$ ,  $V_1 = 0,2\text{ m}^3$ ) durchläuft folgende Zustandsänderungen:

  - isotherm in Z2 ( $p_2 = 0,104\text{ MPa}$ )
  - isobar in Z3 ( $T_3 = 323\text{ K}$ )
  - isochor in Z4 ( $T_4 = 350\text{ K}$ )

Stelle die Zustandsänderungen qualitativ im pV-Diagramm dar, gib fehlende Zustandsgrößen an!
  
- In welcher Wassertiefe  $h$  eines Sees beträgt das Volumen einer aufsteigenden Luftblase ein Zehntel des Volumens, das sie beim Auftauchen an der Wasseroberfläche hat? (Kleine Luftblasen haben eine geringe Steiggeschwindigkeit und nehmen deshalb die Temperatur des umgebenden Wassers an, die sich mit der Wassertiefe ändert.)

Luftdruck  $p_1 = 1024\text{ hPa}$   
 Oberflächentemperatur des Sees  $\vartheta_1 = 13^\circ\text{C}$   
 Tiefentemperatur des Sees  $\vartheta_2 = 4^\circ\text{C}$
  
- Stelle im

  - $p - V$  - Diagramm und im
  - $p - T$  - Diagramm

graphisch dar: eine isotherme, isobare und eine isochore Zustandsänderung!
  
- Der Wetterbericht meldet: Luftdruck  $p_L = 1000\text{ hPa}$ . Bei  $\vartheta_R = 20^\circ\text{C}$  sei der Druck im Autoreifen um  $1,8 \cdot 10^5\text{ Nm}^{-2}$  höher als  $p_L$ . Durch fahren steigt  $\vartheta_R$  auf  $32^\circ\text{C}$ . Wie groß ist jetzt der absolute Reifendruck bei

  - konstantem Reifenvolumen
  - 2% Volumenzunahme?
  
- Berechne die Gaskonstante von Luft. Die Dichte im Normalzustand ( $0^\circ\text{C}$ ,  $1013\text{ hPa}$ ) ist  $\rho_0 = 1,293\text{ kg m}^{-3}$ .

8. In einer Stahlflasche ( $V = 50$  Liter) befinden sich  $0,5$  kg  $H_2$ .
- Wieviel mol  $H_2$  sind das?
  - Wie groß ist das spez. Volumen und wie groß ist die Dichte?
  - Wie groß ist das Molvolumen?
9. Bei konstantem Luftdruck von  $p_0 = 10^5$  Pa verdampft bei  $\vartheta = 100^\circ C$  das Wasservolumen  $\Delta V_W = 1,3 \cdot 10^{-6}$  m<sup>3</sup> infolge der Wärmezufuhr von  $Q = 2800$  Js.
- Berechne die entstandene Dampfmasse  $m_D$ !
  - Berechne die Volumenzunahme des Gesamtsystems Wasser/Dampf!

Die Dichten von Wasser und Dampf sind  $\rho_W = 958$  kg/m<sup>3</sup>       $\rho_D = 0,5976$  kg/m<sup>3</sup>.

10. Eine Luftpumpe hat das Maximalvolumen  $V_1$ , das sich beim Ansaugen von Luft vom Druck  $p_1$  und der Temperatur füllt. Beim anschließenden Komprimieren öffnet sich das Ventil, wenn in der Pumpe der Druck den Wert  $p_2$  erreicht hat.
- Welches Volumen  $V_2$  hat in diesem Augenblick die eingeschlossene Luft? (Keine Wärmeabgabe an die Umgebung.)
  - Wie groß ist dann die Temperatur  $T_2$ ?
  - Wie groß ist die Masse  $m$  des Gases, das bei  $N$  Pumpstößen in den Schlauch befördert wird?
  - Was geschieht mit der von außen zugeführten Energie?

$$V_1 = 250 \text{ cm}^3 \quad p_1 = 101 \text{ kPa} \quad p_2 = 405 \text{ kPa} \quad \vartheta_1 = 20^\circ C \quad M_r = 29 \quad \chi = 1,40 \quad N = 50.$$

11. Eine Luftpumpe saugt  $250 \text{ cm}^3$  Luft der Temperatur  $\vartheta_L = 20^\circ C$  bei Luftdruck  $p_L = 1010 \text{ hPa}$  ein. Nunmehr wird schnell (ohne Wärmeabgabe an den Pumpenmantel) ein Schlauch aufgepumpt. Das Ventil öffnet, wenn im Luftpumpenkolbenraum ein Druck von  $4050 \text{ hPa}$  erreicht ist.
- Um was für eine Zustandsänderung handelt es sich?
  - Welches Volumen nimmt die komprimierte Luft bei  $p = 4050 \text{ hPa}$  ein?
  - Welche Temperatur hat sie in diesem Moment?
  - Was könnte man experimentell / praktisch tun, um isothermes Pumpen zu erreichen?