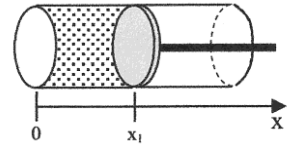


Die Wärmemenge

- Mittels einer elektrischen Heizung ($U=12V$; $I=0,2A$) wird einer anfänglichen Luftmenge von 1Liter unter Normbedingungen 1min lang Wärme zugeführt. Berechnen Sie die spezifische Wärmekapazität, wenn:
 - bei $V=\text{konstant}$ der Druck auf $p=1,59 \cdot 10^5 \text{Pa}$ ansteigt.
 - bei $p=\text{konstant}$ das Volumen um 405cm^3 zunimmt.
- In einem Zylinderförmigen Behälter mit dem Durchmesser $d=10\text{cm}$ befindet sich Luft unter Normaldruck bei 20°C . Er ist im Abstand $x_1=20\text{cm}$ mit einem leicht beweglichen Kolben verschlossen. Es werden zwei Untersuchungen bei einer zugeführten Wärmemenge von $Q=50\text{J}$ durchgeführt.
 - Der Kolben ist fest arretiert:
 - Berechnen Sie die Temperaturerhöhung des Gases.
 - Auf welchen Wert steigt der Druck dabei an.
 - Der Kolben ist leicht beweglich, so dass ein Druckausgleich möglich ist:
 - Welche Temperaturzunahme ergibt sich dabei?
 - Wie weit wird der Kolben nach außen verschoben?
- In einem Druckbehälter von 10Liter Fassungsvermögen befindet sich Sauerstoff unter einem Druck von 12MPa bei einer Temperatur von 22°C . Durch Sonneneinstrahlung erhöht sich der Druck auf $13,5\text{MPa}$.
 - Berechnen Sie die vom Gas aufgenommene Wärmemenge.
 - Das Gas kühlt sich von dem unter a) berechneten Zustand auf 35°C wieder ab.
Welche Wärmemenge wird dabei abgegeben und wie groß ist dann der Druck im Behälter?
Der Grenzdruck des Behälters ist mit 50MPa angegeben.
 - Nach welcher Zeit könnte der Behälter explodieren, wenn je Minute 120kJ Wärme aufgenommen wird?
- Ein kugelförmiger Ballon ist bei 18°C mit $1,2\text{g}$ Wasserstoff gefüllt und besitzt einen Durchmesser von 30cm . Bei Wärmezufuhr dehnt er sich aus, so dass ein Druckausgleich möglich ist.
 - Wie groß ist der Druck im Ballon?
 - Welche Wärme müsste man zuführen, damit der Durchmesser des Ballons um 1cm zunimmt?
 - Welche Temperatur und Durchmesser hat der Ballon nach einer Wärmezufuhr von $Q=1\text{kJ}$?



Lösungen:

- zugeführte elektrische Energie (ohne Verluste): $E_{\text{el}} = U \cdot I \cdot t = 144 \text{Ws} = 144 \text{J}$ $E_{\text{el}} = Q_{\text{zu}}$
 $V=\text{konstant}$ - isochor: $T_1 = T_0 \cdot \frac{p_1}{p_0} = 428,73 \text{K} = 155,6^\circ\text{C}$ $\Delta T = 155,6 \text{K}$
 $m = \frac{p_0 \cdot V_0}{R_S \cdot T_0} \approx 1,3 \text{g}$ $c_V = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = 719 \text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) = 0,72 \text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
 - $p=\text{konstant}$ – isobar $T_1 = T_0 \cdot \frac{V_1}{V_0} = 383,8 \text{K} = 110,6^\circ\text{C}$ $\Delta T = 110,6 \text{K}$
 $c_p = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = 1009,3 \text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \approx 1 \text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
- Volumenberechnung: $V_1 = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot h = 1571 \text{cm}^3$ Massenberechnung: $m = \frac{p \cdot V}{R_S \cdot T} = 1,89 \text{g}$
 - isochore ZÄ: ($Q=0,05 \text{kJ}$!) $\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c_V} = 36,7 \text{K}$ ($T_2 \approx 330 \text{K}$)
 b) $p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 1,14 \cdot 10^5 \text{Pa}$
 - isobare ZÄ: $\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c_p} = 26,2 \text{K}$ ($T_2=319,3 \text{K}$)
 b) $V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 1710 \text{cm}^3$ $h = \frac{V_2 \cdot 4}{\pi \cdot d^2} = 21,77 \text{cm}$ $\Delta h = 1,77 \text{cm}$
- isochore ZÄ: $V=\text{konstant} = 10 \text{Liter} = 0,01 \text{m}^3$
 - Massenberechnung: $m = \frac{p \cdot V}{R_S \cdot T} = 1,46 \text{kg}$
 Berechnung T_2 : $T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 354,5 \text{K}$ $\Delta T = 59,4 \text{K}$ $Q = m \cdot c_V \cdot \Delta T = 56,4 \text{kJ}$
 - $\Delta T = -46,4 \text{K}$ $Q = m \cdot c_V \cdot \Delta T = 44 \text{kJ}$ $p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 12,5 \text{MPa}$
 - $T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 1229,8 \text{K}$ $\Delta T = 934,6 \text{K}$ $Q = m \cdot c_V \cdot \Delta T = 887 \text{kJ}$ $t = \frac{Q}{Q(1\text{min})} \approx 7,4 \text{min}$
- isobare ZÄ: Volumen: $V = \frac{1}{6} \pi \cdot d^3 = 0,014 \text{m}^3$ $p = \frac{m \cdot R_S \cdot T}{V} = 1,03 \cdot 10^5 \text{Pa}$
 - $V_2 = 0,0156 \text{m}^3$ $T_2 = T_1 \cdot \frac{V_2}{V_1} = 324,4 \text{K}$ $\Delta T = 33,3 \text{K}$ $Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T = 0,57 \text{kJ}$
 - $\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c_p} = 58,4 \text{K}$ $T_2 = 349,6 \text{K} = 76,4^\circ\text{C}$ $V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 0,0168 \text{m}^3$ $d = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V}{\pi}} = 31,8 \text{cm}$