

Übungsaufgabenblatt M-XII

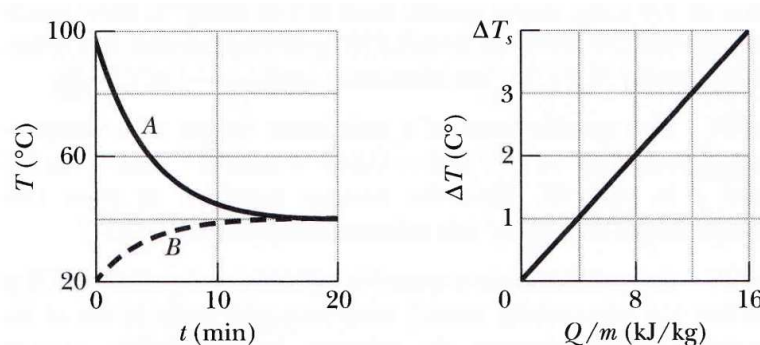
Experimentalphysik I, WS 2012/13

Prof. Grundmann

Ausgabe: 17. Januar 2013

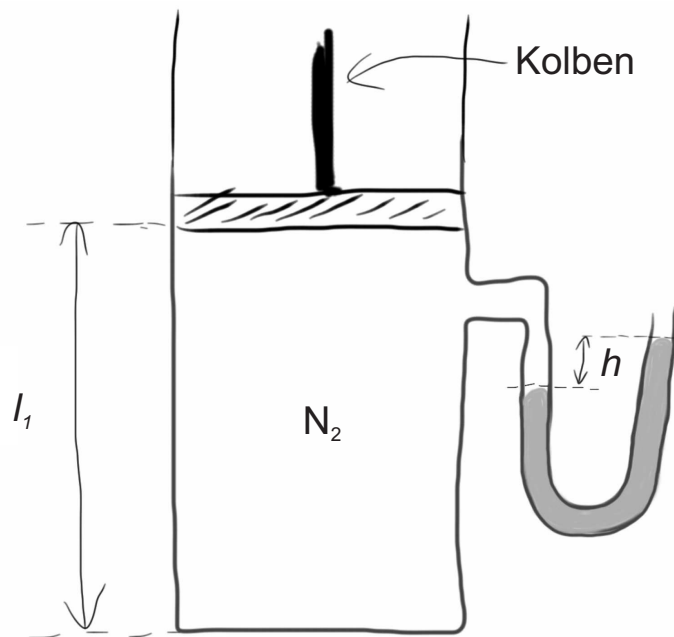
Abgabe: **25. Januar 2013, 12:00 Uhr**

- WL04.** Zwei feste Proben A und B haben verschiedene Anfangstemperaturen (T_A bzw. T_B) als sie in einen thermisch isolierten Behälter gelegt werden, in dem diese thermodynamisches Gleichgewicht erreichen. Die Temperaturen der Körper A und B sind im unten stehenden Bild gegen die Zeit aufgetragen. Die Probe A hat eine Masse von 5,0 kg, die Probe B hat eine Masse von 1,5 kg. Im rechten Teil des unten stehenden Bildes ist die Temperaturänderung des Körpers B (pro Einheitsmasse) aufgrund von Zufuhr der Wärmeenergie Q aufgetragen. Berechnen Sie die Wärmekapazität des Körpers A!

**[4 Punkte]**

- WL05.** In einem vertikal stehenden Zylinder von $2r = 40$ cm Innendurchmesser wird Stickstoffgas bei der Temperatur von 20°C aufbewahrt. Es wird von einem Kolben mit der Masse $M = 60$ kg in der Höhe $l_1 = 80$ cm abgeschlossen. Der Gasdruck des idealen Gases wird mit einem seitlich angebrachten U-Rohr gemessen, das mit Quecksilber gefüllt ist und zur umgebenden Luft (**1 bar**) hin offen ist. Die Höhendifferenz der Quecksilberspiegel sei h .

- Zunächst wird der Kolben nach Einstellung des Kräftegleichgewichtes festgehalten. Welche Wärmemenge ΔQ_V muss dem Gas zugeführt werden, damit die Quecksilberoberflächen im U-Rohr eine Höhendifferenz von $h = 100$ mm aufweisen? Welchen Druck und welche Temperatur hat das Gas dann? **[6 Punkte]**
- Der Kolben sei nun frei beweglich. Wir gehen wieder vom Anfangszustand aus. Welche Wärmemenge ΔQ_p muss dem Gas jetzt zugeführt werden, damit der Kolben auf die Höhe von $l_2 = 1$ m steigt? **[3 Punkte]**
- Wie groß ist die eingeschlossene Gasmasse m ? **[2 Punkte]**



Verwenden sie: Quecksilberdichte $\rho = 13,55 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$, molare Masse des Stickstoff: $M(\text{N}_2) = 28 \text{ kgkmol}^{-1}$.

WL06. Ammoniak-Gas ($m = 5 \text{ g}$) befindet sich bei 135°C in einem Behälter mit dem Volumen $V = 2 \text{ dm}^3$. Für das Gas gelte die van-der-Waals-Gleichung.

- Welches Molvolumen V_m nimmt das Gas ein und wieviel Prozent davon entfallen auf dessen molares Eigenvolumen? Welchen Druck und welchen Binnendruck (prozentualer Anteil am Druck) hat das Gas im Behälter? Wie groß ist der Druck, wenn man das Gas näherungsweise als ideal betrachtet? **[5 Punkte]**
- Auf welche Temperatur muss das Gas mindestens abgekühlt werden um es zu verflüssigen? Wie groß ist dann der kritische Druck, das kritische Molvolumen und die kritische Dichte? **[3 Punkte]**
- Welchen Durchmesser hat das Ammoniak-Molekül NH_3 , wenn man es als kugelförmig annimmt? **[1 Punkte]**

Verwenden Sie für Ihre Rechnungen: Van-der-Waals-Konstanten $a = 4,22 \cdot 10^5 \text{ Jm}^3\text{kmol}^{-2}$ und $b = 3,72 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3\text{kmol}^{-1}$. Die relative Molekülmasse ist: $M_r(\text{NH}_3) = 17,03$.

WL07. 1 dm^3 des idealen Gases N_2 mit der Temperatur $T_1 = 293\text{K}$ und dem Druck $p_1 = 1 \text{ bar}$ wird bei festem Volumen auf die Temperatur $T_2 = 523\text{K}$ gebracht.

- Berechnen Sie die Wärmemenge Δ , die das Gas aufnimmt, und den Enddruck p_2 . In welche Energieformen wird ΔQ nach den 1. Hauptsatz der Thermodynamik umgewandelt? **[3 Punkte]**
- Wie groß sind die mittleren Geschwindigkeiten $\sqrt{v_1^2}$ und $\sqrt{v_2^2}$ der Moleküle bei den Temperaturen T_1 und T_2 ? **[2 Punkte]**
- Skizzieren sie die Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung für die Temperaturen T_1 und T_2 in einem Diagramm. **[2 Punkte]**

Molmasse: $m_m = 28 \text{ kgkmol}^{-1}$

Zusatzaufgabe (Letzte Chance auf Extrapunkte!)

ZA02. Ein Mol eines idealen Gases hat anfangs die Zustandsgrößen p_1 , V_1 und T_1 . Es werden nacheinander folgende Zustandsänderungen durchgeführt:

- Temperaturerhöhung auf $T_2 = 2T_1$ bei konstantem Volumen.
- Volumenvergrößerung auf $V_3 = 4V_1$ bei konstantem Druck.
- Rückführung in den Anfangszustand p_1 , V_1 , T_1 in einem polytropen Prozess, für den $pV^n = \text{const.}$ gilt.

- (a) Bestimmen Sie p_2 , T_3 (in Bezug auf p_1 und T_1) und den Exponenten n **[3 Punkte]**
- (b) Bestimmen Sie die geleistete Arbeit für jeden Teilschritt und den gesamten Zyklus. **[4 Punkte]**
- (c) In welchen Phasen nimmt das Gas Wärme auf bzw. gibt es Wärme ab? **[3 Punkte]**
- (d) Skizzieren Sie das p-V-Diagramm des Kreisprozesses! **[2 Punkte]**