

## Lösungen zu Aufgabenblatt 8, Physik A, 26./28. November 2003

1. Die Molmasse von Luft ist  $M_{mol} = 29 \text{ g}$ .

1  $m^2$  Luftsäule hat das Gewicht  $10^5 \text{ N}$ , also die Masse  $m = 1.02 \cdot 10^4 \text{ kg}$ , das entspricht 352 kmol.

Mit der Gasgleichung  $pV = nRT$  erhalten wir für diese Luftmenge das Volumen  $V = nRT/p = (3.53 \cdot 10^5 \text{ mol}) \cdot (8.315 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})) \cdot (293 \text{ K}) / (10^5 \text{ N}/\text{m}^2) = 8570 \text{ m}^3$ , also hätte die Luftsäule eine Höhe  $h = 8570 \text{ m}$ .

Sie können das Volumen auch ausrechnen als  $V = n \cdot V_{mol}$ , aber dann müssen Sie aufpassen:  $V_{mol} = 22.4 \text{ l}$  gilt für  $T = 0^\circ \text{C} = 273.15 \text{ K}$  und  $p = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N}/\text{m}^2$ .

2. Die hier betrachteten Energien sind *zeitliche Mittelwerte* !

Die Translationsenergie ist für beide Gase  $E_{trans} = (f/2) \cdot RT = 9980 \text{ J}/\text{mol}$  mit  $f=3$ .

Der Mittelwert der quadratischen Geschwindigkeit ist  $\overline{v^2} = 2E/m$  für jede bewegte Masse (solange die Geschwindigkeit klein gegen die Lichtgeschwindigkeit ist). Also nehmen wir die kinetische Energie für 1 Mol und die Masse für ein Mol Gas und sparen uns die Umrechnung auf die Werte für ein Molekül.

Die Molmasse ist  $M_{mol} = 4 \text{ g}$  für He und  $M_{mol} = 28 \text{ g}$  für Stickstoff (das Stickstoffmolekül ist zweiatomig !)

Einsetzen ergibt  $\sqrt{\overline{v^2}} = 2230 \text{ m}/\text{s}$  für Helium und  $\sqrt{\overline{v^2}} = 845 \text{ m}/\text{s}$  für Stickstoff.

Die Rotationsenergie und die Vibrationsenergie sind Null für das einatomige Helium.

Für das zweiatomige Stickstoffmolekül hat die Rotation zwei Freiheitsgrade senkrecht zur Molekülachse, also  $E_{rot} = (2/2) \cdot RT = 6650 \text{ J}/\text{mol}$ .

Die Vibration im Stickstoffmolekül hat einen Freiheitsgrad entlang der Molekülachse, also  $E_{vib,kin} = (1/2) \cdot RT = 3330 \text{ J}/\text{mol}$ .

Bei der Vibration sind die zeitlichen Mittelwerte der potentiellen und der kinetischen Energie gleich, denken Sie an den harmonischen Oszillator.

Die gesamte Vibrationsenergie ist also  $E_{vib} = E_{vib,kin} + E_{vib,pot} = RT = 6650 \text{ J}/\text{mol}$ .