

Physik 1: Mechanik und Thermodynamik

Humboldt–Universität zu Berlin, Wintersemester 2014/15,
Dr. M. zur Nedden / Prof. Dr. S. Kowarik (VL),
Dr. A. Nikiforov, A. Stasik, L. Pithan, M. Kerber und G. Hoffmann (UE)

Übungsblatt 12

Ausgabe: Do, 15. Januar 2015 in der Vorlesung oder online

Rückgabe: Do, 22. Januar 2015 vor Beginn der Vorlesung, 11.15 h

Aufgabe 1: Freiheitsgrade (40 %)

Die kinetische Theorie der Wärme beschreibt den auf quantenmechanischen Prinzipien beruhenden Zusammenhang von Energie und Temperatur. Bei einem Stickstoffmolekül (N_2) sind Rotationen erst ab einer Energie von $E \approx 30 \text{ meV}$ und Vibrationsschwingungen ab einer Energie von $E \approx 200 \text{ meV}$ möglich. Rotationen um die Molekülachse sind nicht thermisch anregbar, was bedeutet, dass Stöße mit anderen Atomen oder Molekülen das N_2 -Molekül nicht in Rotationen um die Molekülachse versetzen können.

1. Welcher Temperatur in Kelvin entsprechen die Energien von $E = 30 \text{ meV}$ bzw. $E = 200 \text{ meV}$, wenn nur ein Freiheitsgrad vorhanden ist? (Hinweis: $1 \text{ eV} = 1.6023 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)
2. Skizzieren Sie alle möglichen Freiheitsgrade eines N_2 -Moleküls bei hinreichend großen Temperaturen.
3. Schätzen Sie die molare Wärmekapazität von Stickstoff (N_2) und Helium (He) bei $T = 100 \text{ K}$ bzw. bei $T = 600 \text{ K}$ ab.

Aufgabe 2: Viskosität (20 %)

Die engsten Blutgefäße zeigen das Verhalten von Kapillaren und haben einen Durchmesser von $d = 7 \mu\text{m}$. Um eine Strecke von $l = 1 \text{ mm}$ in solch einem Blutgefäß zurückzulegen, benötigt das Blut etwa $t = 1.0 \text{ s}$ bei einem Druckabfall von $\Delta p = 2.60 \text{ kPa}$. Bestimmen Sie daraus die Viskosität des Blutes.

Aufgabe 3: Spezifische Wärmekapazität (40 %)

Betrachten sie am Samstag Morgen Ihre Tasse Frühstückskaffee (schwarz) und das danebenstehende Kännchen mit kalter Milch. In der Tasse befinden sich $V_{\text{Kaffe}} = 0.2 \ell$ bei einer Temperatur von $T_{\text{Kaffe}} = 80^\circ\text{C}$. Kaffee habe eine spezifische Wärmekapazität von $c_{\text{Kaffe}} = 4.18 \text{ J}/(\text{kg K})$ und Milch von $c_{\text{Milch}} = 3.90 \text{ J}/(\text{kg K})$. Ferner habe die Milch Zimmertemperatur von $T_{\text{Milch}} = 20^\circ\text{C}$

1. Gießen Sie nun $V_{\text{Milch}} = 0.05 \ell$ Milch in den Kaffee. Wie warm wird das Gemisch nach dem Zusammenschütten? Nehmen Sie für die Dichte des Kaffees die von Wasser an und für Milch $\rho_{\text{Milch}} = 1.032 \text{ g}/\text{cm}^3$.
2. Wie ändert sich das Gesamtvolumen der beiden Flüssigkeiten nach dem Zusammenschütten?
Hinweis: Raumausdehnungskoeffizienten $\gamma_{\text{Kaffe}} = 0.21 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, $\gamma_{\text{Milch}} = 0.28 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$
3. Für die abgestrahlte Leistung eines Körpers gilt $P \propto A \cdot T^4$, wobei A die Oberfläche des Körpers sei. Sie möchten Ihren Kaffee möglichst heiß trinken, aber das Telefon klingelt. Ist es besser die Milch dann vor dem Gespräch in die Tasse zu kippen oder erst danach? Nehmen Sie dabei an, dass die Oberfläche A gleich bleibe und dass das Gespräch nicht so lange dauere, bis der Kaffee ganz abgekühlt ist. Begründen Sie Ihre Antwort mit einer Skizze qualitativ ohne Rechnung.
4. Probieren Sie es mit Ihrem Kaffee selbst aus!