1. Zeigen Sie, gestützt auf Beziehungen aus dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik, dass ein Gas mit der Zustandsgleichung $p\ V = bT^2$ kein ideales Gas sein kann! (b konstant)
2. Untersuchen Sie folgende Formelbeziehungen zwischen den thermodynamischen Größen S, U, N und V auf ihre thermodynamische Verträglichkeit − Skalenverhalten, Nichtnegativität von T und Grenzverhalten für $T \to 0$!
   (a) $S = a\left(\dfrac{NU}{V}\right)^{1/3}$
   (b) $S = a\,\dfrac{V^3}{NU}$
   (c) $U = a\,\dfrac{N^{5/3}}{V^{2/3}} + b\,\dfrac{S^2}{V^{2/3}N^{1/3}}$ ($a,\ b$ sind positive Konstanten.)
   (d) $U(S, V, N)$ − die innere Energie des idealen Gases
3. Bestimmen Sie aus dem thermodynamischen Potenzial der „Freien Energie“ des idealen Gases seine Entropie und seinen Druck! Bestimmen Sie damit auch seine innere Energie als Funktion der Temperatur und des Volumens!
4. Ein ideales Gas werde aus seinem Ausgangszustand (T_0, V_0, p_0) einmal isotherm (a) und zum anderen adiabatisch (b) reversibel auf das halbe Volumen komprimiert. Berechnen Sie den Arbeitsaufwand in beiden Fällen und interpretieren Sie das Ergebnis! Bestimmen Sie für beide Prozesse die Entropieänderung!
5. Zwei wärmeisolierte Eisenblöcke (m_1 = 5 kg, m_2 = 15 kg, C_p^{Fe}= 452 J kg^{-1}K^{-1}) mit den Temperaturen t_1 = 250°C und t_2 = 30°C werden bei konstantem äußeren Druck in Wärmekontakt gebracht.
   (a) Bestimmen Sie die resultierende Gleichgewichtstemperatur T_E!
   (b) Wie groß ist hierbei die Entropieänderung (qualitativ, quantitativ)?
   (Zur Berechnung von ΔS denke man sich zwei verbundene und gegenläufig arbeitende Carnot-Maschinen, von denen eine an m_1 die zweite an m_2 wärmekontaktmäßig angekoppelt ist.)

Formeln und Konstanten

$a, b, C_V, C_p, \sigma, \gamma, T_0, V_0, N_0$ sind positive Konstanten.
$R = N_A \cdot k_B = 8,31\mathrm{JK^{-1}mol^{-1}}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\mathrm{mol^{-1}}$; $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23}\mathrm{JK^{-1}}$

$$pV = nRT = Nk_BT \qquad (n = N/N_A) \qquad \left(p + a\frac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T + p = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V \qquad \frac{dp}{dT} = \frac{q_{12}}{T(v_2 - v_1)} \qquad p\ V^\gamma = const$$

$$U(S, V, N) = N\overline{C}_V T_0 \left(\frac{NV_0}{N_0V}\right)^{\gamma - 1} \mathrm{Exp}\left[\frac{S}{N\overline{C}_V} - \frac{\sigma}{\overline{C}_V}\right] \qquad \text{(ideales Gas)}$$

$$S(T, V, N) = N\left\{\sigma + \overline{C}_V \ln\frac{T}{T_0} + k_B \ln\frac{V/N}{V_0/N_0}\right\} \qquad \text{(ideales Gas)}$$

$$F(T, V, N) = N(\overline{C}_V - \sigma)T - N\overline{C}_V T \ln\frac{T}{T_0} - Nk_BT\ln\frac{V/N}{V_0/N_0} \qquad \text{(ideales Gas)}$$

$$C_V = N\overline{C}_V = nc_V$$