

3. Übungsblatt zur Vorlesungen PC I Thermodynamik

WS 2004/2005 Ausgabe: 09.11.2004 Abgabe: 16.11.2004, 12.15 Uhr

Aufgabe 1:

Benutzen Sie die Euler'sche Kettenregel um $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$ als Funktion des thermischen Ausdehnungskoeffizienten α und des isothermen Kompressionsmoduls κ zu beschreiben.

Gegeben seien die beiden partiellen Ableitungen:

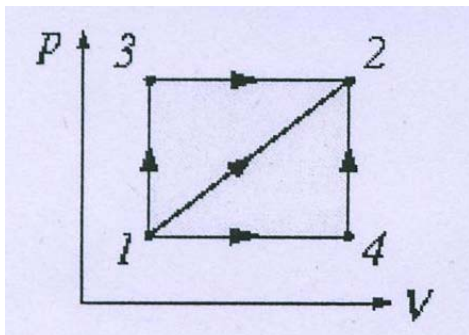
$$\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = \alpha$$

$$-\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T = \kappa.$$

(4 Punkte)

Aufgabe 2:

Ein Gas werde vom Zustand 1 in den Zustand 2 überführt, und zwar a) auf dem Weg 1-3-2, b) auf dem Weg 1-4-2, c) entlang der Diagonalen 1-2. Der Druck im Zustand 1 sei halb so groß wie im Zustand 2. Wie groß ist für den Fall a) die Änderung der inneren Energie des Gases, wenn bei einer zugeführten Wärme von 3 kJ die Expansionsarbeit 1 kJ verrichtet wird? Man berechne für die Fälle b) und c) die zugeführte Wärme und die Arbeit.



(4 Punkte)

Aufgabe 3:

James Joule stellte bei seinem Experiment der irreversiblen Expansion von O_2 ohne Arbeitsleistung ($\delta W = 0$) von einem Volumen $V_1 = 0.1 \text{ m}^3$ auf $V_2 = 2 \cdot V_1$ fest, dass sich die Temperatur des Gases dabei nicht ändert. Daraus schloss er, dass $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$ ist, was für ideale Gase richtig ist. Bei realen Gasen müssen die Anziehungskräfte der Moleküle überwunden werden, was zu einer leichten Abkühlung des Gases führt.

Mit dem van-der Waals-Ansatz führt dies zu $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = \frac{a}{V^2}$.

Wie genau hätte Joule die Temperatur bestimmen müssen, um diese Abweichung zu messen?

$$\left\{ c_V(O_2) = 0.657 \frac{\text{kJ}}{\text{Kg} \cdot \text{K}}, \quad a(O_2) = 1.396 \frac{\text{L}^2 \cdot \text{bar}}{\text{mol}} \right\}$$

Hinweis: Benutzen Sie das totale Differential von U als Funktion von V und T und die Erhaltung der inneren Energie U bei dem Versuch um die Aufgabe zu lösen.

(4 Punkte)

Aufgabe 4:

Gegeben ist ein ideales Gas in einem Zylinder, der durch einen reibungsfreien Kolben in zwei Teile A und B geteilt ist. Teil B befindet sich in einem Wasserbad zur Konstanthaltung seiner Temperatur. Die

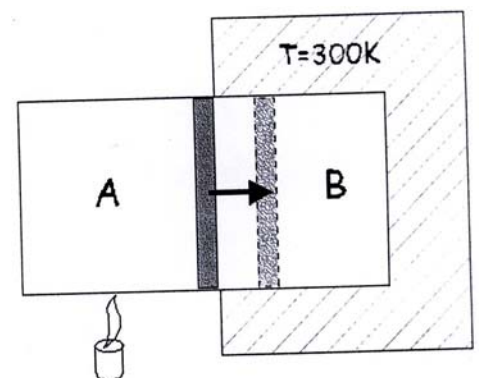
Anfangsbedingungen sind $T_A = T_B = 300 \text{ K}$, $V_A = V_B =$

2 Liter, $n_A = n_B = 2 \text{ mol}$. Teil A wird Wärmeenergie

zugeführt, bis sich der Kolben reversibel so weit bewegt

hat, dass V_B nur noch 1 Liter beträgt. Berechnen Sie:

- die von dem Gas in Teil A verrichtete Arbeit W ,
- die Änderung der Inneren Energie ΔU für das Gas in Teil B
- Q für das Gas in B
- die Endtemperatur und ΔU für das Gas in Teil A ($C_{v,m} = 20 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$). Hinweis: Benutzen Sie die Druckgleichheit in beiden Teilen.
- Q für das Gas in A.



(4 Punkte)