

1. **Das ideale Gas**

Gegeben ist die Zustandssumme des idealen Gases mit N ununterscheidbaren Teilchen im Wärmebad:

$$Z = \frac{1}{N!} \left(\frac{V}{\lambda^3} \right)^N \quad \text{mit} \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2\pi mkT}}.$$

- Geben Sie kurz an, wie Sie die Zustandssumme berechnen würden.
- Von welchen Zustandsvariablen hängt die Zustandssumme ab? Geben Sie die freie Energie F , also das, zur Zustandssumme dazugehörige, thermodynamische Potential an.
- Berechnen Sie die innere Energie E über eine Legendre-Transformation. Die Entropie können Sie sich aus Aufgabenteil (d) besorgen.
- Bestimmen Sie den Druck p , das chemische Potential μ und die Entropie S aus der freien Energie F .
- Zeigen Sie $C_p - C_V = Nk$ für das ideale Gas mit der Formel aus der Vorlesung mit $\alpha =$ thermischer Ausdehnungskoeffizient (siehe VL):

$$C_p - C_V = \frac{TV\alpha^2}{\kappa_T}.$$

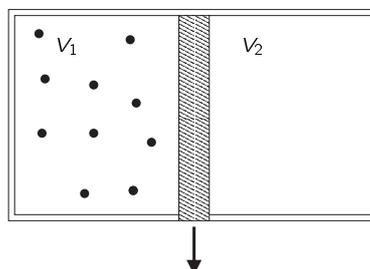
2. **Thermodynamische Relationen**

Rechnen Sie nach:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial \mu}{\partial V} \right)_{T,N} &= - \left(\frac{\partial p}{\partial N} \right)_{T,V} \\ \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_{T,N} &= \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_{N,V} \\ \left(\frac{\partial E}{\partial N} \right)_{T,V} - \mu &= -T \left(\frac{\partial \mu}{\partial T} \right)_{N,V} \\ \left(\frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_{T,N} &= -TV \left(\alpha^2 + \left(\frac{\partial \alpha}{\partial T} \right)_{P,N} \right) \end{aligned}$$

3. **Gay-Lussac Versuch**

Der Gay-Lussac Versuch (siehe Skizze) behandelt die adiabatische ($\delta Q = 0$) Expansion eines Gases und wird folgendermaßen durchgeführt: Ein nach außen isoliertes Gefäß mit Volumen V wird durch eine Trennwand in zwei Teilvolumina V_1 und V_2 aufgeteilt. Während V_1 mit einem Gas (wir verwenden das ideale Gas) der Temperatur T gefüllt ist, wird V_2 nun evakuiert. Dann wird die Trennwand entfernt und das Gas verteilt sich zügig im ganzen Behälter.



- Weisen Sie nach, dass dieser Prozeß irreversibel ist.
- Überlegen Sie sich einen Versuchsaufbau, wo der Vorgang der Volumenvergrößerung reversibel abläuft.