

### Übung 5 (ST): Herleitung Brückenbeziehungen; $c_v(T)$ Gase (charakteristische Temp.)

- (1) Leiten Sie für die innere Energie  $U$  die Brückenbeziehung zur statistischen Thermodynamik her. Geben Sie hierbei  $U$  sowohl als Funktion des Lagrange-Parameters  $\beta$  als auch der Temperatur  $T$  an.

Hinweis: Benutzen Sie hierfür die Brückenbeziehung  $\beta = \frac{1}{k_B T}$

- (2) Leiten Sie die Brückenbeziehung für die freie Energie  $A$  her.

Hinweise: Benutzen Sie hierfür die Legendre-Transformation  $A = \dots$  sowie das totale Differential  $dA = \dots$ , und die Lösung von Aufgabe (1) für  $U(T)$ .

- (3) Leiten Sie aus der Lösung für Aufgabe (1) einen Formelausdruck für  $c_v(T)$  für den harmonischen Oszillator her (s. Hinweise).

Hinweise: Zustandssumme des harmonischen Oszillators  $q_{vib} = \frac{\exp\left(-\frac{1}{2} \frac{h\nu_0}{k_B T}\right)}{1 - \exp\left(-\frac{h\nu_0}{k_B T}\right)}$

Berechnen Sie hieraus zunächst  $U(T)$ , und leiten Sie diesen Ausdruck danach nach  $T$  ab.

Ersetzen Sie hierbei wie folgt:  $\frac{h\nu_0}{k_B} = \theta_{vib}$

- (4) Skizzieren Sie den Verlauf  $c_v(T)$  (s. Aufgabe (3)). Was erwarten Sie beim direkten Vergleich der beiden Gase  $O_2$  und  $N_2$ ?