Testat – SS2011
Theoretische Physik IV – Thermodynamik

1. Erläutern Sie kurz den Versuch von Gay-Lussac (Skizze)! Zu welchem Ergebnis sollte dieser Versuch mit einem realen Gas (van-der-Waals) führen? Zeigen Sie die Übereinstimmung mit der Volumen-Relation der inneren Energie, wie sie aus dem 2.Hauptsatz folgt (Formeln)! Bestimmen Sie die Entropieänderung ΔS, beim tatsächlichen Gay-Lussac-Versuch aus der Entropiefunktion des Gases!

2. Untersuchen Sie folgende Beziehungen zwischen den thermodynamischen Größen S (Entropie), U (innere Energie), N (Teilchenzahl) und V (Volumen) auf ihre thermodynamische Konsistenz wie Skalenverhalten, Nichtnegativität der Temperatur und Verhalten bei Annäherung an den Temperaturnullpunkt!

   (a) $S = a\dfrac{V^3}{N\,U}$

   (b) $U = b\dfrac{S^2}{V^{2/3}N^{1/3}}$

   (c) die innere Energie U(S,V,N) des idealen Gases

   Dabei sind a und b positive Konstanten.

3. Zeigen Sie, dass der isochore Druckkoeffizient β_V für ein van-der-Waals-Gas größer ist als für ein ideales Gas!

4. Ein ideales Gas werde vom Ausgangszustand (T_0, V_0, p_0) reversibel auf die Hälfte seines Volumens komprimiert: a) isotherm und b) adiabatisch. Berechnen Sie den Arbeitsaufwand in beiden Fällen und interpretieren Sie das Ergebnis! Bestimmen Sie für beide Prozesse die Entropieänderung!

5. Was ist ein Carnot'scher Kreisprozess? Erläutern Sie an Hand des Carnot'schen Kreisprozesses das Prinzip eines Kühlschrankes! Wie muss für diesen der „Wirkungsgrad“η definiert werden und wie hängt dieser mit dem Carnot'schen Wirkungsgrad η_C zusammen? Warum spielt der Carnot'sche Kreisprozess eine so besondere Rolle?

6. Bestimmen Sie aus dem thermodynamischen Potenzial der „inneren Energie“ des idealen Gases (Formeln) die Temperatur, den Druck und das Potenzial der „freien Energie“ desselben!

Formeln

Es sind $a, b, C_V, \sigma, k_B, T_0, N_0, V_0$ alles positive Konstanten!

$pV = nRT$ $\qquad$ $p\,V^\gamma = const$ $\qquad$ $\left(p + a\dfrac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$

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

$$U(S,V,N) = NC_VT_0\left(\frac{N_0V}{NV_0}\right)^{1-\gamma}\exp\left[\frac{S}{NC_V} - \frac{\sigma}{C_V}\right] \qquad \text{(ideales Gas)}$$

$$S(T,V,N) = N\big\{\sigma + C_V\ln\frac{T}{T_0} + k_B\ln\frac{V/N}{V_0/N_0}\big\} \qquad \text{(ideales Gas)}$$