Gerhard Kahl

THERMODYNAMIK (UE – 136.088)

5. Übungstermin (9.5.2022)

U11 Ein thermisch isolierter Behälter ist durch eine verschiebbare, undurchdringliche Trennwand in zwei Teilvolumina V_1 und V_2 (mit Teilchenzahlen N_1 und N_2, sowie mit Energien U_1 und U_2) getrennt. In beiden Teilvolumina befinden sich ideale Gase. Gehen Sie von der fundamentalen Relation $S = S(U, V, N)$ des idealen Gases aus.

Zu Beginn des Prozesses sei (mit $N_1 + N_2 = N$):

$$N_1 = \frac{1}{3}N \quad U_1 = \frac{1}{2}U$$
$$N_2 = \frac{2}{3}N \quad U_2 = \frac{1}{2}U$$

Berechnen Sie:

(a) welches der beiden Teilsysteme ist zu Beginn des Prozeßes wärmer;

(b) wie teilt sich die Gesamtenergie $U = U_1 + U_2$ auf die beiden Teilsysteme auf, nachdem das System ins Gleichgewicht gelangt ist;

(c) wie teilt sich das Gesamtvolumen $V = V_1 + V_2$ auf die beiden Teilsysteme auf, nachdem das System ins Gleichgewicht gelangt ist.

U12 Gegeben ist ein Festkörper, der im Rahmen des klassischen Einstein-Modells betrachtet wird: die N_1 Oszillatoren (mit Frequenz ω) haben die Energie U_1. Der Festkörper ist durch eine wärmeleitende Wand von einem idealen Gas getrennt; das Gas hat N_2 Teilchen, die sich in einem Volumen V_2 befinden; es hat die Energie U_2. Das Gesamtsystem ist nach außen hin isoliert und hat die Gesamtenergie U.

Beantworten Sie folgende Fragen:

(a) berechnen Sie die Aufteilung der Gesamtenergie $U = U_1 + U_2$ auf die Energien der Teilsysteme; leiten Sie vorerst den allgemeinen Ausdruck ab und spezialisieren Sie dann auf den Fall, daß $2N_1 = N_2$ (man kann annehmen, daß N sehr groß sind);

(b) wie ändert sich die Aufteilung der Energie vom Beginn des Prozeßes bis zum Gleichgewicht, wenn zu Beginn des Experiments $U_1 = U_2$ für den Fall, daß $2N_1 = N_2$ ist.

U13 In einem Volumen befindet sich ein ideales Gas (N_1 Teilchen in einem Volumen V_1 mit einer Energie U_1), das durch eine freibewegliche, undurchdringliche Wand von einem Hartkugel-Gas getrennt ist; es handelt sich um N_2 Teilchen (mit Radius a), die in einem Volumen V_2 mit einer Energie U_2 eingeschlossen sind. Das Gesamtsystem ist abgeschlossen und hat die Gesamtenergie U und das Gesamtvolumen V.

Beantworten Sie folgende Fragen:

(a) berechnen Sie, wie sich Gesamtenergie und das Gesamtvolumen auf die beiden Teilsysteme aufteilen, nachdem das System ins Gleichgewicht gelangt ist;

(b) welche Beziehung besteht zwischen den Dichten der Teilsysteme, $\rho_1 = N_1/V_1$ und $\rho_2 = N_2/V_2$, nachdem das System ins Gleichgewicht gelangt ist;

(c) wie würde die Beziehung zwischen den beiden Dichten aussehen, wenn sich in *beiden* Teilvolumina ideale Gase befänden;

(d) vergleichen Sie die Ergebnisse aus Teilpunkten (b) und (c) und beschreiben Sie (verbal) den Einfluß der endlichen Ausdehnung der Hartkugelteilchen.

Hinweis: die Entropie des Hartkugel-Gases ist gegeben durch

$$S(U, V, N) = S_0 + k_{\mathrm{B}} N \left[\frac{3}{2} \ln \frac{U}{U_0} + \ln \frac{V}{V_0} - \frac{5}{2} \ln \frac{N}{N_0} - \frac{16\pi a^3 N}{3V} \right]$$

Zu kreuzen: 11; 12; 13a, 13b, 13cd