Prof. Dr. K. Kroy SS 2011

Statistische Physik I

3. Übungsblatt

Abgabetermin: Donnerstag, 28. April 2011, **vor** der Vorlesung

7.† **Gekoppelte Carnot-Maschinen** **(2 Punkte)**

Zeigen Sie, dass der Gesamtwirkungsgrad von zwei thermisch gekoppelten gleichartigen Carnot-Maschinen, die zwischen T_o und T_m bzw. T_m und T_u ($T_o > T_m > T_u$) arbeiten, nicht von T_m abhängt. (Die Kopplung sei ideal, so dass ein vollständiger Wärmetransfer bei T_m stattfindet.)

8. **Relativistisches ideales Gas**

Für das Photonengas gilt: $U(T,V) = u(T)V, p = u(T)/3$, wobei $u(T)$ die Energiedichte ist. Berechnen Sie die innere Energie U, die thermische Zustandsgleichung, sowie die Entropie S und die freie Energie F als Funktion von T und V.

Bem.: Das Photonengas ist ein quantenmechanisches relativistisches ideales Gas von masselosen Bosonen mit Spin 1. Die korrekte quantenstatistische Betrachtung führt jedoch auf die gleichen Zusammenhänge wie der klassische Zugang, lediglich die auftretenden (Integrations-)-Konstanten sind klassisch nicht genauer spezifizierbar.

9.† **Konkavität und Konvexität** **(5 Punkte)**

a) Berechnen Sie für das ideale Gas die Entropie $S(U,V,N)$ und die innere Energie $U(S,V,N)$ in ihren natürlichen Variablen ausgehend von den Zustandsgleichungen $U = \frac{3}{2}Nk_BT$ und $pV = Nk_BT$. Nutzen Sie dabei die Homogenität von S aus. Skizzieren Sie S und U als Funktionen ihrer natürlichen Variablen (wobei Sie jeweils zwei konstant halten) und prüfen Sie die Kurvenverläufe auf Konkavität und Konvexität.

b) Zeigen Sie ganz allgemein anhand der thermischen Stabilität der Materie, dass $U(S, V)$ als Funktion von S konvex sein muss.

gesamt: 7 Punkte

Die mit † gekennzeichneten Aufgaben werden bewertet.