

Übungen zur Thermodynamik und Quantenstatistik

Blatt 5 (für die Übungen in der Woche vom 26.05.)

Aufgabe 1 Temperatur des idealen Gases

Bestimmen Sie die Temperatur T des idealen Gases als Funktion der Energie E und der Teilchenzahl N . Benutzen Sie dabei die in Kap. 2.3 der Vorlesung berechnete mikrokanonische Zustandssumme.

Aufgabe 2 Gasgemisch

In einem Volumen V befindet sich eine Mischung idealer Gase (mit jeweils N_i Teilchen der i -ten Sorte, $i = 1, \dots, m$). Geben Sie die mikrokanonische Zustandssumme $\Omega(E, V, N_1, \dots, N_m)$ an und berechnen Sie daraus den Druck. Wie tragen die einzelnen Bestandteile zum Druck bei?

Aufgabe 3 Wärmeaustausch

Ein halber Liter Wasser befindet sich bei Zimmertemperatur in einem Stahlgefäß der Masse 2 kg. Nun wird ein Eiswürfel von 100 g in das Wasser gegeben und das System thermisch isoliert.

- Wie groß ist die Wassertemperatur, die sich nach einer langen Zeit einstellt?
- Berechnen Sie die Entropieänderung.

Aufgabe 4 Relativistisches ideales Gas

Gegeben sei ein relativistisches ideales Gas aus N Teilchen der Masse $m = 0$ im Volumen V .

- Berechnen Sie die Abhängigkeit der mikrokanonischen Zustandssumme von E , V und N .
Hinweis: Die Rechnung verläuft analog zum nichtrelativistischen Fall, mit dem Unterschied, dass die relativistische Beziehung zwischen Energie und Impuls benutzt werden muss. Dabei ergibt sich u.a. das N -dimensionale Integral

$$f(N) = \underbrace{\int_0^1 dx_1 x_1^2 \cdots \int_0^1 dx_N x_N^2}_{\sum_k x_k \leq 1},$$

das Sie nicht explizit berechnen müssen.

- Berechnen Sie die Energie $E = E(T, V, N)$. Vergleichen Sie mit dem Ergebnis für den nicht-relativistischen Fall.
- Wie lautet die thermische Zustandsgleichung $P = P(T, V, N)$?
- (optional) Berechnen Sie die Funktion $f(N)$ von Teil [a](#)) und die Entropie $S = S(T, V, N)$.