Termofysik HT 2004 Räkneövning 2 (behandlas Tor 7.10 kl. 08:30)

1. Mandl 2.1

2. Antag att $\Omega(E, V, N) = CE^{3N/2}$, där C är en konstant och N är antalet partiklar. Härled

(a) sambandet mellan temperatur och inre energi,

(b) att $\left(\frac{\partial^2 S}{\partial E^2}\right)_{N,V}$ är negativt.

Denna form av Ω (som är oberoende av V) gäller för en idealgas. Diskutera (c) varför resultatet i (a) motiverar den allmänna definitionen av temperaturen.

3. Betrakta ett system med två energinivåer E_0 och E_1 i en omgivning med temperaturen T. Konstruera systemets partitionsfunktion Z och beräkna systemets energi som funktion av dess temperatur. Hur beter sig entropin då $T \longrightarrow 0$? Degenerationsnivåerna antas här, som alltid då inget skilt är känt om dem, vara 1.

4. En kvantmekanisk harmonisk oskillator har energinivåerna

$$E_n = \hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right), \; n = 0, 1, 2, \ldots$$

(a) Bestäm dess partitionsfunktion och dess energi om omgivningen har temperaturen T.

(b) Om $\hbar\omega = 0.3$ eV, vad är skillnaden i de relativa populationerna för det första exiterade tillstandet $n = 1$ och grundtillståndet $n = 0$ då gasen är i termisk jämvikt vid $T = 1000$ K ?

5. Mandl 4.1

6. Ett isberg med massan 10^9 kg och temperaturen 0°C flyter i Golf-strömmen, vars temperatur är 20°C. Efter ett antal veckor har isberget smultit så att bara 20-gradigt vatten återstår av det. Hur mycket har universums entropi härmed ändrats ?

7. Visa hur

$$Z = \sum_{\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_N} e^{(\mu_1 + \mu_2 + \ldots + \mu_n) B\beta} \tag{1}$$

(där varje μ_i kan anta värdena $\pm\mu$) leder till

$$Z = \left[\sum_{\mu_1 = \pm\mu} e^{\mu_1 B\beta} \right]^N \tag{2}$$

(jämför föreläsningarna kapitel 7).