

- 1) (6.1 do livro) Um oscilador unidimensional harmônico simples tem seus níveis de energia dados por  $E_n = (n + \frac{1}{2}) h \omega$ , onde  $\omega$  é a frequência angular do oscilador e o  $n = 0, 1, 2, \dots$  é o número quântico. Suponha que o oscilador está em contato com uma fonte térmica a uma temperatura  $T$ , o bastante baixa para que  $kT / h\omega \ll 1$ .
- (a) Encontre a razão entre a probabilidade do oscilador quando este está no primeiro estado excitado  $n=1$  e o correspondente ao estado fundamental  $n=0$ .
- (b) Supondo que unicamente o primeiro estado excitado e o fundamental estão ocupados, ache a energia média do oscilador como uma função da temperatura.
- 2) (6.2 do livro) Consideremos  $N$  partículas interagindo fracamente, cada uma delas com spin  $\frac{1}{2}$  e momento magnético  $\mu$ , situadas num campo magnético externo  $H$ . Se o sistema está em contato com uma fonte a temperatura constante  $T$ . Calcule a energia média como uma função de  $T$  e  $H$ .
- 3) Coloca-se um sólido a temperatura absoluta  $T$  em um campo magnético externo  $H=30\,000$  Gauss. Os sólidos contêm átomos paramagnéticos de spin  $\frac{1}{2}$  que interacionam fracamente entre eles, de forma que a energia de cada um deles é  $\pm \mu H$ .
- (a) Se o momento magnético  $\mu$  é igual a um magnéton de Bohr, isto é,  $\mu = 0.927 \times 10^{-20}$  ergios/Gauss. Por debaixo de que temperatura deve-se esfriar o sólido de forma que o 75% dos átomos se polarizem com seus spins paralelos ao campo magnético externo?
- (c) Supondo agora que o sólido inicialmente formado por átomos paramagnéticos seja formado por prótons (parafina). Cada próton tem um momento magnético  $\mu = 1.41 \times 10^{-23}$  ergios/Gauss. Por debaixo de que temperatura deve-se esfriar o sólido (parafina) de forma que o 75% dos prótons se polarizem com seus spins paralelos ao campo magnético externo?