Exercícios de revisão para casa:

1) Uma caixa, com um dos lados aberto, contém 5 dados idênticos, onde em duas faces de cada dado está pintado o número 0, em outras duas faces está pintado $-\varepsilon$ e em outras duas $+\varepsilon$. Essa caixa é balançada e emborcada, de forma a liberar os dados em cima da mesa com uma das faces virada para cima em cada jogada. Nesse jogo, determine:
   (0,5)(a) as possibilidades de soma, s, das faces viradas para cima;
   (0,5)(b) a quantidade de possibilidades de combinações para cada soma s, $\Omega(s)$;
   (0,5)(c) a probabilidade de um dado *i* apresentar os valores: 0, $-\varepsilon$ e $+\varepsilon$, $P_i(0)$, $P_i(-\varepsilon\ )$ e $P_i(+\varepsilon\ )$;
   (0,5)(d) a probabilidade de ter dois dados com $-\varepsilon$, dois dados com $+\varepsilon$ e um dado com 0, $P(-\varepsilon,-\varepsilon,0,+\varepsilon,\varepsilon+)$;
   (0,5)(e) a probabilidade de aparecer cada valor da soma, $P(s)$;
   (0,5)(f) o valor médio da soma, $\langle s\rangle$.
2) Uma caixa contém 5 partículas idênticas e independentes, que só podem assumir três valores de energia: 0, $-\varepsilon$ e $+\varepsilon$, satisfazendo a distribuição de energia de Boltzmann e com $\varepsilon = kT/10$. Nesse sistema, determine:
   (0,5)(a) a função de partição de uma partícula, z, e a função de partição do sistema todo, Z;
   (0,5)(b) a probabilidade de uma partícula *i* apresentar os valores: 0, $-\varepsilon$ e $+\varepsilon$, $P_i(0)$, $P_i(-\varepsilon\ )$ e $P_i(+\varepsilon\ )$;
   (0,5)(c) a probabilidade de ter duas partículas com $-\varepsilon$, duas partículas com $+\varepsilon$ e uma partícula com 0, $P(-\varepsilon,-\varepsilon,0,+\varepsilon,\varepsilon+)$;
   (0,5)(d) a probabilidade de aparecer cada valor de energia total, $P(E)$; (Lembre que a energia total, E, é a soma da energia de todas as partículas do sistema).
   (0,5)(e) o valor médio da energia total, $\langle E\rangle$.
   (0,5)(f) Compare e discuta as semelhanças e diferenças do sistema desta questão com o da questão anterior.
3) Um gás com 1 mol de argônio (com massa de 40 u.m.a e raio aproximado de 4,4 Å) está confinado numa caixa cúbica de 50 cm de comprimento, com uma pressão de 3 atm, determine:
   (0,5)(a) a temperatura do sistema e a velocidade média dos átomos de argônio;
   (0,5)(b) o livre caminho médio e o tempo médio entre colisões;
   (0,5)(c) o número médio de colisões por segundo em um dos lados da caixa;
   (0,5)(d) O que é um movimento Browniano?
4) Considere um sistema composto por *N* partículas idênticas e independentes. Assumindo que o potencial de interação por partícula é nulo, $U_i(r) = 0$, determine:
   (0,5)(a) a função de partição de uma partícula, z, e a função de partição do sistema todo, Z;
   (0,5)(b) a expressão para a energia interna a partir da função de partição, $U = -\frac{\partial}{\partial\beta}(lnZ)$, onde $\beta = \frac{1}{kT}$.
   (0,5)(c) Esse resultado do item anterior era esperado? Comente.
   Agora, assumindo que o potencial de interação por partícula é $U_i(r) = \frac{1}{2}Kx_i^2 + \frac{1}{2}Ky_i^2 + \frac{1}{2}Kz_i^2$, conhecido como modelo de Dulong-Petit para sólidos, determine:
   (0,5)(d) a função de partição de uma partícula, z, e a função de partição do sistema todo, Z;
   (0,5)(e) a expressão para a energia interna a partir da função de partição.
   (0,5)(f) Esse resultado do item anterior era esperado? Comente.

Relações matemáticas importantes: $\sum_{n=0}^{\infty} x^n = (1-x)^{-1}$; $x \ll 1 \rightarrow e^x \cong 1 + x$
Dados:
1 u.m.a. = $1{,}66\text{x}10^{-27}$ kg; 1ns = 10^{-9} s; 1 Å = 10^{-10} m; 1 atm ≅ 10^5 Pa; 1L = 1000 cm^3; k = $1{,}38\text{x}10^{-23}$ J/K; N_A = 6,02x1023 moléculas/mol.

Formulário:

$G_n = \int_0^\infty x^n e^{-\alpha x^2} dx \implies G_{2i} = \frac{1\cdot 3\cdots(2i-1)}{2^{i+1}}\sqrt{\frac{\pi}{\alpha^{2i+1}}}$ e $G_{2i+1} = \frac{i!}{2\alpha^{i+1}}$; $P(n) = \frac{N!}{n!(N-n)!}p^n q^{N-n}$; $P(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_n^2}}e^{-\frac{(n-n_0)^2}{2\sigma_n^2}}$; $\langle n\rangle = Np$;

$\langle n^2\rangle = Np(q+Np)$; $\sigma_n^2 = \langle n^2\rangle - \langle n\rangle^2$; $D = \frac{2l^2pq}{\tau}$; $D = \frac{kT}{6\pi a\eta}$; $dxdydz = 4\pi r^2 dr$; $dxdy = 2\pi r dr$; $f(v) = 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} v^2 e^{-mv^2/2kT}$;

$v_{qm} = \sqrt{\langle v^2\rangle}$; $\beta = (1/kT)$; $dp(\Gamma) = (1/Z)e^{-\beta E}\, d\Gamma$; $Z = z^N$; $z = \int\dots\int e^{-\beta E_i}\, d\Gamma_i$; $\langle E\rangle = -\frac{\partial}{\partial\beta}(lnZ)$; $F = -\left(\frac{1}{\beta}\right) lnZ$; $P = -\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_{T,N}$;

$S = -\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_{V,N}$; $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\rho_N \pi d^2}$; $P = \frac{\rho}{3}\langle v^2\rangle$;