

Soluções 8ª Série de Problemas
Termodinâmica e Estrutura da Matéria
MEBM, MEFT e LMAC

1.
 - 1.a) 27
 - 1.b) Entropia mínima: cada uma das configurações com 3 partículas no mesmo estado. Entropia máxima: a configuração com uma partícula em cada estado.
2.
 - 2.a) 120
 - 2.b) 11
 - 2.c) 1
3.
 - 3.a) i) 3^N ; ii) $S = k \ln(\Omega(N_1, N_2, N_3))$, $\Omega(N_1, N_2, N_3) = N! / (N_1! N_2! N_3!)$; iii) (N,0,0), (0,N,0) e (0,0,N), Cada um destes estados tem $S=0$ J/K; iv) (N/3,N/3,N/3), $S=9.1$ J/K.
 - 3.b) $T \rightarrow 0$: $P_1 \rightarrow 1$, $P_2 \rightarrow 0$, $P_3 \rightarrow 0$, $\langle U \rangle \rightarrow 0$; $T \rightarrow \infty$: $P_1 \rightarrow 1/3$, $P_2 \rightarrow 1/3$, $P_3 \rightarrow 1/3$, $\langle U \rangle \rightarrow \varepsilon$.
4. $\Omega_f / \Omega_i = \exp(8.89 \times 10^{24})$
5.
 - 5.a) 2.177
 - 5.b) $P_0 = 0.459$; $P_1 = 0.261$; $P_2 = 0.148$; $P_3 = 0.084$; $p_4 = 0.048$
 - 5.c) 0.01 eV
 - 5.d) 35 configurações
 - 5.e) $P_2 = 0.171$
- 6.
7.
 - 7.a) Aumenta, claro.
 - 7.b) 257 J/K
 - 7.c) Não.
8.
 - 8.a) 4
 - 8.b) $P_{++} = \exp[(J+2H)/kT]/Z$, $P_{+-} = P_{-+} = \exp(-J/kT)/Z$, $P_{--} = \exp[(J-2H)/kT]/Z$;
 $Z = \exp[(J+2H)/kT] + 2\exp(-J/kT) + \exp[(J-2H)/kT]$.
9. $v_{mp} = (2kT/m)^{1/2}$
10. $E_{vib} = (1/2)Kx^2$, $f(\mathbf{r}, \mathbf{v}) = C \exp[-(1/2)mv_x^2/kT - (1/2)Kx^2/kT]$
11.
 - 11.a) $N/V = 2.68 \times 10^{19}$ moléculas/m³
 - 11.b) $\langle E_{cin} \rangle = 5.65 \times 10^{-21}$ J, $v_{qm} = 484$ m/s.
 - 11.c) 40%
 - 11.d) 1.1×10^{19} moléculas/m³.
12.
 - 12.a) $\langle E_{cin} \rangle = 1.2 \times 10^{-20}$ J, igual.
 - 12.b) $v_{qm}(H_2) = 2.74$ km/s, $v_{qm}(O_2) = 0.68$ km/s

- 12.c)** $v_m(\text{H}_2)=2.52 \text{ km/s}$, $v_{mp}(\text{H}_2)=2.23 \text{ km/s}$, $v_m(\text{O}_2)=0.63 \text{ km/s}$,
 $v_{mp}(\text{O}_2)=0.56 \text{ km/s}$
- 12.d)** $P(v(\text{H}_2)>v_{\text{esc}}): 8 \times 10^{-11}$; $P(v(\text{O}_2)>v_{\text{esc}})$ para $\text{O}_2: 6 \times 10^{-168}$; é capaz de
 haver mais oxigénio...
- 13.** $P[v(\text{CH}_4)>v_{\text{esc}}]_{\text{Lua}} \sim 10^{-6}$, $P[v(\text{CH}_4)>v_{\text{esc}}]_{\text{Titã}} \sim 10^{-24}$.
- 14.**
- 15.** He ionizado porque $kT \gg E_{\text{ion}}$
- 16.**
- 16.a)** $E=(1/2)mv^2+mgz$
- 16.b)** $n(z)=n(0)\exp(-mgz/kT)$
- 17.**
- 17.a)** $n(r)=n(0)\exp(m\omega^2 r^2/2kT)$
- 17.b)** $n(r_1)/n(r_2)=4 \times 10^4$
- 17.c)** Menos acentuada, mais acentuada.
- 18.**
- 18.a)** 238: 188.2 m/s; 235: 189.0 m/s
- 18.b)** 1.004; não; no da direita.
- 18.c)** 4%