

## Termodinâmica

(2026/1)

### Lista 2

1) A atmosfera exponencial. **(a)** Considere uma camada de ar de espessura (altura)  $dz$ . Use o fato desta camada estar em repouso para encontrar uma expressão simples para  $dP/dz$ , a taxa de variação da pressão com a altitude, em termos da densidade do ar. **(b)** Use a equação de estado dos gases ideais para escrever a densidade do ar em termos de sua pressão, temperatura e da massa média  $m_{1p}$  de uma molécula de ar. Mostre que a pressão obedece à equação diferencial:

$$\frac{dP}{dz} = -\frac{m_{1p} g}{k_B T} P ,$$

que é chamada a equação barométrica. **(c)** Suponha que a temperatura da atmosfera seja independente da altitude (esta suposição não é lá grande coisa, mas também não é péssima em certas condições) e resolva a equação barométrica para obter a pressão em função da altitude. Mostre que a densidade obedece a uma equação similar. **(d)** Estime a pressão, em atmosferas, de acordo com as altitudes das seguintes localidades: Curitiba (935 m), La Paz (3.625 m) e monte Everest (8.850m). (Considere a pressão ao nível do mar como  $P_0 = 1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ .)

2) Calcule a massa de um mol de ar seco, considerando o ar atmosférico como uma mistura de  $N_2$  (78% em volume),  $O_2$  (21%) e argônio (1%).

3) Suponha que seus pulmões possam conter 2 litros de gás. **(a)** Se seus pulmões estão cheios de hélio, calcule a energia térmica total desta massa de hélio. **(b)** Calcule a massa de ar que seus pulmões podem conter. (considere que o ar é 21%  $O_2$ , 78%  $N_2$  e 1% Ar). **(c)** Calcule a energia térmica total do ar em seus pulmões. **(d)** Se um pedaço de metal tem a mesma massa que o ar de seus pulmões podem conter, a que altura este objeto tem que estar para que sua energia potencial gravitacional seja igual à energia térmica do ar em seus pulmões (supondo que o zero da energia potencial corresponde à altura nula)?

4) Um décimo de um quilograma de NaCl e 0,15 kg de açúcar ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) são dissolvidos em 0,5 kg de água pura. O volume resultante do sistema termodinâmico é  $0,55 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ . **(a)** Qual o número de mols dos 3 componentes do sistema, e suas respectivas frações molares? **(b)** Qual é o volume molar do sistema?

5) Um recipiente contém 2 mols de um gás ideal  $A$  que tem uma massa molar  $M_A$ , e também contém 0,5 mol do gás ideal  $B$  que possui massa molar  $M_B = 3 M_A$ . Considerando que os dois gases não reagem quimicamente, qual a fração da pressão total sobre as paredes do recipiente que é causada pelo gás  $B$ ?

6) Uma equação de estado aproximada para um gás real a pressões moderadas, concebida para levar em conta o tamanho finito das moléculas, é dada por  $P(v - b) = \mathcal{R}T$ , [ou ainda  $P(V - nb) = n\mathcal{R}T$ ], onde  $\mathcal{R}$  e  $b$  são constantes. Demonstre que:

$$\text{(a)} \quad \beta = \frac{1/T}{1 + bP/\mathcal{R}T} \quad ; \quad \text{(b)} \quad \kappa_T = \frac{1/P}{1 + bP/\mathcal{R}T} .$$

7) Um mol de um certo gás é descrito pela seguinte equação de estado:

$$\left(P + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = \mathcal{R}T ,$$

onde  $v$  é o volume molar, e sua energia interna molar é dada por:  $u = cT - \frac{a}{v}$ , sendo  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $\mathcal{R}$  constantes.

**(a)** Calcule as capacidades caloríficas molares  $c_v$  e  $c_p$ . **(b)** calcule  $\beta$  e  $\kappa_T$ .