

# Primeira prova de Biofísica - 2/12

Prof. Antônio Francisco Pereira de Araújo

cada questão vale 2 pontos

1. Considere três processos através dos quais um sistema arbitrário, determinado no equilíbrio pelo volume e temperatura absoluta, passa de um estado inicial  $(V_1, T_1)$  para um estado final  $(V_2, T_2)$ : (A) inicialmente a temperatura é aumentada *reversivelmente* de  $T_1$  a  $T_2$  e depois o volume é aumentado também *reversivelmente* de  $V_1$  a  $V_2$ ; (B) temperatura e volume são aumentados concomitantemente, e *reversivelmente*, de seus valores iniciais até seus valores finais; e (C) temperatura e volume são aumentados concomitantemente, mas *irreversivelmente*, de seus valores iniciais até seus valores finais. Diga quais das seguintes quantidades devem ser, ou não, necessariamente iguais entre si e justifique:
  - (a) O calor absorvido em (A),  $Q_A$ , e o calor absorvido em (B),  $Q_B$ .
  - (b) A variação de pressão,  $\Delta P$ , para o processo (B) e para o processo (C).
  - (c)  $\int dQ_A/T$  e  $\int dQ_C/T$  para os processos (A) e (C), respectivamente.
  - (d)  $\int dQ_B/T$ , para o processo (B), e a variação de entropia,  $\Delta S$ , para o processo (C).
2. Considere a equação dos gases ideais  $PV = nRT$ , ou  $P = \frac{nRT}{V}$ , onde  $P$  é a pressão,  $V$  o volume e  $T$  a temperatura absoluta.  $R$  é a constante dos gases e  $n$  o número de moles, que também pode ser considerado constante.
  - (a) Considerando a pressão como função da temperatura e do volume ( $P = P(V, T)$ ), calcule a sua diferencial total,  $dP$ .
  - (b) SEM USAR o critério de Euler, diga se a diferencial  $dP$  deve ser exata ou inexata e justifique.
  - (c) Usando o critério de Euler confirme a sua resposta do item anterior.
  - (d) Usando o critério de Euler verifique se a diferencial  $\frac{dP}{T}$  é exata ou inexata.
3. (a) Combinando a primeira lei da termodinâmica ( $dE = dQ + dW$ ) com a definição de entropia ( $dS = dQ_{rev}/T$ , ou  $dQ_{rev} = TdS$ ) e considerando que para um gás ideal  $dE = C_V dT$ , mostre que a variação de entropia para uma expansão *reversível* de

um gás ideal ( $dW = -PdV = -\frac{nRT}{V}dV$ ) onde a temperatura pode variar é dada por

$$\Delta S = C_V \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{V_2}{V_1}$$

- (b) A variação de entropia para um processo de expansão *irreversível* deve ser maior, menor, ou igual ao obtido pela fórmula acima ? Por que?
- (c) Considerando a expressão para a entropia de mistura de gases ideais,  $\Delta S_{\text{mix}} = -nR \sum_i X_i \ln X_i$ , onde  $X_i = n_i/n$  é a fração molar de cada gás  $i$  na mistura, calcule o aumento de entropia ao se misturar 2 mol de oxigênio com 8 mol de nitrogênio (Use nesta questão  $R = 1,987 \text{ cal}/(\text{mol K})$ ).
- (d) Use a mesma expressão item (c) para calcular o aumento de entropia ao se misturar 1 mol de oxigênio com 1 mol de oxigênio.
4. Uma amostra contendo 1 mol de um gás ideal monoatômico ( $PV = nRT$ ,  $E = \frac{3}{2}nRT$ ) está inicialmente em equilíbrio a 1 atm de pressão e 300 K. Uma pressão externa constante de 5 atm é aplicada repentinamente, comprimindo o gás irreversivelmente para um estado final de equilíbrio onde a pressão é 5 atm e a temperatura 400 K. Em relação a este processo, usando agora  $R = 0,082 \text{ (atm litro)}/(\text{mol K})$ :
- (a) Calcule a variação de volume  $\Delta V$  e de energia  $\Delta E$ .
- (b) Calcule o trabalho realizado sobre o sistema  $W$  e o calor absorvido  $Q$ .
- (c) Considerando o item (a) da questão anterior, calcule a variação de entropia  $\Delta S$ .
- (d) Calcule a variação de entalpia  $\Delta H = \Delta(E + PV)$ .
5. A espontaneidade de processos de interesse biológico é normalmente determinada pela variação da energia livre de Gibbs,  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ .
- (a) Discuta as condições para as quais esta equação indica a espontaneidade de um processo e explique sua relação com a segunda lei da termodinâmica.
- (b) Descreva, EM TERMOS DESTA EQUAÇÃO, a condensação do vapor d'água em temperatura baixa e ...
- (c) ... a baixa solubilidade em água de moléculas apolares (o chamado efeito hidrofóbico) e ...
- (d) ... a transição de fluido para gel (semelhante a uma transição líquido-sólido) de membranas biológicas em temperatura baixa, sabendo que ocorre liberação de calor durante este processo.