

# Primeira prova de Biofísica - 1/15

Prof. Antônio Francisco Pereira de Araújo

cada questão vale 2 pontos

1. Considere a equação dos gases ideais  $PV = nRT$ , ou  $V = \frac{nRT}{P}$ , 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 o volume como função da temperatura e da pressão ( $V = V(T, P)$ ), calcule a sua diferencial total,  $dV$ .
  - (b) SEM USAR o critério de Euler, diga se a diferencial  $dV$  deve ser exata ou inexata e justifique. Usando o critério de Euler confirme a sua resposta.
  - (c) Usando novamente o critério de Euler verifique se a diferencial  $PdV$  é exata ou inexata e diga se  $\int PdV$  pode ou não representar a variação de alguma propriedade?
  - (d) Que quantidade física é obtida da integral  $-\int PdV$  em uma expansão, ou compressão, reversível de um gás ideal?
2. 1 mol de gás ideal monoatômico (ou seja,  $PV = nRT$  e  $E = \frac{3}{2}nRT$ ) está inicialmente a 1atm de pressão e 300K. Uma *pressão constante* de 5atm foi aplicada *adiabaticamente* (i.e., sem troca de calor), comprimindo o gás *irreversivelmente* até que o volume diminuisse em 2 litros ( $\Delta V = -2$  l). O gás então se equilibrou neste novo volume ainda sem troca de calor com o meio. Usando  $R = 0.082$  (atm l)/(mol K), calcule:
  - (a) o trabalho realizado sobre o gás,  $W$ , e a variação de energia  $\Delta E$ .
  - (b) a variação de temperatura  $\Delta T$ , o volume inicial  $V_1$ , e a pressão final  $P_2$ , após o equilíbrio no novo volume.
  - (c) Sem fazer qualquer cálculo, diga e justifique se a variação de temperatura deveria ser maior, menor ou igual ao valor encontrado no item (b) caso a compressão pela mesma pressão externa e para o mesmo volume final não tivesse sido realizada adiabaticamente.
  - (d) Sem fazer qualquer cálculo, diga e justifique se a variação de temperatura seria maior, menor ou igual ao valor encontrado no item (b) caso a compressão adiabática para o mesmo volume final tivesse sido realizada *reversivelmente*.
3. Considere um sistema *isolado* fora do equilíbrio contendo 4g de água a 293K e 2g de gelo a 273K .
  - (a) Qual a quantidade de gelo que deve derreter para que a água esfrie de 293K para 273K. O calor de fusão do gelo é 80 cal/g e o calor específico da água é 1 cal/gK .
  - (b) Calcule a variação de entropia da água,  $\Delta S_{\text{água}}$ , do gelo,  $\Delta S_{\text{gelo}}$ , e a variação total,  $\Delta S_{\text{total}} = \Delta S_{\text{água}} + \Delta S_{\text{gelo}}$  durante o derretimento do gelo descrito em (a). Lembre que para um processo a temperatura constante temos simplesmente  $\Delta S = Q_{\text{rev}}/T$ , e quando a temperatura varia é necessário calcular a integral  $\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} (1/T)dQ_{\text{rev}} = \int_{T_1}^{T_2} (1/T)Cdt$  onde  $C = mc$  é a capacidade térmica do sistema, igual ao calor específico vezes a massa.

- (c) Considere um sistema semelhante, com 4g de água e 2g de gelo, mas ambos a 273K. Calcule a variação de entropia total para o processo no qual uma parte do gelo se derreteria, absorvendo calor da água, até que esta atingisse a temperatura de 253K.
- (d) O processo considerado em (b) é espontâneo? Por que? O processo descrito em (c) é espontâneo? Por que?
4. Considere a seguinte tabela de calores e energias livres de formação nas condições padrão de 1 atm e 298 K .

composto	$\Delta H_f^0$ kJ/mol	$\Delta G_f^0$ (kJ/mol)
CO <sub>2</sub> (g)	-393.5	-394.4
H <sub>2</sub> O(g)	-241.8	-228.6
glicose (s)	-1273.2	-910

- (a) Calcule a entalpia,  $\Delta H^0$ , e a energia livre,  $\Delta G^0$ , da reação de oxidação da glicose nas condições padrão:
- $$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
- (b) Calcule a entropia da reação,  $\Delta S^0$ , e explique se o sinal do valor encontrado é o que se espera intuitivamente.
- (c) A reação é espontânea nas condições padrão? Por que?
- (d) Um bioquímico observou que durante crescimento de uma colônia de bactéria alimentada com glicose, a 1atm e 298K, ocorria a liberação de  $\approx 800$  kJ de calor por mol de glicose consumida. Explique, em termos da primeira lei da termodinâmica, a discrepância com o valor de  $\Delta H^0$  encontrado em no item (a).
5. Explique em termos das contribuição entálpica ( $\Delta H$ ) e entrópica ( $\Delta S$ ) para a variação da energia livre de Gibbs  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ , as seguintes observações experimentais:
- (a) a evaporação da água a uma temperatura suficientemente alta.
- (b) a baixa solubilidade de moléculas apolares em água
- (c) o resfriamento do frasco dentro do qual ocorre a dissolução espontânea de uréia em água
- (d) a desnaturação tanto a quente quanto a frio de proteínas globulares.