



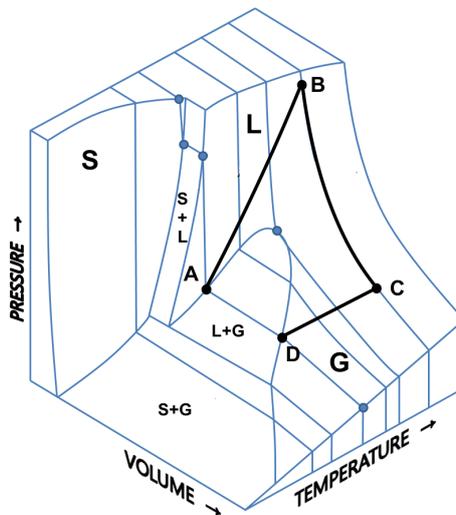
TERMODINÂMICA QUÍMICA

1º Teste

20 de Novembro de 2017

$$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 82,06 \text{ atm cm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$
$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0.9869 \text{ atm}$$

1. O diagrama seguinte representa o diagrama de fases pVT do CO_2 .



Um mole de CO_2 líquido, no ponto de bolha a 250K (estado A), foi aquecido **isocoricamente** até ao estado B, expandido **isotermicamente** até ao estado C e finalmente arrefecido **isobaricamente** até ao estado D, ponto de orvalho a 250K.

1.1. Esboce as projeções p- V_m e P-T do diagrama de fases, identificando as várias zonas, pontos e linhas características do diagrama, bem como os estados A, B, C e D e as transições entre estes estados.

1.2 O CO_2 líquido (estado A), inicialmente a $T_A = 250 \text{ K}$, $P_A = 17.85 \text{ bar}$ e $V_A = 42.075 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$, foi aquecido isocoricamente até 1200 bar (estado B). Sabendo que a energia absorvida no aquecimento foi de $4521 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ calcule a temperatura do estado B.

$$C_v(\text{CO}_2) = 41.1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

1.3 Estime o coeficiente térmico da pressão, γ_v , do CO_2 nesta transição. (Se não resolveu a questão 1.2 considere $T_B = 400 \text{ K}$).

1.4 O CO_2 (estado B) foi, sucessivamente, expandido **isotermicamente** até ao estado C e arrefecido **isobaricamente** até ao estado D. Calcule o volume molar nos estados C e D e o ΔV de vaporização a 250K.

$$\alpha_p(\text{CO}_2) = 4.781 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}; \beta_T(\text{CO}_2) = 0.003076 \text{ bar}^{-1}$$

2. Considere um mole de CO₂ gasoso a 298 K.
- 2.1 Calcule o volume molar do CO₂ gasoso a 298 K e 100 bar.
($B = -124 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$; $C = 4931 \text{ cm}^6 \cdot \text{mol}^{-2}$)
- 2.2 Represente o factor de compressibilidade, z , em função da pressão a 298 K.
- 2.3 Supondo que o CO₂ a 298 K e 100 bar e o CH₄ a 186 K e 62 bar estão em estados correspondentes, calcule o volume molar do CH₄ a 186 K e 62 bar.
(CO₂: $P_c = 73.8 \text{ bar}$; $T_c = 304.1 \text{ K}$; $V_c = 93.9 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$)
(CH₄: $P_c = 46.0 \text{ bar}$; $T_c = 190.4 \text{ K}$; $V_c = 99.2 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$)
3. Um mole de água líquida colocada a 150°C e 1 atm vaporiza espontânea e irreversivelmente.
- 3.1 Calcule a variação de entalpia da evaporação.
- 3.2 Calcule a variação de entropia do sistema na evaporação.
- 3.3 Calcule a variação de entropia do universo.
 $C_p(\text{H}_2\text{O}(l)) = 76.53 \text{ JK}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $C_p(\text{H}_2\text{O}(g)) = 36.29 \text{ JK}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\Delta H_v(100^\circ\text{C}) = 40.615 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
4. Um mole de um **gás ideal** inicialmente a 500 K é sujeito ao seguinte processo cíclico de 3 passos reversíveis.
- i) De A para B: **compressão adiabática** de 5 bar para 10 bar.
ii) De B para C: **arrefecimento isobárico**.
iii) De C para A: **expansão isotérmica**.
- 4.1 Calcule as variáveis p , V e T para cada um dos estados, A, B e C e represente o diagrama p - V que traduz o ciclo.
- 4.2 Calcule o calor (Q), o trabalho (W), a variação de energia interna (ΔU), a variação de entalpia (ΔH) e a variação de entropia (ΔS) para cada um dos passos.
- 4.3 Calcule Q , W , ΔU , ΔH e ΔS para o ciclo.
- 4.4 Mostre que para uma transformação adiabática de um gás ideal $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$.