



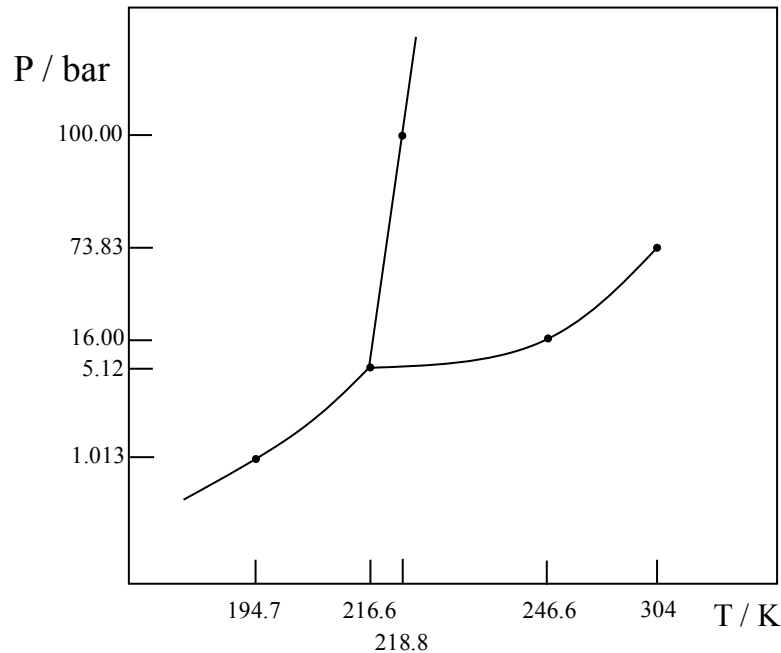
## TERMODINÂMICA QUÍMICA

### 1º Teste

28 de Outubro de 2014

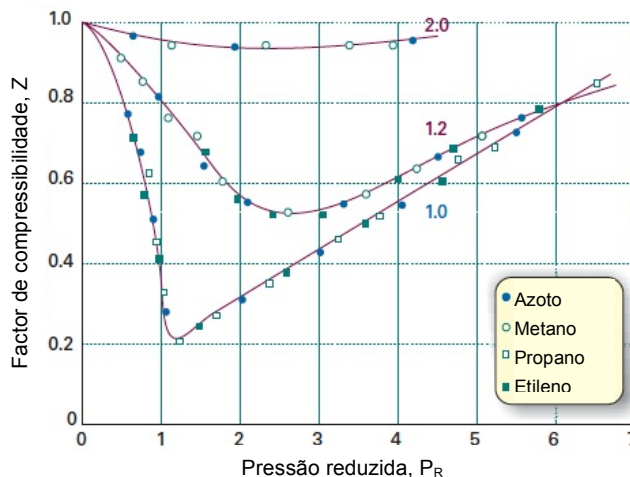
$$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 83,14 \text{ bar m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 82,06 \text{ atm cm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

1. A figura seguinte representa a projeção  $p$ - $T$  do diagrama de fases do  $\text{CO}_2$ . A figura não está à escala, embora os valores sejam reais.



- 1.1 Identifique as várias zonas, linhas e pontos característicos do diagrama, indicando o número de graus de liberdade que o sistema apresenta em cada estado.
- 1.2 Usando os dados do diagrama de fases, construa a projeção  $pV_m$  do  $\text{CO}_2$ . Inclua todos os pontos apresentados na projeção  $pT$  e identifique as várias zonas, linhas e pontos do diagrama que traçar.
- 1.3 Uma mole de  $\text{CO}_2$  colocada num compressor a 246.6 K e 16 bar apresenta um volume molar de  $0.1 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ . Assinale este estado nas projeções  $pT$  e  $pV_m$ . Diga quantas e quais as fases presentes, as suas quantidades relativas e volumes. (Os volumes molares do  $\text{CO}_2$  líquido e gasoso em equilíbrio a 246.6 K e 16 bar são, respectivamente,  $V_{\text{mliq}} = 0.042 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$  e  $V_{\text{mgas}} = 1.056 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ).
2. A energia necessária para aquecer, à pressão constante de uma atmosfera, uma mole de  $\text{CO}_2$  de 190 K até 205 K é 25.97 KJ. Sabendo que, à pressão de uma atmosfera, o  $\text{CO}_2$  sublima a 194.7 K, estime a entalpia de sublimação do  $\text{CO}_2$ . ( $C_p(\text{CO}_2(\text{s})) = 55 \text{ KJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $C_p / \text{JK}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}(\text{CO}_2(\text{g})) = 44.22 + 8.79 \times 10^{-3} T$ )
3. Uma mole de água líquida a 246.6K e 4MPa ocupa um volume de  $22.54 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ . Qual o seu volume a 350K e 15MPa. ( $\kappa_T = 8.76 \times 10^{-4} \text{ MPa}^{-1}$ ;  $\alpha_p = 2.14 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ )

4. Mostre que para um gás ideal  $\kappa_T = 1/p$  e  $\alpha_p = 1/T$ .
5. No gráfico seguinte está representado o factor de compressibilidade em função da pressão reduzida, a diferentes temperaturas reduzidas, para uma série de substâncias.



Usando os dados do gráfico, calcule o volume molar do etano a 366.5 K e 195.2 bar. ( $C_2H_6$ :  $P_c = 48.8\text{MPa}$  ;  $T_c = 305.4\text{K}$  ;  $V_c = 148.3\text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ )

6. Uma mole de um gás ideal a 500K e 3MPa (estado A) foi:
- Expandida isotérmica e reversivelmente até à pressão de 2 MPa (estado B).
  - Seguidamente, expandida adiabaticamente até à pressão de 1 MPa (estado C).
- 6.1 Qual a pressão, temperatura e volume do gás em cada um dos estados?
- 6.2 Represente as transformações num diagrama pV.
- 6.3 Calcule a variação de energia interna, a variação de entalpia, o trabalho realizado e o calor trocado em cada uma das transformações.
7. A figura apresenta uma representação genérica do potencial intermolecular entre duas partículas de um gás real. Na mesma figura represente o potencial intermolecular entre duas partículas de gás ideal e entre duas partículas de um gás formado por esferas rígidas.

