

Utilize caso achar necessário  $R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ,  $R = 0,082057 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ,  $R=82,05745 \text{ cm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ,  $R=1,897 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . Justifique sua resposta e mostre as etapas de cálculo. Não esqueça das unidades!

1) Em um experimento realizado com 1,0000 mol de  $\text{N}_2$  gasoso a  $0,00^\circ\text{C}$ , os seguintes volumes foram observados em função da pressão:

P/atm	1,0000	3,0000	5,0000
V/cm <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup>	22405	7461,4	4473,1

a) Utilizando esses dados, calcule o valor da constante universal dos gases R. Detalhe o procedimento usado.

2) A equação  $P = RT/(V_m - b)$  é algumas vezes utilizada para descrever o comportamento de gases reais.

a) É possível liquefazer gases que seguem essa equação? Justifique seu raciocínio. Sugestão: considere a similaridade da equação com a equação de van der Waals.

b) Discuta as condições que uma equação deve satisfazer para ser empregada como uma equação de estado de um gás real e *verifique* se a equação acima satisfaz tais condições (ou seja, demonstre matematicamente).

3) Os valores de pressão interna ( $\pi_T$ ) de amostras de  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$  e  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  a 500 K e pressões próximas a ambiente foram determinados.

a) Explique o significado físico da pressão interna.

b) Para cada um desses gases, nessas condições, você espera que o valor da pressão interna  $\pi_T$  seja igual, menor ou maior que zero? Discuta as condições de contorno consideradas e explique o raciocínio.

4) Novos solventes são importantes para a obtenção de novos compostos, reações, materiais, propriedades, etc. Uma abordagem interessante é o uso de espécies nas suas condições supercríticas, sendo o  $\text{CO}_2$  é um dos maiores representantes desta aplicação.

a) Calcule a variação de entalpia na compressão isotérmica de 1 mol de  $\text{CO}_2$  de 0 atm a 10 atm a 300 K. Para tal, considere que o  $\text{CO}_2$  não pode ser considerado com um gás ideal nessas condições e utilize os dados abaixo:

Calor específico do  $\text{CO}_2$  em função da temperatura:

$$C_{P,\text{CO}_2} (\text{J/K mol}) = 26,00 + 43,5 \left( \frac{10^{-3}T}{\text{K}} \right) \quad 273 < T < 1500\text{K}$$

Valores dos coeficientes de Joule-Thomson do  $\text{CO}_2$  em função da pressão:

$$\mu_{JT,\text{CO}_2} (\text{K/atm}) = 0,94 - 0,0027 \left( \frac{P}{\text{atm}} \right) - 1,51 \left( \frac{10^{-5}P^2}{\text{atm}^2} \right) \quad 0 < P < 100 \text{ atm}$$

Justifique sua abordagem e mostre as passagens utilizadas.

5) “O que acontece em Las Vegas fica em Las Vegas.” Entretanto, não é segredo que os cassinos da cidade do pecado enriquecem a atmosfera dos salões com  $O_{2(g)}$  para manter os jogadores acordados e dispostos a jogar (e perder) sem parar.

a) Dado que, normalmente, o oxigênio é expandido a partir de um cilindro a 100 atm para a pressão atmosférica, calcule  $\Delta U$ ,  $q$  e  $w$  quando 2,00 mol de  $O_2$  são reversivelmente expandidos a 298 K (temperatura típica do deserto de Nevada), até  $P=1$  atm, *considerando  $O_2$  um gás ideal*. Justifique hipóteses e suposições.

b) Se o  $O_2$  for considerado como um gás real com coeficiente de Joule-Thomson positivo nessas condições, você espera que a expansão diminua ou aumente a temperatura do  $O_2$  durante sua expansão? Explique.