



TERMODINÂMICA QUÍMICA

MEQ

EXAME FINAL

20 de Julho de 2020

$R = 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.3145 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 82.06 \text{ atm cm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 83.1447 \text{ bar cm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $1 \text{ bar} = 0.9869 \text{ atm} = 100 \text{ kPa} = 750 \text{ Torr}$;

$1 \text{ atm} \times 1 \text{ dm}^3 = 101,325 \text{ J}$; $1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$

Duração total: 45 min cada parte, incluindo 10 min para a submissão.

Cotação: I- 5 val; II- 5 val.; III- 4 val.; IV- 6 val.

1ª PARTE

I (20 min)

Uma mole de metano a 0°C e 100 atm sofre uma expansão isotérmica até 10 atm . Considerando que o gás se comporta como perfeito, calcule:

- O trabalho realizado se a expansão se der em dois passos rápidos, primeiro até 50 atm e depois até 10 atm .
- O trabalho realizado se a expansão for realizada num único passo reversível.
- A variação de entropia do sistema, das vizinhanças e total na expansão reversível.

II (15 min)

Considere uma amostra de gás natural a 300 K e 20 bar , formada por metano (1), etano (2) e azoto (3), de composição $y_1=0.85$ e $y_2=0.10$.

- Mostre que para um gás puro que obedece à equação de virial $Z = 1 + \frac{Bp}{RT}$, o coeficiente de fugacidade é dado por $\ln\phi = \frac{Bp}{RT}$.

Considere que $\ln\phi = \frac{1}{RT} \int_0^p \left(V_m - \frac{RT}{p} \right) dp$

- b) Calcule a fugacidade do metano puro nas condições da amostra sabendo que $B_{11} = -42 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ a 300 K.
- c) Estime a fugacidade do metano na mistura usando a regra de Lewis-Randall. Comente a aplicabilidade desta regra nas condições descritas.



TERMODINÂMICA QUÍMICA

MEQ

EXAME FINAL

20 de Julho de 2020

$R = 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.3145 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 82.06 \text{ atm cm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 83.1447 \text{ bar cm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $1 \text{ bar} = 0.9869 \text{ atm} = 100 \text{ kPa} = 750 \text{ Torr}$;

$1 \text{ atm} \times 1 \text{ dm}^3 = 101,325 \text{ J}$; $1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$

Duração total: 45 min cada parte, incluindo 10 min para a submissão.

Cotação: I- 5 val; II- 5 val.; III- 4 val.; IV- 6 val.

2ª PARTE

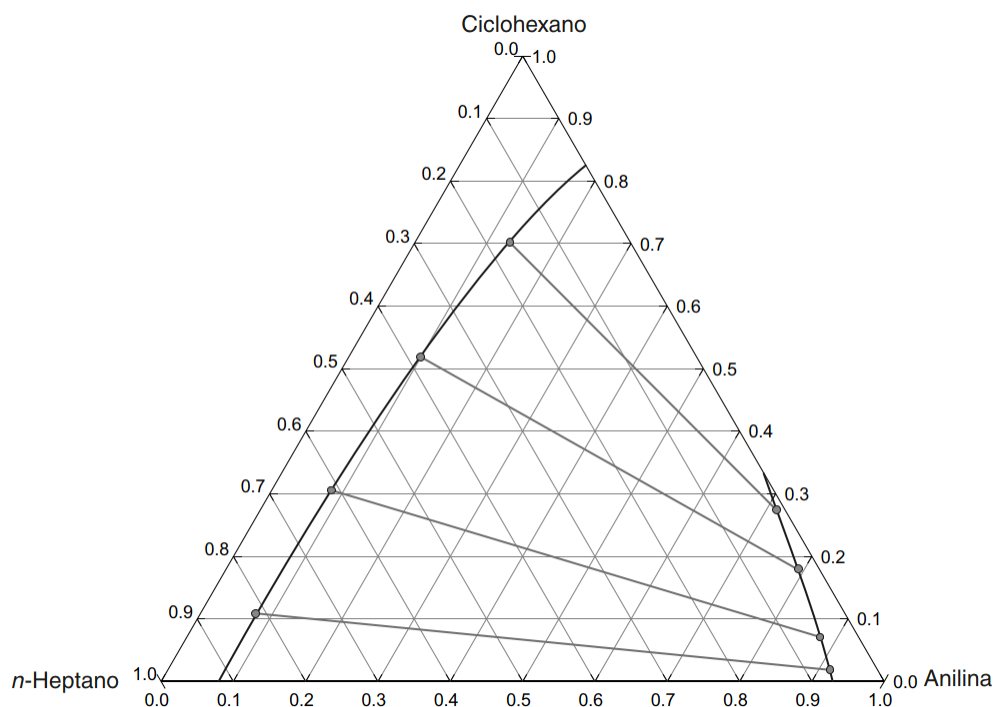
III (10 min)

A mistura água (1) e etanol (2) apresenta um azeótropo à temperatura de 78,15°C e à pressão atmosférica, com a composição ponderal de 95,6 %. As temperaturas de ebulição normal da água e do etanol são respectivamente 100 °C e 78,3 °C.

- Esboce o qualitativamente o diagrama temperatura composição à pressão atmosférica.
- Qual o componente que se pode obter puro por destilação fracionada de uma mistura equiponderal? Justifique.
- Esta mistura apresenta desvios negativos ou positivos à lei de Raoult? Justifique.

IV (25 min)

Na figura seguinte está representado o diagrama ternário da mistura ciclohexano ($M= 84 \text{ g mol}^{-1}$)/ n -heptano ($M= 100.2 \text{ g mol}^{-1}$)/ anilina ($M= 93.13 \text{ g mol}^{-1}$), à pressão atmosférica e à temperatura de 25°C .



- a) Quais os valores da solubilidade do ciclohexano e do n -heptano na anilina?
- b) A 25°C adicionaram-se 139,7 g de anilina a uma mistura contendo 62,62 g de n -heptano e 31,5 g de ciclohexano.
- Diga quais as fases que se obtêm, respectivas composições e quantidades relativas.
 - Por adição de um dos três componentes, pretende-se obter uma única fase líquida. Qual o componente que se deve adicionar em menor quantidade? Calcule a quantidade mínima a adicionar.

Nota: Não é necessário imprimir o diagrama. A leitura dos pontos pode fazer-se facilmente no monitor.