Grupo I

1. Em um calorímetro é possível adicionar uma quantidade conhecida de energia a uma substância. Se forem adicionados 70 kJ/mol de calor a um liquido sub-resfriado a 25°C sob pressão atmosférica, qual a temperatura que as seguintes substâncias vão alcançar e qual vazão molar de combustível a 25°C necessária para produzir um mol de vapor de cada substância na temperatura final?

Substâncias: Metanol e Propileno

Para calcular a temperatura final do metanol, por ser líquido pode-se usar a seguinte equação:

Onde:

Para o metanol líquido:

Assim:

Substituindo os valores, onde Q = 70 kJ/mol = 70000 J/mol e Ti = 25 °C = 298,15 K e R = 8,314 J/molK e n = 1 mol/s.

Para a temperatura de ebulição do metanol Tf = 78,37 °C = 351,52 K. Encontra-se que Q = 3847,95 J. Dessa forma, para 1 mol todo o metanol irá entrar em ebulição. Assim o calor restante de 70000 – 3847,95 = 66152,05 J irá vaporizar e aquecer a substância. A entalpia de vaporização do metanol é de 37600 J/mol, portanto após a vaporização de 1 mol do álcool irá restar 66152,05 – 37600 = 28552,05 J para aquecer o vapor de metanol. Pelo balanço de energia:

Considerando o gás real temos que:

Onde:

Para o metanol gasoso:

Ao integrar, novamente temos a equação (1). Substituindo Ti = 351,52 K e as constantes temos:

Para calcular a entalpia residual usa-se a seguinte equação:

Para o metanol:

Assim temos que:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Tr*** | ***Pr*** | ***B*0** | ***B*1** | **dB0/dTr** | **dB1/dTr** | ***HR*/*RTc*** | ***HR* (J mol-1)** |
| 0,6858 | 0,0124 | -0,6887 | -0,6997 | 1,7999 | 5,1339 | -0,0531 | -226,51 |

Substituindo na equação (2):

Onde

Iterando no excel encontra-se que Tf = 785,33 K

Usando propileno a 25 °C temos que sua entalpia de formação é de 19710 J/mol. A combustão segue a seguinte reação:

Nessa temperatura temos as seguintes entalpias de formação para o oxigênio, água e dióxido de carbono:

Assim temos que a entalpia de combustão do propileno é de:

Assim, considerando que todo esse calor é usado para fornecer a taxa de calor do calorímetro temos que:

2)

Um gás real a 400 °C e 101,325 kPa, flui a 20 kg/s e aquece um liquido real em ebulição a 101,325 kPa. O liquido real entra no ebulidor a 75 kPa, muda de fase e deixa o equipamento como gás superaquecido na mesma pressão e 150°C. Se o gás real resfria até 170 °C perdendo calor para as vizinhanças a 25 °C a uma taxa de 80 kJ/kg de vapor gerado, qual a taxa de vapor gerado?

Substâncias: Gás nitrogênio e etanol líquido.

Para calcular a taxa de transferência de calor, partimos do balanço no gás. Temos que:

Para calcular a integral sabemos que:

Para o nitrogênio:

Assim:

Com Tf = 170 °C = 443,15 K e Ti = 400 °C = 673,15 K temos que:

Para calcular as entalpias residuais do nitrogênio usa-se os seguintes dados:

Assim, usando a equação do exercício anterior encontramos que em T1 = 673,15 K e P1 = 101,325 kPa = 1,01325 bar temos que:

em T2 = 443,15 K e P2 = 1,01325 bar:

Assim:

Calculando a variação de entalpia para o etanol:

Assim:

Calculando a temperatura de ebulição do etanol à 75 kPa, usamos Antoine:

Isolando T:

Para o etanol:

Assim:

Sendo Ti = 343,95 K e Tf = 150 °C = 423,15 K temos que, substituindo na integral:

Para calcular as entalpias residuais do etanol usa-se os seguintes dados:

Assim, usando a equação do exercício anterior encontramos que em T1 = 343,95 K e P1 = 75 kPa = 0,75 bar temos que, usando as equações do exercício 1:

em T2 = 423,15 K e P1 = 75 kPa = 0,75 bar:

Assim, sendo a entalpia de vaporização do etano de 38,7 kJ/mol e sua massa molar 0,046 kg/mol:

Assim, considerando que o gás troca calor com o etanol e a vizinhança:

Onde o calor trocado com a vizinhança é de 80 kJ/kg:

Assim:

1. Determine a Fugacidade e o Coeficiente de fugacidade para as seguintes misturas reais de gases em concentração equimolar a 200 °C e 100 kPa:

Grupo I –Nitrogênio/Argônio

Nessas condições, considera-se que ambos estão em estado de vapor.

Dados:

Para o nitrogênio:

Para o argônio:

Dessa forma, para as substâncias puras:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | N2 | Ar |
| T (K) | 473,15 | 473,15 |
| P (bar) | 1 | 1 |
| Tr | 3,7492 | 3,1355 |
| Pr | 0,0294 | 0,0204 |
| B0 | 0,0321 | 0,0152 |
| B1 | 0,1383 | 0,1376 |
| B^ii | 0,0373 | 0,0152 |
| Bii | 11,518 | 3,894 |

Onde

Assim, calculando os parâmetros de mistura (considerando N2 e Ar quimicamente iguais, kij = 0):

Assim temos que para a mistura:

|  |  |
| --- | --- |
|  | Mistura |
| T (K) | 473,15 |
| wij | 0,019 |
| Tc | 137,9985 |
| Tr | 3,4287 |
| B0 | 0,0242 |
| B1 | 0,1380 |
| B^ij | 0,0269 |
| Bij | 7,565 |

Para calcular os coeficientes usa-se a seguinte equação:

Calculando :

Assim:

Calculando as fugacidades pela definição: