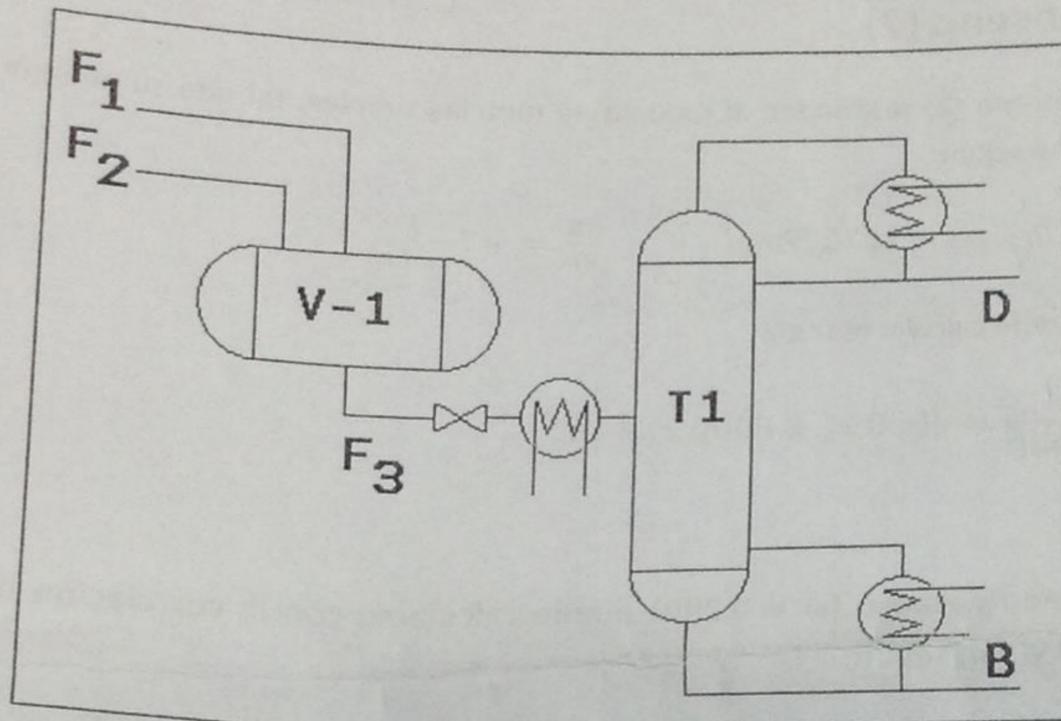


76.45. - TERMODINAMICA DE LOS PROCESOS
EVALUACIÓN PARCIAL - 1°C 2014

NOMBRE: _____

PADRÓN: _____

El ciclohexano, además de ser un solvente no polar muy utilizado, es empleado en la fabricación de las fibras de nylon. Uno de los procesos más difundidos para su obtención a escala industrial es la hidrogenación del benceno presente en fracciones de naftas, que ocurre en fase líquida sobre catalizadores de Ni o Pt. Dependiendo de la composición de la fracción utilizada como alimentación se obtienen corrientes de distinta composición (principalmente ciclohexano/benceno) que reciben distintos tratamientos. Dado que la separación del ciclohexano por destilación es difícil, se está evaluando una modificación en el tren de fraccionamiento de una planta química. El siguiente es un esquema simplificado del mismo:



La corriente F_1 es una mezcla equimolar (100 kmol/h), mientras que la corriente F_2 (50 kmol/h) es un producto intermedio con una relación molar ciclohexano (1)/benceno (2) de 4:1. Se dispone de ambas corrientes a temperatura ambiente (20°C) y a presión atmosférica. Sabiendo que desea recuperar el 80% del ciclohexano alimentado al V-1 en el destilado D, con una pureza mínima del 95%:

- 1) Obtenga la composición de fondo (B) de la columna T1.
- 2) Calcule el Q involucrado en el proceso de mezclado del V-1, si el sensor de temperatura de la corriente F_3 indica 293 K.

3) Se estudia utilizar una corriente de gas caliente (1500 m³/d de n-butano, densidad 0,112 kmol/m³) disponible a 3,5 bar(a) para calentar la corriente de fondo en el reboiler de la T-1. Sabiendo que el comportamiento del n-butano puede modelarse con virial truncado al segundo coeficiente y la correlación de Pitzer para el segundo coeficiente del virial, calcule la temperatura a la que se encuentra.

4) Un ingeniero indica que en función del resultado anterior y de los niveles térmicos de la columna, el n-butano no sirve para tal fin. A fin de utilizarla para otro servicio, se quiere conocer cuánta energía puede entregar la corriente de gas caliente antes de condensar (kJ/mol), suponiendo que su presión no cambia.

DATOS

Propiedades críticas y coeficientes de Antoine

	Mr	Pc [bar]	Tc [K]	ln (Psat/kPa) = A - B / (T [°C] + C)			Rango T [°C]
				A	B	C	
Benceno	78,140	48,98	562,2	13,782	2.726,81	217,572	0-104
Ciclohexano	84,161	40,73	553,6	13,657	2.723,44	220,618	9-105
Butano	58,000	37,96	425,1	13,6608	2154,70	238,789	-72-19

Mezclas ciclohexano (1)/ benceno (2)

Las mezclas líquidas ciclohexano (1)/benceno (2) responden al modelo de mezclas simples, tal que su energía libre de Gibbs de exceso puede modelarse según:

$$G^E = B_{(T)} x_1 x_2 \quad B_{(293K)} = 1270 \text{ J/mol} \quad \frac{dB}{dT} = -7 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

Además, la entalpía de dichas mezclas puede calcularse según:

$$H_{(x_1, x_2, T)} \left[\frac{\text{J}}{\text{mol}} \right] = 4000 x_1 + 6000 x_2 + H^E_{(T)}$$

n-Butano

El factor de compresibilidad del butano gaseoso ($\omega = 0,200$) puede calcularse con la correlación de Pitzer para el segundo coeficiente del virial, según:

$$z = 1 + \hat{B}_{(T)} \frac{P_r}{T_r} \quad B_0 = 0,083 - \frac{0,422}{T_r^{1,6}} \quad B_1 = 0,139 - \frac{0,172}{T_r^{4,2}}$$

$$Cp_{n-C_4}^{gi}/R = 1,935 + 0,036915 T - 11,402 \cdot 10^{-6} T^2 \quad [T] = K$$

Otras ecuaciones útiles:

Entropía de exceso:

$$S^E = - \frac{\partial(G^E)}{\partial T} \quad (P, x_i)$$

Entalpía residual:

$$\frac{H^{res}}{RT} = - \frac{T \partial \left(\frac{G^{res}}{RT} \right)}{\partial T} \quad (P, x_i)$$

Energía Libre de Gibbs (Virial+Pitzer):

$$\frac{G^R}{RT} = \frac{BP}{RT}$$

$$R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$