

## EXAMEN FINAL DE OPERACIONES INDUSTRIALES III

NOMBRE Y APELLIDO .....

### PARTE TEORICA

1.-En la destilación binaria como varía el  $\Delta D$  mínimo al disminuir la temperatura de mezcla de alimentación.

- A) El  $\Delta D$  mínimo no cambia al disminuir la temperatura de alimentación
- B) El  $\Delta D$  mínimo aumenta al disminuir la temperatura de alimentación
- C) El  $\Delta D$  mínimo disminuye al disminuir la temperatura de alimentación
- D) El  $\Delta D$  mínimo permanece invariable al disminuir la temperatura de alimentación
- E) Ninguna de las anteriores

2.- En una destilación binaria, admitiendo suposición Maccabe Thiele, con  $D=F$  y  $V'=F$ , donde la alimentación está vaporizada en un 100 % el valor del reflujo es:

- A)  $R = 0$
- B)  $R = 1$
- C)  $R = 2$
- D)  $R = 3$
- E) Ninguna

3.-La sección de una columna de absorción es una función de:

- A) De la composición de la mezcla gaseosa
- B) De la recuperación
- C) Del caudal de la mezcla gaseosa
- D) Del número de unidades de transferencia
- E) Ninguna

4.- La ley de Fick de la difusión desde el punto de vista vectorial tiene las mismas componentes que:

- a) La ley de Newton de la viscosidad
- b) Las leyes de Newton de la viscosidad y la Ley de Fourier de la conductividad de  $Q$
- c) La ley de Fourier de la Conductividad de  $Q$ .
- d) La ley de Bernullí de la energía

5.- En una torre empacada se introduce un flujo constante de una mezcla aire amoníaco y por la parte superior se introduce agua pura. La cantidad de agua se incrementa gradualmente. Como varia la caída de presión por unidad de altura y cuales son los valores para  $G_x=0$  y  $G_x$  muy grande.

### Parte Práctica

1.- Se tiene 4000 kg/h de una mezcla de acetona y agua con una concentración de 55 % en moles de acetona, la mezcla tiene una temperatura de 50 °C y  $C_p = 0.76$  Kcal/Kg °C. Esta mezcla se destila con el objetivo de recuperar el 90 % de la acetona que entra, de forma que el residuo contenga 92 % en moles de Agua y 8 % de Acetona que abandona en su punto de ebullición. El destilador está equipado con un condensador total donde se condensa hasta que el destilado salga a 35 °C. El reflujo utilizado es 3 veces el mínimo. Las propiedades físicas son: volatilidad relativa 2.5, las capacidades caloríficas de la acetona y del agua son: 0.4 Kcal/kg °C y 1 Kcal/Kg °C respectivamente, los calores latentes son: 50 Kcal/Kg y 500 Kcal/ Kg del agua y de la acetona respectivamente, las temperaturas de ebullición de la acetona y del agua son: 40 y 100 °C respectivamente. Calcular:

- a) Los flujos y composiciones del residuo y destilado
- b) El número de platos reales si la eficiencia global de platos es de 70%
- c) La cantidad de agua utilizada si entra a 20 °C y sale a 30 °C
- d) La cantidad de vapor de agua en el reboiler si entra a 2 atm. y a esta presión el calor latente es de 520 Kcal/kg
- e) La entalpía del vapor del penúltimo plato.
- f) El mínimo número de platos
- g) La ubicación del plato de alimentación



## EXAMEN FINAL DE OPERACIONES INDUSTRIALES III

NOMBRE Y APELLIDO .....

### PARTE TORICA

1.- En una destilación binaria, admitiendo suposición Maccabe Thiele, con  $F=2D$  y  $R=L/D= 1$ , donde la alimentación está vaporizada en un 50 % el valor del flujo de gas por debajo de la alimentación  $V'$  es igual a:

- ♦ A)  $V' = V$
- ♦ B)  $V' = F$
- ♦ C)  $V' = D$
- ♦ D)  $V' = L + D$
- ♦ E)  $V' = V - qF$
- ♦ F) Ninguno de los anteriores

2.-Una torre de absorción gaseosa opera con líquido puro, que entra por la parte superior con un caudal igual a la cantidad mínima de líquido, para esta columna se cumple:

- ♦ A) La torre no presenta canalización
- ♦ B) La concentración del gas que entra está en equilibrio con la concentración del líquido que abandona
- ♦ C) Los costos fijos (Equipo) tienden al infinito
- ♦ D) Los costos de operación tienden al infinito
- ♦ E) La altura de la torre es mínima
- ♦ G) B) y C)
- ♦ H) B) y D)
- ♦ F) C) y E)

3.-Si la altura de una unidad de transferencia en la fase gaseosa ( $H_y$ ) es igual a la altura de una unidad de transferencia en la fase líquida ( $H_x$ ) en un punto donde la pendiente de la curva de equilibrio tiene un valor de 0.2 y la pendiente de la curva de operaciones  $(L/V) = 2$ , entonces la altura total de una unidad de transferencia  $H_t$  está dado por:

- ♦ A)  $H_t = H_y$
- ♦ B)  $H_t = H_x$
- ♦ C)  $H_t = 0.1 H_y$
- ♦ D)  $H_t = 1.1 H_x$
- ♦ E)  $H_t = 1.2 H_y$
- ♦ F)  $H_t = 2 H_x$

4.- Una mezcla de benceno y tolueno con 94 % en peso de tolueno se somete a una destilación diferencial, hasta que el líquido residual tenga una concentración de 2% en moles de benceno, suponiendo que en este rango de concentraciones  $(1+x)$  es aproximadamente igual a 1 y la volatilidad relativa es igual a 2. Que porcentaje de la mezcla inicial se ha destilado:

- ♦ A) El 6 %
- ♦ B) El 7 %
- ♦ C) El 28, 57 %
- ♦ D) El 71,43 %
- ♦ E) El 5%
- ♦ F) Ninguno de los anteriores

5.- Durante la destilación de una mezcla binaria, en todo momento, la composición del destilado está en equilibrio con la composición del residuo. Está afirmación es correcta en:

- ♦ A) La destilación diferencial
- ♦ B) La columna de enriquecimiento
- ♦ C) La columna de agotamiento
- ♦ D) La columna de varios platos
- ♦ E) La destilación rápida
- ♦ F) En A) y E)
- ♦ G) Ningún caso

## EXAMEN FINAL DE OPERACIONES INDUSTRIALES III

NOMBRE Y APELLIDO .....

### PARTE PRACTICA

1.-Se tiene una torre empacada con anillos Raschig de una pulgada, de 1 m de diámetro y de 4 m de altura de empaque, se va utilizar para recuperar el 90% del soluto de una mezcla de amoníaco y aire con 10 % en moles de amoníaco, a la torre ingresa agua pura con un flujo de 97.02 Kmol/h, la curva de equilibrio esta dada por la ecuación  $y = 0.3 x$ , el peso molecular del amoníaco es 17 y la del aire 29, las condiciones de operación son  $P=1 \text{ atm}$  y  $T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , el coeficiente de transferencia medido experimentalmente es de  $K_y = 152 \text{ Kmol/ h m}^3$ . Cuando se introduce una cantidad de mezcla gaseosa se ha determinado que el número de unidades de transferencia es igual a 3. Que cantidad de mezcla se introduce y cuantas veces el mínimo es el líquido usado. El número de unidades de transferencia se define como:

$$N_y = \int_{y_1}^{y_2} \frac{dy}{(1-y)(y-y^*))} = 3$$

2.- 857 kilos/h de una mezcla benceno tolueno que contiene 45 % en moles de benceno, será fraccionada, a 1 atm de presión. Se desea recuperar en el destilado el 90% de benceno de forma que el residuo tenga 90% en moles de tolueno. La alimentación es líquido en su punto de ebullición, el destilado y el residuo se separan en su punto de ebullición. La cantidad de vapor de agua usado en el calderín es de 200 Kg/h con una presión de 2 atm y un calor latente de 530 Kca/kg. Las propiedades físicas son: volatilidad relativa 2, entalpia del benceno líquido saturado 30 Kcal /Kg y vapor saturado 120 Kcal/kg, entalpia del tolueno líquido saturado 40 Kcal/kg y vapor saturado de 130 kca/kg. Determinar:

- a) Cantidades y composiciones de destilado y de residuo
- b) El número de platos reales si la eficiencia global es de 75%
- c) La cantidad de agua fría utilizada en el condensador si ésta entra a 20 °C y sale a 60 °C
- d) Cuantas veces el mínimo es el reflujo de operaciones

## Examen Final y de Mesa de Operaciones Industriales

Nombre y Apellido.....

1.- 8570 kg/h de una mezcla benceno tolueno que contiene 45 % en moles de benceno, será fraccionada, a 1 atm de presión. Se desea recuperar en el destilado el 90% de benceno de forma que el destilado contenga 90% en moles de benceno. La alimentación es una mezcla vapor y líquido 10% de vapor, el destilado se retira a una temperatura de 60 °C y el residuo se separan en su punto de ebullición. La cantidad de vapor de agua usado en el calderín es de 25000 Kg<sup>3</sup>/h con una presión de 2 atm y un calor latente de 520 Kca/kg. Las propiedades físicas son: volatilidad relativa 3, entalpía del benceno líquido saturado 32.051Kcal /Kg y vapor saturado 108.974 Kcal/kg, entalpía del tolueno líquido saturado 38.043 Kcal/kg y vapor saturado de 125 kca/kg estos valores fueron determinados considerando una temperatura de referencia de 0°C. Las temperaturas de ebullición del benceno y tolueno son de 70 y 80 respectivamente. Determinar:

- a) Cantidades y composiciones de destilado y de residuo
- b) El reflujo de operaciones
- c) El número de platos reales si la eficiencia global es de 75%
- d) La cantidad de agua fría utilizada en el condensador si ésta entra a 20 °C y sale a 50
- e) Cuantas veces el mínimo es el reflujo de operaciones
- f) La composición en el penúltimo plato
- g) Las entalpías (líquido y vapor) en el penúltimo plato
- h) El número mínimo de platos

2.- 8500 Kg por de una mezcla benceno tolueno que contiene 50 % en moles de benceno, será fraccionado a 1 atm de presión en forma diferencial. Se evapora 40 % del líquido. La alimentación entra a 20 °C. Los vapores destilados son condensados y retirados en su punto de ebullición El vapor de agua utilizado en el calderín tiene una presión de 5 atm (Calor latente 518 Kcal/Kg). Las propiedades físicas son: volatilidad relativa 2 las entalpías del benceno líquido y vapor saturados son las que se dan en el problema anterior. Calcular la cantidad de agua en el calderín y la cantidad de agua en el condensador si entra a 20 y sale a 60.

3- El coeficiente de transferencia de masa global para la absorción de amoníaco en agua es  $K_{ya} = 200 \text{ Kmol/h m}^3$ , la sección es de  $0.6 \text{ m}^2$ . El flujo promedio de mezcla gaseosa que sube por la torre es de 60 Kmol/h, la composición la mezcla a la entrada es de 6 % en volumen de amoníaco y la cantidad de agua utilizada es tal que la composición del gas a la salida es de 0.1% en volumen. La curva de equilibrio esta dada por  $Y = 0.2X$  y la curva de operaciones en el rango de operaciones está dada por  $Y = 2X + 0.001$ . Calcular el número de unidades de transferencia total y la altura de la torre.

# Examen Final de Operaciones Industriales

Nombre y Apellido.....

1.-Si la altura de una unidad de transferencia en la fase gaseosa ( $H_y$ ) es igual a la altura de una unidad de transferencia en la fase líquida ( $H_x$ ) en un punto donde la pendiente de la curva de equilibrio tiene un valor de 0.2 y la pendiente de la curva de operaciones ( $L/V$ ) = 2, entonces la altura total de una unidad de transferencia  $H_t$  está dado por:

- ◆ A)  $H_t = H_x$
- ◆ B)  $H_t = 0.1 H_y$
- ◆ C)  $H_t = 1.1 H_x$
- ◆ D)  $H_t = 1.2 H_y$
- ◆ E)  $H_t = 2 H_x$
- ◆ Ninguno de los Anteriores

2.- En la destilación rápida de una mezcla líquida con 60 % en moles en el más volátil, con  $\alpha = 2.5$ , donde se evapora el 40% de la mezcla, el líquido residual condensado tiene una concentración de  $X_B$  igual a:

- A) Mayor a 0.75      B) Mayor a 0.50      C) entre 0.5 y 0.75      D) 0.414      E) ninguno

3.-La mínima cantidad de agua pura requerida en una torre de absorción de anillos raching de 1 pulgada, para separar 100 Kmol/h de  $SO_2$  y aire con 10 % en moles de  $SO_2$  y recuperar el 90 % de  $SO_2$ , suponiendo que la curva de equilibrio está dada por  $y = 0.8 x$ , donde  $x$  e  $y$  son fracciones molares, es de:

- a) 2 veces el líquido de operaciones
- b) 60 Kmol/h
- c) 90 Kmol/h
- d) Faltan datos para calcular
- e) 100 Kmol/h
- f) Ninguno de los anteriores

4.-Una torre de destilación continua se utiliza para separar una mezcla benceno-tolueno con 55 % en moles benceno, el destilado que se obtiene contiene 90% de moles de benceno y el residuo obtenido tiene  $X$  % en moles de tolueno. Si la torre tiene 6 platos como mínimo. Cuanto vale  $X_b$ , si  $\alpha = 2$ .

.....

## Parte Practica

1.- 8500 kilos/h de una mezcla benceno tolueno que contiene 50 % en moles de benceno, será fraccionada, a 1 atm de presión. Se desea recuperar en el destilado el 90% de benceno de forma que el residuo tenga 90% en moles de tolueno. La alimentación es vapor en su punto de ebullición, el destilado y el residuo se separan en su punto de ebullición. La cantidad de vapor de agua usado en el calderín es de  $25 \text{ m}^3/\text{h}$  con una presión de 2 atm y un calor latente de 500 Kcal/kg. Las propiedades físicas son: volatilidad relativa 3, entalpia del benceno líquido saturado 35 Kcal /Kg y vapor saturado 115 Kcal/kg, entalpia del tolueno líquido saturado 45 Kcal/kg y vapor saturado de 125 kcal/kg. Determinar:

- |  |           |
|--|-----------|
| a) Cantidades y composiciones de destilado y de residuo                                      | 5 Puntos  |
| b) El reflujo de operaciones   | 5 puntos  |
| c) El número de platos reales si la eficiencia global es de 75%                              | 10 Puntos |
| d) La cantidad de agua fría utilizada en el condensador si ésta entra a 20 °C y sale a 55 °C | 10 puntos |
| e) Cuantas veces el mínimo es el reflujo de operaciones                                      | 5 Puntos  |
| f) La composición en el penúltimo plato  | 5 Puntos  |
| g) Las enalpías (líquido y vapor) en el penúltimo plato                                      | 5 Puntos  |
| h) El numero minimo de platos  | 5 Puntos  |

## Examen Final y de mesa de Operaciones Industriales

Nombre y Apellidos.....

1.-En una torre de absorción que opera con un flujo constante de mezcla gaseosa, se va aumentando el flujo de líquido ¿Hasta que valor de flujo de líquido puede incrementarse para una operación económicamente óptima?

- A) Hasta el punto de carga
- B) Hasta una alta caída de presión por unidad de altura
- C) Hasta que el flujo de líquido sea 2 veces el mínimo
- D) Hasta que la canalización alcance su mayor valor
- E) Hasta la velocidad del gas sea 90% de la de inundación
- F) Hasta que los costos de operación sean mínimos
- G) Hasta que los costos fijos sean máximos
- H) Ninguno

2.- Se desea separar una mezcla gaseosa de aire y  $\text{NH}_3$ : por medio de dos columnas empacadas construidas con los mismos materiales, la primera columna tiene un diámetro de 0.5 m y una altura de 6 m, la segunda tiene un diámetro de 1 m y una altura de 3 m. El líquido de absorción utilizado es agua y se desea producir **cantidades iguales de dos calidades** de solución de agua y  $\text{NH}_3$ . Las soluciones se denotan con S1 y S2, La concentración de S1 es mayor a S2. Considerando que la capacidad total de las dos columnas es menor a la capacidad total demandada de las soluciones. Como es la relación de flujos y la asignación de cada una de las columnas:

- A) asignación indistinta y flujos iguales
- B) asignación S2 a la primera columna y flujos iguales
- C) asignación S1 a la primera y flujo a tope
- D) asignación S1 a la segunda y mayor flujo que la primera
- E) asignación S2 a la primera y flujo a tope
- F) A y B
- G) B y E
- H) D y E

3.- En la destilación rápida de una mezcla líquida con 40 % en moles en el más volátil, con  $\alpha = 2$ , donde se evapora el 50% de la mezcla, el líquido residual condensado tiene una concentración de  $X_B$  igual a:

- A) mayor a 0.75
- B) mayor a 0.50
- C) entre 0.5 y 0.75
- D) 0.414
- E) ninguno

4.-Una torre de destilación continua se utiliza para separar una mezcla benceno-tolueno con 60 % en moles benceno, el destilado que se obtiene contiene 95% de moles de benceno y el residuo obtenido tiene X % en moles de tolueno. Si la torre tiene 6 platos como mínimo. Cuanto vale X, si  $\alpha = 2$ . .....

5.- 100 Kmol de una mezcla benceno tolueno con 50 % en peso de tolueno se somete a destilación rápida, donde se evapora el 40% en moles de la alimentación de la alimentación. Calcular el  $\alpha$  si el residuo tiene una concentración de 60 % en moles de benceno.

1.- 857 kilos/h de una mezcla benceno (PM=78) y Tolueno (PM=92) que contiene 45 % en moles de benceno, será fraccionada, a 1 atm de presión. Se desea recuperar en el destilado el 90% de benceno de forma que el residuo tenga 90% en moles de tolueno. La alimentación es una mezcla de líquido y vapor con 25 % de líquido. el destilado y el residuo se separan en su punto de ebullición. La cantidad de agua usado en el condensador es de  $30 \text{ m}^3/\text{h}$ , que entra a 20 y sale 60 °C, El  $C_p = 1 \text{ Cal/g } ^\circ\text{C}$  y la densidad  $1000 \text{ Kg/m}^3$ . Las propiedades físicas son: volatilidad relativa 3, entalpia del benceno líquido saturado 30 Kcal /Kg y vapor saturado 110 Kcal/kg, entalpia del tolueno líquido saturado 35 Kcal/kg y vapor saturado de 120 kca/kg. Determinar por McCabe Thiele.

- a) Cantidades y composiciones de destilado y de residuo
- b) El número de platos reales si la eficiencia global es de 75%
- c) La cantidad de vapor de agua si entra a 5 atm de presión manométrica.
- d) Cuantas veces el mínimo es el reflujo de operaciones

## Examen Final y de mesa de Operaciones Industriales III (17/7/2002)

Nombre y Apellidos.....

1.-En una torre de absorción que opera con un flujo constante de mezcla gaseosa, se va aumentando el flujo de líquido ¿Hasta que valor de flujo de líquido puede incrementarse para una operación económicamente óptima?

- A) Hasta el punto de carga
- B) Hasta una alta caída de presión por unidad de altura
- C) Hasta que el flujo de líquido sea 2 veces el mínimo
- D) Hasta que la canalización alcance su mayor valor
- E) Hasta la velocidad del gas sea 90% de la de inundación
- F) Hasta que los costos de operación sean mínimos
- G) Hasta que los costos fijos sean máximos
- H) Ninguno

2.- Se desea separar una mezcla gaseosa de aire y  $\text{NH}_3$ ; por medio de dos columnas empacadas construidas con los mismos materiales, la primera columna tiene un diámetro de 0.5 m y una altura de 6 m, la segunda tiene un diámetro de 1 m y una altura de 3 m. El líquido de absorción utilizado es agua y se desea producir **cantidades iguales de dos calidades** de solución de agua y  $\text{NH}_3$ . Las soluciones se denotan con S1 y S2, La concentración de S1 es mayor a S2. Considerando que la capacidad total de las dos columnas es menor a la capacidad total demandada de las soluciones. Como es la relación de flujos y la asignación de cada una de las columnas:

- A) asignación indistinta y flujos iguales
- B) asignación S2 a la primera columna y flujos iguales
- C) asignación S1 a la primera y flujo a tope
- D) asignación S1 a la segunda y mayor flujo que la primera
- E) asignación S2 a la primera y flujo a tope
- F) A y B
- G) B y E
- H) D y E

3.- En la destilación rápida de una mezcla líquida con 50 % en moles en el más volátil, con  $\alpha = 2$ , donde se evapora el 50% de la mezcla, el líquido residual condensado tiene una concentración de  $X_B$  igual a:

- A) mayor a 0.75
- B) mayor a 0.50
- C) entre 0.5 y 0.75
- D) 0.414
- E) ninguno

4.- Para calcular el reflujo R en una destilación binaria suponiendo comportamiento Maccabe Thiele, a partir del balance de masa y la cantidad de agua utilizado en el condensador se necesitan datos de:

- A)  $\lambda_D$ ,  $C_p$  y  $T_e$  y  $T_s$
- B)  $\lambda_B$ , F, B
- C)  $\lambda_D$ , F, D y  $\alpha$
- D)  $\lambda_B$ , F, D y q
- E) ninguno

5.-Una torre de destilación continua se utiliza para separar una mezcla benceno-tolueno con 60 % en moles benceno, el destilado que se obtiene contiene 95% de moles de benceno y el residuo obtenido tiene X % en moles de tolueno. Si la torre tiene 7 platos como mínimo. Cuanto vale X, si  $\alpha = 2$ . .....

### Parte práctica

1.- 8430 Kg por hora de una mezcla benceno tolueno que contiene 55 % en moles de benceno, será fraccionado a 1 atm de presión. Se desea recuperar en el destilado el 95% de benceno, de forma que el destilado tenga una concentración de 95 % en moles de Benceno. La alimentación se precalentará hasta vaporizar el 30%. Los vapores destilados son condensados y retirados en su punto de ebullición,. La cantidad de calor suministrado en el reboiler es de 1000000 Kcal/hora. El vapor de agua a cielo abierto tiene un calor latente de 513 Kcal/Kg. Las propiedades físicas son: volatilidad relativa 2 las entalpías del benceno líquido y vapor saturados son de 30 y 120 Kcal/Kg, respectivamente y las entalpías del tolueno líquido y vapor saturados son de 40 y 130 Kcal/Kg respectivamente. Las temperaturas de ebullición del benceno y tolueno son de 70 y 90 °C respectivamente. Determinar:

- a) Flujos de destilado y residuo que se obtiene.
- b) El número de platos reales si la eficiencia global es de 70 %.
- c) La composición del penúltimo plato en la parte superior.
- d) La cantidad de agua utilizado en el condensador si entra a 20°C y sale a 50 °C.
- e) Cuántas veces el mínimo es el reflujo usado
- f) La cantidad de vapor agua utilizado en el reboiler.



Examen Final y de mesa de Operaciones Industriales III (29/6/2004)

Nombre y Apellidos.....

1.-En una torre de absorción que opera con un flujo constante de líquido que entra en la parte superior, se va aumentando el flujo de mezcla gaseosa. ¿Hasta que valor de flujo de gas es posible incrementar para una operación económicamente óptima?

- |  |   |
|--|---|
| A) Hasta el punto de carga                                 | B) Hasta una alta caída de presión por unidad de altura |
| C) Hasta que el flujo de gas sea igual al flujo de líquido | D) Hasta que la canalización alcance su mayor valor     |
| E) Hasta que la relación L/V sea 60% de la de inundación   | F) Hasta que los costos de operación sean mínimos       |
| G) Hasta que la relación L/V de costos totales mínimos     | H) Ninguno  |

2.- Se desea separar una mezcla gaseosa de aire y  $\text{NH}_3$ : por medio de dos columnas empacadas construidas con los mismos materiales, la primera columna tiene un diámetro de 0.3 m y una altura de 6 m, la segunda tiene un diámetro de 1 m y una altura de 4 m. El líquido de absorción utilizado es agua y se desea producir **cantidades iguales de dos calidades** de solución de agua y  $\text{NH}_3$ . Las soluciones se denotan con S1 y S2, La concentración de S2 es mayor a S1. Considerando que la capacidad total de las dos columnas es menor a la capacidad total demandada de las soluciones. Como es la relación de flujos y la asignación de cada una de las columnas:

- |  |  |
|--|--|
| A) asignación indistinta y flujos iguales    | B) asignación S1 a la primera columna y flujos iguales     |
| C) asignación S1 a la primera y flujo a tope | D) asignación S2 a la segunda y mayor flujo que la primera |
| E) asignación S2 a la primera y flujo a tope | F) A y B   |
| G) B y E                                     | H) D y E   |

3.- En la destilación rápida de una mezcla líquida con 40 % en moles en el más volátil, con  $\alpha = 2$ , donde se evapora el 50% de la mezcla, el líquido residual condensado tiene una concentración de  $X_B$  igual a:

- A) mayor a 0.75      B) mayor a 0.50      C) entre 0.5 y 0.75      D) 0.318      E) ninguno

4.- En una torre de destilación la alimentación ingresa en su punto de ebullición, el Calor latente del destilado  $2/3$  del calor latente del residuo, la relación existe entre  $q_r$  y  $q_c$ , está dado por ..... suponiendo comportamiento Maccabe Thiele

5.-Mediante el balance de masa se conocen todos los flujos y sus composiciones de entrada y salida para torre de absorción. Deducir una relación entre el numero de unidades de transferencia total y la integral I del pizarrón.

### Parte práctica

1.- 8430 Kg por de una mezcla benceno tolueno que contiene 55 % en moles de benceno, será fraccionado a 1 atm de presión en forma diferencial. Se evapora hasta que el residuo tenga 30% en peso de benceno. La alimentación entra a 30 °C. Los vapores destilados son condensados y retirados en su punto de ebullición El vapor de agua utilizado en el calderón tiene una presión de 5 atm. Las propiedades físicas son: volatilidad relativa 2 las entalpías del benceno líquido y vapor saturados son de 30 y 120 Kcal/Kg, respectivamente y las entalpías del tolueno líquido y vapor saturados son de 40 y 130 Kcal/Kg respectivamente. Las temperaturas de ebullición del benceno y tolueno son de 90 y 100 respectivamente. Las  $C_p$  de benceno y tolueno es de 0.45 y 0.5 Kcal/kg °C respectivamente. Calcular la cantidad de agua en el calderín y la cantidad de agua en el condensador si entra a 20 y sale a 60 °C.

2.-Se tiene una torre empacada con anillos Raschig de una pulgada, de 0.5 m de diámetro y de 3 m de altura de empaque, se va utilizar para recuperar el 95% del  $\text{SO}_2$  de una mezcla de  $\text{SO}_2$  y aire con 10 % en moles de  $\text{SO}_2$ , a la torre ingresa agua pura con un flujo de 600 Kmol/h, la curva de equilibrio esta dada por la ecuación  $y = 0.2 x$ , el peso molecular del  $\text{SO}_2$  es 64 y la del aire 29, las condiciones de operación son  $P=1$  atm y  $T = 20$  °C, el coeficiente de transferencia medido experimentalmente es de  $K_y = 200$  Kmol/ h  $\text{m}^3$ . Cuando se introduce una cantidad de mezcla gaseosa se ha determinado que el número de unidades de transferencia es igual a 6. Que cantidad de mezcla se introduce y cuantas veces el mínimo es el líquido usado.

## EXAMEN FINAL DE OPERACIONES UNITARIAS III

Apellidos y Nombre.....

1. Se desea separar  $556 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$  de una mezcla de amoníaco y aire con 10% en moles de  $\text{NH}_3$ , mediante una torre de absorción, que recupera el 90% del  $\text{NH}_3$  que entra; utilizando  $540 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$  de agua pura con 0.5 % en moles de  $\text{NH}_3$ . Calcular la composición del líquido a la salida y cuantas veces el mínimo es el líquido usado; si la curva de equilibrio está dada por  $y = 0.20 x$ .  
20 Puntos
2. Deducir una ecuación para calcular en número de unidades de transferencia en una torre empacada, considerando que la mezcla gaseosa es diluida y de forma que la curva de operaciones es una recta y la curva de equilibrio es otra recta que pasa por el origen. Considere que el coeficiente  $K_{ya}$  es conocido.  
20 Puntos
3. Demuestre que  $D_{AB} = D_{BA}$   
10 puntos
4. 100 Kmol de una mezcla benceno tolueno con 50 % en peso de tolueno se somete a destilación rápida, donde se evapora el 40% en moles de la alimentación de la alimentación. Calcular el  $\alpha$  si el residuo tiene una concentración de 60 % en moles de benceno.  
15 puntos
5. 8500 Kg/h de una mezcla Benceno (PM=78) y Tolueno (PM=92), con 50 % en moles de Benceno, se ha de separar por destilación para recuperar el 95.4 % del benceno que entra, bajo las siguientes condiciones: la alimentación entra como líquido en su punto de ebullición. El destilado se recoge desde un condensador total con una concentración de 90 % en moles de benceno y en su punto de ebullición. El residuo es líquido en su punto de ebullición la cantidad de vapor de agua utilizada en el calderín es de 3400 Kg/h con un calor latente de 500 Kcal /kg. Suponiendo que las entalpías de líquido saturado y vapor saturado para el benceno son 32.0513 Kcal/kg y 102.5641 Kcal/kg respectivamente y las entalpías de líquido y vapor saturado para el tolueno son 38.0435 Kcal/kg y 119. Kcal/kg respectivamente, la volatilidad relativa 2. Calcular por el método de Ponchon Savarit:
  - a) Flujos de destilado y de residuo y sus composiciones. 5puntos
  - b) El número de platos teóricos 10 puntos
  - c) Cuantas veces el mínimo es el reflujo usado 10 puntos
  - d) La cantidad de agua en el condensador si entra a 20 y sale 60 °C 10 puntos

## Examen Final y de mesa de operaciones III

Apellidos..... Nombres.....

1.- Para una composición  $x = 0.2$  en moles de acetona de una mezcla de acetona y agua, la composición del vapor en equilibrio es de  $y = 0.8$ . la temperatura de vapor- líquido es de  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ., la capacidad calorífica es de  $C_p = 0.9\text{ Kcal/kg sol }^{\circ}\text{C}$ , El calor integral de solución es de  $-180\text{ Kcal/Kmol sol}$ , las capacidades caloríficas de la acetona y de agua son:  $C_p = 0.55\text{ Kcal/kg }^{\circ}\text{C}$  y  $C_p = 1\text{ Kcal/kg }^{\circ}\text{C}$  respectivamente y los calores latentes son:  $200\text{ Kcal/Kg}$  y  $540\text{ Kcal/kg}$  de la acetona y del agua respectivamente. Con estos datos calcular la entalpía de vapor saturado y del líquido saturado para la mezcla especificada  $h = \dots\dots\dots\text{Kcal/Kmol}$  y  $H = \dots\dots\dots\text{Kcal/Kmol}$ .

2.- . El coeficiente de transferencia de masa en régimen turbulento para la humidificación del aire seco que ingresa en un tubo de pared mojada  $k_y = 1000\text{ moles/ h m}^2$ . Calcular la humedad del aire a la salida del tubo con un diámetro de  $4\text{ cm}$  y  $1\text{ m}$  de largo, si ingresa  $18\text{ kg/h}$  de aire seco por la parte inferior. La presión de aire en el tubo es de  $1\text{ atm}$  y la temperatura del agua en la pared y el aire en el tubo es de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en estas condiciones la presión de vapor es de  $0.02\text{ atm}$ :

- a)  $y_A = 0.0093$
- b)  $y_A = 0.0019$
- c)  $y_A = 0.02$
- d)  $y_A = 0.003$
- e)  $y_A = 0.007$

Ninguno2

3.- En una torre de destilación en un caso particular la alimentación entra como líquido en su punto de ebullición y en otro caso como vapor saturado, en ambos casos la relación de reflujo es 1, Calcular la relación de los flujos de líquido del primer caso respecto al segundo, por debajo de la alimentación, suponiendo comportamiento McCabe Thiele.

4.- Se tienen dos mezclas de gases: Mezcla1:  $\text{CO}_2$  con aire y Mezcla 2  $\text{SO}_2$  con aire. Cual de estas mezclas es más fácil separa por absorción y por que?. Explique solo en dos líneas.

5.- En una planta se dispone de dos columnas de absorción con las siguientes dimensiones: a) Diámetro  $0.2\text{ m}$  y altura  $6\text{ m}$ , b) Diámetro  $0.8\text{ m}$  y altura  $3\text{ m}$  . Si se desea recuperar el  $95\%$  del soluto que entra en la alimentación, de dos soluciones gaseosas, la solución S1 constituida de  $100\text{ kg/h}$  de amoníaco y aire con  $10\%$  de amoníaco, y la solución S2 constituida de  $50\text{ kg/h}$  de una mezcla de  $\text{CO}_2$  y aire con  $9\%$  anhídrido carbónico. Indique que solución será conveniente separar en la columna a) y que en la columna b) justifique su respuesta.

1).-  $4320\text{ Kg/h}$  de una mezcla Benceno ( $\text{PM}=78$ ) y Tolueno ( $\text{PM}=92$ ), con  $40\%$  en moles de Benceno, se ha de separar por destilación para recuperar el  $99\%$  del benceno que entra, bajo las siguientes condiciones: La alimentación entra como vapor saturado. El destilado se recoge desde un condensador total con una concentración de  $90\%$  en moles de benceno y a una temperatura de  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El residuo es líquido en su punto de ebullición la cantidad de vapor de agua utilizada en el calderin es de  $840\text{ Kg/h}$  con un calor latente de  $500\text{ Kcal /kg}$ . Suponiendo que las entalpías de líquido saturado y vapor saturado para el benceno son  $30\text{ Kcal/kg}$  y  $110\text{ Kcal/kg}$  respectivamente y las entalpías de líquido y vapor saturado para el tolueno son  $40\text{ Kcal/kg}$  y  $120\text{ Kcal/kg}$  respectivamente, Los valores de  $C_p$  para benceno y el Tolueno son:  $0.375\text{ Kcal/ Kg }^{\circ}\text{C}$  y  $0.4\text{ Kcal/ Kg }^{\circ}\text{C}$  respectivamente, las temperaturas de ebullición son  $80$  y  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  del benceno y del tolueno respectivamente y la volatilidad relativa es 3. Calcular por el método de Ponchon Savarit:

- a) Flujos de destilado y de residuo y sus composiciones. 5puntos
- b) El número de platos teóricos 10 puntos
- c) Cuantas veces el mínimo es el reflujo usado 10 puntos
- d) La cantidad de agua en el condensador si entra a  $20$  y sale  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  10 puntos