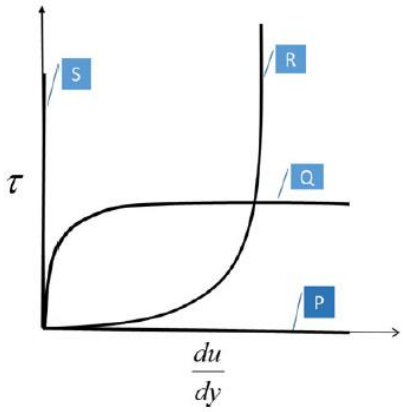
**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**
**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

# EXAMEN DE GRADO II PARTE 2020-A

**1.** Considere un flujo incompresible de un fluido de propiedad constante sobre una placa lisa, delgada y ancha. La corriente libre fluye paralela a la superficie de la placa a lo largo de su longitud y su velocidad es constante. El número de Reynolds a 2 m de distancia desde el borde de la placa es 8000. El flujo dentro de la capa límite a 1 m de distancia desde el borde principal de la placa es:

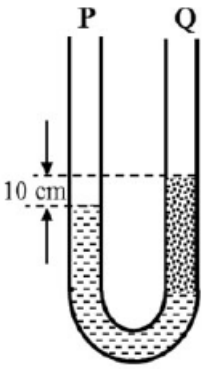
a. Laminar b. Turbulento c. Transitorio de laminar a turbulento d. transitorio de turbulento a laminar

**2.** En la figura se presenta la variación del esfuerzo cortante y la tasa de deformación. La línea que representa a un fluido ideal es:




a. P b. Q c. R d. S

**3.** Un manómetro en U contiene dos fluidos manométricos de densidades 1000 kg $m^{-3}$ y 600 kg $m^{-3}$. Cuando ambos topes están abiertos a la atmósfera, la diferencia entre los dos niveles en el equilibrio es de 10 cm. Tal como se indica en la figura. El resto del manómetro está lleno de aire de densidad despreciable. Si la presión atmosférica es 100 kPa y la gravedad 9,81 m $s^{-2}$, la presión absoluta en kPa que debe aplicarse al lado P para que el fluido suba 20 cm en el lado Q del tubo es:

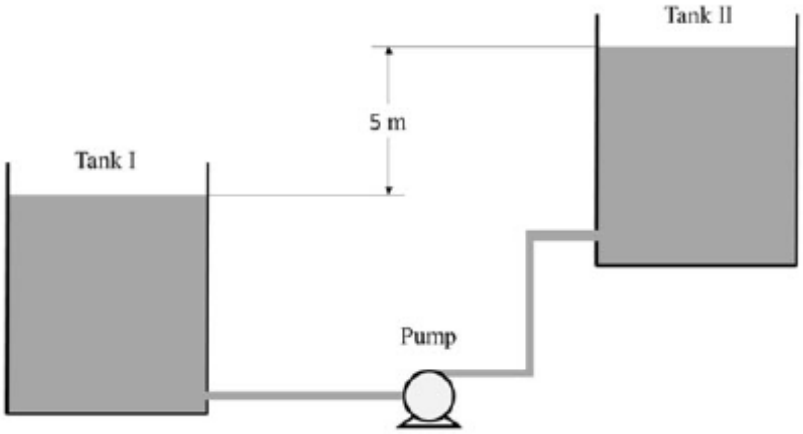



a. 100,175 b. 103,924 c. 547,231 d. 833,206

**4.** A través de una tubería de 8 cm de diámetro y 100 m de largo, fluye agua a razón de 1,6 m $s^{-1}$. Si el coeficiente de fricción para la tubería f = 0,005 y la aceleración de la gravedad es 9,81 m $s^{-2}$. La pérdida total de carga (en metros) debido a la fricción en la tubería es:

a. 1,28 b. 0,81 c. 2,78 d. 3,26

**5.** Se bombea agua líquida del Tanque I al Tanque II a un flujo de 0,02 $m^3\ s^{-1}$, tal como se indica en la figura. Ambos tanques están abierto a la atmósfera. La pérdida total de carga por fricción para el sistema de tubería es de 1,0 m de agua. Si se considera que la densidad del agua es 1000 kg $m^{-3}$; la aceleración de la gravedad 9,81 m $s^{-1}$, la eficiencia de la bomba 100% y despreciables las velocidades del líquido en la superficie del tanque; la potencia (en W) de la bomba para el proceso es: _____ (RESPUESTA CON UNA CIFRA DECIMAL )

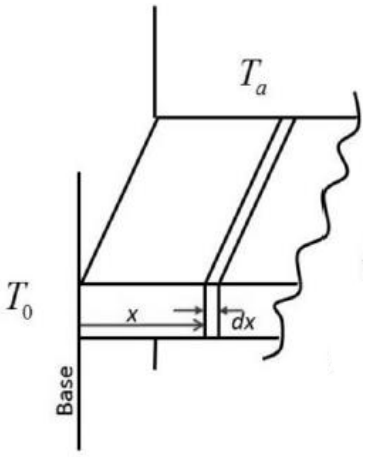



**6.** Considere una aleta rectangular infinitamente larga que está rodeada por un fluido a temperatura constante $T_a$ = 27 °C.

El balance de energía unidimensional en estado estacionario sobre un elemento de la aleta de espesor *dx* a una distancia *x* de su base es:

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} = m^2\theta$$

Donde $\theta = T_x - T_a$, es la temperatura (en °C) de la aleta a la distancia *x* desde su base. El valor de *m* es 0,04 $cm^{-1}$ y la temperatura en la base es $T_o$ = 227 °C. La temperatura (en °C) a x = 25 cm es: _____(RESPUESTA CON UN DECIMAL)




**7.** Se emplea un intercambiador de doble tubo en contracorriente para calentar un fluido de 40 °C a 60 °C. el fluido caliente ingresa a 100 °C y sale a 70 °C, la diferencia de temperatura media logarítmica LMTD (en °C) es: _____ RESPUESTA CON DOS DECIMALES:

**8.** Un cuarto frío cuyas paredes son de ladrillo tiene un aislamiento de espuma de poliuretano; los espesores y la conductividad térmica se presentan en la tabla.

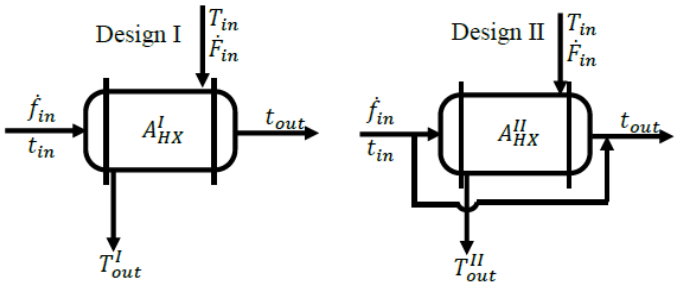
| Material | Espesor (mm) | k (W $m^{-1}$ $°C^{-1}$) |
|---|---|---|
| Ladrillo | 100 (e1) | 0,3 (k1) |
| Poliuretano | 150 (e2) | 0,05 (k2) |

Si las superficies expuestas al ambiente: del ladrillo está a 45 °C (T1) y de la del poliuretano a 10 °C (T2). La temperatura en °C en la interface del ladrillo y el aislante de poliuretano es: _____ (RESPUESTA CON UN DECIMAL)

**9.** El número de Prandlt representa:

a. $\frac{difusividad\ de\ momentum}{difusividad\ térmica}$ b. $\frac{difusividad\ térmica}{difusividad\ de\ momentum}$ c. $\frac{difusividad\ másica}{difusividad\ térmica}$ d. $\frac{difusividad\ térmica}{difusividad\ másica}$

**10.** Considere dos intercambiadores en contracorrientes diseñados para calentar a un fluido frío desde $t_{in}$ hasta $t_{out}$, tal como se indica en la figura. La corriente caliente ingresa a $T_{in}$. Las condiciones de la corriente de entrada y los coeficientes globales de transferencia de calor son idénticos en los dos diseños. Las áreas de transferencia de calor para los diseños de los intercambiadores Diseño I y Diseño II son, respectivamente, $A_{HX}^{I}$ y $A_{HX}^{II}$.




Si las pérdidas de calor son despreciables, y los dos diseños son factibles, la relación correcta es:

a. $A_{HX}^{I} > A_{HX}^{II}$ $T_{out}^{I} < T_{out}^{II}$
b. $A_{HX}^{I} = A_{HX}^{II}$ $T_{out}^{I} = T_{out}^{II}$
c. $A_{HX}^{I} < A_{HX}^{II}$ $T_{out}^{I} > T_{out}^{II}$
d. $A_{HX}^{I} < A_{HX}^{II}$ $T_{out}^{I} = T_{out}^{II}$

**11.** Una lámina de Hierro de 1,0 mm de espesor se expone a un gas oxidante en un lado y un gas desoxidante en el otro a 725 ° C. Después de alcanzar el estado estacionario, la lámina de Fe se expone a temperatura ambiente y las concentraciones (C) en cada lado de la lámina son 0,012 y 0,075 % en peso. Calcule el coeficiente de difusión ($m^2/s$) si el flujo de difusión es $1,4 \times 10^{-8}$ $kg/m^2$ s.

a. $9.87*10^{-12}$
b. $9.87*10^{-13}$
c. $9.87*10^{-11}$
d. $9.87*10^{-10}$

**12.** Considere la pérdida de vapor de etanol por difusión a través de un tubo de ensayo abierto, lleno hasta la mitad. El punto de la ruta de difusión en el que el flujo másico de difusión es el máximo es:

a. En la interfaz líquido-gas
b. En el líquido
c. En el gas
d. En el punto medio del gas

**13.** La ley análoga a la Ley de Fick es:

a. Ley de Newton
b. Ley de Stokes
c. Ley de Bernoulli
d. Ley de Fourier

**14.** El coeficiente de transferencia global en el caso de gases muy solubles es igual:

a. Al coeficiente en la fase líquida
b. Al inverso del coeficiente individual en la fase líquida
c. Al coeficiente en la fase gaseosa
d. Al inverso del coeficiente individual de fase gaseosa

**15.** Una solución ideal contiene $0,1x10^{-3}$ $m^3$ de metanol y $0,9x10^{-3}$ $m^3$ de benceno se mueve a una velocidad media molar de 0,12 m/s. Si el flujo moral del benceno relativo a la velocidad media de masa es de -1,0 kgmol $m^{-2}$ $s^{-1}$. El flujo total del metanol en kgmol $m^{-2}s^{-1}$ es:
Considere los siguientes datos adicionales:

| COMPUESTO | DENSIDAD | PESO MOLECULAR |
|---|---|---|
| Metanol | 792 kg $m^{-3}$ | 32,04 |
| Benceno | 897 kg $m^{-3}$ | 78,12 |

a. 0,993 b. 2,435 c. 24,35 d. 9,93

**16.** En un proceso de humidificación y calentamiento, se mezcla aire seco (*as*) con 10% HR a 10 ° C con vapor sobrecalentado a temperatura T. La mezcla resultante tiene alcanza los 25 ° C y una HR = 50%. La presión total del proceso antes y después de la humidificación se mantiene en 102 kPa. La presión del vapor saturado a 10 ° C es1,2281 kPa y a 25 ° C es 3,1698 kPa. La humedad específica del vapor de agua por kg de aire seco, se puede calcular con la relación: $w = 622\frac{p_v}{p_{as}}$ donde $p_v$ es la presión parcial del vapor de agua y $p_{as}$ la del aire seco. La cantidad de vapor sobrecalentado (en gramos) añadido por kg de aire seco es: _____ (REESPUESTA CON UN DECIMAL)

**17.** En un análisis granulométrico de una muestra sólida, la afirmación correcta sobre el coeficiente de uniformidad CU es:

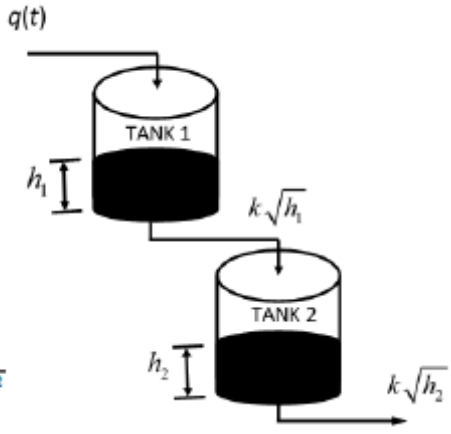
a. El valor de CU tiende a uno cuanto más homogéneo es el material, y tiene un valor más alto cuanto más heterogéneo es el material.
b. Un valor alto de CU indica que el material es más homogéneo, mientras que un valor de CU que tiende a uno indica que el material es más heterogéneo
c. CU se obtiene al relacionar el tamaño en µm del tamiz en el cual se retuvo el 80% del material y la cantidad total del material tratado
d. CU se obtiene al relacionar el tamaño en µm del tamiz en el cual pasó el 80% del material y la cantidad total del material tratado

**18.** Relaciones la característica con el equipo

| CARACTERÍSTICA | EQUIPO |
|---|---|
| P. Fractura por percusión | I. Trituradora de mandíbulas |
| Q. Fractura por compresión | II. Cribadora |
| R. Fractura por estallido | III. Molino de martillos |
| | IV. Molino de Bolas |

a. P - IV; Q - I; R – III
b. P - III; Q - I; R – IV
c. P - II; Q - III; R – IV
d. P - III; Q - IV; R – II
e.

**19.** Considere un sistema de tanques en serie tal como se indica en la figura.




Al tanque 1 ingresa agua con un flujo $q$ (cm³/s) y pasa al tanque 2 por gravedad a razón $k\sqrt{h_1}$ (cm³/s). De manera similar el agua sale del tanque 2 por gravedad a razón $k\sqrt{h_2}$ (cm³/s), donde $h_1$ y $h_2$ representan los niveles del tanque 1 y tanque 2, respectivamente. La constante de la válvula de drenaje $k$ = 4 cm$^{2.5}$/s y las áreas transversales de los dos tanques $A_1 = A_2$ = 28 cm$^2$.

En estado transitorio, el flujo de salida del agua es $q_{ss}$ = 16 cm³/s. La función de transferencia que relaciona la variables $\widetilde{h_2}$ (cm) y el flujo $\tilde{q}$ (cm³/s) es:

(A) $\frac{2}{(56s+1)^2}$ (B) $\frac{2}{(62s+1)^2}$ (C) $\frac{2}{(36s+1)^2}$ (D) $\frac{2}{(49s+1)^2}$

**20.** Seleccione la respuesta frente a una perturbación escalón unitario con la correspondiente función de transferencia del sistema. La perturbación escalón unitaria ocurre al tiempo t = 0.

**Step response** | **Transfer function**

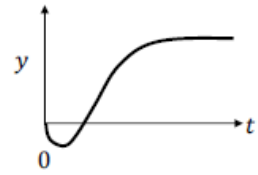
(P)

(I) $\frac{K(\xi s+1)}{s(\tau s+1)}$ $K>0,\ \xi>0,\ \tau>0$

(Q)

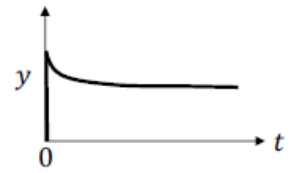
(II) $\frac{K(\xi s+1)}{(\tau s+1)}$ $K>0,\ \xi>\tau>0$

(R)




(III) $\frac{K}{(\tau s+1)}$ $K>0,\ \tau>0$

(S)

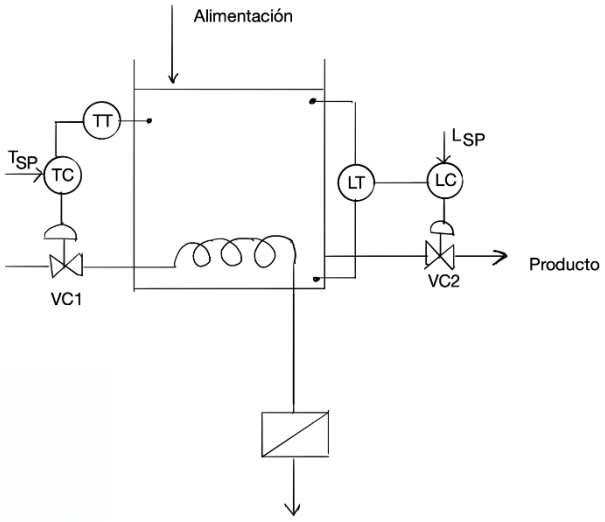



(IV) $\frac{K(\xi s+1)}{(\tau_1 s+1)(\tau_2 s+1)}$ $K>0,\ \xi<0$ $\tau_1>0,\ \tau_2>0$

**a.** P – III; Q – IV; R – II; S – I
**b.** P – III; Q – I; R – IV; S – II
**c.** P – IV; Q – III; R – II; S – I
**d.** P – III; Q – II; R – IV, S – I

**21.** La siguiente figura indica un CSTR con dos lazos de control. En el CSTR se está llevando a cabo una reacción endotérmica en fase líquida, el sistema está inicialmente en estado estacionario. Asuma que los cambios en las propiedades físicas del sistema son despreciables. Señale la afirmación correcta

a. Un cambio en el set point de LC afecta solamente la apertura de VC2
b. Un cambio en el set point de TC afecta solamente la apertura de VC2
c. Un cambio en el set point de TC afecta la apertura de ambas válvulas VC1 y VC2
d. Un cambio en el set point de LC afecta la apertura de ambas válvulas VC1 y VC2



**22.** Se desea refrigerar un reactor en el que se produce una fuerte reacción exotérmica. Para este fin se debe determinar el tipo de válvula de control que se debe seleccionar para permitir el paso de agua de refrigeración a la chaqueta del reactor, incluso en el caso en el que no exista señal de los equipos de control. Si el reactor no es refrigerado adecuadamente se corre el riesgo de un incremento descontrolado de temperatura y que la mezcla alcance la temperatura de auto ignición. El tipo de válvula de control recomendada para este proceso es:

a. Una válvula aire para abrir para asegurar flujo de refrigerante mientras exista señal del controlador
b. Una válvula aire para cerrar para asegurar flujo de refrigerante aún si no existe señal del controlador
c. Una válvula de alivio que permita el ingreso rápido del fluido refrigerante a la chaqueta del reactor
d. Una válvula de apertura rápida que permita el ingreso rápido del fluido refrigerante a la chaqueta del reactor

**23.** La reacción catalítica en fase gaseosa: **P → Q** se lleva a cabo en un reactor de lecho empacado isotérmico en estado estacionario. La reacción es irreversible y de segundo orden con respecto al reactante **P**. La alimentación es **P** puro con un flujo volumétrico de 1,0 L/min y una concentración de 2,0 mol/L . Se puede asumir que: Productos y reactivos son gases ideales, no hay cambio de volumen asociado a la reacción, las condiciones de flujo pistón ideal prevalecen en el reactor. Cuando la masa del catalizador es 4 g, la concentración de **P** medida a la salida es 0.4 mol/L. La constante de reacción tiene el valor de:

a. 2,0 $L^2mol^{-1}g_{cat}^{-1}min^{-1}$
b. 7,8 $L^2mol^{-1}g_{cat}^{-1}min^{-1}$
c. 3,0 $L^2mol^{-1}g_{cat}^{-1}min^{-1}$
d. 0,5 $L^2mol^{-1}g_{cat}^{-1}min^{-1}$

**24.** En un reactor CSTR la conversión de salida es 0,8. Se lleva a cabo la reacción **A + B → C** en fase líquida. El flujo molar de alimentación es 1 $dm^3$/min de una mezcla que contiene 0,5 mol/$dm^3$ de **A**. El volumen del reactor es de 400 $dm^3$. Cuando el reactor ha alcanzado el equilibrio se mide la cantidad de **A** y **B** en el reactor y se determina que hay 4 mol de **A** y 40 mol de **B**. La constante de reacción es 1 $dm^3$/(mol min). La afirmación correcta es:

a. La velocidad de reacción dentro del tanque es de $5\times10^{-2}$ mol/($dm^3$ min)
b. El volumen correcto del reactor es de $2{,}5\times10^{-3}$ $dm^3$ según los datos provistos
c. La concentración de **A** en el tanque medida luego de 10 min es 0,01 mol/$dm^3$
d. La conversión de **A** en el momento de la medición es 0,02

**25.** En dos reactores independientes se lleva a cabo la reacción **2A → B** de manera simultánea para evaluar el desempeño de ambos. La velocidad de reacción está dada por: $-r_A=kC_A^2$. El primero reactor es un CSTR y el segundo es un PFR. A ambos reactores ingresan ***a*** mol/s de ***A*** con un flujo volumétrico ***v*** en L/min. Si se compara $V/F_{A0}$ entre ambos reactores entonces que afirmación correcta es:

a. $V/F_{Ao}$ es mayor en el CSTR
b. $V/F_{Ao}$ es menor en el CSTR
c. $V/F_{Ao}$ en el CSTR es el doble que en el PFR
d. $V/F_{Ao}$ es igual en ambos reactores

**26.** Una reacción irreversible en fase gaseosa $2P \rightarrow Q$ se lleva a cabo en un reactor isotérmico e isobárico. Se puede asumir comportamiento de gas ideal. La alimentación es una mezcla equimolar del reactivo P y un gas inerte. Después de alcanzar la conversión completa de P, la relación del volumen final respecto al volumen inicial es:

a. 2 b. 0,5 c. 0 d.0,95

**27.** Si para una reacción de segundo orden, en 342 s se descompuso el 75 % del reactante, entonces el tiempo de vida media (en segundos) es:_____ (RESPUESTA CON UNA CIFRA DECIMAL)

**28.** Si los potenciales estándar de reducción ($E^o$) de Li, Cu, Ag y Mg, respectivamente son: $Li^+/Li$= -3,05 V; $Cu^{2+}/Cu$ = +0,34 V; $Ag^+/Ag$ = +0,80 V; $Mg^{2+}/Mg$ = -2,37 V, los metales que reaccionarán con HCl 1 M a 25 ºC, son:

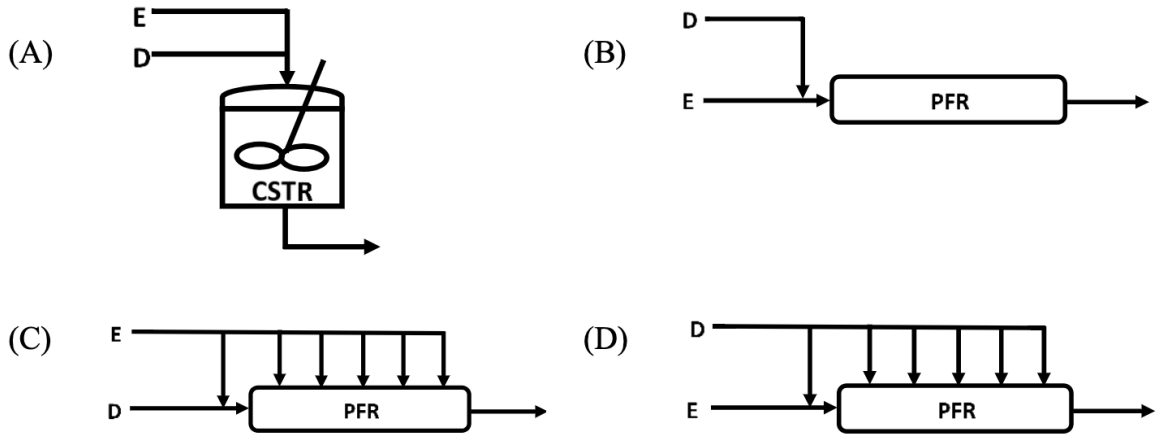
a) Cu y Mg b) Cu y Ag c) Ag y Li d) Li y Mg

**29.** La reacción deseada en fase líquida cuya constante es $k_1$ está acompañada de la reacción indeseada cuya constante es $k_2$ tal como se indica, y cuyas velocidades son $r_F$ y $r_G$, respectivamente

$D + E \xrightarrow{k1} F \qquad r_F = k_1 C_D^{0.2} C_E^{0.3}$

$D + E \xrightarrow{k2} G \qquad r_G = k_2 C_D^{0.4} C_E^{1.5}$

La reacción se puede dar en varios tipos y esquemas de reactores. En la figura se muestran 4 esquemas de reactores isotérmicos para procesar flujos iguales flujos molares de alimentación. Todos los esquemas están diseñados para la misma conversión. El esquema que produce la distribución de producto más favorable es:




**30.** Se emplea una columna de relleno para un proceso de absorción de acetona con agua. La mezcla (Acetona-aire) de composición 0,015 en fracción molar de acetona ingresa a la columna y su concentración se debe reducir a 1/100 de su valor. La velocidad del gas es 4000 kg $m^{-2}$ $h^{-1}$ y la velocidad del líquido es 7500kg $m^{-2}$ $h^{-1}$ . La concentración máxima del soluto en el solvente es de 8,58X$10^{-3}$ molar. La altura del elemento es de 11 m. Si para este sistema la relación de equilibrio entre las fases viene dado por la relación:

Y = 1,75X

El coeficiente global de trasferencia de masa en kg $m^{-3}$ fracción $molar^{-1}$. es:

a. 0,1241x$10^2$ b. 0,1241x$10^{-2}$ c. 1,241x$10^{-3}$ d. 1,241x$10^3$

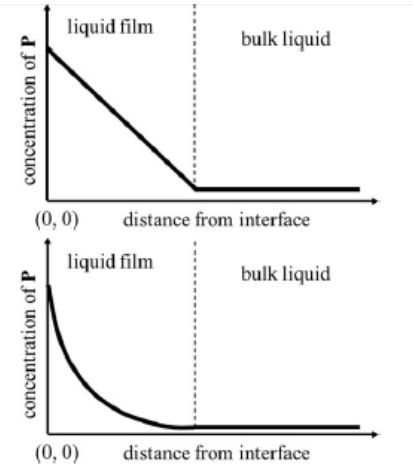
**31.** La expresión que representa a la velocidad de una reacción que obedece al siguiente mecanismo es:

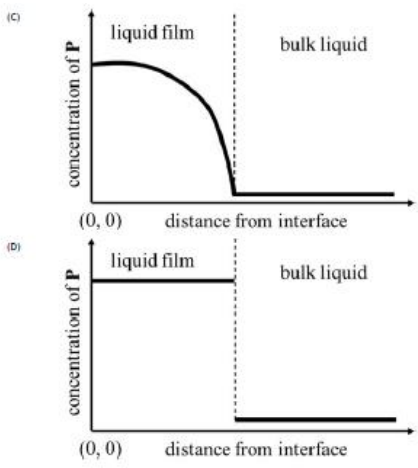
$$2X \rightleftharpoons Y \qquad para\ este\ paso\ \ K_{eq} = \frac{[Y]}{[X]^2}$$

$$Y \rightarrow P \qquad para\ este\ paso\ k\ es\ la\ constante\ de\ velocidad$$

a. $\frac{d[P]}{dt} = K_{eq}[Y]$ b. $\frac{d[P]}{dt} = K_{eq}[X]^2$ c. $\frac{d[P]}{dt} = k\,K_{eq}[Y]$ d. $\frac{d[P]}{dt} = k\,K_{eq}[X]^2$

**32.** Se absorbe un gas P en un líquido. En el film del líquido se produce una reacción irreversible del gas P disuelto. La reacción es de primer orden respecto a P. En estado estacionario, el esquema que representa el perfil de la concentración de P en el film líquido es:



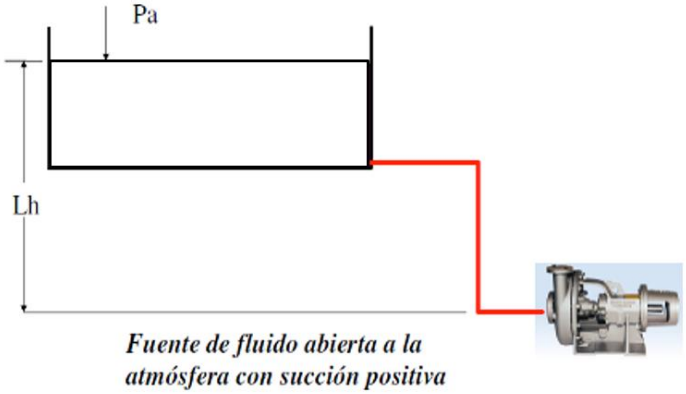







**33.** Para el siguiente esquema, donde Pa es la presión atmosférica y $h_f$ representan las pérdidas por fricción en la tubería; NPSHa (Cabeza de succión neta positiva disponible) es:

a. Pa + Lh - (Vp + $h_f$)
b. Pa + Lh + (Vp – $h_f$)
c. Pa – Lh + (Vp – hf)
d. (Pa + Lh )/ (Vp – hf)




*Fuente de fluido abierta a la atmósfera con succión positiva*

**34.** La combinación correcta que relaciona los criterios de selección de un proceso por lotes o continuo es:

| PROCESOS | CARACTERÍSTICAS |
|---|---|
| A. Procesos continuos<br><br>B. Procesos por lotes | 1. Recomendado para procesos que involucren una alta contaminación ensuciamiento de los equipos<br>2. Los equipos se diseñan para un reducido número de condiciones de operación<br>3. El mismo equipo es útil para diferentes operaciones<br>4. Idóneos para procesos de reacción lenta y largos tiempos de residencia<br>5. Fácil de controlar |

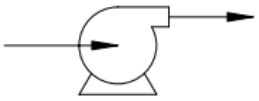
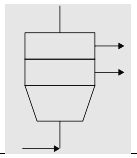
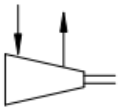
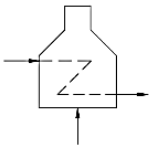
a) 1A 2A 5A 4B 3B  b) 2A 3A 1B 5B 4B  c) 2A 5A 3B 1B 4B  d) 2A 4A 1B 5B 3B

**35.** Relacione el tipo de bomba con el servicio

| TIPO DE BOMBA | SERVICIO |
|---|---|
| I. Bomba de diafragma | A. Bombeo altas presiones y altos caudales. Se usan con fluidos limpios |
| II. Bomba de tornillo | B. Bajos caudales y presiones. Servicios limpios y/o corrosivos |
| III. Bomba peristáltica | C. Bombeo de líquidos contaminados con sólidos, tal como los lodos, aguas negras y similares |
| IV. Bomba de engranajes | D. Fluidos muy viscosos: pastas, polímeros. Sucios |

a) I – C; II – D; III – B, IV – A
b) I – C; II – B; III – A, IV – C
c) I – A; II – D; III – A, IV – B
d) I – D; II – B; III – C, IV – A

**36.** Relacione el equipo (Columna I), con su correspondiente símbolo (Columna II)

| COLUMNA I | COLUMNA II |
|---|---|
| P.  | 1. Centrífuga |
| Q.  | 2. Ventilador |
| R.  | 3. Horno |
| S.  | 4. Compresor |

| | |
|---|---|
| a. P – 2; Q – 4; R – 3; S - 1 | b. P – 1; Q – 3; R – 2; S - 4 |
| c. P – 2; Q – 1; R – 4; S – 3 | d. P – 4; Q – 1; R – 2; S - 3 |

**37.** 100 kg de un sólido húmedo se seca del 75 al 35% de humedad (base húmeda), la superficie de secado es de 0,5 $m^2$/ kg sólido seco. Se conoce que la humedad crítica es 2 kg agua / kg sólido seco, la humedad de equilibrio es 0,48 kg agua / kg sólido seco, y la velocidad de secado antecrítica es 1,92 kg agua $m^{-2}$ $h^{-1}$. El tiempo de secado (en horas) en el periodo de secado constante es: _____ (RESPUESTA CON DOS CIFRAS DECIMALES)

**38.** La significancia de un impacto ambiental se determina mediante la relación:
a. Relevancia x Gravedad x Probabilidad x Duración x Reversibilidad
b. Gravedad x Probabilidad
c. Riesgo x Reversibilidad x Probabilidad x Relevancia x Gravedad
d. Relevancia x Probabilidad X Gravedad X Duración

**39.** La afirmación correcta sobre los equipos de protección auditiva es:

a) Los de tipo copa son mejores que los de tipo tapón auditivo
b) Deben reducir la exposición al ruido hasta un nivel óptimo entre 60 y 80 Dba
c) Deben reducir la exposición al ruido hasta niveles menores a 4 Dba
d) Los de tipo tapón auditivo son mejores que los de tipo copa

**40.** En el ámbito de la seguridad en el trabajo, el principal riesgo asociado a las máquinas y herramientas es:

a) Riesgo mecánico
b) Riesgo eléctrico
c) Riesgo de incendio
d) Riesgo ergonómico