

Segundo Parcial 2023

POR FAVOR TENER EN CUENTA:

1. *Resolver las partes en hojas separadas*
 2. *Escribir nombre y apellido en el margen superior derecho de cada hoja entregada*
 3. *Poner cantidad total de hojas entregadas (M) y número de hoja (n) en cada hoja, en el margen superior izquierdo de la hoja, con el formato n/M*
-

Pregunta 1

Se planea instalar una planta de obtención de aceites esenciales de eucaliptus a partir de residuos forestales, la misma contará con una capacidad de producción anual de 300 Ton.

En base a un análisis de costos operativos de la planta se prevén costos fijos anuales de 1.300.000 USD y costos variables de 2.500 USD/Ton. El precio de venta del producto es de 13 USD/kg. Para lograr llevar a cabo el proyecto se requiere una inversión inicial de 2 millones de dólares, la cual se amortiza lineal y completamente en 10 años. Pasado ese período, no se podrá recuperar nada de la inversión inicial. El proyecto se evalúa para un período 10 años.

Al emprendimiento le corresponde una tasa de impuesto a las ganancias del 25%. La tasa de descuento estimada es del 10%.

- a. Determine si es conveniente llevar a cabo el emprendimiento según el criterio del VAN.
- b. Diga cómo se define la TIR de un flujo de fondos y proponga una ecuación del tipo $f(x) = 0$ donde la raíz sea la TIR (no se pide que calcule la TIR)"

Pregunta 2

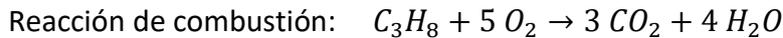
A los efectos de satisfacer los requerimientos de vapor en planta se queman 3 kmol/h de propano en un generador de vapor con aire que se alimenta con un 40 % en exceso. La combustión es completa y no queda propano sin quemar. Tanto el aire como el propano ingresan a la caldera a 15 °C y los gases de combustión egresan a 665 °C.

- Hallar los flujos molares de los gases de combustión.
- Calcular el flujo de calor que se transfiere al circuito de agua del generador de vapor, asumiendo que no hay pérdidas de calor al ambiente.

Para aprovechar el calor de los gases de combustión que egresan del generador de vapor, se calienta un fluido desde 20 °C hasta 60 °C en un intercambiador de calor.

- Realice un diagrama de bloque del proceso descrito arriba
- ¿Cuántos kmol de fluido por hora se pueden calentar si los gases de combustión salen a 264 °C del intercambiador? Considerar despreciables las pérdidas de calor al ambiente

Datos:



PA H: 1 g/mol, PA N: 14 g/mol, PA O: 16 g/mol, PA C: 12 g/mol.

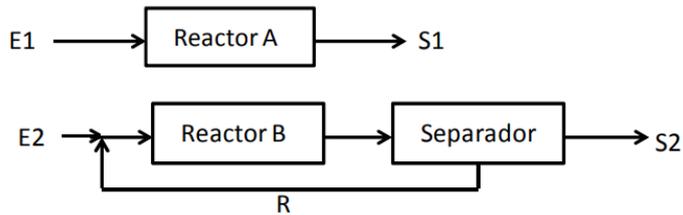
| Sustancia | Cp (kJ/kmol °C) | P.E. (°C) |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|
| C ₃ H ₈ (g) | 84 | -42 |
| CO ₂ (g) | 37 | -57 |
| H ₂ O (l) | 75 | 100 |
| H ₂ O (v) | 35 | - |
| O ₂ (g) | 30 | -185 |
| N ₂ (g) | 29 | -196 |
| CH ₄ (g) | 36 | -162 |
| C ₂ H ₂ (g) | 43,93 | -57 |
| CO (g) | 29,16 | -191 |
| Fluido | 75 | 80 |

| Sustancia | ΔH _f (kJ/mol) a 25 °C |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| C ₃ H ₈ (g) | -120 |
| CO ₂ (g) | -394 |
| H ₂ O (v) | -242 |
| CH ₄ (g) | -75 |
| C ₂ H ₂ (g) | 227 |
| CO (g) | -110 |

| Apellidos | Nombre | CI | Carrera | Hoja (n/M) |
|-----------|--------|----|---------|------------|
| | | | | |

Pregunta 3

Dados los siguientes sistemas para obtener un cierto producto mediante reacción química:



Donde se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- las entradas de los sistemas (E1 y E2) tienen la misma composición.
- las salidas de los sistemas (S1 y S2) tienen la misma composición.
- en el segundo sistema hay reactivo limitante presente en la salida del sistema (S2) y en la recirculación (R).

Indique la opción correcta (seleccione solo una):

- a. El reactor A posee la misma conversión que el reactor B.
- b. El reactor A posee una menor conversión que el reactor B.
- c. El reactor A posee una mayor conversión que el reactor B.

| | | | | |
|-----------|--------|----|---------|------------|
| Apellidos | Nombre | CI | Carrera | Hoja (n/M) |
| | | | | |

Pregunta 4.

A continuación, se listan una serie de equipos (industriales y no industriales) en una tabla en la que deberá poner un número en la segunda columna. Elija uno de los siguiente números según los tipos de operaciones unitarias que tienen lugar en esos equipos:

- 1 Transferencia de calor
- 2 Transferencia de masa
- 3 Transferencia de calor y masa
- 4 Movimiento de fluidos
- 5 Otras operaciones físicas
- 6 Operaciones químicas
- 7 En el equipo no tiene lugar ninguna operación unitaria

| Equipo (es lo que está subrayado) | Número de la categoría de operación unitaria |
|--|---|
| <u>Convertidor primario</u> en el proceso de fabricación de amoníaco | |
| <u>Intercambiador</u> para recuperar el calor de los gases de salida del reactor de amoníaco | |
| <u>Leñero</u> (del parrillero) donde la leña se está quemando para convertirse en brasas | |
| <u>Plancha eléctrica</u> usada en la cocina de casa para calentar comida "a la plancha" | |
| <u>Trituradora</u> para convertir las piedras de granito obtenidas en la cantera en pedregullo que se usará luego en la preparación de hormigón. | |
| <u>Corazón humano</u> que impulsa la sangre a través de los vasos sanguíneos del cuerpo. | |

| Apellidos | Nombre | CI | Carrera | Hoja (n/M) |
|-----------|--------|----|---------|------------|
| | | | | |

Pregunta 5

La fuerza de atracción gravitatoria entre los cuerpos viene dada por la siguiente expresión:

$$F = G m_1 m_2 / d^2$$

Donde:

- F es la fuerza de atracción
- m_1 y m_2 son las masas de los cuerpos que se atraen
- d es la distancia entre los cuerpos
- G es la constante de atracción gravitatoria universal

Si se expresa G en unidades ($L^a M^b T^c K^d$) donde L es una unidad de longitud, M es una unidad de masa, T es una unidad de tiempo y K es una unidad de temperatura, ¿cuáles deben ser los exponentes a, b, c y d? Responda en el siguiente cuadro:

| EXPONENTE | VALOR |
|-----------|-------|
| a | |
| b | |
| c | |
| d | |

Resolución Segundo Parcial 2023

Pregunta 1

a. Se debe determinar si el emprendimiento es conveniente con el criterio del VAN y se cuenta con los siguientes datos:

| Costos fijos (USD/año) | Costos variables (USD/ton) | Precio de venta (USD/kg) | Inversión Inicial (USD) |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1.300.000 | 2.500 | 13 | 2.000.000 |

A su vez, se sabe que la tasa de impuesto a las ganancias es de 25%, la tasa de descuento estimada es del 10% y que la inversión se amortiza de forma lineal durante toda la duración del proyecto corresponde a 10 años.

Se procede a calcular el estado de resultados. Todos los valores expresados en (USD/año).

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Amortización | 200.000 |
| Costos fijos | 1.300.000 |
| Costos variables | 750.000 |
| Ingresos por ventas | 3.900.000 |
| Utilidad antes de impuestos | 1.650.000 |
| Impuestos | 412.500 |
| Utilidad después de impuestos | 1.237.500 |

Para la determinación del VAN se plantea el flujo de fondos. Todos los valores expresados en (USD/año).

| Año | Valor futuro | Valor actual |
|-----|--------------|--------------|
| 0 | -2.000.000 | -2.000.000 |
| 1 | 1.437.500 | 1.306.818 |
| 2 | 1.437.500 | 1.188.017 |
| 3 | 1.437.500 | 1.080.015 |
| 4 | 1.437.500 | 981.832 |
| 5 | 1.437.500 | 892.574 |
| 6 | 1.437.500 | 811.431 |
| 7 | 1.437.500 | 737.663 |
| 8 | 1.437.500 | 670.604 |
| 9 | 1.437.500 | 609.640 |
| 10 | 1.437.500 | 554.218 |

Entonces como $VAN = 6.832.815$ se concluye que es conveniente llevar a cabo el emprendimiento.

b. La TIR corresponde al valor de la tasa de descuento para el cual el valor actual neto (VAN) es nulo. Por lo tanto:

$$f(TIR) = \sum_{i=0}^{n=a} \frac{\text{Valor futuro}}{(1 + TIR)^i} = 0$$

Donde “a” es el número total de años que en este caso son 10 y “Valor futuro” es el mismo valor futuro considerado en el flujo de fondos.

Pregunta 2

a. Flujos molares de los gases de combustión:

Los flujos molares de los gases de combustión pueden determinarse planteando balances de moles de cada uno de los reactivos y productos, tomando como volumen de control la cámara de combustión. En estado estacionario:

$$Salida = Enrada + Generación - Consumo$$

BM O₂

Teniendo en cuenta que el aire ingresa con un exceso del 40% y la relación estequiométrica entre el oxígeno y el propano es 5:

$$a_q = 5 \frac{\text{kmol } O_2}{\text{kmol } C_3H_8} * 3 \frac{\text{kmol } C_3H_8}{h} = 15 \frac{\text{kmol } O_2}{h}$$

$$O_{2s} = a - a_q = 0,4a_q = 0,4 * 15 \frac{\text{kmol } O_2}{h} = 6 \frac{\text{kmol } O_2}{h}$$

BM N₂

Teniendo en cuenta que el aire es 21% O₂, 79% N₂ y que el nitrógeno no participa en la reacción de combustión:

$$N_{2s} = N_{2E} = 15 \frac{\text{kmol } O_2}{h} * \frac{0,79}{0,21} = 79 \frac{\text{kmol } N_2}{h}$$

BM CO₂

$$CO_{2s} = CO_{2G} = 3 \frac{\text{kmol } CO_2}{\text{kmol } C_3H_8} * 3 \frac{\text{kmol } C_3H_8}{h} = 9 \frac{\text{kmol } CO_2}{h}$$

BM H₂O

$$H_2O_s = H_2O_G = 4 \frac{\text{kmol } H_2O}{\text{kmol } C_3H_8} * 3 \frac{\text{kmol } C_3H_8}{h} = 12 \frac{\text{kmol } H_2O}{h}$$

Composición de la corriente de salida de la cámara de combustión:

$$O_{2salida} = 6 \frac{\text{kmol}}{h}$$

$$CO_{2salida} = 9 \frac{\text{kmol}}{h}$$

$$N_{2s} = 79 \frac{\text{kmol}}{h}$$

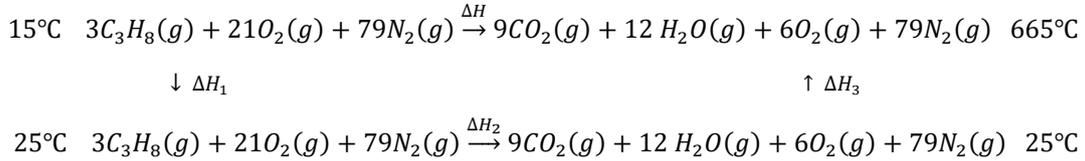
$$H_2O_{salida} = 12 \frac{\text{kmol}}{h}$$

b. Flujo de calor que se transfiere al circuito de agua del generador de vapor, asumiendo que no hay pérdidas de calor al ambiente.

Balance de energía en la cámara de combustión de la caldera, en estado estacionario:

$$Q_{cámara} = \Delta H$$

Planteando un ciclo de Hess para determinar el ΔH :



$$\Delta H_1 = \sum n_i C_{p_i} (25 - 15) = (C_{3H_8} C_{p_{C_3H_8}} + N_{2E} C_{p_{N_2}} + O_{2E} C_{p_{O_2}})(25 - 15) = 31730 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

$$\Delta H_2 = n_{C_3H_8} \Delta H_{reacción} = n_{C_3H_8} (4h_{H_2O,v} + 3h_{CO_2} - h_{C_3H_8})$$

$$\Delta H_2 = 3 \frac{\text{kmol } C_3H_8}{\text{h}} \left(4 \frac{\text{kmol } H_2O}{\text{kmol } C_3H_8} * -241 \frac{\text{kJ}}{\text{mol } H_2O} + 3 \frac{\text{kmol } CO_2}{\text{kmol } C_3H_8} * -394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol } CO_2} + 120 \frac{\text{kJ}}{\text{mol } C_3H_8} \right) * 1000 \frac{\text{mol}}{\text{kmol}}$$

$$\Delta H_2 = -6090000 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

$$\Delta H_3 = \sum n_i C_{p_i} (665 - 25) = (CO_{2S} C_{p_{CO_2}} + H_2O_S C_{p_{H_2O,v}} + N_{2S} C_{p_{N_2}} + O_{2S} C_{p_{O_2}})(665 - 25) = 2063360 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

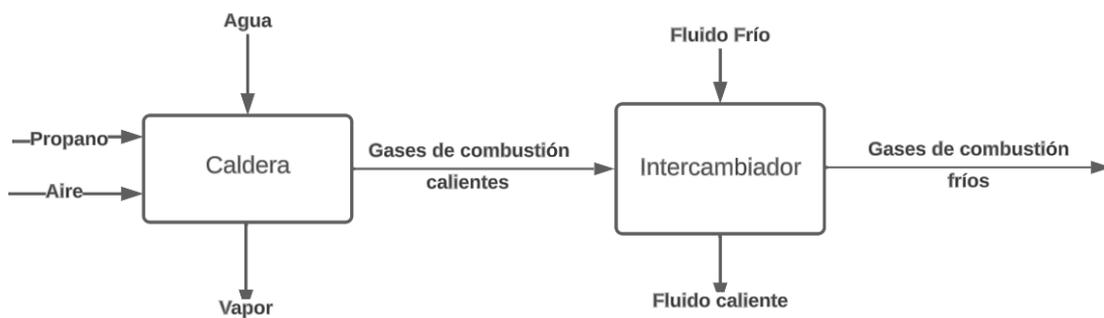
$$Q_{cámara} = -3994910 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

El calor que se libera en la cámara de combustión (-) es el calor que recibe el circuito de agua (+), dado que no hay pérdidas al ambiente:

$$Q_{circuito\ agua} = -Q_{cámara}$$

Se transfieren 3994910 kJ/h al circuito de agua.

c. Diagrama de bloques del proceso completo:



d. Kmol/h de fluido que se puede calentar en el intercambiador de calor:

$$\Delta H_{fluido} = n_{fluido} C_{p_{fluido}} (60 - 20)$$

$$n_{fluido} = \frac{\Delta H_{fluido}}{C_{p_{fluido}} (60 - 20)} \quad (1)$$

Para determinar ΔH_{fluido} se puede plantear un balance de energía en el intercambiador de calor, en estado estacionario, considerando que no hay pérdidas de calor al ambiente:

$$\Delta H = \Delta H_{humos} + \Delta H_{fluido} = 0$$

$$\Delta H_{fluido} = -\Delta H_{humos}$$

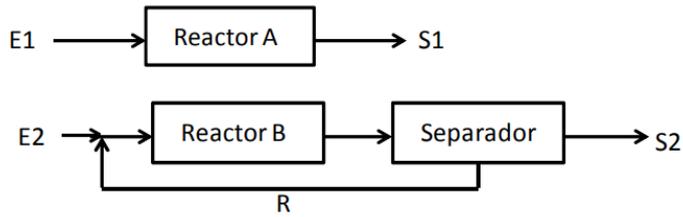
$$\Delta H_{humos} = \sum n_i C p_i (264 - 665) = (CO_{2s} C p_{CO_2} + H_2O_s C p_{H_2O,v} + N_{2s} C p_{N_2} + O_{2s} C p_{O_2}) (264 - 665) = -1292824 \frac{kJ}{h}$$

Sustituyendo ΔH_{humos} en (1):

$$n_{fluido} = \frac{1292824 \frac{kJ}{h}}{75 \frac{kJ}{kmol \text{ } ^\circ C} (60 - 20)^\circ C} = 431 \frac{kmol}{h}$$

Pregunta 3

Dados los siguientes sistemas para obtener un cierto producto mediante reacción química:



Donde se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- las entradas de los sistemas (E1 y E2) tienen la misma composición.
- las salidas de los sistemas (S1 y S2) tienen la misma composición.
- en el segundo sistema hay reactivo limitante presente en la salida del sistema (S2) y en la recirculación (R).

Indique la opción correcta (seleccione solo una):

- a. El reactor A posee la misma conversión que el reactor B.
- b. El reactor A posee una menor conversión que el reactor B.
- c. El reactor A posee una mayor conversión que el reactor B.**

Pregunta 4

A continuación, se listan una serie de equipos (industriales y no industriales) en una tabla en la que deberá poner un número en la segunda columna. Elija uno de los siguientes números según los tipos de operaciones unitarias que tienen lugar en esos equipos:

- 1 Transferencia de calor
- 2 Transferencia de masa
- 3 Transferencia de calor y masa
- 4 Movimiento de fluidos
- 5 Otras operaciones físicas
- 6 Operaciones químicas
- 7 En el equipo no tiene lugar ninguna operación unitaria

| Equipo (es lo que está subrayado) | Número de la categoría de operación unitaria |
|--|---|
| <u>Convertidor primario</u> en el proceso de fabricación de amoníaco | 6 |
| <u>Intercambiador</u> para recuperar el calor de los gases de salida del reactor de amoníaco | 1 |
| <u>Leñero</u> (del parrillero) donde la leña se está quemando para convertirse en brasas | 6 |
| <u>Plancha eléctrica</u> usada en la cocina de casa para calentar comida "a la plancha" | 1 |
| <u>Trituradora</u> para convertir las piedras de granito obtenidas en la cantera en pedregullo que se usará luego en la preparación de hormigón. | 5 |
| <u>Corazón humano</u> que impulsa la sangre a través de los vasos sanguíneos del cuerpo. | 4 |

Pregunta 5

La fuerza de atracción gravitatoria entre los cuerpos viene dada por la siguiente expresión:

$$F = G m_1 m_2 / d^2$$

Donde:

- F es la fuerza de atracción
- m_1 y m_2 son las masas de los cuerpos que se atraen
- d es la distancia entre los cuerpos
- G es la constante de atracción gravitatoria universal

Si se expresa G en unidades ($L^a M^b T^c K^d$) donde L es una unidad de longitud, M es una unidad de masa, T es una unidad de tiempo y K es una unidad de temperatura, ¿cuáles deben ser los exponentes a, b, c y d? Responda en el siguiente cuadro:

| EXPONENTE | VALOR |
|-----------|-------|
| a | 3 |
| b | -1 |
| c | -2 |
| d | 0 |