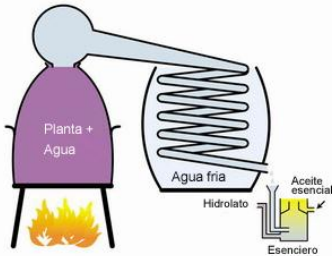


BALANCE DE MATERIA

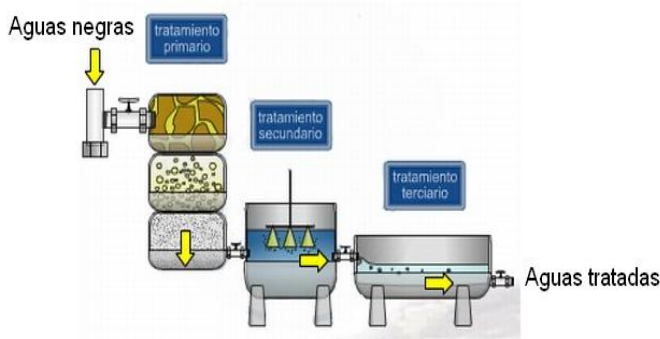
El balance de materia para un proceso es la contabilidad de los materiales involucrados en el mismo, constituyéndose en la aplicación de la ley de conservación de la masa.

Los procesos pueden ser en cochada, por lotes o intermitentes: cuando una cantidad de materia es colocada en un recipiente y por medio físicos o químicos se logra algún cambio o reacción. Al final el contenido es retirado como producto para iniciar una nueva cochada.



Extracción de aceites esenciales por vapor.

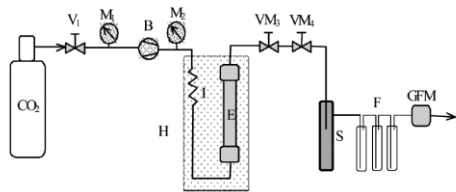
Los procesos continuos: las entradas y las salidas del mismo fluyen en forma continua.



Tratamiento de aguas residuales.

Al combinarse los procesos continuos con proceso por batch se obtienen procesos semicontinuos.

En los procesos continuos existen procesos en estado estacionario o permanente, en donde las variables de proceso no sufren modificación con el tiempo, mientras que si una o varias variables cambian con el tiempo se identifica como un proceso transitorio o inestable.



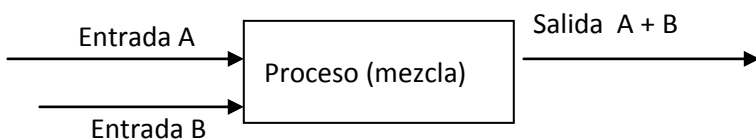
V_i : Válvula de cierre
 M_1, M_2 : Manómetros
 B : Bomba
 H : Horno
 F : Banco de filtros
 E : Celda de extracción
 VM_3, VM_4 : Válvula micrométrica
 S : Separador
 I : Intercambiador
 GFM : Medidor de flujo

Figura 1
Esquema del equipo de extracción supercrítica

Proceso extracción aceites esenciales con fluidos supercríticos.

BALANCE DE MASA

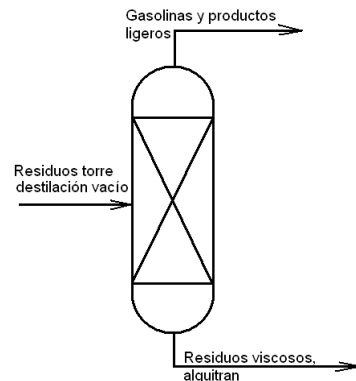
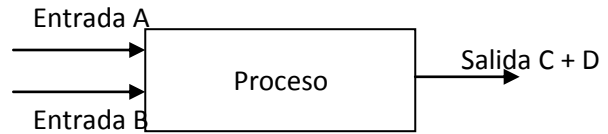
Cuando no hay reacción química:



$$\text{Masa de entrada} = \text{masa de salida} + \text{masa Acumulada}$$

Cuando hay reacción química

$$\text{Masa de la entrada} + \text{Masa generada} = \text{masa salida} + \text{masa consumida} + \text{masa acumulada}$$



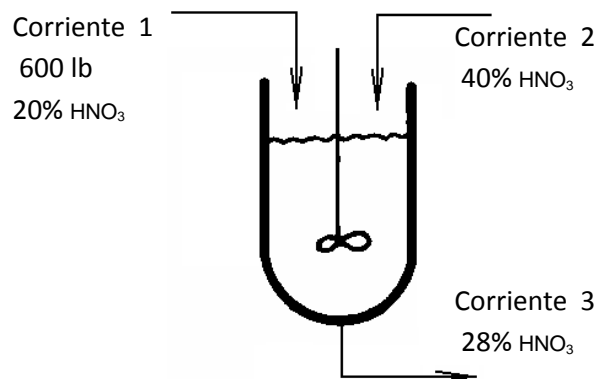
Proceso de pirólisis.

BALANCE DE MATERIA SIN REACCIÓN QUÍMICA

PROCESOS DE MEZCLA

Ejercicios:

Se mezclan 600 lb de una solución que contiene 20% en peso de HNO_3 con una solución que contiene 40% de HNO_3 . ¿Cuál es la masa en libras de la solución formada, si ésta contiene 28% de HNO_3 ?



Balance materia sistema:

$$m_1 + m_2 = m_3$$

$$600 \text{ lb} + m_2 = m_3 \quad (1)$$

Balance de HNO_3

$$HNO_3 \text{ en } m_1 + HNO_3 \text{ en } m_2 = HNO_3 \text{ en } m_3$$

$$600 \text{ lb} * \frac{20\%}{100\%} + m_2 * \frac{40\%}{100\%} = m_3 * \frac{28\%}{100\%}$$

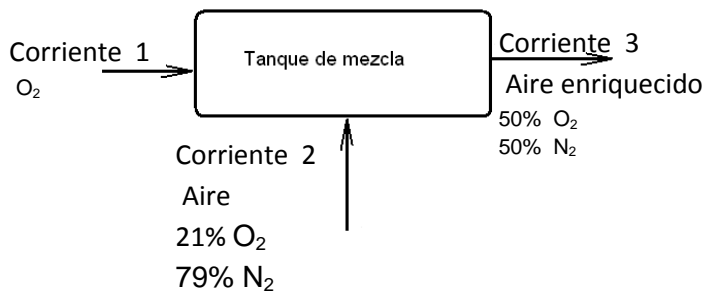
$$m_1 * x_1 + m_2 * x_2 = m_3 * x_3$$

$$120 + m_2 = m_3$$

Se solucionan las dos ecuaciones con un resultado de:

$$m_2 = 400 \text{ lb} \quad m_3 = 1000 \text{ lb}$$

Oxígeno puro se mezcla con aire para obtener aire enriquecido que contiene 50% de oxígeno. ¿Qué relación molar de oxígeno a aire debe utilizarse?



Base de cálculo: 100 kg mol de aire enriquecido

Balance de materia:

$$m_1 + m_2 = m_3$$

$$m_1 + m_2 = 100 \text{ kg mol}$$

Balance nitrógeno:

$$m_2 * \frac{79\%}{100\%} = m_3 * \frac{50\%}{100\%}$$

$$m_2 = 100 \text{ kg mol} * 0,5 / 0,79 = 63,29 \text{ kg mol}$$

$$m_1 = m_3 - m_2$$

$$m_1 = 100 \text{ kg mol} - 63,29 \text{ kg mol} = 36,71 \text{ kg mol}$$

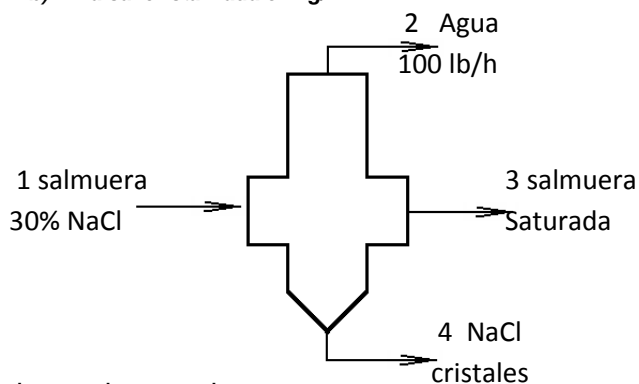
$$\text{Relación molar oxígeno/aire} = (36,71/63,29) = 0,58$$

PROCESOS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS

Evaporación:

En un proceso para la obtención de sal cristalizada se introduce a un evaporador – cristizador una solución saturada de cloruro de sodio, al 30% en peso y 240°F. El proceso es isotérmico de tal manera que se obtiene por el fondo del aparato la sal cristalizada igual al 90% de la sal alimentada. Se evaporan 100lb/hr de agua y se produce, además, una salmuera saturada: Calcular:

- La cantidad de salmuera introducida en lb/h
- La sal cristalizada en kg/h



Balance de materia

$$m_1 = m_2 + m_3 + m_4$$

$$m_1 = 100 \text{ lb/h} + m_3 + m_4$$

Balance de sal

$$m_1 * 0,3 = m_3 * 0,3 + m_4$$

Relación sal de entrada y sal cristalizada

$$m_4 = m_1 * 0,3 * 0,9$$

$$m_4 = 0,27 m_1$$

Balance de agua

$$m_1 * 0,7 = 100 \text{ lb/h} + m_3 * 0,7$$

Solución

4 ecuaciones 4 incógnitas, problema solucionado

$$m_1 = 158,73 \text{ lb/h Salmuera entrada}$$

$$m_2 = 100 \text{ lb/h agua evaporada}$$

$$m_3 = 15,87 \text{ lb/h salmuera salida}$$

$$m_4 = 42,85 \text{ lb/h sal cristalizada}$$

Método de solución 2:

Base de cálculo 100 lb/h salmuera entrada

$$\text{Sal de entrada} = 100 \text{ lb/h} * 0,3 = 30 \text{ lb/h}$$

$$\text{Sal cristalizada} = 0,9 * 30 \text{ lb} = 27 \text{ lb/h}$$

$$\text{Sal salmuera salida} = 30 - 27 = 3 \text{ lb/h}$$

$$\text{Salmuera salida} = 3 \text{ lb} * 100/30 = 10 \text{ lb/h}$$

$$\text{Agua entrada} = 100 \text{ lb/h} * 0,7 = 70 \text{ lb}$$

$$\text{Agua salmuera salida} = 10 \text{ lb/h} * 0,7 = 7 \text{ lb}$$

$$\text{Agua salida} = 70 \text{ lb} - 7 \text{ lb} = 63 \text{ lb/h}$$

Como la salida de agua es de 100lb/h real, entonces:

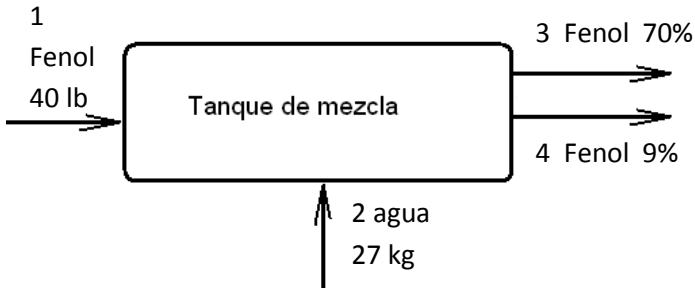
$$\text{Salida salmuera} = 10 \text{ lb/h} * \left(\frac{100 \text{ lb/h}}{63 \text{ lb/h}}\right) = 15,87 \text{ lb/h}$$

$$\text{Salida sal cristalizada} = 27 \text{ lb/h} * \left(\frac{100 \text{ lb/h}}{63 \text{ lb/h}}\right) = 42,86 \text{ lb/h}$$

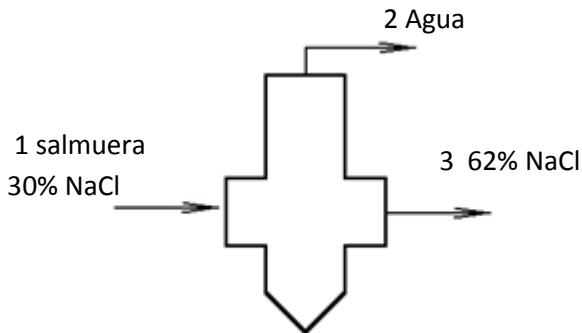
$$\text{Entrada salmuera} = 100 \text{ lb/h} * \left(\frac{100 \text{ lb/h}}{63 \text{ lb/h}}\right) = 158,73 \text{ lb/h}$$

TALLER BALANCE DE MATERIA

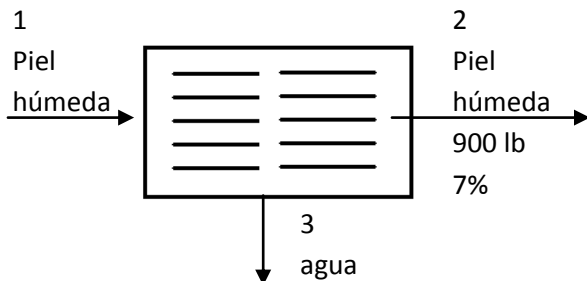
- Una mezcla de fenol y agua, bajo ciertas condiciones de temperatura y composición forman dos fases líquidas separadas, una rica en fenol y otra rica en agua. A 30°C las composiciones de las capas superior e inferior son respectivamente 70% y 9% de fenol. Si 40 libras y 27 kilos de agua se mezclan y las capas se separan a 30°C, ¿Cuáles son los pesos de cada una de las dos capas?



- Una solución que contiene 30% en peso de sal en agua se alimenta a un evaporador. Calcular el porcentaje de agua evaporada si la solución que sale del evaporador contiene 62% en peso de sal.



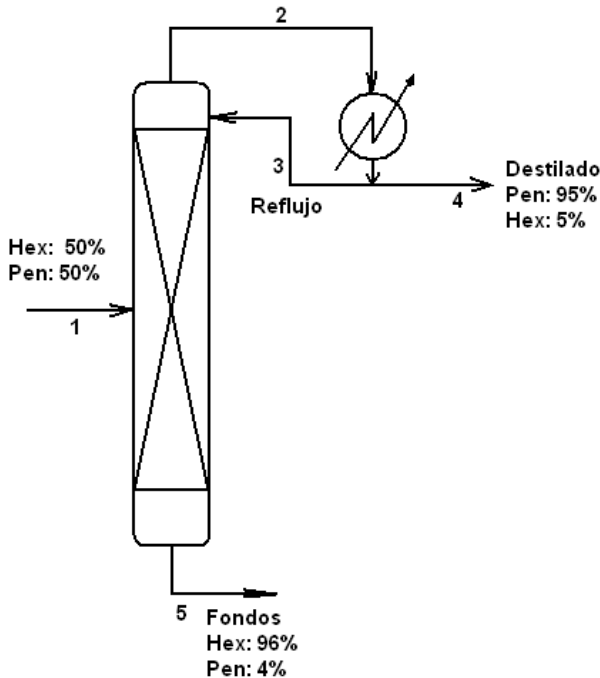
- Después del secado se determina que un lote de piel pesa 900 lb y que contiene 7% de agua. Durante el secado la piel perdió 59,1% de su peso inicial cuando se encontraba húmeda.
 - Calcular el peso de piel "totalmente seca" o exenta de humedad en la carga de alimentación.
 - Calcular el número de kilos de agua eliminada en el proceso de secado por kilogramo de piel totalmente seca.
 - Calcular el porcentaje de agua eliminada con base en el agua presente inicialmente.



RECIRCULACIÓN, PURGA Y MULTIPLES PASOS

1. Debe diseñarse una columna de destilación con el fin de separar una mezcla que contiene 50% de hexano y 50% de pentano. La corriente superior de producto debe contener 95% de pentano mientras que los fondos deben contener 96% de hexano. La corriente que abandona la parte superior de la torre se condensa; una porción de la corriente condensada se retorna a la columna como reflujo, eliminándose el resto como producto. La relación de reflujo ((masa de reflujo)/(masa de producto final)) es de 0,6. Calcular:

- Los kg de destilado y fondos por kg de alimentación.
- Calcular la relación (kg alimentados al condensador/ kg alimentado a la torre)
- calcular el flujo másico de la corriente de producto si el flujo molar de la corriente de alimentación es 100kg – mol/h



Base de cálculo: 100 kg de alimentación

Balace total:

$$m_1 = m_4 + m_5$$

$$100 \text{ kg} = m_4 + m_5$$

Balace de hexano:

$$m_1 \cdot 0,5 = 0,05 \cdot m_4 + 0,96 \cdot m_5$$

$$50 = 0,05 m_4 + 0,96 \cdot m_5$$

Dos ecuaciones dos Incógnitas

$$m_4 = 50,55 \text{ kg} \quad m_5 = 49,45 \text{ kg}$$

Balace en el condensador

$$m_2 = m_3 + m_4$$

$$m_2 = m_3 + 50,55 \text{ kg}$$

Relación reflujo

$$0,6 = m_3/m_4$$

$$m_3 = 0,6 \cdot 50,55 = 30,33 \text{ kg}$$

$$m_2 = 30,33 \text{ kg} + 50,55 \text{ kg} = 80,88 \text{ kg}$$

a. kg fondos/kg alimento, kg destilado/kg alimento

$$\text{Kg fondos/kg alimento} = 49,45 \text{ kg}/100 \text{ kg} = 0,4945$$

$$\text{Kg destilado/kg alimento} = 50,55/100 = 0,5055$$

b. kg alimentados condensador / kg alimentado torre

$$80,88 \text{ kg} / 100 \text{ kg} = 0,8088$$

c. Flujo másico ζ si flujo molar 100kg mol / h.

Hexano: $C_6H_{14} = 12 \cdot 6 + 14 = 86$ uma

Pentano: $C_5H_{12} = 12 \cdot 5 + 12 = 72$ uma

$$\text{Composición molar pentano} = \frac{\frac{50}{72}}{\frac{50}{72} + \frac{50}{86}} = 0,544$$

$$\text{Composición molar hexano} = \frac{\frac{50}{86}}{\frac{50}{72} + \frac{50}{86}} = 0,4557$$

Kg corriente entrada = kg pentano +kg hexano

$$\text{Kg pentano} = 100 \text{ kgmol} \cdot 0,544 \cdot \frac{72 \text{ kg}}{1 \text{ kg mol pentano}} = 3916,8 \text{ kg}$$

$$\text{Kg hexano} = 100 \text{ kgmol} \cdot 0,455 \cdot \frac{86 \text{ kg}}{1 \text{ kg mol pentano}} = 3916,8 \text{ kg}$$

$$\text{Kg alimento} = 3916,8 \text{ kg} + 3916,8 \text{ kg} = 7833,6 \text{ kg}$$

$$\text{Si entran } 7833,6 \text{ kg/h y kg destilado/kg alimento} = 0,5055$$

$$\text{Kg destilado} = 0,5055 \cdot 7833,6 = 3959,9 \text{ kg/h}$$

BALANCE CON REACCIÓN QUÍMICA

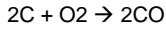
Procesos unitarios

Los principales procesos unitarios son:

Calcinación, oxidación, reducción, halogenación, hidrogenación, deshidrogenación, nitración, esterificación, sulfonación, hidrólisis, alquilación, aromatización, fermentación, isomerización, polimerización, pirolisis, electrólisis.

Reactivo límite:

Dos reactivos están en proporción estequiométrica cuando su relación molar es igual a la relación estequiométrica correspondiente.



Relación estequiométrica (oxígeno/Carbono) = $\frac{1}{2}$ = 0,5

Cuando se mezclan cantidades diferentes a las estequiométricas uno o varios de las sustancias que reaccionan estarán en exceso.

Porcentaje exceso=

$$\frac{\text{Cantidad en exceso} - \text{cantidad estequimétrica}}{\text{cantidad estequiométrica}} \times 100$$

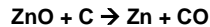
Grado de finalización:

Cuando una reacción es completa, el reactivo limitante se consume por completo y en los productos solo está presente el reactivo en exceso. Si la reacción no es completa se define el grado de finalización como:

$$GF = \frac{\text{reactivo limitante que reacciona}}{\text{reactivo limitante suministrado}} \times 100$$

Ejemplos:

1. El cinc se obtiene por la reducción del óxido con carbono. Para producir 530 kg de cinc, ¿Cuántos kilos de carbono necesitan?



Base de cálculo: 530 kg

$$530 \text{ kg} \frac{1 \text{ kg mol Zn}}{65,38 \text{ kg}} = 8,1 \text{ kg mol Zn} * \frac{1 \text{ kg mol de C}}{1 \text{ kg mol Zn}} = 8,1 \text{ kg mol C}$$

$$8,1 \text{ kg mol C} \frac{12 \text{ kg}}{1 \text{ kg mol de C}} = 97,2 \text{ kg}$$

2. ¿Cuántos gramos de sulfuro crómico se formarán a partir de 0,928 gramos de óxido? según la ecuación:



$$0,928 \text{ g } Cr_2O_3 * \frac{1 \text{ g mol } Cr_2O_3}{152 \text{ g } Cr_2O_3} * \frac{2 \text{ g mol } Cr_2S_3}{2 \text{ g mol } Cr_2O_3} = 0,006 \text{ g mol } Cr_2S_3$$

$$0,006 \text{ g mol } Cr_2S_3 * \frac{200 \text{ g } Cr_2S_3}{1 \text{ g mol } Cr_2S_3} = 1,22 \text{ g de } Cr_2S_3$$

3. Para formar 4500 lb de FeSO₄ se necesitó de 1 tonelada de hierro. Si se suministran 335 galones de H₂SO₄ puro cuya densidad es 1,8 g/cm³. Calcular:

- a. El reactivo limitante
 - b. El porcentaje en exceso
 - c. El grado de finalización
 - d. Los kilogramos de H₂ obtenidos.
- $$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$$

$$4500 \text{ lb } FeSO_4 * \frac{1 \text{ lb mol } FeSO_4}{151,85 \text{ lb } FeSO_4} = 29,63 \text{ lb mol } FeSO_4$$

$$1000 \text{ kg } Fe * \frac{1 \text{ lb}}{0,453 \text{ kg}} * \frac{1 \text{ lb mol } Fe}{55,85 \text{ lb de } Fe} = 39,52 \text{ lb mol } Fe$$

$$335 \text{ gal } H_2SO_4 * \frac{3,785 \text{ l}}{1 \text{ gal}} * \frac{1,8 \text{ g}}{\text{cc}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} * \frac{1000 \text{ cc}}{1 \text{ l}} = 2282,4 \text{ kg } H_2SO_4$$

$$2282,4 \text{ kg } H_2SO_4 * \frac{1 \text{ kg mol } H_2SO_4}{98 \text{ kg } H_2SO_4} * \frac{1 \text{ lb mol}}{0,453 \text{ kg mol}} = 51,41 \text{ lb mol } H_2SO_4$$

$$\text{Relación estequiométrica} = \frac{1 \text{ lb mol } H_2SO_4}{1 \text{ lb mol } Fe} = 1$$

$$\text{Relación del problema} = \frac{51,41 \text{ lb mol } H_2SO_4}{39,52 \text{ lb mol } Fe} = 1,3$$

El H₂SO₄ está en exceso y el Fe es el reactivo limitante.

$$\% \text{ en exceso} = \frac{51,41 - 39,52}{39,52} * 100 = 30 \%$$

El grado de finalización:

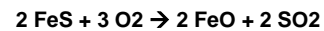
$$39,52 \text{ lb mol } Fe * \frac{1 \text{ lb mol } FeSO_4}{1 \text{ lb mol } Fe} = 39,52 \text{ lb mol } FeSO_4$$

$$GF = \frac{29,63 \text{ lb mol } FeSO_4 \text{ producidos}}{39,52 \text{ lb mol } FeSO_4 \text{ teóricos}} \times 100 = 75\%$$

$$29,63 \text{ lb mol } FeSO_4 * \frac{1 \text{ lb mol } H_2}{1 \text{ lb mol } FeSO_4} = 29,63 \text{ lb mol } H_2$$

$$29,63 \text{ lb mol } H_2 * \frac{0,453 \text{ kg mol } H_2}{1 \text{ lb mol } H_2} * \frac{2 \text{ kg de } H_2}{1 \text{ kg mol } H_2} = 26,84 \text{ kg de } H_2$$

4. Un convertidor recibe una carga de 60 ton de un mineral que contiene 54% en peso de FeS. El FeS es oxidado mediante un 15% en exceso de oxígeno según la reacción:



Si el grado de finalización de la reacción es del 87% calcular:

- a. La composición en peso de la corriente sólida que sale.
- b. La composición molar de la corriente gaseosa que sale.

$$60 \text{ ton material} * 0,54 = 32,4 \text{ ton FeS}$$

$$32,4 \text{ ton FeS} * \frac{1 \text{ ton mol de FeS}}{87,95 \text{ ton de FeS}} = 0,37 \text{ ton mol FeS}$$

$$0,37 \text{ ton mol FeS} * 0,87 = 0,322 \text{ ton mol FeS que reaccionan}$$

Composición en peso corriente sólida=

$$0,37 - 0,322 \text{ ton mol FeS que no reaccionó} = 0,048 \text{ ton mol FeS}$$

$$0,048 \text{ ton mol FeS} * \frac{87,95 \text{ ton FeS}}{1 \text{ ton mol FeS}} = 3,518 \text{ ton FeS}$$

$$0,322 \text{ ton mol FeS} * \frac{2 \text{ ton mol FeO}}{2 \text{ ton mol FeS}} = 0,322 \text{ ton mol FeO}$$

$$0,322 \text{ ton mol FeO} * \frac{71,85 \text{ ton FeO}}{1 \text{ ton mol FeO}} = 23,14 \text{ ton FeO}$$

Composición sólidos:

$$FeO \quad 23,14 \text{ ton} \quad 42,6\%$$

$$FeS \quad 3,52 \text{ ton} \quad 6,5\%$$

$$\text{Impurezas } 60 \text{ ton} * (1 - 0,54) = 27,6 \text{ ton } 50,9\%$$

$$\text{Total: } 54,26 \text{ ton}$$

Composición gases

$$0,37 \text{ ton mol FeS} * \frac{3 \text{ ton mol } O_2}{2 \text{ ton mol FeS}} = 0,555 \text{ ton mol } O_2 \text{ estequiométrico}$$

$$\% \text{ en exceso} = (O_2 \text{ en exceso} - O_2 \text{ estequiométrico}) / O_2 \text{ estequiométrico}$$

$$\text{Se despeja } O_2 \text{ en exceso} = O_2 \text{ estequiométrico} * (1 + \frac{\% \text{ en exceso}}{100\%})$$

$$O_2 \text{ en exceso} = 0,555 \text{ ton mol } O_2 * (1 + 15/100) = 0,64 \text{ ton mol } O_2$$

$$0,322 \text{ ton mol FeS} * \frac{3 \text{ ton mol } O_2}{2 \text{ ton mol FeS}} = 0,483 \text{ ton mol } O_2 \text{ reaccionan}$$

$$0,322 \text{ ton mol FeS} \cdot \frac{2 \text{ ton mol SO}_2}{2 \text{ ton mol FeS}} = 0,322 \text{ ton mol SO}_2$$

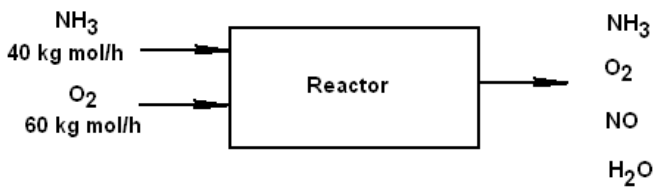
Composición molar gases salida

SO₂ 0,322 ton mol 67,2% molar
 O₂ 0,64 - 0,483 = 0,157 ton mol O₂ 32,8% molar
 Total 0,479 ton mol

5. Los procesos modernos para producir ácido nítrico se basan en la oxidación de amoníaco sintetizado por la reacción de Haber. El primer paso en el proceso de oxidación es la reacción de NH₃ con O₂ sobre un catalizador de platino, para producir óxido nítrico.



Bajo un conjunto determinado de condiciones, se obtiene una conversión del 90% de NH₃, con una alimentación de 40 kg mol/h de NH₃ y 60 kg mol/h de oxígeno (O₂). Calcular el flujo de salida del reactor para cada componente.



Base de cálculo: 1 hora

NH₃ que reacciona = 40 kg mol * 0,9 = 36 kg mol

NH₃ que no reacciona = 40 kg mol - 36 kg mol = 4 kg mol

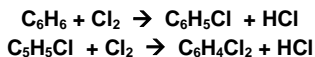
O₂ reacciona = 36 kg mol NH₃ $\frac{5 \text{ kg mol oxígeno}}{4 \text{ kg mol amoníaco}}$ = 45 kg mol

O₂ que no reacciona = 60 kg mol - 45 kg mol = 15 kg mol

NO formado = 36 kg mol NH₃ $\frac{4 \text{ kg mol NO}}{4 \text{ kg mol amoníaco}}$ = 36 kg mol

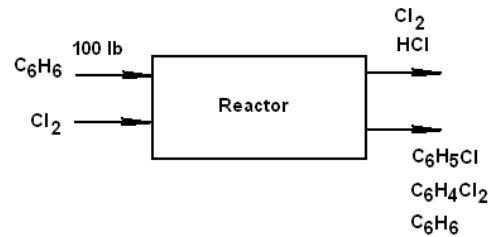
Agua formada = 36 kg mol NH₃ $\frac{6 \text{ kg mol H}_2\text{O}}{4 \text{ kg mol amoníaco}}$ = 54 kg mol

6. El clorobenceno se fabrica haciendo reaccionar cloro seco con benceno líquido, utilizando cloruro férrico como catalizador. Existen dos reacciones donde se forma mono y diclorobenceno:



El 90% del benceno forma monoclорobenceno y 15% de éste reacciona para formar diclorobenceno. El cloro se suministra en un 20% en exceso del necesario para la monoclорación. El HCl y el cloro en exceso abandonan el reactor como gases. El producto líquido obtenido contiene benceno, mono y diclorobenceno. Sobre la base de 100 lb de benceno alimentado, calcular:

- a. La masa y composición del producto líquido
 b. la masa y composición de los gases que abandonan el reactor.



C₆H₆ = 12 * 6 + 6 = 78 uma
 C₆H₅Cl = 6 * 12 + 5 + 35,45 = 112,45 uma
 C₆H₄Cl₂ = 146,9 uma
 Cl₂ = 35,45 * 2 = 70,9 uma
 HCl = 1 + 35,45 = 36,45 uma
 Base de cálculo: 100 lb (1 lb mol benceno / 78 lb mol) = 1,282

Benceno que reacciona = 1,282 * 0,9 = 1,154 lb mol
 C₆H₅Cl producido = 1,154 lb mol
 C₆H₅Cl reacciona para C₆H₄Cl₂ = 1,154 * 0,15 = 0,173 lb mol

C₆H₅Cl que sale = 1,154 - 0,173 = 0,981 lb mol
 C₆H₄Cl₂ formado = 0,173 lb mol
 HCl formado = 1,154 * $\frac{1 \text{ lb mol HCl}}{1 \text{ lb mol benceno}}$ + 0,173 * $\frac{1 \text{ lb mol HCl}}{1 \text{ lb mol C}_6\text{H}_5\text{Cl}}$ = 1,327 mol

Cloro = 1,282 lb mol C₆H₆ $\frac{1 \text{ lb mol Cloro}}{1 \text{ lb mol benceno}}$ * 1,2 exceso = 1,5384 lb mol

Cloro consumido = 1,154 + 0,173 = 1,327 lb mol

Cloro que sale = 1,5384 - 1,327 = 0,2114 lb mol

Producto líquido formado:

Benceno = 1,282 - 1,154 = 0,128 * 78 = 9,984 lb
 C₆H₅Cl = 0,981 * 112,45 = 110,3 lb
 C₆H₄Cl₂ = 0,173 lb mol * 146,9 = 25,41 lb

Total líquidos = 145,69 lb

% peso benceno = 9,984 / 145,69 * 100 = 6,85 %
 % peso C₆H₅Cl = 110,3 / 145,69 * 100 = 75,7 %
 % peso C₆H₄Cl₂ = 25,41 / 145,69 * 100 = 17,45 %

Gases:

Cloro = 0,2114 * 70,9 = 14,99 lb
 HCl = 1,327 * 36,45 = 48,37 lb

Total gases = 63,36 lb

% en volumen o molar Cloro = (0,2114) / (0,2114 + 1,327) * 100

% v/v o molar Cloro = 13,74 %

% v/v o molar HCl = 1,327 / 1,5384 = 86,26 %

TALLER

- En un convertidor catalítico de una planta de ácido sulfúrico se mezclan 100 lb de SO₂ con 50 lb de O₂. Si la reacción es completa, calcule las libras de SO₃ formado y el porcentaje en exceso de oxígeno.

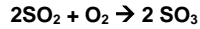
$$2 \text{ SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ SO}_3$$
- Se produce un gas combustible que contiene CO + H₂ en la reacción catalítica entre propano y vapor de agua:

$$\text{C}_3\text{H}_8 + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{ CO} + 7 \text{ H}_2$$

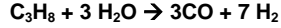
Se mezcla una corriente de propano que fluye a 200 moles/mi con un 50% en exceso de vapor de agua, obteniéndose una conversión en el reactor de 65%. Calcule la fracción molar de H₂ en el producto.

BALANCE CON REACCIÓN QUÍMICA
TALLER PARA ENTREGAR 14 DE ABRIL 2009

1. En un convertidor catalítico de una planta de ácido sulfúrico se mezclan 100 lb de SO₂ con 50 lb de O₂. Si la reacción es completa, calcule las libras de SO₃ formado y el porcentaje en exceso de oxígeno.



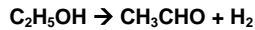
2. Se produce un gas combustible que contiene CO + H₂ en la reacción catalítica entre propano y vapor de agua:



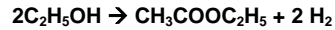
Se mezcla una corriente de propano que fluye a 200 moles/mi con un 50% en exceso de vapor de agua, obteniéndose una conversión en el reactor de 65%.

Calcule la fracción molar de H₂ en el producto.

3. Es posible obtener el acetaldehído CH₃CHO por la deshidrogenación catalítica de etanol, C₂H₅OH mediante la reacción:

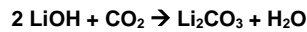


Ocorre también, sin embargo, una reacción paralela que produce acetato de etilo, CH₃COOC₂H₅:



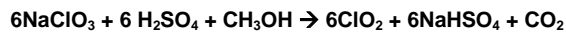
Suponiendo que en un reactor determinado se ajustan las condiciones, de modo que se obtiene una conversión de etanol de 95%, con un rendimiento de 80% de acetaldehído (20% del acetaldehído formado en la primera reacción reacciona para formar acetato). Calcule la composición del producto del reactor, suponiendo que el alimento es etanol puro.

4. La remoción del CO₂ de una nave espacial tripulada se ha logrado mediante absorción con hidróxido de litio de acuerdo a la siguiente reacción:



Si un kilogramo de CO₂ es liberado diariamente por persona, ¿Cuántos kilos se requieren de LiOH por día y por persona?

5. El gas bióxido de cloro se utiliza en la industria papelera para blanquear la pulpa producida en un molino Kraft. El gas se produce haciendo reaccionar clorato de sodio, ácido sulfúrico y metanol, en reactores recubiertos de plomo:



Determine los flujos de masa necesarios para producir 10 toneladas por hora de ClO₂, suponiendo que se obtiene una conversión del 90%.