

SERIE DE PROBLEMAS: BALANCE DE MATERIA CON REACCIÓN QUÍMICA

Problema N° 1: El CO_2 se puede preparar atacando piedra caliza con ácido sulfúrico. La caliza contiene carbonato de calcio, carbonato de magnesio y material inerte (que no es atacado por el ácido). El ácido sulfúrico empleado es del 12 % P/P. El residuo del proceso tienen la siguiente composición: CaSO_4 : 8,56 %; MgSO_4 : 5,23 %; H_2SO_4 : 1,05 %; material inerte: 0,53 %; H_2O : 84,63 % (porcentaje expresado peso en peso).

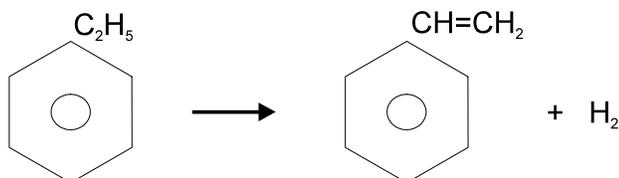
Determinar:

- El análisis de la caliza empleada.-
- El % de exceso de ácido.-
- La masa de CO_2 obtenido por tonelada de caliza.-

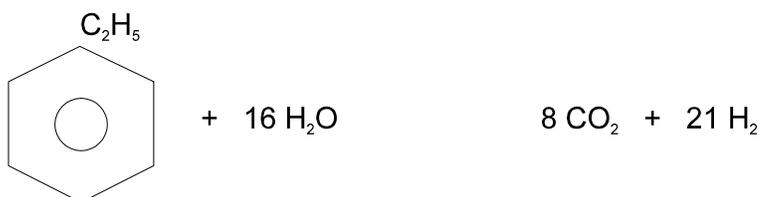
Reacciones:



Problema N° 2: Para producir estireno se hace pasar etilbenceno mezclado con vapor de agua a elevada temperatura sobre un catalizador en un reactor continuo (el vapor de agua se usa para calentar la corriente de etilbenceno). La reacción es la siguiente:



a su vez se produce una reacción indeseable del etilbenceno y el vapor de agua:

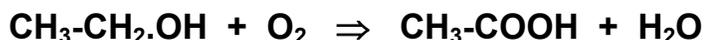


La corriente que sale del reactor se enfría condensándose el estireno y el vapor de agua, separándose del hidrogeno y del anhídrido carbónico. Se encontró que salía del condensador una mezcla de estireno y agua con 82 % (P/P) de estireno. Los gases que salían del condensador tenían la siguiente composición en volumen: CO₂: 16,64 %; H₂: 83, 36 %. Por cada 100 kg de mezcla de estireno y agua se obtuvieron 17,88 kg de gases.

Determinar:

- Que porcentaje (en moles) del etil benceno se convirtió a estireno.-
- La relación molar de etil benceno y agua en la alimentación al reactor.-

Problema N° 3: El ácido acético se puede obtener por oxidación del alcohol etílico con aire a determinada presión y temperatura, según la siguiente reacción:

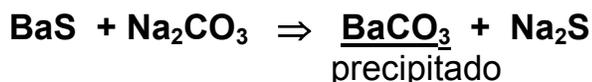


Parte del alcohol etílico se oxida a CO₂ y H₂O. El alcohol con una pureza del 100 % se coloca en un reactor discontinuo y se le hace pasar una determinada cantidad de aire. Cuando todo el alcohol ha reaccionado se observo que en el reactor quedaba una solución de ácido acético y agua con una concentración del 71,43 % (P/P) de ácido. Por cada kg de esa solución se producían 2,23 Kg. de gases con la siguiente composición: CO₂: 3,29 %; O₂: 4,10 %; N₂: 92,61 % en volumen.

Determinar:

- ¿Que porcentaje (en moles) del alcohol se convierten a ácido acético?.-
- ¿Que porcentaje se quema a CO₂ y H₂O?.-
- ¿Cuál es el porcentaje de exceso de aire?.-

Problema N° 4: El carbonato de bario se prepara tratando una solución de sulfuro de bario con carbonato de sodio, produciéndose la siguiente reacción:



El sulfuro de bario esta impurificado con sulfuro de calcio (que al reaccionar con el carbonato de sodio produce carbonato de calcio, que precipita). El análisis del precipitado es: CaCO₃: 9,9 % (P/P); BaCO₃: 90,1 %. El análisis del producto que no precipita es: Na₂S: 6,85 % (P/P); Na₂CO₃: 2,25 %; H₂O: 90,0 %.

Determinar:

- El exceso de Na₂CO₃.-
- La composición de la disolución inicial de BaS y CaS.-

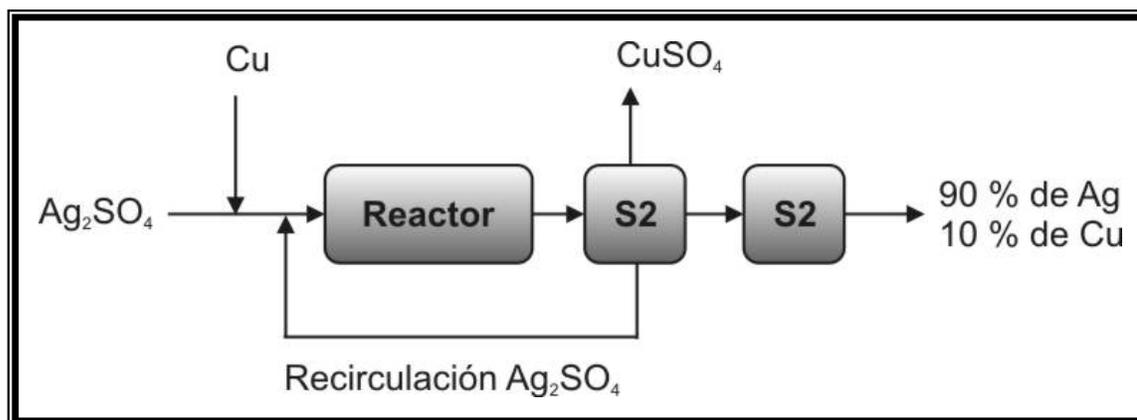
Problema N° 5: El anhídrido ftálico se puede obtener por oxidación del naftaleno con aire, según la siguiente reacción:



En esta reacción parte del naftaleno se quema totalmente a CO_2 y H_2O . De un reactor que trabaja con vapores de naftaleno y aire en exceso se obtiene un gas que después de separar el anhídrido ftálico y el agua tiene la siguiente composición: N_2 : 80,9 %; O_2 : 15,7 %; CO_2 : 3,4 %. En base a esos datos determinar en que proporción se produce la reacción de oxidación a anhídrido ftálico y en que proporción a CO_2 y H_2O . Determinar el exceso de aire.-

Problema Nº 6: Durante la oxidación del naftaleno para obtener anhídrido ftálico usando aire como oxidante, se encuentra que la composición del gas de deshecho tiene la siguiente composición: O_2 : 12,6 %; N_2 : 83,2 %, CO_2 : 4,2 % en base seca. Suponiendo que la oxidación del naftaleno es completa, determinar la relación de la entrada del aire con el naftaleno.-

Problema Nº 7: La plata metálica se obtiene de los metales sulfurosos mediante la calcinación hasta formar sulfatos, luego se procede a lixiviarlo con agua y a precipitar la plata con cobre metálico por intercambio de ion. En el siguiente diagrama el material que sale del segundo separador se encontró que contiene 90 % de plata y 10 % de cobre (P/P). ¿Que porcentaje de exceso de cobre se utiliza (basar el exceso en la alimentación al reactor)? Si la reacción tiene un grado de conversión del 75 % basado en el reactivo limitante (Ag_2SO_4) ¿Cuántos kg de corriente se reciclan?. Supóngase que se obtienen 100 kg de plata con cobre



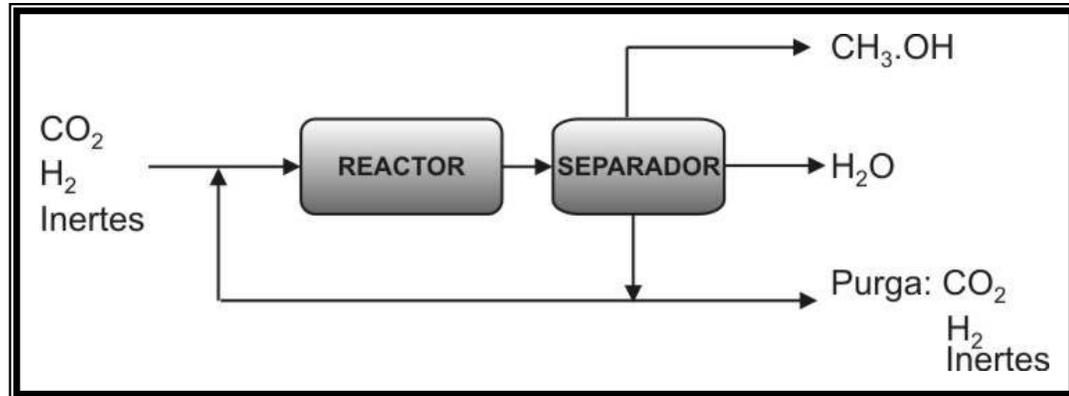
Problema Nº 8: Se está estudiando una síntesis del metanol basado en la siguiente reacción:



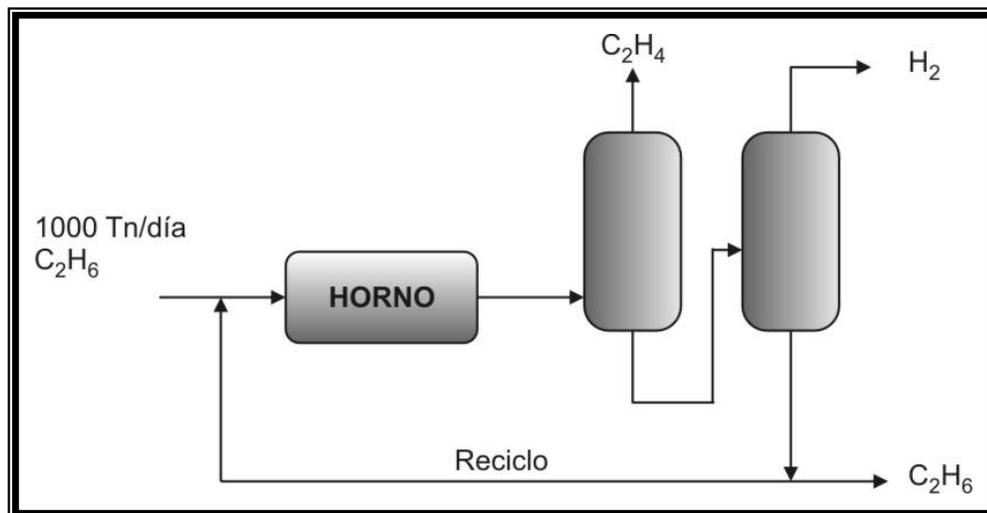
El hidrogeno y el anhídrido carbónico se hacen reaccionar a presión elevada y en proporciones estequiométricas y se obtienen por reformado del gas natural,

conteniendo 0,5 % de inertes en volumen. En el reactor se obtiene una conversión del 60 % por paso. La concentración de inertes que entran al reactor debe mantenerse por debajo del 2 % en volumen. El proceso se realiza en estado estacionario. Determinar:

- Cuantas moles se deben recircular por cada mol de alimentación que entra al reactor.-
- Cuantas moles se deben purgar por cada mol de alimentación fresca.-

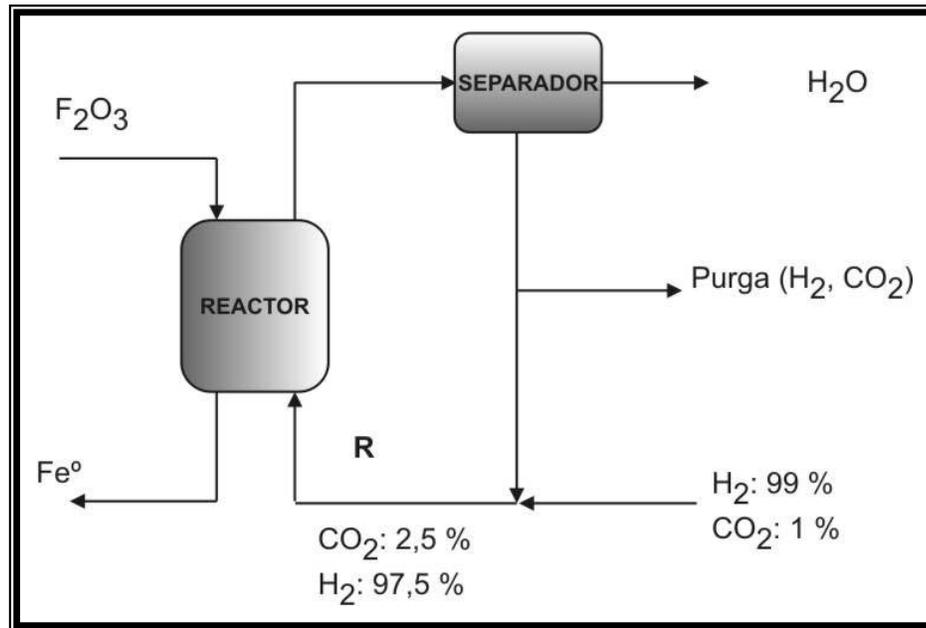
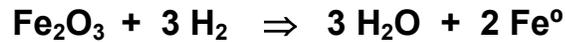


Problema N° 9: Una unidad de cracking de etano procesa 1000 Tn/día de dicho hidrocarburo. La conversión por paso es del 35 % y se debe llegar a una conversión final de la alimentación del 95 %. Determinar el reciclo necesario, producción de hidrogeno y etileno.



Problema N° 10: La planta que representa el diagrama de flujo de la figura consume H_2 para reducir 1 Tn/día de Fe_2O_3 a Fe^0 . El H_2 de la alimentación fresca utilizado para la reducción contiene 1 % de CO_2 como impureza y se mezcla con la

recirculación **R** antes de entrar al reactor. Con el fin de evitar que sobrepase el 2,5 % de CO₂ a la entrada al reactor, se retira una purga. La relación de recirculación a la alimentación de gas fresco es de 4 a 1. Calcular la cantidad y composición del gas de purga



Problema N° 11: Cierta agua cruda que va a utilizarse en una caldera tiene la siguiente composición en ppm: Ca⁺⁺: 90; Mg⁺⁺: 60; Na⁺ y K⁺: 40; CO₃H⁻: 270; SO₄⁻ y Cl⁻: 160; total 620. Se añade PO₄Na₃ en exceso del 10 % con respecto al requerido para formar las sales insolubles de (PO₄)₂Ca₃ y (PO₄)₂Mg₃ las cuales se separan por decantación antes que el agua alimente a la caldera. Las reacciones son completas y no se verifican otras. El vapor de agua producido arrastra 4 kg de liquido por cada 100 Kg. de vapor seco. El 60 % de este vapor de agua se regresa a la caldera después de haber recogido 400 ppm de sólidos solubles por su paso a través de los equipos y líneas de retorno. La concentración de sólidos totales en la caldera no debe sobrepasar los 3000 ppm. Por lo tanto el agua de la caldera se debe purgar continuamente para mantener esa concentración. El contenido de sólidos en el agua que arrastra el vapor es el mismo que el liquido que se encuentra en la caldera. Calcular la relación de purga a alimentación de agua tratada que se requiere.-

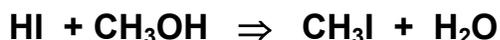
Problema N° 12: El oxido de etileno, C₂H₄O, se obtiene por reacción catalítica entre el etileno (C₂H₄) y el oxígeno. La carga de alimentación a un reactor se logra con etileno fresco, oxígeno y etileno de recirculación de tal forma que el contenido de etileno es de 40 % en moles. Esta mezcla reacciona a 1 atm. y 260° C. Los análisis muestran que el 40 % del etileno que entra al reactor se consume por paso y, de este, el 60 % se transforma en oxido de etileno por medio de la siguiente reacción:



El resto se descompone en CO₂ y H₂O. El etileno que no reaccionó se separa de los productos de reacción y se recircula. El CO₂, H₂O y O₂ se eliminan por purga. Por cada 100000 pies³ de etileno que se introducen al proceso a 60° F y 1 atm., calcular las moles de oxido de etileno recirculado por mol de etileno introducido.-

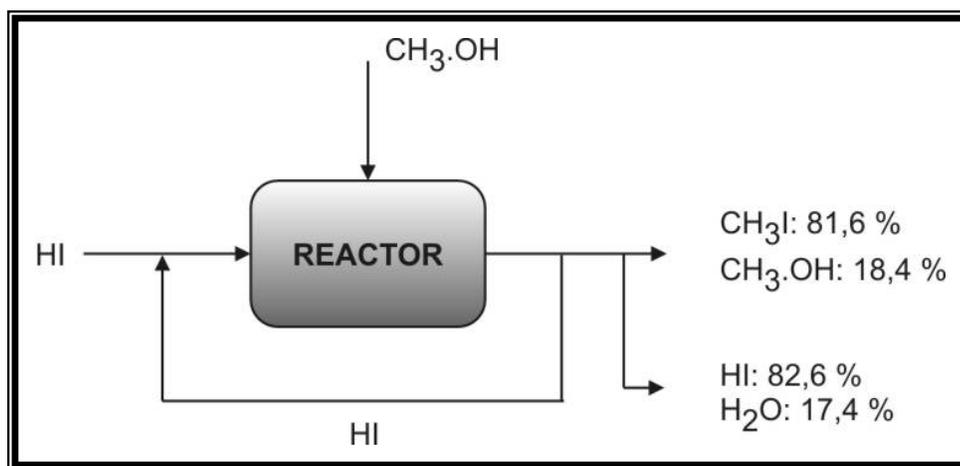
Problema N° 13: En la producción de NH₃, la relación molar entre el N₂ y el H₂ en la alimentación a todo el proceso es de 1 de N₂ a 3 de H₂. de la carga que se alimenta al reactor, el 25 % se transforma en NH₃. El NH₃ que se forma se condensa al estado líquido y se remueve completamente del reactor, mientras que el N₂ y el H₂ que no reaccionaron se recirculan de nuevo para mezclarse con la carga de alimentación al proceso. ¿Cuál es la relación entre la recirculación y la carga de alimentación expresada en libras de recirculación por libra de carga de alimentación?. La carga de alimentación se encuentra a 100° F y 10 atm., mientras que el producto se encuentra a 40° F y 8 atm.-

Problema N° 14: En un proceso para la preparación de yoduro de metilo se agregan 2000 lb/día de ácido yodhídrico a un exceso de metanol.



Si el producto contiene 81,6 % (P/P) de CH₃I, así como el metanol que no reaccionó y si el material de deshecho esta formado por 82,6 % de ácido yodhídrico y 17,4 % de agua, suponiendo que la reacción tiene un 50 % de consumación, calcular:

- El peso del metanol agregado por día.-
- La cantidad de HI recirculada.-



Problema N° 15: En la fijación del N₂ por un proceso de arco, se pasa aire a través de un arco eléctrico. Parte del N₂ se oxida a NO, que al enfriarse se oxida a NO₂. Del NO₂ formado, el 66 % se asocia como N₂O₄ a 26° C. Los gases pasan entonces a torres de absorción con agua para lavarlos, en donde se forma ácido nítrico según la siguiente reacción:



El NO liberado en esta reacción se vuelve a oxidar en parte para formar mas ácido nítrico. En la operación de la planta ha sido posible producir gases del horno de arco en los que el oxido nítrico, mientras esta caliente, se encuentra en un 2 % en volumen. Los gases se enfrían a 26° C a la presión de 750 mm de Hg. antes de entrar en el equipo de absorción. Calcular:

- El análisis completo en volumen de los gases calientes que salen del horno, supuesto que el aire que entra al horno tiene la composición estándar.
- Las presiones parciales de NO₂ y N₂O₄ en el gas que entra en el aparato de absorción.
- El peso de NO₃H formado por cada pie³ de gas que entra en el sistema de absorción si la conversión a NO₃H del N₂ combinado en el horno de gases es del 85 %.-

Problema Nº 16: En la obtención del oxido de etileno a partir del etileno y aire, de acuerdo al diagrama mostrado en la figura, se conoce el análisis de la corriente de productos **W** y que es la siguiente: N₂: 81,5 %; O₂: 16,5 %; etileno: 2 %. Además se sabe que la relación de reciclo **R/W** es de 3. Calcular la relación etileno - aire en la alimentación fresca y la conversión por paso.-

