

Nombre y apellidos: _____

Num. matrícula: _____ Ordenador empleado: _____

PRODUCCIÓN DE H₂ MEDIANTE REFORMADO DE GLICEROL

La glicerina o glicerol es un subproducto en las plantas de producción de biodiésel. Se quiere estudiar un proceso de aprovechamiento de dicha glicerina con el fin de obtener hidrógeno. La planta debe procesar 5000 toneladas/año de glicerina y la cantidad necesaria de agua a la entrada del reactor debe estar en relación molar de 12 a 1 con la glicerina.

La siguiente figura muestra el diagrama de flujo del proceso de reformado.

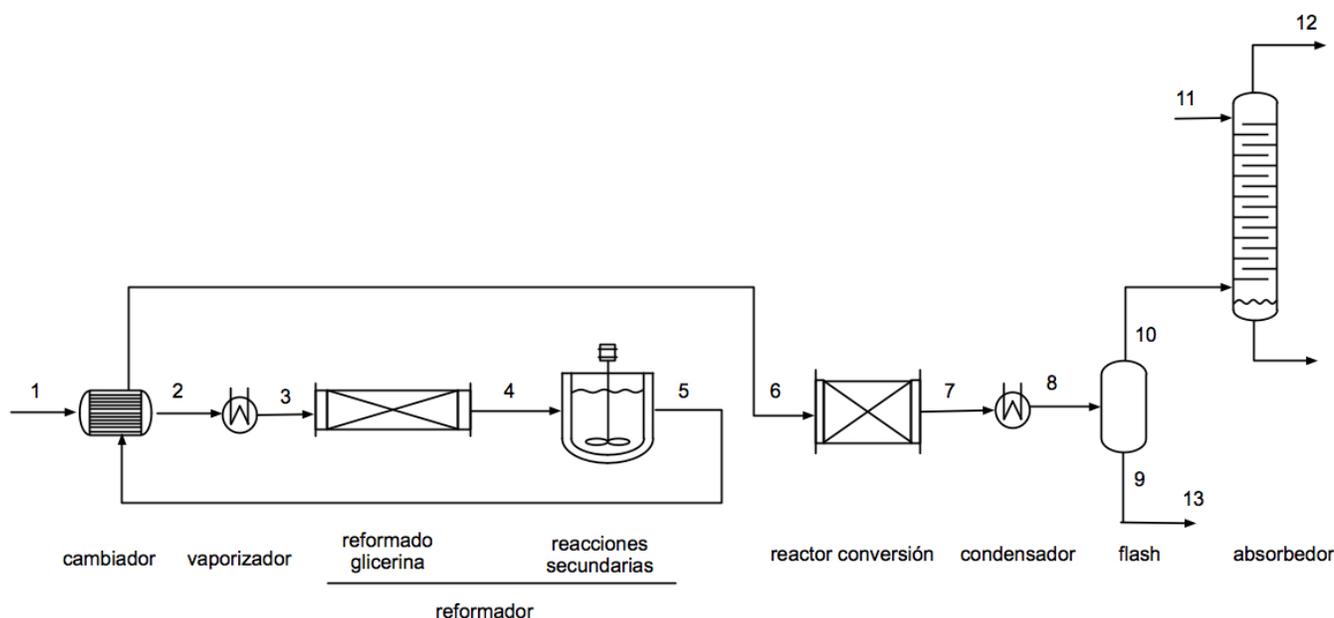
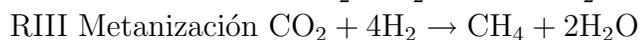
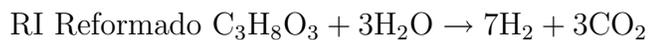


Figura 1:

La alimentación (1) compuesta por agua y glicerina se precalienta a 400°C antes de entrar en el reformador (3), para ello primero intercambia calor con la corriente de salida del reactor (5) y luego mediante otro cambiador termina de calentarse a 400°C. En el reformador tienen lugar las siguientes reacciones:



La salida del reformador (5) se emplea para precalentar la alimentación. Después del intercambio de calor la corriente (6) debe estar a 250°C para entrar al reactor de conversión (que opera a esta temperatura). Este reactor busca convertir CO a CO₂ según la reacción RV (water gas shift reaction). Esta reacción es reversible y se sabe que se llega al equilibrio con un grado de aproximación de 2°C .



A la salida de este reactor (7) se enfría hasta 40°C para que se produzca la condensación y posteriormente se produce la separación del agua en un flash. El gas saliente del flash (10) se alimenta a una columna de absorción donde el CO₂ se elimina empleando agua (11) como absorbente.

PARTE I. Se pide realizar la simulación del proceso teniendo en cuenta los siguientes datos

- Corriente de entrada (1): Temperatura 25°C , presión 1 atm.
- Pérdida de carga nula en todos los equipos
- Propiedades físicas WILSON
- El reformador se debe simular mediante dos reactores, en el primero tiene lugar la reacción del reformado (RI) y en el segundo las reacciones secundarias (RII-RIV)
- El reformado de glicerina sigue una cinética de Arrhenius donde $k=8135,5$ (unidades SI) , $E_a=103000\text{kJ/kmol}$, siendo el orden de reacción de 0,233 para la glicerina y de 0,15 para el agua, respecto a las concentraciones másicas. Temperatura de reacción 750°C Este reactor es de flujo pistón siendo sus dimensiones: longitud=8,5m y diámetro=0,85m.
- Las reacciones secundarias tienen las siguientes conversiones RII=16,91 % de hidrógeno, RIII=31,15 % de hidrógeno, RIV=31,03 % de metano. Las reacciones ocurren en serie. Temperatura de reacción 750°C .
- El absorbedor tiene 40 etapas. Como caso base tómesese un caudal de agua de 955 l/min a 25°C y 1 atm.

SOLUCIÓN (4p):

Se convierte el _____ % de CO a CO₂ mediante la reacción RV.

Se producen _____ kmol/h de hidrógeno y la pureza (molar) en CO₂ en el gas de salida (12) es: _____ %m

El cambiador de calor de proceso tiene _____ m²

* Realizar un análisis de sensibilidad para ver la influencia del caudal de agua en la absorción. (1p)

* Realizar un diseño de especificación para saber cuánto agua es necesaria para obtener una pureza (molar) de CO₂ en el gas de salida de la absorción igual a 0.1 %m

SOLUCIÓN (1p): Se deben alimentar _____ l/min de agua

Archivo a enviar: numerodematricula_abril2009_p1.bkp

PARTE II. Columna de destilación (utilícese un nuevo archivo en blanco)

La alimentación original (agua y glicerina) viene contaminada con acetona. La cantidad de acetona presente en la corriente es de 3000t/a. Para eliminar dicha acetona se quiere diseñar una columna de destilación. Esta columna de destilación debe proporcionar una acetona con el 99 %m de pureza y debe recuperar el 99,9 % de la acetona presente en le alimentación. Se pide diseñar dicha columna.

SOLUCIÓN (2p): Bloque DSTWU. La columna tiene un reflujo de _____ y un número de platos de _____ siendo el plato de alimentación el _____ .

SOLUCIÓN (1p): Bloque Radfrac. La columna final tiene un reflujo molar de _____ y una relación destilado/alimentación de _____

Archivo a enviar: numerodematricula_abril2009_p2.bkp

PARTE III. Reciclo (utilícese un nuevo archivo a partir del archivo de la primera parte).

Añádase al proceso la alimentación con acetona y la columna de destilación diseñada.

Finalmente se quiere recuperar el agua condensada en el flash reciclándola a la entrada del proceso. Sabiendo que se purga un 10 % de dicha corriente de reciclo, se pide calcular cuál debe ser el caudal final de agua fresca alimentada al proceso (agua en la corriente 1) si se quiere mantener la relación molar de 12 a 1 entre agua y glicerol a la entrada del reactor de reformado. (Nótese que aunque ahora pueden no cumplirse las especificaciones de la columna de destilación la misma no es necesario modificarla.)

SOLUCIÓN (1p): La cantidad final de agua fresca es de _____ kmol/h

Archivo a enviar: numerodematricula_abril2009_p3.bkp

Entregar las soluciones en el enunciado y enviar por correo a **manuel.rodriquezh@upm.es** los archivos de aspen y dejar una copia en la carpeta MisDocumentos. ***En el asunto poner: Aspen y el número de matrícula.***

Duración 2h