

## **Primer Parcial 2022**

---

**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**

A continuación, se describe el proceso de obtención de pulpa de celulosa mediante el proceso Kraft utilizando madera como materia prima.

Primero, los troncos de madera son sometidos a un descortezado fino, donde se les retira la corteza. Los troncos descortezados se subdividen en pequeños trozos llamados “chips” en una máquina llamada “chipeadora”. Los trozos que salen pasan por un proceso de tamizado para descartar los chips de tamaño inadecuado. Los chips de tamaño apropiado son enviados a un patio donde se almacenan a granel.

Desde el patio de almacenamiento los chips son enviados a la zona de digestores por medio de cintas transportadoras. El primer proceso al que son sometidos es el de “pre-vaporización”. En este proceso los chips son “soplados” con vapor de agua a baja presión con el propósito de reemplazar el aire ocluido entre los chips por agua. Luego, los chips son enviados a un reactor donde se impregnan y reaccionan con un líquido (“licor blanco”) que contiene sulfuro de sodio e hidróxido de sodio. La reacción, denominada “cocción”, tiene lugar a 150°C y alta presión.

Como resultado de la cocción la lignina contenida en la madera se disuelve en el licor y del reactor sale una corriente que contiene una mezcla de pulpa de celulosa marrón y licor “negro” (El licor “negro” es el licor “blanco” con las impurezas que se retiran del chip en el proceso de cocción).

La corriente de salida del reactor se lava con agua con el fin de remover el licor negro de la pulpa marrón. Del lavado, la pulpa marrón sale limpia, y luego se “depura”. La “depuración” es una etapa de separación en la que se retiran nudos y haces de fibra.

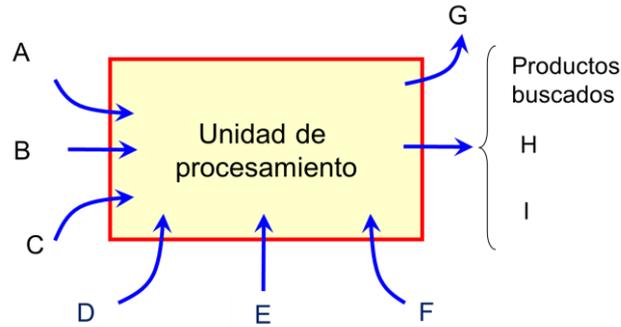
La pulpa marrón ya limpia y sin impurezas, se envía a un proceso de blanqueo donde se mezcla con un agente oxidante y se obtiene como producto deseado pulpa blanca. El resto se descarta. La pulpa blanca pasa a una etapa de secado de la que sale como una lámina delgada y continua. Finalmente, las láminas de pulpa seca se cortan en trozos de medidas idénticas, se disponen en paquetes (fardos) y se almacenan.

En todos los casos, los impulsores de líquidos, agitadores y cintas transportadoras son accionados por motores eléctricos.

**Parte a.** Dibuje el diagrama de bloques del proceso descrito e identifique los materiales que componen cada una de las corrientes del proceso.

**Parte b.** Mencione 3 servicios auxiliares que podrían ser necesarios para este proceso y, para cada uno, de un ejemplo de en qué parte del proceso se usaría.

**Parte c.** El siguiente dibujo es una representación gráfica de las entradas y salidas de un proceso de transformación que presentamos en clases con el nombre “esquema de caja negra ampliado”:



Escriba en el siguiente cuadro, qué representan las “flechas” A a I (según lo visto en clases) y para cada caso mencione algún ejemplo que pueda encontrarse en este proceso. Por ejemplo, la corriente B representa el ingreso de materias primas, y en el proceso explicado en el enunciado, una materia prima podría ser “troncos de madera”. Si de alguna de las corrientes no se mencionan ejemplos concretos en el enunciado, proponga alguna que le parezca factible que exista en la operación industrial referida y que sea ejemplo de esa entrada/salida.

Identificación de la corriente	Qué representa la corriente según lo visto en clases	Ejemplo de ese tipo de corriente en el proceso descrito
A		
B	Materias primas	Troncos de madera
C		
D		
E		
F		
G		
H		
I		

### Parte d

Considerando que:

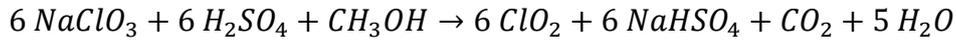
- Al proceso se alimentan 43 ton/h de troncos
- Del almacén salen 42 ton/h de chips que contienen 50% en peso de celulosa
- La masa de pulpa marrón, que sale de la etapa de cocción, está formada únicamente por celulosa y contiene el 100% de la celulosa que se alimenta a la etapa de “pre-vaporización”
- La masa de licor negro que sale de la etapa de cocción es de 100 ton/h y de composición másica 25% de sólidos y 75% de agua
- El licor negro que sale de la etapa de lavado es de composición másica 20% de sólidos y 80% de agua (no contiene pulpa de celulosa)
- La corriente de pulpa y agua que sale de la etapa de lavado es 67,7 ton/h (esta corriente no contiene sólidos)
- El sistema se encuentra en estado estacionario

d1) Calcule la composición másica de la corriente de pulpa y agua que sale de la etapa de lavado.

d2) Calcule el flujo de agua (ton/h) que es necesario alimentar en la etapa de lavado.

## Pregunta 2

El gas bióxido de cloro se utiliza en la industria papelera para blanquear la pulpa producida en el proceso detallado anteriormente. El gas se produce haciendo reaccionar clorato de sodio, ácido sulfúrico y metanol, en reactores recubiertos de plomo, según la siguiente reacción química:



Suponga que se utilizan 14 moles de una mezcla equimolar de  $\text{NaClO}_3$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$  por cada mol de  $\text{CH}_3\text{OH}$  que se alimenta.

**Parte a.** Suponga que el proceso se realiza en forma continua, que está en estado estacionario, y que la conversión en el reactor ( $X_r$ ) es 90%. Determine la composición volumétrica de la corriente que egresa del reactor.

**Parte b.** ¿Cambiaría su respuesta sobre la composición de los productos si el proceso se realizara en lotes?

**Parte c.** Considere que el proceso se realiza en forma continua (como en la parte a), pero que ahora se recircula el 40% de la corriente que egresa del reactor; y considere que la conversión del reactor no varía para la situación con y sin reciclo ( $X_r = 90\%$ ). ¿Podría concluir algo sobre la conversión global del sistema ( $X_s$ ) en relación con la correspondiente al proceso sin reciclo? Justifique su respuesta.

**Parte d.**

Indique si los siguientes enunciados son verdaderos o falsos

Cuando el proceso se realiza en lotes, el reactor no está nunca en estado estacionario.	
Si el proceso se realiza de forma continua, necesariamente el reactor está siempre en estado estacionario.	
Todo proceso por lotes es un proceso fuera de régimen estacionario	
Los procesos continuos se prefieren por sobre los procesos por lotes cuando los productos a preparar requieren variaciones graduales de composición	
Los procesos por lotes se prefieren cuando las cantidades a fabricar son pequeñas	