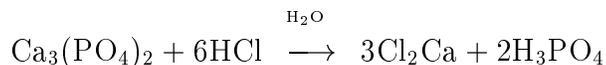


Uno de los procedimientos de obtención de ácido fosfórico consiste en atacar la roca fosfórica (mayoritariamente fosfato tricálcico) con ácido clorhídrico, en medio acuoso, según la reacción:



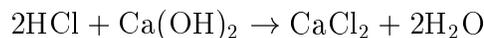
Se utiliza un exceso del 10% de HCl sobre el estequiométrico, con lo que se consigue un rendimiento del 100%. El cloruro cálcico y el ácido fosfórico resultantes, así como el HCl en exceso, quedan disueltos en agua, mientras que la materia orgánica presente en la roca permanece en suspensión.

Se dispone de una corriente de 50 t/h de roca fosfórica con el siguiente análisis (% en peso):

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 94\%$ ; Humedad ( $\text{H}_2\text{O}$ )=5,5%; Materia orgánica= 0,5%.

La roca ① se trata con HCl acuoso (15% HCl, 85% agua) en exceso ②. LA corriente resultante ③ se envía a un sedimentador, donde se elimina por el fondo ④ la totalidad de la materia orgánica. La cantidad de solución presente en la corriente de fondo ④ es de 4 toneladas por tonelada de materia orgánica eliminada.

El rebose ⑤ se envía a un recipiente, en donde la totalidad del HCl residual se neutraliza con hidróxido cálcico sódico ⑥, según la reacción:



La corriente ⑦ resultante, 295,6 t/h, tiene la siguiente composición (% en peso):

$\text{H}_3\text{PO}_4 = 10,02\%$ ;  $\text{CaCl}_2 = 18,72\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 71,26\%$

Para separar el ácido fosfórico del agua y del cloruro cálcico, la corriente ⑦ se trata, en un sistema de extracción líquido-líquido multietapa en contracorriente, con 128t/h de una mezcla de alcoholes y cetonas que actúa como extractante del fosfórico, de forma que se obtiene un residuo final (refinado) con un 1% de ácido fosfórico (el resto es agua y cloruro cálcico) y trazas de alcoholes.

Calcular:

- 1) Caudales y composición, en t/h y en % en peso, de las corrientes ③, ④, ⑤.
- 2) Cantidad de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  que se adiciona en ⑥. Comprobar la composición de ⑦.
- 3) Caudal y composición aproximada de extracto y refinado. Representese en el diagrama de equilibrio adjunto los puntos correspondientes a las corrientes entrantes y salientes de la extracción, así como los puntos suma y diferencia.
- 4) Número de etapas teóricas de equilibrio necesarias para la separación indicada. Interpolar rectas de reparto si es necesario.
- 5) ¿Cómo se completaría un proceso industrial? Proponer un diagrama de bloques.

*Peso moleculares:*  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 310$ ;  $\text{HCl} = 36,5$ ;  $\text{CaCl}_2 = 111$ ;  $\text{H}_3\text{PO}_4 = 98$ ;  $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 74$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 18$