

CI 41B INGENIERIA AMBIENTAL - PRIMAVERA 2009

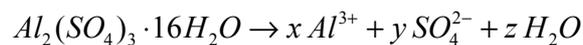
Auxiliar 1

Agosto 19, 2009

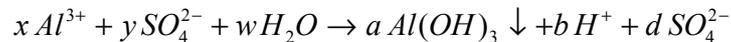
Problema 1: Proceso de coagulación

Una de las fases principales del proceso de tratamiento para producir agua potable es la denominada *coagulación*. Durante esta fase se procede a agregar sustancias químicas al agua para eliminar las cargas eléctricas de los coloides (material en suspensión), y permitir que éstos se junten entre ellos y generen elementos de mayor tamaño (*flocs*) que puedan sedimentar por su propio peso. Uno de los principales elementos químicos que se utiliza para llevar a cabo este proceso de coagulación es el sulfato de aluminio hidratado ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O$). Este proceso consta de las tres fases que se describen a continuación:

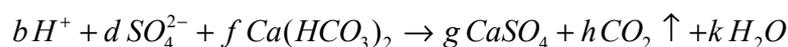
1. El sulfato de aluminio se ioniza en agua produciendo Al^{3+} y SO_4^{2-} :



2. La mayor parte del Al^{3+} se combina con iones hidróxido, OH^- , para formar un compuesto denominado hidróxido de aluminio ($Al(OH)_3$) que sedimenta y arrastra los coloides hacia el fondo de la unidad de sedimentación:



3. El exceso de iones hidrógeno (H^+) tiende a disminuir el *pH* de la solución (aumenta la concentración de los iones hidrógeno presentes en la solución) lo que es perjudicial para el proceso de coagulación en su conjunto. Para evitar esta situación se incorpora bicarbonato de calcio ($Ca(HCO_3)_2$) para controlar el *pH* de la solución:



A partir de la información anterior se pide:

- a) Determinar las constantes estequiométricas $x, y, z, w, a, b, d, f, g, h$ y k .
- b) Desarrollar una ecuación que describa el proceso de coagulación en su totalidad.
- c) Si se utilizan 600 mg/L de sulfato de aluminio hidratado para el tratamiento de un tipo de agua específico, ¿Cuántos mg/L de $Al(OH)_3$ sedimentan?, ¿Cuántos kilogramos de $Al(OH)_3$ sedimentan cada día si se está tratando un caudal de 50 l/s?
- d) Si se utilizan 600 mg/L de sulfato de aluminio hidratado, ¿Cuántos mg/L de H^+ se producen durante el tratamiento? ¿Qué cantidad de $Ca(HCO_3)_2$ se requiere para neutralizar la disminución de *pH* causada durante la *coagulación*?

Tabla 1: Masas molares

Elemento	Símbolo	PA (gr/mol)
Hidrógeno	H	1
Oxígeno	O	16
Carbono	C	12
Azufre	S	32
Aluminio	Al	27
Calcio	Ca	40

Problema 2: Velocidad terminal de sedimentación

Se dice que una partícula en un flujo unidireccional está en el rango de Stokes cuando $Re_p \ll 1$. Para una partícula que sedimenta en agua, determine el tamaño máximo que puede poseer para encontrarse en dicho rango. Considere que la densidad del sólido es de 2.65 veces la del agua.

Problema 3: Remoción de arsénico en agua potable

La superintendencia de servicios sanitarios (SISS) define tres tipos de fuente para agua potable (Figura 1). El tratamiento necesario para alcanzar los parámetros mínimos de calidad del agua es establecido en función del tipo de fuente.

Calcule el porcentaje necesario de remoción de arsénico en una planta de agua potable que extrae agua de una fuente tipo III (Concentración de As = 1.5 mg/L), de manera que el riesgo de cáncer, para una persona de 70 Kg y una vida media de 70 años que ingiere 2 litros de agua al día, sea menor que 10^{-5} . Utilice un factor de pendiente de 1.5 (mg/Kg/día)⁻¹

CLASIFICACION DE FUENTES (INSTRUCTIVO SISS N° 1745)

PARAMETRO	UNIDADES	TIPO		
		I	II	III
Arsénico	(mg/l)	< 0,03	0,03 - 1	> 1
Cloruros	(mg/l)	< 400	< 400	> 400
Cloro aparente	Pt-Co	< 20	20 - 100	> 100
Hierro filtrable	(mg/l)	< 0,3	0,3 - 1	> 1
Manganeso filtrable	(mg/l)	< 0,1	0,1 - 0,3	> 0,3
Nitratos	(mg/l)	< 50	≤ 50	> 50
Sólidos disueltos totales	(mg/l)	< 1.500	< 1.500	> 1.500
Sulfatos	(mg/l)	< 500	< 500	> 500
Turbiedad	UNT	< 10	> 10	---
Triclorometano	(mg/l)	< 0,2	≤ 0,2	> 0,2