

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUIMICAS Y AMBIENTALES

EXAMEN DE MEJORAMIENTO DE TRATAMIENTO DE AGUAS

Nombre y apellido: RUBRICA Fecha: Septiembre 9, 2013

COMPROMISO DE HONOR

Yo, al firmar este compromiso, reconozco que el presente examen está diseñado para ser resuelto de manera individual, que puedo usar una calculadora *ordinaria* para cálculos aritméticos, un lápiz o esferográfico; que solo puedo comunicarme con la persona responsable de la recepción del examen; y, cualquier instrumento de comunicación que hubiere traído, debo apagarlo y depositarlo en la parte anterior del aula, junto con algún otro material que se encuentre acompañándolo. No debo además, consultar libros, notas, ni apuntes adicionales a las que se entreguen en esta evaluación. Los temas debo desarrollarlos de manera ordenada.

Firmo al pie del presente compromiso, como constancia de haber leído y aceptar la declaración anterior.

Firma

NÚMERO DE MATRÍCULA:

PARALELO:

TOTAL: 100 PUNTOS

1. (15 puntos) Señale la respuesta correcta. JUSTIFIQUE SU SELECCIÓN.

1. Todas las aguas naturales, si no están contaminadas con bacterias, son aptas para ser utilizadas para el consumo humano.
2. Un agua con un valor alto de sólidos totales disueltos tendrá, necesariamente, un alto valor de turbidez.
3. Si un agua tiene una salinidad alta, tendrá también una dureza alta.
4. La Demanda Química de Oxígeno en ocasiones puede ser menor que la Demanda Bioquímica de Oxígeno.
 - a. 1 y 3
 - b. Ninguna
 - c. 2 y 3
 - d. 2 y 4

7 puntos

1. Falso. No necesariamente. Deberán medirse otros parámetros como DQO, DBO₅, y otros.
2. Falso. La turbidez está directamente relacionada con los sólidos suspendidos, mas no con los sólidos disueltos.
3. Falso. La dureza está dada únicamente por las concentraciones de Calcio y Magnesio.
4. Falso. La Demanda Química de Oxígeno siempre será mayor que la Demanda Bioquímica de Oxígeno, pues esta ultima solo toma en cuenta el oxígeno consumido por la materia biodegradable.

2 puntos c/u

4. (10 puntos) Una industria papelera utiliza 1400 m³ diarios de un agua cuyas concentraciones promedio de ion calcio e ion bicarbonato son, respectivamente, 6x10⁻³ y 8x10⁻³ M. ¿Cuál será el gasto semanal (USD/semana) de las operaciones de ablandamiento de agua por el método de cal y carbonato, sabiendo que el costo, incluida la manipulación, es de USD 0,25 /kg Na₂CO₃ y de USD 0,30/kg Ca(OH)₂?



$$\text{Adición de cal} = 8 \times 10^{-3} \frac{\text{mol } HCO_3^-}{\text{l agua}} \times \frac{\text{mol } Ca(OH)_2}{2 \text{ mol } HCO_3^-} = 4 \times 10^{-3} \frac{\text{mol } Ca(OH)_2}{\text{l agua}}$$

2.5 puntos

$$4 \times 10^{-3} \frac{\text{mol } Ca(OH)_2}{\text{l agua}} \times \frac{10^3 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1400 \text{ m}^3}{\text{dia}} \times \frac{7 \text{ dias}}{1 \text{ semana}} \times \frac{74 \text{ g } Ca(OH)_2}{\text{mol } Ca(OH)_2} \times \frac{1 \text{ kg } Ca(OH)_2}{10^3 \text{ g } Ca(OH)_2} \times \frac{0.30 \text{ USD}}{1 \text{ kg } Ca(OH)_2}$$

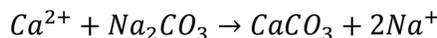
$$= 871 \text{ USD/semana}$$

2.5 puntos

Calcio aun presente en el agua es:

$$6 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3} \frac{\text{mol } Ca(OH)_2}{\text{l agua}} = 2 \times 10^{-3} \frac{\text{mol } Ca(OH)_2}{\text{l agua}}$$

2.5 puntos



$$\text{Adición de Carbonato de Sodio} = 2 \times 10^{-3} \frac{\text{mol } Ca^{2+}}{\text{l agua}} \times \frac{1 \text{ mol } Na_2CO_3}{1 \text{ mol } Ca^{2+}} = 2 \times 10^{-3} \frac{\text{mol } Na_2CO_3}{\text{l agua}}$$

$$2 \times 10^{-3} \frac{\text{mol } Na_2CO_3}{\text{l agua}} \times \frac{10^3 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1400 \text{ m}^3}{\text{dia}} \times \frac{7 \text{ dias}}{1 \text{ semana}} \times \frac{106 \text{ g } Na_2CO_3}{\text{mol } Na_2CO_3} \times \frac{1 \text{ kg } Na_2CO_3}{10^3 \text{ g } Na_2CO_3} \times \frac{0.25 \text{ USD}}{1 \text{ kg } Na_2CO_3}$$

$$= 519 \text{ USD/semana}$$

2.5 puntos

5. (20 puntos) Defina los siguientes términos.

a) Sólidos totales fijos.

5 puntos

Es la cantidad de sólidos que existen en una muestra de agua luego de que esta ha sido sometida a una temperatura de 550°C.

b) Dureza carbonácea

5 puntos

Es la dureza relacionada químicamente con los bicarbonatos y los carbonatos.

c) Conductividad.

5 puntos

Es la expresión numérica de la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica. Depende de la concentración total de las sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura del agua al momento de la medición. Si la concentración de las sustancias disueltas cambia, entonces la conductividad cambia.

d) Laguna de oxidación.

5 puntos

Son estanques que reciben los efluentes de un sistema de tratamiento previo. Se utilizan para mejorar la calidad final del agua tratada. Este tratamiento previo puede consistir en un sistema de desarenación, esto es remoción de los sólidos suspendidos en el agua a tratarse.

6. (20 puntos) Indique en qué tipo de proceso son utilizados los siguientes productos, y el objetivo del proceso.

a. Hipoclorito de sodio

4 puntos

Se emplea en desinfección, como tratamiento final en la potabilización del agua. Eliminar los organismos patógenos presentes en el agua y evitar los problemas asociados de corrosión

b. Carbonato de sodio

Se emplea en el ablandamiento del agua junto con el Hidróxido de Sodio. El objetivo es eliminar la dureza del agua causada por los iones de calcio y magnesio, formando sales insolubles en el agua para su posterior precipitación.

c. Sulfato de aluminio

4 puntos

Se emplea en el proceso de coagulación-floculación. El objetivo es desestabilizar las partículas coloidales para que luego se aglomeren y formen partículas de mayor tamaño llamado flóculos, y así precipiten logrando clarificar el agua principalmente, y reducir otros parámetros de contaminación.

d. Dióxido de carbono

4 puntos

Se emplea en la recarbonatación. Este es un proceso por el cual se inyecta CO_2 al agua con el objetivo de regular la acidez del agua. Este es un proceso en ocasiones aplicado a neutralizar el exceso de cal aplicada en el proceso de ablandamiento del agua.

e. Acido sulfúrico

4 puntos

Se emplea en la neutralización. Proceso en el que con la ayuda de ácidos y bases se regula el pH. Puede ocurrir al inicio, previo a la aplicación de algún tratamiento físico-químico, o al final de para llevar a neutralizar el pH antes de vertido.

7. (10 puntos) Escriba 5 características de las aguas superficiales y las aguas subterráneas.

Aguas superficiales

5 puntos

- 1) Alto contenido de sólidos
- 2) Muy oxigenadas
- 3) Presencia de bacterias
- 4) Aguas blandas
- 5) Presencia de sales disueltas: bicarbonatos, sulfatos
- 6) Contaminadas con sustancias orgánicas

Aguas subterráneas

5 puntos

- 1) Bajo contenido de sólidos
- 2) Poco oxigenadas
- 3) Poco contenido de bacterias
- 4) Aguas duras: alto contenido de carbonatos y sulfatos
- 5) Libres de impurezas orgánicas
- 6) Aguas de formación son muy salinas y contienen residuos de crudo