



PROCESO SELECTIVO PARA INGRESO, POR PROMOCIÓN INTERNA, EN LA ESCALA DE TÉCNICOS SUPERIORES ESPECIALIZADOS DE LOS ORGANISMOS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN DENTRO DE LA ESPECIALIDAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES Y CIENCIA Y TECNOLOGÍA FÍSICAS

Resolución de 25 de marzo de 2019 (BOE nº 99, del 25 de abril de 2019)

FASE DE OPOSICIÓN – CUARTO EJERCICIO – SUPUESTO PRÁCTICO

SUPUESTO PRÁCTICO 1 – ANÁLISIS DE UN AGUA RESIDUAL

En un laboratorio de análisis de aguas se recibe una muestra de 1 litro de agua proveniente de un lixiviado industrial. Se sabe que estos efluentes son ricos en partículas sólidas y cobre. Con objeto de dimensionar correctamente los procesos de depuración de estos efluentes antes de su vertido al cauce de un río cercano, se solicitan los siguientes ensayos de laboratorio:

a) Sólidos totales por gravimetría (10 puntos)

Para llevar a cabo esta determinación, un técnico toma 6 alícuotas de 50.0 mL de muestra con una pipeta aforada de 50.0 mL, y las someten a evaporación en distintas cápsulas de porcelana mediante calentamiento a la llama en la mesa de trabajo. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Alícuota	1	2	3	4	5	6
Peso cápsula (g)	24.7135	23.5135	21.2135	23.2135	23.9135	22.7135
Peso cápsula + residuo (g)	24.8667	23.6766	21.3565	23.3676	24.0736	22.8727

Se pide:

- a.1) describir el procedimiento que se debe seguir para hacer estas determinaciones, indicando el material o instrumentación que utilizaría
- a.2) calcular el valor medio del residuo seco y su desviación estándar en mg/L
- a.3) comentar las posibles fuentes de error
- a.4) citar ejemplos de los riesgos (físicos y químicos) existentes para la seguridad y salud del técnico, y qué medidas tomaría para la eliminación o control de dichos riesgos.

b) Concentración de cobre disuelto mediante espectrofotometría ultravioleta-visible (UV-Vis) (10 puntos)

La determinación de cobre disuelto (Cu^{2+}) se llevará a cabo sobre muestras de agua filtradas, y midiendo en un espectrofotómetro UV-Vis la absorbancia del complejo $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, que tiene un $\lambda_{\text{max}} = 580 \text{ nm}$.

En primer lugar, se procede a preparar la recta de calibrado, según se indica en la tabla siguiente:

Reactivo	Patrón 1	Patrón 2	Patrón 3	Patrón 4
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 0.1 M	0.10 mL	0.20 mL	0.40 mL	0.80 mL
NH_4NO_3 2.0 M	3.90 mL	3.80 mL	3.60 mL	3.20 mL
NH_4OH 5.0 M	1.00 mL	1.00 mL	1.00 mL	1.00 mL
Absorbancia medida (UA)	0.120	0.195	0.441	0.810

En esta misma tabla se encuentran los valores de absorbancia medidos usando una cubeta de cuarzo con un paso óptico de 1 cm, y a una longitud de onda de 580 nm.

Una vez realizado el calibrado, se repite el mismo procedimiento para la muestra de agua, tomando en este caso 0.50 ml de la muestra de agua, 3.50 ml de NH_4NO_3 2 M y 1.00 ml de NH_4OH 5 M. El valor medio de absorbancia obtenido para 4 determinaciones es de 0.625 UA.



Se pide:

- b.1) obtener la recta de calibrado
- b.2) calcular la concentración molar media de Cu^{2+} en la muestra de agua
- b.3) obtener el valor de absorptividad molar del complejo $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ a partir de la recta de calibrado
- b.4) razonar porqué se elige la longitud de onda de 580 nm para la cuantificación de cobre

Nota: en las condiciones descritas en este ejercicio no son relevantes las reacciones parásitas, y puede considerarse que todo el Cu^{2+} presente se encuentra en forma de complejo $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

c) Estudio cinético de la deposición de Cu^{2+} como óxido de cobre (10 puntos)

Como paso previo al vertido del efluente industrial, se desea eliminar la mayor parte del Cu^{2+} presente en el agua mediante su deposición electroquímica como CuO , que sigue la reacción global $\text{Cu}^{2+} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$. Para maximizar la eficiencia del proceso, se estudia la cinética de esta reacción, encontrándose los siguientes resultados:

Ensayo	$[\text{Cu}^{2+}]_{\text{inicial}}$, (mol/L)	$[\text{O}_2]_{\text{inicial}}$, (mol/L)	Velocidad inicial de formación de CuO (mol/L·min)
1	0.15	0.15	0.020
2	0.30	0.30	0.160
3	0.30	0.15	0.080

Se pide:

- c.1) escribir la ecuación de velocidad de la reacción
- c.2) calcular el valor de la constante específica de la reacción
- c.3) calcular la velocidad inicial de formación de CuO cuando las concentraciones iniciales $[\text{Cu}^{2+}] = [\text{O}_2] = 0.20 \text{ M}$
- c.4) decir cómo se podría duplicar la velocidad de reacción para una determinada concentración de Cu^{2+} y temperatura en el efluente



PROCESO SELECTIVO PARA INGRESO, POR PROMOCIÓN INTERNA, EN LA ESCALA DE TÉCNICOS SUPERIORES ESPECIALIZADOS DE LOS ORGANISMOS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN DENTRO DE LA ESPECIALIDAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES Y CIENCIA Y TECNOLOGÍA FÍSICAS

Resolución de 25 de marzo de 2019 (BOE nº 99, del 25 de abril de 2019)

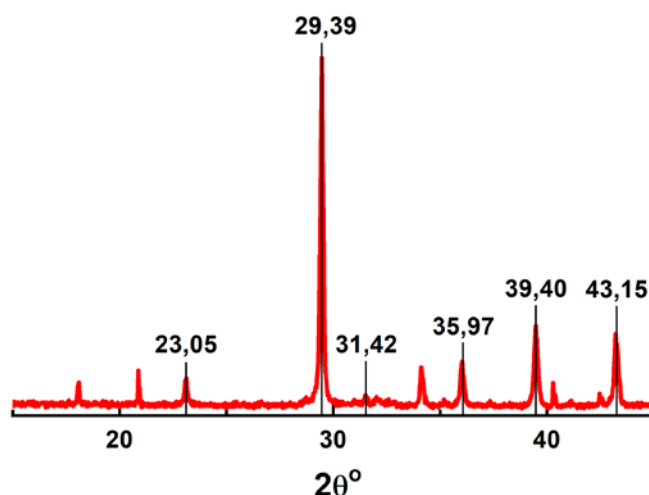
FASE DE OPOSICIÓN – CUARTO EJERCICIO – SUPUESTO PRÁCTICO

SUPUESTO PRÁCTICO 2 – ESTUDIO DE MUESTRAS DE MORTERO

Se han preparado una serie de muestras de un mortero, formado por la mezcla de cemento, árido y agua y se han curado durante 28 días en una cámara de curado adecuada. Con el propósito de caracterizar el material tras los 28 días de curado, se han estudiado las muestras por distintas técnicas.

a) Difracción de rayos X (7.5 puntos)

Se ha analizado mediante difracción de rayos X una de las probetas previamente pulverizada y se ha obtenido el difractograma representado por la línea roja en la gráfica siguiente:



El equipo utilizado para el análisis emplea un voltaje de 40 kV para producir una radiación Cu K α de longitud de onda $\lambda=1.541$ Å. Los picos marcados con una línea vertical en el difractograma corresponden al carbonato cálcico mayoritario en la composición del árido y los valores numéricos indican el valor del ángulo 2θ para el que se observa máxima señal de difracción en cada pico. Se pide:

- a.1) Indicar razonadamente cuál es la fase cristalina mayoritaria en el árido empleado.
- a.2) Para determinar las medidas de protección sanitaria frente a radiaciones ionizantes, se necesita saber si el laboratorio en el que se encuentra el difractómetro de rayos X es instalación radiactiva o no. Indicar si dicho laboratorio se considera instalación radiactiva, razonando, muy brevemente, la respuesta.

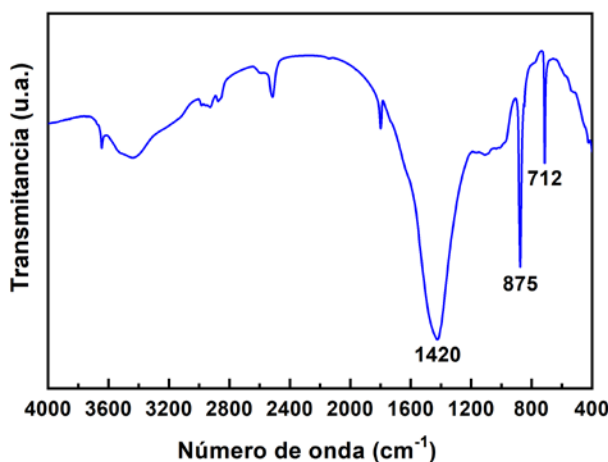
NOTA: Las fichas JCPDS de las posibles fases de carbonato cálcico presentes en la muestra proporcionan los siguientes datos:

Fase	d_1 (Å)	d_2 (Å)	d_3 (Å)	d_4 (Å)	d_5 (Å)	d_6 (Å)
Calcita	3.86	3.04	2.85	2.50	2.29	2.10
Aragonita	4.66	4.21	3.98	3.39	3.27	2.87
Vaterita	4.26	3.58	3.30	2.74	2.22	2.12



b) Espectroscopía de infrarrojo (7.5 puntos)

Se ha analizado también mediante espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) una muestra de mortero pulverizada previamente y se ha obtenido el espectro de transmitancia representado en la gráfica siguiente:



En la gráfica se ha marcado el valor de número de onda (en cm⁻¹) en el que se observa la mínima transmitancia en los tres picos de absorción más intensos del espectro, que corresponden a vibraciones del grupo CO₃²⁻ del carbonato cálcico predominante en la composición del árido. Se pide:

- b.1) Indicar cómo prepararía la muestra para su análisis mediante FTIR.
- b.2) Explicar por qué el grupo CO₃²⁻ del carbonato cálcico da lugar a los tres picos de absorción indicados en el espectro mostrado y decir a qué fenómeno físico puede corresponder cada uno de ellos.

c) Microscopia electrónica de barrido (7.5 puntos)

Con el propósito de estudiar la microestructura del mortero se decide caracterizar una muestra por microscopía electrónica de barrido (SEM). El análisis se realiza en dos etapas: una primera etapa, de carácter preliminar, para analizar la morfología de las distintas fases presentes en la muestra, que provienen tanto del árido como del cemento. Y una segunda etapa más detallada, que incluye el estudio de la composición química de las distintas fases observadas. Se pide:

- c.1) Indicar cómo prepararía la muestra para su observación mediante SEM en cada una de las dos etapas del análisis.
- c.2) Indicar razonadamente qué tipo de señal utilizaría en cada uno de las dos etapas del análisis, teniendo en cuenta que el microscopio electrónico de barrido empleado en el análisis está equipado con tres detectores: el detector de electrones secundarios, el de electrones retrodispersados y el de energía dispersiva de rayos X.

d) Resistencias mecánicas (3.75 puntos)

Para la utilización del mortero como material de construcción es necesario conocer sus propiedades mecánicas y para ello se realizan ensayos de resistencia a la compresión. Se realizan seis medidas sobre probetas de mortero equivalentes, obteniéndose los siguientes resultados de resistencia a la compresión en MPa:

Ensayo	1	2	3	4	5	6
Resistencia a la compresión (MPa)	8.78	8.88	9.13	9.04	9.41	9.10

Se solicita determinar:

- d.1) Media y desviación estándar de los valores obtenidos.
- d.2) Error absoluto y error relativo de cada una de las medidas tomando como valor real la media de las medidas que se ha calculado en el apartado anterior.

e) **Reflectancia en el rango visible** (3.75 puntos)

Por último, para una de las aplicaciones previstas del material, se ha añadido al mortero dos pigmentos (pigmento 1 y pigmento 2) de diferentes colores, y se han obtenido las probetas A y B, cuyo aspecto se muestra en las siguientes imágenes:

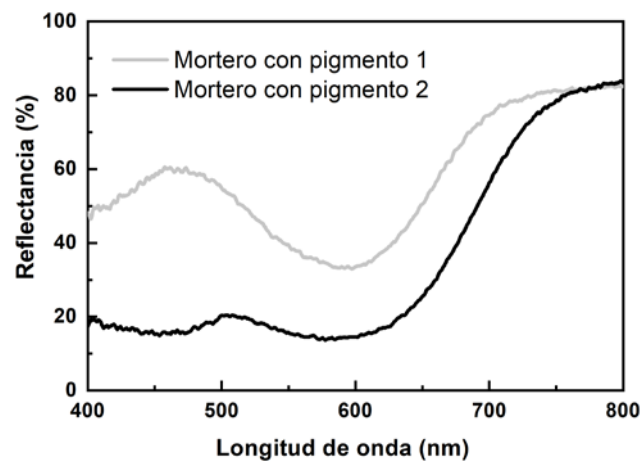


Probeta A



Probeta B

Se ha medido la reflectancia de las dos probetas en el rango visible del espectro electromagnético y se han obtenido las curvas representadas en la siguiente gráfica:



Se plantea la siguiente cuestión:

e.1) Indique razonadamente cuál de los espectros de la figura corresponde a la probeta A y cuál corresponde a la probeta B.