



**EJERCICIO FASE DE OPOSICIÓN DEL PROCESO
SELECTIVO DE CREACIÓN DE BOLSA DE
TRABAJO Y FUNCIONES DE IGUAL O SUPERIOR
CATEGORÍA COMO B1 D.U. MICROSCOPIA
ELECTRONICA
DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**Concurso-Oposición
Resolución de fecha 13-04-2026**

16 de junio de 2026

Caso práctico Microsonda EPMA

Se está estudiando una asociación mineral formada por granate, clinopiroxeno y feldespato. Los análisis cuantitativos se realizan mediante EPMA-WDS a 15 kV y 20 nA. Durante la sesión se detectan diversos problemas relacionados con la preparación de la muestra, la adquisición de datos y la interpretación de resultados.

1. Durante la cuantificación de Ti en un clinopiroxeno con bajo contenido en titanio (<0,2 % en peso), se obtienen resultados muy dispersos entre análisis consecutivos de una misma zona homogénea. El espectro WDS no muestra interferencias significativas. ¿Cuál es la causa más probable?

- a) Error en la corrección ZAF asociado al número atómico medio.
- b) Estadística insuficiente de conteo debido a la baja intensidad de la línea analizada.
- c) Distancia de trabajo excesivamente corta.
- d) Exceso de espesor de la capa de carbono.

2. Durante el análisis de feldespatos ricos en sodio se observa que el contenido de Na disminuye sistemáticamente cuando aumenta el tiempo de adquisición en el mismo punto.

- a) Se produce fluorescencia secundaria inducida por el silicio.
- b) Existe una deriva del espectrómetro WDS.
- c) El sodio está migrando debido al daño provocado por el haz de electrones.
- d) La corrección de absorción es excesiva.

3. Se analiza un granate zonado mediante imágenes BSE. El núcleo aparece más brillante que el borde. Suponiendo una correcta calibración instrumental, ¿cuál es la interpretación más probable?

- a) El núcleo contiene una mayor proporción de elementos con número atómico medio más elevado.
- b) El núcleo presenta una topografía más elevada.
- c) El borde está más cargado eléctricamente.
- d) El contraste BSE depende exclusivamente de la orientación cristalográfica.

4. Durante la cuantificación de una fase rica en Mn y Fe se sospecha la existencia de una interferencia espectral entre líneas características. ¿Cuál es el procedimiento más adecuado para verificarla?

- a) Incrementar la corriente de haz.
- b) Comparar los resultados con EDS exclusivamente.
- c) Realizar un barrido espectral WDS alrededor de la posición de pico y fondo.
- d) Reducir el tiempo de conteo.

5. Durante la preparación de un mapa cuantitativo de Mg en un granate se decide duplicar la corriente de sonda manteniendo el resto de los parámetros constantes. ¿Cuál será el efecto principal?

- a) Disminuirá la intensidad de rayos X detectada.
- b) Reducirá el volumen de interacción electrón-muestra.
- c) El mapa tendrá automáticamente mejor resolución espacial.
- d) Aumentará la intensidad de rayos X y mejorará la estadística de conteo.

Caso práctico FIB

Se quiere preparar una lamella directa de acero con una lámina de SiC de 20 nm en cross section. Para ello se empleará un FIB-SEM Scios 2. Responda a las siguientes preguntas tipo test sobre el proceso de preparación, teniendo en cuenta que solamente una de las respuestas es correcta.

6. Una vez cargada la muestra, se quiere hacer un análisis químico utilizando el detector integrado de EDX. Para ello, ¿cuáles son las mejores condiciones de voltaje y corriente del haz de electrones?

- a) 20 kV y 1,6 nA
- b) 10 kV y 0,1 nA
- c) 2 kV y 13 nA
- d) 5 kV y 25 pA

7. Una vez elegida la zona de deposición de la capa protectora, ¿qué material es el más indicado utilizando el GIS para tener un menor efecto de curtaning y por qué?

- a) El Pt porque el tamaño de nanopartícula es mayor que el del W
- b) El W porque el tamaño de nanopartícula es mayor que el del Pt
- c) El Pt porque el tamaño de nanopartícula es menor que el del W
- d) El W porque el tamaño de nanopartícula es menor que el del Pt

8. Para la realización de las trincheras, ¿qué combinación de voltaje y corriente es más adecuada?

- a) 30 kV y 0,5 nA
- b) 16 kV y 5 nA
- c) 30 kV y 7 nA
- d) 5 kV y 0,5 nA

9. Cuando se inserta el nanomanipulador, ¿en qué condiciones hay que acercarlo y pegarlo a la lamella?

- a) 0° y utilizando la imagen de electrones para verlo
- b) A 52° y utilizando la imagen de iones para verlo
- c) A 0° y utilizando la imagen en electrones e iones para verlo
- d) A 38° y utilizando la imagen de electrones e iones para verlo

10. Cuando se hace el último adelgazamiento antes de la limpieza de la lamella, ¿en qué condiciones de voltaje y corriente trabajarías?

- a) 30 kV y 10 pA
- b) 30 kV y 5 nA
- c) 16 kV y 50 pA
- d) 5 kV y 16 pA

11. Según la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, uno de los principios de la acción preventiva es:

- a) Adoptar medidas individuales antes que colectivas.
- b) Evitar los riesgos.
- c) Asumir los riesgos inevitables sin evaluación previa.
- d) Priorizar la productividad frente a la seguridad.

12. ¿Cuál es el objeto principal de la Ley 19/2013?

- a) Regular exclusivamente el régimen disciplinario de los empleados públicos.
- b) Garantizar la transparencia de la actividad pública y regular el acceso a la información pública.
- c) Regular únicamente la protección de datos personales.
- d) Establecer el procedimiento administrativo común.

13. El Consejo de Transparencia y Buen Gobierno tiene entre sus funciones:

- a) Aprobar los Presupuestos Generales del Estado.
- b) Resolver reclamaciones en materia de acceso a la información pública.
- c) Elaborar normas con rango de ley.
- d) Dirigir la política económica del Gobierno.

14. En cuanto a las obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos, los trabajadores deben:

- a) Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de este y con arreglo a su formación.
- b) Realizar los cursos formativos facilitados por el empresario, según su nivel formativo.
- c) Realizar el mantenimiento del equipo de protección facilitado por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de este y con arreglo a su formación.
- d) Utilizar adecuadamente, sin tener en cuenta su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.

15. ¿Qué artículos de la ley 19/2013 limitan el derecho al acceso a la información pública y de carácter general?

- a) Artículos 13 Y 14
- b) Artículos 14 y 15
- c) Artículos 19 y 20
- d) Artículos 20 y 21

16. En materia de accesibilidad, cómo se define una barrera:

- a) Aquel obstáculo que bloquee el acceso, la libertad de movimiento o el uso y la circulación de las personas en un espacio público, en condiciones de inseguridad, rapidez y dignidad.
- b) Cualquier impedimento, traba u obstáculo que permiten el acceso, la libertad de movimiento, el uso, la estancia y la circulación de las personas con movilidad reducida, en condiciones de seguridad, rapidez y dignidad.
- c) Cualquier impedimento, traba u obstáculo que limite o impida el acceso, la libertad de movimiento, el uso, la estancia y la circulación de las personas, en condiciones de seguridad, rapidez y dignidad.
- d) Los objetos y trabas presentes en los espacios públicos que impidan el acceso, movimiento y circulación de las personas, en condiciones de seguridad, rapidez y dignidad.

17. En preparación de muestras para TEM/STEM por pulido iónico con Ar^+ , ¿cuál es el grado de penetración, medido como distancia desde la superficie irradiada, de los iones Ar^+ acelerados a 6 keV y con un ángulo de incidencia de 70 °?

- a) 2 nm
- b) 15 nm
- c) 7 nm
- d) 10 nm

18. En espectroscopía EELS, trabajando a 60 kV sobre una muestra grafeno con impurezas, se pueden resolver espacialmente los átomos de C átomo a átomo. ¿Cuál es la razón principal de trabajar a 60 kV, en lugar de los 200–300 kV habituales para este experimento?

- a) A 60 kV la resolución espacial del STEM es mayor porque la longitud de onda es más corta
- b) A 60 kV el detector GIF-Quantum opera más eficientemente que a altos voltajes
- c) A 60 kV el ángulo de convergencia del haz puede ser mayor, mejorando la localización EELS
- d) A 60 kV se minimizan los daños por knock-on en el carbono y se reduce la deslocalización de la señal EELS, mejorando la resolución espectroscópica por átomo.

19. ¿Por qué en el proceso de lift-out in situ para preparación TEM no se recomienda el adelgazamiento final de la lámina una vez que ya está pegada al dispositivo MEMS?

- a) El haz iónico puede ionizar la membrana de SiN y dañar el detector de imágenes
- b) El portamuestras no puede introducirse en la cámara
- c) Las restricciones de navegación del portamuestras y la carga de la membrana de SiN dificultan el proceso
- d) Porque el efecto de carga de la membrana de SiN puede romper la muestra durante el pulido.

20. En el procedimiento de preparación de láminas FIB planview (top-down), ¿cuál es la inclinación del portamuestras más adecuada durante la etapa de extracción del fragmento de la muestra en un equipo FIB-SEM convencional?

- a) 38°
- b) 45°
- c) 0°
- d) 52°

21. En un intercrecimiento fino de ilmenita y magnetita, ¿cuál es el principal problema analítico en EPMA?

- a) Deriva del estándar de Ti
- b) Volumen de interacción mayor que el tamaño de las fases
- c) Interferencia entre líneas K_{α} de Fe y Ti
- d) Baja eficiencia de detección de Fe

22. La resolución espacial en EPMA está principalmente limitada por:

- a) El tamaño del cristal analizador
- b) El volumen de interacción electrón-materia
- c) La resolución del detector de rayos X
- d) La presión del vacío

23. ¿Qué herramienta promueve ISO 9001:2015 para la mejora continua del sistema?

- a) Modelo EFQM
- b) Análisis financiero anual
- c) Balanced Scorecard
- d) Ciclo PDCA

24. ¿Qué documento sustituyó en gran medida al concepto tradicional de “procedimientos documentados” en ISO 9001:2015?

- a) Información documentada
- b) Manual de calidad
- c) Procedimientos obligatorios
- d) Instrucciones legales

25. Durante un análisis EDS de nanopartículas de 50 nm depositadas sobre un sustrato de aluminio, se emplea un voltaje de aceleración excesivamente elevado. ¿Qué consecuencia es más probable?

- a) Mejora automática de la resolución espacial del análisis químico.
- b) Disminución del volumen de interacción.
- c) Contribución significativa de señal procedente del sustrato.
- d) Reducción de la producción de rayos X.

- 26. ¿Por qué un detector in-lens suele proporcionar imágenes de mayor resolución superficial que un detector Everhart-Thornley convencional cuando se trabaja a bajo voltaje?**
- a) Porque detecta preferentemente electrones secundarios de muy baja energía generados cerca del punto de incidencia.
 - b) Porque incrementa artificialmente la energía de los electrones secundarios.
 - c) Porque elimina la contribución de los electrones primarios.
 - d) Porque detecta exclusivamente electrones retrodispersados.
- 27. De entre las siguientes técnicas de adelgazamiento mecánico de muestras, elija la que consigue una mayor calidad de pulido unidireccional.**
- a) Abrasión con pulidora mecánica de precisión.
 - b) Pulido con trípode.
 - c) Pulido con dimpler.
 - d) Electropulido.
- 28. En el método ex situ lift-out para preparación de muestras MEMS de temperatura, ¿qué ventaja principal ofrece este método frente al in situ?**
- a) Permite utilizar corrientes FIB más altas sin riesgo de daño superficial
 - b) Evita completamente el uso del micromanipulador
 - c) Garantiza la ausencia total de contaminación carbonosa en la lámina
 - d) Es un método muy rápido y eficiente con posibilidad de automatización mediante software
- 29. ¿Cuál de las siguientes descripciones corresponde correctamente al proceso de soldadura de la lámina al dispositivo MEMS en el lift-out in situ?**
- a) Se usa haz iónico de alta corriente para fundir localmente el Pt depositado entre lámina y MEMS
 - b) B usa adhesivo de carbono depositado con haz de electrones a alta temperatura
 - c) Se usa el haz de electrones para soldar y se libera la aguja con FIB de baja corriente
 - d) La lámina se suelda térmicamente calentando el MEMS a 200°C dentro de la cámara
- 30. ¿Qué efecto limita especialmente el análisis cuantitativo de elementos ligeros en EPMA?**
- a) Fluorescencia secundaria intensa
 - b) Alta absorción de rayos X de baja energía
 - c) Difracción múltiple
 - d) Retrodispersión de protones
- 31. ¿Qué parámetro instrumental influye más directamente en la intensidad de rayos X producida en EPMA?**
- a) Corriente de haz
 - b) Tamaño del cristal analizador
 - c) Presión de la cámara
 - d) Temperatura de la muestra

32. Según la Enmienda 1:2024 de ISO 9001, ¿qué aspecto se incorpora explícitamente en la norma?

- a) Gestión obligatoria de ciberseguridad y protección de la información
- b) Consideración del cambio climático dentro del contexto de la organización
- c) Certificación automática cada 10 años
- d) Eliminación del enfoque basado en riesgos

33. Según ISO 9001:2015, ¿qué debe determinar la organización al establecer el alcance del sistema de gestión de la calidad?

- a) Únicamente los procesos productivos principales
- b) Las cuestiones internas y externas, los requisitos de las partes interesadas y los productos y servicios de la organización
- c) Los requisitos y necesidades del cliente, en base a los de la organización
- d) Exclusivamente los requisitos legales aplicables

34. Dos muestras presentan la misma composición química, pero una aparece más brillante en una imagen de electrones secundarios. ¿Cuál es la explicación más probable?

- a) Posee un número atómico mayor.
- b) Presenta una geometría local que favorece la emisión y captación de electrones secundarios.
- c) Produce más rayos X característicos.
- d) Tiene una mayor densidad cristalográfica.

35. ¿Cuál es el principal inconveniente del SEM a ultra-bajo voltaje (<1 kV)?

- a) Aumenta excesivamente el volumen de interacción.
- b) Desaparece el contraste topográfico.
- c) Puede disminuir la señal disponible y dificultar ciertos análisis.
- d) No pueden detectarse electrones secundarios.

36. Al preparar una muestra frágil y sensible a la temperatura mediante pulido iónico con Ar^+ , ¿qué combinación de parámetros es más adecuada?

- a) Voltaje de aceleración alto, bajo ángulo de incidencia y refrigeración
- b) Voltaje de aceleración bajo, bajo ángulo de incidencia y refrigeración
- c) Voltaje de aceleración alto, alto ángulo de incidencia y sin refrigeración
- d) Voltaje de aceleración bajo, bajo ángulo de incidencia y sin refrigeración

37. El espectro obtenido mediante EELS (*Electron Energy Loss Spectroscopy*) se divide en tres regiones principales. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la región core-loss (pérdida de núcleo) es correcta?

- a) En la región core-loss, la función de pérdida depende fuertemente de los efectos de frontera (begrenzung) y superficie, igual que en la región low-loss
- b) El onset de un pico core-loss corresponde exactamente a la energía de ionización del átomo libre, sin desviación posible
- c) Las estructuras finas ELNES (*Electron Energy Loss Near-Edge Structure*) reflejan la densidad de estados ocupados proyectada sobre el átomo excitado
- d) En la región core-loss la señal puede interpretarse directamente en términos de transiciones electrónicas

38. ¿Cuál es la principal razón por la que el adelgazamiento del fragmento de la muestra dentro del sustrato masivo NO es la opción recomendada en el lift-out in situ para muestras en portamuestra de calefacción MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems)?

- a) La membrana de SiN del MEMS no es compatible con el haz iónico a altas corrientes
- b) El dispositivo MEMS requiere temperaturas de preparación elevadas que degradan el FIB (*Focused Ion Beam*).
- c) La óptica del FIB no puede enfocar sobre muestras tan gruesas como el bulk
- d) Se produce redeposición de material sobre la lámina durante el proceso de extracción

39. ¿Cuál es el principal mecanismo físico responsable de la generación de rayos X característicos en EPMA (*Electron Probe Microanalysis*)?

- a) Emisión de rayos X
- b) Ionización de capas internas seguida de transición electrónica
- c) Bremsstrahlung dominante
- d) Excitación vibracional de la red cristalina

40. En EPMA, el volumen de interacción del haz de electrones depende principalmente de:

- a) Densidad del material y de la energía del haz
- b) Tamaño del detector WDS (*Wavelength Dispersive Spectroscopy*)
- c) Longitud de onda de los rayos X
- d) Presión de la cámara

PREGUNTAS DE RESERVA

41. ¿Cuál de los siguientes elementos NO es un principio de gestión de la calidad en ISO 9001:2015?

- a) Liderazgo
- b) Gestión de relaciones
- c) Toma de decisiones basada en la evidencia
- d) Control documental

42. Un FE-SEM (Microscopio Electrónico de Barrido por Emisión de Campo) equipado con una fuente Schottky trabaja a 1 kV para observar nanopartículas metálicas. Si se mantiene constante la corriente de sonda, ¿qué característica de la fuente resulta más crítica para conservar una alta resolución espacial?

- a) La elevada energía de extracción de los electrones.
- b) El reducido tamaño de la fuente virtual combinado con un alto brillo.
- c) La disminución de la emisión de electrones secundarios.
- d) La capacidad de generar rayos X de alta energía.

43. Uno de los principios de protección de datos recogidos en la Ley Orgánica 3/2018 es:

- a) La exactitud de los datos.
- b) La publicidad obligatoria de todos los datos personales.
- c) La cesión libre de datos entre entidades.
- d) El almacenamiento ilimitado sin justificación.

44. Entre los derechos de las personas en materia de protección de datos se encuentra el derecho:

- a) A la propiedad de las bases de datos públicas.
- b) De acceso a sus datos personales.
- c) A modificar registros públicos sin autorización.
- d) A impedir cualquier tratamiento de datos por las Administraciones.

45. ¿Cuál es uno de los criterios de actuación de las administraciones públicas en relación con la igualdad de género?

- a) Fomentar la segregación laboral.
- b) Limitar la participación de las mujeres en la toma de decisiones.
- c) Promover la efectividad del principio de igualdad entre mujeres y hombres.
- d) Restringir la protección de la maternidad.