



PRIMERA PARTE: EJERCICIO TEÓRICO

TITULADO SUPERIOR DE APOYO A LA DOCENCIA E INVESTIGACIÓN CENTRO NACIONAL DE ACCELERADORES (CÓDIGO 137)

1.- Si λ es la constante de desintegración característica de un determinado isótopo radiactivo, $N(t) = N(0) e^{-\lambda t}$, $1/\lambda$ se corresponde con:

- a) El periodo de semidesintegración de ese isótopo.
- b) La vida media de ese isótopo.**
- c) La semivida de ese isótopo.
- d) La actividad de ese isótopo.

2.- En el proceso de emisión de un electrón Auger por un determinado isótopo radiactivo:

- a) El número de protones aumenta en una unidad.
- b) El número de protones disminuye en una unidad.
- c) El número de protones permanece constante.**
- d) El número de protones puede aumentar o disminuir en una unidad dependiendo de las características del electrón Auger emitido.

3.- El elemento Polonio se encuentra en la Tabla Periódica en la columna

- a) 4b
- b) 7b
- c) 5b
- d) 6b**

ANULADA

4.- Los denominados elementos alcalino-térreos, se encuentran en la tabla periódica en la columna:

- a) 1a
- b) 7b
- c) 6b
- d) 2a**

5.- El cloro-36 (^{36}Cl) con un periodo de semidesintegración de trescientos mil años, es un radionucleido natural

- a) primigenio.
- b) cosmogénico.**
- c) perteneciente a una serie radiactiva natural.
- d) metaestable.



6.- En la interacción de radiación gamma sobre un absorbente de plomo, cual de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) El efecto Compton es dominante a energías inferiores a 500 keV y el efecto fotoeléctrico a energías entre 500 keV y 5 MeV.
- b) El efecto fotoeléctrico es dominante a energías inferiores a 500 keV y la producción de pares a energías entre 500 keV y 5 MeV.
- c) **El efecto fotoeléctrico es dominante a energías inferiores a 500 keV y el efecto Compton a energías entre 500 keV y 5 MeV.**
- d) El efecto Compton es dominante a energías inferiores a 500 keV y la producción de pares a energías entre 500 keV y 5 MeV.

7.- El poder de frenado de partículas beta en su interacción con un material se suele medir en:

- a) MeV/cm
- b) MeV/cm²
- c) MeV
- d) cm

8.- La sección eficaz macroscópica de un material en la interacción con neutrones tiene las dimensiones de:

- a) La energía.
- b) La longitud.
- c) La inversa de la energía.
- d) La inversa de la longitud.

9.- Para la medida mediante radiación Cerenkov del contenido de ⁹⁰Sr en una muestra ambiental, y tras el conveniente tratamiento radioquímico de ésta, utilizaría como más conveniente el siguiente sistema de detección:

- a) Un sistema de centelleo líquido.
- b) Un detector de INa(Tl).
- c) Un detector de Si(Li).
- d) Una cámara de ionización gaseosa.

10.- En la medida de un emisor alfa puro como el ²¹⁰Po, con cuál de los siguientes sistemas de detección se puede conseguir una eficiencia de detección superior, tras la apropiada preparación de la fuente de medida:

- a) Un detector semiconductor de Si.
- b) Un detector de INa (Tl).
- c) Un sistema de centelleo líquido.
- d) Un contador proporcional de flujo de gas.



11.- De las cuatro respuestas que se citan, una de ellas no se corresponde con una fuente de neutrones. ¿Cuál es?

- a) **Una fuente de ^{241}Am que emite neutrones por fisión espontánea.**
- b) Un reactor nuclear.
- c) Una fuente de un emisor alfa como ^{226}Ra mezclada con berilio.
- d) un generador de neutrones basado en la fusión de deuterio y tritio.

12.- Cual de los siguientes sistemas de detección presenta la particularidad de dar una respuesta espectrométrica en la medida de una muestra electrodepositada de un emisor alfa puro:

- a) Un detector Geiger.
- b) Un detector de SZN(Ag).
- c) **Una cámara de ionización gaseosa.**
- d) Ninguno de los tres sistemas anteriores da una respuesta espectrométrica.

13.- Una puerta TDC en una cadena electrónica asociada a un sistema de detección

- a) da como salida información sobre la amplitud del pulso que ha procesado.
- b) da como salida información sobre la forma del pulso que ha procesado.
- c) **da como salida información sobre el tiempo de llegada del pulso procesado.**
- d) da como salida sólo información de que un pulso ha sido procesado.

14.- Cuando una célula es dañada por radiación

- a) siempre se produce la muerte de la célula.
- b) existe una muy alta probabilidad de cáncer.
- c) se provoca envenenamiento por radiación.
- d) **la célula puede repararse y operar normalmente.**



15.- Los efectos probabilísticos de la radiación se asocian usualmente con exposiciones a bajos niveles de radiación durante largos períodos de tiempo. Cuál de las siguientes afirmaciones es actualmente más aceptada en relación a estos efectos probabilísticos?

- a) Hay un valor umbral de la exposición por debajo del cual se puede afirmar con certeza que no se producirán efectos genéticos o cancerígenos. Sobrepasado ese umbral el doblar la exposición implica el doblar la probabilidad de aparición de efectos cancerígenos o genéticos.
- b) Hay un valor umbral de la exposición por debajo del cual se puede afirmar con certeza que no se producirán efectos genéticos o cancerígenos. Sobrepasado ese umbral el doblar la exposición no implica el doblar la probabilidad de aparición de efectos cancerígenos o genéticos.
- c) **No hay un valor umbral de la exposición por debajo del cual se puede afirmar con certeza que no se producirán efectos genéticos o cancerígenos. Ahora bien, para bajas exposiciones, el doblar la exposición implica el doblar la probabilidad de aparición de efectos cancerígenos o genéticos.**
- d) No hay un valor umbral de la exposición por debajo del cual se puede afirmar con certeza que no se producirán efectos genéticos o cancerígenos. Además, para bajas exposiciones, el doblar la exposición no implica el doblar la probabilidad de aparición de efectos cancerígenos o genéticos.

16.- Indique cual de las sentencias siguientes es la correcta.

- a) **El rem es una unidad actualmente en desuso de dosis efectiva.**
- b) El rem es una unidad actualmente en desuso de dosis absorbida y dosis efectiva.
- c) El rad es una unidad actualmente en desuso de dosis equivalente.
- d) El rad es una unidad actualmente en desuso de dosis equivalente y dosis efectiva.

17.- Un valor de detrimiento para cáncer mortal de $4 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ significa que:

- a) **Cuatro de cada 100 personas que reciben un sievert tienen la probabilidad de desarrollar un cáncer mortal.**
- b) Cuatrocientas personas de la población expuesta a un sievert desarrollarán un cáncer mortal.
- c) Será necesario recibir un sievert para que el 4 % de la población desarrolle un cáncer.
- d) Si la población recibe una exposición de un sievert, cuatro personas morirán de cáncer.



18.- Un fragmento molecular de masa m procedente de una molécula de masa M y carga -1 abandona un acelerador tipo tandem con una energía igual a: (donde q es el estado de carga final del fragmento y V la tensión del terminal)

- a) eVm/M
- b) $eV((m/M)+q)$
- c) $eV(1+q)$
- d) $eV(1+(m/M))q$

19.- Los aceleradores electrostáticos de Van de Graaf tipo tandem tienen como principal ventaja frente a los de una sola etapa:

- a) Que el estado de carga de los iones inyectados es irrelevante.
- b) Que, en los de una sola etapa, la fuente de iones se encuentra fuera del acelerador.
- c) **Que proporcionan mayor energía a los iones gracias al proceso de stripping.**
- d) Que necesitan menos mantenimiento porque no poseen nunca partes móviles.

20.- Para un rango energético de 2-4 MeV en el haz de protones, rango típico en PIXE, en general:

- a) La sección eficaz de ionización para un determinado elemento aumenta cuando se aumenta la energía del haz y aumenta para una energía dada cuando se incrementa su número atómico.
- b) **La sección eficaz de ionización para un determinado elemento aumenta cuando se aumenta la energía del haz y decrece para una energía dada cuando se incrementa su número atómico.**
- c) La sección eficaz de ionización para un determinado elemento decrece cuando se aumenta la energía del haz y decrece para una energía dada cuando se incrementa su número atómico.
- d) La sección eficaz de ionización para un determinado elemento decrece cuando se aumenta la energía del haz y aumenta para una energía dada cuando se incrementa su número atómico.

21.- En un experimento de PIXE con protones de 3 MeV para la determinación de la composición elemental de una muestra sedimentaria se pueden obtener concentraciones mínimas detectables del orden del:

- a) % (depende del Z).
- b) **ppm (depende del Z).**
- c) ppb (depende del Z).
- d) ppt (depende del Z).

22.- En unas medidas mediante PIXE de un filtro atmosférico con iones del orden del MeV, la sensibilidad para elementos de Z alto se puede incrementar:

- a) **Situando un filtro previo al detector de Si(Li).**
- b) Recurriendo a detectores de Si (Li) con ventanas muy delgadas.
- c) Utilizando haces de protones de muy baja energía (< 0.5 MeV).
- d) Buscando una orientación óptima del detector de Si(Li) frente a la muestra.



23.- En experimentos de PIXE con iones ligeros de energía del orden del MeV, la contribución al fondo de los espectros de rayos X tiene mayoritariamente dos orígenes: bremsstrahlung generado directamente por los proyectiles del haz incidente y bremsstrahlung debido a electrones secundarios. Indique cual de las siguientes informaciones es correcta.

- a) La contribución al espectro de rayos X del bremsstrahlung generado directamente por un haz de protones es en el rango 1-3 keV claramente superior al bremsstrahlung debido a los electrones secundarios.
- b) La contribución al espectro de rayos X del bremsstrahlung generado directamente por las partículas del haz incidente es independiente del tipo de partícula (protones, partículas alfa...) que conformen dicho haz.
- c) La contribución al espectro de rayos X del bremsstrahlung generado directamente por un haz de protones es claramente inferior a la contribución del bremsstrahlung generado directamente por un haz de partículas alfa.
- d) La contribución al espectro de rayos X del bremsstrahlung generado directamente por un haz de protones es claramente superior a la contribución del bremsstrahlung generado directamente por partículas alfa.

24.- Para la determinación de la concentración de Li (litio) en una arena volcánica procedente del Kilimanjaro, con un haz de 2.4 MeV de protones, ¿qué técnica utilizaría como más conveniente?

- a) PIXE
- b) RBS
- c) ERD
- d) PIGE

25.- Se ha procedido a la electrodeposición de una fina lámina de Urano sobre una plancheta de acero inoxidable, para la medida de su actividad por espectrometría alfa. Si quisiera determinar con buena precisión el espesor de dicha lámina mediante la aplicación de una técnica IBA con el acelerador Tandem del centro Nacional de Aceleradores, utilizaría:

- a) La técnica RBS.
- b) La técnica ERD.
- c) La técnica PIXE.
- d) Ninguna de estas tres.

26.- El sistema de detección más conveniente asociado a la realización de experimentos basados en reacciones nucleares p- γ , es:

- a) Un detector de germanio hiperpuro.
- b) Un detector de barrera de superficie de silicio.
- c) Un detector de Si(Li).
- d) Un detector de Si de implantación iónica.



27.- La técnica RBS con partículas alfa de 2 MeV para el análisis de elementos traza:

- a) Tiene una muy alta sensibilidad (10^{-7}) para elementos pesados en matrices ligeras y una moderada sensibilidad (10^{-4}) para elementos ligeros en matrices pesadas.
- b) Tiene una moderada sensibilidad (10^{-4}) para elementos pesados en matrices ligeras y una muy pobre sensibilidad (10^{-1}) para elementos ligeros en matrices pesadas.
- c) Tiene una muy pobre sensibilidad (10^{-1}) para elementos pesados en matrices ligeras y una moderada sensibilidad (10^{-4}) para elementos ligeros en matrices pesadas.
- d) Tiene una moderada sensibilidad (10^{-4}) para elementos pesados en matrices ligeras y una muy alta sensibilidad (10^{-7}) para elementos ligeros en matrices pesadas.

28.- En la aplicación de la técnica RBS con ${}^4\text{He}$ como haz y detectores de barrera de superficie:

- a) La resolución másica es prácticamente independiente de la energía del haz.
- b) La resolución másica mejora exponencialmente con la disminución de la energía del haz.
- c) La resolución másica mejora linealmente con la disminución de la energía del haz.
- d) La resolución másica mejora linealmente con el aumento de la energía del haz.

29.-La técnica ERD es una técnica ideal para la obtención de perfiles de:

- a) Un determinado elemento pesado en una matriz con abundancia de elementos ligeros.
- b) Un determinado elemento pesado en una matriz con abundancia de elementos pesados.
- c) Un determinado elemento ligero en una matriz con abundancia de elementos pesados.
- d) Elementos ligeros o pesados en cualquier matriz siempre que se encuentren en las capas superficiales.

30.- Mediante la aplicación de la técnica PIGE a una alícuota de suelo, las concentraciones mínimas detectables de S y K, se encuentran típicamente en el rango:

- a) $10^{-5} - 10^{-6}$
- b) estos elementos no pueden ser cuantificados por PIGE
- c) $10^{-7} - 10^{-8}$
- d) $10^{-2} - 10^{-3}$



31.- En microparticulas calientes (diámetro de las partículas inferior a 100 μm) procedentes del accidente de Palomares se quiere realizar la determinación de su contenido en Pu y U aplicando una técnica IBA o una combinación de ellas, utilizando un haz de protones con energía inferior a 5 MeV. ¿Qué técnica o técnicas utilizaría?

- a) Micro-NRA.
- b) Combinación de micro-PIGE y micro-NRA.
- c) **Micro-PIXE.**
- d) Micro-PIGE.

32.- En experimentos de RBS normalmente se utilizan detectores semiconductores de barrera de superficie de silicio. Pero si existe una fuerte demanda para minimizar la resolución energética, se podría utilizar:

- a) Un detector de Si(Li).
- b) Un detector planar de Ge hiperpuro.
- c) **Un espectrómetro magnético.**
- d) Cristales de SZn(Ag).

33.- La reacción nuclear $^{16}\text{O}(\text{p}, \alpha)^{13}\text{N}$ tiene un valor de $Q = -5.20$ MeV (reacción endotérmica). ¿Cuál será la energía cinética umbral del protón incidente para que se pueda producir tal reacción?

- a) 5.20 MeV.
- b) **5.52 MeV.**
- c) El valor umbral viene dado exclusivamente por la barrera Coulombiana.
- d) No existe un valor umbral.

34.- Una muestra de Si contiene un monocapa de carbono en superficie. ¿Es posible cuantificarlo mediante NRA?

- a) No, la cantidad es demasiado pequeña.
- b) No, puesto que no existen referencias adecuadas.
- c) Sí, se puede considerar una medida estándar.
- d) **Sí, mediante condiciones especiales de vacío.**

35.- Una muestra de SiO_2 ha sido dopada con un 1% de ^{18}O . ¿Es posible determinar mediante NRA la cantidad de ^{18}O ?

- a) No, la técnica de NRA no permite distinguir isótopos.
- b) No, la señal proveniente del ^{16}O va a enmascarar el pico del ^{18}O .
- c) Sí, ya que las señales provenientes del ^{16}O y del ^{18}O están suficientemente separadas.
- d) **Sí, puesto que en el espectro no aparece la señal del ^{16}O .**



36.- Mediante RBS en geometría de canalización se puede obtener información sobre la perfección cristalina de una muestra. Indique cual de las siguientes sentencias no es correcta.

- a) RBS en geometría de canalización permite la cuantificación del orden cristalino de forma no destructiva.
- b) RBS en geometría de canalización es una técnica especialmente útil para el estudio de muestras policristalinas.**
- c) RBS en geometría de canalización permite el estudio de la presencia de defectos y la localización de impurezas.
- e) RBS en geometría de canalización, en muchos casos, da información limitada a las primeras capas (1-2 μ m).

37.- La técnica PIXE es una técnica muy utilizada para el análisis de material particulado atmosférico o aerosoles en medio ambiente con iones del orden del MeV. Permite obtener, en particular, límites de detección del orden del:

- a) pg/m³ (depende del Z).
- b) ng/m³ (depende del Z).**
- c) μ g/m³ (depende del Z).
- d) mg/m³ (depende del Z).

38.- Los análisis por reacciones nucleares (NRA) con iones ligeros de energías del orden del MeV destacan por:

- a) Por una baja sensibilidad especialmente para elementos de bajo número atómico y por su no adecuación al estudio de muestras gruesas.
- b) Por una baja sensibilidad especialmente para elementos de alto número atómico y por su no adecuación al estudio de muestras gruesas.**
- c) Por una baja sensibilidad para especialmente elementos de bajo número atómico y por su especial adecuación al estudio de muestras gruesas.
- d) Por una baja sensibilidad especialmente para elementos de alto número atómico y por su especial adecuación al estudio de muestras gruesas.

39.- Para la determinación en muestras ambientales de concentraciones trazas de elementos situados en la región de las tierras raras, la técnica IBA más conveniente de aplicar sería:

ANULADA

- a) PIGE
- b) ERD
- c) PIXE con protones de 2-4 MeV
- d) PIXE de alta energía**

40.- Mediante activación neutrónica es posible el análisis no destructivo de

- a) sólo muestras sólidas.
- b) sólo muestras líquidas.
- c) sólo muestras sólidas y líquidas.
- d) muestras sólidas, líquidas y gases.**



41.- Si tenemos dos cantidades, a y b, y sus incertidumbres respectivas son σ_a y σ_b , la expresión de la incertidumbre σ_p del producto de ambas, $P = a \cdot b$ (supuesto que no hay correlaciones entre las incertidumbres, es:

- a) $\sigma_p = \sigma_a \cdot \sigma_b$
- b) $\sigma_p = \sigma_a + \sigma_b$
- c) $\sigma_p^2 = \sigma_a^2 + \sigma_b^2$
- d) $\sigma_p^2 = b^2 \cdot \sigma_a^2 + a^2 \cdot \sigma_b^2$

42.- En un experimento se han detectado 1600 cuentas en un canal determinado. El error relativo de esta medida, debido a la estadística de recuento, es:

- a) $1/1600$
- b) $1/40$
- c) $1/3200$
- d) $1/80$

43.- Como medida de protección radiológica en las salas donde se ubican aceleradores de partículas se suelen situar detectores de neutrones. Indique cual de los cuatro sistemas de detección que se indican a continuación no puede ser calificado como detector de neutrones.

- a) Contador proporcional con gas enriquecido en BF_3 .
- b) Detector de Si dopado con Am y Be.
- c) Detectores de ${}^3\text{He}$.
- d) Cristales de silicato de litio dopados con cerio.

44.- Asociada a una fuente de iones tipo Duoplasmatrón, y utilizando como gas de ionización hidrógeno.

- a) Es posible generar sólo un haz de protones.
- b) Es posible generar un haz de protones o un haz de partículas alfa.
- c) Es posible generar sólo haces de partículas alfa.
- d) Es posible generar cualquier tipo de haz.

45.- El soporte de información que pretende recabar todas las características relevantes para el control de un proceso, así como la gestión del mismo, se denomina:

- a) Mapa de proceso.
- b) Diagrama de proceso.
- c) Diagrama de flujo.
- d) Ficha de proceso.



46.- Todo espacio donde se manipulen o almacenen radionucleidos o se disponga de generadores de radiaciones ionizantes debe estar perfectamente delimitado y señalizado. Una zona en la que, NO siendo zona controlada, exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv/año oficial o una dosis equivalente superior a 1/10 de los límites de dosis equivalente para cristalino, piel y extremidades, se señaliza con un trébol de color gris-azulado sobre fondo blanco y se denomina:

- a) **Zona vigilada.**
- b) Zona permanencia reglamentada.
- c) Zona de permanencia limitada.
- d) Zona de acceso prohibido.

47.- Según el Estatuto de la Universidad de Sevilla, es competencia del Consejo de Gobierno:

- a) **Aprobar los planes de organización docente de los Centros y los planes de asignación de profesorado de los Departamentos.**
- b) Aprobar anualmente, antes del comienzo del curso académico, el proyecto de plan de organización docente del Centro en el marco del plan de estudio.
- c) Conocer los planes de estudio de las titulaciones impartidas en los Centros de la Universidad.
- d) Elaborar el plan de asignación del profesorado del Departamento a los planes de organización docente de los Centros en los que imparte docencia.

48.- Según el Estatuto Básico del Empleado Público, los empleados públicos se clasifican en:

- a) Funcionarios de carrera y funcionarios interinos.
- b) **Funcionarios de carrera, funcionarios interinos, personal laboral y personal eventual.**
- c) Funcionarios de carrera y personal laboral.
- d) Funcionarios de carrera, personal laboral, personal eventual y personal interino

49.- Según la Ley Orgánica de Universidades, ¿a quién corresponde la expedición de los títulos universitarios?:

- a) Al Ministerio de Educación y Ciencia.
- b) **A las Universidades.**
- c) A las Comunidades Autónomas.
- d) Al Gobierno central a través de las Comunidades Autónomas.



50.- Según el IV Convenio Colectivo del Personal Laboral de las Universidades Públicas Andaluzas, el cambio a un puesto de trabajo por disminución de la capacidad del trabajador lo resolverá:

- a) La Gerencia previa negociación con el Comité de Empresa.**
- b) La Gerencia, sin necesidad de previa información profesional del trabajador a su nuevo puesto de trabajo.
- c) La Gerencia previa comunicación al Comité de Empresa.
- d) La Gerencia previo informe del Comité de Empresa.