

**OFERTA DE EMPLEO PÚBLICO DE PERSONAL ESTATUTARIO DE
INSTITUCIONES SANITARIAS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE
CANTABRIA**

CATEGORÍA:

FEA Radiofísica Hospitalaria

Orden SAL/51/2023, de 26 de diciembre, por la que se convocan pruebas selectivas para el acceso, mediante el sistema de concurso oposición, a plazas de la categoría estatutaria de Facultativa/Facultativo Especialista de Área de Radiofísica Hospitalaria de Instituciones Sanitarias de la Comunidad Autónoma de Cantabria.

**EJERCICIO ÚNICO
CUESTIONARIO TIPO TEST**

ADVERTENCIA:

NO ABRA ESTE CUESTIONARIO HASTA QUE SE LE INDIQUE

- 1.- Según el artículo 1 de su Estatuto, los poderes de la Comunidad Autónoma de Cantabria emanan:
- A De la Constitución, del Estatuto de Autonomía y del Gobierno
 - B Del Estatuto de Autonomía y del Parlamento
 - C Del Estatuto de Autonomía y del pueblo
 - D De la Constitución, del Estatuto de Autonomía y del pueblo
- 2.- El principio de "Salud en todas las políticas", recogido en el artículo 3 de la Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública, obliga a:
- A Que todos los Ministerios se fusionen con el de Sanidad
 - B Que el presupuesto de sanidad sea el 50% del total de las CCAA
 - C Las actuaciones de salud pública tendrán en cuenta las políticas de carácter no sanitario que influyen en la salud de la población, promoviendo las que favorezcan los entornos saludables y disuadiendo, en su caso, de aquellas que supongan riesgos para la salud
 - D Que todos los funcionarios públicos tengan formación en primeros auxilios
- 3.- De conformidad con lo dispuesto en el artículo 26 de la Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública, los órganos que forman las áreas de salud tendrán en todo caso en cuenta las acciones dirigidas a:
- A La curación de la enfermedad
 - B La mejora de la atención individual
 - C La protección y la promoción de la salud
 - D Todas las respuestas son correctas
- 4.- En el artículo 2 del Real Decreto Legislativo 1/2015, de 24 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Garantías y Uso Racional de los Medicamentos y Productos Sanitarios, se define "Medicamento genérico" como:
- A Todo medicamento que tenga la misma composición cualitativa y cuantitativa en principios activos y la misma forma farmacéutica, y cuya bioequivalencia con el medicamento de referencia haya sido demostrada por estudios adecuados de biodisponibilidad
 - B Es más barato porque utiliza ingredientes de menor calidad que el medicamento de marca
 - C Se puede vender sin necesidad de receta médica en cualquier supermercado
 - D Todavía está en fase de experimentación clínica con voluntarios humanos
- 5.- Según el artículo 69 de la Ley 16/2003, de 28 de mayo, de Cohesión y Calidad del Sistema Nacional de Salud, el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud es el órgano de:
- A Dirección ejecutiva única de todos los hospitales públicos de España
 - B Inspección técnica de las farmacias y laboratorios farmacéuticos
 - C Coordinación, cooperación, comunicación e información de los Servicios de Salud entre ellos y con la Administración del Estado
 - D Representación exclusiva de los sindicatos y asociaciones de pacientes ante el Gobierno

- 6.- Según el artículo 8 de la Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de ordenación de las profesiones sanitarias, ¿cada cuánto tiempo los centros sanitarios revisarán que los profesionales sanitarios de su plantilla cumplen los requisitos necesarios para ejercer la profesión?**
- A Cada año como mínimo
 - B Cada dos años como mínimo
 - C Cada tres años como mínimo
 - D Cada cuatro años como mínimo
- 7.- De acuerdo con el Decreto 139/2004, de 15 de diciembre, por el que se crea y regula el Registro de Voluntades Previas de Cantabria, la inscripción del documento de voluntades previas en el Registro de Voluntades Previas de Cantabria:**
- A Se realiza a instancia de parte, iniciándose el procedimiento mediante solicitud de la persona otorgante del documento de voluntades expresadas con carácter previo
 - B Conlleva la vinculación del personal sanitario responsable de la persona otorgante, respecto de las declaraciones de voluntad expresadas con carácter previo que contenga
 - C Sólo podrá denegarse, mediante resolución motivada, en caso de inobservancia de los requisitos establecidos en la normativa reguladora del documento de voluntades expresadas con carácter previo
 - D Todas las respuestas son correctas
- 8.- Según el artículo 17 de la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica, señala el órgano responsable de integrar en un solo archivo las historias clínicas:**
- A El Servicio de Admisión y Documentación Clínica
 - B El Servicio de Información y Atención al Usuario
 - C La Dirección de Gestión y Servicios Generales del Sector
 - D La Comisión Técnico Asistencial de Atención Especializada
- 9.- De acuerdo con el artículo 4.2 de la ley 7/2002, de 10 de diciembre, de Ordenación Sanitaria de Cantabria, señale cuál de los siguientes no constituye uno de los principios rectores del sistema autonómico de salud.**
- A Promoción de la docencia e investigación en ciencias de la salud
 - B Inequidad en el acceso a los servicios y a las actuaciones sanitarias
 - C Continuidad en los cuidados
 - D Humanización de los servicios sanitarios
- 10.- Según el Decreto 27/2011, de 31 de marzo, por el que se establece el Mapa Sanitario de Cantabria, la Zona de Salud Alto Pas comprende los municipios siguientes:**
- A Laredo, Liendo y Valle de Villaverde
 - B Marina de Cudeyo, Entrambasaguas y Ribamontán al Mar
 - C Corvera de Toranzo, San Pedro del Romeral, Luena y Vega de Pas
 - D Meruelo, Arnuelo y Noja

- 11 .- De acuerdo con el artículo 9 de la Ley 10/2001, de 28 de diciembre, de Creación del Servicio Cántabro de Salud, ¿quién nombra al Director Gerente del Servicio Cántabro de Salud?**
- A El Parlamento de Cantabria
 - B El Gobierno de Cantabria
 - C El Consejero de Sanidad
 - D El Ministerio de Sanidad
- 12 .- Según el artículo 10 de la Ley 7/2006, de 15 de junio, de garantías de tiempos máximos de respuesta en atención sanitaria especializada en el sistema sanitario público de Cantabria, será causa de extinción del derecho a la garantía de atención sanitaria especializada:**
- A En general, el cumplimiento por la persona beneficiaria de las obligaciones previstas en la normativa aplicable
 - B La falta de asistencia justificada a la cita programada
 - C La caducidad del certificado de garantía
 - D Solicitar cinco veces el aplazamiento para recibir la atención sanitaria por la que está inscrito
- 13 .- ¿A qué grupo de la tabla periódica pertenece el elemento con la menor energía de ionización?**
- A Metales de transición
 - B Metales alcalinos (Grupo 1)
 - C Halógenos (Grupo 17)
 - D Gases nobles (Grupo 18)
- 14 .- ¿Cuál es aproximadamente la mayor longitud de onda de la radiación ionizante electromagnética?**
- A 700 nm
 - B 124 nm
 - C 315 nm
 - D 400 nm
- 15 .- ¿Qué serie de desintegración natural cumple $A = 4n + 1$? (A = número másico, n = número entero)**
- A Actinio
 - B Neptunio
 - C Uranio
 - D Torio
- 16 .- ¿Qué tipos de desintegración radiactiva existen?**
- A Alfa, beta, gamma, fisión espontánea
 - B Alfa, beta, gamma, fisión espontánea, emisión de neutrones
 - C Alfa, beta, gamma, emisión de neutrones, fisión espontánea, emisión de protones
 - D Alfa, beta, gamma

17.- ¿Quién descubrió la radiactividad artificial y cuándo?

- A Irène Joliot-Curie y Frédéric Joliot-Curie en 1934
- B Ernest Rutherford en 1911
- C Marie Curie y Pierre Curie en 1898
- D Henri Becquerel en 1896

18.- ¿Cómo depende de Z el poder de frenado por colisión de los electrones?

- A Proporcional a Z^2
- B Proporcional a Z
- C Aproximadamente independiente de Z, decrece ligeramente con Z
- D Aproximadamente independiente de Z, aumenta ligeramente con Z

19.- ¿Cuál es el rango cuadrático medio de los positrones en agua para F-18 y C-11?

- A F-18: 0,50 mm; C-11: 0,25 mm
- B F-18: 0,33 mm; C-11: 0,45 mm
- C F-18: 0,21 mm; C-11: 0,39 mm
- D F-18: 0,10 mm; C-11: 0,20 mm

20.- ¿Cuál es el orden de los neutrones de menor a mayor energía cinética?

- A Ultrafríos → Fríos → Epitérmicos → Térmicos → Rápidos → Alta energía
- B Ultrafríos → Fríos → Térmicos → Epitérmicos → Alta energía → Rápidos
- C Fríos → Ultrafríos → Epitérmicos → Térmicos → Rápidos → Alta energía
- D Ultrafríos → Fríos → Térmicos → Epitérmicos → Rápidos → Alta energía

21.- ¿Cuál es la velocidad media aproximada de un neutrón térmico a temperatura ambiente?

- A 2200 m/s
- B 22000 m/s
- C 220000 m/s
- D 220 m/s

22.- ¿Dónde están los bordes de absorción K de Rh, Ag y W?

- A Rh \approx 23,2 keV; Ag \approx 25,5 keV; W \approx 69,5 keV
- B Rh \approx 25,5 keV; Ag \approx 23,2 keV; W \approx 69,5 keV
- C Rh \approx 69,5 keV; Ag \approx 25,5 keV; W \approx 23,2 keV
- D Rh \approx 23,2 keV; Ag \approx 69,5 keV; W \approx 25,5 keV

- 23.- ¿Qué energía máxima transfiere un fotón de 100 keV al electrón en la dispersión Compton?
- A 34,7 keV
 - B 50,0 keV
 - C 28,1 keV
 - D 24,0 keV
- 24.- ¿La sección eficaz de Thomson depende de la energía del fotón?
- A Aumenta linealmente con la energía del fotón
 - B Presenta un máximo a una energía característica y luego decrece
 - C Es independiente de la energía del fotón
 - D Disminuye al aumentar la energía del fotón
- 25.- ¿Cuál es el recorrido libre medio de un fotón de 30 keV en agua si sólo interacciona por dispersión incoherente? ($\sigma_{kn} = 0,597$ barns/e)
- A 5,0 cm
 - B 8,1 cm
 - C 3,3 cm
 - D 6,7 cm
- 26.- ¿Qué factores corrigen las secciones eficaces diferenciales teóricas de Thomson y Klein–Nishina para obtener las secciones eficaces diferenciales de dispersión coherente e incoherente de fotones por un átomo?
- A Coherente: factor de forma $|F(q,Z)|$; Incoherente: factor de dispersión incoherente $S(q,Z)$
 - B Coherente: factor de dispersión incoherente $S(q,Z)$; Incoherente: número de electrones Z
 - C Coherente: cuadrado del factor de forma $|F(q,Z)|^2$; Incoherente: factor de dispersión incoherente $S(q,Z)$
 - D Coherente: número de electrones Z ; Incoherente: cuadrado del factor de forma $|F(q,Z)|^2$
- 27.- ¿Cuál de las siguientes definiciones de las unidades básicas del SI es FALSA?
- A El metro se define estableciendo como valor numérico de la velocidad de la luz en el vacío, c , 299 792 458 m/s y donde el segundo es definido en termino de la frecuencia de transición hiperfina al estado fundamental del Cs133, $\Delta\nu(\text{Cs})$
 - B El kilogramo se define estableciendo como valor numérico de la constante de Planck, h , $6,62607015 \times 10^{-34}$ J s, donde el metro y el segundo son definidos en terminos de c y $\Delta\nu(\text{Cs})$
 - C El mol es definido como la cantidad de masa que contiene exactamente $6,02214076 \times 10^{23}$ entidades elementales
 - D El amperio se define estableciendo como valor numérico de la carga elemental, e , $1,602176634 \times 10^{-19}$ A s, donde el segundo es definido en términos de $\Delta\nu(\text{Cs})$

- 28 .- En relación a la infraestructura Metroológica Española en el área de las radiaciones ionizantes, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**
- A El Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CND es depositario de los Patrones Nacionales de medida de las unidades derivadas de Exposición (Rayos X y gamma)
 - B El Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CIEMAT es depositario de los Patrones Nacionales de medida de las unidades derivadas de Actividad (de un radionucleido), Kerma y Dosis absorbida
 - C El Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CND esta acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC)
 - D Los patrones nacionales de de kerma en aire y dosis absorbida en agua en niveles de terapia, constituyen patrones de calidad metroológica secundaria trazados a la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM)
- 29 .- En relación con la eficiencia de detección, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**
- A La eficiencia de detección es próxima al 100% para las partículas alfa o beta que entran en el volumen activo del detector
 - B La eficiencia del pico sólo considera aquellos eventos en los que el cuanto de radiación deposita toda su energía
 - C El número de cuantos de radiación incidentes en el detector se obtiene multiplicando el número de cuantos de radiación detectados por la eficiencia intrínseca
 - D La eficiencia intrínseca siempre es mayor o igual a la eficiencia absoluta
- 30 .- En relación a los detectores de semiconductor, ¿cuál de las siguientes preguntas es FALSA?**
- A Cuanto mayor es el número atómico del material semiconductor mayor es su eficiencia de detección
 - B En la formación del pulso de detección en los detectores de Si y Ge, se desprecia la corriente de huecos porque su movilidad es un 30-50% inferior a la de los electrones
 - C La resolución en energía viene determinada principalmente por la energía necesaria para generar un par electrón-hueco
 - D La resolución en energía esta influenciada por el tiempo de vida medio de los portadores en el material
- 31 .- ¿Cuál de los siguientes detectores es más adecuado para la medida de una contaminación con tritio?**
- A Contador proporcional de gran superficie
 - B Contador proporcional sin ventana
 - C Contador G-M con ventana de Mylar
 - D Centelleador inorgánico de ventana delgada
- 32 .- ¿Cuál de los siguientes detectores es más adecuado para la dosimetría de campo, en el área de la protección radiológica, en la que se requiere un equipo robusto y el espectro de energía se conoce de forma aproximada?**
- A Detector de semiconductor
 - B Cámara de Ionización presurizada
 - C Centelleador inorgánico de ventana delgada
 - D Detector G-M compensado en energía

- 33.- ¿Cuál es la función del anillo de guarda en una cámara de ionización?
- A Reducir la corriente de fuga a través del material aislante que separa los electrodos
 - B Garantizar el principio de compensación para la medida de los electrones secundarios
 - C Garantizar un campo eléctrico uniforme en los bordes de la región sensible
 - D Aumentar la capacitancia del detector
- 34.- Ordena de MAYOR a MENOR energía necesaria para producir un portador de carga, los siguientes tipos de detectores: Ionización en Gases (electron-ion), Semiconductor (electron-hueco) y Centelleo (fotoelectrón)
- A Detector de Centelleo, Ionización en Gases, Semiconductor
 - B Ionización en Gases, Semiconductor, Detector de Centelleo
 - C Semiconductor, Detector de Centelleo, Ionización en Gases
 - D Ionización en Gases, Detector de Centelleo, Semiconductor
- 35.- ¿Cuál de las siguientes NO es una función de la pared de un dosímetro?
- A Sirve como fuente de partículas cargadas secundarias para obtener CPE o TCPE en el volumen sensible
 - B Blindar el volumen sensible frente a partículas neutras
 - C Proteger el volumen sensible frente a alteraciones externas: daño mecánico, suciedad, humedad, luz y campos EM externos
 - D Optimizar la respuesta en energía del dosímetro mediante la incorporación de filtros
- 36.- En relación a las magnitudes Operacionales ICRP empleadas para estimar las magnitudes de Protección, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?
- A La esfera ICRU es un maniquí de material equivalente a tejido de 32 cm de diámetro, compuesta de tejido ICRU-5 elementos (75,2 % O, 11,1 % C, 10,1 % H, 2,6 % N y 1,0% Ca) empleado para definir las magnitudes operacionales de vigilancia de área
 - B Para la calibración de los dosímetros personales de solapa en base al equivalente de dosis personal $H_p(d)$, se emplea un maniquí de láminas de $30 \times 30 \times 15 \text{ cm}^3$ para representar el torso humano
 - C Las magnitudes operacionales emplean el factor de calidad $Q(L)$ como factor de ponderación de la dosis por la calidad del haz, a diferencia de la dosis equivalente que emplea el factor de ponderación w_r
 - D Las magnitudes operacionales actuales presentan limitaciones: a alta energía la dosis efectiva puede sobreestimarse o subestimarse y a muy baja energía de fotones la dosis efectiva se sobreestima
- 37.- En relación a las magnitudes de Protección empleadas para estimar el detrimento de salud, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?
- A Los límites de dosis son empleados para garantizar que la incidencia de efectos estocásticos a la salud se mantienen por debajo de niveles inaceptables y que son evitadas las reacciones tisulares
 - B La radiación de fotones de baja LET, sin especificación de energía, se toma como referencia para estimar los valores de RBE a partir de los cuales se establecen los factores de ponderación w_r
 - C Los fotones, electrones, y muones son radiaciones con valores de LET de menos de $10 \text{ keV}/\mu\text{m}$, por lo que se les ha asignado como factor de ponderación de la radiación el valor 1
 - D La evaluación de las dosis equivalentes al Hombre y a la Mujer de Referencia y de la dosis efectiva a la Persona de Referencia está basada en la utilización de los maniquíes computacionales de Cristy-Eckerman

- 38 .- En relación a las magnitudes dosimétricas específicas de radiodiagnóstico convencional, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es VERDADERA?**
- A El índice de kerma CT pesado, C_w , combina las medidas de kerma en el centro y periferia según la expresión: $C_w = 1/3(C_{PMMA}(\text{periferia}) + 2C_{PMMA}(\text{centro}))$
 - B El Kerma en Aire en la superficie de entrada, K_e , solo incluye la radiación incidente en el paciente o maniquí, ignorando la radiación retrodispersa
 - C El producto Kerma-Área, PKA, se define como la integral del kerma en aire sobre el área del haz de rayos-X paralela al eje de haz
 - D La determinación de la dosis absorbida en la región de interfase entre dos medios presenta un desafío, independiente del tipo de medio y de lo sofisticado del proceso de medida
- 39 .- En relación a los patrones de medida en el área de radiodiagnóstico, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**
- A El patrón primario para la determinación del kerma en aire es la cámara de ionización libre en aire
 - B El principal inconveniente para el uso de detectores de semiconductor en radiodiagnóstico es su dependencia con la energía y en menor medida el daño por radiación
 - C La cámara de ionización CT, empleada para medir el índice de kerma C_w , esta diseñada para una exposición uniforme del volumen sensible
 - D Se recomienda el uso de cámaras de transmisión para la medida del producto Kerma-Área, PKA, en procedimientos intervencionistas y radiología pediátrica
- 40 .- En relación a los detectores de ionización gaseosa, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es VERDADERA?**
- A La energía media necesaria para formar un par electrón-ión, W , es sustancialmente mayor que la energía de ionización del gas
 - B El rendimiento de los contadores proporcionales es mucho menos sensible a la presencia de impurezas en el gas de llenado que el de las cámaras de ionización
 - C En los detectores con geometría cilíndrica el campo eléctrico es uniforme
 - D A diferencia de los contadores G-M, en los contadores proporcionales no son necesarios los gases de Quench
- 41 .- En relación a los dosímetros termoluminiscentes, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**
- A A diferencia del caso de los detectores de centelleo inorgánicos, los detectores termoluminiscentes presentan una gran cantidad de trampas electrónicas en la banda de energía prohibida
 - B Los dosímetros compuestos de ${}^6\text{LiF}$ son mas sensibles a neutrones que los de ${}^7\text{LiF}$
 - C El material TLD mas popular es el LiF:Mg, Ti por su mínimo fading a temperatura ambiente y su bajo número atómico efectivo
 - D Durante el proceso de lectura del detector se desecha la señal de las trampas más superficiales

- 42 .- En relación a la dosimetría con película radiocrómica, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es VERDADERA?**
- A La relación dosis-respuesta es no lineal y depende principalmente de 4 factores: Modelo y lote de película, Tipo de radiación, Características del sistema de lectura, Procedimiento de lectura
 - B El componente básico de la película radiocrómica es un monómero sensible a la radiación que se incorpora en una matriz polimérica soluble en agua
 - C La película radiocrómica constituye un dosímetro con gran resolución espacial que no requiere un proceso especial de revelado, con una exactitud y precisión aceptables
 - D La película radiocrómica muestra una fuerte dependencia con la tasa de dosis derivada del proceso de polimerización de los monómeros por acción de la radiación
- 43 .- Dado un detector de espectrometría gamma de tamaño medio: ordena de MAYOR a MENOR energía los picos y bordes visibles en el espectro:**
- A Borde Compton, Pico de energía total, Pico de escape simple, Pico de escape doble
 - B Pico de energía total, Pico de escape simple, Borde Compton, Pico de escape doble
 - C Pico de energía total, Pico de escape simple, Pico de escape doble, Borde Compton
 - D Pico de energía total, Borde Compton, Pico de escape simple, Pico de escape doble
- 44 .- En relación a los monitores de contaminación, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**
- A La caracterización completa del detector de acuerdo a la norma ISO-7503 requiere su calibración en múltiples regiones de energía y tipos de emisión: 4 regiones para emisión beta, 4 regiones para emisión gamma y una única region para emisión alfa
 - B La derivación de coeficientes de calibración apropiados en términos de actividad es un proceso complejo detallado en la norma ISO 7503
 - C Existe una relación simple e independiente de la fuente entre actividad (magnitud empleada en la normativa) y tasa de emisión superficial (magnitud medible)
 - D La norma ISO-7503 considera dos tipos de eficiencia: eficiencia de la fuente (caracteriza la autoabsorción y retrodispersión en el seno de la fuente) y eficiencia del instrumento (caracteriza la eficiencia de detección del instrumento)
- 45 .- Muchos de los aceleradores lineales móviles diseñados específicamente para Radioterapia Intraoperatoria (IORT) con electrones carecen por diseño de:**
- A Imanes deflectores de haz (Bending magnets)
 - B Cañón de electrones termoiónico
 - C Guía de onda aceleradora
 - D Aplicadores cilíndricos de contacto
- 46 .- En protonterapia, ¿cuál es la principal diferencia tecnológica en la selección de energía entre un ciclotrón y un sincrotrón?**
- A El ciclotrón varía su radiofrecuencia internamente, mientras que el sincrotrón siempre extrae el haz a una energía máxima fija predeterminada
 - B El ciclotrón extrae a energía máxima fija usando un degradador porteriormente, mientras que el sincrotrón acelera y extrae a la energía requerida
 - C El sincrotrón produce un haz continuo ininterrumpido (CW), mientras que el ciclotrón genera pulsos discretos limitando fuertemente la tasa de dosis
 - D Ambos equipos extraen a energía máxima fija, pero el sincrotrón utiliza degradadores de Be y el ciclotrón bloques de grafito

- 47.- Según el TG-314, si un equipo sufre una avería irrecuperable a mitad de un arco VMAT durante el tratamiento de un paciente, ¿qué acción es prioritaria para la reanudación segura del tratamiento?
- A Administrar un arco compensatorio al día siguiente con el 50% de las UM
 - B Extraer la información del sistema R&V para identificar exactamente las UM administradas
 - C Re-irradiar desde el ángulo inicial si no se ha superado el 10% de la dosis del arco
 - D Finalizar la fracción e incrementar la dosis por fracción en el resto del tratamiento
- 48.- En el diseño de la estructura aceleradora, ¿cuál es la ventaja física característica de usar una guía de onda estacionaria (standing wave) en lugar de una progresiva?
- A Lograr un gradiente acelerador mayor en menor longitud
 - B Es más sencilla
 - C No precisa de sistema de inyección térmica
 - D Su eficiencia exige que toda la potencia de radiofrecuencia remanente se disipe en una carga de agua
- 49.- En un LINAC, ¿cuál es la función principal del imán deflector acromático de 270°?
- A Dispersa espacialmente los electrones de diferentes energías
 - B Produce un haz completamente divergente a la salida
 - C Restaura la trayectoria geométrica y enfoca en el mismo punto de salida a los electrones
 - D Requiere campos magnéticos dependientes del tiempo
- 50.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre los reactores nucleares es FALSA?
- A El propósito del material moderador es ralentizar los neutrones procedentes de la de fisión, pues los neutrones lentos son menos eficientes como iniciadores de eventos de fisión adicionales
 - B Cada evento de fisión nuclear libera una cantidad sustancial de energía, del orden de 200-300 MeV por fragmento de fisión
 - C El "núcleo" de un reactor nuclear contiene material fisionable, típicamente uranio natural enriquecido en U235
 - D Las barras de control contienen materiales que son fuertes captadores de neutrones pero que no producen fisión nuclear como el Cd o el B
- 51.- ¿Cuál de las siguientes fuentes radiactivas es producida por fisión en un reactor nuclear?
- A Tc99m
 - B I131
 - C Ge68
 - D Co57
- 52.- Ordena las siguientes fuentes radiactivas según la energía de su emisión principal de fotones, en orden CRECIENTE.
- A Tc99m, I131, Cs137, Am241
 - B Tc99m, Cs137, Am241, I131
 - C Am241, Tc99m, I131, Cs137
 - D Tc99m, Am241, Cs137, I131

- 53 .- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre los generadores de radionucléidos es FALSA?**
- A Un generador de creciente importancia es Ge68/Ga68, en el que el Ge68 ($T_{1/2} = 271$ d) produce Ga68 emisor de positrones de vida media corta ($T_{1/2} = 68$ min)
 - B Tras una elución, la actividad disponible de Tc99m comienzan a acumularse hasta alcanzar su máximo unas 12 horas después
 - C En los generadores el radionúclido hijo se forma a la velocidad a la que el padre decae. También decae a la misma velocidad que el padre una vez que se ha alcanzado el estado de equilibrio transitorio
 - D Uno de los problemas con los generadores de Mo99/Tc99m es la contaminación de Mo99, esto es, la elución parcial del Mo99 padre junto con Tc99m
- 54 .- En campos ≤ 1 cm (donde se pierde el equilibrio electrónico lateral), un diodo de silicio sin blindaje sobrerresponde respecto a la dosis en agua. Según el TRS-483, ¿cuál es el mecanismo físico predominante?**
- A El aumento abrupto de absorción fotoeléctrica por el espectro de baja energía
 - B El “efecto de densidad”: la alta densidad del silicio frena los electrones secundarios, reteniendo el equilibrio electrónico lateral que el agua ha perdido
 - C El promediado de volumen (volume averaging) del pico central de fluencia
 - D La retrodispersión de electrones desde el encapsulado y resina trasera
- 55 .- Según el TG-106, si no se aplica el desplazamiento del Punto Efectivo de Medida (EPOM) al escanear un PDD con cámara cilíndrica, ¿cuál será el error dosimétrico observado?**
- A La curva se desplazará a mayores profundidades, sobreestimando la penetración del haz
 - B El pico de build-up desaparecerá y se medirá dosis máxima en la superficie
 - C Se subestimarán la dosis en el eje central en más de un 10 %
 - D El gradiente de penumbra se ensanchará simétricamente en ambos ejes
- 56 .- Aplicar un algoritmo de suavizado (smoothing) excesivo a un PDD medido en la región de build-up provocará:**
- A Un incremento artificial de la energía media del espectro
 - B El desplazamiento sistemático de la curva hacia mayor profundidad
 - C La pérdida del equilibrio electrónico lateral en el eje central
 - D Un achatamiento del pico D_{max} y una sobreestimación de la dosis en superficie
- 57 .- En la planificación con el formalismo isocéntrico (SAD), el Tissue Maximum Ratio (TMR) es preferido al PDD fundamentalmente porque el TMR:**
- A Incluye la corrección por dispersión de los campos asimétricos
 - B Es independiente del tamaño de campo
 - C Es prácticamente independiente de la DFS (Distancia Fuente-Superficie)
 - D No requiere ser medido en un maniquí de agua

- 58.- ¿Qué representa la curva DICOM GSDF (Grayscale Standard Display Function)?
- A X: Valor de píxel / Y: Luminancia [cd/m^2]
 - B X: Índice de diferencia apenas perceptible (Just-Noticeable Difference Index) / Y: Luminancia [cd/m^2]
 - C X: Nivel digital de entrada (Digital Driving Level, DDL) / Y: Luminancia [cd/m^2]
 - D X: Índice de diferencia apenas perceptible (Just-Noticeable Difference Index) / Y: Iluminancia [lux]
- 59.- En escopia, ¿cómo se debe variar la tasa de kerma incidente en el detector, panel plano o intensificador de imagen, al aumentar la magnificación para mantener la relación señal-ruido (SNR)?
- A En un panel plano, la tasa de kerma incidente aumenta proporcionalmente a la inversa del cuadrado de la diagonal, mientras que en el intensificador de imagen permanece constante
 - B Tanto en el intensificador de imagen como en el panel plano, la tasa de kerma incidente permanece constante, ya que la magnificación no afecta al ruido
 - C Tanto en el intensificador de imagen como en el panel plano, la tasa de kerma incidente aumenta proporcionalmente a la inversa del cuadrado del diámetro o de la diagonal
 - D En el intensificador de imagen, la tasa de kerma incidente aumenta proporcionalmente a la inversa del cuadrado del diámetro, mientras que en el panel plano no existe una relación geométrica intrínseca equivalente
- 60.- En mamografía digital, ¿cuál de los siguientes materiales presenta una mayor eficiencia de detección y resolución espacial?
- A Yoduro de cesio (CsI)
 - B Selenio amorfo (a-Se)
 - C Silicio amorfo (a-Si)
 - D Germanio
- 61.- ¿Cuál es la eficiencia cuántica de detección aproximada de un cristal centelleador de 500 μm de CsI para fotones de 30 keV? ($\rho(\text{CsI}) = 4,54 \text{ g}/\text{cm}^3$ y $(\mu/\rho)(\text{CsI}@30 \text{ keV}) = 9,045 \text{ cm}^2/\text{g}$)
- A 0,45
 - B 0,87
 - C 0,67
 - D 0,13
- 62.- ¿Qué cambio de los parámetros técnicos mejora la relación señal-ruido (RSR) al tiempo que mantiene o reduce la dosis al paciente?
- A Disminuir la tensión (kV) y aumentar el producto corriente-tiempo (mAs)
 - B Disminuir la tensión (kV) y disminuir el producto corriente-tiempo (mAs)
 - C Aumentar la tensión (kV) y disminuir el producto corriente-tiempo (mAs)
 - D Aumentar la tensión (kV) y aumentar el producto corriente-tiempo (mAs)

- 63 .- En ecografía basada en el principio pulso-eco, ¿cuál de las siguientes características de la calidad de imagen condiciona al resto?**
- A Resolución de contraste
 - B Resolución temporal
 - C Resolución lateral
 - D Resolución axial
- 64 .- ¿En qué generación de los equipos de TC, el tubo de rayos X y los detectores rotan juntos alrededor del paciente?**
- A Primera generación
 - B Segunda generación
 - C Tercera generación
 - D Cuarta generación
- 65 .- Según el protocolo IAEA TRS 457, ¿qué calidad IEC representa el haz incidente en radiografía y fluoroscopia?**
- A RQA-M
 - B RQR
 - C RQA
 - D RQF
- 66 .- En mamografía, ¿qué factor de retrodispersión se usa habitualmente?**
- A 1,5
 - B 1,3
 - C 1,04
 - D 1,0
- 67 .- Según el protocolo IAEA TRS 457 y la norma IEC 61674, ¿qué incertidumbre máxima se acepta en el factor de calibración de un dosímetro en radiodiagnóstico?**
- A $\pm 3\%$
 - B $\pm 10\%$
 - C $\pm 2\%$
 - D $\pm 5\%$
- 68 .- Según el protocolo IAEA TRS 457 y la norma IEC 60601-2-43, ¿dónde se sitúa el punto de referencia intervencionista (PRI)?**
- A A 15 cm del isocentro, sobre el eje del haz, en dirección hacia el foco del tubo de rayos X
 - B A 15 cm del isocentro, sobre el eje del haz, en dirección hacia el detector de imagen
 - C En el isocentro del sistema de imagen
 - D A 30 cm del detector de imagen, sobre el eje del haz, en dirección hacia el tubo de rayos X

- 69 .- ¿Quién formuló el principio radiotrazador en el que se fundamenta la Medicina Nuclear?**
- A George de Hevesy
 - B Marie Curie
 - C Henri Becquerel
 - D Wilhelm Röntgen
- 70 .- En PET, ¿cómo se llama al conjunto de todas las coincidencias detectadas dentro de la ventana temporal?**
- A Scatters
 - B Trues
 - C Randoms
 - D Prompts
- 71 .- En PET, ¿qué método de estimación de las coincidencias aleatorias introduce menos ruido estadístico en la corrección?**
- A Método de Chang
 - B Corrección por ventana energética
 - C Método basado en la tasa de cuentas individuales (singles)
 - D Método de la ventana retrasada
- 72 .- En PET, ¿cómo es el Michelograma de una adquisición 2D?**
- A Se reduce a la diagonal principal
 - B Presenta múltiples segmentos oblicuos
 - C Incluye coincidencias entre todos los anillos
 - D Incluye coincidencias entre anillos vecinos
- 73 .- En una gammacámara con un colimador fan beam, ¿cómo es la imagen si el objeto está entre el colimador y el foco?**
- A Imagen reducida
 - B Imagen sin cambio de tamaño
 - C Imagen invertida
 - D Imagen ampliada
- 74 .- En PET, ¿cuál es la fórmula correcta de la tasa de cuentas equivalentes a ruido (NECR)?**
- A $NECR = T^2/(S+R)$
 - B $NECR = T^2/(T+S+R)$
 - C $NECR = T/(S+R)$
 - D $NECR = T+S+R$

- 75 .- En una gammacámara, ¿cuál es la ventana energética habitual para Tc-99m?**
- A $\pm 15\%$
 - B $\pm 5\%$
 - C $\pm 20\%$
 - D $\pm 7\%$
- 76 .- En una gammacámara para la detección de fotones con energías entre 80 y 200 keV, ¿cuál es el espesor más habitual del cristal de NaI(Tl)?**
- A 3 mm
 - B 6 mm
 - C 9,5 mm
 - D 15,8 mm
- 77 .- En PET, ¿cuál es el principal factor que limita de forma fundamental la resolución espacial?**
- A No colinealidad de los fotones
 - B Energía de aniquilación
 - C Rango del positrón
 - D Tamaño de los cristales detectores
- 78 .- En una prueba diagnóstica, ¿qué indica una curva ROC (Receiver Operating Characteristic) próxima a la diagonal?**
- A Alta precisión
 - B Baja capacidad diagnóstica
 - C Alta especificidad
 - D Alta sensibilidad
- 79 .- En un PET con tiempo de vuelo (TOF), ¿cuál es la ventana de coincidencia temporal típica?**
- A 200–400 ps
 - B 50–100 ns
 - C 4–12 ns
 - D 50–100 ps
- 80 .- En un PET con tiempo de vuelo (TOF), ¿qué factor técnico limita principalmente la resolución temporal?**
- A El tiempo de respuesta finito y el ruido electrónico de los fotodetectores
 - B La electrónica
 - C El transporte de luz en el cristal centelleador
 - D El tiempo de decaimiento y la estadística de emisión de luz del cristal centelleador

- 81 .- Si consideramos los algoritmos de reconstrucción iterativa en SPECT como un problema de inferencia bayesiana, ¿qué término del Teorema de Bayes es maximizado por el algoritmo MAP (Maximum a Posteriori) y no por el MLEM (Maximum Likelihood Expectation Maximization)?**
- A La función de distribución acumulada
 - B La verosimilitud
 - C La probabilidad a priori
 - D La evidencia
- 82 .- ¿Cuál de los siguientes cristales centelleadores presenta el menor tiempo de decaimiento?**
- A CsI(Tl)
 - B BGO
 - C LSO(Ce)
 - D NaI(Tl)
- 83 .- Según el proyecto DOMNES, ¿cuál es el NRD nacional, actividad promedio por estudio, para gammagrafía ósea?**
- A 370 MBq
 - B 200 MBq
 - C 771 MBq
 - D 555 MBq
- 84 .- En un mamógrafo con un tamaño de punto focal efectivo de 0,1 mm y un tamaño de píxel de 50 μm , se desea visualizar una microcalcificación situada a 62,5 cm del foco. La distancia foco-receptor de imagen es de 70 cm. ¿Cuál de estos factores limita la visualización de la microcalcificación?**
- A Ninguno de los dos factores limita la visualización
 - B El tamaño de píxel, por ser mayor que el desenfoque geométrico
 - C El tamaño del punto focal, por producir un desenfoque geométrico mayor que el tamaño de píxel
 - D Ambos factores limitan por igual la resolución
- 85 .- En radiodiagnóstico, ¿cómo cambia la fracción de dispersión producida por un maniquí de agua por encima de 70 kVp?**
- A Se hace prácticamente independiente del kV, tras un ligero aumento
 - B Disminuye por predominio del efecto fotoeléctrico
 - C Aumenta linealmente con el kV
 - D Es proporcional al cubo del kV

- 86 .-** En radiodiagnóstico, se emplea un espacio de aire de 4 cm entre el paciente y el detector para reducir la radiación dispersa. La distancia fuente-detector es de 115 cm, y la distancia entre el plano de salida del paciente y la fuente efectiva de radiación dispersa es de 15 cm. ¿Cuál es la selectividad (T_p/T_s) de esta técnica para la reducción de la radiación dispersa? (T_p = Transmisión rad. primaria; T_s = Transmisión rad. dispersa)
- A 1,75
 - B 1,50
 - C 1,40
 - D 1,25
- 87 .-** Según el TG-116 y la norma IEC 62494, ¿qué kerma en aire incidente sobre el detector corresponde a un índice de exposición de 200 si la calidad del haz es RQA5?
- A 1,0 μGy
 - B 2,0 μGy
 - C 2,5 μGy
 - D 5,0 μGy
- 88 .-** En radiografía digital, se plantea el uso de una rejilla para mejorar la relación señal-ruido (RSR). Si la fracción de radiación dispersa producida por el paciente es 0.5, y la rejilla transmite el 80% de la radiación primaria y el 20% de la radiación dispersa, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
- A La rejilla elimina completamente la radiación dispersa
 - B La relación señal-ruido disminuye al emplear la rejilla
 - C La relación señal-ruido no cambia al emplear la rejilla
 - D La relación señal-ruido aumenta ligeramente al emplear la rejilla
- 89 .-** ¿En qué fase son las células más radiorresistentes?
- A Fase S
 - B Fase M
 - C Fase G1
 - D Fase G2
- 90 .-** El efecto abscopal es la regresión de metástasis a distancia tras irradiar únicamente una lesión tumoral local. ¿Qué mecanismo biológico es el mediador principal de este fenómeno?
- A La interrupción sistémica de la angiogénesis tumoral
 - B La activación del sistema inmunitario (células T) frente a los antígenos tumorales liberados
 - C La supresión de factores de crecimiento circulantes por el tejido irradiado
 - D La migración de radicales libres de larga vida a través del torrente sanguíneo

- 91 .- La ley de Bergonié y Tribondeau establece que las células tienden a ser mas radiosensibles si tienen estas tres propiedades:**
- A Son células especializadas, son propensas a roturas de una sola cadena y están bien oxigenadas
 - B Tienen una baja tasa de división, un futuro mitótico corto y son altamente especializadas
 - C Carecen de compuestos de sulfhidrilo naturales, son células germinales y no pueden reparar el daño subletal
 - D Tienen una alta tasa de división, un futuro mitótico prolongado y son de tipo no diferenciado
- 92 .- En relación al daño por radiación, ¿cuál de las siguientes respuestas es FALSA?**
- A La acción indirecta es el proceso dominante para radiaciones de baja LET
 - B La RBE disminuye para valores de LET superiores a 100 keV/μm
 - C Las lesiones inducidas en el ADN de una célula por una dosis de 1-2 Gy de radiación de baja LET son aproximadamente: daños base nitrogenada > 1000; roturas de una sola cadena ~ 1000; roturas de doble cadena ~ 400
 - D El gen p53 interviene en los tres puntos de control del ciclo celular: G1, S y G2
- 93 .- ¿Cuál de las siguientes respuestas es FALSA?**
- A Tras sufrir daño potencialmente letal, la supervivencia celular es menor si se somete a la célula a condiciones de crecimiento subóptimas
 - B Las células cultivadas en un medio celular procedente de células irradiadas, pueden mostrar inestabilidad genética
 - C Las mutaciones de ADN en células de rápida proliferación son más propensas a dar lugar a un cáncer porque hay más posibilidades de que se origine una mutación viable
 - D De forma rutinaria las células del cuerpo humano sufren cada día entre 10^4 y 10^6 eventos de daño
- 94 .- Un volumen tumoral contiene 10^8 células clonogénicas iniciales. Tras la radioterapia, la fracción de supervivencia (S) lograda es de 10^{-9} . Asumiendo un modelo estadístico de Poisson, ¿cuál es la probabilidad de control tumoral (TCP)?**
- A ~ 10%
 - B ~ 37%
 - C ~ 90%
 - D ~ 99%
- 95 .- En el contexto del modelado de la respuesta tumoral y la cinética de crecimiento, el modelo biológico de Gompertz difiere del modelo exponencial simple en que asume que:**
- A Todas las células permanecen en constante división
 - B La tasa de crecimiento específico del tumor decae exponencialmente a medida que aumenta de volumen
 - C Las zonas necróticas centrales actúan como foco de radioprotección celular
 - D El tiempo de duplicación se acorta cuanto más masivo se hace el tumor

- 96 .-** En el formalismo del modelo LQ para irradiación continua pura (ej. Braquiterapia LDR), el daño celular se evalúa integrando el factor geométrico de reparación $G(t)$. ¿Cuál es el efecto primario de una irradiación continua de muy larga duración?
- A La saturación inmediata de las enzimas de reparación homóloga
 - B La anulación virtual de la componente letal cuadrática
 - C Un incremento exponencial de la relación α/β hacia el infinito
 - D El bloqueo del ciclo celular en fase G2
- 97 .-** En el modelo de Probabilidad de Complicación de Tejido Normal (NTCP) de Lyman-Kutcher-Burman (LKB), ¿qué implica un valor del parámetro de volumen próximo a 1 para un órgano de riesgo?
- A Una arquitectura funcional en serie con tolerancia dominada por la dosis máxima
 - B Un órgano refractario, con radioresistencia absoluta independientemente del fraccionamiento
 - C Una arquitectura funcional en paralelo con gran efecto volumen, donde la dosis media predice mejor la toxicidad
 - D Que la tolerancia del órgano depende exclusivamente del parámetro celular α
- 98 .-** Un paciente con un nódulo pulmonar recibe SBRT prescribiendo 54Gy en 3 fracciones (18Gy/tx). ¿Cuál es la Dosis Equivalente a fracciones de 2Gy (EQD2) para el tejido tumoral asumiendo un $\alpha/\beta = 10\text{Gy}$?
- A 108Gy
 - B 126Gy
 - C 152Gy
 - D 216Gy
- 99 .-** En un esquema de hiperfraccionamiento (ej. 2 fx/día), si el intervalo Δt es inferior al tiempo necesario para la reparación subletal tisular (factor de reparación incompleta (H_m) no es nulo). ¿Qué impacto físico-matemático tiene en la ecuación LQ?
- A Aumenta el daño efectivo al multiplicar la componente cuadrática (βD^2)
 - B Anula la componente lineal (D), asumiendo letalidad instantánea
 - C Convierte la curva de supervivencia celular en una exponencial estricta ($S = e^{-\alpha D}$)
 - D Reduce drásticamente la dosis integral sin afectar al BED
- 100 .-** El cáncer de próstata es considerado un candidato óptimo para esquemas de hipofraccionamiento extremo (SBRT). ¿En qué asunción radiobiológica se fundamenta el éxito terapéutico?
- A Tiene una tasa de proliferación clonogénica excepcionalmente alta
 - B Su cociente α/β ($\sim 1,5\text{ Gy}$) se estima inferior al de los tejidos sanos de respuesta tardía adyacentes
 - C Es un tumor completamente insensible al daño letal de evento único
 - D Presenta un efecto bystander que anula la hipoxia crónica tumoral
- 101 .-** Según las recomendaciones ICRU, el Volumen Blanco Interno (ITV) se diseña específicamente para absorber las incertidumbres debidas a:
- A Errores de posicionamiento diario
 - B La diseminación tumoral microscópica
 - C La variación en forma y movimiento de los órganos
 - D La penumbra dosimétrica del haz

- 102 .- En resonancia magnética para planificación RT, ¿cuál es la principal causa de distorsión geométrica dependiente del paciente (no del sistema)?**
- A Inhomogeneidades del campo B_0
 - B Variaciones de susceptibilidad magnética
 - C No linealidad de los gradientes espaciales
 - D Peso del paciente
- 103 .- En los protocolos ICRU clásicos, el “ángulo de cuña” (wedge angle) de una cuña física se define como:**
- A El ángulo de inclinación mecánica real del filtro metálico
 - B El ángulo que forma la isodosis de un porcentaje determinado con la normal al eje central del haz
 - C El grado de basculación del cabezal o colimador
 - D El gradiente de dosis relativo evaluado a z_{max}
- 104 .- En los sistemas de optimización inversa para IMRT, evitar caer en un “mínimo local” de la función de coste es la principal ventaja de los algoritmos de:**
- A Gradiente descendente
 - B Simulated Annealing
 - C Mínimos cuadrados penalizados
 - D Newton-Raphson
- 105 .- ¿Cuál de los siguientes algoritmos de cálculo de dosis en radioterapia NO transporta ni modela explícitamente a los electrones secundarios generados?**
- A Monte Carlo
 - B Acuros XB (Ecuación de Boltzmann Lineal)
 - C Collapsed Cone Convolution (CCC)
 - D Pencil Beam Convolution (PBC)
- 106 .- En los informes de IMRT según la ICRU 83, ¿qué métrica debe utilizarse para reportar la dosis máxima “clínicamente significativa” en el PTV?**
- A $D_{0\%}$ (Dosis en el 0% del volumen)
 - B $D_{1\%}$ (Dosis en el 1% del volumen)
 - C $D_{5\%}$ (Dosis en el 5% del volumen)
 - D $D_{2\%}$ (Dosis en el 2% del volumen)
- 107 .- En la Irradiación Corporal Total (TBI) con fotones, el uso de protecciones personalizadas tiene como principal finalidad física:**
- A Aumentar la dosis cutánea
 - B Evitar sobredosificación pulmonar y/o cervical
 - C Degradar el haz
 - D Endurecer el haz

- 108 .-** Según el TG-218, en el análisis Gamma, ¿cuál es el riesgo principal de usar normalización “Local” en lugar de “Global”?
- A Subestima los errores de transmisión en los blindajes del MLC
 - B Genera falsos positivos de fallo en zonas de baja dosis al magnificar desviaciones irrelevantes
 - C Reduce drásticamente la sensibilidad del análisis en VMAT
 - D Aumenta el tiempo de cálculo hasta ser inviable para la rutina diaria
- 109 .-** Según el TG-142/198, al utilizar paneles de silicio amorfo (a-Si) para dosimetría absoluta, ¿cuál es su mayor limitación física?
- A Se saturan a tasas de dosis superiores a 600 UM/min
 - B Sólo detectan la componente primaria del haz, ignorando el scatter
 - C Son altamente dependientes de la orientación y de la temperatura de la sala
 - D Sobrerresponden a fotones de baja energía y presentan efecto memoria (ghosting)
- 110 .-** Para dosimetría cutánea in vivo, ¿qué detector presenta sobre-respuesta a fotones de baja energía por su Z alto?
- A Diodos semiconductores de silicio
 - B Películas radiocrómicas
 - C Detectores OSL de óxido de aluminio
 - D Cámaras de placas paralelas
- 111 .-** Para la braquiterapia intersticial permanente de cáncer de próstata, el I125 es uno de los isótopos de elección debido a sus bajas energías. Su espectro de emisión fotónica posee una energía media efectiva que ronda los:
- A 28keV
 - B 1,25MeV
 - C 380keV
 - D 68keV
- 112 .-** Durante el tratamiento de cérvix mediante braquiterapia intracavitaria (Sistema de Manchester clásico), ¿dónde se realizaba la estimación de la dosis en el histórico “Punto A”?
- A 2cm anterior a la pared posterior de la vejiga
 - B 2cm superior a la mucosa del fórnix vaginal lateral y 2cm lateral al canal central del tándem
 - C Un punto situado lateralmente a 3cm de la sonda uterina y a 2cm en dirección craneal desde un plano perpendicular a esta sonda en su extremo inferior
 - D Justo en el margen del tumor visible por TAC
- 113 .-** En la dosimetría de implantes intersticiales según las normas originales del Sistema de París, ¿cómo se estandariza el cálculo de la “dosis de prescripción”?
- A Se toma como el 100% de la dosis calculada en el centro de masa del PTV
 - B Es el 85% de la Dosis Basal, entendiéndose ésta como la media aritmética de las dosis en los puntos críticos de intersección equidistantes de las fuentes
 - C Es la isodosis de superficie que envuelve globalmente el tejido de interés
 - D Es el 100% de la Dosis Basal, entendiéndose ésta como la media aritmética de las dosis en los puntos críticos de intersección equidistantes de las fuentes

- 114 .- Según SEFM/EMBRACE, en braquiterapia ginecológica guiada por imagen (IGBT), ¿qué secuencia de RM se considera el “gold standard” para delimitar GTV/CTV?**
- A Secuencia T1 con gadolinio
 - B Secuencia T2 ponderada
 - C DWI
 - D TC dual
- 115 .- Según el protocolo EMBRACE II, en el reporte de dosis a órganos de riesgo (OAR), se utiliza el parámetro D_2cc evaluado en el histograma dosis-volumen (HDV) acumulado. ¿Cuál es el límite de dosis (constraint) recomendado para el recto (en EQD2 utilizando $\alpha/\beta = 3\text{Gy}$) para minimizar la probabilidad de toxicidad grado ≥ 2 ?**
- A $D_{2\text{cc}} \leq 65\text{Gy}$
 - B $D_{2\text{cc}} \leq 55\text{Gy}$
 - C $D_{2\text{cc}} \leq 85\text{Gy}$
 - D $D_{2\text{cc}} \leq 90\text{Gy}$
- 116 .- ¿A qué se debe físicamente el range straggling (ensanchamiento longitudinal del pico de Bragg) en un haz de protones teóricamente monoenergético?**
- A A la dispersión elástica nuclear y dispersión coherente Rayleigh sucesiva con los distintos núcleos de oxígeno que componen el tejido
 - B A fluctuaciones estadísticas en el número y energía transferida en las múltiples colisiones inelásticas con los electrones atómicos
 - C Al efecto de polarización dieléctrica dependiente de la densidad y a la pérdida de energía detallada en la teoría de Bragg-Gray
 - D A la modulación intrínseca e imperfecciones magnéticas de los imanes de enfoque dipolares situados a lo largo del gantry
- 117 .- De acuerdo con el documento del FORO sobre "Criterios de Alta de Pacientes y Medidas para la Protección Radiológica del Público después de Tratamientos Metabólicos con ^{131}I ": ¿Cuál es valor umbral de tasa de equivalente de dosis ambiental a un metro para el alta de un paciente?**
- A $30\mu\text{Sv/h}$
 - B $40\mu\text{Sv/h}$
 - C $50\mu\text{Sv/h}$
 - D $60\mu\text{Sv/h}$
- 118 .- En relación a la terapia con radiofármacos ¿cuál de los siguientes pasos NO forma parte del proceso de cuantificación de la dosis absorbida en una región o tejido?**
- A Medida de la actividad a administrar al paciente, mediante un activímetro calibrado para el radionucleido a administrar
 - B Muestreo temporal, mediante dosimetría externa, de la actividad contenida en la región o tejido para estimar la curva temporal de actividad
 - C Determinación de la actividad integrada en la región o tejido a partir del área bajo la curva de actividad
 - D Cálculo de la dosis absorbida a partir de la actividad integrada

- 119 .- De acuerdo con el documento del FORO sobre criterios de Alta de Pacientes después de Tratamientos con I131 : ¿Qué actividad residual presenta un paciente si la tasa de equivalente de dosis ambiental a un metro es de 100 $\mu\text{Sv/h}$?**
- A 3333 MBq
 - B 2500 MBq
 - C 2000 MBq
 - D 1667 MBq
- 120 .- ¿Cuál es el valor de eficacia de dosis y tasa de dosis, DDREF, para radiación de bajo LET aceptado en el documento ICRP 103 ?**
- A 1,1
 - B 1,5
 - C 2
 - D 3
- 121 .- ¿Cual es el coeficiente nominal de riesgo de cancer ajustado a detrimento para Población ADULTA estimado en el documento ICRP 103?**
- A $7,3 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$
 - B $6,0 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$
 - C $5,5 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$
 - D $4,1 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$
- 122 .- En relación al Consejo de Seguridad Nuclear, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**
- A El CSN es un ente de Derecho Público, independiente de la Administración General del Estado y constituye el único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica
 - B Las instrucciones elaborados por el CSN son normas técnicas que tienen carácter vinculante para los sujetos afectados por su ámbito de aplicación
 - C Las circulares son documentos técnicos de carácter normativo que el Consejo podrá dirigir a uno o a más sujetos afectados por su ámbito de aplicación
 - D Los informes emitidos por el CSN a petición del Ministerio de Industria serán preceptivos y además vinculantes cuando tengan carácter negativo o denegatorio de una concesión
- 123 .- En relación a los procedimientos de radiología intervencionista de alta dosis, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**
- A Los médicos especialistas que lleven a cabo procedimientos de radiología intervencionista deberán haber adquirido con carácter previo a su realización, un segundo nivel de formación en protección radiológica orientado a la práctica intervencionista
 - B El segundo nivel en protección radiológica no requiere haber adquirido la formación correspondiente al primer nivel de formación en protección radiológica al que se refiere el RD 1085/2009
 - C Los procedimientos intervencionistas deberán ser realizados con equipos de rayos X especialmente diseñados para esta práctica, instalados en salas específicas para este fin
 - D El especialista en Radiofísica Hospitalaria realizará una validación de los indicadores dosimétricos de los equipos de radiología intervencionista con una periodicidad anual y tras intervenciones que puedan afectar a la dosis o a la calidad de imagen

- 124 .- ¿Cuál de las siguientes NO es una responsabilidad del supervisor de una instalación radiactiva?**
- A Informar al Consejo de Seguridad Nuclear de la actividad de la instalación según se recoge en el condicionado de su autorización
 - B Deberá detener en cualquier momento el funcionamiento de la instalación si considera que se han reducido las debidas condiciones de seguridad
 - C Deberá mantener su capacitación para el desempeño de su puesto de trabajo
 - D Deberá acreditar los requisitos de salud física y estabilidad psíquica, así como la comprobación de su aptitud como trabajador expuesto a las radiaciones ionizantes
- 125 .- ¿Cómo debe señalizarse una zona de trabajo con riesgo de contaminación que presenta una tasa promedio de $H^*(10)$ de $2\mu\text{Sv/h}$?**
- A Trébol de color gris azulado sobre fondo punteado, con leyenda indicativa del tipo de zona y tipo de riesgo
 - B Trébol de color gris azulado con bordeado de puntas radiales sobre fondo punteado, con leyenda indicativa del tipo de zona y tipo de riesgo
 - C Trébol de color verde sobre fondo punteado, con leyenda indicativa del tipo de zona y tipo de riesgo
 - D Trébol de color verde con bordeado de puntas radiales sobre fondo punteado, con leyenda indicativa del tipo de zona y tipo de riesgo
- 126 .- El coeficiente de dosis efectiva por ingestión correspondiente a los compuestos de F18 es de $4,8 \times 10^{-11}$ (Sv/Bq) para trabajadores EXPUESTOS: ¿Cuál es el límite anual derivado de incorporación de F18 correspondiente?**
- A 416,7kBq
 - B 41,7kBq
 - C 20,8kBq
 - D 2,1kBq
- 127 .- Respecto a las pruebas de hermeticidad de las fuentes radiactivas, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**
- A Quedan eximidas las fuentes que contengan emisores de radiación beta o gamma con actividad igual o inferior a 3,7 MBq
 - B Quedan eximidas las fuentes que contengan emisores de radiación alfa o neutrónica con actividad igual o inferior a 0,37 MBq
 - C La prueba de hermeticidad de las fuentes incorporadas a un equipo en desuso no requiere una periodicidad anual sino debe realizarse cuando dicho equipo vaya a ponerse en funcionamiento
 - D La prueba de hermeticidad de las fuentes de Ir192, debido a su corto período de semidesintegración, debe realizarse trimestralmente
- 128 .- ¿Cuál es el nivel de actividad que debe igualar o superar una fuente de Ir192 para ser considerada de alta actividad?**
- A 20GBq
 - B 40GBq
 - C 80GBq
 - D 160GBq

- 129 .- ¿Qué información debe recoger el historial dosimétrico de los trabajadores expuestos de categoría B?**
- A** Se registrarán las dosis mensuales y las dosis acumuladas por año oficial. En caso de exposición al radón también se registrarán los parámetros relevantes para la estimación de dosis
 - B** Se registrarán las dosis mensuales y las dosis acumuladas por año oficial. Si disponen de dosimetría de cristalino se incluirán, adicionalmente, las dosis acumuladas en cinco años oficiales. En caso de exposición al radón también se registrarán los parámetros relevantes para la estimación de dosis
 - C** Se registrarán las dosis acumuladas por año oficial. Si disponen de dosimetría de cristalino se incluirán, adicionalmente, las dosis acumuladas en cinco años oficiales. En caso de exposición al radón también se registrarán los parámetros relevantes para la estimación de dosis
 - D** Se registrarán las dosis acumuladas por año oficial. Si disponen de dosimetría cristalino se incluirán, adicionalmente, las dosis acumuladas en cinco años oficiales
- 130 .- Dada una instalación de rayos X consituida por un equipo de radiología dental intraoral, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?**
- A** El Titular debe obtener un certificado de conformidad de la instalación con periodicidad bienal
 - B** Anualmente una UTPR/SPR debe realizar una vigilancia de los niveles de radiación en los puestos de trabajo y áreas colindantes accesibles al público
 - C** El informe de operación de la instalación estipulado en el RD1085/2009 deberá almacenarse por un periodo de al menos 10 años
 - D** Se debe guardar copia de los certificados de las pruebas de aceptación y los certificados de verificación tras intervención de los equipos mientras estos permanezcan en la instalación
- 131 .- ¿Cuál de las siguientes NO es un requisito técnico recogido en la guía CSN GS5-11?**
- A** Las salas de radiodiagnóstico no serán lugares de paso para acceder a otras dependencias.
 - B** Los pupitres de control de los equipos de rayos X han de estar protegidos mediante mamparas blindadas, a ser posible fijas o estructurales
 - C** Las mamparas blindadas que protegen la zona de los pupitres de control han de disponer de visores y ha de estar prevista la comunicación con el paciente
 - D** No se dispondrán 2 tubos de rayos X en la misma sala alimentados por distintos generadores, a no ser que exista una barrera de protección entre ellos
- 132 .- Tomando para radiografía de Tórax PA un coeficiente de kerma disperso por paciente @ 1 metro de $6,4 \mu\text{Gy}/(\text{Gy cm}^2)$ ¿Cuál es el valor aproximado del kerma debido a la radiación dispersa a un metro para un paciente estandar?**
- A** 10nGy
 - B** 100nGy
 - C** 1 μGy
 - D** 10 μGy

- 133 .- Respecto a los Equipos de Protección Individual, EPIs, ¿cuál de las siguientes afirmaciones NO está recogida en la normativa?**
- A El Programa de Protección Radiológica de las instalaciones de rayos X deberá contemplar la utilización de EPIs
 - B En las instalaciones de rayos X se deberá disponer de EPIs con objeto de que sean utilizados por el operador y para proteger al paciente si fuese necesario
 - C Los EPIs deben ser sometidos anualmente a un procedimiento de verificación para garantizar el buen estado de los mismos
 - D En radiología intervencionista los operadores portarán prendas de protección adecuadas siempre que con ellas no se comprometa la finalidad perseguida por la exploración
- 134 .- En una gammacámara que se comporta como un sistema paralizable con un tiempo muerto de 1 μ s, ¿qué tasa observada tiene unas pérdidas del 20%?**
- A $3,50 \times 10^5$ cps
 - B $2,23 \times 10^5$ cps
 - C $1,78 \times 10^5$ cps
 - D $1,20 \times 10^5$ cps
- 135 .- En una gammacámara planar, ¿qué puede indicar la presencia de alteraciones localizadas en la prueba de uniformidad con ventanas asimétricas?**
- A Una incorrecta calibración energética global
 - B Un problema en el colimador
 - C Un defecto en el cristal (p.ej. hidratación), mal ajuste de los tubos fotomultiplicadores (PMTs) o mal acoplamiento óptico con el cristal
 - D Un fallo en la corrección de uniformidad extrínseca
- 136 .- Según el Protocolo Español de Control de Calidad de la Instrumentación de Medicina Nuclear, ¿cuál es la frecuencia de las pruebas de constancia de la resolución espacial intrínseca y extrínseca de una gammacámara planar?**
- A Ambas se realizan con periodicidad mensual
 - B Ambas se realizan únicamente en la aceptación del equipo
 - C La resolución extrínseca es mensual y la intrínseca no tiene periodicidad rutinaria establecida
 - D La resolución intrínseca es mensual y la extrínseca anual
- 137 .- En la prueba "Compensación del CAE con el espesor y composición de la mama" del Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico, ¿cuál es el valor límite aceptable del umbral de contraste para el espesor de 5 cm y el disco de 0.1 mm del maniquí CDMAM?**
- A 10%
 - B 40%
 - C 5%
 - D 23%

- 138 .- Según el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico, ¿qué valor de Relación Señal-Ruido (SNR) se utiliza como umbral de detectabilidad en el modelo del observador “cuasi ideal” para calcular la curva contraste-tamaño del detalle?**
- A SNR = 3 o el valor obtenido en la prueba de aceptación para escalar la curva teórica a la experimental
 - B SNR = 5
 - C SNR = 2
 - D SNR = 5 o el valor obtenido en la prueba de aceptación para escalar la curva teórica a la experimental
- 139 .- Según el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico, en la prueba de umbral de contraste, ¿cómo se define el Factor de Calidad de Imagen (IQF) en un maniquí contraste-detalle tipo CDRAD?**
- A El cociente entre el tamaño del detalle y el contraste umbral mínimo detectable para cada elemento del maniquí
 - B La suma de los contrastes umbral mínimos detectables para cada tamaño de detalle evaluado
 - C El valor medio ponderado del contraste umbral en función del tamaño del detalle detectado
 - D La suma de los productos entre el tamaño (diámetro) de cada detalle y su correspondiente contraste umbral mínimo detectable
- 140 .- En la prueba "Componentes del ruido del detector" del Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico, se ajusta la varianza linealizada de la señal a un polinomio de segundo grado en función del kerma en aire incidente (K): $\sigma^2 = aK^2 + bK + c$, ¿qué significa que el término cuadrático domine sobre el resto?**
- A El ruido cuántico domina y el detector funciona en condiciones óptimas
 - B El ruido estructural domina, indicando posibles problemas de uniformidad o calibración del detector
 - C El ruido electrónico es el principal contribuyente en ese intervalo de kerma
 - D Ninguna de las anteriores
- 141 .- Según el TG-55, las películas radiocrómicas presentan un “efecto de polarización” al escanearlas. ¿A qué se debe y cómo se mitiga?**
- A A la absorción de humedad ambiental; se mitiga secando la película 24h antes del escaneo
 - B A la dispersión Rayleigh en el Mylar; se mitiga usando un cristal difusor de 4mm
 - C A la birrefringencia del polímero; se mitiga escaneando siempre en la misma orientación
 - D Al calentamiento por la lámpara CCD; se mitiga realizando tres escaneos y promediándolos
- 142 .- En el control mensual de la coincidencia entre el campo luminoso y el de radiación para mandíbulas asimétricas, ¿cuál es la nueva tolerancia establecida por el TG-198?**
- A 0,5mm o el 1% en un lado
 - B 2mm o el 5% en un lado
 - C 2mm por mandíbula (jaw)
 - D 5mm por mandíbula (jaw)

- 143 .- Según el TG-198, ¿con qué frecuencia mínima obligatoria debe el Radiofísico revisar formalmente y documentar los resultados del control de calidad diario ejecutado por los técnicos de radioterapia?**
- A A diario, sin excepciones
 - B Preferiblemente a diario, pero al menos una vez a la semana
 - C Preferiblemente a diario, pero al menos una vez cada quince días
 - D Al menos una vez al mes
- 144 .- Según el TG-142/198, en las pruebas anuales, ¿cuál es la tolerancia máxima de coincidencia isocéntrica (mecánica/radiación) para equipos dedicados a SRS/SBRT?**
- A $\pm 5,0$ mm
 - B $\pm 1,0$ mm
 - C $\pm 0,5$ mm
 - D 0,0 mm
- 145 .- Según el TG-142, ¿qué implicación directa tiene alcanzar un “Nivel de Acción 2” (Action Level 2)?**
- A Parada inmediata de los tratamientos
 - B El tratamiento puede continuar temporalmente, pero la intervención correctiva debe programarse en el plazo de 1 a 2 días hábiles
 - C Supone una desviación puntual leve que solo requiere ser documentada
 - D La inhabilitación del equipo de forma exclusiva para los tratamientos de alta precisión
- 146 .- Según el TG-40, para unidades de braquiterapia de carga diferida de Alta Tasa de Dosis (HDR), ¿qué tolerancia geométrica se requiere en la exactitud del posicionamiento de la fuente en la comprobación periódica?**
- A ± 2 mm
 - B $\pm 1,0$ mm
 - C $\pm 0,5$ mm
 - D $\pm 5,0$ mm
- 147 .- Al emplear ecografía transrectal (TRUS) para la planificación y guía de un implante prostático, ¿cuál es el control de calidad periódico más importante del sistema de imagen?**
- A La calibración absoluta de la escala de grises
 - B La coincidencia espacial entre la retícula electrónica (grid) mostrada en pantalla y la plantilla física (template) de inserción de agujas
 - C El ajuste del foco de la sonda
 - D La medición del coeficiente de atenuación de los pulsos Doppler tisulares
- 148 .- Durante el control de calidad periódico de aplicadores metálicos reutilizables, ¿cuál es la prueba funcional prioritaria para evitar accidentes o errores dosimétricos durante un tratamiento HDR?**
- A Medición de la atenuación del titanio con película radiocrómica
 - B Esterilización en autoclave a más de 134°C para testar dilataciones y deformaciones
 - C Comprobación radiográfica de su estructura interna e integridad mediante el paso de un cable guía (dummy)
 - D Verificación de la elasticidad del aplicador aplicando una fuerza en su extremo

149 .- En el control de calidad de la instrumentación, la calibración de fuentes de braquiterapia se realiza frecuentemente con cámaras tipo pozo. ¿Qué característica geométrica es crítica comprobar periódicamente en estas cámaras?

- A La hermeticidad de la cámara frente a fugas del gas argón de llenado a alta presión
- B La posición exacta de la zona de máxima respuesta ("sweet spot")
- C El nivel de retrodispersión de la pared exterior de plomo
- D El diámetro interno de la cámara

150 .- Basándose en la sensibilidad intrínseca de los diferentes tejidos, ¿cuál de las siguientes histologías tumorales es clásicamente considerada como más radiorresistente?

- A Seminoma testicular
- B Linfoma no Hodgkin
- C Carcinoma microcítico (células pequeñas) de pulmón
- D Melanoma maligno

PREGUNTAS DE RESERVA

PREGUNTAS DE RESERVA

PREGUNTAS DE RESERVA

151 .- Dada una cámara de ionización con geometría plano-paralela con 1cm de distancia entre electrodos, ¿cuál es el tiempo de recolección de los electrones, si el campo eléctrico aplicado es de $1,0 \times 10^4$ V/m y la movilidad de los iones es $2,0 \times 10^{-4}$ m²/(V s)?

- A 50ms
- B 5ms
- C 500μs
- D 5μs

152 .- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe correctamente el funcionamiento de las fuentes generadoras de radiofrecuencia (RF) en un acelerador lineal médico?

- A El klystron actúa como un oscilador primario de alta potencia
- B El magnetrón es un amplificador lineal que utiliza un campo eléctrico estático
- C El klystron requiere un oscilador externo de baja potencia, operando exclusivamente como un amplificador de RF
- D Ambos dispositivos requieren obligatoriamente de un circulador de microondas interpuesto

153 .- En Medicina Nuclear, ¿cuál de las siguientes NO es una característica de un radiofármaco ideal para su uso en diagnóstico por imagen SPECT?

- A Gran especificidad de captación en el órgano/tejido de interés
- B Vida media inferior a 1h para minimizar la dosis al paciente
- C Emisión de fotones de energía ~ 140keV para optimizar el balance entre penetración y eficiencia de detección
- D Alta actividad específica para facilitar la preparación del radiofármaco

- 154 .- En el formalismo de la IAEA (Dance) para el cálculo de la Dosis Glandular Media (DGM), ¿qué factor corrige por la diferencia de glandularidad entre la mama de la paciente y la mama estándar?**
- A El factor s
 - B El factor g
 - C El factor K
 - D El factor c
- 155 .- En radiobiología, ¿cuál de los siguientes elementos está considerado como el agente radiosensibilizador fisiológico más potente?**
- A La amifostina
 - B El omega-3
 - C El oxígeno molecular
 - D El hidrógeno molecular
- 156 .- Un tumor con $\alpha/\beta = 10\text{Gy}$ recibe una prescripción clásica de 60Gy en 30 fracciones (2Gy/fx). Si por motivos clínicos se debe cambiar a un esquema de hipofraccionamiento moderado de 3Gy/fx, ¿cuál debe ser la dosis total física aproximada para mantener la misma dosis biológica equivalente (BED) tumoral?**
- A 50,5Gy
 - B 55,4Gy
 - C 60,0Gy
 - D 72,0Gy
- 157 .- Para optimizar la visualización de estructuras óseas en una Radiografía Reconstruida Digitalmente (DRR), se debe modificar el algoritmo de trazado de rayos:**
- A Reduciendo el umbral superior de Unidades Hounsfield (HU)
 - B Elevando el umbral inferior de Unidades Hounsfield (HU)
 - C Aumentando el tamaño del vóxel en el eje Z
 - D Desactivando la corrección por divergencia
- 158 .- En sistemas SGRT (Radioterapia Guiada por Superficie), la reconstrucción 3D presenta más fallos e interrupciones en pacientes con tonos de piel muy oscuros debido a:**
- A Mayor reflexión de la señal infrarroja
 - B Mayor absorción de la luz estructurada proyectada
 - C Interferencia con los filtros de polarización cruzada
 - D Menor dispersión especular de los poros dérmicos
- 159 .- Según las recomendaciones internacionales y la legislación, como parte del control de la dosimetría clínica en braquiterapia, ¿qué revisión es obligatoria antes de administrar el tratamiento?**
- A Hacer una autorradiografía de los aplicadores
 - B Irradiar un maniquí de agua con el plan del paciente usando un detector MOSFET para medir la dosis
 - C Recalibrar la fuente radiactiva HDR en la cámara de pozo para compensar el decaimiento interfacción
 - D Realizar una verificación independiente (manual o con un segundo software) del cálculo del tiempo total de tratamiento o de dosis en puntos de referencia

- 160 .-** En la hipertermia electro-modulada (mEHT u oncoterapia) empleada como adyuvante a la radioterapia, ¿cuál es el mecanismo biofísico diferencial principal respecto a la hipertermia local convencional?
- A** Alcanza temperaturas macroscópicas superiores a 47°C de forma homogénea, provocando la necrosis coagulativa directa del tumor
 - B** Utiliza haces de ultrasonidos focalizados de alta intensidad (HIFU) para generar cavitación mecánica en el tejido hipóxico profundo
 - C** Aprovecha la menor impedancia del microentorno tumoral concentrando la absorción de energía en las membranas celulares, induciendo apoptosis a temperaturas macroscópicas moderadas
 - D** Ioniza el agua intracelular mediante microondas pulsadas de muy alta frecuencia, generando radicales libres letales independientemente del calor