

FÍSICA MÉDICA. EXAMEN FINAL (1ª convocatoria). Curso 2017-18

APELLIDOS

NOMBRE FECHA 8 de enero de 2018

PREGUNTAS TEST (5 p)

Puntuación del test: Las preguntas respondidas correctamente suman 1 y las preguntas respondidas incorrectamente restan 1/3. Las preguntas no contestadas no alteran la puntuación. La nota final del apartado test se obtendrá sumando la puntuación de todas las preguntas y multiplicando por un factor 5/40.

- Las unidades del Sistema Internacional (SI) para la potencia pueden expresarse como:
 - kg/s³
 - kg·m²·s⁻³
 - kg/m³
 - kg·m²/s
- De las siguientes unidades, ¿cuál NO es una magnitud fundamental del SI?:
 - kg
 - mol
 - J
 - A
- En la siguiente expresión $x = A(1 + \cos t) - B \log\left(C \frac{vt^2}{\sqrt{m}}\right)$, la x representa la posición, la t el tiempo, la m la masa y la v la velocidad, todas ellas en unidades del SI. La constante C tiene dimensiones de:
 - [C] = M^{1/2}L⁻¹T⁻¹
 - [C] = M^{1/2}L⁻¹T⁻³
 - [C] = M^{1/2}LT⁻³
 - [C] = MT⁻¹
- La ecuación $2 \cdot \log(x) = \log(15 - 2x)$ tiene como solución:
 - x = 3
 - x = 3 y x = -5
 - x = 3,75
 - x = 1.968
- El resultado de multiplicar 1 nm · 1 Gm es:
 - 1 m²
 - 10¹⁸ nm²
 - 10⁻¹⁸ Gm²
 - Todas las respuestas son correctas
- El radio nuclear del ${}^{28}_{10}\text{Ne}$ es aproximadamente:
 - 2,59 fm
 - 3,64 fm
 - 4,03 fm
 - 2,94 fm
- Para el número cuántico principal n=5, ¿cuántos valores distintos puede tener el número cuántico azimutal l (suborbital)?
 - 4
 - 50
 - 5
 - 11

8. Señala la afirmación correcta respecto a los modelos atómicos de Rutherford y Bohr:

- a) El modelo de Bohr no considera el equilibrio entre la fuerza centrífuga y la fuerza eléctrica y el de Rutherford sí
- b) El modelo de Rutherford no tiene en cuenta el carácter cuántico de los niveles de energía y el de Bohr sí
- c) El modelo de Rutherford supone que los electrones emiten radiación mientras orbitan y el de Bohr no
- d) El modelo de Bohr considera que los electrones tienen una energía de enlace y el de Rutherford no

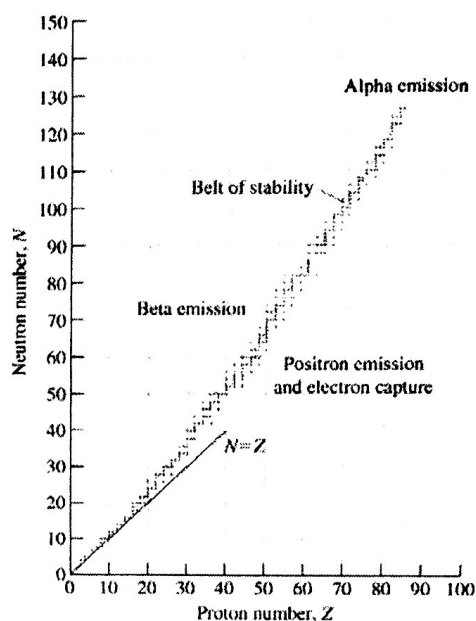
9. En un núcleo de un átomo de ${}^1_1\text{H}$:

- a) Hay un protón y un neutrón
- b) El defecto de masa será mayor que en un átomo de tritio ${}^3_1\text{H}$
- c) Se puede obtener más energía por fisión nuclear que por fusión
- d) El defecto de masa es cero

10. La diferencia entre el primer y el segundo nivel electrónico del átomo de hidrógeno es de 10,2 eV. Si sobre este átomo en estado fundamental incide un fotón con una energía de 10,2 eV:

- a) El fotón ionizará el átomo
- b) La energía del fotón puede ser absorbida promocionando el electrón del primer al segundo nivel electrónico, quedando el átomo excitado
- c) Seguro que se producirá una interacción de tipo Compton
- d) El fotón no podrá provocar ni excitación ni ionización

11. La siguiente gráfica, llamada gráfica de Segré, nos muestra el número neutrónico y el número protónico para nucleídos estables (puntos en la figura).



De ella, podemos deducir que:

- a) Conforme aumenta el número másico A, los nucleídos estables tienen mayor cantidad de neutrones que de protones
- b) Un núcleo es inestable si es demasiado grande (Z grande)
- c) Para átomos ligeros, las cantidades de protones y neutrones son aproximadamente iguales
- d) Todas las afirmaciones son ciertas

12. Dada la siguiente ecuación en el SI para

$$\text{una onda } y(t) = 6 \cdot \sin 2\pi \left(4t - \frac{1}{3} \right)$$

- a) La amplitud es 2π
- b) El período vale $\frac{1}{8\pi}$
- c) El desfase vale $\frac{1}{3}$
- d) Ninguna de las respuestas es correcta

13. Cuando una onda se transmite de un medio a otro de distinta impedancia acústica:

- a) Su frecuencia cambia
- b) Cambia su intensidad y su amplitud**
- c) Su intensidad no cambia
- d) Solo cambia su amplitud

14. Una onda sonora presenta una amplitud A_1 y otra onda sonora presenta una amplitud 10 veces mayor, es decir, $A_2=10 \cdot A_1$. La relación entre sus intensidades será:

- a) $I_1=10I_2$
- b) $I_2=10I_1$
- c) $I_2=100I_1$**
- d) $I_1=100I_2$

15. Una onda ultrasónica viaja por un tejido biológico. Es falso que:

- a) Irá perdiendo intensidad a medida que recorra el medio
- b) Se atenuará más si el tejido es músculo $k=0,276 \text{ cm}^{-1}$ que si es sangre $k=0,041 \text{ cm}^{-1}$
- c) La atenuación de la onda sólo depende del tejido**
- d) La pérdida de nivel de intensidad de la onda es proporcional a la distancia recorrida por ésta

16. Una onda es 10000 veces más intensa que otra. Entonces, la diferencia entre sus niveles de intensidad es de:

- a) 40 dB**
- b) 10 dB
- c) 100 dB
- d) 20 dB

17. En referencia al espectro electromagnético, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?:

- a) La radiación ultravioleta tiene mayor frecuencia que los rayos X**
- b) El visible corresponde aproximadamente a longitudes de onda entre 400 y 700 nm.
- c) Los infrarrojos tienen mayor energía que las microondas
- d) La radiación gamma y los rayos X son radiaciones ionizantes

18. Llamamos ultrasonidos a las ondas sonoras que tienen:

- a) Periodos menores que $50 \mu\text{s}$**
- b) Frecuencias mayores que 20 Hz
- c) Intensidades menores que 10^{-12} W/m^2
- d) Todas las respuestas son correctas

19. Una antena emite a una determinada potencia. Si a una distancia d recibimos una cierta intensidad y queremos recibir solo $\frac{1}{4}$ parte de la intensidad, debemos colocarnos a una distancia de:

- a) $4 \cdot d$
- b) $d/4$
- c) $2 \cdot d$**
- d) $d/16$

20. Una onda plana de potencia P atraviesa una superficie triangular de base b y altura h . La intensidad que atravesará esta superficie vendrá dada por:

- a) $I = \frac{2P}{b \cdot h}$**
- b) $I = \frac{P}{b \cdot h}$
- c) $I = \frac{P}{4\pi h^2}$
- d) $I = \frac{P}{4\pi b \cdot h}$

21. Una onda electromagnética cumple:

- a) La amplitud del campo magnético es igual a la amplitud del campo eléctrico multiplicada por c
- b) Es una onda plana, polarizada y longitudinal.
- c) El campo eléctrico es perpendicular al campo magnético y perpendicular a la dirección de propagación
- d) En el vacío, a menor frecuencia su longitud de onda siempre será más corta

22. ¿Qué determina la longitud de onda de un láser?

- a) La potencia
- b) El material del medio activo
- c) El tiempo de exposición
- d) Todas las respuestas son correctas

23. Marca la afirmación falsa referente a la desintegración alfa:

- a) Es la desintegración que permite perder nucleones a los núcleos pesados
- b) Después de la desintegración alfa el número atómico Z del núcleo se reduce en 4 unidades.
- c) Suelen ir acompañadas de una emisión gamma.
- d) La energía liberada en la desintegración se reparte en forma de energía cinética entre la partícula alfa y el núcleo.

24. El isótopo $^{135}_{54}\text{Xe}$ se desintegra para formar $^{135}_{55}\text{Xe}$ mediante una emisión:

- a) α
- b) β^+
- c) β^-
- d) γ

25. El núcleo $^{242}_{94}\text{Pu}$ sufre una desintegración alfa. El núcleo resultante es:

- a) $^{238}_{90}\text{U}$
- b) $^{238}_{93}\text{U}$
- c) $^{238}_{92}\text{U}$
- d) $^{234}_{90}\text{Th}$

26. El tiempo de vida media τ y el periodo de semidesintegración $T_{1/2}$ se relacionan mediante la ecuación:

- a) $T_{1/2} = \tau \cdot \ln 2$
- b) $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\tau}$
- c) $T_{1/2} = 2\lambda \cdot \tau$
- d) $T_{1/2} = \frac{2\lambda}{\tau}$

27. Señalad la mayor actividad:

- a) 100000 cps (cuentas por segundo)
- b) 36500000 Bq
- c) 1 Ci
- d) 10^5 desintegraciones/s

28. Respecto a los fotones de tipo gamma podemos afirmar que:

- a) Tienen una masa que se obtiene dividiendo su energía por la velocidad de la luz al cuadrado
- b) Son fotones que únicamente se comportan como partículas
- c) Normalmente tienen más energía que los fotones emitidos en las transiciones de los electrones entre orbitales atómicos
- d) No se pueden propagar por el vacío

29. Referente a la desintegración γ , es falso que:

- a) Se produce en núcleos con exceso de energía
- b) Las partículas γ son poco penetrantes
- c) Son fotones emitidos desde el núcleo con energías normalmente superiores a las de los fotones emitidos por desexcitación electrónica
- d) Las partículas γ tienen energías bien definidas.

30. Tenemos cierta sustancia de actividad A. Al cabo de tres períodos de semidesintegración, la actividad será:

- a) 12,5% de A
- b) 33,3% de A
- c) 6,5% de A
- d) Ninguna de las anteriores

31. La interacción de los neutrones con la materia puede ser por:

- a) Fisión nuclear
- b) Fusión nuclear
- c) Aniquilación del neutrón
- d) Todas las respuestas son correctas

32. En tratamientos de radioterapia se utilizan haces de fotones de altas energías ($E > 10$ MeV). Cuando estos fotones interactúen con la materia, el proceso que predominará será:

- a) Dispersión Rayleigh
- b) Efecto fotoeléctrico
- c) Efecto Compton
- d) Creación de pares

33. Un fotón de 85 keV produce efecto fotoeléctrico y el electrón libre adquiere una energía cinética de $1,28 \cdot 10^{-14}$ J. La energía de ionización del átomo para dicho electrón es de:

- a) 5,0 keV
- b) 2,6 keV
- c) 3,2 keV
- d) 4,4 keV

34. En la dispersión Compton:

- a) La energía del fotón incidente es menor que la energía del fotón dispersado
- b) El electrón expulsado sale con una energía igual a la del fotón incidente
- c) La longitud de onda del fotón dispersado siempre será mayor que la del fotón incidente
- d) Todas las respuestas son falsas

35. Referente a la radiación de Bremsstrahlung o radiación de frenado:

- a) Es propia de los fotones
- b) Solamente la producen las partículas cargadas
- c) Es mayor cuanto mayor es la masa de la partícula que la produce
- d) Su intensidad no depende de la carga del núcleo con el que interactúa la partícula que la produce

36. La exposición a partículas α puede comportar riesgos apreciables:

- a) Especialmente en irradiaciones externas
- b) Por su baja ionización específica
- c) Especialmente en irradiaciones internas
- d) Por su gran poder de penetración

37. Si un material presenta una capa de hemirreducción muy pequeña, podemos deducir que:

- a) El material es muy absorbente
- b) El material es poco absorbente
- c) Tiene un coeficiente de atenuación lineal muy pequeño
- d) Ninguna de las respuestas es correcta

38. Referente a la aniquilación de positrones, es cierto que:

- a) Corresponde a una interacción de fotones con la materia
- b) Se emiten dos fotones con energía de 511 keV cada uno
- c) Los fotones que se emiten salen con la misma dirección y sentido
- d) Consiste en que un positrón se aniquila con otro positrón

39. En la atenuación de un haz de fotones, el coeficiente de atenuación lineal μ :

- a) Nos permite calcular la capa hemirreductora
- b) Nos da una idea de la probabilidad de interacción por unidad de longitud
- c) Se mide en unidades de la inversa de longitud L^{-1}
- d) Todas son ciertas

40. La dosis efectiva:

- a) Permite calcular exactamente la dosis absorbida en cada órgano, previo conocimiento de los factores de ponderación correspondientes.
- b) Es la energía total recibida dividida por el total de masa
- c) Indica el detrimento total en el organismo debido a la irradiación
- d) Sólo tiene en consideración la dosis recibida en los órganos directamente irradiados.

PROBLEMAS (5 p)

1.- (2,0 p) Un paciente de 83 kg se somete a una prueba diagnóstica de Medicina Nuclear que emplea tecnecio-99 metaestable (^{99m}Tc) que tiene un periodo de semidesintegración de $T_{1/2} = 6$ horas y se desintegra emitiendo una partícula gamma de 140,5 keV.

- a) (0,1 p) ¿Qué tipo de interacción será la predominante entre la radiación emitida por el ^{99m}Tc y el tejido del paciente (indicar únicamente el nombre de la interacción)?

A las 9:00 h se inyecta al paciente un vial de 4,5 ml de un preparado, que contiene una molécula portadora unida a ^{99m}Tc , con una actividad específica de 54000 Bq/l. Si la prueba diagnóstica se lleva a cabo a las 10:20 h:

- b) (0,2 p) ¿Qué actividad tendrá el preparado inyectado a las 9:00 h?
- c) (0,3 p) ¿Qué actividad de ^{99m}Tc quedará cuando empieza la prueba diagnóstica a las 10:20 h?
- d) (0,4 p) ¿Qué energía (en MeV) habrá emitido el ^{99m}Tc inyectado durante el tiempo de espera para la prueba?
- e) (0,3 p) ¿A partir de qué hora la actividad del isótopo inyectado será inferior a 153,7 Bq?
- f) (0,2 p) Sabiendo que, tras finalizar la prueba diagnóstica, la dosis absorbida en cristalino ha sido de 0,08 mGy, calcular la dosis equivalente en cristalino.

No realicéis los problemas en estas hojas de enunciados. Utilizad las hojas en blanco para las resoluciones de los problemas.

- g) (0,5 p) Calcular la dosis efectiva asociada a este examen de Medicina Nuclear a partir de la información proporcionada (los otros órganos han recibido una dosis absorbida que puede considerarse despreciable).

	Colon	Estómago	Mama	Gónadas	Hígado	Tiroides	Cristalino	Piel	Cerebro
Dosis absorbida (mGy)	3,5	4,0	2,7	3,2	4,7	0,8	0,08	2,6	0,4

Factores de ponderación de los tejidos recomendados

Tejido	w_T	Σw_T
Medula ósea, colon, pulmón, estómago, mama, resto de los tejidos *	0,12	0,72
Gónadas	0,08	0,08
Vejiga, esófago, hígado, tiroides	0,04	0,16
Superficie del hueso, cerebro, glándulas salivales, piel	0,01	0,04
Total		1,00

* Resto de los Tejidos: Adrenales, región extra torácica (ET), vesícula, corazón, riñones, nódulos linfáticos, músculo, mucosa oral, páncreas, próstata, intestino delgado, bazo, timo, útero/cérvix

2.- (1,5 p) En cirugía ocular se emplea el láser de argón que tiene un medio activo compuesto por un gas de $^{40}_{18}\text{Ar}$. Con el fin de obtener el haz de luz láser, en la cavidad resonante se inducen transiciones electrónicas entre los niveles de energía $n=3$ y $n=4$ del gas.

En las especificaciones técnicas de uno de los equipos láser usado habitualmente se indica que tiene una potencia de 8 mW y que durante el tratamiento emite pulsos de 0,5 ms de duración cada 0,4 s, concentrados en círculos de 1,2 mm de diámetro.

- (0,2 p) ¿Cuál será la energía (en eV y en J) de cada uno de los fotones emitidos por el medio activo?
- (0,2 p) ¿Cuál será la frecuencia (en Hz) y longitud de onda (en nm) de cada uno de los fotones emitidos por el medio activo?
- (0,3 p) ¿Cuál será la intensidad con la que emite el láser?
- (0,3 p) ¿Cuál será la energía (en J) que emite el láser en cada pulso?
- (0,3 p) ¿Cuántos fotones se emitirán en cada pulso?
- (0,2 p) ¿Si el paciente se coloca a 2 m del dispositivo láser, ¿cuál será la intensidad que recibirá?

3.- (1,5 p) Un equipo para tratamientos de diatermia emite ultrasonidos de 4,8 MHz, dispone de un cabezal con un área de emisión de 1,4 cm² y se selecciona a una potencia de salida de 2,5 W.

- a) (0,3 p) Calcular la intensidad (en W/m²) y el nivel de intensidad del pulso ultrasónico a la salida de la sonda.
- b) (0,3 p) Si se cambia la configuración de funcionamiento del equipo para que emita con el triple de potencia, ¿cuál será el nuevo nivel de intensidad a la salida de la sonda?
- c) (0,5 p) Para un determinado tratamiento se ajusta de nuevo la potencia del equipo para generar ultrasonidos con un nivel de intensidad a la superficie de entrada del paciente de 161 dB. Sabiendo que la atenuación que ofrece el paciente es de $k = 0,276 \text{ cm}^{-1}$, que el tratamiento aplica ultrasonidos durante 60 s y que la sección perpendicular al haz de ultrasonido es de 4,5 cm², calcular la energía que los ultrasonidos depositan en el recorrido hasta llegar a la zona a tratar, que está a una profundidad de 2,3 cm des de la superficie del paciente.
- d) (0,4 p) Si la zona de tratamiento del apartado anterior transmite un 94% de la intensidad que recibe, calcular el nivel de intensidad del ultrasonido que regresará a la sonda debido al eco ultrasónico del tratamiento.

Material	Impedancia acústica ($10^6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
Aire	0,0004
Pulmón	0,18
Grasa	1,34
Agua	1,48
Hígado	1,65
Sangre	1,65
Riñón	1,63
Músculo	1,71
Hueso	7,8

Material	Coefficiente atenuación k' en dB/cm a 1 MHz
Agua	0,0002
Sangre	0,18
Hígado	0,5
Músculo	1,2

Material	Velocidad del sonido (m/s)
Aire	330
Agua	1480
Plomo	2400
Aluminio	6400
Pulmón	600
Grasa	1460
Hígado	1555
Sangre	1560
Músculo	1600
Hueso	4080