

# FÍSICA 2022



MINISTERIO  
DE SANIDAD

## PRUEBAS SELECTIVAS 2022 CUADERNO DE EXAMEN FÍSICA

NÚMERO DE MESA:

NÚMERO DE EXPEDIENTE:

Nº DE D.N.I. O EQUIVALENTE PARA EXTRANJEROS:

APELLIDOS Y NOMBRE:

### ADVERTENCIA IMPORTANTE ANTES DE COMENZAR SU EXAMEN, LEA ATENTAMENTE LAS SIGUIENTES INSTRUCCIONES

- 1. MUY IMPORTANTE:** Compruebe que este Cuaderno de Examen, integrado por 200 preguntas más 10 de reserva, lleva todas sus páginas y no tiene defectos de impresión. Si detecta alguna anomalía, pida otro Cuaderno de Examen a la Mesa.
- La “Hoja de Respuestas” está nominalizada. Se compone de dos ejemplares en papel autocopiativo que deben colocarse correctamente para permitir la impresión de las contestaciones en todos ellos. **Recuerde que debe firmar esta Hoja.**
- Compruebe que la respuesta que va a señalar en la “Hoja de Respuestas” corresponde al número de pregunta del cuestionario. **Sólo se valoran** las respuestas marcadas en la “Hoja de Respuestas”, siempre que se tengan en cuenta las instrucciones contenidas en la misma.
- Si inutiliza su “Hoja de Respuestas” pida un nuevo juego de repuesto a la Mesa de Examen y no olvide consignar sus datos personales.
- Recuerde que el tiempo de realización de este ejercicio es de **cuatro horas y treinta minutos** improrrogables y que está **prohibida** la utilización de **teléfonos móviles**, o de cualquier otro dispositivo con capacidad de almacenamiento de información o posibilidad de comunicación mediante voz o datos.
- Solamente podrá utilizar el **modelo de calculadora** que le haya facilitado la Mesa, estando prohibida la utilización de cualquier otro modelo.
- No se entregarán**, en ningún caso, **los cuestionarios** con las preguntas de examen. Las distintas versiones de los cuadernos de examen se publicarán en la Web del Ministerio de Sanidad, al cierre de la última mesa de examen.



1. **El 20 de mayo (Día Mundial de la Metrología) de 2019 se aprobó la redefinición del kilogramo en términos de:**
  1. La constante de Planck.
  2. La carga del electrón.
  3. La constante de Boltzmann.
  4. La constante de Avogadro.
  
2. **Según la ICRP, la eficacia biológica relativa (RBE), se define como el cociente de:**
  1. La dosis de la radiación considerada y la dosis de una radiación de referencia de alta LET, que producen un efecto biológico idéntico.
  2. La dosis de una radiación de referencia de alta LET y la dosis de la radiación considerada, que producen un efecto biológico idéntico.
  3. La dosis de una radiación de referencia de baja LET y la dosis de la radiación considerada, que producen un efecto biológico idéntico.
  4. La dosis de la radiación considerada y la dosis de una radiación de referencia de baja LET, que producen un efecto biológico idéntico.
  
3. **¿Cuál de las siguientes equivalencias es FALSA?:**
  1. 1 pc = 206265 UA.
  2. 1 pc = 3.262 años luz.
  3. 1 pc =  $3.086 \cdot 10^{15}$  m.
  4. 1 pc =  $1.012 \cdot 10^{17}$  pies.
  
4. **El radio del universo según algunos modelos cosmológicos viene dado por  $R = \frac{4M^a G}{3\pi c^b}$  donde M es la masa del universo, G es la constante de la gravitación universal y c es la velocidad de la luz. Mediante análisis dimensional, los valores de a y b son:**
  1. a=-1 y b=1.
  2. a=1 y b=-1.
  3. a=1 y b=2.
  4. a=2 y b=1.
  
5. **Un neutrón de masa  $m_N$  y velocidad  $v_{Ni}$  choca elásticamente con un núcleo de carbono de masa  $m_C$  en reposo. Despreciando los efectos relativistas, la velocidad final del neutrón es:**
  1.  $\frac{2m_N}{m_N + m_C} v_{Ni}$ .
  2.  $\frac{m_N}{m_N - m_C} v_{Ni}$ .
  3.  $\frac{3m_N}{m_N + m_C} v_{Ni}$ .
  4.  $\frac{m_N - m_C}{m_N + m_C} v_{Ni}$ .
  
6. **Las fuerzas internas de un sistema de partículas pueden producir la variación de:**
  1. La velocidad del centro de masas del sistema.
  2. El momento angular total del sistema.
  3. El momento lineal total del sistema.
  4. La energía cinética total del sistema.
  
7. **Una aspiradora potente tiene una manguera de 2.86 cm de diámetro. Sin boquilla en la manguera, ¿cuál es la masa del ladrillo más pesado que puede levantar la aspiradora?: (Dato: Presión atmosférica = 101325 Pa)**
  1. 2.2 kg.
  2. 4 kg.
  3. 6.6 kg.
  4. 8.2 kg.
  
8. **Dado un sólido rígido con momentos principales de inercia  $\lambda_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ , y sobre el que no se aplican momentos de fuerza externos, indicar la afirmación FALSA:**
  1. Si gira en torno a uno de sus ejes principales, seguirá rotando con velocidad angular constante en dicha dirección.
  2. Si los momentos principales de inercia son distintos  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$  y rota alrededor del eje principal con el momento de inercia intermedio  $\lambda_2$ , el movimiento será inestable bajo perturbaciones.
  3. Si gira en torno a un eje principal, el momento angular y la velocidad angular serán perpendiculares a dicho eje.
  4. Si dos momentos de inercia son iguales  $\lambda_1 = \lambda_2 \neq \lambda_3$  e inicialmente el sólido gira alrededor de un eje que no es principal, realizará un movimiento de precesión alrededor del eje principal con  $\lambda_3$ .
  
9. **En un tubo de Venturi, se consideran tres puntos sobre su eje, el punto 1 antes del estrechamiento, el 2 en el estrechamiento y el 3 después del estrechamiento, siendo la relación entre las secciones  $A_1 = A_3 > A_2$ . Por el tubo circula un líquido incompresible viscoso. Seleccione la afirmación correcta:**
  1. La resistencia al flujo aumenta en el estrechamiento.
  2. La ecuación de continuidad no se puede aplicar porque el fluido es viscoso.
  3. El caudal disminuye en el estrechamiento.
  4. Dos tubos manométricos situados en las secciones  $A_1$  y  $A_2$  marcarían el mismo nivel.

10. Sea un depósito cilíndrico de altura  $H$  y sección  $S$  que está lleno de agua, determine el tiempo de vaciado del depósito si se le realiza un orificio en la parte inferior de sección  $S'$ :

1.  $t = \frac{S}{S'} \sqrt{\frac{2H}{g}}$ .
2.  $t = 2 \frac{S'}{S} \sqrt{\frac{H}{g}}$ .
3.  $t = \frac{S'}{S} \sqrt{\frac{H}{2g}}$ .
4.  $t = 2 \frac{S}{S'} \sqrt{\frac{H}{g}}$ .

11. Un muchacho de masa  $M$  salta desde una plataforma sobre el río Guadalquivir con una cuerda elástica atada a los tobillos. La cuerda tiene longitud  $L$  sin tensión, masa despreciable y cumple la ley de Hooke. Después de caer libremente una longitud  $L$ , la cuerda empieza a alargarse y el muchacho continúa descendiendo una longitud  $2L$  adicional antes de pararse en la parte más baja del descenso. La constante elástica de la cuerda viene dada por:

1.  $Mg / 2L$ .
2.  $Mg / L$ .
3.  $3Mg / 2L$ .
4.  $2Mg / L$ .

12. Se coloca una capa de glicerina de 1.5 mm de espesor entre dos placas de microscopio de 1 cm de ancho y 4 cm de longitud. Calcule la fuerza necesaria para mover una de las placas a una velocidad de 0.3 m/s relativa a la otra placa: (Dato: viscosidad de la glicerina = 1.5 Pa·s)

1. 0.01 N.
2. 0.12 N.
3. 12 N.
4. 120 N.

13. Una partícula puntual con masa  $M$  describe una trayectoria circular con velocidad angular constante sobre una superficie horizontal sin rozamiento. La partícula está unida a un hilo sin masa que pasa por un agujero en la superficie situado en el centro de la circunferencia. Si se incrementa la tensión del hilo de tal modo que el radio de giro DISMINUYE a una tasa temporal constante, la partícula:

1. Disminuye su velocidad angular a una tasa temporal constante.
2. Mantiene la misma velocidad angular.
3. Aumenta su velocidad angular a una tasa temporal constante.
4. Experimenta una aceleración angular que varía en el tiempo.

14. Considere un plano vertical donde se mueve una partícula de masa  $M$  influenciada por la fuerza de la gravedad y una fuerza  $f = -Cr^{\beta-1}$ , dirigida hacia el origen de coordenadas que está contenido en dicho plano (donde  $r$  representa la distancia al origen,  $\theta$  el ángulo formado por  $r$  y la dirección horizontal del plano y  $C$  y  $\beta$  son constantes distintas de cero). La energía potencial de la partícula es:

1.  $Cr^{\beta-1} + mgr \sin \theta$ .
2.  $\frac{C}{\beta-1} r^{\beta-2} - mgr \sin \theta$ .
3.  $-\frac{C}{\beta} r^{\beta}$ .
4.  $\frac{C}{\beta} r^{\beta} + mgr \sin \theta$ .

15. Considere un proyectil que se lanza con velocidad inicial  $(v_{0x}, v_{0y}) = (1 \text{ m/s}, 1 \text{ m/s})$ . El radio de curvatura de su trayectoria en el punto más alto es (en metros y considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ):

1. 0.1.
2. 0.2.
3. 10.
4. 20.

16. Indicar la opción FALSA con respecto a las transformaciones espaciales:

1. A partir de una serie de rotaciones es posible realizar una inversión de los ejes de coordenadas.
2. La aplicación sucesiva de rotaciones resulta en otra rotación.
3. Las rotaciones  $R_{ij}$  deben cumplir la condición de ortogonalidad:  $\sum_i R_{ij} R_{ik} = \delta_{jk}$ .
4. El determinante de una inversión es  $-1$ .

17. En mecánica clásica, para una partícula de masa constante, siendo  $\hat{r}$  el vector unitario en la dirección del movimiento ¿cuál es la relación entre la energía cinética  $T$ , la fuerza  $\vec{F}$  y la velocidad  $\vec{v}$ ?:

1.  $\frac{dT}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$ .
2.  $T = \vec{F} \cdot \vec{v}$ .
3.  $\frac{dT}{dt} = |\vec{F}|/|\vec{v}|$ .
4.  $T\hat{r} = \vec{F} \times \vec{v}$ .

18. Si un objeto de masa  $M$  lanzado hacia arriba en el vacío con velocidad inicial  $v$  alcanza una altura  $h$ , un objeto de masa  $2M$  lanzado hacia arriba en el vacío con velocidad inicial  $v/2$  alcanza una altura de:
1.  $h/8$ .
  2.  $h/4$ .
  3.  $h$ .
  4.  $4h$ .
19. Al sumergir en agua una pieza de 100 kg, la tensión de la cuerda de la que pende es de 784 N. La densidad de la pieza es:
1. 1.2 kg/L.
  2. 1.4 kg/L.
  3. 5.0 kg/L.
  4. 7.8 kg/L.
20. El momento de inercia de un sólido rígido respecto de un eje determinado que se encuentra a una distancia  $d$  del centro de masas es  $I$ . El momento de inercia respecto de un eje paralelo al anterior que pasa por el centro de masas es:
1.  $I+md^2$ .
  2.  $I-md^2$ .
  3.  $I+2md^2$ .
  4.  $I-2md^2$ .
21. En la teoría del caos, considerado el movimiento de un péndulo amortiguado forzado, un exponente de Liapunov negativo significa:
1. El exponente de Liapunov no puede ser negativo.
  2. Que el movimiento a largo plazo es caótico.
  3. Que el movimiento a largo plazo es no periódico.
  4. Que el movimiento a largo plazo no es caótico.
22. Sean tres esferas A, B y C situadas, respectivamente, en  $(d,0)$ ,  $(0,0)$  y  $(0, D)$  siendo  $D>d$ . Si B y C tienen masa  $M$  y A tiene masa  $m$ , ¿qué relación debe existir entre  $D$  y  $d$  para que la fuerza de atracción gravitatoria de C sobre A sea la décima parte de la atracción de B sobre A?:
1.  $D=3d$ .
  2.  $d=3D$ .
  3.  $D=9d$ .
  4.  $d=9D$ .
23. El diámetro de una arteria se reduce a la décima parte a partir de un cierto punto, manteniéndose constante la diferencia de presión a lo largo de la misma. El flujo de sangre a través de la arteria:
1. Disminuye un factor 10000.
  2. Disminuye un factor 100.
  3. Permanece igual.
  4. Aumenta un factor 100.
24. Indiana Jones ha caído en una trampa de la pirámide que exploraba. Las paredes, separadas 3 m, se acercan entre sí a una velocidad de 0.5 m/s cada una de ellas. Jones corre de una pared a otra a una velocidad de 5 m/s. ¿Qué distancia recorrerá Jones antes de ser aplastado por contacto entre las paredes?:
1. 7.5 m.
  2. 12 m.
  3. 15 m.
  4. 30 m.
25. Sea  $\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{g}{l}x$  la ecuación que describe la dinámica del ángulo  $x(t)$  del péndulo lineal de longitud  $l$  bajo la influencia de la gravedad  $g$ . La frecuencia angular  $\omega$  de las oscilaciones del péndulo viene dada por:
1.  $\omega^2 = \sqrt{g/l}$ .
  2.  $\omega^2 = 4\pi^2 \sqrt{g/l}$ .
  3.  $\omega^2 = g/l$ .
  4.  $\omega^2 = 4\pi^2 \sqrt{l/g}$ .
26. Se llama semiespesor de absorción  $X_{1/2}$  de una onda acústica al grosor que ha de tener un medio absorbente tal que reduzca a la mitad la intensidad incidente. ¿Qué expresión tiene  $X_{1/2}$  en función del coeficiente de absorción  $\alpha$  de la intensidad?:
1.  $\alpha \ln 2$ .
  2.  $(\ln 2) / \alpha$ .
  3.  $\alpha \log_{10} 2$ .
  4.  $(\log_{10} 2) / \alpha$ .
27. A frecuencias ordinarias, del orden de 20 kHz, las compresiones y rarefacciones asociadas a una onda en un fluido son de carácter:
1. Adiabático.
  2. Isotermo.
  3. Isobárico.
  4. Isocórico.
28. Una membrana circular de masa 30 g, radio 5 cm y grosor 1 mm está sometida a una tensión uniforme. Calcule la tensión por unidad de longitud a lo largo de cualquier dirección del plano de la membrana sabiendo que una onda transversal se mueve en ella con velocidad 1000 m/s:
1. 4.25 kN/m.
  2. 4.25 MN/m.
  3. 8.51 MN/m.
  4. 3.82 MN/m.

29. En un asteroide perfectamente esférico se perfora un túnel estrecho a lo largo de un diámetro. ¿Qué ocurrirá si se deposita un objeto en la entrada del túnel?: (La fricción con las paredes puede despreciarse)
1. Permanecerá inmóvil.
  2. Saldrá despedido.
  3. Penetrará en el túnel y realizará un movimiento armónico simple.
  4. Penetrará y se quedará en el centro.
30. Por un cordel tenso se propaga una onda que tiene una frecuencia de 180 Hz y una longitud de onda de 0.3 m. El cordel está sometido a una tensión de 12.5 N y tiene una longitud de 1.7 m. Por lo tanto, la masa del cordel es:
1.  $2.4 \cdot 10^{-3}$  kg.
  2.  $7.3 \cdot 10^{-3}$  kg.
  3.  $8.5 \cdot 10^{-2}$  kg.
  4.  $3.9 \cdot 10^{-1}$  kg.
31. Si un péndulo simple tiene una longitud de 40 m, ¿cuántas oscilaciones realiza en  $\pi$  minutos?: (Considerar  $g=10$  m/s<sup>2</sup>)
1. 15.
  2. 25.
  3. 27.
  4. 32.
32. Un haz de ultrasonidos viaja en tejido blando (velocidad del sonido 1540 m/s) e incide con un ángulo de 20° con respecto a la normal sobre una interfase plana tras la cual hay grasa (velocidad del sonido 1459 m/s). ¿Cuál es el ángulo con respecto a la normal del haz transmitido?:
1. 70°.
  2. 40°.
  3. 18.9°.
  4. 12.5°.
33. A una temperatura dada, un cuerpo negro tiene  $\lambda_{max} = 4.78 \cdot 10^{-4}$  m. Variando la temperatura se cuadruplica su potencia. ¿Cuál será su nueva  $\lambda_{max}$ ?:
1.  $6.32 \cdot 10^{-4}$  m.
  2.  $5.12 \cdot 10^{-4}$  m.
  3.  $3.38 \cdot 10^{-4}$  m.
  4.  $2.39 \cdot 10^{-4}$  m.
34. ¿Cuál es el número mínimo de grados de libertad para describir en mecánica estadística las moléculas H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y del átomo He?:
1. H<sub>2</sub>= 2; H<sub>2</sub>O= 3; He= 4.
  2. H<sub>2</sub>= 2; H<sub>2</sub>O= 4; He= 5.
  3. H<sub>2</sub>= 3; H<sub>2</sub>O= 5; He= 2.
  4. H<sub>2</sub>= 5; H<sub>2</sub>O= 6; He= 3.
35. La temperatura  $T$  a lo largo de una varilla metálica monodimensional de longitud  $L$ , aislada térmicamente de su entorno, cuyo coeficiente de difusión térmica es  $D$ , satisface la ecuación del calor  $D\partial_x^2 T(x,t) = \partial_t T(x,t)$ . Sus extremos izquierdo ( $x=0$ ) y derecho ( $x=L$ ) se encuentran conectados a dos reservorios de temperaturas  $T_1$  y  $T_2$ , respectivamente. En el régimen estacionario, la temperatura en el centro de la varilla es:
1.  $T_2/2 + T_1/2$ .
  2.  $T_1/3$ .
  3.  $T_2/3$ .
  4.  $T_1 - T_2$ .
36. Si el cambio de entalpía de una reacción química es positivo, implica que la reacción es:
1. Espontánea.
  2. Reversible.
  3. Adiabática.
  4. Endotérmica.
37. Un gas ideal, con  $n$  moles, realiza un proceso isobárico entre dos estados cuyas temperaturas son  $T$  y  $T+\Delta T$ . La variación de su energía interna será:
1.  $nC_p\Delta T$ .
  2.  $nC_v\Delta T$ .
  3.  $-nC_v\Delta T$ .
  4.  $-nC_p\Delta T$ .
38. Se definen una temperatura  $T_0$  y un volumen  $V_0$  fijos pero arbitrarios. La entropía de 1 mol de gas ideal en equilibrio termodinámico a volumen  $V$  y temperatura  $T$  viene dada por:
1.  $C_p \ln (T/T_0) + k \ln (V/V_0)$ .
  2.  $C_v T/T_0 + R V/V_0$ .
  3.  $C_p \ln (T/T_0) + R \ln (V/V_0)$ .
  4.  $C_v \ln (T/T_0) + R \ln (V/V_0)$ .
39. Un recinto tiene dos compartimentos. El primero contiene 2 moles de Ar a 1 atm y el segundo 6 moles de Kr a 0.5 atm. Están separados por una pared diaterma y fija, siendo la temperatura 350 K. Se retira el tabique y los gases se mezclan hasta llegar al equilibrio. Suponiendo que se comportan idealmente, la variación de entropía del proceso (en J/K) es aproximadamente:
1. 0.
  2. 10.
  3. 20.
  4. 40.
40. ¿Qué transiciones contiene el ciclo de Otto de un motor de gasolina?:
1. Tres isobaras, una isocórica y dos adiabáticas.
  2. Dos isocóricas y dos adiabáticas.
  3. Dos adiabáticas y dos isotermas.
  4. Dos isocóricas, una isobara y una adiabática.

41. La presión de vapor de un cierto líquido satisface la ecuación  $\ln(P)=7.77-1160/T$  en el entorno del punto de ebullición, con  $P$  en mmHg y  $T$  en K. La temperatura de ebullición y la entalpía molar media de vaporización son:
1. 309 K y 7.77 kJ/mol.
  2. 1020 K y 9.64 kJ/mol.
  3. 309 K y 9.64 kJ/mol.
  4. 1020 K y 1.16 kJ/mol.
42. El aluminio tiene un calor específico que es dos veces el del cobre. Si masas idénticas de aluminio y cobre, ambas a 20°C, se sumergen juntas en agua caliente a 100°C, cuando el sistema alcanza el equilibrio térmico:
1. El aluminio y el cobre están a la misma temperatura.
  2. El aluminio está a una temperatura más alta que la del cobre.
  3. El cobre está a una temperatura más alta que la del aluminio.
  4. La diferencia de temperaturas entre el cobre y el aluminio depende de la cantidad de agua.
43. Un tanque térmicamente aislado contiene 100 L de agua a 30 °C. ¿Cuántos segundos es necesario abrir un grifo de agua caliente de caudal 10 L/s y temperatura 90 °C para que la temperatura final del agua sea 50 °C?:
1. 2.
  2. 5.
  3. 10.
  4. 12.
44. El rendimiento de un refrigerador basado en el ciclo de Carnot para un gas ideal:
1. Puede superar el 100%.
  2. Puede ser negativo.
  3. No depende de la temperatura externa.
  4. Coincide con el de la bomba de calor basada en el ciclo invertido.
45. Se calientan  $n$  moles de oxígeno a presión constante de 1 atm desde una temperatura  $T_i$  hasta una temperatura  $T_f$ , ambas en el entorno de 273 K. Suponiendo que el oxígeno es un gas ideal, el calor que debe suministrarse es:
1.  $\frac{1}{2} nR(T_f - T_i)$ .
  2.  $\frac{3}{2} nR(T_f - T_i)$ .
  3.  $\frac{5}{2} nR(T_f - T_i)$ .
  4.  $\frac{7}{2} nR(T_f - T_i)$ .
46. Se calientan a presión constante dos sólidos A y B. A tiene la mitad de masa que B. El calor específico de A es el triple que el de B. En el calentamiento se les aporta la misma cantidad de energía en forma de calor. Si B sufre un aumento de temperatura  $\Delta T_B$ , ¿qué aumento de temperatura experimenta A?:
1.  $6 \Delta T_B$ .
  2.  $\frac{3}{2} \Delta T_B$ .
  3.  $\frac{2}{3} \Delta T_B$ .
  4.  $\frac{1}{6} \Delta T_B$ .
47. El módulo de la velocidad de propagación de una onda transversal electromagnética (TEM) en una línea de transmisión coaxial sin pérdidas:
1. Depende de las amplitudes de los campos eléctrico y magnético.
  2. Depende del radio del conductor interno y del radio interno del tubo conductor exterior.
  3. Es independiente de la frecuencia de la onda.
  4. Depende de la conductividad de los materiales de la línea de transmisión.
48. El volumen comprendido entre dos cortezas esféricas conductoras y concéntricas de radios  $a$  y  $4a$  se encuentra relleno de un material conductor cuya resistividad es  $\rho$ . La resistencia eléctrica de dicho material para una corriente que circule en la dirección radial es:
1.  $\rho/(16\pi a)$ .
  2.  $3\rho/(16\pi a)$ .
  3.  $5\rho/(16\pi a)$ .
  4.  $7\rho/(16\pi a)$ .
49. Se considera el campo magnético  $\vec{B}$  en el plano XY creado por un hilo conductor infinito, que pasa por (0,0,0) y es perpendicular al plano, por el cual pasa una corriente  $I$ . ¿Cuál es el valor absoluto de la integral curvilínea  $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{r}$  si la curva cerrada  $C$  está en el plano XY y el origen de coordenadas NO está dentro de la curva?:
1.  $\mu_0 I/2\pi$ .
  2.  $\mu_0 I$ .
  3.  $2\pi\mu_0 I$ .
  4. 0.
50. La intensidad de la luz solar sobre la Tierra es aproximadamente:
1. 1300 W/m<sup>2</sup>.
  2. 130 J/m<sup>2</sup>.
  3. 1250 W/m.
  4. 3300 W/m<sup>2</sup>.

51. Una carga eléctrica puntual de  $4 \text{ nC}$  está fija sobre el eje  $X$  en  $x = 2 \text{ m}$ , y otra carga puntual de  $-6 \text{ nC}$  está fija en el eje  $Y$  en  $y = 1 \text{ m}$ . El flujo del campo eléctrico total debido a estas dos cargas a través de una superficie esférica con centro en el origen y de radio de  $2.5 \text{ m}$  es aproximadamente: (Dato  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ )
1.  $-226 \text{ N m}^2/\text{C}$ .
  2.  $-679 \text{ N m}^2/\text{C}$ .
  3.  $452 \text{ N m}^2/\text{C}$ .
  4.  $1131 \text{ N m}^2/\text{C}$ .
52. Ocho gotas de mercurio idénticas y esféricas se cargan cada una a  $12\text{V}$  y se hacen coalescer en una única gota esférica. El cociente entre la energía final y la inicial es:
1. 2.
  2. 4.
  3. 8.
  4. 16.
53. Dos gotas de mercurio idénticas y esféricas, de radio  $a$ , se cargan por separado al mismo potencial  $V_1$ , sin interactuar entre ellas. Si las dos gotas se unen, indique que afirmación es correcta respecto de esa gota final:
1. La carga se duplica, pero el potencial es el mismo.
  2. El potencial en la superficie de la nueva esfera no cambia, pero sí lo hace el campo eléctrico.
  3. El nuevo potencial es igual al doble del primero.
  4. El campo eléctrico en la superficie es igual a la densidad de carga superficial dividida por la constante dieléctrica del medio exterior.
54. El campo magnético  $H$  creado por unas bobinas en aire, en una cierta región del espacio, es uniforme y tiene el valor  $8 \cdot 10^5 \text{ A/m}$ . ¿Cuánta energía magnética se almacena en  $1 \text{ cm}^3$  de esa región del espacio?:
1.  $0.40 \text{ J}$ .
  2.  $0.80 \text{ J}$ .
  3.  $1.01 \mu\text{J}$ .
  4.  $5.51 \mu\text{J}$ .
55. Entre los sistemas constituidos por materiales ferromagnéticos sometidos a la acción de un campo magnético y los sistemas eléctricos sometidos a un campo eléctrico existen analogías en cuanto a sus magnitudes fundamentales. El papel de la intensidad de corriente en el campo eléctrico lo juega en el caso del sistema magnético la magnitud:
1. Inducción magnética.
  2. Flujo magnético.
  3. Fuerza magnetomotriz.
  4. Reluctancia.
56. Se tiene una onda electromagnética plana cuya intensidad es  $I$  y su velocidad  $c$ . ¿Qué presión de radiación ejerce al ser absorbida por una superficie perpendicular a la dirección de propagación de la onda?:
1.  $I c$ .
  2.  $I/c$ .
  3.  $c/I$ .
  4.  $1/(I c)$ .
57. Se construye un circuito eléctrico conectando en serie un generador de fuerza electromotriz (fem) alterna (de frecuencia  $w$  y sin resistencia interna), una resistencia  $R$  y una bobina con coeficiente de autoinducción  $L$ . La diferencia de fase  $\phi$  entre la intensidad de corriente y la fem satisface:
1.  $\phi = 0$ .
  2.  $\phi = \pi$ .
  3.  $-\pi/2 < \phi < 0$ .
  4.  $0 < \phi < \pi/2$ .
58. La función de transferencia en el dominio de frecuencias de un circuito eléctrico es  $1/(s^2 + 1)$ , siendo  $s$  la frecuencia compleja. Partiendo del reposo (corriente y voltaje cero), en  $t=0$  se conecta al circuito durante  $\pi$  unidades temporales una señal de entrada  $\cos(t)$ . Transcurrido ese tiempo, la señal se desconecta. ¿Cuál es la salida del circuito  $3\pi/2$  unidades temporales después de desconectar la señal de entrada?:
1. 0.
  2.  $\pi/2$ .
  3.  $\pi$ .
  4.  $2\pi$ .
59. La ecuación de continuidad relaciona la densidad de corriente  $J$  con la densidad de carga  $\rho$ . Señalar la afirmación FALSA:
1. Si la corriente es estacionaria  $\text{div } J = 0$ .
  2. Si la corriente no es estacionaria, existe una dependencia temporal de  $\rho$ .
  3. Si la corriente es estacionaria,  $J$  no puede depender de las coordenadas espaciales.
  4. Es una ecuación que relaciona derivadas de  $\rho$  y de  $J$ .

60. En el modelo atómico de Rutherford, un átomo de número atómico  $Z$  se representa como una distribución esférica uniforme con carga negativa total  $-Ze$  y radio  $r_e$  y el núcleo una partícula con carga positiva  $Ze$  situada en su centro. Según este modelo el módulo del campo eléctrico en  $r \leq r_e$  es ( $K =$  constante de Coulomb):
1.  $KZe \left( \frac{1}{r^2} - \frac{1}{r_e^2} \right)$ .
  2.  $KZe \left( \frac{2}{r^2} - \frac{2r}{r_e^3} \right)$ .
  3.  $KZe \left( \frac{1}{3r^2} - \frac{r}{3r_e^3} \right)$ .
  4.  $KZe \left( \frac{1}{r^2} - \frac{r}{r_e^3} \right)$ .
61. Considere un sistema de ejes cartesianos dextrógiro. Un electrón se mueve a lo largo del eje  $X$  en sentido positivo. Entra en una región donde existe un campo magnético uniforme orientado en la dirección del eje  $Z$  negativo. Se quiere compensar la fuerza magnética sobre el electrón aplicando en esa región un campo eléctrico para que así el electrón siga moviéndose en línea recta. La dirección y sentido que debe tener el campo eléctrico es la del eje:
1.  $Y$  positivo.
  2.  $X$  negativo.
  3.  $Z$  positivo.
  4.  $Y$  negativo.
62. Determine el campo magnético en el exterior de un toroide formado por 100 espiras y radio 20 cm, cuando transporta una corriente de intensidad de 10 A:
1. 0 T.
  2. 0.1 T.
  3. 0.01 T.
  4. 0.001 T.
63. La ley que establece que la circulación del vector campo magnético a lo largo de un camino cerrado es proporcional a la suma de las corrientes abarcadas por este camino, se denomina ley de:
1. Faraday.
  2. Gauss.
  3. Biot-Savart.
  4. Ampère.
64. Una espira circular de 10 cm de radio con 5 vueltas de hilo conductor transporta una corriente de 1 A. El eje de la espira forma un ángulo de  $90^\circ$  con un campo magnético de 1 T. Determinar el módulo del momento de la fuerza que actúa sobre la espira:
1.  $5\pi$  Nm.
  2.  $0.5\pi$  Nm.
  3.  $0.05\pi$  Nm.
  4.  $0.005\pi$  Nm.
65. ¿Cuál de las siguientes condiciones de contorno NO influyen en la unicidad de la solución de la ecuación de Poisson?:
1. Dirichlet.
  2. Cauchy.
  3. Robin.
  4. Neumann.
66. Un electrón que viaja a 200 km/s entra perpendicularmente a la placa positiva de un condensador plano con placas separadas 2 cm. Determinar el campo eléctrico uniforme que habría que aplicar entre las placas del condensador para que el electrón se frene justo antes de llegar a la placa negativa:
1. 1.3 N/C.
  2. 2.8 N/C.
  3. 3.9 N/C.
  4. 5.7 N/C.
67. Un circuito en serie RCL alimentado con una fuerza electromotriz de frecuencia  $\nu = \frac{180}{\pi}$  Hz posee un condensador de 1  $\mu$ F y una resistencia de 20  $\Omega$ . Si el sistema entra en resonancia, ¿cuál será la corriente si el voltaje aplicado es de 200 V?:
1. 0 A.
  2. 1 A.
  3. 10 A.
  4.  $\frac{\pi}{180}$  A.
68. El principio de Fermat establece que:
1. No existe  $n > 3$  tal que 3 enteros  $x, y, z$  cumplan  $x^n + y^n = z^n$ .
  2. Un rayo de luz recorre el camino entre dos puntos de forma que el tiempo empleado es mínimo.
  3. Todo punto de un frente de ondas es una fuente de ondas esféricas que, al interferir, generan un nuevo frente de ondas.
  4. Una de las componentes de la polarización de la luz reflejada en una superficie se anula.
69. Considere un cilindro de índice de refracción  $n$ , sumergido en agua. Un rayo de luz se propaga por el agua e incide sobre la base del cilindro con un cierto ángulo de incidencia  $\theta_i$ . El mínimo valor de  $n$  para que el rayo de luz quede confinado en el hilo hasta salir por su otro extremo para cualquier ángulo  $\theta_i$  es:
1. 1.44.
  2. 1.68.
  3. 1.89.
  4. 2.05.

70. Dos rayos monocromáticos inciden desde el aire en el mismo punto con un ángulo de incidencia de  $40^\circ$  sobre la superficie superior de un vidrio de 20 cm de espesor. Los índices de refracción del vidrio para cada rayo son 1.61 y 1.67. ¿Cuál es la distancia entre los dos rayos a la salida del vidrio por su cara inferior?:
1. 2.7 mm.
  2. 3.7 mm.
  3. 5.7 mm.
  4. 8.7 mm.
71. Un rayo de luz se mueve a lo largo del eje X en un medio no homogéneo cuyo índice de refracción puede ajustarse por  $n(x) = a \cdot e^{x/2} + bx^3$ , donde  $a$  y  $b$  son constantes. Calcule el camino óptico recorrido por la luz entre  $x = 0$  y  $x = 2$ :
1.  $2a(e - 1) + 4b$ .
  2.  $2ae - 4b$ .
  3.  $2a + 4b$ .
  4.  $2ae + 4b$ .
72. Si un espejo cóncavo produce una imagen real de un objeto real:
1. El objeto está situado entre el foco y el espejo.
  2. La imagen es de menor tamaño que el objeto.
  3. El objeto está situado en el foco.
  4. La imagen estará invertida.
73. Se disuelven en un tubo de 1 dm de longitud, 12 g de una mezcla de sacarosa y maltosa hasta obtener  $51 \text{ cm}^3$  de disolución. El poder rotatorio de la disolución es de  $17^\circ$ . ¿Cuál será la proporción de sacarosa y maltosa respectivamente por litro?: (Datos: Poderes rotatorios específicos de la sacarosa y maltosa respectivamente:  $66.5$  y  $138^\circ \text{cm}^3/(\text{g} \cdot \text{dm})$ ):
1. 216 g de sacarosa y 19 g de maltosa.
  2. 532 g de sacarosa y 38 g de maltosa.
  3. 108 g de sacarosa y 9.5 g de maltosa.
  4. 72 g de sacarosa y 4.75 g de maltosa.
74. Un cuerpo luminoso se encuentra en el fondo de una alberca de 3 m de profundidad llena de agua ( $n=1.33$ ) y emite rayos en todas direcciones. Un área circular de luz se forma en la superficie del agua. ¿Cuántos metros mide el radio del círculo?:
1. 3.25.
  2. 3.42.
  3. 3.64.
  4. 3.71.
75. Mediante un elipsómetro, se determina que una muestra de un material dieléctrico uniforme, isotropo, lineal y no magnético presenta un índice de refracción complejo dado por  $n_c = 2.8 + 0.99i$  para una cierta longitud de onda. La parte real de la permitividad dieléctrica relativa de dicho material para la misma longitud de onda es aproximadamente:
1. 7.8.
  2. 6.9.
  3. 5.5.
  4. 2.8.
76. Si sobre una película de jabón con un índice de refracción 1.33 incide normalmente luz de longitud de onda 500 nm, ¿cuál será el menor espesor de la película de jabón para dar un máximo de interferencia entre la luz incidente y la luz reflejada?:
1. 47 nm.
  2. 94 nm.
  3. 141 nm.
  4. 188 nm.
77. Sea  $\vec{\sigma}$  el vector de matrices tridimensional cuyas componentes son las tres matrices de Pauli, sean  $\vec{p}$  y  $\vec{k}$  dos vectores reales, y denotemos por  $\text{Tr}$  a la operación traza de matrices. Entonces  $\text{Tr}[(\vec{p} \cdot \vec{\sigma})(\vec{k} \cdot \vec{\sigma})\vec{\sigma}]$  es igual a:
1.  $i(\vec{p} \cdot \vec{k}) \text{Tr}(\vec{\sigma})$ .
  2.  $2i\vec{p} \times \vec{k}$ .
  3.  $2|\vec{p}|\vec{k} + 2|\vec{k}|\vec{p}$ .
  4.  $2|\vec{p}|\vec{k} + 2|\vec{k}|\vec{p} + 2i\vec{p} \times \vec{k}$ .
78. Se observa un electrón libre localizado en una zona  $\Delta x = 10^{-10} \text{ m}$ . ¿Cuál será la indeterminación en su posición al cabo de un segundo?:
1. 7.27 km.
  2. 72.7 km.
  3. 727 km.
  4. 7276 km.
79. Sea un pozo de potencial  $V(x)=0$  si  $|x| < L$  y de paredes infinitas en  $x=-L$  y  $x=L$ . Se cumple:
1. Que el valor de cualquier paquete de onda en  $x=0$  y  $x=L$  sea 0.
  2. Tiene autoestados de energía negativa.
  3. El hamiltoniano del sistema conmuta con el operador traslación.
  4. El valor esperado de la posición para un autoestado par es 0.

80. La matriz densidad  $\rho$  en un sistema cuántico, si se encuentra en un estado puro, satisface:
1.  $\rho^2 = \rho$ .
  2.  $\rho^2 = 1$ .
  3.  $\rho^2 = -\rho$ .
  4.  $\rho^2 = i$ .
81. Sea una partícula no relativista sin espín sometida a un potencial  $V(\vec{r}) = \alpha r^4$ , donde  $\alpha$  es una constante positiva. Si la partícula se encuentra en un estado ligado de energía  $E$ , el valor esperado de la energía cinética es:
1.  $E/2$ .
  2.  $E/4$ .
  3.  $2E/3$ .
  4.  $3E/4$ .
82. Considérese una solución de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo en una dimensión correspondiente a una partícula en un potencial  $U(x)$ , y sean  $U_-$  y  $U_+$  los límites del potencial cuando  $x \rightarrow -\infty$  y  $+\infty$  respectivamente, con  $U_- > U_+$ . Si  $\epsilon$  es la autoenergía, el espectro de energía para:
1.  $\epsilon < U_+$  es discreto y doblemente degenerado.
  2.  $\epsilon > U_-$  es continuo y doblemente degenerado.
  3.  $U_- > \epsilon > U_+$  es continuo y doblemente degenerado.
  4.  $U_- > \epsilon > U_+$  es discreto y no degenerado.
83. En un oscilador armónico cuántico monodimensional la energía del estado fundamental es de 6 eV. ¿Qué energía tiene el siguiente nivel permitido?:
1. 9 eV.
  2. 10 eV.
  3. 12 eV.
  4. 18 eV.
84. Sean  $|n\rangle$  los autoestados de un oscilador armónico unidimensional. En términos de los operadores de creación y destrucción el operador  $X$  se expresa como  $X = \frac{(a^\dagger + a)}{\sqrt{2}}$ , el elemento de matriz  $\langle n-1 | X | n \rangle$  es:
1. 0.
  2.  $\sqrt{\frac{n}{2}}$ .
  3.  $\sqrt{\frac{n-1}{2}}$ .
  4.  $\sqrt{\frac{n+1}{2}}$ .
85. Los corchetes de Poisson utilizados en mecánica clásica:
1. Corresponden a una constante por el conmutador usado en mecánica cuántica.
  2. Sólo se utilizan en relatividad general.
  3. Se anulan si se aplican a una coordenada y su momento conjugado.
  4. Definen la transformación de Legendre.
86. ¿Cuál es la diferencia de potencial en voltios para que un microscopio electrónico le proporcione a un electrón una longitud de onda de 0.409 Å?:
1. 899.
  2. 919.
  3. 929.
  4. 949.
87. La longitud de onda de de Broglie de un electrón de energía cinética 10 MeV viene dada aproximadamente por:
1.  $1.18 \times 10^{-13}$  m.
  2.  $1.18 \times 10^{-13}$  cm.
  3.  $7.41 \times 10^{-13}$  m.
  4.  $1.9 \times 10^{-14}$  m.
88. Los autoestados asociados a una partícula enerrada en un pozo de potencial infinito unidimensional centrado en el origen y de longitud  $a$ , son:
1.  $\psi_n = \sqrt{\frac{2}{a}} \cos \frac{n\pi x}{a}$  con  $n = 1, 3, 5, \dots$
  2.  $\psi_n = \sqrt{\frac{2}{a}} \cos \frac{n\pi x}{a}$  con  $n = 1, 2, 3, \dots$
  3.  $\psi_n = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi x}{a}$  con  $n = 1, 3, 5, \dots$
  4.  $\psi_n = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi x}{a}$  con  $n = 1, 2, 3, \dots$
89. En mecánica cuántica se define el operador densidad  $\rho$ . En relación a sus propiedades, señalar la afirmación FALSA:
1. Es un operador con autovalores comprendidos entre 0 y 1.
  2. En ausencia de medidas u observaciones está completamente determinado en cualquier instante de tiempo si se conoce su valor inicial.
  3. La traza del operador densidad es mayor que 1 para estados puros.
  4. El valor esperado de un observable  $A$  es  $Tr\{\rho A\}$ .

90. La función de onda que describe el estado  $n=2$  de una partícula de masa  $m$  en un pozo de potencial infinito de anchura  $L$  y centrado en  $L/2$  es  $\Psi(x) = \sqrt{2/L} \sin(2\pi x/L)$ . El valor esperado de la energía cinética en dicho estado es:
1.  $\frac{2\hbar^2\pi^2}{mL^2}$ .
  2.  $\frac{4\hbar^2\pi^2}{mL^2}$ .
  3.  $\frac{\hbar^2\pi^2}{mL^2}$ .
  4.  $\frac{\hbar^2\pi^2}{4mL^2}$ .
91. Respecto a la evolución temporal de un sistema cuántico aislado, señalar la afirmación FALSA:
1. La aplicación de las ecuaciones de evolución temporal es válida siempre y cuando el sistema no se vea alterado por una observación o un proceso análogo.
  2. La imagen de Schrödinger describe la evolución temporal del estado, dejando invariable el operador observable.
  3. En la imagen de Heisenberg, el observable depende explícitamente del tiempo sólo si también depende en la de Schrödinger.
  4. Satisface el principio de superposición.
92. Una partícula se encuentra sometida a un campo electromagnético, con componentes del campo eléctrico  $E_j$ , del campo magnético  $B_j$  y del potencial vector  $A_j$ .  $\epsilon_{jkl}$  es el tensor totalmente antisimétrico tridimensional, y  $\mu$  y  $\sigma$  son constantes no nulas. El conmutador de las componentes del operador velocidad está dado por:
1.  $[v_j, v_k] = 0$ .
  2.  $[v_j, v_k] = i\mu \sum_l \epsilon_{jkl} A_l$ .
  3.  $[v_j, v_k] = i\mu \sum_l \epsilon_{jkl} B_l$ .
  4.  $[v_j, v_k] = i\sigma E_j B_k + i\mu \sum_l \epsilon_{jkl} B_l$ .
93. Sea  $\Psi(\mathbf{r},t)$  la solución a la ecuación mecánico-cuántica relativista de Klein-Gordon de una partícula libre. Entonces:
1.  $|\Psi(\mathbf{r},t)|^2 d^3r$  es la probabilidad de encontrar la partícula en el elemento de volumen  $d^3r$  en torno al punto  $\mathbf{r}$  en el tiempo  $t$ .
  2.  $|\Psi(\mathbf{r},t)|^2 d^3r c dt$  es la probabilidad de encontrar la partícula en un volumen  $d^3r$  en torno a  $\mathbf{r}$  en un intervalo  $dt$  centrado en  $t$ , siendo  $c$  la velocidad de la luz en el vacío.
  3. Si conocemos  $\Psi(\mathbf{r},t_0)$  para tiempo  $t_0$ , la ecuación de Klein-Gordon permite calcular de forma unívoca la solución en cualquier tiempo  $t$ .
  4.  $\Psi(\mathbf{r},t)$  no puede interpretarse en general como la función de onda de una partícula.
94. La función de onda del estado fundamental de una partícula en un pozo de potencial infinito de anchura  $L$  y centrado en  $x=L/2$  es  $\Psi(x) = \sqrt{2/L} \sin(\pi x/L)$ . La probabilidad de encontrar a la partícula en  $0 \leq x \leq L/3$  es aproximadamente:
1. 0.254.
  2. 0.378.
  3. 0.196.
  4. 0.333.
95. Dadas dos funciones de cuadrado integrable  $f$  y  $g$ , ¿cuál de las siguientes funciones de onda de posición es admisible para un sistema de dos electrones en un estado singlete de espín, si las coordenadas de las partículas se denotan  $x$  e  $y$ ?
1.  $f(x)g(x) - f(y)g(y)$ .
  2.  $f(x)g(y) + f(y)g(x)$ .
  3.  $f(x)g(y) - f(y)g(x)$ .
  4.  $g(x+y) + f(x+y)$ .
96. Al incidir un haz de fotones de  $1500 \text{ \AA}$  sobre Al (función trabajo 4.20 eV), la energía cinética máxima de los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico es:
1. 2.03 eV.
  2. 4.06 eV.
  3. 8.27 eV.
  4. 16.54 eV.
97. Una masa de 2 kg unida a un resorte de constante 200 N/m está moviéndose armónicamente con una amplitud de 10 cm sobre una superficie lisa sin fricción. Suponemos que su energía cumple la relación de Planck ( $E = n\hbar\omega$ ) y la incertidumbre en su determinación es de una parte en un millón. Esta incertidumbre corresponde a un número de cuantos de energía:
1.  $9.5 \cdot 10^{32}$ .
  2.  $9.5 \cdot 10^{26}$ .
  3.  $5.9 \cdot 10^{33}$ .
  4.  $5.9 \cdot 10^{27}$ .
98. Fizeau midió la velocidad de la luz en una corriente de agua, propagándose la luz y el agua en la misma dirección y sentido. Sea  $c$ =velocidad de la luz en vacío,  $V$ =velocidad del agua,  $n$ =índice de refracción del agua. La función que mejor ajusta la velocidad medida por Fizeau es:
1.  $\frac{c}{n} + V$ .
  2.  $\frac{c}{n} + 2n \frac{V^2}{c}$ .
  3.  $\frac{c}{n} + V(1 - \frac{1}{n^2})$ .
  4.  $\frac{c}{n} + \frac{V^2}{nc}$ .

99. ¿Cuál es la velocidad de un electrón que tiene una energía cinética de 1 MeV?:
1.  $10^7$  m/s.
  2. 275000 km/s.
  3. 282324 km/s.
  4. 293700 km/s.
100. Cuando se producen vacantes electrónicas en los átomos, éstos evolucionan hacia estados de menor energía emitiendo fotones (rayos X) y/o electrones Auger. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?:
1. Los espectros de energía tanto de los fotones como de los electrones Auger son discretos.
  2. El espectro de energía de los electrones Auger es continuo y el de los fotones discreto.
  3. El espectro de energía de los fotones es continuo y el de los electrones Auger discreto.
  4. Los espectros de energía tanto de los fotones como de los electrones Auger son continuos.
101. En un experimento de efecto fotoeléctrico se utiliza luz monocromática y un cátodo de sodio, y se obtiene un potencial de frenado de 1.85 V. Sabiendo que la función de trabajo para el sodio es 2.28 eV, la longitud de onda de la luz utilizada es:
1. 300 nm.
  2. 320 nm.
  3. 400 nm.
  4. 450 nm.
102. En un sistema atómico con  $Z=1$  de tipo Rydberg, el electrón:
1. Se sustituye por un muón.
  2. Se encuentra en un estado muy débilmente ligado, con un valor del número cuántico principal  $n$  muy grande.
  3. Se sustituye por un hiperón.
  4. Sigue formando parte del sistema atómico, pero el núcleo se sustituye por un positrón.
103. ¿Cuál de las siguientes unidades no es una unidad atómica fundamental?:
1. Constante de estructura fina.
  2. Energía de Hartree.
  3. Radio de Bohr.
  4. Masa del electrón.
104. Sea un átomo con  $Z=1$  en un autoestado de energía con momento angular orbital  $l=1$ , y spin  $s=1/2$ , y sean  $m_l$  y  $m_s$  las respectivas terceras componentes. Si se aplica un campo magnético intenso, el nivel energético se desdoblará en:
1. Dos niveles equiespaciados, caracterizados por el valor de  $m_s$ .
  2. Tres niveles equiespaciados, caracterizados por el valor de  $m_l$ .
  3. Cuatro niveles equiespaciados, caracterizados por el valor de  $m_l+m_s$ .
  4. Cinco niveles equiespaciados, caracterizados por el valor de  $m_l+2m_s$ .
105. La configuración electrónica del estado fundamental del Rb ( $Z = 37$ ) es:
1. [Ar]4s.
  2. [Ar]5s.
  3. [Kr]4s.
  4. [Kr]5s.
106. Usando los postulados del modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno, la velocidad del electrón en la segunda órbita permitida es:
1.  $1.096 \cdot 10^6$  m/s.
  2.  $3.346 \cdot 10^6$  m/s.
  3.  $5.096 \cdot 10^7$  m/s.
  4.  $2.451 \cdot 10^5$  m/s.
107. En el átomo de hidrógeno, las líneas espectrales correspondientes a las transiciones electrónicas entre un nivel con número cuántico principal  $n>2$  y el nivel  $n=2$  forman la serie de:
1. Lyman.
  2. Brackett.
  3. Paschen.
  4. Balmer.
108. Cuando los núcleos del aluminio natural,  $^{27}\text{Al}$ , absorben un neutrón, se convierten en núcleos de aluminio emisor de radiación:
1.  $\beta^+$  y neutrino.
  2.  $\beta^-$  y antineutrino.
  3.  $\beta^-$  y neutrino.
  4.  $\beta^+$  y antineutrino.
109. A temperatura 300 K, ¿en cuál de los siguientes gases es mayor la media cuadrática de la velocidad de sus moléculas?:
1.  $\text{N}_2$ .
  2.  $\text{O}_2$ .
  3.  $\text{H}_2$ .
  4.  $\text{SO}_2$ .

110. Para un elemento de número atómico  $Z = 20$  la línea  $K_\alpha$  tiene una longitud de onda  $\lambda$ . ¿Cuál es el número atómico de un elemento para el que la línea  $K_\alpha$  tiene una longitud de onda  $\lambda/4$ ?:
1. 81.
  2. 48.
  3. 39.
  4. 27.
111. La función de onda del estado fundamental del átomo de hidrógeno es
- $$\Psi(r, \theta, \varphi) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} e^{-r/a_0},$$
- donde  $r$  es la coordenada radial y  $a_0$  el radio de Bohr. En ese estado, el valor del radio  $r$  en el que es más probable encontrar el electrón es:
1.  $3a_0/4$ .
  2.  $a_0/2$ .
  3.  $a_0$ .
  4.  $a_0/4$ .
112. En referencia al condensado de Bose - Einstein, ¿cuál de los siguientes enunciados es correcto?:
1. Es un fenómeno debido a la coherencia cuántica entre fermiones.
  2. La condensación ocurre en el espacio de momentos.
  3. Es un fenómeno que ocurre a alta temperatura.
  4. La condensación ocurre en el espacio de posiciones.
113. En un gas ideal clásico en equilibrio térmico ¿cuánto contribuye cada grado de libertad molecular al valor de la energía interna ( $k$  es la constante de Boltzmann y  $T$  la temperatura)?:
1.  $kT/3$ .
  2.  $kT/2$ .
  3.  $2kT$ .
  4.  $3kT$ .
114. Sea un conjunto de  $n = 10^{23}$  partículas que pueden estar únicamente en dos estados, A y B, con igual probabilidad. Usando la distribución binomial y la fórmula de Stirling  $n! \approx \sqrt{2\pi n} (n/e)^n$ , ¿cuál es la probabilidad de que la mitad de las partículas esté en cada estado?:
1.  $1.14 \cdot 10^{-12}$ .
  2.  $1.78 \cdot 10^{-12}$ .
  3.  $2.52 \cdot 10^{-12}$ .
  4.  $3.57 \cdot 10^{-12}$ .
115. ¿Qué factor existe entre las potencias emitidas por un cuerpo negro a  $40^\circ\text{C}$  y a  $0^\circ\text{C}$ ?:
1. 1.41.
  2. 1.73.
  3. 2.03.
  4. 3.14.
116. Sea una molécula magnética circular con 8 átomos de  $\text{Cr}^{3+}$  con espín  $3/2$  acoplados magnéticamente cada uno únicamente con sus dos vecinos más cercanos mediante la interacción de intercambio de Heisenberg. El Hamiltoniano de espín de esa molécula estará representado por una matriz de dimensión  $n \times n$ , donde  $n$  es:
1. 32.
  2. 64.
  3. 16384.
  4. 65536.
117. Previamente al desarrollo de la teoría BCS, Cooper consideró un mar de Fermi de electrones a  $T = 0 \text{ K}$  al cual se le añaden dos electrones extra que interaccionan entre sí y solo interaccionan con el resto de electrones del mar vía el principio de exclusión de Pauli. Aplicando ciertas aproximaciones demostró que existen estados ligados del par de electrones extra que cumplen que su energía total ( $E$ ) y la energía cinética de uno de los electrones extra ( $E_C$ ) son (siendo  $E_F$  la energía de Fermi):
1.  $E < 2E_F$  y  $E_C = 0$ .
  2.  $E > 2E_F$  y  $E_C > 0$ .
  3.  $E = 2E_F$  y  $E_C = 0$ .
  4.  $E < 2E_F$  y  $E_C > 0$ .
118. Al calcular la contribución de los fonones al calor específico de un sólido cristalino según el modelo de Debye, ¿qué aproximación se hace para la relación de dispersión, entre frecuencia  $\omega$  y número de onda  $k$ ? ( $c$  es una constante,  $v$  la velocidad acústica y  $a$  el parámetro de red):
1.  $\omega = c$ .
  2.  $\omega = vk$ .
  3.  $\omega = vak^2$ .
  4.  $\omega = c \sin(ka)$ .
119. La susceptibilidad magnética de un material paramagnético a temperatura  $T$  es proporcional a:
1.  $T^{-2}$ .
  2.  $T^{-1}$ .
  3.  $T$ .
  4.  $T^2$ .

120. Un compuesto ternario  $A_xB_yC_z$  tiene estructura cúbica. Los átomos de tipo A están localizados en los vértices de la celda unidad, los átomos de tipo B en el centro de la celda y los átomos de tipo C en las caras de la celda. La estequiometría del compuesto es:
1. ABC.
  2.  $ABC_2$ .
  3.  $ABC_3$ .
  4.  $ABC_4$ .
121. En los metales el calor específico a baja temperatura viene dado por la función  $\alpha T + \beta T^3$ , donde T es la temperatura y  $\alpha$  y  $\beta$  son constantes. ¿Qué sustituye al término lineal en T una vez se alcanza el estado superconductor?:
1. Se anula y solo queda el término  $T^3$ .
  2.  $T^2$ .
  3.  $e^{-\gamma/T}$ .
  4.  $T^{-1}$ .
122. Queremos usar un cristal de simetría cúbica con un parámetro de celda 5 Å para obtener un haz de neutrones monocromático haciendo uso de la ley de Bragg. ¿Cuál es la máxima longitud de onda que podrá proporcionar dicho monocromador?
1.  $\sqrt{5}$  Å.
  2. 2.5 Å.
  3. 5 Å.
  4. 10 Å.
123. Los magnones son las excitaciones elementales de los sistemas magnéticos ordenados. Desde el punto de vista de la estadística son:
1. Bosones.
  2. Fermiones.
  3. Aniones (estadística fraccionaria).
  4. Partículas clásicas.
124. En la descripción mecano-cuántica de la contribución de las vibraciones de la red al calor específico dada por el modelo de Debye, a temperatura T suficientemente baja se obtiene que dicha contribución:
1. Es una constante finita.
  2. Es proporcional a  $T^3$ .
  3. Tiene un término proporcional a T y otro proporcional a  $T^3$ .
  4. Es cero.
125. En un material superconductor la energía cinética por unidad de volumen de los portadores de carga viene dada por la expresión  $\mu_0 \lambda^2 J^2 / 2$ , donde J es la densidad de corriente y  $\lambda$  es una constante con dimensiones de longitud. La densidad de energía del campo es  $B^2 / (2\mu_0)$ . Según esto, ¿cuál será la expresión que da la dependencia espacial de B en condiciones de equilibrio?:
1.  $B + \lambda^2 \nabla^2 B = 0$ .
  2.  $B - \lambda^2 \nabla^2 B = 0$ .
  3.  $B = \mu_0 \lambda J$ .
  4.  $B = 0$ .
126. Determinar el número atómico del núcleo más estable con 127 nucleones:
1. 52.
  2. 53.
  3. 54.
  4. 55.
127. La energía de enlace nuclear  $E_B$  dividida por el número de nucleones A,  $E_B/A$ , para los núcleos estables de masa superior a 12 unidades de masa atómica, es del orden de:
1. 8 keV.
  2. 8 MeV.
  3. 22 MeV.
  4. 940 MeV.
128. Un haz de partículas alfa de 6 MeV incide sobre un tejido de densidad 900 kg/m<sup>3</sup>, penetrando a una profundidad de 1 mm. Si el área de la sección transversal del haz es 1.3 cm<sup>2</sup>, ¿qué dosis absorbida (en Gy) es suministrada al tejido en 5 s? Suponer que el haz transporta una corriente de  $2 \cdot 10^{-9}$  A:
1. 74.3.
  2. 188.8.
  3. 256.4.
  4. 351.
129. Considere un nivel de partícula independiente, en el marco del modelo de capas nuclear, con momento angular orbital l, momento angular total j y paridad positiva. Se sabe que dicho nivel puede ser ocupado por un máximo de 10 nucleones. Los valores de l y j de este nivel son:
1. l=4 y j=9/2.
  2. l=5 y j=9/2.
  3. l=5 y j=11/2.
  4. l=6 y j=11/2.

130. Considere válidas las estimaciones Weisskopf de la probabilidad de transición gamma entre estados de un núcleo y suponga que las reglas de selección de momento angular establecen que las multipolaridades posibles para una de esas transiciones son  $L=3, 4, 5$  y  $6$ . ¿Cuál es la multipolaridad más probable?:
1. La E6 o la M6 indistintamente.
  2. La M3.
  3. La E3, si la multipolaridad con  $L$  más bajo es de carácter eléctrico, o la M3 en competencia con la E4, si la multipolaridad con  $L$  más bajo es de carácter magnético.
  4. Las multipolaridades E3, E4, E5 y E6, todas ellas igualmente probables.
131. El espín y paridad del deuterón en su estado fundamental es:
1.  $0^+$ .
  2.  $0^-$ .
  3.  $1^+$ .
  4.  $1^-$ .
132. Los períodos de semidesintegración de los núcleos que sufren desintegración  $\beta^-$  varían entre unos milisegundos y diez mil billones de años. La razón principal de esta enorme variabilidad estriba en:
1. La relación entre la energía de la partícula  $\beta^-$  emitida y la altura de la barrera coulombiana que debe superar para salir del núcleo por efecto túnel.
  2. Las diferencias entre las funciones de onda de los niveles involucrados en el proceso.
  3. La dificultad relativa de crear una partícula  $\beta^-$  y un antineutrino en un estado con momento angular mayor que 0.
  4. El hecho de que el antineutrino emitido apenas interactúa con el núcleo hijo.
133. La fuerza nuclear fuerte presenta un alcance típico de 1 fm. Según la teoría de Yukawa, la masa del bosón mediador debe ser del orden de:
1.  $200 \text{ MeV}/c^2$ .
  2.  $20 \text{ MeV}/c^2$ .
  3.  $2 \text{ MeV}/c^2$ .
  4.  $0.2 \text{ MeV}/c^2$ .
134. En los procesos de fisión nuclear se producen dos fragmentos nucleares, neutrones, fotones y, seguidamente, las partículas que puedan emitirse tras las desintegraciones de esos dos fragmentos, ya que suelen ser radiactivos. Suponga que analiza los productos de la fisión de distintos núcleos inestables frente a dicho proceso. ¿Cuál de las siguientes aseveraciones es cierta?:
1. Los dos fragmentos nucleares resultantes en cada fisión tienen masas prácticamente iguales.
  2. Las masas de los fragmentos nucleares resultantes aumentan linealmente con el número másico del núcleo que se fisiona.
  3. La masa del fragmento nuclear más ligero aumenta linealmente con el número másico del núcleo que se fisiona, mientras que la del más pesado permanece prácticamente constante.
  4. Las masas de los dos fragmentos nucleares resultantes no siguen ninguna tendencia, pudiendo tomar cualquier valor.
135. La fórmula semiempírica de masas o fórmula de Weizsäcker tiene varios términos entre los que se encuentran los de:
1. Simetría, Coulomb, estructura fina, estructura hiperfina.
  2. Simetría, Coulomb, estructura fina.
  3. Volumen, superficie, simetría, asimetría.
  4. Superficie, Coulomb, apareamiento.
136. El núcleo de  ${}^{53}_{26}\text{Fe}$  con momento angular total-paridad en el estado fundamental  $J^P = 7/2^-$  se desintegra vía  $\beta^+/\text{CE}$  al estado fundamental del núcleo  ${}^{53}_{25}\text{Mn}$  con  $J^P = 7/2^-$ . El tipo de transición  $\beta$  es:
1. Permitida.
  2.  $1^\circ$  prohibida.
  3.  $2^\circ$  prohibida.
  4.  $3^\circ$  prohibida.
137. El núcleo puede aproximarse en muchos casos por una esfera de carga homogénea con radio  $R$ . Si se consideran los núcleos  ${}^8\text{Be}$  y  ${}^{27}\text{Al}$  y se tiene en cuenta esta aproximación, el cociente entre los respectivos radios,  $R({}^8\text{Be})/R({}^{27}\text{Al})$  es igual a:
1.  $8/27$ .
  2.  $(8/27)^{2/3}$ .
  3.  $(8/27)^{1/3}$ .
  4.  $(8/27)^{1/2}$ .

- 138. En una desintegración el coeficiente de conversión interna:**
- Sólo depende de la multipolaridad de la transición entre los estados nucleares involucrados.
  - No depende de la diferencia de energía entre los estados nucleares involucrados en el proceso.
  - Depende del número atómico del átomo en el que se encuentra el núcleo en el que ocurre el proceso, de la energía y de la multipolaridad de la transición entre los estados nucleares involucrados.
  - Es siempre muy pequeño porque, en este tipo de proceso, la probabilidad de emisión de electrones atómicos es siempre mucho menor que la de emisión de fotones gamma.
- 139.  $^{21}\text{Ne}$  y  $^{21}\text{Na}$  son dos núcleos espejo. Se puede afirmar que:**
- La energía de enlace tiene el mismo valor para ambos núcleos.
  - La energía del primer estado excitado tiene el mismo valor para ambos núcleos.
  - Los espectros de excitación de baja energía de ambos núcleos son muy similares, en lo que se refiere al momento angular y paridad de los niveles, así como a la diferencia energética entre ellos.
  - El valor del momento angular y la paridad del estado fundamental para ambos núcleos es el mismo, pero no así para los sucesivos estados excitados.
- 140. En los reactores de fisión de uranio es imprescindible la presencia del moderador, cuyo papel es el de reducir la energía de los neutrones rápidos producidos en los procesos de fisión y convertirlos en neutrones térmicos, que son los que garantizan la producción eficiente de nuevas fisiones del U-235. Los moderadores ideales son aquellos que son baratos y abundantes, químicamente estables, con alta densidad y:**
- Con alta sección eficaz de captura neutrónica.
  - Con una alta sección eficaz de fisión por neutrones rápidos.
  - Con una masa atómica  $\sim 1\text{Da}$  y con una sección eficaz de captura neutrónica lo más pequeña posible.
  - Que sea siempre sólido a la temperatura de funcionamiento del reactor.
- 141. La sección eficaz diferencial del proceso de colisión neutrón-protón a energías entre 100 y 600 MeV muestra, en el sistema de referencia del centro de masas, un aumento significativo para ángulos de colisión hacia atrás ( $\theta \sim \pi$ ) similar al que se observa para ángulos de colisión hacia delante ( $\theta \sim 0$ ). Este hecho pone de manifiesto:**
- El carácter de corto alcance de la interacción nucleón-nucleón.
  - La independencia de carga de la interacción nucleón-nucleón.
  - La presencia de términos de intercambio en la fuerza de interacción nucleón-nucleón.
  - La simetría de carga de la interacción nucleón-nucleón.
- 142. Un núcleo con Z protones, N neutrones y número másico A, se desintegra alfa. Si la energía disponible para el proceso es Q, ¿cuánto vale aproximadamente la energía cinética de la partícula alfa emitida?:**
- Q.
  - $4Q/A$ .
  - $Q(1-4/A)$ .
  - $Q(1-2/Z)$ .
- 143. Los niveles energéticos de un sistema hidrogenoide vienen dados en términos de la constante de Rydberg ( $R_H$ ) correspondiente. Su valor difiere del de la constante de Rydberg de un sistema con un núcleo infinitamente pesado ( $R_\infty$ ) en un factor que corrige el movimiento relativo:**
- De electrones y protones.
  - Del protón y el neutrón.
  - Del electrón y el protón.
  - Del electrón y el núcleo.
- 144. En la industria radiofarmacéutica el  $^{18}_9\text{F}$  es un isótopo muy importante debido a su uso en la incorporación a diversos radiofármacos. Este isótopo se desintegra principalmente por emisión:**
- $\beta^-$ .
  - $\beta^+$ .
  - $\alpha$ .
  - $\gamma$ .
- 145. ¿Cuántos días tardará en desintegrarse un 63% de la masa original de una preparación radiactiva que tiene una constante de desintegración  $0.0015\text{ h}^{-1}$ ?:**
- 18.4.
  - 27.6.
  - 251.4.
  - 662.8.

146. ¿Cuál de entre las siguientes fuentes de exposición a la radiación es una importante fuente natural de exposición por inhalación?:
1. El plutonio producido por las centrales nucleares.
  2. El I-131.
  3. El tritio.
  4. El radón.
147. La energía cinética total de decaimiento, expresada en MeV, de una partícula ypsilon, en reposo, cuando decae a  $\tau^+ + \tau^-$  es aproximadamente: (Datos: masa ypsilon = 9460 MeV/c<sup>2</sup>, masa  $\tau = 1777$  MeV/c<sup>2</sup>)
1. 4900.
  2. 5900.
  3. 6900.
  4. 3900.
148. El isótopo Co-60 experimenta una desintegración:
1. Por captura electrónica a un estado excitado del Ni-60.
  2. Beta a un estado excitado del Ni-60.
  3. Gamma a un estado excitado del Ni-60.
  4. Por captura electrónica al estado fundamental del Ni-60.
149. El periodo de semidesintegración del Tc-99m es 6 horas y el del In-113m es 1.7 horas. ¿Cuánto tiempo transcurre hasta que una muestra de 100 GBq de In-113m tiene la misma actividad que una de 20GBq de Tc-99m?:
1. 1.7 horas.
  2. 5.5 horas.
  3. 3 horas.
  4. 7 horas.
150. Los rayos X se diferencian de los rayos gamma en que:
1. Los primeros tienen mayor energía que los segundos.
  2. Los primeros tienen menor energía que los segundos.
  3. Los primeros tienen una menor velocidad de propagación que los segundos.
  4. Tienen un origen distinto.
151. En una desintegración beta la masa del núcleo inicial es:
1. Inferior a la suma de la masa del núcleo final y de un electrón.
  2. Igual a la suma de la masa del núcleo final y de un electrón.
  3. Superior a la suma de la masa del núcleo final y de un electrón.
  4. Igual a la masa del núcleo final.
152. Indicar cuál de los siguientes procesos es posible:
1.  $pp \rightarrow \bar{p}\pi^+\pi^+\pi^+$ .
  2.  $pp \rightarrow p\bar{p}\pi^+\pi^+$ .
  3.  $pp \rightarrow pp\bar{p}\pi^+$ .
  4.  $pp \rightarrow ppp\bar{p}$ .
153. ¿De qué tipo es la reacción nuclear  $\alpha + {}^{14}\text{N} \rightarrow p + {}^{17}\text{O}$ ?:
1. Elástica.
  2. De transferencia de partículas.
  3. Inelástica.
  4. De núcleo compuesto.
154. Según el modelo de quarks, la partícula  $\Sigma^0$  está compuesta por:
1. uus.
  2. uds.
  3. dds.
  4. dss.
155. ¿Qué teoría basada en grupos de Lie no abelianos es el fundamento de la unificación de la fuerza electromagnética y las fuerzas débiles (es decir,  $U(1) \times SU(2)$ ), así como de la cromodinámica cuántica (basada en  $SU(3)$ )?:
1. Yang-Mills.
  2. Aharonov-Bohm.
  3. Kaluza-Klein.
  4. Feynman.
156. ¿Cuál de los siguientes números cuánticos NO se conserva en la interacción débil?:
1. Número bariónico.
  2. Simetría CPT.
  3. Número leptónico.
  4. Paridad.
157. El decaimiento  $\Lambda^0 \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$  en el menor orden de teoría de perturbaciones (diagramas de Feynmann) implica la intermediación de un bosón:
1.  $W^-$ .
  2.  $W^+$ .
  3.  $Z^0$ .
  4.  $Z^-$ .
158. ¿Cuál es la composición en quarks del protón?:
1. udc.
  2. uuu.
  3. ddd.
  4. uud.

159. Un protón y un electrón, ambos con energía de 2 GeV, viajan entre dos cristales centelleadores separados 15 m. ¿Cuál es el tiempo de vuelo entre los dos cristales para el electrón y el protón respectivamente?:
1. 0.200  $\mu\text{s}$  y 0.226  $\mu\text{s}$ .
  2. 0.100  $\mu\text{s}$  y 0.113  $\mu\text{s}$ .
  3. 0.050  $\mu\text{s}$  y 0.057  $\mu\text{s}$ .
  4. 0.025  $\mu\text{s}$  y 0.028  $\mu\text{s}$ .
160. Los bariones pueden tener espín 1/2 ó 3/2 y los mesones espín 0 ó 1 dado que los bariones consisten en:
1. 3 quarks y los mesones en 1 antiquark y 2 quarks.
  2. 2 quarks y los mesones en 3 quarks.
  3. 2 quarks y los mesones en 2 antiquarks y 1 quark.
  4. 3 quarks y los mesones en un par quark-antiquark.
161. Para la combinación de quarks uds, los valores de la carga eléctrica y del número bariónico son, respectivamente:
1. 0, 1.
  2. 0, 0.
  3. 1, 0.
  4. 1, 1.
162. Debido a las fluctuaciones cuánticas, la intensidad de la interacción entre fotones y electrones, medida por la constante de estructura fina efectiva, depende de la energía. En el rango de energías de los aceleradores de partículas esa dependencia es de tipo:
1. Crecimiento exponencial.
  2. Decrecimiento exponencial.
  3. Crecimiento logarítmico.
  4. Decrecimiento logarítmico.
163. ¿Cuál de las siguientes partículas NO es un bosón?:
1. Fotón.
  2.  $\tau$ .
  3.  $W^+$ .
  4. Z.
164. Un haz de fotones de 3 MeV interacciona con una lámina de grafito ( $Z=6$ ) o de aluminio ( $Z=13$ ). ¿Cuántas veces es mayor la probabilidad de creación de pares para el aluminio que para el grafito?:
1. 13/6.
  2.  $(13/6)^2$ .
  3.  $(13/6)^3$ .
  4.  $(13/6)^5$ .
165. En la aproximación de Born no relativista para el efecto fotoeléctrico, considerando que un fotón no polarizado de energía E incide sobre un ion hidrogenoide, la sección eficaz total es proporcional a:
1.  $E^{-1}$ .
  2.  $E^{-2}$ .
  3.  $E^{-3/2}$ .
  4.  $E^{-7/2}$ .
166. Respecto a la corrección de capa (shell correction) en la fórmula de Bethe-Bloch para el poder de frenado por colisión:
1. Es una corrección para altas energías, cuando la velocidad de la partícula incidente es mucho mayor que la de los electrones del medio.
  2. Es inversamente proporcional a la carga de la partícula incidente.
  3. Los electrones de la capa K son los primeros que dejan de contribuir al poder de frenado según la partícula incidente va perdiendo velocidad.
  4. Esta corrección aumenta el valor del poder de frenado.
167. Respecto a la interacción radiación materia, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA?:
1. La emisión de radiación de frenado es varios órdenes de magnitud más baja para partículas cargadas pesadas que para electrones y positrones.
  2. Cuando una partícula cargada penetra en un medio son posibles las colisiones elásticas, las inelásticas y la emisión de radiación de frenado.
  3. Las partículas cargadas tienden mayoritariamente a perder energía en grandes cantidades en cada colisión.
  4. La fórmula de Rutherford no es correcta para describir las colisiones inelásticas de los electrones.
168. Si la sección eficaz de absorción de radiación gamma de 1 MeV en  $^{207}_{82}\text{Pb}$  es de 20 barn/átomo, ¿cuál es el espesor de una lámina de plomo ( $\rho = 11300 \text{ kg/m}^3$ ) necesario para absorber el 70% de dicha radiación?:
1. 0.54 cm.
  2. 1.54 cm.
  3. 1.83 cm.
  4. 2.18 cm.

- 169. La radiación Cherenkov ocurre cuando una partícula:**
1. Cargada viaja a través de un medio dieléctrico con una velocidad que localmente excede la velocidad de la luz en ese medio.
  2. Sin carga viaja a través de un medio de alta conductividad con una velocidad que localmente excede la velocidad de la luz en ese medio.
  3. Cargada viaja a través de un medio de alta conductividad con una velocidad que localmente excede la velocidad de la luz en ese medio.
  4. Sin carga viaja a través de un medio dieléctrico con una velocidad que localmente no excede la velocidad de la luz en ese medio.
- 170. El número de partículas alfa detectadas en un cierto punto tras su paso a través de una lámina delgada de difusión, constituida por un elemento pesado y siendo  $\Theta$  el ángulo de difusión, es proporcional a:**
1.  $\text{cosec}^{-4}(\Theta/2)$ , el espesor de la lámina, el cuadrado de la carga de la partícula alfa, la inversa del cuadrado de la energía incidente.
  2.  $\text{cosec}^4(\Theta/2)$ , el espesor de la lámina, el cuadrado de la carga del núcleo central, la inversa del cuadrado de la energía incidente.
  3.  $\text{cosec}^4(\Theta/2)$ , inverso del espesor de la lámina, el cuadrado de la carga de la partícula alfa, la inversa del cuadrado de la energía incidente.
  4.  $\text{cosec}^4(\Theta/2)$ , inverso del espesor de la lámina, el cuadrado de la carga de la partícula alfa, el cuadrado de la energía incidente.
- 171. Sean N medidas  $x_1, x_2, \dots, x_N$  de un experimento que siguen una distribución de probabilidad Gaussiana, cuya desviación estándar es  $\sigma$ . El error estándar de la media  $\bar{x}$  de dichas N medidas será:**
1.  $\sigma$ .
  2.  $\sigma^2$ .
  3.  $N\sigma$ .
  4.  $\sigma/\sqrt{N}$ .
- 172. En los detectores de ionización gaseosa, ¿cuál es la dependencia con la energía de la resolución energética?:**
1.  $\sqrt{E}$ .
  2.  $\sqrt{1/E}$ .
  3.  $E$ .
  4.  $E^{-2}$ .
- 173. Señalar la afirmación VERDADERA sobre el fenómeno de recombinación general de una cámara de ionización:**
1. También se conoce como recombinación inicial.
  2. Difiere de la recombinación en volumen en el tipo de partículas que intervienen.
  3. Tiene lugar cuando partículas procedentes de diferentes trazas se encuentran y se recombinan.
  4. Tiene lugar cuando partículas procedentes de una misma traza se encuentran y se recombinan.
- 174. Una fuente puntual de  $^{60}\text{Co}$  emite igual número de fotones de 1.17 MeV y 1.33 MeV, dando una densidad de flujo de  $3.25 \cdot 10^9$  fotones  $\cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  en un determinado lugar. ¿Cuál es la densidad de flujo de energía allí, expresada en  $\text{erg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  y en  $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ ?:**
1.  $6.5 \cdot 10^2$  y 39.
  2.  $1.3 \cdot 10^3$  y 780.
  3.  $6.5 \cdot 10^3$  y 390.
  4.  $1.3 \cdot 10^4$  y 78.
- 175. Un fotomultiplicador de ganancia  $10^6$  y corriente de oscuridad de 2 nA, tiene una tasa de emisión de electrones del fotocátodo en electrones por segundo (en oscuridad) de:**
1.  $1.25 \cdot 10^{10}$ .
  2.  $1.25 \cdot 10^4$ .
  3.  $1.25 \cdot 10^{-4}$ .
  4.  $8 \cdot 10^{-5}$ .
- 176. ¿Cuál de los siguientes aceleradores utiliza únicamente campos electrostáticos para acelerar las partículas?**
1. Sincrotrón.
  2. Betatrón.
  3. Van de Graaf.
  4. Ciclotrón.
- 177. La resolución máxima (valor más pequeño) que obtendríamos usando un analizador multicanal de 10 bits para observar un pico de 661.6 keV cuya FWHM fuera 5 canales, es:**
1. 0.15%.
  2. 0.49%.
  3. 0.76%.
  4. 13%.

178. Un detector genera una potencia de ruido de Johnson (o de Nyquist) de 32 pW en un rango de frecuencias de 7.78 GHz a una temperatura de 298 K. Si se enfría el detector a 149 K y se mide con una resolución espectral de 15.6 GHz, la potencia de ruido medida será:
1. 32 pW.
  2. 16 pW.
  3. 8 pW.
  4. 4 pW.
179. La conducción eléctrica en un medio se modela con los parámetros: conductividad  $\sigma$ , concentración de portadores  $n$ , carga eléctrica de un portador  $q$  y velocidad media de los portadores  $v$ . La medida del coeficiente de Hall  $R_H = 1/(nq)$  y de la conductividad  $\sigma$  permiten determinar la movilidad  $\mu$ . ¿Cuál es la expresión de  $\mu$  en función de  $R_H$  y  $\sigma$ ?:
1.  $1/(\sigma R_H)$ .
  2.  $\sigma / R_H$ .
  3.  $R_H / \sigma$ .
  4.  $\sigma R_H$ .
180. Considere el sistema dinámico de dos variables,  $x, y$ , descrito por las ecuaciones diferenciales  $dx/dt = 1 + x - y^2$ ,  $dy/dt = 1 - x - y^2$ . ¿Cuántos puntos de equilibrio tiene el sistema y de qué tipo?:
1. Un punto de equilibrio inestable.
  2. Dos puntos de equilibrio estables.
  3. Dos puntos de equilibrio, uno estable y otro inestable.
  4. Dos puntos de equilibrio inestables.
181. Si se utiliza el método iterativo de Newton-Raphson para encontrar la raíz  $r$  de una función  $f(x)$  numéricamente, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?:
1. El método NO puede encontrar raíces múltiples.
  2. Para raíces simples, la velocidad de convergencia a  $r$  es lineal.
  3. El método requiere que  $f$  sea infinitamente diferenciable en un intervalo suficientemente grande alrededor de  $r$ .
  4. El método falla si en una iteración  $i$  se da  $f'(x_i)=0$  ( $f'$  denota la primera derivada de  $f$ ).
182. Dado el conjunto ortonormal  $\{|a\rangle, |b\rangle\}$  de dos estados cuánticos en un espacio de Hilbert, ¿cuál de los siguientes operadores se corresponde con una matriz densidad admisible?:
1.  $|a\rangle\langle a| + |b\rangle\langle b|$ .
  2.  $|a\rangle\langle b| + |b\rangle\langle a|$ .
  3.  $2^{-1/2}(|a\rangle\langle a| + |b\rangle\langle b|)$ .
  4.  $(|a\rangle\langle a| + |b\rangle\langle b|)/2$ .
183. La dimensión crítica de una pieza de un acelerador clínico es una variable aleatoria continua de función de densidad:  $f(x)=k/x^2$  para  $1 \leq x \leq 10$ ;  $f(x)=0$  para  $x < 1$  y para  $x > 10$ . Calcule su función de distribución  $F(x)$  en  $1 \leq x \leq 10$ :
1.  $10/9 - 10/(9x)$ .
  2.  $10/9$ .
  3.  $10/9 + 10/(9x)$ .
  4.  $10/9x$ .
184. Si  $p, \lambda, x_1, x_2, \dots, x_n$  son números reales, una función  $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$  se llama homogénea de grado  $p$  si para todos los valores del parámetro  $\lambda$  y una cierta constante  $p$  se cumple que  $F(\lambda x_1, \lambda x_2, \dots, \lambda x_n)$  es igual a:
1.  $\lambda^p F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .
  2.  $p^\lambda F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .
  3.  $\lambda^p F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .
  4.  $\lambda^{-1} p F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .
185. Sean A y B dos conjuntos que tienen como probabilidad  $p(A)=p(B)=0.6$ . Además, se sabe que la probabilidad de que ocurran al menos alguno de los dos o los dos es 0.9. ¿Cuál es la probabilidad  $p(A' \cup B')$  siendo  $A'$  y  $B'$  los complementarios de A y B?:
1. 1.
  2. 0.7.
  3. 0.3.
  4. 0.1.
186. Sea  $S_n$  el grupo de permutaciones de  $n$  objetos, con  $n > 3$ . ¿Cuál de los siguientes subconjuntos de  $S_n$  forma un grupo bajo la operación de composición de permutaciones?:
1. Las transposiciones.
  2. Los ciclos.
  3. Las permutaciones de signatura positiva.
  4. Las permutaciones de signatura negativa.
187. Una matriz 4x4 tiene el siguiente polinomio característico:  $x^4 + 4x^3 + 5x^2 + 4x + 4$ . ¿Cuáles son los autovalores de la matriz?:
1. -1 (doble), 2 (doble)
  2. +i, -i, -2, -1
  3. -2 (doble), 1 (doble)
  4. +i, -i, -2 (doble)
188. Sea la matriz 3x3 cuyos elementos son todos iguales a 1. ¿Qué forma tienen los elementos de su potencia n-ésima?:
1.  $3^n$ .
  2.  $3^{n-1}$ .
  3.  $3^n - 1$ .
  4.  $3^{3n-1}$ .

189. Los valores mayores y menores que toma la función  $f(x, y) = xy$  sobre la elipse  $\frac{x^2}{8} + \frac{y^2}{2} = 1$  son:

1. 2 y -2.
2. 0 y -2.
3. 2 y -8.
4. -2 y -8.

190. Un bloque de Jordan de orden 1 es un número. Un bloque de Jordan de orden 2, siendo  $a$  un número, toma la forma:

1.  $\begin{pmatrix} 0 & a \\ a & 0 \end{pmatrix}$ .
2.  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ .
3.  $\begin{pmatrix} a & 0 \\ 1 & a \end{pmatrix}$ .
4.  $\begin{pmatrix} a & 1 \\ 0 & a \end{pmatrix}$ .

191. Sea la función  $F(t) = \frac{\text{sen}(at)}{a}$ , su transformada de Laplace es igual a:

1.  $\frac{1}{s-a}$ .
2.  $\frac{s}{s^2+a^2}$ .
3.  $\frac{s}{s^2-a^2}$ .
4.  $\frac{1}{s^2+a^2}$ .

192. La expresión  $x^2+y^2-2x-4y+1=0$  representa en el plano XY una circunferencia centrada en el punto C y de radio R iguales a:

1.  $C=(0,0), R=1$ .
2.  $C=(1,2), R=2$ .
3.  $C=(2,1), R=2$ .
4.  $C=(1,2), R=1$ .

193. ¿Cuál es el valor de la suma  $S_n = a + ax + ax^2 + \dots + ax^n$  con  $|x| < 1$  cuando  $n \rightarrow \infty$ ?:

1.  $\infty$ .
2.  $S = \frac{a}{1-x^2}$ .
3.  $S = \frac{a}{1-x}$ .
4.  $S = a^x$ .

194. ¿Cuál de las siguientes propiedades de las funciones hiperbólicas para números complejos es FALSA?:

1.  $\cosh(z)$  es par,  $\text{senh}(z)$  es impar.
2.  $\text{senh}(z_1 + z_2) = \text{senh}(z_1) \cosh(z_2) - \cosh(z_1) \text{senh}(z_2)$ .
3.  $\cosh(z_1 + z_2) = \cosh(z_1) \cosh(z_2) + \text{senh}(z_1) \text{senh}(z_2)$ .
4.  $\text{senh}(z + 2\pi i) = \text{senh}(z)$ .

195. La solución de la ecuación  $y'' + 2y' + 3y = 0$  es:

1.  $y = e^{\sqrt{2}x}(c_1 \cos x + c_2 \text{sen} x)$ .
2.  $y = c_1 e^{-x} + c_2 e^{\sqrt{2}x}$ .
3.  $y = e^x(c_1 \cos \sqrt{2}x - c_2 \text{sen} \sqrt{2}x)$ .
4.  $y = e^{-x}(c_1 \cos \sqrt{2}x + c_2 \text{sen} \sqrt{2}x)$ .

196. Un sistema digital tiene 3 entradas X, Y, Z, y tiene como salida  $F = \overline{X} \cdot \overline{Y} + Z$ . ¿Cuántos de los posibles estados de entrada corresponden a un cero en la variable salida F?:

1. 1.
2. 2.
3. 9.
4. 7.

197. En el contexto de redes neuronales, si dos neuronas interconectadas están en estado "on" al mismo tiempo, según la regla de Hebb, para dicha interconexión ha de:

1. Anularse el peso.
2. Disminuirse su distancia de Hamming.
3. Aumentarse su distancia de Hamming y su peso.
4. Aumentarse su peso.

198. En una estrella de neutrones, el cociente del número de electrones entre el número de neutrones es aproximadamente:

1.  $10^{-1}$ .
2.  $10^{-5}$ .
3.  $10^{-10}$ .
4.  $10^{-15}$ .

199. ¿Cuál es el planeta del sistema solar que posee la magnetosfera más extensa y con mayor momento dipolar magnético?:

1. La Tierra.
2. Neptuno.
3. Venus.
4. Júpiter.

200. Una caja cúbica se deposita en un líquido con densidad desconocida  $d_A$  quedando sumergida una cuarta parte del volumen de la caja. Cuando la misma caja se deposita en un líquido con densidad desconocida  $d_B$ , el volumen sumergido es tres cuartas partes. La relación  $d_A/d_B$  es:

1. 1/3.
2. 3/4.
3. 4/3.
4. 3.

201. Dado el Lagrangiano  $L(y, \theta; \dot{y}, \dot{\theta}) = \frac{1}{2}m(l^2\dot{\theta}^2 + \dot{y}^2 - 2l\dot{y}\dot{\theta} \sin \theta) - mg(y + l \cos \theta)$ , donde  $m$ ,  $l$  y  $g$  son constantes. La ecuación del movimiento para  $\theta$  es:
1.  $l\ddot{\theta} = (g + \ddot{y}) \sin \theta$ .
  2.  $l\ddot{\theta} = (g - \ddot{y}) \sin \theta$ .
  3.  $l\ddot{\theta} = (g + \ddot{y}) \cos \theta$ .
  4.  $l\ddot{\theta} = (g - \ddot{y}) \cos \theta$ .
202. En termodinámica, de acuerdo a la regla de fases de Gibbs, el número de grados de libertad para el agua (1 componente) en el punto triple (3 fases) es:
1. 0.
  2. 1.
  3. 2.
  4. 3.
203. Dos gotas esféricas de agua aisladas, de radios 0.8 mm y 1.2 mm, están cargadas con 6 nC y 9 nC respectivamente. Las dos gotas se unen para formar una sola. ¿Qué kilovoltaje adquiere esta última en un punto de su superficie?:
1. 90.1.
  2. 94.5.
  3. 100.8.
  4. 103.2.
204. Un haz laser de longitud de onda  $\lambda$  se propaga en un dieléctrico. El coeficiente de atenuación por dispersión Rayleigh es proporcional a:
1.  $\lambda^4$ .
  2.  $\lambda^2$ .
  3.  $\lambda^{-2}$ .
  4.  $\lambda^{-4}$ .
205. La función de onda que describe un estado cuántico de  $N$  electrones viene dada por el determinante de:
1. Schmidt.
  2. Fermi-Dirac.
  3. Pauli.
  4. Slater.
206. ¿Cuál de los siguientes núcleos no posee momento magnético?:
1.  ${}^1\text{H}$ .
  2.  ${}^{12}\text{C}$ .
  3.  ${}^2\text{H}$ .
  4.  ${}^{14}\text{N}$ .
207. Un núcleo radiactivo emite un fotón de 2 MeV que se materializa a continuación en un par electrón-positrón. Si suponemos ambas iguales, las energías cinéticas del positrón y del electrón serán: (Datos: Masa electrón y positrón:  $m_e = m_{e^+} = 9.109 \cdot 10^{-31}$  kg)
1.  $1.60 \cdot 10^{-13}$  J.
  2.  $6.83 \cdot 10^{-14}$  J.
  3.  $7.83 \cdot 10^{-14}$  J.
  4.  $8.19 \cdot 10^{-14}$  J.
208. Sean  $I_e$  e  $I_\mu$  las intensidades de radiación de frenado que se obtienen cuando un electrón y un muón interactúan, respectivamente, con un material de número atómico  $Z$ . Sabiendo que la masa del muón es 207 veces la del electrón, ¿qué relación existe entre ambas intensidades?
1.  $I_e/I_\mu = 207^2$ .
  2.  $I_e/I_\mu = 207$ .
  3.  $I_e/I_\mu = 1/207$ .
  4.  $I_e/I_\mu = 1/207^2$ .
209. Si tenemos un detector de partículas ionizantes relleno de gas operando a una diferencia de potencial en la región de Geiger-Müller, podemos afirmar que:
1. La señal eléctrica producida por una partícula  $\beta$  es mucho mayor que la producida por una partícula  $\alpha$ .
  2. La señal eléctrica producida por una partícula  $\beta$  es mucho menor que la producida por una partícula  $\alpha$ .
  3. Las señales eléctricas más elevadas son producidas por neutrones.
  4. La señal eléctrica producida por una partícula  $\beta$  es similar a la producida por una partícula  $\alpha$ .
210. Para construir un *spline* cúbico (también conocido como interpolación polinómica por segmentos) que pasa por  $n$  puntos del plano  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ , con  $n > 2$ , el número de parámetros necesario es:
1.  $3(n-1)$ .
  2.  $4n$ .
  3.  $4(n-1)$ .
  4.  $2(n+1)$ .













