

PROBLEMAS FÍSICA MODERNA

1. ¿Cuál es la hipótesis cuántica de Planck?
2. ¿Qué fotón es más energético, el de luz verde o el de luz ultravioleta?
3. Al iluminar un metal con luz de frecuencia $2,5 \cdot 10^{15}$ Hz, se observa que emite electrones que pueden detenerse al aplicar un potencial de frenado de 7,2 V. Si sobre el mismo metal incide una luz cuya frecuencia es $1,7 \cdot 10^{15}$ Hz, el potencial de frenado pasa a ser de 3,8 V. Calcula:
 - a) El valor de la constante de Planck.
 - b) La función de trabajo del metal.
4. En relación con las longitudes de onda de De Broglie asociadas a un electrón y un protón, razona cuál es menor si tienen:
 - a) El mismo módulo de velocidad.
 - b) La misma energía cinética, sin tener en cuenta los posibles efectos relativistas.
5. Conocemos la posición de un neutrón ($m_n = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg) y una piedra de 0,1 kg con una aproximación de 1 Å.
 - a) ¿Cuál es para cada uno la imprecisión en la medida de su momento lineal?
 - b) ¿Cuál es la imprecisión en el conocimiento de su velocidad? ¿Qué conclusión se puede deducir de los resultados obtenidos?
6. La temperatura aproximada de la superficie de una estrella es de 4500 K. ¿Qué color predominará en la luz que emite?
7. Una radiación monocromática de longitud de onda 500 nm incide sobre una fotocélula de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV. Calcula:
 - a) La frecuencia umbral y la longitud de onda umbral de la fotocélula.
 - b) La energía cinética de los electrones emitidos.
8. Un haz de luz monocromática de $6,5 \cdot 10^{14}$ Hz ilumina una superficie metálica que emite electrones con una energía cinética de $1,3 \cdot 10^{-19}$ J. ¿Cuál es el trabajo de extracción del metal? ¿Cuál es su frecuencia umbral?
9. Los fotoelectrones emitidos por una superficie metálica tienen una energía cinética máxima de 2,03 eV para una radiación incidente de 300 nm de longitud de onda. Halla la función de trabajo de la superficie y la longitud de onda umbral.
10. ¿Por qué la existencia de una frecuencia umbral para el efecto fotoeléctrico es un hecho que va en contra de la teoría ondulatoria de la luz?
11. Supongamos que se ilumina el mismo metal con dos focos de la misma luz monocromática de 100 y 400 W, respectivamente. ¿Cuál de los dos focos producirá mayor número de fotoelectrones? ¿Qué fotoelectrones abandonarán el metal con más energía?
12. Si se duplica la frecuencia de la radiación que incide sobre la superficie de un metal ¿se duplica la energía cinética máxima de los fotoelectrones extraídos?
13. Si el trabajo de extracción de la superficie de un determinado material es de 2,07 eV.
 - a) ¿En qué rango de longitudes de onda del espectro visible puede utilizarse este material en células fotoeléctricas? Las longitudes de onda de la luz visible están comprendidas entre 380 y 775 nm.
 - b) Calcula la velocidad de extracción de los electrones emitidos para una longitud de onda de 400 nm.
14. La longitud de onda umbral de cierto metal es 275 nm. Calcula:
 - a) La función de trabajo del metal, en eV.
 - b) La velocidad máxima de los fotoelectrones producidos si se emplea una radiación de longitud de onda 220 nm.
15. Una fuente luminosa cuya potencia es de 20 W emite luz de 10^{15} Hz de frecuencia en todas direcciones. Si una célula fotoeléctrica cuyo cátodo tiene una superficie de 10 cm^2 está situada a 2 m del foco luminoso, ¿cuántos fotones inciden por segundo en dicho cátodo?

16. Al iluminar la superficie de un metal con luz de 280 nm, la emisión de fotoelectrones cesa para un potencial de frenado de 1,3 V.
- Determina la función trabajo del metal y la frecuencia umbral de emisión fotoeléctrica.
 - Cuando la superficie del metal se ha oxidado, el potencial de frenado para la misma luz incidente es de 0,7 V. Resume cómo cambian, debido a la oxidación del metal, la energía cinética máxima de los electrones, la frecuencia umbral de emisión y la función trabajo.
17. Calcula la longitud de onda de la tercera línea de la serie de Lyman en el espectro del hidrógeno.
18. La longitud de onda de una de las rayas amarillas del espectro visible del sodio es de 589 nm. Calcula la diferencia de energía entre los niveles electrónicos del átomo de sodio correspondientes a esta transición.
19. Un haz monocromático de luz roja posee una longitud de onda de 650 nm. Calcula la frecuencia, la energía del fotón y la cantidad de movimiento de dicho fotón.
20. Las partículas α son núcleos de helio, de masa cuatro veces la del protón aproximadamente. Si una partícula α y un protón, que poseen la misma energía cinética, se mueven a velocidades mucho menores que la luz, ¿qué relación existe entre las longitudes de onda de De Broglie correspondientes a las dos partículas?
21. ¿Qué velocidad debe tener un electrón para que su longitud de onda de De Broglie sea 400 veces mayor que la de un neutrón de 6 eV de energía cinética?
22. Un protón que parte del reposo es acelerado por una diferencia de potencial de 10 V. Determina:
- La energía que adquiere el protón, expresada en eV, y su velocidad en m/s.
 - La longitud de onda de De Broglie asociada al protón con la velocidad anterior.
23. Define las siguientes magnitudes asociadas con los procesos de desintegración radiactiva: actividad, constante de desintegración, período de semidesintegración y vida media. Indica sus unidades en el SI.
24. Determina el número atómico y el número másico del elemento producido a partir del ${}_{84}^{218}\text{Po}$, después de emitir cuatro partículas α y dos β .
25. El ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ se desintegra radiactivamente para dar ${}_{86}^{222}\text{Rn}$.
- Indica el tipo de emisión radiactiva y escribe la correspondiente ecuación.
 - Calcula la energía liberada en el proceso.
 $m_{\text{Ra}} = 225,9771 \text{ u}; \quad m_{\text{Rn}} = 221,9703 \text{ u}; \quad m_{\text{He}} = 4,0026 \text{ u}; \quad 1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
26. El ${}_{53}^{131}\text{I}$ se desintegra por emisión β con un período de semidesintegración de 8 días. Una muestra de este material presenta una actividad de 10^5 Ci .
- Escribir la ecuación del proceso nuclear que tiene lugar.
 - ¿Cuántos núcleos de I-131 existen en la muestra inicial?
 - ¿Cuál será la actividad radiactiva de la muestra 2 días después?
27. Se tiene una muestra de 20 g de Po-210, cuyo período de semidesintegración es de 138 días. ¿Qué cantidad quedará transcurridos 30 días?
28. ¿Qué es una serie radiactiva? Cita un ejemplo.
29. Completa las siguientes reacciones nucleares
- ${}_{13}^{27}\text{Al} + \quad \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1\text{n}$
 - ${}_{4}^9\text{Be} + {}_2^4\text{He} \rightarrow \quad + {}_0^1\text{n}$
 - $\quad + {}_1^1\text{H} \rightarrow 2{}_2^4\text{He}$
 - ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_7^{14}\text{N} + \quad$
30. Algunos átomos de ${}_{7}^{14}\text{N}$ atmosférico chocan con un neutrón y se transforman en ${}_{6}^{14}\text{C}$ que, por emisión β , se convierten de nuevo en nitrógeno. Escribe las correspondientes reacciones nucleares.

- Los restos de animales recientes contienen mayor proporción de C-14 que los de animales antiguos. ¿A qué se debe este hecho y qué aplicación tiene?
31. Calcula el defecto de masa, la energía de enlace y la energía de enlace por nucleón para el núcleo de He-3. $m_p = 1,00729 u$; $m_n = 1,00867 u$; $m_{He} = 3,01603 u$
 32. Determina la energía de enlace por nucleón del ${}^{56}_{26}Fe$ y del ${}^{39}_{19}K$ si las masas de los núcleos son 55,934939 y 38,964001 U, respectivamente. $m_p = 1,007276 u$; $m_n = 1,008665 u$
 33. Una sustancia radiactiva se desintegra según la ecuación $N = N_0 e^{-0,40t}$, en unidades del SI. Calcula su período de semidesintegración.
 34. El Rn-222 se desintegra con un período de 3,9 días. Si inicialmente se dispone de 20 μg , ¿cuánto quedará al cabo de 7,6 días?
 35. La constante de desintegración de una sustancia radiactiva es $2 \cdot 10^{-6} s^{-1}$. Si tenemos 200 g de ella, ¿cuánto tiempo debe transcurrir para que dicha cantidad se reduzca a 50 g? ¿Cuáles son su período de semidesintegración y su semivida?
 36. La semivida del Ra-226 es de 1600 años. Calcula la actividad radiactiva de una muestra de 2 g de Ra-226.
 37. Debido a la desintegración β del Rb-87, los minerales de rubidio contienen estroncio. Se analizó un mineral y se comprobó que contenía el 0,85% de rubidio y el 0,0089% de estroncio. Suponiendo que todo el estroncio proviene de la desintegración del rubidio, y que el período de semidesintegración de éste es $5,7 \cdot 10^{10}$ años, calcula la edad del mineral sabiendo que sólo el 27,8% del rubidio natural es Rb-87.
 38. Completa las siguientes reacciones nucleares.
 - a) ${}^{58}_{28}Ni + {}^1_1H \rightarrow {}^1_0n +$
 - b) ${}^{59}_{27}Co + {}^1_0n \rightarrow {}^{60}_{27}Co +$
 - c) ${}^{39}_{19}K + \alpha \rightarrow p +$
 - d) ${}^{10}_5B + \alpha \rightarrow {}^4_2He + {}^8_4Be$
 39. Calcula la energía que se libera en la reacción nuclear ${}^7_3Li + {}^1_1H \rightarrow 2 {}^4_2He$.
 $m_{Li} = 7,0182 u$; $m_p = 1,0073 u$; $m_{He} = 4,0038 u$
 40. Cuando un núcleo de ${}^{226}_{88}Ra$ emite una partícula α se convierte en un núcleo de radón (Rn).
 - a) Escribe la ecuación del proceso nuclear correspondiente.
 - b) Suponiendo que toda la energía generada en el proceso se transfiere a la partícula α , calcula su energía cinética y su velocidad.
 $m_{Ra} = 226,025406 u$; $m_{Rn} = 222,017574 u$; $m_{\alpha} = 4,002603 u$
 41. Se ha medido la actividad de una muestra de madera prehistórica, observándose que se desintegran 90 átomos/hora, cuando en una muestra actual de la misma naturaleza la tasa de desintegración es de 700 átomos/hora. Calcula la antigüedad de la madera. El período de semidesintegración del C-14 es de 5730 años.
 42. El período de semidesintegración de un elemento radiactivo es de 28 años. ¿Cuánto tiempo debe transcurrir para que su cantidad se reduzca al 75% de la muestra inicial?

SOLUCIONES

1. -
2. -
3. $h = 6,8 \cdot 10^{-34} J \cdot s$; $W = 5,5 \cdot 10^{-19} J$
4. -
5. $\Delta p \geq 1,06 \cdot 10^{-24} kg \cdot \frac{m}{s}$; $\Delta V \geq 628 \frac{m}{s}$ para el neutrón, $1,06 \cdot 10^{-23}$ para la piedra
6. $\lambda_M = 6,4 \cdot 10^{-7} m$ (640 nm)
7. $f_0 = 4,8 \cdot 10^{14} Hz$; $\lambda_0 = 625 nm$; $E_c = 7,96 \cdot 10^{-20} J$ (0,5 eV)

8. $W = 3 \cdot 10^{-19} J$; $f_0 = 4,5 \cdot 10^{14} Hz$
9. $W = 3,38 \cdot 10^{-19} J$; $\lambda_0 = 5,88 \cdot 10^{-7} m$ (588 nm)
10. -
11. -
12. Más que duplicarse. ¿Por qué?
13. Entre 380 y 600 nm; $v = 6,04 \cdot 10^5 m/s$
14. $W = 7,23 \cdot 10^{-19} J$ (4,52 eV); $v = 6,31 \cdot 10^5 m/s$
15. $N = 6 \cdot 10^{15}$ fotones
16. $W = 5,02 \cdot 10^{-19} J$
17. $\lambda = 9,72 \cdot 10^{-8} m$
18. $\Delta E = 3,38 \cdot 10^{-19} J$
19. $f = 4,6 \cdot 10^{14} s^{-1}$; $E = 3,06 \cdot 10^{-19} J$; $p = 1,02 \cdot 10^{-27} Kg m/s$
20. -
21. $v_e = 1,56 \cdot 10^5 m/s$
22. $E_c = 10 eV$; $v_p = 4,38 \cdot \frac{10^4 m}{s}$; $\lambda = 9,06 \cdot 10^{-12} m$
23. -
24. -
25. $E = 6,39 \cdot 10^{-13} J$
26. $N = 3,7 \cdot 10^{21}$ núcleos; $A = 1,15 \cdot 10^4 Ci$
27. $m = 17,2 g$
28. -
29. -
30. -
31. $\Delta m = 7,22 \cdot 10^{-3} u$; $E = 6,72 MeV$; $\frac{E}{A} = 2,24 \frac{MeV}{nucleón}$
32. $8,55 \frac{MeV}{nucleón}$ y $8,30 \frac{MeV}{nucleón}$, respectivamente
33. $T = 1,73 s$
34. $m = 5,18 \mu g$
35. $t = 6,93 \cdot 10^5 s$; $T = 3,47 \cdot 10^5 s$; $\tau = 5 \cdot 10^5 s$
36. $A = 7,32 \cdot 10^{10} Bq$ (2 Ci)
37. $t = 3 \cdot 10^9 años$
38. -
39. $Q = 16,7 MeV$
40. $E_c = 7,86 \cdot 10^{-13} J$; $v = 1,53 \cdot 10^7 m/s$
41. $t = 16.957 años$
42. $t = 11,6 años$