

PROBLEMAS DE FISICA CUÁNTICA

1.- Calcula la temperatura superficial del Sol, así como la potencia irradiada por cm^2 de su superficie, sabiendo que la longitud de onda a la cual el espectro solar tiene un valor máximo de la energía emitida es $\lambda_m = 510 \text{ nm}$. Sol: $T = 5680 \text{ K}$; $U = 5,90 \cdot 10^3 \text{ W/cm}^2$

2.- Calcula los tres primeros cuantos de energía correspondientes a un oscilador que emite radiación en una longitud de onda en el vacío de 650 nm . Sol: $E_1 = 3,06 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $E_2 = 6,12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $E_3 = 9,18 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

3.- Calcula la longitud de las ondas materiales correspondientes a :

- a) Un electrón de 100 eV de energía cinética. Sol : $1,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
- b) Un balón de fútbol que se mueve a 25 m/s , si su masa es de 450 g . Sol : $5,9 \cdot 10^{-35} \text{ m}$
- c) Un coche de 2000 kg que circula a 144 km/h . Sol: $8,29 \cdot 10^{-39} \text{ m}$

4.- La energía de extracción del litio es de $0,37 \cdot 10^{-18} \text{ J}$. Al iluminar el litio con luz de $6,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ se emiten electrones, con lo que la placa de metal se carga con un potencial cada vez mayor. Calcula:

- a) La longitud de onda umbral. Sol: $\lambda = 538 \text{ nm}$
- b) El potencial que debe adquirir la placa para que cese la fotoemisión de electrones. Sol: $V = 0,30 \text{ V}$

5.- Sobre una superficie de cesio incide un haz de 2 mW de luz monocromática, de longitud de onda 456 nm . Si el trabajo de extracción del cesio es 2 eV , determina la intensidad de corriente de electrones que se libera suponiendo que el $0,40 \%$ de los fotones emiten electrones. Sol: $2,93 \mu\text{A}$

6.- La longitud de onda máxima que produce efecto fotoeléctrico en el tungsteno es de 230 nm . Si se ilumina una superficie de este metal con 1 mW de luz de longitud de onda 180 nm , determinar la intensidad de corriente electrónica que se libera y el potencial de detención necesario para anular esta corriente. Suponer un rendimiento en la extracción de electrones del $0,5\%$. Sol: $0,72 \mu\text{A}$; $1,5 \text{ V}$

7.- Se ilumina una superficie metálica con luz de longitud de onda $1/3 \mu\text{m}$ y emite electrones que pueden detenerse con un potencial retardador de $0,60 \text{ V}$. Si la longitud de onda de la luz se reduce a $0,238 \mu\text{m}$, el potencial necesario para detener los electrones emitidos es de $2,1 \text{ V}$. Determinar el trabajo de extracción del metal. Sol: $3,1 \text{ eV}$

8.- Una radiación de longitud de onda de 546 nm penetra en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio. Si la energía de extracción en el cesio es de 2 eV , calcula:

- a) La longitud de onda umbral del cesio. Sol: $\lambda = 622 \text{ nm}$
- b) El momento lineal de los fotones de la luz incidente. Sol: $1,21 \cdot 10^{-27} \text{ kg m/s}$
- c) La energía cinética y la velocidad de los electrones emitidos. Sol: $E_c = 4,43 \cdot 10^{-20} \text{ J}$; $v = 3,12 \cdot 10^5 \text{ m/s}$
- d) La velocidad con que llegan los electrones al ánodo si se aplica una diferencia de potencial de 100 V . Sol : $v' = 5,94 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

9.- Un haz luminoso monocromático de $4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ de longitud de onda incide sobre un material cuya energía de extracción es de 2 eV . El haz tiene una intensidad de $3,0 \cdot 10^{-9} \text{ W m}^{-2}$. Si suponemos que por cada fotón que incide sobre el material se produce un electrón, calcula:

- a) La longitud de onda de los electrones emitidos. Sol: $1,17 \cdot 10^{-9} \text{ m}$
- b) El número de electrones emitidos por metro cuadrado y segundo. Sol: $6,0 \cdot 10^9 \text{ electrones/m}^2\text{s}$

10.- Halla la longitud de onda de la radiación que debe absorber un átomo de hidrógeno para pasar del estado fundamental ($n=1$) al primer estado excitado ($n=2$). $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$.
Sol: $\lambda = 122 \text{ nm}$

11.- Un electrón del átomo de hidrógeno experimenta una transición desde $n_i = 4$ al estado con $n_f = 2$. Determinar la energía de los estados inicial y final y la frecuencia de la radiación emitida.
Sol: $E_i = -0,85 \text{ eV}$; $E_f = -3,40 \text{ eV}$; $\nu = 6,15 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

12.- En el modelo de Bohr del átomo de hidrógeno, el electrón gira alrededor del protón describiendo una órbita circular de radio r bajo la acción de una fuerza atractiva entre ambas partículas de tipo coulombiano. Calcula:

- La energía cinética del electrón en su órbita en función del radio de la misma.
- La relación entre la energía cinética y la energía potencial del electrón.
- La energía cinética y la energía total del electrón para $r = 0,530 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.
- La energía en eV que se debe suministrar al átomo de hidrógeno para ionizarlo (separar el electrón hasta el infinito). Sol: $13,6 \text{ eV}$

13.- Un haz de rayos X de longitud de onda $5,0 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ incide sobre un material con electrones débilmente ligados. Calcula:

- La longitud de onda de la radiación X secundaria dispersada por efecto Compton en una dirección que forme 45° con la dirección de incidencia. Sol: $\lambda' = 5,1 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
- La energía cinética del electrón dispersado. Sol: $7,8 \cdot 10^{-17} \text{ J}$

14.- La distancia entre los iones vecinos más próximos en el NaCl es de $5,63 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Calcula la indeterminación en el momento lineal de un haz de electrones que se utiliza para estudiar por difracción la estructura del cristal. Sol: $\Delta p_x = 0$; $\Delta p_y = \Delta p_z = 1,87 \cdot 10^{-25} \text{ kg m s}^{-1}$

15.- El tiempo medio que transcurre entre la excitación de un átomo y la emisión de un fotón es de 10^{-8} s .

- Calcula la incertidumbre asociada a la energía de los fotones emitidos en esas condiciones. Sol: $\Delta E = 1,06 \cdot 10^{-26} \text{ J}$
- ¿Cuál es la incertidumbre en la frecuencia de la luz emitida (que es un efecto cuántico responsable de una anchura irreductible de las rayas espectrales)? Sol: $\Delta \nu = 1,6 \cdot 10^7 \text{ Hz}$

16.- Un virus que posee una longitud de $0,1 \mu\text{m}$ y una masa de 10^{-20} g se mueve a una velocidad de 2 m/s . Mediante un microscopio electrónico puede determinarse su posición con una precisión de un 5% de su longitud.

- Halla la máxima precisión con la que puede determinarse su momento lineal. Sol: $\Delta p = 2,11 \cdot 10^{-26} \text{ kg m/s}$
- Compara la imprecisión de la medida de su posición con la longitud de onda de De Broglie asociada al virus e indica si existe margen para mejorar la precisión en la medida de su posición. Sol: Si

DATOS: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$