

# Capítulo 1

## SEMINARIO FÍSICA CUÁNTICA

1. Suponiendo que el Sol se comporta como un cuerpo negro con una temperatura de 6000 K, determina:
  - a) La energía por unidad de tiempo y de superficie radiada por el Sol.
  - b) La potencia total (energía por unidad de tiempo) radiada.
  - c) La longitud de onda de la luz más abundante en el espectro.
  - d) ¿Cuál será el color del Sol?

Dato:  $R_{sol} = 6,9 \cdot 10^8 \text{ m}$ ;  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$

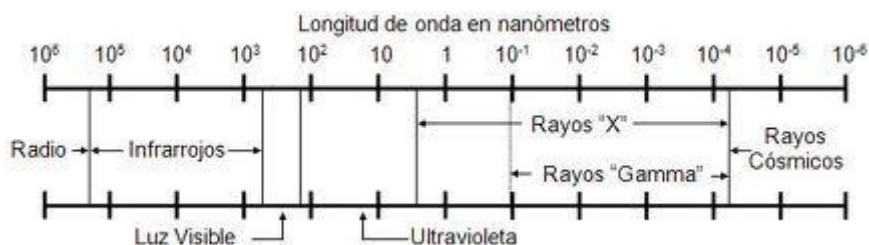
2. El espectro visible corresponde a radiaciones de longitud de onda comprendida entre 450 y 700 nm.
  - a) Calcule la energía correspondiente a la radiación visible de mayor frecuencia.
  - b) Razone si es o no posible conseguir ionización del átomo de litio con dicha radiación.

Datos:  $e = 1,9 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ;  $P.I. \text{ Litio} = 5,40\text{eV}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ;  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .

3. Para el conjunto de números cuánticos que aparecen en los siguientes apartados, explique si pueden corresponder a un orbital atómico y, en casos afirmativos, indique de qué orbital se trata.
  - a)  $n = 5, l = 2, m_l = 2$
  - b)  $n = 1, l = 0, m_l = -1/2$

- c)  $n = 2, l = -1, m_l = 1$   
 d)  $n = 3, l = 1, m_l = 0$
4. Calcula la longitud de onda de De Broglie asociada a una mosca de 3 g de masa que se desplaza a una velocidad de 3 m/s. Compárala con la asociada a un electrón ( $0,91 \cdot 10^{-27}$  g) que se mueve a la misma velocidad.
5. Una radiación de 320 nm que incide sobre una lámina de cinc es capaz de producir la emisión de electrones con una energía cinética de  $9,9 \cdot 10^{-20}$  J. Calcular la energía y frecuencia umbrales. Dato:  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Js.
6. Si la energía de ionización del K gaseoso es de 418 KJ/mol:
- Calcule la energía mínima que ha de tener un fotón para poder ionizar un átomo de K.
  - Calcule la frecuencia asociada a esta radiación y, a la vista de la tabla, indique a que región del espectro electromagnético pertenece.(1 punto)
  - ¿Podría ionizarse este átomo con luz de otra región espectral?. Razone la respuesta. En caso afirmativo, indique una zona de espectro que cumpla dicho requisito.

Datos:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Js;  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>;  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s.



7. Calcula en los dos casos la diferencia de potencial con que debe ser acelerado un protón que parte del reposo para que después de atravesar dicho potencial:
- El momento lineal del protón sea  $10^{-21}$  kgms<sup>-1</sup>.
  - La longitud de onda de De Broglie asociada al protón sea  $5 \cdot 10^{-13}$  m.

Datos:  $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Js

8. El potencial de frenado de los electrones emitidos por la plata cuando se incide sobre ella con luz de longitud de onda de 200 nm es 1,48 V. Deduce:

- a) La función trabajo (o trabajo de extracción) de la plata, expresado en eV.
- b) La longitud de onda umbral en nm para que se produzca el efecto fotoeléctrico.

Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

9. Un fotón de 1,25 MeV es dispersado por efecto Compton con un ángulo de  $45^\circ$  por un electrón libre en reposo. Calcula las frecuencias del fotón incidente y el fotón dispersado Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
10. De un blanco de carbono se dispersan rayos X con  $\lambda_0 = 100 \text{ pm}$ . La radiación dispersada se observa a  $90^\circ$  del haz incidente.
  - a) ¿Cuál es el corrimiento Compton,  $\Delta\lambda$ ?
  - b) ¿Qué energía cinética se imprime al electrón de retroceso?

Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

11. Cuando un átomo se encuentra excitado, pierde el exceso de energía en forma de fotones de frecuencia determinada. El tiempo medio entre la excitación y la emisión de un fotón es de unos  $1,0 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ 
  - a) Calcula la indeterminación en la medida de la energía de los fotones emitidos.
  - b) Calcula la indeterminación en la frecuencia de esta radiación (este efecto cuántico es responsable de una anchura irreductible de las rayas espectrales). Esta anchura no depende de la calidad del espectroscopio utilizado.

12. (S16) Luz ultravioleta de 220 nm de longitud de onda incide sobre una placa metálica produciendo la emisión de electrones. Si el potencial de frenado es de 1,5 V, determine:

- a) La energía de los fotones incidentes y la energía cinética máxima de los electrones emitidos.
- b) La función de trabajo del metal.

Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

13. (J16) Al incidir luz de longitud de onda  $\lambda = 276,25 \text{ nm}$  sobre un cierto material, los electrones emitidos con una energía cinética máxima pueden ser frenados hasta detenerse aplicando una diferencia de potencial de 2 V. Calcule:

- a) El trabajo de extracción del metal.
- b) La longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con una energía cinética máxima.

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

14. (M16) Calcule:

- a) Calcule la velocidad de los átomos de Helio que tienen asociada una longitud de onda de De Broglie de 0,103 nm.
- b) La función de trabajo para la plata (Ag) es de 4,7 eV. Sobre la superficie de dicho metal incide luz ultravioleta de longitud de onda  $\lambda = 200 \text{ nm}$ . Calcule el potencial de frenado necesario para parar los electrones emitidos por la plata.

Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ;  $m_{He} = 6,62 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

15. (S15) Calcule:

- a) Un haz de electrones se acelera desde el reposo con una diferencia de potencial de 1000 V. Determine la longitud de onda asociada a los electrones.
- b) Si una determinada radiación electromagnética, cuya longitud de onda vale  $\lambda = 0,04 \text{ nm}$ , incide sobre una superficie de platino, cuyo trabajo de extracción equivale a 6,4 eV, ¿qué energía cinética máxima tendrán los electrones extraídos por efecto fotoeléctrico?

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

16. (J15) Calcule:

- a) Determine la velocidad de un electrón para que su longitud de onda asociada sea la misma que la de un fotón de 1,3 eV.
- b) ¿Cuál es la longitud de onda de dicho electrón?

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

17. (S16) Sobre un metal, cuyo trabajo de extracción es de 1,6 eV, incide un rayo láser de 30 mW de potencia cuyos fotones tienen una longitud de onda de 633 nm. Determine:

- a) La energía de los fotones incidentes y la energía cinética máxima de los electrones emitidos en eV.

b) El número de fotones que, por segundo, incide sobre la muestra metálica.

Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

18. (M15) La longitud de onda umbral de la plata para el efecto fotoeléctrico es 262 nm.

a) Halle la función de trabajo de la plata (trabajo de extracción).

b) Sobre una lámina de plata incide radiación electromagnética monocromática de 175 nm. ¿Cuál es la velocidad máxima de los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico?

Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

19. (S14) La función de trabajo del Cesio es 2,20 eV. Determine:

a) La longitud de onda umbral del efecto fotoeléctrico en el Cesio.

b) Si sobre una muestra de Cesio incide luz de longitud de onda de 390 nm, ¿cuál será la velocidad máxima de los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico?

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

20. (J14) Una fuente luminosa emite luz monocromática de longitud de onda 500 nm. La potencia emitida por la fuente es 1 W. Calcule:

a) La energía del fotón emitido y el número de fotones por segundo que emite la fuente.

b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos por una lámina de Cesio sobre la que incide esta radiación.

Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ;  $W_0(\text{Cs}) = 2,1 \text{ eV}$

21. (J14) Sobre un cierto metal cuya función de trabajo (trabajo de extracción) es 1,3 eV incide un haz de luz cuya longitud de onda es 662 nm. Calcule:

a) La energía cinética máxima de los electrones emitidos.

b) La longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con la máxima energía cinética posible.

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

22. (S13) Calcule:

- a) Calcule la longitud de onda de un fotón que posea la misma energía que un electrón en reposo.
- b) Calcule la frecuencia de dicho fotón y, a la vista de la tabla, indique a qué tipo de radiación correspondería.

Ultravioleta	Entre $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz y $3 \cdot 10^{17}$ Hz
Rayos X	Entre $3 \cdot 10^{17}$ Hz y $3 \cdot 10^{19}$ Hz
Rayos Gamma	Más $3 \cdot 10^{19}$ Hz

Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ ;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

23. (J13) Una radiación electromagnética de longitud de onda en el vacío  $\lambda = 0,2 \mu\text{m}$  incide sobre un metal cuya frecuencia umbral es de  $3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . Calcule:
- a) La energía cinética máxima de los electrones emitidos.
- b) El potencial eléctrico que es necesario aplicar para frenarlos.

Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

24. (J13) Los electrones emitidos por una superficie metálica tienen una energía cinética máxima de 2,5 eV para una radiación incidente de 350 nm de longitud de onda. Calcule:
- a) El trabajo de extracción de un mol de electrones en julios.
- b) La diferencia de potencial mínima (potencial de frenado) requerida para frenar los electrones emitidos.

Datos:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

25. (S12) El trabajo de extracción de un material metálico es 2,5 eV. Se ilumina con luz monocromática y la velocidad máxima de los electrones emitidos es de  $1,5 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$ . Determine:
- a) La frecuencia de la luz incidente y la longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos.
- b) La longitud de onda con la que hay que iluminar el material metálico para que la energía cinética máxima de los electrones emitidos sea de 1,9 eV.

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