

Relación Problemas Tema 11: Física Cuántica

Problemas

1.- Determinar la energía de un fotón para:

- Ondas de radio de 1500 kHz
- Luz verde de 550 nm
- Rayos X de 0,06 nm

(para todas, el medio de propagación es el vacío)

Solución: a) $9,9 \cdot 10^{-28}$ J ; b) $3,6 \cdot 10^{-19}$ J ; c) $3,3 \cdot 10^{-15}$ J

2.- Una estación de radio emite con una $\lambda = 25$ m. Calcular:

- ν de las OEM emitidas
- Energía de los fotones
- Número de fotones emitidos por segundo si la potencia de la emisora es de 6 kW.

Solución: a) 1200 kHz ; b) $7,9 \cdot 10^{-27}$ J ; c) $7,6 \cdot 10^{29}$ fotones/s

3.- Un haz de luz de 400 nm incide sobre un fotocátodo de Ce, cuyo trabajo de extracción es de 1,8 eV.

Calcular:

- Energía máxima de los fotoelectrones.
- Número de fotones emitidos por segundo y unidad de superficie para un haz de 10^{-3} W/m².
(dato: velocidad de la luz en el vacío = $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Solución: a) $2,1 \cdot 10^{-19}$ J ; b) $2 \cdot 10^{15}$ fotones \cdot s⁻¹ \cdot m⁻²

4.- Una radiación de $1,5 \mu\text{m}$ incide sobre una superficie metálica y produce la emisión de fotoelectrones con una velocidad de 10^5 m s⁻¹. Calcular:

- Trabajo de extracción del metal
- Frecuencia umbral de fotoemisión
(Datos: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg)

Solución: a) $1,25 \cdot 10^{-19}$ J ; b) $1,9 \cdot 10^{14}$ Hz

5.- Calcular la longitud de onda (λ) asociada a:

- Un electrón acelerado por una $\Delta V = 100$ V.
- Un electrón de $E_c = 1$
- Una bala de 10 g que se mueve a 500 m s⁻¹
- Un automóvil de 1000 kg con $v = 100$ m/s

Solución: a) $1,23 \cdot 10^{-10}$ m ; b) $1,23 \cdot 10^{-9}$ m ; c) $1,32 \cdot 10^{-34}$ m (insignificante); d) $6,62 \cdot 10^{-39}$ m (insignificante)

6.- Calcular la incertidumbre en la determinación de la posición en los siguientes casos:

- Electrón cuya velocidad, de 7000 km/s, se ha medido con una incertidumbre del 0,003%
- Partícula de 50 g que se desplaza a una velocidad de 300 m/s, medida con la misma incertidumbre que el caso anterior.

Solución: a) $2,8 \cdot 10^{-7}$ m ; b) $1,2 \cdot 10^{-31}$ m (despreciable)

7. Al iluminar una superficie metálica con una longitud de onda $\lambda_1 = 200$ nm, el potencial de frenado de los fotoelectrones es de 2 V, mientras que si la longitud de onda es $\lambda_2 = 240$ nm, el potencial de frenado se reduce a 1 V. Obtener:

- Trabajo de extracción del metal
- El valor que resulta para la cte de Planck, h, en esta experiencia.

(Datos: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; $c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Solución: a) $6,4 \cdot 10^{-34}$ J \cdot s ; b) $6,4 \cdot 10^{-19}$ J

8.- Cuando chocan un electrón y un positrón en determinadas condiciones, la masa total de ambos se transforma en energía radiante en forma de dos fotones o cuantos de luz, de igual energía. Calcula:

- La energía total producida, expresada en eV.
- La frecuencia de la radiación producida.
- La longitud de onda de la misma.

Datos: $m_e = m_p = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg; $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C; $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J

Solución: a) $E = 1,02$ MeV ; b) $f = 1,24 \cdot 10^{20}$ Hz ; c) $\lambda = 2,42 \cdot 10^{-12}$ m

9.- Cuando un fotón choca con un electrón en la superficie de un material, el fotón transfiere toda su energía al electrón. ¿De qué magnitudes depende la energía del fotón? ¿El electrón con la energía recibida será emitido siempre, o bajo qué condiciones?

10.- Los fotones de luz cuya frecuencia es la frecuencia umbral para un cierto metal tienen una energía de 2 eV. ¿Cuál es la energía cinética máxima, expresada en eV, de los electrones emitidos por ese metal cuando se ilumina con la luz cuyos fotones tienen 3 eV de energía?

Solución: 1 eV

11.- Si en un cierto metal se produce el efecto fotoeléctrico con luz de frecuencia f_0 , ¿se producirá también con luz de frecuencia $2f_0$? Razona tu respuesta.

12.- Sobre la superficie del potasio incide luz de $6 \cdot 10^{-8}$ m de longitud de onda. Sabiendo que la longitud de onda umbral para el potasio es de $7,5 \cdot 10^{-7}$ m. Calcula:

- El trabajo de extracción de los electrones en el potasio.
- La energía cinética máxima de los electrones emitidos.

Datos: $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J s; $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹

Solución: a) $W_e = 1,66$ eV ; b) $E_c = 19,1$ eV

13.- Los fotoelectrones expulsados de la superficie de un metal por una luz de 400 nm de longitud de onda en el vacío son frenados por una diferencia de potencial de 0,8 V.

- Determina la función de trabajo del metal.
- ¿Qué diferencia de potencial se requiere para frenar los electrones expulsados de dicho metal por una luz de 300 nm de longitud de onda en el vacío?

Datos: $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s

Solución: a) $W_e = 2,3$ eV ; b) $\Delta V = 1,8$ V

14.- Considera las longitudes de onda de De Broglie de un electrón y de un protón. Razona cuál es la menor si tienen:

- El mismo módulo de la velocidad.
- La misma energía cinética.

Suponemos velocidades no relativistas.

15.- Dos partículas no relativistas tienen asociada la misma longitud de onda de De Broglie. Sabiendo que la masa de una de ellas es el triple que la masa de la otra, determina:

- La relación entre sus momentos lineales.
- La relación entre sus velocidades.

Solución: a) $p_1 = p_2$; b) $v_2 = 3 v_1$

16.- ¿Qué velocidad ha de tener un electrón para que su longitud de onda de De Broglie sea 200 veces mayor que la correspondiente a un neutrón de energía cinética 6 eV?

Datos: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; $m_n = 1,7 \cdot 10^{-27}$ kg; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹

Solución: $v = 3,1 \cdot 10^5$ m/s

17.- Un fotón posee una longitud de onda igual a $2,0 \cdot 10^{-11}$ m. Calcula la cantidad de movimiento y la energía que tiene.

Dato: Constante de Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s

Solución: $p = 3,3 \cdot 10^{-23}$ kg m/s ; $E = 9,94 \cdot 10^{-15}$ J

18.- Un metal, para el que la longitud de onda umbral de efecto fotoeléctrico es $\lambda_0 = 275$ nm, se ilumina con luz de $\lambda = 180$ nm.

- a) Explique el proceso en términos energéticos.
 b) Calcule la longitud de onda, frecuencia y energía cinética de los fotoelectrones.
 Datos: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$

19.- Un protón se acelera desde el reposo mediante una diferencia de potencial de 50 kv.

- a) Haga un análisis energético del problema y calcule la longitud de onda de De Broglie asociada a la partícula.
 b) ¿Qué diferencia cabría esperar si en lugar de un protón la partícula acelerada fuera un electrón?
 Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

20.- El cátodo de una célula fotoeléctrica se ilumina simultáneamente con dos radiaciones monocromáticas: $I_1 = 228 \text{ nm}$ y $I_2 = 524 \text{ nm}$. El trabajo de extracción de un electrón de este cátodo es $W = 3,40 \text{ eV}$.

- a) ¿Cuál de las radiaciones produce efecto fotoeléctrico? Razone la respuesta.
 b) Calcule la velocidad máxima de los electrones emitidos. ¿Cómo variaría dicha velocidad al duplicarla intensidad de la radiación luminosa incidente?
 Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

21.- Sea una célula fotoeléctrica con fotocátodo de potasio, de trabajo de extracción $2,22 \text{ eV}$. Mediante un análisis energético del problema, conteste razonadamente a las siguientes preguntas:

- a) ¿Se podría utilizar esta célula fotoeléctrica para funcionar con luz visible? (El espectro visible está comprendido entre $380 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ y $780 \cdot 10^{-9} \text{ m}$).
 b) En caso afirmativo, ¿cuánto vale la longitud de onda asociada a los electrones de máxima energía extraídos con luz visible?
 Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

22.- El material fotográfico suele contener bromuro de plata, que se impresiona con fotones de energía superior a $1,7 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- a) ¿Cuál es la frecuencia y la longitud de onda del fotón que es justamente capaz de activar una molécula de bromuro de plata?
 b) La luz visible tiene una longitud de onda comprendida entre $380 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ y $780 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. Explique el hecho de que una luciérnaga, que emite luz visible de intensidad despreciable, pueda impresionar una película fotográfica, mientras que no puede hacerlo la radiación procedente de una antena de televisión que emite a 100 MHz , a pesar de que su potencia es de 50 kw .
 Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

23.- Un haz de electrones es acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de 100 V .

- a) Haga un análisis energético del proceso y calcule la longitud de onda de los electrones tras ser acelerados, indicando las leyes físicas en que se basa.
 b) Repita el apartado anterior para el caso de protones y calcule la relación entre las longitudes de onda obtenidas en ambos apartados.
 Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

24.- Un haz de luz de longitud de onda $546 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ penetra en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio, cuyo trabajo de extracción es 2 eV .

- a) Explique las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcule la energía cinética máxima de los electrones emitidos.
 b) ¿Qué ocurriría si la longitud de onda incidente en la célula fotoeléctrica fuera el doble de la anterior?
 Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

25.- Un átomo de plomo se mueve con una energía cinética de 10^7 eV .

- a) Determine el valor de la longitud de onda asociada a dicho átomo.
 b) Compare dicha longitud de onda con las que corresponderían, respectivamente, a una partícula de igual masa y diferente energía cinética y a una partícula de igual energía cinética y masa diferente.
 Datos: $h = 6,36 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_{Pb} = 207 \text{ u}$

26.- Al absorber un fotón se produce en un átomo una transición electrónica entre dos niveles separados por una energía de $12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- a) Explique, energéticamente, el proceso de absorción del fotón por el átomo. ¿Volverá espontáneamente el átomo a su estado inicial?
- b) Si el mismo fotón incidiera en la superficie de un metal cuyo trabajo de extracción es de 3 eV, ¿se producirá emisión fotoeléctrica?

Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

27.- Al incidir luz de longitud de onda $\lambda = 620 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ sobre una fotocélula se emiten electrones con una energía cinética máxima de 0,14 eV.

- a) Calcule el trabajo de extracción y la frecuencia umbral de la fotocélula.
- b) ¿Qué diferencia cabría esperar en los resultados del apartado a) si la longitud de onda incidente fuera doble?

Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

28.- Un haz de luz de longitud de onda $546 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ incide en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV:

- a) Explicar las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcular la energía cinética máxima de los electrones emitidos.
- b) ¿Qué ocurriría si la longitud de onda de la radiación incidente en la célula fotoeléctrica fuera el doble de la anterior?

$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

29.- Un haz de luz de longitud de onda $477 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ incide sobre una célula fotoeléctrica de cátodo de potasio, cuya frecuencia umbral es $5,5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

- a) Explique las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcule la energía cinética máxima de los electrones emitidos.
- b) Razone si se produciría efecto fotoeléctrico al incidir radiación infrarroja sobre la célula anterior. (La región infrarroja comprende longitudes de onda entre 10^{-3} m y $7,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}$).

Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

30.- Una lámina metálica comienza a emitir electrones al incidir sobre ella radiación de longitud de onda $5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

- a) Calcule con qué velocidad saldrán emitidos los electrones si la radiación que incide sobre la lámina tiene una longitud de onda de $4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.
- b) Razone, indicando las leyes en que se basa, qué sucedería si la frecuencia de la radiación incidente fuera de $4,5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$.

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

31.- Al estudiar experimentalmente el efecto fotoeléctrico en un metal se observa que la mínima frecuencia a la que se produce dicho efecto es de $1,03 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.

- a) Calcule el trabajo de extracción del metal y el potencial de frenado de los electrones emitidos si incide en la superficie del metal una radiación de frecuencia $1,8 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.
- b) ¿Se produciría efecto fotoeléctrico si la intensidad de la radiación incidente fuera el doble y su frecuencia la mitad que en el apartado anterior? Razone la respuesta.

Datos : $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

32.- Se acelera un protón mediante una diferencia de potencial de 3000 V.

- a) Calcule la velocidad del protón y su longitud de onda de De Broglie.
- b) Si en lugar de un protón fuera un electrón el que se acelera con la misma diferencia de potencial, ¿tendría la misma energía cinética? ¿Y la misma longitud de onda asociada? Razone sus respuestas.

Datos: $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

33.- Se trata de medir el trabajo de extracción de un nuevo material. Para ello se provoca el efecto fotoeléctrico haciendo incidir una radiación monocromática sobre una muestra A de ese material y, al mismo tiempo, sobre otra muestra B de otro material cuyo trabajo de extracción es $\Phi_B = 5 \text{ eV}$. Los potenciales de frenado son $V_A = 8 \text{ V}$ y $V_B = 12 \text{ V}$, respectivamente. Calcule:

- a) La frecuencia de la radiación utilizada.
- b) El trabajo de extracción Φ_A .

Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

34.- Si iluminamos la superficie de un cierto metal con un haz de luz ultravioleta de frecuencia $2,1 \cdot 10^{15}$ Hz, los fotoelectrones emitidos tienen una energía cinética máxima de 2,5 eV.

- Explique por qué la existencia de una frecuencia umbral para el efecto fotoeléctrico va en contra de la teoría ondulatoria de la luz.
- Calcule la función trabajo del metal y su frecuencia umbral.

Datos: $h = 6,6310^{-34}$ J s ; $e = 1,610^{-19}$ C

35.- El trabajo de extracción del aluminio es 4,2 eV. Sobre una superficie de aluminio incide radiación electromagnética de longitud de onda $200 \cdot 10^{-9}$ m. Calcule razonadamente:

- La energía cinética de los fotoelectrones emitidos y el potencial de frenado.
- La longitud de onda umbral para el aluminio.

Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹ ; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J

36.- a) Cuál es la energía de un fotón cuya cantidad de movimiento es la misma que la de un neutrón de energía 4 eV.

b) ¿Cómo variaría la longitud de onda asociada al neutrón si se duplicase su energía?

Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹ ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m_n = 1,7 \cdot 10^{-27}$ kg

37.- a) ¿Cuál es la energía cinética de un electrón cuya longitud de onda de De Broglie es de 10^{-9} m?

b) Si la diferencia de potencial utilizada para que el electrón adquiriera la energía cinética se reduce a la mitad, ¿cómo cambia su longitud de onda asociada? Razone la respuesta.

$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg

38.- Al incidir luz de longitud de onda 620 nm en la superficie de una fotocélula, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es 0,14 eV.

- Determine la función trabajo del metal y el potencial de frenado que anula la fotoemisión.
- Explique, con ayuda de una gráfica, cómo varía la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos al variar la frecuencia de la luz incidente.

Datos: $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹ ; $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C

39.- a) En un microscopio electrónico se aplica una diferencia de potencial de 20 kV para acelerar los electrones. Determine la longitud de onda de los fotones de rayos X de igual energía que dichos electrones.

b) Un electrón y un neutrón tienen igual longitud de onda de De Broglie. Razone cuál de ellos tiene mayor energía.

Datos: $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹ ; $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg ; $m_n = 1,7 \cdot 10^{-27}$ kg

40.- Al iluminar la superficie de un metal con luz de longitud de onda 280 nm, la emisión de fotoelectrones cesa para un potencial de frenado de 1,3 V.

- Determine 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. Razone cómo cambian, debido a la oxidación del metal: i) la energía cinética máxima de los fotoelectrones; ii) la frecuencia umbral de emisión; iii) la función trabajo.

Datos: $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹ ; $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C

41.- Un haz de electrones se acelera con una diferencia de potencial de 30 kV. a) Determine la longitud de onda asociada a los electrones. b) Se utiliza la misma diferencia de potencial para acelerar electrones y protones. Razone si la longitud de onda asociada a los electrones es mayor, menor o igual a la de los protones. ¿Y si los electrones y los protones tuvieran la misma velocidad?

$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg

42.- Sobre una superficie de sodio metálico inciden simultáneamente dos radiaciones monocromáticas de longitudes de onda $\lambda_1 = 500$ nm y $\lambda_2 = 560$ nm. El trabajo de extracción del sodio es 2,3 eV.

- a) Determine la frecuencia umbral de efecto fotoeléctrico y razone si habría emisión fotoeléctrica para las dos radiaciones indicadas.
- b) Explique las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcule la velocidad máxima de los electrones emitidos.

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

43.- Un fotón incide sobre un metal cuyo trabajo de extracción es 2 eV. La energía cinética máxima de los electrones emitidos por ese metal es 0,47 eV.

- a) Explique las transformaciones energéticas que tienen lugar en el proceso de fotoemisión y calcule la energía del fotón incidente y la frecuencia umbral de efecto fotoeléctrico del metal.
- b) Razone cuál sería la velocidad de los electrones emitidos si la energía del fotón incidente fuera 2 eV.

Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

44.- Al incidir un haz de luz de longitud de onda $625 \cdot 10^9 \text{ m}$ sobre una superficie metálica, se emiten electrones con velocidades de hasta $4,6 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$

- a) Calcule la frecuencia umbral del metal.
- b) Razone cómo cambiaría la velocidad máxima de salida de los electrones si aumentase la frecuencia de la luz ¿Y si disminuyera la intensidad del haz de luz?

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

45.- a) Un haz de electrones se acelera bajo la acción de un campo eléctrico hasta una velocidad de $6 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. Haciendo uso de la hipótesis de De Broglie calcule la longitud de onda asociada a los electrones.

b) La masa del protón es aproximadamente 1800 veces la del electrón. Calcule la relación entre las longitudes de onda de De Broglie de protones y electrones suponiendo que se mueven con la misma energía cinética.

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

46.- Sobre un metal cuyo trabajo de extracción es de 3 eV se hace incidir radiación de longitud de onda de $2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

- a) Calcule la velocidad máxima de los electrones emitidos analizando los cambios energéticos que tienen lugar.
- b) Determine la frecuencia umbral de fotoemisión del metal.

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

47.- Un haz de electrones se acelera desde el reposo con una diferencia de potencial. Tras ese proceso la longitud de onda asociada a los electrones es de $8 \cdot 10^{-11} \text{ m}$.

- a) Haga un análisis energético del proceso y determine la diferencia de potencial aplicada a los electrones.
- b) Si un haz de protones se acelera con esa diferencia de potencial determine la longitud de onda asociada a los protones.

Datos: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $m_p = 1840 m_e$

48.- Al iluminar potasio con luz amarilla de sodio de $\lambda = 5890 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ se liberan electrones con una energía cinética máxima de $0,577 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ y al iluminarlo con luz ultravioleta de una lámpara de mercurio de $\lambda = 2537 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, la energía cinética máxima de los electrones emitidos es $5,036 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- a) Explique el fenómeno descrito en términos energéticos y determine el valor de la constante de Planck.
- b) Calcule el valor del trabajo de extracción del potasio.

Datos: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

49.- a) Calcule la energía cinética de un electrón cuya longitud de onda de de Broglie es $5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. b) Razone si un protón con la misma longitud de onda asociada tendría la misma energía cinética.

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$