

FÍSICA CUÁNTICA

1. (JUN 2008) 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. Deduzca:
 - 1 a) La función de trabajo (o trabajo de extracción) de la plata, expresada en eV.
 - 2 b) La longitud de onda umbral en nm para que se produzca el efecto fotoeléctrico.

2. (JUN 2007) Un protón que se mueve con velocidad constante en el sentido positivo del eje X penetra en una región del espacio donde hay un campo eléctrico $\vec{E} = 4 \cdot 10^5 \vec{k} \text{ N/C}$ y un campo magnético $\vec{B} = -2 \vec{j} \text{ T}$ siendo \vec{j} y \vec{k} los vectores unitarios en las direcciones de los ejes Y y Z respectivamente.
 - a) Determine la velocidad que debe llevar el protón para que atraviese dicha región sin ser desviado.
 - b) En las condiciones del apartado anterior, calcule la longitud de onda de De Broglie del protón.

3. (SEP 2007) Determine la longitud de onda de De Broglie y la energía cinética, expresada en eV, de:
 - a) un electrón cuya longitud de onda de De Broglie es igual a la longitud de onda en el vacío de un fotón de energía 10^4 eV
 - b) una piedra de masa 80 g que se mueve con una velocidad de 2 m/s.

4. (JUN 2006) Calcule en los dos casos siguientes la diferencia de potencial con que debe ser acelerado un protón que parte del reposo para que después de atravesar dicho potencial:
 - a) El momento lineal del protón sea $10^{-21} \text{ kg m s}^{-1}$
 - b) La longitud de onda de De Broglie asociada al protón sea $5 \times 10^{-13} \text{ m}$.

5. (JUN 2005) Un electrón que parte del reposo es acelerado por una diferencia de potencial de 50 V. Calcule:
 - a) El cociente entre los valores de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad alcanzada por el electrón.
 - b) La longitud de onda de De Broglie asociada al electrón después de atravesar dicho potencial.

6. (SEP 2005) Un protón que parte del reposo es acelerado por una diferencia de potencial de 10 V. Determine:
 - a) La energía que adquiere el protón expresada en eV y su velocidad en m/s.
 - b) La longitud de onda de De Broglie asociada al protón moviéndose con la velocidad anterior.

7. (SEP 2004) El trabajo de extracción para el Na es de 2,5 eV. Calcule:
 - a) La longitud de onda de la radiación que debemos usar para que los electrones salgan del metal con una velocidad máxima de 10^7 m/s .
 - b) La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones que salen del metal con la velocidad de 10^7 m/s .

Datos: Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$; Velocidad de la luz en el vacío $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; Masa del protón $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Masa del electrón $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

FÍSICA CUÁNTICA - HOJA 1

① $V = 1,48 \text{ V}$ $\lambda = 200 \text{ nm} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-7}} = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

a)
$$\left. \begin{aligned} h\nu &= W_0 + E_{c \text{ max}} \\ E_{c \text{ max}} &= qV \end{aligned} \right\} W_0 = h\nu - qV$$

$$W_0 = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 1,5 \cdot 10^{15} - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,48 = 7,58 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

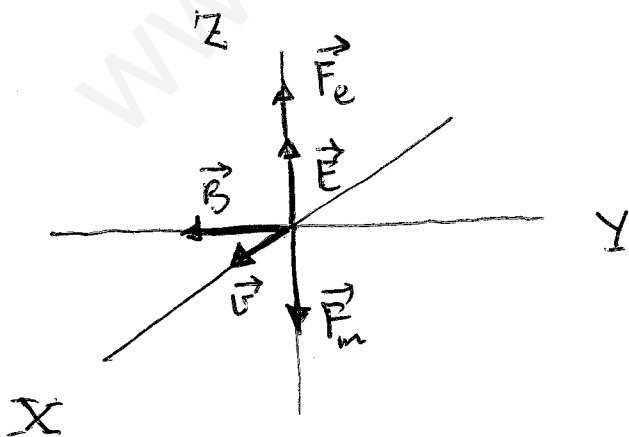
$$W_0 = 7,58 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = \boxed{4,7 \text{ eV}}$$

b)
$$W_0 = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$\lambda_0 = \frac{hc}{W_0} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{7,58 \cdot 10^{-19}} = 2,62 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_0 = 2,62 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \frac{10^9 \text{ nm}}{1 \text{ m}} = \boxed{262 \text{ nm}}$$

②



a) Para que el protón no se desvíe:

$$\boxed{F_e = F_m}$$

$$F_e = F_m$$

$$qE = qvB$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{4 \cdot 10^5}{2} = \boxed{2 \cdot 10^5 \text{ m/s}}$$

$$b) \quad \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 2 \cdot 10^5} = \boxed{1,99 \cdot 10^{-12} \text{ m}}$$

3)

$$a) \text{ Photon: } E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}^{-1}}{10^4 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}}$$

$$\lambda = \boxed{1,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}}$$

$$\text{electron: } \left. \begin{array}{l} E_c = \frac{p^2}{2m} \\ p = \frac{h}{\lambda} \end{array} \right\} E_c = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$$

$$E_c = \frac{(6,63 \cdot 10^{-34})^2}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (1,2 \cdot 10^{-10})^2}$$

$$E_c = 1,68 \cdot 10^{-17} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = \boxed{105 \text{ eV}}$$

$$b) E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,08 \cdot 2^2}{2} = 0,16 \text{ J}$$

$$E_c = 0,16 \text{ J} \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = \boxed{10^{18} \text{ eV}}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{0,08 \cdot 2} = \boxed{4,14 \cdot 10^{-33} \text{ m}}$$

$$(4) a) qV = E_c = \frac{p^2}{2m}$$

$$V = \frac{p^2}{2mq} = \frac{(10^{-21})^2}{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = \boxed{1871 \text{ V}}$$

$$b) p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{5 \cdot 10^{-13}} = 1,33 \cdot 10^{-21} \text{ kg m/s}$$

$$V = \frac{p^2}{2mq} = \frac{(1,33 \cdot 10^{-21})^2}{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = \boxed{3310 \text{ V}}$$

$$(5) qV = E_c = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

$$a) \frac{c}{v} = \frac{c}{\sqrt{\frac{2qV}{m}}} = c \sqrt{\frac{m}{2qV}}$$

$$\frac{c}{v} = 3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{\frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 50}} = \boxed{71,5}$$

$$b) \quad \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{m \sqrt{\frac{2qV}{m}}}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2qVm}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 50 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}}$$

$$\lambda = \boxed{1,7 \cdot 10^{-10} \text{ m}}$$

$$⑥ \quad a) \quad E_c = qV = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_c = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = \boxed{10 \text{ eV}}$$

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-18}}{1,67 \cdot 10^{-27}}} = \boxed{4,38 \cdot 10^4 \text{ m/s}}$$

$$b) \quad \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 4,38 \cdot 10^4}$$

$$\lambda = \boxed{9,06 \cdot 10^{-12} \text{ m}}$$

$$\textcircled{7} \quad W_0 = 2,5 \text{ eV} = 2,5 \text{ eV} \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$a) \quad v_{\text{max}} = 10^7 \text{ m/s}$$

$$h\nu = W_0 + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\nu = \frac{W_0 + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}}{h} = \frac{4 \cdot 10^{-19} + \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (10^7)^2}{2}}{6,63 \cdot 10^{-34}}$$

$$\nu = 6,92 \cdot 10^{16} \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8}{6,92 \cdot 10^{16}} = 4,34 \cdot 10^{-9} \text{ m} = \boxed{434 \text{ nm}}$$

$$b) \quad \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^7} = \boxed{7,29 \cdot 10^{-11} \text{ m}}$$