	FÍSICA 2º Bachillerato Ejercicios: Física cuántica (II)	1(4)
	Autor: Manuel Díaz Escalera (http://www.fgdiazescalera.com) Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)	

Ejercicio nº 1

Un microondas doméstico proporciona 500 W a una frecuencia de 2450 MHz

- ¿Cuál es la longitud de onda de esta radiación?
 - ¿Cuál es la energía de cada fotón emitido?
 - ¿Cuántos fotones por segundo emite el microondas?
- Constante de Planck = $6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s

Ejercicio nº 2

P-2 Si la posición del electrón puede medirse con una exactitud de $1,6 \cdot 10^{-8}$ m, ¿con qué precisión se puede conocer su velocidad?

Datos: Cte. de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ S.I.; masa del electrón, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg

Ejercicio nº 3

- Dualidad onda-corpúsculo: escribe la ecuación de De Broglie y comenta su significado e importancia física. (1 p.)
 - Un protón es acelerado mediante un campo eléctrico, partiendo del reposo, entre dos puntos con una diferencia de potencial de 1 000 V. Calcula su energía cinética, su momento lineal y su longitud de onda asociada. (1,5 p.)
- $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg; $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s

Ejercicio nº 4

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

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

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

Ejercicio nº 5

Si se ilumina con luz de $\lambda = 300$ nm la superficie de un material fotoeléctrico, el potencial de frenado vale 1,2 V. El potencial de frenado se reduce a 0,6 V por oxidación del material. Determine:

- La variación de la energía cinética máxima de los electrones emitidos.
- La variación de la función de trabajo del material y de la frecuencia umbral.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C

Velocidad de la luz en el vacío $c = 3 \times 10^8$ m · s⁻¹

Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J · s


Ejercicio nº 6

Si la frecuencia mínima que ha de tener la luz para extraer electrones de un cierto metal es de $8,5 \cdot 10^{14}$ Hz, se pide:

- Hallar la energía cinética máxima de los electrones, expresada en eV, que emite el metal cuando se ilumina con luz de $1,3 \cdot 10^{15}$ Hz. (1 punto)
- ¿Cuál es la longitud de onda De Broglie asociada a esos electrones? (1 punto)

Datos: Constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s; carga del electrón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C

Masa del electrón: $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg

	FÍSICA 2º Bachillerato Ejercicios: Física cuántica (II)	2(4)
	Autor: Manuel Díaz Escalera (http://www.fgdiazescalera.com) Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)	

Ejercicio nº 7

- a) Describe brevemente en qué consiste el efecto fotoeléctrico y la explicación que dio Einstein.
- b) Si iluminamos la superficie de un metal con luz de $\lambda = 512 \text{ nm}$, la energía cinética máxima de los electrones emitidos es de $8,65 \cdot 10^{-20} \text{ J}$. ¿Cuál será la máxima energía cinética de los electrones emitidos si incidimos sobre el mismo metal con luz de $\lambda = 365 \text{ nm}$?
- Datos: $c = 300\,000 \text{ km/s}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$.

Ejercicio nº 8

- 1-2. Sobre una superficie de potasio incide luz de 500 \AA de longitud de onda, y se emiten electrones. Sabiendo que la longitud de onda umbral para el potasio es de 7500 \AA ,
- a) 1 PUNTO Calcular el trabajo de extracción de los electrones en el potasio (en electronvoltios, eV).
- b) 1 PUNTO La energía cinética máxima (en eV) de los electrones emitidos al iluminar con luz de 500 \AA
- Datos: $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $1 \text{ Angstrom} = 10^{-10} \text{ m}$.

Ejercicio nº 9


- Si iluminamos la superficie de un cierto metal con un haz de luz ultravioleta de frecuencia $\nu = 2,1 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, los fotoelectrones emitidos tienen una energía cinética máxima de $2,5 \text{ eV}$. Calcula la función de trabajo de este metal (en Julios y en eV) y su frecuencia umbral.
- Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Ejercicio nº 10

- Si el trabajo de extracción para cierto metal es $5,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Calcula:
- a) La frecuencia umbral por debajo de la cual no hay efecto fotoeléctrico en ese metal.
- b) El potencial de frenado que se debe aplicar para que los electrones emitidos no lleguen al ánodo si la luz incidente es de 320 nm .
- (Datos: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$; $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

Ejercicio nº 11

- 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 de 2 eV .
- a) Explica las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcula 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: $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

	FÍSICA 2º Bachillerato Ejercicios: Física cuántica (II)	3(4)
	Autor: Manuel Díaz Escalera (http://www.fgdiazescalera.com) Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)	

Ejercicio nº 12

4. Un haz de luz de longitud de onda $477 \cdot 10^{-9}$ 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 $7,8 \cdot 10^{-5}$ m).

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

RESPUESTAS

Solución nº 1

a) $c = \lambda \cdot f \rightarrow \lambda = 3 \cdot 10^8 / 2,45 \cdot 10^9 \text{ Hz} = 0,12 \text{ m}$

b) $E = h \cdot f = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 2,45 \cdot 10^9 = 1,6 \cdot 10^{-24} \text{ J}$

c) La energía en un segundo: $E = P \cdot t = 500 \text{ w} \cdot 1 \text{ s} = 500 \text{ J}$

$$E(\text{microondas}) = n(\text{nº fotones}) \cdot E(\text{fotón}) \rightarrow 500 = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-24} \rightarrow 3,1 \cdot 10^{26} \text{ fotones}$$

Solución nº 2

Empleando el principio de incertidumbre de Heisemberg: $\Delta x \cdot \Delta p = h$

$$p = m \cdot v \rightarrow \Delta x \cdot \Delta v = h/m_e \rightarrow \Delta v = h / (\Delta x \cdot m_e) = 45486 \text{ m/s}$$

Solución nº 3

b) $\Delta EC = -\Delta EP$; $EC_f = -q_p \cdot \Delta V$; $\rightarrow EC_f = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot (-1000 \text{ V}) = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

$$EC = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow v = 4,38 \cdot 10^5 \text{ m/s} \rightarrow p = m \cdot v = 7,3 \cdot 10^{-22} \text{ Kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\lambda = h/p = 6,63 \cdot 10^{-34} / 7,3 \cdot 10^{-22} = 9,1 \cdot 10^{-13} \text{ m}$$

Solución nº 4

a) $EC = 0,14 \text{ eV} = 0,14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,24 \cdot 10^{-20} \text{ J}$

$$E_{\text{fotón}} = h \cdot f = h \cdot c / \lambda = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 620 \cdot 10^{-9} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{\text{fotón}} = W + EC ; 3,2 \cdot 10^{-19} = W + 2,24 \cdot 10^{-20} \rightarrow W = 2,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W = h \cdot f_0 \rightarrow f_0 = W/h = 2,9 \cdot 10^{-19} / 6,63 \cdot 10^{-34} = 4,4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

b) $\lambda_0 = c/f_0 = 3 \cdot 10^8 / 4,4 \cdot 10^{14} = 6,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

Para $\lambda = 1,24 \cdot 10^{-6} \text{ m} > \lambda_0$ no se produce el efecto fotoeléctrico

Solución nº 5

a) $EC_{\text{máxima}} = q \cdot V_{\text{frenado}}$

$$EC_1 = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,2 = 1,92 \cdot 10^{-19} \text{ J} ; EC_2 = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,6 = 9,6 \cdot 10^{-20} \text{ J} ;$$

$$\Delta EC = -9,6 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

b) $E_{\text{fotón}} = W + EC_{\text{máxima}} ; E_{\text{fotón}} = h \cdot f = h \cdot c / \lambda = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 300 \cdot 10^{-9} = 6,63 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$E_{\text{fotón}} = W_1 + EC_1 ;$$


$$W_1 = E_{\text{fotón}} - EC_1 = 4,71 \cdot 10^{-19} \text{ J} ; W_2 = E_{\text{fotón}} - EC_2 = 5,67 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Delta W = 9,6 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$W = h \cdot f_0 ; \Delta W = h \cdot \Delta f_0 \rightarrow \Delta f_0 = \Delta W / h = 1,45 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Solución nº 6

1 $EC = h \cdot (f - f_0) = 2,98 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,98 \cdot 10^{-19} / 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,8 \text{ eV}$

	FÍSICA 2º Bachillerato Ejercicios: Física cuántica (II)	4(4)
	Autor: Manuel Díaz Escalera (http://www.fgdiazescalera.com) Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)	

$$2 \quad EC = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow v = 8,1 \cdot 10^5 \text{ m/s} \rightarrow p = m \cdot v = 7,4 \cdot 10^{-25} \text{ kg.m/s}$$

$$\lambda = h/p = 6,63 \cdot 10^{-34} / 7,4 \cdot 10^{-25} = 8,9 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Solución nº 7

b) $E_{\text{fotón}} = W + EC_{\text{máxima}}$
 $W = h \cdot f - EC = h \cdot c / \lambda - EC = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 512 \cdot 10^{-9} - 8,65 \cdot 10^{-20} = 3,02 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Si iluminamos con $\lambda = 365 \text{ nm}$:
 $EC = E_{\text{fotón}} - W = h \cdot c / \lambda - W = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 365 \cdot 10^{-9} - 3,02 \cdot 10^{-19} = 2,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Solución nº 8

a) $W = h \cdot f_0 = h \cdot c / \lambda_0 = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 7500 \cdot 10^{-10} = 2,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,6 \cdot 10^{-19} / 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,6 \text{ eV}$
b) $EC = E_{\text{fotón}} - W = h \cdot c / \lambda - W = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 500 \cdot 10^{-10} - 2,6 \cdot 10^{-19} = 3,7 \cdot 10^{-8} \text{ J} = 23,2 \text{ eV}$

Solución nº 9

$$EC = 2,5 \text{ eV} = 2,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W = h \cdot f - EC = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,1 \cdot 10^{15} - 4 \cdot 10^{-19} = 9,9 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 9,9 \cdot 10^{-19} / 1,6 \cdot 10^{-19} = 6,2 \text{ eV}$$

$$W = h \cdot f_0 ; f_0 = W/h = 9,9 \cdot 10^{-19} / 6,63 \cdot 10^{-34} = 1,49 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Solución nº 10

a) $W = h \cdot f_0 \rightarrow f_0 = W/h = 5,6 \cdot 10^{-19} / 6,63 \cdot 10^{-34} = 8,4 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \rightarrow \text{para } f < 8,4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
b) $EC = E_{\text{fotón}} - W = h \cdot c / \lambda - W = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 320 \cdot 10^{-9} - 5,6 \cdot 10^{-19} = 6,15 \cdot 10^{-20} \text{ J}$
 $EC = q \cdot V \rightarrow V = EC/q = 6,15 \cdot 10^{-20} / 1,6 \cdot 10^{-19} = 0,38 \text{ V}$

Solución nº 11

a) $W = 2 \text{ eV} = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 $EC = E_{\text{fotón}} - W = h \cdot c / \lambda - W = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 546 \cdot 10^{-9} - 3,2 \cdot 10^{-19} = 4,4 \cdot 10^{-20} \text{ J}$
b) $W = h \cdot f_0 = h \cdot c / \lambda_0 \rightarrow \lambda_0 = h \cdot c / W = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 3,2 \cdot 10^{-19} = 6,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
Si $\lambda = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ m} > \lambda_0 = 6,2 \cdot 10^{-7} \text{ m} \rightarrow \text{no se produce efecto fotoeléctrico}$

Solución nº 12

a) $W = h \cdot f_0 = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 5,5 \cdot 10^{14} = 3,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 $EC = E_{\text{fotón}} - W = h \cdot c / \lambda - W = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 477 \cdot 10^{-9} - 3,6 \cdot 10^{-19} = 5,7 \cdot 10^{-20} \text{ J}$
b) $W = h \cdot f_0 = h \cdot c / \lambda_0 \rightarrow \lambda_0 = h \cdot c / W = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 3,6 \cdot 10^{-19} = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
La región infrarroja tiene longitudes de onda mayores que la longitud de onda umbral y no se produce efecto fotoeléctrico