

# FÍSICA 2º BT

Ejercicios

## TEMA 7: FÍSICA MODERNA 7.2 FÍSICA CUÁNTICA

PROFESOR: ÁNGEL L. PÉREZ



COLEGIO BASE

• **FOTONES**

5. **(Jun-99)** Un láser de longitud de onda  $630\text{ nm}$  tiene una potencia de  $10\text{ mW}$  y un diámetro de haz  $1\text{ mm}$ . Calcula:
- La intensidad del haz.
  - El número de fotones por segundo que viajan con el haz.
- Datos:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\text{ J s}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8\text{ ms}^{-1}$

• **EFEECTO FOTOELÉCTRICO**

6. **(Jun-97)**
- ¿Cuál es la hipótesis cuántica de Planck?
  - Para la explicación del efecto fotoeléctrico, Einstein tuvo en cuenta las ideas cuánticas de Planck ¿En qué consiste el efecto fotoeléctrico? ¿Qué explicación del mismo efectuó Einstein?
7. **(Mod-03)** Una radiación de frecuencia  $\nu$  produce efecto fotoeléctrico al incidir sobre una placa de metal.
- ¿Qué condición tiene que cumplir la frecuencia para que se produzca el efecto fotoeléctrico?  
Explica qué ocurre:
  - Si se aumenta la frecuencia de la radiación.
  - Si se aumenta la intensidad de la radiación.
8. **(Jun-04)** Un cierto haz luminoso provoca efecto fotoeléctrico en un determinado metal. Explica cómo se modifica el número de fotoelectrones y su energía cinética si:
- aumenta la intensidad del haz luminoso.
  - aumenta la frecuencia de la luz incidente.
  - disminuye la frecuencia de la luz por debajo de la frecuencia umbral del metal.
  - ¿Cómo se define la magnitud trabajo de extracción?
9. **(Mod-06)** Se ilumina una superficie metálica con luz cuya longitud de onda es de  $300\text{ nm}$ , siendo el trabajo de extracción del metal de  $2,46\text{ eV}$ . Calcula:
- La energía cinética máxima de los electrones emitidos por el metal.
  - La longitud de onda umbral para el metal.
- Datos: Valor absoluto de la carga del electrón:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ ; Velocidad de la luz en el vacío:  $c = 3 \cdot 10^8\text{ ms}^{-1}$ ; Constante de Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\text{ J s}$ .
10. **(Jun-01)** Un haz de luz monocromática de longitud de onda en el vacío  $450\text{ nm}$  incide sobre un metal cuya longitud de onda umbral, para el efecto fotoeléctrico es de  $612\text{ nm}$ . Determina:
- La energía de extracción de los electrones del metal.
  - La energía cinética máxima de los electrones del metal.
- Datos:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\text{ J s}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8\text{ ms}^{-1}$

11. **(Sep-02)** Los fotoelectrones expulsados de la superficie de un metal por una luz de  $400 \text{ nm}$  de longitud de onda en el vacío son frenados por una diferencia de potencial de  $0,8 \text{ V}$ .

- 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  $300 \text{ nm}$  de longitud de onda en el vacío?

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

12. **(Sep-99)** Si se ilumina con luz de  $\lambda = 300 \text{ nm}$  la superficie de un metal fotoeléctrico, el potencial de frenado vale  $1,2 \text{ V}$ . El potencial de frenado se reduce a  $0,6 \text{ V}$  por oxidación del metal. Determina:

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

13. **(Sep-03)** Un metal tiene una frecuencia umbral de  $4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$  para el efecto fotoeléctrico.

- Si el metal se ilumina con radiación  $4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$  de longitud de onda, ¿cuál será la energía cinética y la velocidad de los electrones emitidos?
- Si el metal se ilumina con otra radiación distinta de forma que los electrones emitidos tengan energía cinética el doble que en el caso anterior ¿cuál será la frecuencia de esta radiación?

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

14. **(Jun-00)** Una radiación monocromática que tiene una longitud de onda en el vacío de  $600 \text{ nm}$  y una potencia de  $0,54 \text{ W}$ , penetra en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio cuyo trabajo de extracción es de  $2,0 \text{ eV}$ . Determina:

- El número de fotones por segundo que viaja con la radiación.
- La longitud de onda umbral del efecto fotoeléctrico para el cesio.
- La energía cinética de los electrones emitidos.
- La velocidad con que llegan los electrones al ánodo si se aplica una diferencia de potencial de  $100 \text{ V}$ .

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

#### • TRANSICIONES DE NIVELES

15. **(Mod-04)** En un átomo, un electrón pasa de un nivel de energía a otro nivel inferior. Si la diferencia de energías es de  $2 \cdot 10^{-15} \text{ J}$ , determina la frecuencia y la longitud de onda de la radiación emitida.

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

16. **(Mod-07)** Un electrón de un átomo salta de un nivel de energía de  $5\text{ eV}$  a otro inferior de  $3\text{ eV}$ , emitiéndose un fotón en el proceso. Calcule la frecuencia y la longitud de onda de la radiación emitida, si ésta se propaga en el agua.

Datos:  $n_{\text{agua}} = 1,33$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\text{ J s}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8\text{ ms}^{-1}$

• **DUALIDAD ONDA-PARTÍCULA**

17. **(Jun-00)** Enuncia el principio de indeterminación de Heisenberg y comenta su significado.

18. **(Jun-96)** En un conductor metálico los electrones se mueven con una velocidad de  $10^{-2}\text{ cm/s}$ . Según la hipótesis de De Broglie, ¿cuál será la longitud de onda asociada a estos electrones? ¿Toda partícula, sea cual sea su masa y velocidad, llevará asociada una onda?

Datos:  $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$ ;  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{ J s}$

19. **(Jun-98)** Las partículas  $\alpha$  son núcleos de Helio, de masa cuatro veces la del protón. Consideremos una partícula  $\alpha$  y un protón que poseen la misma energía cinética, moviéndose ambos a velocidades mucho más pequeñas que la de la luz. ¿Qué relación existe entre las longitudes de onda de De Broglie correspondientes a dos partículas?

20. **(Sep-98)**

- a) Calcula la longitud de onda asociada a un electrón que se propaga con una velocidad de  $5 \cdot 10^6\text{ ms}^{-1}$ .  
b) Halla la diferencia de potencial que hay que aplicar a un cañón de electrones para que la longitud de onda asociada a los electrones sea de  $6 \cdot 10^{-11}\text{ m}$ .

Datos:  $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ ;  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{ J s}$

21. **(Jun-99)** Considera las longitudes de onda de De Broglie de un electrón y de un protón. Razona cuál es menor si tienen:

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

Supón velocidades no relativistas.

22. **(Sep-00)**

- a) ¿Qué intervalo aproximado de energías (en  $\text{eV}$ ) corresponde a los fotones del espectro visible?  
b) ¿Qué intervalo aproximado de longitudes de onda de De Broglie tendrían los electrones en ese intervalo de energías?

Las longitudes de onda del espectro visible están comprendidas, aproximadamente, entre  $390\text{ nm}$  en el violeta y  $740\text{ nm}$  en el rojo.

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

23. **(Sep-01)** 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 de la masa de la otra, determina:

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

24. **(Sep-04)** El trabajo de extracción del sodio es de  $2,5 \text{ eV}$ . Calcula:

- La longitud de onda de la radiación que debemos usar para que los electrones salgan del metal con una velocidad máxima de  $10^7 \text{ ms}^{-1}$ .
- La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones que salen del metal con la velocidad de  $10^7 \text{ ms}^{-1}$ .

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

25. **(Jun-02)**

- ¿Qué velocidad ha de tener un electrón para que su longitud de onda de De Broglie sea 200 veces la correspondiente a un neutrón de energía cinética  $6 \text{ eV}$ ?
- ¿Se puede considerar que el electrón a esta velocidad es no relativista?

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

26. **(Sep-03)** A una partícula material se le asocia la llamada longitud de onda de De Broglie.

- ¿Qué magnitudes físicas determinan el valor de la longitud de onda de De Broglie? ¿Pueden dos partículas distintas con diferente velocidad tener asociada la misma longitud de onda de De Broglie?
- ¿Qué relación existe entre las longitudes de onda de De Broglie de dos electrones cuyas energías cinéticas vienen dadas por  $2 \text{ eV}$  y  $8 \text{ eV}$ ?

27. **(Mod-05)** Una partícula  $\alpha$  y un protón tienen la misma energía cinética. Considerando que la masa de la partícula es cuatro veces la masa del protón:

- ¿Qué relación existe entre los momentos lineales de estas partículas?
- ¿Qué relación existe entre las longitudes de onda de De Broglie correspondiente a estas partículas?

28. **(Jun-05)** Un electrón que parte del reposo es acelerado por una diferencia de potencial de  $50 \text{ V}$ . Calcula:

- El cociente entre los valores de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad alcanzada por el electrón.
- La longitud de onda asociada al electrón después de atravesar dicho potencial.

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

29. **(Jun-03)** Un protón se encuentra situado en el origen de coordenadas del plano XY. Un electrón, inicialmente en reposo, está situado en el punto  $(2, 0)$ . Por efecto del campo eléctrico creado por el protón (supuesto inmóvil), el electrón se acelera. Estando todas las coordenadas expresadas en  $\mu\text{m}$ , calcula:
- El campo eléctrico y el potencial creado por el protón en  $(2, 0)$ .
  - La energía cinética del electrón cuando se encuentra en  $(1, 0)$ .
  - La velocidad y momento lineal del electrón en la posición  $(1, 0)$ .
  - La longitud de onda de De Broglie asociada al electrón en  $(1, 0)$ .
- Datos:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
30. **(Sep-07)** Determina la longitud de onda de De Broglie y la energía cinética, expresada en eV, de:
- Un electrón cuya longitud de onda de De Broglie es igual a la longitud de onda en el vacío de un fotón de energía  $10^4 \text{ eV}$ .
  - Una piedra de masa  $80 \text{ g}$  que se mueve con una velocidad de  $2 \text{ m/s}$ .
- Datos:  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$
31. **(Jun-06)** Calcula 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:
- El momento lineal del protón sea  $10^{-21} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
  - La longitud de onda de De Broglie asociada al protón sea  $5 \cdot 10^{-13} \text{ m}$ .
- Datos:  $m_p = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ;  $e = 1,67 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ .

## SOLUCIONARIO

5- (Jun-99) \_\_\_\_\_

a)  $I = 1,27 \cdot 10^4 \text{ W/m}^2$

b)  $N = 3,17 \cdot 10^{16} \text{ fotones/s}$

6- (Jun-97) \_\_\_\_\_

Teoría

7- (Mod-03) \_\_\_\_\_

a) La frecuencia debe ser mayor que la frec. umbral  $\rightarrow f_u = \frac{w_0}{h}$

b) Aumenta la energía de cada fotón  $\rightarrow$  Aumenta  $E_c$  de los e.

c) Aumenta el nº de fotones  $\rightarrow$  Aumenta  $I_{\text{corriente}}$

8- (Jun-04) \_\_\_\_\_

a) Aumenta el nº de fotones  $\rightarrow$  Aumenta  $I_{\text{corriente}}$

b) Aumenta la frecuencia  $\rightarrow$  Aumenta  $E_c$  de los e.

c) No se produce el efecto fotoeléctrico.

d) Energía extraer al e del átomo sin que haya remanente.

9- (Mod-06) \_\_\_\_\_

a)  $\lambda_u = 505 \text{ nm}$ .

b)  $E_{c \text{ max}} = 2,69 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,68 \text{ eV}$ .

10- (Jun-01) \_\_\_\_\_

a)  $w_0 = 3,25 \cdot 10^{-19} = 2,03 \text{ eV}$ .

b)  $E_{c \text{ max}} = 1,17 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0,73 \text{ eV}$ .

11- (Sep-02) \_\_\_\_\_

a)  $w_0 = 2,31 \text{ eV}$ .

b)  $V_D = 1,84 \text{ V}$ .

12- (Sep-99) \_\_\_\_\_

a)  $\Delta E_{c \text{ max}} = 9,6 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 0,6 \text{ eV}$ .

b)  $\Delta w_0 = \Delta E_{c \text{ max}}; \Delta f = 1,95 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ .

13- (Sep-03) \_\_\_\_\_

a)  $E_{c \text{ max}} = 1,99 \cdot 10^{-19} \text{ J}; v_{\text{max}} = 6,62 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

b)  $f = 1,05 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

14- (Jun-00) \_\_\_\_\_

a)  $1,62 \cdot 10^{18} \text{ fotones/s}$

c)  $E_c = 10^{-26} \text{ J}$

b)  $\lambda = 621 \text{ nm}$

d)  $v = 5,93 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

15- (Mod-04) \_\_\_\_\_

$f = 3,02 \cdot 10^{18} \text{ Hz}; \lambda = 9,95 \cdot 10^{-11} \text{ m}$

16- (Mod-07) \_\_\_\_\_

$f = 4,83 \cdot 10^{14} \text{ Hz}; \lambda = 4,67 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ .

17- (Jun-00) \_\_\_\_\_

Teoría

18- (Jun-96) \_\_\_\_\_

$\lambda = 7,27 \text{ m}$

19- (Jun-98) \_\_\_\_\_

$\lambda_\alpha = \lambda_p / 2$

- 20- **(Sep-98)** \_\_\_\_\_  
 a)  $\lambda = 1,46 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ .  
 b)  $\Delta V = 419 \text{ V}$ .
- 21- **(Jun-99)** \_\_\_\_\_  
 a)  $\lambda_e > \lambda_p$ ; b)  $\lambda_e > \lambda_p$
- 22- **(Sep-00)** \_\_\_\_\_  
 a)  $E_{\text{rojo}} = 1,68 \text{ eV}$ ,  $E_{\text{violeta}} = 3,19 \text{ eV}$   
 b)  $\lambda_{\text{rojo}} = 9,48 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ ;  $\lambda_{\text{violeta}} = 6,88 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
- 23- **(Sep-01)** \_\_\_\_\_  
 a)  $p_a = p_b$   
 b)  $v_a = 3 v_b$
- 24- **(Sep-04)** \_\_\_\_\_  
 a)  $\lambda = 4,33 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ .  
 b)  $\lambda = 7,28 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ .
- 25- **(Jun-02)** \_\_\_\_\_  
 a)  $v = 3,14 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ .  
 b)  $v/c = 1,05 \cdot 10^{-3}$ . No es relativista.
- 26- **(Sep-03)** \_\_\_\_\_  
 a) La masa y la velocidad (el momento lineal). Sí, si tienen el mismo momento.  
 b)  $\lambda_1 / \lambda_2 = 2$ .
- 27- **(Mod-05)** \_\_\_\_\_  
 a)  $p_\alpha = 2 p_p$   
 b)  $\lambda_p = 2 \lambda_\alpha$
- 28- **(Jun-05)** \_\_\_\_\_  
 a)  $c/v = 71,5$ .  
 b)  $\lambda = 1,74 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ .
- 29- **(Jun-03)** \_\_\_\_\_  
 a)  $\vec{E} = 360 \hat{i} \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ;  $V = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ V}$   
 b)  $E_c = 1,15 \cdot 10^{-22} \text{ J}$   
 c)  $v = 1,59 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ ;  $p = 1,45 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \cdot \text{ms}^{-1}$ .  
 d)  $\lambda = 4,58 \cdot 10^{-8} \text{ m}$ .
- 30- **(Sep-07)** \_\_\_\_\_  
 a)  $E_c = 97,7 \text{ eV}$ ;  $\lambda_e = 1,24 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ .  
 b)  $E_c = 10^{18} \text{ eV}$ ;  $\lambda_e = 4,14 \cdot 10^{-33} \text{ m}$  (aprox. 0)!!
- 31- **(Jun-06)** \_\_\_\_\_  
 a)  $\Delta V = -1,87 \cdot 10^3 \text{ V}$ .  
 b)  $\Delta V = -3,29 \cdot 10^3 \text{ V}$ .