

## EXAMEN FÍSICA MODERNA

### OPCIÓN A

#### PROBLEMAS

**1.-** Sobre un metal inciden fotones cuya longitud de onda es de 200 nm. Si la longitud de onda umbral correspondiente a dicho metal es de 262 nm:

- Calcula el trabajo de extracción de ese metal en eV.
- Determina la energía cinética de los electrones arrancados.
- Calcula la longitud de onda asociada a los electrones.

Datos:  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ ;  $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

**2.-** La masa atómica del  $^{208}_{82}\text{Pb}$  es 207,9766 u. Determina:

- La energía que se desprende en la formación del núcleo.
- La energía de enlace por nucleón.
- Compara la energía de enlace por nucleón obtenida en el apartado anterior con la correspondiente al  $^{56}_{26}\text{Fe}$  cuya masa atómica vale 55,934939 u, y extrae las correspondientes conclusiones.

Datos:  $m_p = 1,007276 \text{ u}$ ;  $m_n = 1,008665 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}$

#### CUESTIONES

**1.-** Los astronautas de una nave interestelar que se desplazan a una velocidad de 0,8c llevan, según los relojes de la nave, 30 días exactos de viaje. ¿Cuánto tiempo han estado viajando según el centro de control de Tierra?

**2.-** Explica en qué consistió el experimento de Michelson-Morley y las consecuencias teóricas que se dedujeron del mismo.

**3.-** Describe el efecto fotoeléctrico. Pon un ejemplo experimental en el que se observe.

**4.-** ¿Cómo es posible que los protones puedan coexistir en un espacio tan reducido como el núcleo?

### OPCIÓN B

#### PROBLEMAS

**1.-** Se hace incidir sobre una placa metálica rayos UV de 300 nm. Si la longitud de onda umbral es de 360 nm, calcula:

- La energía máxima de los fotoelectrones emitidos.
- El trabajo de extracción del metal.
- El potencial eléctrico que hay que aplicar para frenarlos.

Datos:  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ ;  $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

**2.-** El periodo de semidesintegración del yodo-131 es de 8,04 días. Calcula:

- La constante de desintegración radiactiva  $\lambda$ .
- Su vida media  $\tau$ .
- El porcentaje de muestra inicial que queda al cabo de un mes.

#### CUESTIONES

**1.-** ¿Cuáles son los dos postulados de la relatividad de Albert Einstein?

**2.-** Una vara de 1 m de longitud se mueve con respecto a nuestro sistema de referencia con una velocidad de 0,7c. ¿Cuál sería la longitud que mediríamos?

**3.-** ¿Por qué aumenta el número de neutrones por encima del de protones a medida que se incrementa el número atómico del núcleo?

**4.-** Principio de indeterminación de Heisenberg.

## SOLUCIÓN

### OPCIÓN A

1.- a) Se denomina trabajo de extracción a la energía mínima necesaria para arrancar electrones del metal.

$$W = h \cdot f_0 = h \frac{c}{\lambda_0} = 6,63 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{262 \cdot 10^{-9}} = 7,59 \cdot 10^{-19} J \equiv 4,74 eV$$

b) La expresión de Einstein del efecto fotoeléctrico  $E = W + E_c$

$$E_c = E - W = 6,21 - 4,74 = 1,47 eV \equiv 2,35 \cdot 10^{-19} J$$

aunque antes hemos calculado el valor de la energía de la radiación incidente:

$$E = h \cdot f = h \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{200 \cdot 10^{-9}} = 9,94 \cdot 10^{-19} J \equiv 6,21 eV$$

c) Utilizamos la expresión de De Broglie

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 7,2 \cdot 10^5} = 1,01 \cdot 10^{-9} m = 1,01 nm$$

donde hemos calculado la velocidad de los electrones de la fórmula de la energía

$$\text{cinética } E_c = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,35 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 7,2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

2.- a) La energía que se desprende para formarse el núcleo corresponde al defecto de masa, o la diferencia entre la masa del núcleo y la suma de las masas de las partículas que lo componen.

$$\Delta m = [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n] - m_N$$

donde  $m_p$  es la masa del protón,  $m_n$  la del neutrón y  $m_N$  la masa del núcleo.

$$\Delta m = [82 \cdot 1,008665 + (208 - 82) \cdot 1,007276] - 207,9766 = 1,7118226 u$$

La energía será  $\Delta E = \Delta m \cdot 931,5 = 1594,5 MeV$

$$\text{b) } \frac{\Delta E}{A} = \frac{1594,5}{208} = 7,66 MeV$$

c) Para comparar, tendremos que hacer los mismos cálculos que antes pero para el hierro.

$$\Delta m = [30 \cdot 1,008665 + (56 - 26) \cdot 1,007276] - 55,934939 = 0,514187 u$$

$$\Delta E = \Delta m \cdot 931,5 = 478,96 MeV$$

$$\frac{\Delta E}{A} = \frac{478,98}{56} = 8,55 MeV$$

Es superior al resultado de b, lo que indica que para "romper" un núcleo de Fe es necesaria más energía que para romper el de Pb. De hecho, el Fe es el elemento con una energía de enlace por nucleón mayor de todos los elementos de la Tabla Periódica.

### CUESTIONES

1.- El factor  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0,8^2 \cdot c^2}{c^2}}} = 1,666$  y en la Tierra habrá transcurrido

$$\Delta t = \gamma \cdot \Delta t' = 1,666 \cdot 30 = 50 \text{ días}$$

## OPCIÓN B

1.-

a) La energía cinética la calculamos a partir de la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico,

$$E_c = E - W = h \frac{c}{\lambda} - W = 6,63 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{300 \cdot 10^{-9}} - 5,525 \cdot 10^{-19} = 1,10 \cdot 10^{-19} J \equiv 0,7 eV$$

b) El trabajo de extracción

$$W = h \cdot f_0 = h \frac{c}{\lambda_0} = 6,63 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{360 \cdot 10^{-9}} = 5,525 \cdot 10^{-19} J \equiv 3,45 eV$$

c) Habrá que aplicar una energía por electrón igual a la energía cinética que tienen,

para poder frenarlos.  $W = q \cdot \Delta V \Rightarrow \Delta V = \frac{W}{q} \equiv \frac{E_c}{q} = \frac{1,10 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,7V$

2.- a) La constante de desintegración se determina por:  $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 0,086 \text{días}^{-1}$

b) Y la vida media es el inverso de la constante de desintegración:  $\tau = \frac{1}{\lambda} = 11,6 \text{días}$

c) Suponemos que el mes tiene 30 días. De la ecuación de la Ley de Desintegración radiactiva, sustituimos los valores y obtenemos la relación entre N (número de núcleos que quedan) y  $N_0$  (número de núcleos iniciales).

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-0,086 \cdot 30} \Rightarrow N_0 = 13,2 \cdot N$$

y de aquí deducimos que el porcentaje de núcleos que quedan es un **7,6%**

## CUESTIONES

Se produce el efecto relativista de la contracción de Lorentz-Fitzgerald

$$\Delta L_0 = \frac{\Delta L}{\gamma}$$

donde el término con 0 hace referencia a la longitud medida en el sistema de referencia en reposo, mientras que el otro es para el sistema de referencia en

movimiento.  $\Delta L_0 = \frac{\Delta L}{\sqrt{1 - \frac{0,7c^2}{c^2}}} = 0,71m$