

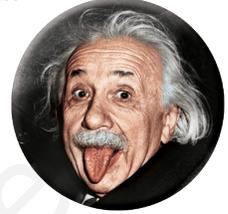
Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_



1. Un objeto de 3 cm de altura está situado a 30 cm de un espejo esférico convexo de radio 15 cm:
- Dibuja el **diagrama de rayos**.  $s' = 6 \text{ cm}$  y  $y' = 0,6 \text{ cm}$  (0,5 pt.)
  - Calcula la **posición, tamaño y características** de la imagen. (1,5 pt.)

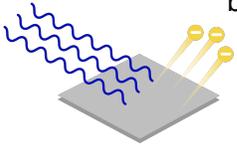
*virtual, reducida y derecha*

2. Un astronauta viaja desde la Tierra en una nave espacial para hacer el recorrido en línea recta de ida y vuelta a la estrella Vega, que se encuentra situada a 26 años-luz de distancia. El viaje se realiza a una **velocidad constante** del 95 % de la velocidad de la luz. A su regreso a la Tierra. ¿Cuánto **tiempo**, en años, ha transcurrido en el **sistema de referencia de la Tierra**? y ¿cuánto **tiempo** en años ha transcurrido para el **astronauta**? Dato:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  (1,5 pt.)



*54,737 años medido desde la Tierra 17,09 años para el astronauta*

3. La **máxima longitud de onda** con la que se produce el efecto fotoeléctrico en un metal es de 710 nm.
- Halla la **frecuencia umbral** y el **trabajo de extracción** de ese metal. (0,5 pt.)
  - Si se ilumina con luz de 500 nm, calcula la **velocidad máxima** de los electrones emitidos así como el **potencial de frenado** necesario para anular la fotocorriente producida. (1,5 pt.)



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

*$4,225 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ;  $2,801 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $5,09 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ ;  $0,74 \text{ V}$*

4. El tritio  $^3_1\text{H}$  es un isótopo del hidrógeno inestable con un **período de semidesintegración** de 12,5 años, y se desintegra emitiendo una partícula beta. El análisis de una muestra en una botella de agua lleva a que la **actividad** debida al tritio es el 30 % de la que presenta el agua en el manantial de origen:
- Calcula el **tiempo** que lleva embotellada el agua de la muestra.  $t = 27,1 \text{ años}$  (1,25 pt.)
  - ¿Qué **radiación ionizante** se emite en la siguiente reacción?  $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} + \dots$  (0,25 pt.)



*$^4_2\alpha$  Radiación alfa*

**QUESTIONES JUSTIFICADAS:**



- I. Un rayo de luz viaja desde el **agua**, con un **índice de refracción** de 1,33, al aire de **índice** 1. ¿A partir de qué **ángulo de incidencia** se produce la **reflexión interna total**?

- a)  $0,85^\circ$       b)  $48,75^\circ$       c) No es posible del agua al aire. (0,5 pt.)

- II. Para el núcleo de manganeso  $^{55}_{25}\text{Mn}$  calcula la **energía de enlace por nucleón**:

- a)  $7,528 \cdot 10^{-11} \text{ J/Nucleón}$     b)  $8,364 \cdot 10^{-28} \text{ J/Nucleón}$     c)  $1,369 \cdot 10^{-12} \text{ J/Nucleón}$  (1 pt.)

Datos: Masa  $^{55}_{25}\text{Mn} = 54,938 \text{ u}$ ,  $m_p = 1,007277 \text{ u}$ ,  $m_n = 1,008665 \text{ u}$ ,  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

- III. Práctica. Se midieron en el laboratorio los siguientes valores para las **distancias objeto e imagen** de una lente convergente.

Determina la **potencia (media aritmética)** de la lente y estima su **incertidumbre (pseudodesviación típica)**.

Usa 2 decimales de precisión. (1,5 pt.)

$s_i \text{ (cm)}$	100	150	200	250
$s'_i \text{ (cm)}$	105	70	65	60

**COMPLEMENTARIO**

*$\bar{P} \pm \sigma = 2,04 \pm 0,07 \text{ D} \text{ [m}^{-1}\text{]}$*

Explica en 2 ó 3 líneas y con un **dibujo**, cómo harías el **montaje** de la Práctica III. (0,5 pt.)

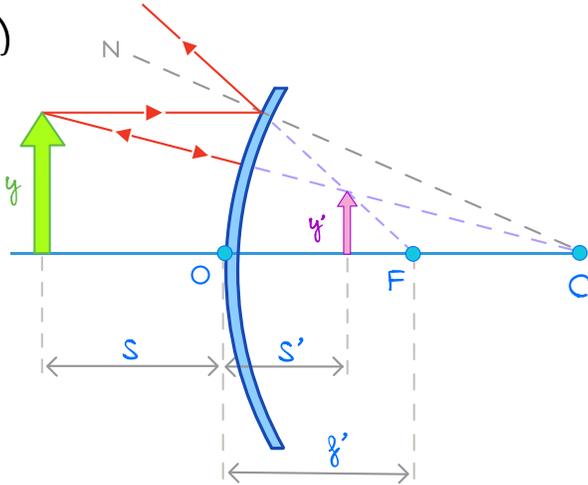




1. Un objeto de 3 cm de **altura** está situado a 30 cm de un **espejo esférico convexo** de **radio** 15 cm:

- a) Dibuja el **diagrama de rayos**. (0,5 pt.)  
 b) Calcula la **posición, tamaño y características** de la imagen. (1,5 pt.)

a)



Espejo Convexo: *Cualquier posición.*  
*virtual, reducida y derecha:  $R > 0, f' > 0$*

$$b) \quad \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R} \quad A = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

Datos:  $y = 3 \text{ cm}$ ,  $s = -30 \text{ cm}$ ,  
 $R = 15 \text{ cm} > 0$  en un espejo convexo

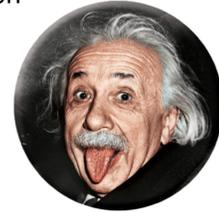
$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{-30} = \frac{2}{15} \Rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{2}{15} + \frac{1}{30} = \frac{5}{30}$$

$$s' = \frac{30}{5} = 6 \text{ cm} \quad (\text{a la derecha} \Rightarrow \text{imagen virtual})$$

$$A = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} = -\frac{6}{-30} = \frac{1}{5} = 0,2 \quad (\text{derecha, reducida})$$

$$y' = A \cdot y = 0,2 \cdot 3 = 0,6 \text{ cm}$$

2. Un astronauta viaja desde la Tierra en una nave espacial para hacer el recorrido en línea recta de **ida y vuelta** a la estrella Vega, que se encuentra situada a 26 años-luz de distancia. El viaje se realiza a una **velocidad constante** del 95 % de la velocidad de la luz. A su regreso a la Tierra. ¿Cuánto **tiempo**, en años, ha transcurrido en el **sistema de referencia de la Tierra**? y ¿cuánto **tiempo** en años ha transcurrido para el **astronauta**? Dato:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  (1,5 pt.)



El espacio total recorrido es de 26 años-luz por 2. El tiempo transcurrido, medido desde la Tierra:

$$\Delta t' = \frac{s}{v} = \frac{s}{0,95c} = \frac{52 \text{ años-luz}}{0,95} \approx 54,737 \text{ años}$$

en el sistema de referencia de la nave espacial **tiempo propio  $\Delta t$** , obedece la ecuación de dilatación del tiempo:

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{Transformación del tiempo}$$

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{(0,95c)^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - 0,95^2}} = 54,737 \text{ años}$$

$$\text{El factor } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,95^2}} \approx 3,203$$

$$\Delta t = \frac{54,737 \text{ años}}{3,203} \approx 17,09 \text{ años}$$

tiempo transcurrido para el astronauta.

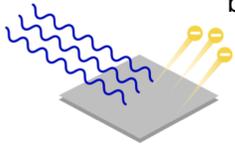
$$\Delta t \leq \Delta t' \quad \text{Dilatación del tiempo}$$

$$54,737 - 17,09 \text{ años} \approx 37,65 \text{ años de diferencia}$$

3. La **máxima longitud de onda** con la que se produce el efecto fotoeléctrico en un metal es de  $710 \text{ nm}$ .

a) Halla la **frecuencia umbral** y el **trabajo de extracción** de ese metal. (0,5 pt.)

b) Si se ilumina con luz de  $500 \text{ nm}$ , calcula la **velocidad máxima** de los electrones emitidos así como el **potencial de frenado** necesario para anular la fotocorriente producida. (1,5 pt.)



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

a)  $\lambda_{\text{máx}} = 710 \text{ nm}$  para que se produzca el efecto fotoeléctrico.  $\lambda_{\text{máx}} = \lambda_0$  (longitud umbral)

$$\lambda_0 \cdot \nu_0 = c \Rightarrow \nu_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{710 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \approx 4,225 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

El trabajo de extracción  $W_0 = h \cdot \nu_0 = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 4,225 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \approx 2,801 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

b)  $\lambda = 500 \text{ nm} < 710 \text{ nm} \Rightarrow$  se produce el efecto fotoeléctrico.

$$\lambda \cdot \nu = c \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{500 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \approx 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$h \cdot \nu = h \cdot \nu_0 + \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e^2 \quad \text{Ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e^2 = h \cdot \nu - h \cdot \nu_0 = h \cdot (\nu - \nu_0) \Rightarrow v_e^2 = \frac{2 h \cdot (\nu - \nu_0)}{m_e} \quad ; \quad v_e \equiv \text{velocidad electrones}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2 h \cdot (\nu - \nu_0)}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot (6 \cdot 10^{14} - 4,225 \cdot 10^{14})}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \approx 508569 \text{ m/s} \approx 5,09 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

La energía cinética de los electrones se puede contrarrestar con un potencial de frenado  $V_0$ .

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e^2 = h \cdot (\nu - \nu_0) = -q \cdot \Delta V = e \cdot V_0 \quad \text{siendo } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$V_0 = \frac{h \cdot (\nu - \nu_0)}{e} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot (6 \cdot 10^{14} - 4,225 \cdot 10^{14})}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 0,74 \text{ V} = 7,4 \cdot 10^{-1} \text{ V}$$

4. El tritio  ${}^3_1\text{H}$  es un isótopo del hidrógeno inestable con un **período de semidesintegración** de 12,5 años, y se desintegra emitiendo una partícula beta. El análisis de una muestra en una botella de agua lleva a que la **actividad** debida al tritio es el 30 % de la que presenta el agua en el manantial de origen:



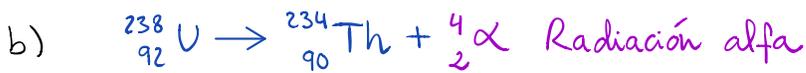
- a) Calcula el **tiempo** que lleva embotellada el agua de la muestra. (1,25 pt.)  
 b) ¿Qué **radiación ionizante** se emite en la siguiente reacción?  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + \dots$  (0,25 pt.)

a)  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$  *Período de semidesintegración*  $t_{1/2} = 12,5$  años es el tiempo que tarda el isótopo en reducirse a la mitad.

$A = A_0 e^{-\lambda t}$  *Actividad radiactiva*  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{12,5 \text{ años}} \approx 0,05545 \text{ años}^{-1}$

$A = \frac{A_0 \cdot 30}{100} = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow 0,3 = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0,3 = -\lambda t$

$t = \frac{\ln 0,3}{-\lambda} \Rightarrow t = \frac{\ln 0,3}{-0,05545 \text{ años}^{-1}} \approx 27,1 \text{ años}$



💡 **CUESTIONES JUSTIFICADAS:**

- I. Un rayo de luz viaja desde el **agua**, con un **índice de refracción** de 1,33, al aire de **índice** 1. ¿A partir de qué **ángulo de incidencia** se produce la **reflexión interna total**?



- a)  $0,85^\circ$       b)  $48,75^\circ$       c) No es posible del agua al aire. (0,5 pt.)

$n_1 \cdot \sin \hat{i} = n_2 \cdot \sin \hat{r}$  *Ley de refracción Snell - Descartes*

$n_1 \cdot \sin \ell = n_2 \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow \sin \ell = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \ell = \arcsen \frac{n_2}{n_1}$   
*Ángulo límite*

$\ell = \arcsen \frac{1}{1,33} \approx 48,75^\circ$

La opción **(b)** es verdadera.

II. Para el núcleo de manganeso  ${}_{25}^{55}\text{Mn}$  calcula la **energía de enlace por nucleón**:

- a)  $7,528 \cdot 10^{-11} \text{ J/Nucleón}$  b)  $8,364 \cdot 10^{-28} \text{ J/Nucleón}$  c)  $1,369 \cdot 10^{-12} \text{ J/Nucleón}$  (1 pt.)

Datos: Masa  ${}_{25}^{55}\text{Mn} = 54,938 \text{ u}$ ,  $m_p = 1,007277 \text{ u}$ ,  $m_n = 1,008665 \text{ u}$ ,  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

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

Defecto de masa

$$A = {}_{25}^{55}\text{Mn}, \quad Z = 25, \quad N = A - Z = 30$$

$$\Delta m = (25 \cdot 1,007277 + 30 \cdot 1,008665) - 54,938 = 0,503875 \text{ u} \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg}}{\text{u}} = 8,364 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$$

$$\text{La energía de enlace } \Delta m \cdot c^2 = 8,364 \cdot 10^{-28} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 7,5276 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

La energía de enlace por nucleón ( $A = \text{n}^\circ$  nucleones):  $E_{\text{nucleón}} = \frac{\Delta m \cdot c^2}{A}$  Energía de enlace por nucleón

$$E_{\text{nucleón}} = \frac{7,5276 \cdot 10^{-11} \text{ J}}{55} \simeq 1,369 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón} \quad \text{La opción C es verdadera.}$$

III. Práctica. Se midieron en el laboratorio los siguientes valores para las **distancias objeto e imagen** de una lente convergente.

Determina la **potencia (media aritmética)** de la lente y estima su **incertidumbre (pseudodesviación típica)**.

Usa 2 decimales de precisión.

(1,5 pt.)

$s_i$ (cm)	100	150	200	250
$s_i'$ (cm)	105	70	65	60

negativas

positivas

#### COMPLEMENTARIO

Explica en **2 ó 3 líneas** y con un **dibujo**, cómo harías el **montaje** de la Práctica III. (0,5 pt.)



Trabajamos en metros para calcular la potencia en dioptrías.

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = \rho$$

Potencias

Redondeo a 2 decimales

$$\frac{1}{1,05} - \frac{1}{-1} = 1,95$$

$$\frac{1}{0,7} - \frac{1}{-1,5} = 2,10$$

$$\frac{1}{0,65} - \frac{1}{-2} = 2,04$$

$$\frac{1}{0,60} - \frac{1}{-2,5} = 2,07$$

Desviaciones

$$|1,95 - 2,04| = 0,09$$

$$|2,10 - 2,04| = 0,06$$

$$|2,04 - 2,04| = 0$$

$$|2,07 - 2,04| = 0,03$$

Incetidumbre; pseudodesviación típica:

$$\bar{\rho} = \frac{1,95 + 2,10 + 2,04 + 2,07}{4} \simeq 2,04$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Desviación típica

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{4-1} \cdot (0,09^2 + 0,06^2 + 0^2 + 0,03^2)} \simeq 0,07, \quad \text{Potencia } \bar{\rho} \pm \sigma = 2,04 \pm 0,07 \text{ D } [\text{m}^{-1}]$$