

Nombre y apellidos: _____

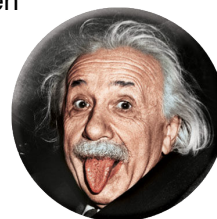


1. Un objeto de 3 cm de **altura** está situado a 30 cm de un **espejo** esférico **convexo** de **radio** 15 cm:

- a) Dibuja el **diagrama de rayos**. $s' = 6 \text{ cm}$ $y' = 0,6 \text{ cm}$ (0,5 pt.)
 b) Calcula la **posición, tamaño y características** de la imagen. (1,5 pt.)

virtual, reducida y derecha

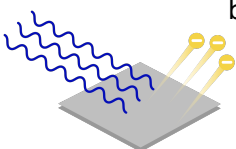
2. Un astronauta viaja desde la Tierra en una nave espacial para hacer el recorrido en línea recta de **ida y vuelta** a la estrella Vega, que se encuentra situada a 26 años-luz de distancia. El viaje se realiza a una **velocidad constante** del 95 % de la velocidad de la luz. A su regreso a la Tierra. ¿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.

- a) Halla la **frecuencia umbral** y el **trabajo de extracción** de ese metal. (0,5 pt.)
 b) 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_1H 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. $t = 27,1 \text{ años}$ (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.)



💡 CUESTIONES JUSTIFICADAS:

$^4_2\alpha$ Radiación alfa



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

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

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





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

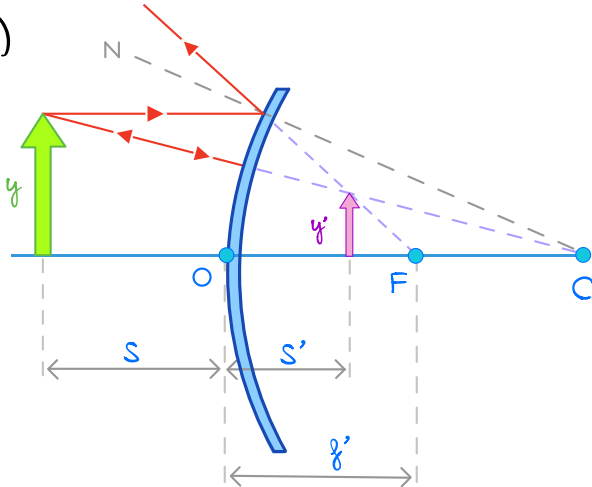
a) Dibuja el **diagrama de rayos**.

(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

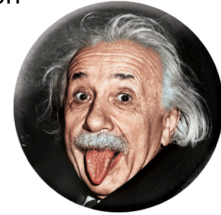
$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{-30} = \frac{2}{15} \Rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{2}{15} + \frac{1}{30} = \frac{5}{30}$$

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

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

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

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:

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

en el sistema de referencia de la nave espacial **tiempo propio Δt** , obedece la ecuación de dilatación del tiempo:

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

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

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

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

tiempo transcurrido para el astronauta.

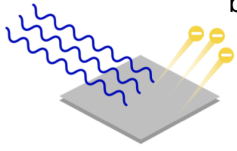
$$\Delta t \leq \Delta t' \quad \text{Dilatación del tiempo}$$

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

3. La **máxima longitud de onda** con la que se produce el efecto fotoeléctrico en un metal es de 710 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 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)

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

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

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

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

$$h \cdot \nu = h \cdot \nu_0 + \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e^2$$

Ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico

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

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

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

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

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

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:



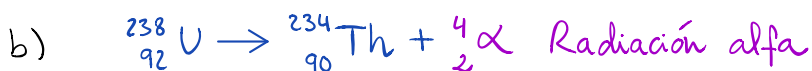
- a) Calcula el **tiempo** que lleva embotellada el agua de la muestra. (1,25 pt.)
 b) ¿Qué **radiación ionizante** se emite en la siguiente reacción? ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + \dots$ (0,25 pt.)

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

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

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

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



💡 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 ↑ 1

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

La opción b es verdadera.

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

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

Defecto de masa

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

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

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

$$\text{La energía de enlace por nucleón (A = nº nucleones): } E_{\text{nucleón}} = \frac{\Delta m \cdot c^2}{A}$$

Energía de enlace por nucleón

$$E_{\text{nucleón}} = \frac{7,5276 \cdot 10^{-11} \text{ J}}{55} \simeq 1,369 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$$

La opción © 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.)

$s_i \text{ (cm)}$	100	150	200	250
$s'_i \text{ (cm)}$	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.

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

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

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

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

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

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

El valor medio de la potencia:

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

Incetidumbre; pseudodesviación típica:

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

Desviación típica

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