

Nombre y apellidos: _____

1. Un objeto de **1,5 cm** de **altura** está situado a **15 cm** de un **espejo** esférico **convexo** de **radio 20 cm**:



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

$$s' = 6 \text{ cm} , A = 0,4 , y' = 0,6 \text{ cm}$$

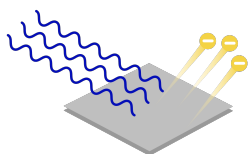
2. Un **objeto** de **3 cm** de altura se sitúa a **75 cm** de una **lente** delgada **convergente** y produce una **imagen** a **37,5 cm** a la **derecha** de la lente:



- a. Calcula la **distancia focal**. $f' = 25 \text{ cm} \Rightarrow f' = -25 \text{ cm}$ (0,5 pt.)
b. Dibuja el **diagrama de rayos** y obtén el **tamaño** de la **imagen**. $y' = 0,6 \text{ cm}$ (1 pt.)
c. ¿En qué **posición** del eje hay que colocar el objeto para que **no** se forme **imagen**?

No se forma imagen si situamos el objeto en el **foco** de la lente convergente. (0,5 pt.)

3. La **longitud** de **onda máxima** capaz de producir **efecto fotoeléctrico** en un metal, es **4 500 Å**:



- a. Calcula el **trabajo de extracción**. $w_0 = 4,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (0,5 pt.)
b. Calcula el **potencial de frenado** si la **luz incidente** es de $\lambda = 4\,000 \text{ Å}$. $V_0 = 0,34 \text{ V}$ (1 pt.)
c. ¿Habría **efecto fotoeléctrico** con luz de $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$? $\gamma < \gamma_0$ no se produce efecto fotoeléctrico (0,5 pt.)

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

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 **75 %** de la que presenta el agua en el manantial de origen:



- a. Calcula el **tiempo** que lleva embotellada el agua de la muestra. $t = 5,23 \text{ años}$ (1 pt.)
b. Calcula la **actividad** de una muestra que contiene **1 µg** de ${}^3_1\text{H}$. (0,5 pt.)

Dato: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$$A = 3,5 \cdot 10^8 \text{ Bq } \left(\frac{\text{des.}}{\text{s}} \right)$$



💡 CUESTIONES JUSTIFICADAS:

I. El **ángulo límite** en la refracción **agua / aire** es de **48,61°**. Si se posee otro medio en el que la velocidad de la luz sea $v_{\text{medio}} = 0,878 v_{\text{agua}}$, el nuevo **ángulo límite (medio / aire)** será:

- a) **No se modifica.**
- b) Menor.**
- c) **Mayor.**

(1 pt.)

II. Determina la **energía de enlace por nucleón** del núcleo 5_2X si posee una **masa total** de **5,0324 u.m.a.**

- a) $2,44 \cdot 10^{-13} \text{ J / nucleón.}$**
- b) **0,00817 J / nucleón.**
- c) **0,001634 J / nucleón.**

(1 pt.)

Datos: $1 \text{ u.m.a.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_p = 1,00728 \text{ u.m.a.}$; $m_n = 1,00867 \text{ u.m.a.}$

III. Un **núcleo** ${}^{214}_{83}X$ que experimente sucesivamente **una** emisión **alfa α** , **tres** emisiones **beta β^-** , y **una gamma γ** , se transformará en el núcleo:

- a) ${}^{214}_{82}Y$
- b) ${}^{210}_{82}Y$
- c) ${}^{210}_{84}Y$**

(0,5 pt.)

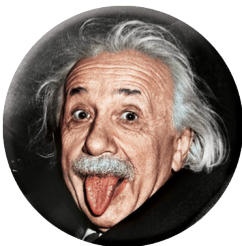
COMPLEMENTARIOS:

C1 Calcula La **longitud de onda asociada** a un **electrón** de **100 eV** de **energía cinética**.

Datos: $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ $\lambda = 1,23 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ (1 pt.)

C2 Un hombre que tiene un hermano gemelo abandona la Tierra en una nave espacial para hacer el recorrido de ida y vuelta a la estrella Próxima Centauri, que se encuentra situada a **4 años-luz** de distancia. El viaje se realiza a una **velocidad constante** de **0,90c**. A su regreso a la Tierra, ¿cuánto **tiempo** es **más joven** que su hermano gemelo, que permaneció en ella todo el tiempo que ha durado el viaje?

Dato: $1 \text{ año-luz} = 9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$ (1 pt.)



5 años más joven.

1. Un objeto de **1,5 cm** de altura está situado a **15 cm** de un **espejo esférico convexo** de **radio 20 cm**:

a) Dibuja el **diagrama de rayos**. Datos: $y = 1,5 \text{ cm}$, $s = -15 \text{ cm}$, $R = +20 \text{ cm}$

b) Calcula la **posición, tamaño y características** de la imagen.

$$\boxed{\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R}} \quad \text{Ec. espejos esféricos}$$

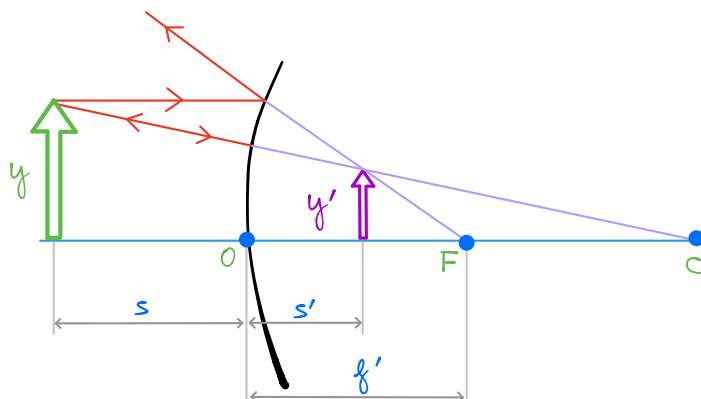
$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R}, \quad \frac{1}{6} + \frac{1}{-15} = \frac{2}{20} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s' = 6 \text{ cm}$$

$$\boxed{A = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}} \quad \text{Aumento lateral en espejos esféricos}$$

$$y' = -\frac{s'}{s} y = -\frac{6 \text{ cm}}{-15 \text{ cm}} \cdot 1,5 \text{ cm} = 0,6 \text{ cm}$$

El aumento lateral es $A = \frac{y'}{y} = \frac{0,6}{1,5} = 0,4$



Espejo Convexo: Cualquier posición.

Imagen virtual, reducida y derecha:
 $R > 0, f' > 0$

2. Un **objeto** de **3 cm** de altura se sitúa a **75 cm** de una **lente delgada convergente** y produce una **imagen** a **37,5 cm** a la **derecha** de la lente:

a) Calcula la **distancia focal**. Datos: $y = 3 \text{ cm}$, $s = -75 \text{ cm}$, $s' = 37,5 \text{ cm}$

b) Dibuja el **diagrama de rayos** y obtén el **tamaño** de la **imagen**. (1 pt.)

c) ¿En qué **posición** del eje hay que colocar el **objeto** para que **no** se forme **imagen**?

$$\text{a)} \quad \boxed{\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}} \quad \text{Ec. de Gauss para lentes delgadas}$$

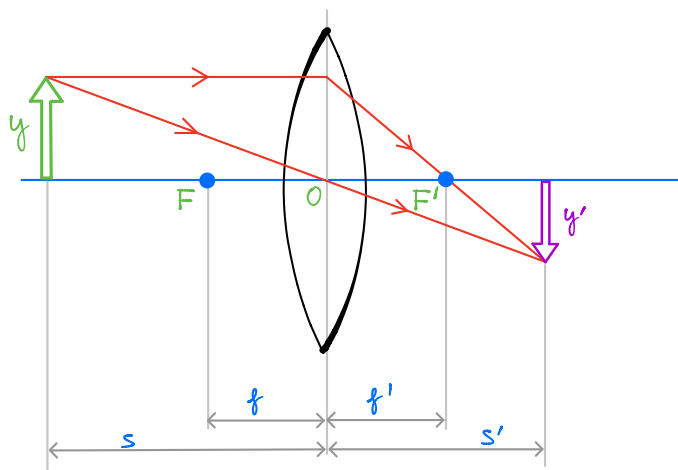
$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{37,5} - \frac{1}{-75} = \frac{1}{f'} \Rightarrow$$

$$f' = 25 \text{ cm} \Rightarrow f' = -25 \text{ cm}$$

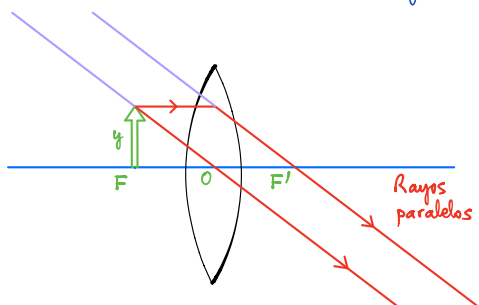
$$\text{b)} \quad \boxed{A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}} \quad \text{Aumento lateral en lentes delgadas}$$

$$y' = \frac{s'}{s} y = \frac{37,5}{-75} \cdot 3 \text{ cm} = -1,5 \text{ cm}$$

c) No se forma imagen si situamos el objeto en el **foco** de la lente convergente.



Lente convergente: Objeto situado con $s > f$.
Imagen real e invertida (mayor o menor según s).



3. La **longitud de onda máxima** capaz de producir **efecto fotoeléctrico** en un metal, es **4 500 Å**:

a) Calcula el **trabajo de extracción**.

b) Calcula el **potencial de frenado** si la luz incidente es de $\lambda = 4\,000\text{ Å}$.

c) ¿Habría efecto fotoeléctrico con luz de $5 \times 10^{14}\text{ Hz}$?

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

a)
$$h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}m_e v_e^2$$
 Ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico
$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$
 Relación de Planck-Einstein

El trabajo de extracción: $W_0 = h\nu_0 = h \frac{c}{\lambda_0} = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8\text{ m/s}}{4500 \cdot 10^{-10}\text{ m}} \approx 4,4 \cdot 10^{-19}\text{ J}$

b)
$$e \cdot V_0 = h\nu - h\nu_0$$
 Ec. del potencial de frenado

$$V_0 = \frac{h\nu - h\nu_0}{e} = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) = 6,626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \times \left(\frac{1}{4000 \times 10^{-10}} - \frac{1}{4500 \times 10^{-10}} \right) \approx 0,345104\text{ V} \approx 0,34\text{ V}$$

c)
$$\nu_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \times 10^8}{4500 \times 10^{-10}} \approx 6,666670 \times 10^{14}\text{ Hz}$$

$$\nu = 5 \cdot 10^{14}\text{ Hz}$$

$$\left. \begin{array}{l} \nu < \nu_0 \text{ no se produce} \\ \text{efecto fotoeléctrico} \end{array} \right\}$$

4. El **tritio** 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 **75 %** de la que presenta el agua en el manantial de origen:

a) Calcula el **tiempo** que lleva embotellada el agua de la muestra. (1 pt.)

b) Calcula la **actividad** de una muestra que contiene **1 µg** de **tritio**. (0,5 pt.) Tritio ${}^3_1\text{H}$

Dato: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$

a)
$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$
 Período de semidesintegración
$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{12,5\text{ años}} \approx 0,055\text{ año}^{-1}$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$
 Actividad radiactiva $t = 60\text{ s}$, $A = A_0 e^{-\lambda t} = 2 \cdot 10^3 \cdot e^{-0,01 \cdot 60} \approx 1097,62\text{ Bq}$ (aprox. la mitad)

$$A = \frac{75 A_0}{100} = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow 0,75 = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0,75 = -\lambda t \Rightarrow$$

$$t = \frac{\ln 0,75}{-\lambda} = \frac{\ln 0,75}{-0,055\text{ año}^{-1}} \approx 5,23\text{ años}$$

b)
$$A = \lambda N$$
 Actividad radiactiva
$$N = n \cdot N_A = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

$$\begin{array}{l} \text{masa en gramos} \\ \text{moles} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{masa molecular} \end{array}$$

$$A = \lambda \cdot \frac{m}{M} \cdot N_A = 0,055 \times \frac{1 \times 10^{-6}}{3} \times 6,022 \times 10^{23} \approx 1,104030 \times 10^{16} \frac{\text{des.}}{\text{año}} \cdot \frac{1\text{ año}}{365 \cdot 24 \cdot 3600\text{ s}} \approx 3,5 \cdot 10^8\text{ Bq} \left(\frac{\text{des.}}{\text{s}} \right)$$

💡 CUESTIONES JUSTIFICADAS:

I. El **ángulo límite** en la **refracción agua / aire** es de **48,61°**. Si se posee otro medio en el que la velocidad de la luz sea **v_medio = 0,878 v_agua**, el nuevo **ángulo límite (medio / aire)** será:

- a) No se modifica.
- b) Menor.
- c) Mayor.

$$n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$$

Ley de Snell

$$l = \arcsen \frac{n_2}{n_1} = \arcsen \frac{v_1}{v_2}$$

Ángulo límite

$$n_{\text{agua}} \sin 48,61^\circ = n_{\text{aire}} \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow \frac{n_{\text{aire}}}{n_{\text{agua}}} = \frac{v_{\text{agua}}}{v_{\text{aire}}} = \sin 48,61^\circ \Rightarrow v_{\text{aire}} = \frac{v_{\text{agua}}}{0,75}$$

$$n_{\text{medio}} \sin l = n_{\text{aire}} \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow \frac{n_{\text{aire}}}{n_{\text{medio}}} = \frac{v_{\text{medio}}}{v_{\text{aire}}} = \frac{0,878 \cdot v_{\text{agua}}}{\frac{v_{\text{agua}}}{0,75}} = 0,66 = \sin l$$

$$l = \arcsen 0,66 = 41,3^\circ < 48,61^\circ \quad , \quad \text{La respuesta es la b) Es menor}$$

II. Determina la **energía de enlace por nucleón** del núcleo X-2-5 si posee una **masa total** de **5,0324 u.m.a.**

- a) $2,44 \cdot 10^{-13} \text{ J / nucleón}$.
- b) $0,00817 \text{ J / nucleón}$.
- c) $0,001634 \text{ J / nucleón}$.

$$\begin{matrix} 5 & \times & A = 5 & (\text{n}^\circ \text{ nucleones}) \\ 2 & & Z = 2 \end{matrix}$$

Datos: $1 \text{ u.m.a.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_p = 1,00728 \text{ u.m.a.}$; $m_n = 1,00867 \text{ u.m.a.}$

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

Defecto de masa

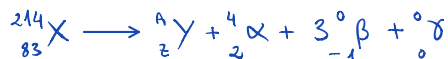
$$E_{\text{nucleón}} = \frac{\Delta m \cdot c^2}{A}$$

Energía de enlace por nucleón

$$\Delta m = 2 \cdot 1,00728 \text{ u} + (5 - 2) \cdot 1,00867 \text{ u} - 5,0324 = 0,00817 \text{ u} \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = 1,356 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

$$E_{\text{nucleón}} = \frac{1,356 \cdot 10^{-29} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{5 \text{ nucleones}} = 2,44 \cdot 10^{-13} \text{ J / nucleón} \quad , \quad \text{La respuesta es la a)}$$

III. Un núcleo X-83-214 que experimente sucesivamente una emisión alfa α , tres emisiones beta β^- , y una gamma γ , se transformará en el núcleo:



$$214 = A + 4 + 3 \cdot 0 + 0 \Rightarrow A = 214 - 4 = 210$$

$$83 = Z + 2 + 3 \cdot (-1) + 0 \Rightarrow Z = 83 - 2 + 3 = 84$$



COMPLEMENTARIOS:

C1 Calcula La **longitud de onda asociada** a un electrón de **100 eV** de **energía cinética**.

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

$$E_c = \frac{1}{2} m_e v_e^2 = 100 \text{ eV} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,6 \times 10^{-17}}{9,1 \times 10^{-31}}} \approx 5929994,533289 \text{ m/s} \approx 5,93 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

Longitud de onda asociada a una masa

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34}}{9,1 \times 10^{-31} \times 5,93 \times 10^6} \approx 1,228620 \times 10^{-10} \text{ m} \approx 1,23 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

C2 Un hombre que tiene un hermano gemelo abandona la Tierra en una nave espacial para hacer el recorrido de **ida y vuelta** a la estrella Próxima Centauri, que se encuentra situada a **4 años-luz** de distancia. El viaje se realiza a una velocidad constante de **0,90c**. A su regreso a la Tierra, ¿cuánto **tiempo** es **más joven** que su hermano gemelo, que permaneció en ella todo el tiempo que ha durado el viaje?

Dato: 1 año-luz = $9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$

El espacio total recorrido es de 4 años-luz por 2.

$$s = 4 \cdot 9,5 \cdot 10^{15} \text{ m} \cdot 2 = 7,6 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

El tiempo transcurrido, medido desde la Tierra:

$$\Delta t' = \frac{s}{v} = \frac{s}{0,9c} = \frac{7,6 \cdot 10^{16} \text{ m}}{0,9 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx 2,8 \cdot 10^8 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ año}}{365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} \approx 8,88 \text{ años}$$

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

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Transformación del tiempo

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{(0,9c)^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - 0,9^2}} = 8,88 \text{ años}$$

$$\text{El factor } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,9^2}} \approx 2,29$$

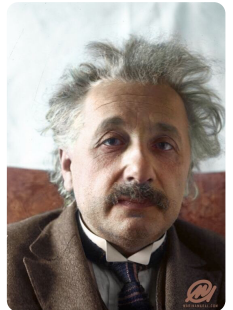
$$\Delta t = \frac{8,88 \text{ años}}{2,29} \approx 3,88 \text{ años}$$

Cuando regresa el hermano gemelo es

$$(8,88 - 3,88) \text{ años} = 5 \text{ años más joven.}$$

$$\Delta t \leq \Delta t'$$

Dilatación del tiempo



Albert Einstein

