

PRUEBAS EBAU FÍSICA

Juan P. Campillo Nicolás

16 de julio de 2019

1. Gravitación.

1. Determine la velocidad de escape que hay que proporcionar a un satélite en la superficie de la Tierra para ponerlo en órbita circular a una altura de 600 km sobre dicha superficie. Datos: radio de la Tierra: 6370 km; masa de la Tierra: $5,98 \cdot 10^{24}$ kg; Constante de gravitación universal: $6,67 \cdot 10^{-11}$ N · m² · kg⁻²

Respuesta:

La energía total de un satélite a una altura de 600 km sobre la superficie de la Tierra es:

$$E = -\frac{GMm}{2r} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} m}{2(6,37 \cdot 10^6 + 6 \cdot 10^5)}$$

Aplicando el Principio de Conservación de la Energía, tendremos:

$$-\frac{GMm}{r_T} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} m}{2(6,37 \cdot 10^6 + 6 \cdot 10^5)}$$

Sustituyendo valores:

$$-\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} m}{6,37 \cdot 10^6} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} m}{2(6,37 \cdot 10^6 + 6 \cdot 10^5)}$$

Despejando, se obtiene: $v = 8248 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

2. Dos masas de $2 \cdot 10^4$ kg y $5 \cdot 10^4$ kg están separadas una distancia de 8 metros. Calcula: a) La fuerza de atracción entre ambas masas. b) el valor de la intensidad de campo gravitatorio en un punto situado a 6 m de distancia de la segunda masa y a 14 m de la primera, dentro de la recta que las une Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N · m² · kg⁻².

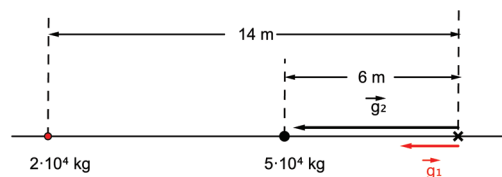
Respuesta:

- a) El módulo de la fuerza entre ambas masas es:

$$F = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^4}{8^2} = 1,04 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

- b) La intensidad de campo gravitatorio será:

$$\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^4}{14^2} \vec{i} - \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5 \cdot 10^4}{6^2} \vec{i} = -9,94 \cdot 10^{-8} \vec{i} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$



3. El planeta Saturno tiene una masa 95,2 veces mayor que la de la Tierra y el radio es 9,47 veces mayor que el radio de la Tierra. Calcule la velocidad de escape para un objeto: a) sobre la superficie de la Tierra; b) sobre la superficie de Saturno. Datos: masa de la Tierra = $5,98 \cdot 10^{24}$ kg, radio de la Tierra = $6,37 \cdot 10^6$ m, constante de gravitación universal (G) = $6,67 \cdot 10^{-11}$ N · m² / kg²

Respuesta:

a) y b) Las respectivas velocidades de escape son:

$$v_{eT} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{6,37 \cdot 10^6}} = 11191 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{eS} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 95,2 \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{9,47 \cdot 6,37 \cdot 10^6}} = 35482 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

4. Dos masas de 15.000 kg y 40.000 kg se atraen con una fuerza gravitatoria de 0,0002 N. Calcular: a) La distancia de separación entre ambas masas; y b) el valor de la intensidad de campo gravitatorio a 4 m de distancia de la primera masa dentro de la recta que las une. Datos: $(G) = 6,61 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$

Respuesta:

a) La separación entre ambas masas se deduce de la fuerza de atracción entre ambas:

$$F = \frac{GMm}{r^2} \quad r = \sqrt{\frac{GMm}{F}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 15000 \cdot 40000}{0,0002}} = 14,15 \text{ m}$$

b) Puesto que los vectores campo gravitatorio tienen la misma dirección y sentido opuesto, suponiendo las dos masas situadas sobre el eje X, tendremos:

$$\vec{g}_1 = -\frac{GM}{r_1^2} \vec{i} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 15000}{4^2} \vec{i} = -6,25 \cdot 10^{-8} \vec{i} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$\vec{g}_2 = -\frac{Gm}{r_2^2} \vec{i} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 40000}{10,15^2} \vec{i} = 2,59 \cdot 10^{-8} \vec{i} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

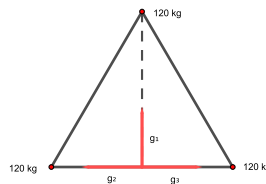
$$\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 = -3,66 \cdot 10^{-8} \vec{i} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

El problema también se podría haber resuelto tomando las distancias respectivas al punto de 4 y 18,15 m, respectivamente, pues dicho punto también pertenece a la recta que une las dos masas.

5. En cada uno de los vértices de un triángulo equilátero de 6 m de lado, se encuentra una masa de 120 kg. Calcule la intensidad de campo gravitatorio en el punto medio de uno de los lados. Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

Respuesta:

De la distribución de masas que podemos ver en la siguiente imagen:



Se deduce que la intensidad de campo gravitatorio en el punto de medio de la base es igual a la que crea la masa situada en el vértice superior del triángulo, cuyo valor será:

$$\vec{g}_1 = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 120}{6^2 - 3^2} \vec{j} = 3,2 \cdot 10^{-10} \vec{j} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

6. Un satélite del sistema de posicionamiento GPS, de 1200 kg, se encuentra en una órbita circular de radio tres veces el de la Tierra. a) Calcular el peso del satélite en su órbita. b) Determine el periodo de revolución del satélite. Datos: Constante de gravitación universal (G) = $6.67 \cdot 10^{-11}$ N.m²/kg² ; Radio de la Tierra (R_t): 6400 km; Masa de la Tierra (M_t): $6 \cdot 10^{24}$ kg.

Respuesta:

a) El peso del satélite será:

$$P = \frac{GMm}{r^2} = \frac{6,67,10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 1200}{(3 \cdot 6,4 \cdot 10^6)^2} = 1302,7 \text{ N}$$

b) El periodo de revolución será:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 (3 \cdot 6,4 \cdot 10^6)^3}{6,67,10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}} = 26424 \text{ s}$$

7. En la superficie de la Tierra la intensidad de campo gravitatorio es 9.80 N/kg. El módulo de la intensidad del campo gravitatorio en la superficie de un Planeta es 2,2 N/kg y la masa de dicho planeta es 4 veces la masa de la Tierra. Determina el radio de dicho planeta. Datos: Radio de la Tierra: 6400 km.

Respuesta:

En primer lugar, determinamos el valor de GM para la Tierra:

$$GM = 9,8 (6,4 \cdot 10^6)^2 = 4,01 \cdot 10^{14} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$$

Para el planeta, tendremos: $GM_P = 4 \cdot 4,01 \cdot 10^{14} = 1,61 \cdot 10^{15} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$. Para calcular el radio:

$$2,2 = \frac{1,61 \cdot 10^{15}}{r^2} \quad r = 2,70 \cdot 10^7 \text{ m}$$

8. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "La intensidad en un punto de un campo gravitatorio es tanto menor cuanto mayor es la masa que se coloque en dicho punto".

Respuesta:

La afirmación es **falsa**: la intensidad de campo gravitatorio en un punto no depende de la masa que se coloque en dicho punto, sino de la masa que crea el campo.

9. Un satélite artificial recorre una órbita circular de radio doble que el radio terrestre. Si en la superficie de la Tierra la intensidad de campo gravitatorio es 9,80 N/kg. Encontrar el valor de la velocidad del satélite. Datos: radio de la Tierra= 6370 km.

Respuesta:

A partir del valor de g en la superficie terrestre y del radio de la Tierra, podemos deducir el valor de GM:

$$9,80 = \frac{GM}{(6,37 \cdot 10^6)^2} \quad GM = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$$

Y utilizando este valor, determinamos la velocidad orbital:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{3,98 \cdot 10^{14}}{2 \cdot 6,37 \cdot 10^6}} = 5587 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

10. Un proyectil se dispara hacia arriba desde la cima de una montaña que está a 4000 m por encima de la superficie de la Tierra, con una velocidad de 6 km/s. Determine la altura máxima que alcanza, medida desde la superficie de la Tierra. Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, Radio de la Tierra: 6.371 km, Masa de la Tierra: $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Respuesta:

La altura máxima se puede calcular aplicando el principio de conservación de la energía:

$$-\frac{GMm}{r_0} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{GMm}{r} + 0$$

$$-\frac{6,67,10^{-11}5,98,10^{24}}{6,371 \cdot 10^6 + 4 \cdot 10^3} + \frac{1}{2}6000^2 = -\frac{6,67,10^{-11}5,98,10^{24}}{r}$$

$$r = 8,98 \cdot 10^6 \text{ m}$$

La altura desde la superficie de la Tierra sería:

$$h = r - r_T = 8,98 \cdot 10^6 - 6,371 \cdot 10^6 = 2,61 \cdot 10^6 \text{ m}$$

11. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "Si la intensidad del campo gravitatorio en la superficie de la Tierra es 9,8 N/kg entonces a una altura sobre dicha superficie igual al radio de la Tierra la intensidad será 4,9 N/kg".

Respuesta:

La afirmación es **falsa**. Cuando la altura sea igual al radio terrestre, tendremos que:

$$g = \frac{GM}{(2r)^2} = \frac{1}{4} \frac{GM}{r^2} = 2,45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

2. Vibraciones y ondas.

1. Una onda mecánica viaja a una velocidad $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y tiene una frecuencia $\nu = 12 \text{ Hz}$. Determina: a) el tiempo que tardará en alcanzar un punto situado a 18 m del foco donde se origina. b) su longitud de onda

Respuesta:

- a) El tiempo necesario será:

$$t = \frac{18}{5} = 3,6 \text{ s}$$

- b) La longitud de onda será:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{5}{12} = 0,42 \text{ m}$$

2. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "El avance de una onda armónica de amplitud $0,5 \text{ m}$ que se propaga 6 metros en un medio elástico, provoca que una partícula del medio elástico recorra también 6 metros ".

Respuesta:

La frase es **incorrecta**, pues una onda mecánica transmite energía y cantidad de movimiento, pero no materia.

3. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "Cuando una onda se propaga por un medio, toda la materia se propaga también".

Respuesta:

La afirmación es **falsa**: en una onda, se produce una transferencia de energía y de cantidad de movimiento, pero no de materia.

4. En una cuerda tensa se genera una onda de 20 cm de amplitud mediante un oscilador de 30 Hz . La onda se propaga a 6 m/s . a) Escriba la ecuación de la onda suponiendo que se propaga de derecha a izquierda y que en el instante inicial la elongación en el foco es nula. b) Determine la velocidad de una partícula de la cuerda situada a 1 m del foco emisor en el instante 4 s .

Respuesta:

- a) La ecuación de la onda tomará la forma:

$$y = A \text{ sen } (\omega t + kx + \varphi_0)$$

Siendo: $A = 0,2 \text{ m}$; $\omega = 2\pi \cdot 30 = 60\pi \text{ s}^{-1}$; $k = \frac{\omega}{v} = \frac{60\pi}{6} = 10\pi \text{ m}^{-1}$. Puesto que para $t = 0$ y $x = 0$, la elongación es nula, tendremos:

$$0 = 0,2 \text{ sen } \varphi_0 \quad \varphi_0 = 0$$

La ecuación de la onda quedará así:

$$y = 0,2 \text{ sen } (60\pi t + 10\pi x)$$

- b) La velocidad de la onda será:

$$v = \frac{dy}{dt} = 0,2 \cdot 60\pi \cos (60\pi t + 10\pi x)$$

Para $x = 1$ m y $t = 4$ s, tendremos:

$$v = \frac{dy}{dt} = 0,2 \cdot 60\pi \cos(240\pi + 10\pi) = 12\pi \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

5. Determina la velocidad de propagación de una onda y la de vibración de las partículas que la forman, interpretando ambos resultados.

Respuesta:

La velocidad de propagación de una onda es un valor que depende de la longitud de onda y del periodo, cumpliéndose que: $v = \frac{\lambda}{T}$ siendo, por tanto, constante para una onda determinada. La velocidad de vibración viene expresada por:

$$v_v = \frac{dy}{dt} = \frac{d[A \sin(\omega t - kx + \varphi_0)]}{dt} = A \omega \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$$

Como puede verse, la velocidad de vibración no es constante, variando de una forma periódica.

6. En un punto de una cuerda, por la que se transmite una onda armónica, se produce un movimiento armónico simple de frecuencia 10 Hz y amplitud 6 mm. Si la velocidad de transmisión de la onda es 40 m/s, determine: a) El periodo y la longitud de onda; y b) la ecuación de la onda generada en la cuerda.

Respuesta:

- a) El periodo es: $T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{10} = 0,1$ s. La longitud de onda tiene el valor: $\lambda = v \cdot T = 40 \cdot 0,1 = 4$ m
 b) La ecuación de la onda es del tipo:

$$y = A \sin(\omega t - kx + \varphi_0)$$

Siendo $A = 0,06$ m y $\omega = 20\pi\nu = 20\pi \text{ s}^{-1}$. El valor de k es: $k = \frac{\omega}{v} = \frac{20\pi}{40} = \frac{\pi}{2} \text{ m}^{-1}$. No se dispone de datos para hallar el valor de φ_0 , por lo que la ecuación de la onda quedaría así:

$$y = 0,06 \sin\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}x + \varphi_0\right)$$

7. Se perciben dos sonidos de igual frecuencia que, por separado, producen cada uno la sensación de 50 dB. Determine la sensación que producirán al oírlos conjuntamente.

Respuesta:

La intensidad de cada uno de los sonidos es:

$$50 = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad I = 10^5 I_0$$

A sonar conjuntamente, la intensidad del sonido será doble, por lo que el nuevo nivel de intensidad será:

$$\beta' = 10 \log \frac{2 \cdot 10^5 I_0}{I_0} = 53 \text{ dB}$$

8. La ecuación de una onda transversal que se propaga en una cuerda es $y = 30 \sin \pi(0,4 t - 2 x)$ donde x e y se expresan en centímetros y t en segundos. Un punto es alcanzado por la onda a 0,06 m del foco. En el instante $t = 4$ s, determina: a) su elongación y b) su velocidad de vibración.

Respuesta:

a) la elongación será:

$$y = 30 \operatorname{sen}(1,6\pi - 0,12\pi) = -29,94 \text{ cm}$$

b) la velocidad de vibración es:

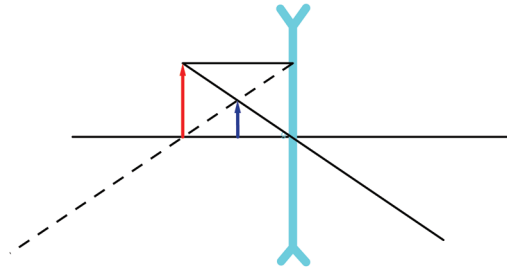
$$v = \frac{dy}{dt} = 30 \cdot 0,4\pi \cos(1,6\pi - 0,12\pi) = -2,37 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

3. Óptica.

1. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "Una lente divergente no puede formar imágenes reales de un objeto".

Respuesta:

La frase es cierta, como se puede demostrar con el siguiente diagrama de rayos:



Como puede verse, la imagen se forma siempre por intersección, como mínimo, de una de las prolongaciones de los rayos.

2. Un objeto se encuentra a 20 cm de una lente convergente delgada cuya distancia focal imagen es de 4 cm. Calcula: a) la posición. b) el aumento de la imagen

Respuesta:

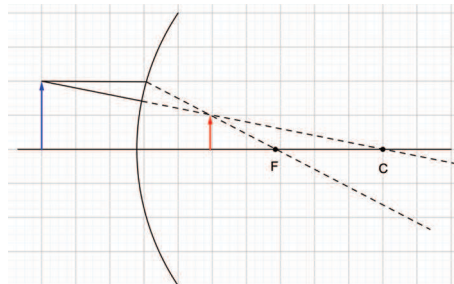
a) Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{-0,2} - \frac{1}{s'} = \frac{1}{-0,04} \quad s' = 0,05 \text{ m}$$

b) El aumento tiene la expresión:

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{0,05}{-0,2} = -0,25$$

3. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "La figura muestra la marcha de los rayos de un objeto que se refleja en un espejo esférico provocando una imagen real"



Respuesta:

La afirmación es **falsa**: la imagen se forma a partir de la intersección de las prolongaciones de los rayos, lo que da lugar a una imagen virtual.

4. Se coloca un objeto de 12 cm de altura a una distancia de 5 cm de un espejo plano. Determine: a) la posición de la imagen; b) el tamaño de la imagen; c) indique si la imagen es real o virtual; d) indique si la imagen es derecha o invertida.

Respuesta:

- a) Aplicando la ecuación de los espejos, y haciendo $R = \infty$, tendremos:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} = \frac{2}{\infty} = 0 \quad \text{De donde: } s' = -s = \mathbf{5 \text{ cm}}$$

- b) A partir de la expresión del aumento lateral:

$$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \quad \frac{y'}{12} = -\frac{-5}{5} \quad y' = \mathbf{12 \text{ cm}}$$

- c) La imagen es **virtual**, pues se forma mediante la intersección de la prolongación de los rayos luminosos.

- d) Del signo de y' se deduce que la imagen es **derecha**.

5. Un haz de luz pasa de un primer medio transparente a un segundo medio transparente con un ángulo límite de 55° . El índice de refracción del segundo medio es 1,2. Determina el índice de refracción del primer medio.

Respuesta:

Aplicando la ley de Snell:

$$\frac{\text{sen } 55^\circ}{\text{sen } 90^\circ} = \frac{1,2}{n_1} \quad n_1 = \frac{1,2}{\text{sen } 55} = \mathbf{1,46}$$

6. Una lente de vidrio esférica está situada en el vacío. Es una lente delgada y biconvexa y sus dos caras tienen radios iguales a 10 cm. El índice de refracción del vidrio es 1,5. A partir de un objeto la lente forma una imagen que es real e invertida y tiene un tamaño que es la cuarta parte que el del objeto. Determina: a) la distancia focal imagen. b) las posiciones del objeto y de la imagen.

Respuesta:

- a) Para calcular la distancia focal, tendremos que:

$$\frac{1}{f} = (1 - n) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = (1 - 1,5) \left(\frac{1}{0,1} - \frac{1}{-0,1} \right) = -10 \quad f = \mathbf{-0,1 \text{ m}}$$

- b) Aplicando la ecuación del aumento lateral y la ecuación de las lentes delgadas, podremos obtener las siguientes igualdades:

$$\frac{-0,25y}{y} = \frac{s'}{s} \quad s' = \mathbf{-0,25s}$$

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f} \quad \frac{1}{s} + \frac{1}{0,25s} = -10 \quad s = \mathbf{-0,5 \text{ m}}$$

7. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: La lupa es un instrumento óptico que pretende aumentar el tamaño de la imagen de un objeto y para ello utiliza dos lentes, una denominada objetivo y otra llamada ocular".

Respuesta:

La afirmación es **falsa**, pues la lupa es una única lente convergente. mientras que la combinación de lentes indicada es un sistema óptico, del tipo del microscopio.

8. Una lente divergente delgada tiene una distancia focal objeto de 6 cm. Un objeto se encuentra a 10 cm de la lente. Calcula: a) la posición y b) el aumento y la naturaleza de la imagen.

Respuesta:

a) Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{-0,1} - \frac{1}{s'} = \frac{1}{0,06} \quad s' = -0,0375 \text{ m}$$

b) Aplicando la ecuación del aumento lateral:

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad \frac{y'}{y} = \frac{-0,0375}{-0,1} = 0,375$$

La imagen es **menor, derecha y virtual**.

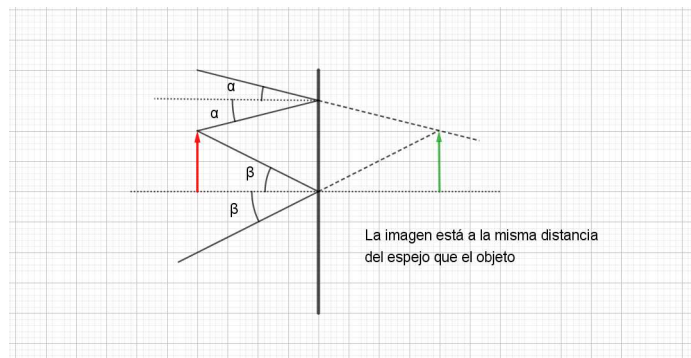
9. Un objeto está a 1 cm de distancia de un espejo plano. Seguidamente el espejo se aleja 0,5 m del objeto. Determine qué distancia se desplazará la imagen. Realice un esquema gráfico de la situación del espejo, del objeto y sus imágenes.

Respuesta:

a) Aplicando la ecuación del dioptrio esférico para un espejo plano, tendremos:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} = \frac{2}{\infty} \quad s' = -s$$

Con lo que la imagen se desplaza también 0,50 m respecto al objeto, quedando ésta a **51 cm** de aquel. El diagrama de rayos será el siguiente:



10. Un haz de luz de frecuencia $8 \cdot 10^{14}$ Hz incide sobre un cristal de índice de refracción 1,52. El haz incide desde el vacío formando un ángulo de 20° con la normal a la superficie del cristal. Calcule: a) la longitud de onda de la luz incidente en el vacío, y en el cristal; b) el ángulo que forma el haz de luz cuando atraviesa el cristal.

Respuesta:

a) Las longitudes de onda en el vacío y en el cristal serán, respectivamente:

$$\lambda_v = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8}{8 \cdot 10^{14}} = 3,75 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad \lambda_c = \frac{v}{\nu} = \frac{1,52}{8 \cdot 10^{14}} = 2,47 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

b) Aplicando la ley de Snell:

$$\frac{\text{sen } 20^\circ}{\text{sen } \alpha_r} = \frac{1,52}{1} \quad \alpha_r = 13^\circ$$

11. Un objeto de 8 cm de altura se sitúa a 50 cm de una lente delgada de -4 dioptrías de potencia. Se pide:
a) Calcular la posición de la imagen y su tamaño. b) Representar gráficamente el problema, indicando claramente la marcha de los rayos y las características de la imagen.

Respuesta:

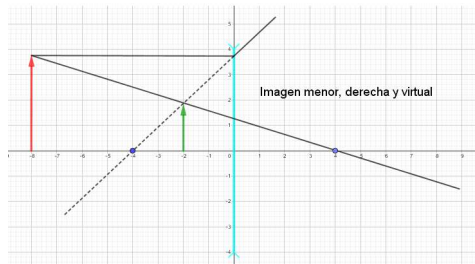
a) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{-0,5} - \frac{1}{s'} = -P = 4 \quad s' = -0,17 \text{ m}$$

Para hallar el tamaño de la imagen, recurrimos a la ecuación del aumento lateral:

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad \frac{y'}{8} = \frac{-0,17}{-0,5} \quad y' = 2,72 \text{ cm}$$

b) El diagrama de rayos será el siguiente:



12. Determine el ángulo límite en la interfase liquido-aire suponiendo que la velocidad de la luz en el aire es 300.000 km/s. y la velocidad de la luz en el interior del líquido es 102.000 km/s.

Respuesta:

El índice de refracción del líquido es:

$$n = \frac{3 \cdot 10^8}{1,02 \cdot 10^8} = 2,94$$

Con lo que el ángulo límite se calculará así:

$$\frac{\text{sen } \alpha_L}{\text{sen } 90^\circ} = \frac{1}{2,94} \quad \alpha_L = 19,88^\circ$$

13. 5) Un objeto se encuentra a 20 cm de una lente convergente delgada cuya distancia focal imagen es de 8 cm. Calcula: a) la posición y b) el aumento y la naturaleza de la imagen.

Respuesta:

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{-0,20} - \frac{1}{s'} = -P = -\frac{1}{0,08} \quad s' = 0,13 \text{ m}$$

b) El tamaño de la imagen es:

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = -0,65$$

La imagen es menor, real e invertida.

14. Un objeto de 4 cm de altura está a 20 cm de una lente divergente de 10 cm de distancia focal. Determina:
a) la posición y b) el tamaño de la imagen y las características de dicha imagen.

Respuesta:

- a) Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{-0,2} - \frac{1}{s'} = \frac{1}{0,1} \quad s' = -0,067 \text{ m}$$

- b) Mediante la ecuación del aumento lateral:

$$\frac{y'}{4} = \frac{-0,067}{-0,1} \quad y' = 2,66 \text{ cm}$$

La imagen será **derecha, virtual y menor**.

4. Electromagnetismo.

1. En el interior de un determinado medio se encuentra un cable conductor recto e indefinido por el que circula una corriente eléctrica de intensidad 15 A. Como consecuencia se genera un campo magnético de $45 \cdot 10^{-5}$ T a una distancia de 3 cm de dicho conductor y en un plano perpendicular al mismo. Determine la permeabilidad magnética del medio.

Respuesta:

El campo magnético a 3 cm del conductor será:

$$B = \frac{\mu I}{2\pi a} \rightarrow 45 \cdot 10^{-5} = \frac{\mu \cdot 15}{2\pi \cdot 0,03} \quad \mu = \frac{45 \cdot 10^{-5} 2\pi \cdot 0,03}{15} = 1,8\pi \cdot 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$$

2. Un electrón se acelera en línea recta mediante la aplicación de una diferencia de potencial de 1200 V. Seguidamente penetra en un campo magnético con una velocidad que es perpendicular a dicho campo. En estas condiciones, el electrón describe una trayectoria circular de radio 8 cm. Calcule: a) la velocidad con la que el electrón penetra en el campo magnético. b) el valor del campo magnético. Datos: masa del electrón: $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; carga del electrón: $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Respuesta:

a) La velocidad adquirida por el electrón se calcula de la siguiente forma:

$$q\Delta V = \frac{1}{2} mv^2 \quad v = \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1200}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 2,05 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

b) El campo magnético será:

$$B = \frac{mv}{qr} \rightarrow B = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 2,05 \cdot 10^7}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,08} = 1,46 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

3. Una carga puntual de 5 μC está situada en el punto (4, -2) metros. En el punto (-1, 0) calcule el módulo de: a) la intensidad de campo eléctrico; b) la fuerza sobre un electrón situado en dicho punto. Datos: $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$, carga del electrón = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Respuesta:

a) La distancia entre los dos puntos es:

$$r = \sqrt{[4 - (-1)]^2 + (2 - 0)^2} = \sqrt{29} \text{ m}$$

El módulo de la intensidad de campo tiene el valor:

$$E = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{29} = 1551,7 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

b) El módulo de la fuerza sobre un electrón en el punto (-1,0) es:

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{29} = 2,48 \cdot 10^{-16} \text{ N}$$

4. Un electrón penetra dentro de un campo magnético uniforme, de intensidad 0,004 T, perpendicular a su velocidad. Si el radio de la trayectoria que describe el electrón es de 8 cm, halle: a) la velocidad; y b) el periodo del movimiento de la órbita que describe. Datos: masa del electrón= $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; carga del electrón= $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Respuesta:

- a) A partir de la expresión:

$$r = \frac{mv}{qB} \quad \text{despejando :} \quad v = \frac{qB}{rm} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{0,08 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} = 8,79 \cdot 10^6 \text{ m}$$

- b) El periodo será:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 0,08}{8,79 \cdot 10^6} = 5,72 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

5. Un campo eléctrico es generado por una carga de 30 C. Calcule: a) El potencial eléctrico en un punto situado a 6 m de la carga creadora . b) El trabajo que hay que realizar para trasladar una carga de -4 C desde este punto a otro punto situado a 9 m de la carga creadora.. Datos: $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Respuesta:

- a) El potencial a 6 m de la carga será:

$$V = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 30}{6} = 4,5 \cdot 10^{10} \text{ V}$$

- b) Puesto que el trabajo sobre la carga es: $W = q (V_A - V_B)$, debemos calcular el potencial en el punto B, cuyo valor es: $V = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 30}{9} = 3 \cdot 10^{10} \text{ V}$. El trabajo será, entonces:

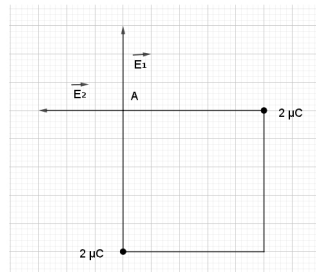
$$W = -4 (4,5 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{10}) = -6 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

El signo negativo del trabajo indica que este debe realizarse en contra del campo eléctrico.

6. En cada uno de dos de los vértices opuestos de un cuadrado de 1 m de lado se encuentra una carga puntual de $2 \mu\text{C}$. a) Calcula la intensidad del campo eléctrico en un tercer vértice, A. b) Si en dicho vértice A se encuentra una carga de $-2 \mu\text{C}$, determina el trabajo necesario para trasladar dicha carga desde el punto A hasta el centro del cuadrado. Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

Respuesta:

- a) La representación gráfica es la siguiente:



De esta representación, podemos deducir lo siguiente:

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{1^2} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\vec{E} = \left| -\vec{E}_2 \right| \vec{i} + \left| \vec{E}_1 \right| \vec{j} = -1,8 \cdot 10^4 \vec{i} + 1,8 \cdot 10^4 \vec{j}$$

En el vértice A y en el centro C del cuadrado, los potenciales valdrán, respectivamente:

$$V_A = 2 \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{1} = 36000 \text{ V} \quad V_C = 2 \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{0,5^2 + 0,5^2}} = 50912 \text{ V}$$

El trabajo necesario será:

$$W = q'(V_A - V_C) = -2 \cdot 10^{-6}(36000 - 50912) = 0,03 \text{ J}$$

7. Un alternador está formado por una bobina plana, formada por 40 espiras de 20 cm² que gira con una frecuencia de 60 Hz en un campo magnético uniforme de 0,8 T. Calcula: a) el flujo magnético que atraviesa la bobina en función del tiempo; b) la fuerza electromotriz (fem) inducida máxima.

Respuesta:

- a) La pulsación, ω será: $\omega = 2\pi\nu = 120\pi \text{ s}^{-1}$. El flujo magnético a través de la espira es:

$$\varphi = NBS \cos\omega t = 40 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cos 120\pi t = 0,064 \cos 120\pi t \text{ wb}$$

- b) La f.e.m. inducida será:

$$\varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt} = -0,064 \cdot 120\pi \sin 120\pi t \text{ V}$$

Siendo el valor máximo:

$$\varepsilon_{\text{máx}} = 0,064 \cdot 120\pi = 24,13 \text{ V}$$

8. A una distancia r, el potencial eléctrico creado por una carga Q es 1800 V y el campo eléctrico es 600 N/C. Determina el valor a) de r y b) de Q. Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

Respuesta:

- a) Las expresiones del potencial y campo eléctrico serán, respectivamente:

$$V = \frac{KQ}{r} = 1800 \text{ V} \quad E = \frac{KQ}{r^2} = 600 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

Dividiendo la primera expresión entre la segunda:

$$\frac{V}{E} = \frac{1800}{600} = \frac{\frac{KQ}{r}}{\frac{KQ}{r^2}} = r = 3 \text{ m}$$

- b) Conocido el valor de r:

$$1800 = \frac{9 \cdot 10^9 Q}{3} \quad Q = 6 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

9. Una espira circular de 5 cm de radio, inicialmente horizontal, gira a 60 rpm en torno a uno de sus diámetros en un campo magnético vertical de 0,2 T. a) Determine la expresión del flujo magnético a través de la espira en función del tiempo y b) Indique el valor máximo de dicho flujo. c) Escriba la expresión de la fuerza electromotriz inducida en la espira en función del tiempo y d) indique su valor en el instante $t = 1 \text{ s}$.

Respuesta:

a) El flujo magnético a través de la espira es:

$$\varphi = BS \cos \omega t = 0,2 \cdot \pi \cdot 0,05^2 \cos \frac{60 \cdot 2\pi}{60} t = 1,57 \cdot 10^{-3} \cos 2\pi t$$

El flujo máximo se dará cuando $\cos 2\pi t = 1$, por lo que $\varphi_{\text{máx}} = 1,57 \cdot 10^{-3} \text{wb}$.

c) La fuerza electromotriz inducida tiene la expresión:

$$\varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt} = -1,57 \cdot 10^{-3} \cdot 2\pi \text{sen } 2\pi t \text{ V}$$

d) Para $t = 1 \text{ s}$, la f.e.m. será:

$$\varepsilon = -1,57 \cdot 10^{-3} \cdot 2\pi \text{sen } 2\pi = 0 \text{ V}$$

10. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "La diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos A y B de un campo eléctrico creado por una carga, Q, se define como la diferencia de la energía potencial entre ambos puntos multiplicada por la carga Q".

Respuesta:

La afirmación **no es correcta**, pues la diferencia de potencial eléctrico entre los puntos A y B es:

$$V_A - V_B = \frac{KQ}{r_A} - \frac{KQ}{r_B}$$

Para conocer la diferencia de energía potencial es necesaria la presencia de una segunda carga Q' en los puntos A y B, siendo la diferencia :

$$U_A - U_B = \frac{KQQ'}{r_A} - \frac{KQQ'}{r_B}$$

La frase sería correcta si, en lugar de multiplicar la diferencia de energía potencial por Q, se dividiera por Q'.

11. Una balanza equilibrada tiene en el platillo de la derecha una pesa y en el de la izquierda pende una esferilla cargada eléctricamente. Seguidamente se coloca debajo de ésta otra esferilla con carga eléctrica el doble. Ambas cargas están a una distancia de 40 cm. En esta situación la balanza se descompensa y para equilibrarla hay que colocar 20 g más sobre el platillo de la derecha. Determine la carga de la primera esfera. Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

La fuerza entre ambas esferillas será:

$$F = \frac{Kqq'}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2q^2}{0,4^2} = 0,02 \cdot 9,8 \quad q = 1,32 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

12. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "El flujo magnético inducido que aparece en un circuito es igual a menos la variación (derivada) de la fuerza electromotriz en la unidad de tiempo".

La afirmación es **falsa**: la respuesta correcta es que la fuerza electromotriz inducida es igual a menos la variación del flujo magnético en la unidad de tiempo.

13. 1 kg de hidrógeno está compuesto por $6,024 \cdot 10^{26}$ átomos. Si a todos los átomos de 1 kg de hidrógeno les separásemos los electrones de los núcleos y reuniéramos los núcleos en un punto y los electrones en otro situado a 1 km de distancia. ¿cuál sería la fuerza con que se atraerían ambas cargas teniendo en cuenta que el núcleo de hidrógeno contiene un protón? Datos: $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$; carga del protón

y del electrón = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Las cargas (en valor absoluto) obtenidas al separar los protones y los electrones serían:

$$Q = 6,024 \cdot 10^{26} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 9,664 \cdot 10^7 \text{C}$$

El módulo de la fuerza de atracción sería:

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 (9,664 \cdot 10^7)^2}{1000^2} = 8,40 \cdot 10^{19} \text{C}$$

5. Física moderna.

1. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "La emisión de partículas beta por núcleos radiactivos altera el número de electrones del núcleo".

Respuesta:

- a) La frase es falsa, pues lo que se produce es la descomposición de un **protón del núcleo** en un neutrón, un electrón y un antineutrino, o bien en un neutrón, un positrón y un neutrino.
2. El Fósforo-32 es un radionúclido muy utilizado en Medicina Nuclear. Una muestra de Fósforo-32 cuya constante de desintegración es de $0,048 \text{ días}^{-1}$ tiene una actividad inicial de 100 Bq. Determina: a) El periodo de semidesintegración radiactiva; y b) La actividad de la muestra al cabo de 35 días.

Respuesta:

- a) El periodo de semidesintegración será:

$$T = \frac{0,693}{\lambda} = \frac{0,693}{0,048} = 14,44 \text{ días}$$

- b) Sabiendo que la actividad inicial es:

$$A_0 = 100 = \lambda N_0 = \frac{0,048}{86400} \cdot N_0 \quad N_0 = \frac{100 \cdot 86400}{0,048} = 1,8 \cdot 10^8 \text{ núcleos}$$

(La constante de desintegración debe expresarse, en este caso, en s^{-1}).

- b) El número de núcleos dentro de 35 días será:

$$N = 1,8 \cdot 10^8 \cdot e^{-0,048 \cdot 35} = 3,35 \cdot 10^7 \text{ núcleos}$$

La actividad transcurrido dicho tiempo será:

$$A = \lambda N = \frac{0,048}{86400} \cdot 3,35 \cdot 10^7 = 18,6 \text{ Bq}$$

3. Calcule la masa de un misil que se mueve a una velocidad de 3200 km/h si la longitud de la onda de materia asociada es $2,1 \cdot 10^{-40} \text{ m}$. Datos: Constante de Planck (h) = $6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.

Respuesta:

La velocidad, expresada en m/s es:

$$v = 3200 \text{ km} \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 889 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

La longitud de onda de De Broglie es:

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad \text{de donde:} \quad m = \frac{h}{\lambda \cdot v} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{2,1 \cdot 10^{-40} \cdot 889} = 3535 \text{ kg}$$

4. Calcule la longitud de onda de la onda de materia asociada a un proyectil de 5 g de masa, que se mueve a una velocidad de 200 km/h. Datos: Constante de Planck (h) = $6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Respuesta:

La longitud de onda asociada es:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 / 3600} = 2,38 \cdot 10^{-33} \text{ m}$$

5. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "El efecto fotoeléctrico es una prueba de que la luz posee naturaleza ondulatoria".

Respuesta:

La frase es **falsa** pues, en realidad, el efecto fotoeléctrico constituye una prueba de la naturaleza corpuscular de la luz, emitiéndose aquella de una forma discontinua, como «cuantos» de energía.

6. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "Los isótopos radiactivos nunca se utilizan en medicina debido al peligro que ello entraña".

Respuesta:

La afirmación es **incorrecta**. De hecho estos isótopos, generalmente de periodo de semidesintegración muy bajo, se emplean de forma habitual en medicina (ensayos diagnósticos, tratamiento de enfermedades, etc.)

7. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "Según la hipótesis de Einstein del efecto fotoeléctrico Toda partícula material que se mueve con velocidad tiene una onda asociada".

Respuesta:

La afirmación es **falsa**. En realidad, dicha afirmación corresponde a la hipótesis de de Broglie sobre la dualidad onda-corpúsculo.

8. El periodo de semidesintegración del estroncio-90 es 28 años. Calcule: a) Su constante de desintegración y la vida media. b) El tiempo que deberá transcurrir para que una muestra de 1,5 mg se reduzca un 90 %.

Respuesta:

a) La constante de desintegración es:

$$\lambda = \frac{0,693}{28} = 0,0248 \text{ años}^{-1}$$

La vida media tiene el valor:

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0248} = 40,4 \text{ años}$$

9. Un objeto que se mueve a 80 km/h lleva una onda de materia asociada cuya longitud de onda es $8 \cdot 10^{-31}$ mm. Calcule la masa del objeto. Datos: Constante de Planck (h) = $6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s.

La longitud de onda asociada es:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{\frac{80000}{3600} \text{ m}} \quad m = 3,72 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$$

10. Diga si la siguiente frase es CIERTA o FALSA y razone la respuesta: "Una muestra de tritio tiene una actividad inicial de 10 Bq. Transcurridos 12 años la actividad es de 5 Bq, entonces podemos concluir que la constante de desintegración radiactiva es de 12 años".

La afirmación es **falsa**. Con estos datos de actividad, podríamos plantear la siguiente igualdad:

$$5 = 10 e^{-\lambda \cdot 12} \quad \lambda = 0,058 \text{ años}^{-1}$$

11. Se quiere determinar la antigüedad de un trozo de madera prehistórica por el método del C-14. Para ello se sabe que 50 g de madera presenta una actividad de 250 desintegraciones por minuto. Y que la planta viva tiene una actividad de 15 desintegraciones por minuto y por gramo. Suponiendo que la actividad de la planta viva era la actividad inicial de la madera, determínese: a) la constante de desintegración radiactiva del C-14, y b) la antigüedad del trozo de madera. Datos: periodo de semidesintegración del C-14 = 5730 años.

Respuesta:

a) La constante de desintegración radiactiva es:

$$\lambda = \frac{0,693}{5730} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ años}^{-1}$$

b) La actividad actual por gramos de madera será:

$$A = \frac{250 \cdot 60}{50} = 300 \text{ desint} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Mientras que la actividad inicial será:

$$A_0 = 15 \text{ desint} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Podemos relacionar ambas actividades de la forma:

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \quad 15 = 300 \cdot e^{-1,21 \cdot 10^{-4} t} \quad t = 24760 \text{ años}$$