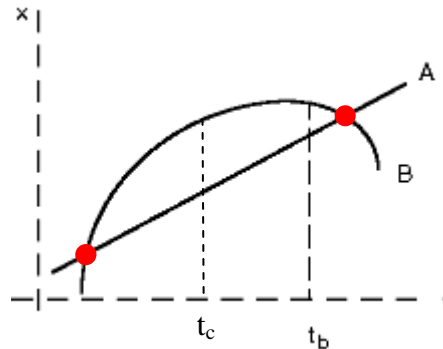


## Cuestiones

- (a)  $h=522$  km.  
(b) No. 15 veces.
- $m=2,02 \times 10^{24}$  kg.
- (a) Puntos rojos.  
(b) Bola A.  
(c)  $t_c$ .  
(d) Frenando todo el tiempo excepto al final, que acelera (en sentido negativo).



- En la subida  $a = -\frac{P + F_r}{m}$ , mientras que en la bajada  $a = \frac{P - F_r}{m}$ . Por tanto, el módulo de la aceleración es mayor en la subida. Como la velocidad final en la subida y la inicial en la bajada coinciden (son cero), de lo anterior deducimos que la velocidad final en la bajada es menor que la velocidad inicial en la subida. Por tanto, la velocidad media es menor en la bajada. Como se recorre la misma distancia en ambos trayectos, concluimos que se tarda más tiempo en la bajada.
- (a) La misma que el punto D.  
(b) A la vez.  
(c) X.  
(d) Verticalmente encima de E.
- $(1 + \sqrt{2})k \frac{Qq}{R^2}$
- La fuerza electrostática compensa la componente del peso en la dirección del plano ( $F_e = P \sin 30^\circ$ ) y de dicha ecuación se obtiene  $h=67,76$  cm.
- (a) La fuerza electrostática compensa el peso y de dicha ecuación se obtiene  $d=5$  mm.

(b) Hacia arriba con  $a=0,13 \text{ m/s}^2$ .

9. (d).

10. No es relevante por tratarse de corriente alterna de 50 Hz.

11. (a)  $R/2$ ,  $T/2$ .

(b)  $2R$ ,  $T$ .

12.  $T = 8,74 \times 10^{-8} \text{ s}$ .

$v = 4,67 \times 10^7 \text{ m/s}$ .

$E_c = 1,82 \times 10^{-12} \text{ J}$ .

13. (a)  $n=1,2$ .

(b)  $t=3,4 \text{ ns}$ .

14. (a) Imagen real, invertida y del mismo tamaño.

(b) Imagen virtual, derecha y del doble de tamaño. Una imagen virtual sí se puede fotografiar porque los rayos que salen de la lente cuando entran en la cámara se comportan como si procediesen de un objeto real.

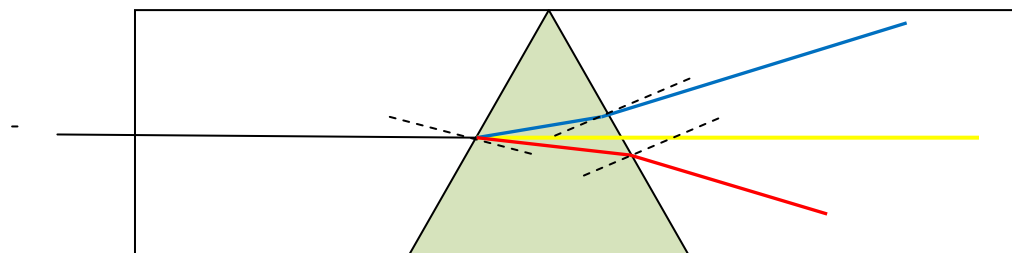
15. Ecuación de un espejo:

$$\frac{1}{-10} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{1,2} \Rightarrow s' = 0,566$$

$$\text{Aumentos} = -\frac{0,566}{-10} = 0,0566$$

La imagen se forma derecha y detrás del espejo. Si el cliente mide 2 m, su imagen tendrá una altura de 0,113m.

16. En el caso de la luz amarilla no se desvía, en el de la roja se desvía hacia abajo porque el índice del prisma es mayor que el del líquido y en el del azul hacia arriba porque en este caso el índice del líquido es mayor que el del prisma.



17. En el equilibrio se cumple que la fuerza recuperadora es igual al peso. A partir de esta ecuación obtenemos que  $m/k = x_0/g$ . Conocida la relación  $m/k$  podemos ya determinar el periodo obteniendo  $T=0,63$  s.

18.  $m = 1,6$  kg.

19.  $y(x,t) = 0,025 \text{ sen}(13,33 \pi x + 160 t)$ .

$$k = 13,33 \pi \text{ m}^{-1}.$$

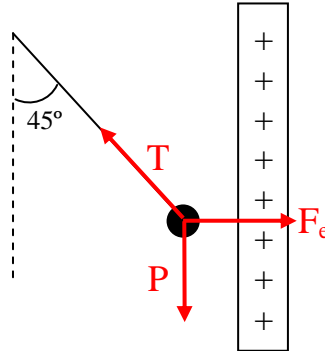
$$\lambda = 0,15 \text{ m}.$$

$$v_{T,\text{max}} = 12,57 \text{ m/s}.$$

## Problemas

1. Por conservación de la energía mecánica obtenemos  $v = 8 \text{ m/s}$ .

2. (a)



(b)  $9,81 \times 10^{-3} \text{ N}$ .

(c)  $9,34 \times 10^{-6} \text{ C}$ .

3. (a)  $99896 \text{ m s}^{-1}$ .

(b)  $0,5 \text{ m}$ .

(c)  $0,509 \text{ m}$ . Para separar partículas con distinta masa de un mismo haz.

4. (a)  $1,2 \text{ A}$  en sentido opuesto a  $I_1$ .

(b)  $8 \times 10^{-6} \text{ N m}^{-1}$ . Repulsiva.

5. Refracción en una superficie plana aire-agua:

$$\frac{s'}{s} = \frac{n'}{n} \Rightarrow s' = \frac{4/3}{1}(-0,6) = -0,8 \text{ m}$$

Reflexión en un espejo plano:

Si el objeto se encuentra a  $-(0,8+1,8) \text{ m}$  del espejo, la imagen se forma detrás a  $2,6 \text{ m}$ .

Refracción de la luz reflejada en la superficie del agua, el objeto se encuentra a  $-(2,6+1,8) \text{ m}$ .

$$s' = \frac{1}{4/3}(-4,4) = -3,3 \text{ m}$$

Por tanto la imagen se forma a  $3,9 \text{ m}$  del niño.

A continuación vamos a hacer lo mismo pero con una altura de agua que varía con el tiempo.

$$H = 1,8 - vt$$

Refracción en el agua

$$s' = -\frac{4}{3}(0,6 + vt)$$

Reflexión en el espejo. La imagen se forma a

$$\frac{4}{3}(0,6 + vt) + (1,8 - vt) = 2,6 + \frac{1}{3}vt, \text{ del espejo}$$

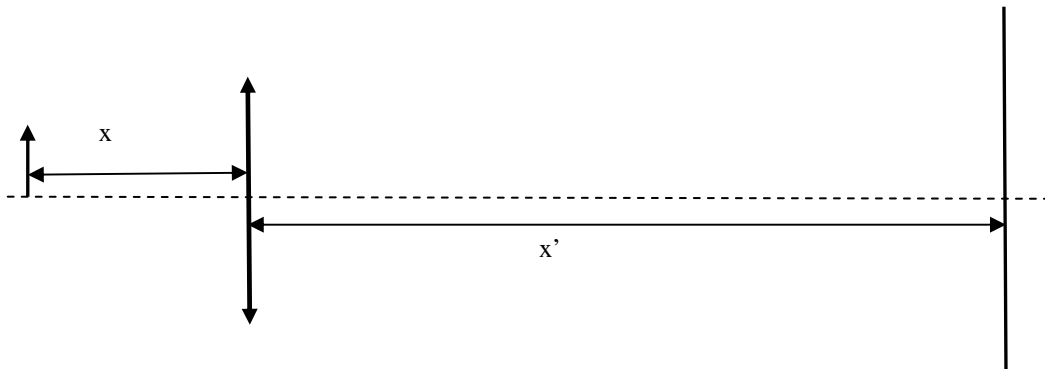
Refracción de la luz reflejada en la superficie del agua:

$$s' = \frac{1}{4/3} \left[ - \left( 2,6 + \frac{1}{3} vt \right) - (1,8 - vt) \right] = \frac{3}{4} \left[ -4,4 + \frac{2}{3} vt \right]$$

Por tanto, la velocidad es de 0,25 cm/s y la distancia al niño resulta:

$$\left[ 3,3 - \frac{1}{2} vt + 0,6 + vt \right] = 3,9 + \frac{1}{2} vt$$

6.



$$-\frac{1}{-x} + \frac{1}{x'} = \frac{1}{f'} \quad x + x' = 2,4$$

$$-\frac{1}{-(x+1,2)} + \frac{1}{x''} = \frac{1}{f'} \quad x + 1,2 + x'' = 2,4 \Rightarrow x + x'' = 1,2$$

$$-\frac{1}{-x} + \frac{1}{x'} = -\frac{1}{-(x+1,2)} + \frac{1}{x''} = -\frac{1}{-(x+1,2)} + \frac{1}{1,2-x} \Rightarrow x = 0,6$$

La lente estaba a 0,6 m del objeto o a 1,8 m de la pantalla.

Aumentos:

$$\frac{y_1'}{y} = \frac{1,8}{-0,6}$$

$$\frac{y_2'}{y} = \frac{0,6}{-1,8} \Rightarrow \frac{y_1'}{y} \frac{y_2'}{y} = 1 \Rightarrow y = \sqrt{y_1' y_2'}$$

El tamaño del objeto se obtiene haciendo la raíz cuadrada del producto de las dos imágenes.

7. El comportamiento de un electrón en un campo eléctrico constante es similar al tiro parabólico siendo en este caso la fuerza que actúa sobre el electrón

$$F_y = -eE$$

$$F_y = m \frac{d^2 y}{dt^2} = -eE \Rightarrow m \frac{dy}{dt} = -eEt \Rightarrow mv_y = -eEt$$

$$F_x = m \frac{d^2 x}{dt^2} = 0 \Rightarrow m \frac{dx}{dt} = mv_x$$

El tiempo que tarda el electrón en atravesar las placas es:

$$t = \frac{L}{v_x} \Rightarrow v_y = \frac{-eEL}{mv_x} = -4036.6 \text{ m/s}$$

En la región 2 el electrón lleva una velocidad:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$\vec{k} = 2\pi \frac{\vec{p}}{h} = 2\pi \frac{m\vec{v}}{h} \Rightarrow \begin{aligned} k_x &= 2\pi \frac{mv_x}{h} = 1,07 \times 10^{12} \text{ m}^{-1} \\ k_y &= 2\pi \frac{mv_y}{h} = 3,48 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

La intensidad de la onda resultante será

$$I(x, y) \propto 4A^2 \cos^2(k_x x) \cos^2(k_y y)$$

y los máximos para una determinada posición de la pantalla  $x=\text{constante}$

$$\begin{aligned} k_y y_M &= M\pi \\ k_y y_{M+1} &= (M+1)\pi \Rightarrow y_{M+1} - y_M = \frac{\pi}{k_y} = 9 \times 10^{-8} \text{ m} = 90 \text{ nm} \end{aligned}$$