PROBLEMAS VISUALES DE FÍSICA

PVF30-1**. Movimiento en el aeropuerto

Fotografía 1

Fotografía 2

En la fotografía 1 se aprecia el aterrizaje de un avión de longitud 35m y una furgoneta de 9m. tomando como referencia el punto medio del timón de cola del avión en primer plano, suponiendo ambos con movimiento uniforme y dado que las fotos se han tomado con 30 segundos de diferencia, ¿qué velocidad calcularía una pasajera del avión, para la furgoneta?

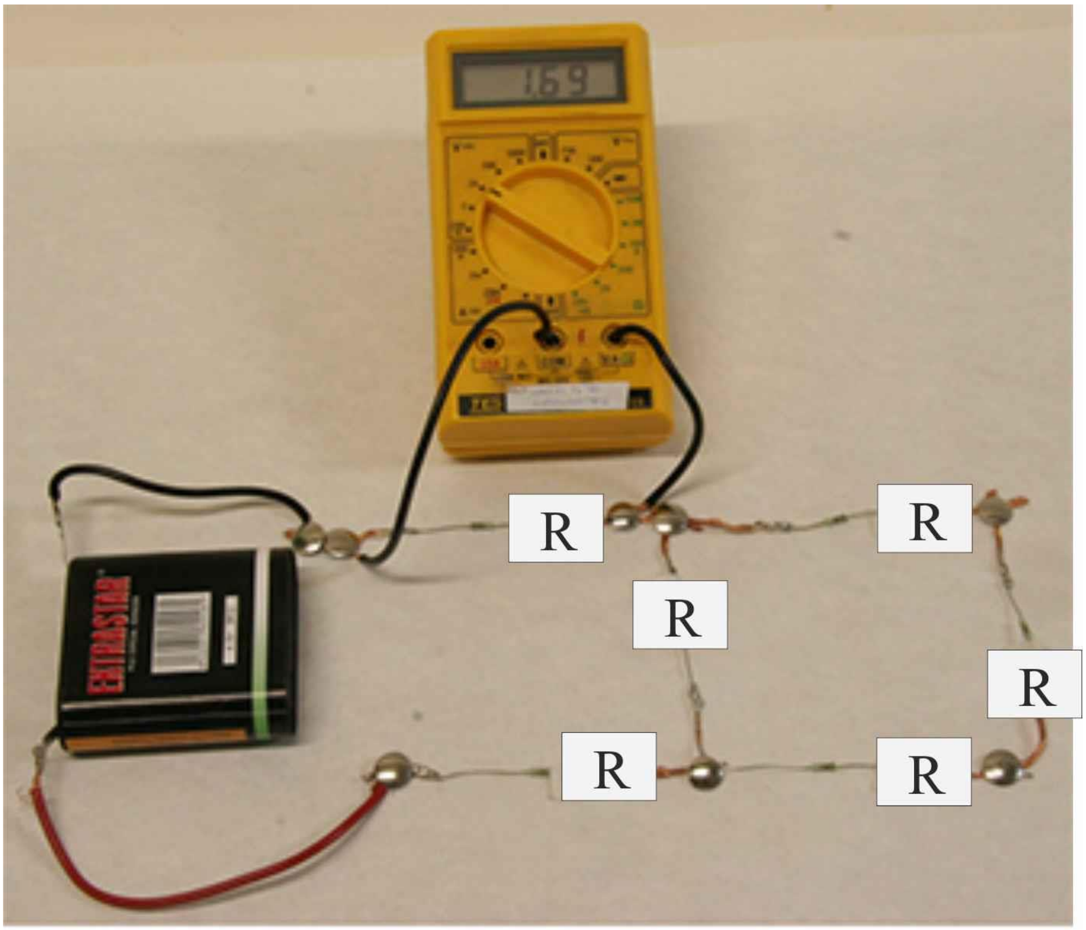
SOLUCIÓN

En la fotografía 1, se mide, o en la fotocopia o en la pantalla del ordenador, la longitud del avión en milímetros y se determina el factor de conversión, F_{AV1}= 35m/40mm=0,875m/mm Se repite lo mismo con la longitud de la furgoneta F_{Furg1}= 9m/26mm=0,36m/mm
Se repite el proceso con la fotografía 2. F_{AV2}= 35m/35mm=1m/mm Se repite lo mismo con la longitud de la furgoneta F_{Furg1}= 9m/24mm=0,375m/mm
NOTA IMPORTANTE. <u>Este factor de conversión variará dependiendo del tamaño de la pantalla o de la fotocopia.</u>

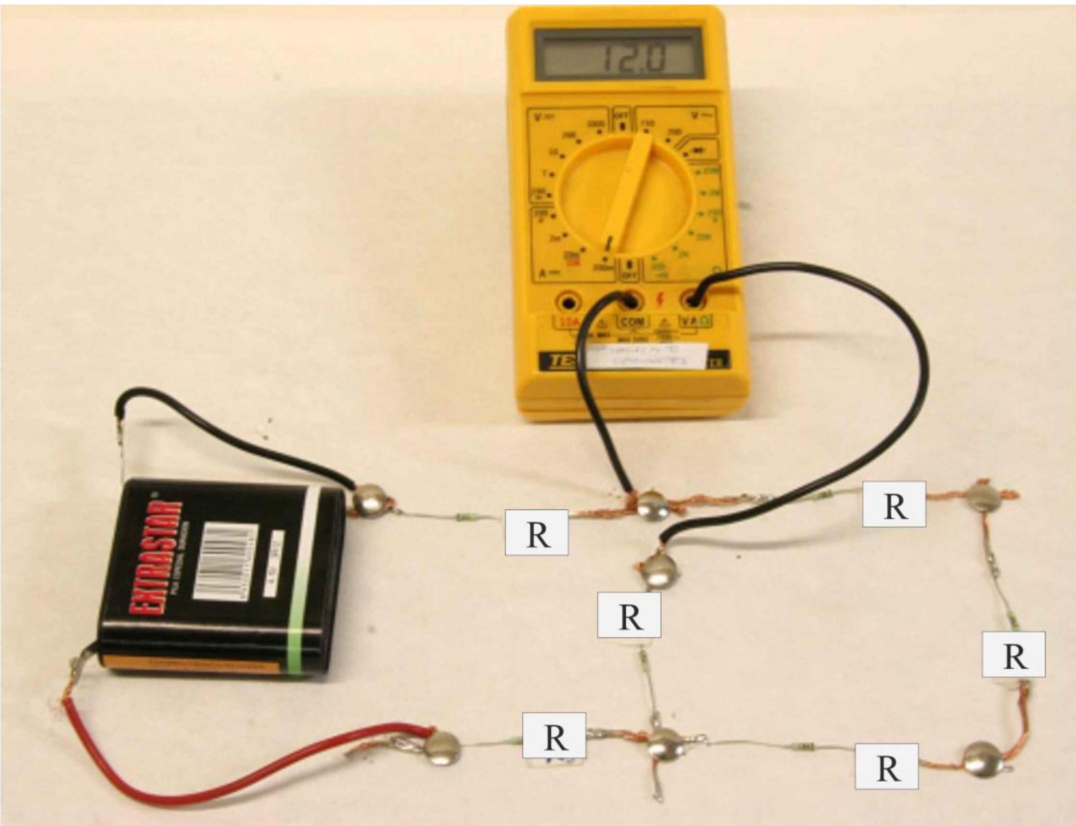
Se mide en cada fotografía la distancia desde el punto medio del timón de cola en primer plano a morro del avión o de la furgoneta en cada caso se aplica el factor de conversión correspondiente. Las medidas efectuadas por nosotros en pantalla son:
Para el avión en tierra
Primera foto: -27mm. 0,875m/mm=-23,63m.
Segunda foto:-220mm. 1m/mm=-220m

Desplazamiento del avión -220m-(-23,63m)=-196,37m
Por lo que el módulo de la velocidad en m/s, será v_A=-196,37m/30s=-6,54m/s
Para la furgoneta
Se repite el mecanismo.
Primera foto -88mm.0,36m/mm=-31,68m
Segunda foto -9mm.0,375m/mm=-3,375m
El desplazamiento efectuado por la furgoneta:-3,375m-(-31,68m)=28,305m
Por lo que la velocidad en m/s, será v_F=28,305m/30s=0,9435m/s
Una pasajera en el avión, tomaría la velocidad de la furgoneta , como V_F-V_A en sus respectivas componentes por lo que la velocidad de B respecto a la de A será: 0,9435m/s-(-6,54m/s)=7,48m/s

30-2-**. Circuito con dos mallas



Fotografía 1



Fotografía 2

Las dos fotografías corresponden al mismo circuito. El multímetro actúa en una como voltímetro en la escala de 20 V y en otra como amperímetro en la escala de 200 mV.
A partir de la información proporcionada por el multímetro en ambas fotografías se calcula

a) La fuerza electromotriz de la pila cuya resistencia interna es prácticamente nula

b) El valor de R.

SOLUCIÓN

a) En la fotografía 1 las tres resistencias de la segunda malla están en serie, por tanto la resistencia equivalente es 3R, ésta a su vez está en paralelo con la resistencia R, tal como se ve en la figura 1.

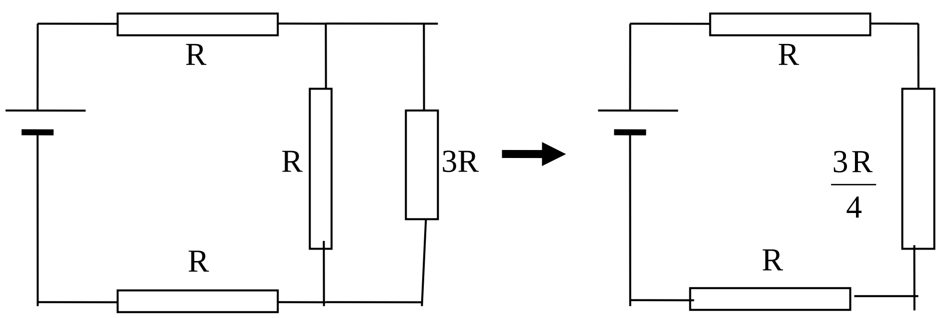


Fig.1

La combinación de 3R con R en paralelo da lugar a una resistencia de valor

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R} + \frac{1}{3R} = \frac{4}{3R} \quad \Rightarrow \quad R_E = \frac{3}{4}R$$

Ahora hay una sola malla con tres resistencias en serie que equivalen a una sola de valor

$$R_t = 2R + \frac{3}{4}R = \frac{11R}{4}$$

Aplicamos la ley de Ohm

$$I = \frac{\varepsilon}{\frac{11R}{4}} = \frac{4\varepsilon}{11R}$$

Según la fotografía 1

$$I = \frac{1{,}69}{R}$$

Igualando las dos ecuaciones: $\frac{4\varepsilon}{11R} = \frac{1{,}69}{R} \quad \Rightarrow \quad \varepsilon = \frac{1{,}69 \cdot 11}{4} = 4{,}65\,V$

c) Volvemos al circuito con las dos mallas

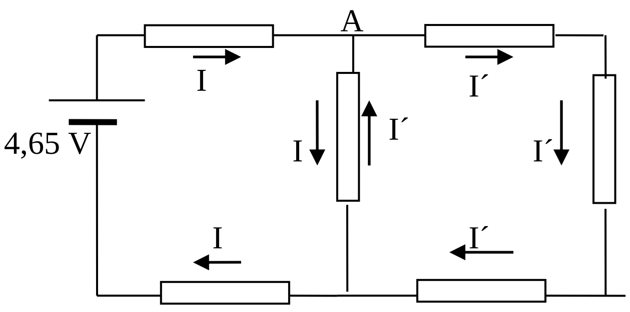


Fig. 2

En la fotografía 2 el multímetro esta dispuesto como amperímetro y mide la intensidad que pasa por la resistencia colocada en vertical en la figura 2

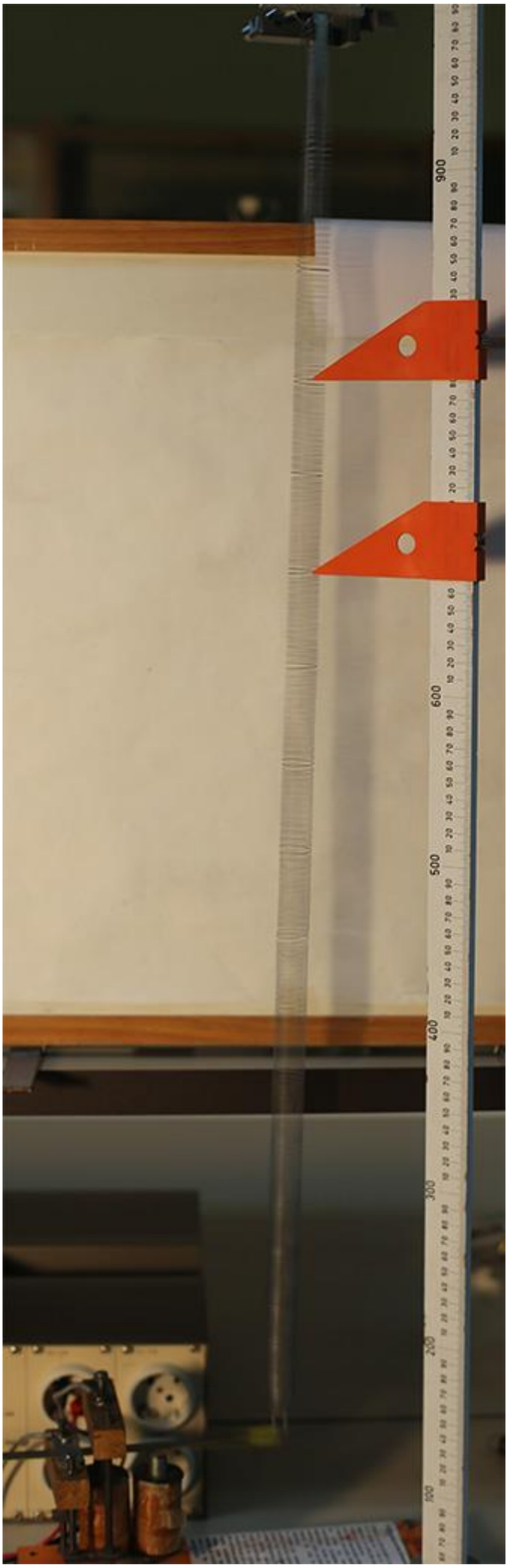
$$I_R = I - I´ = 12\ mA = 12.10^{-3}\ A$$

El voltímetro mide la caída de tensión en la resistencia superior de la malla izquierda de la figura 1 que es igual a la caída de tensión en la resistencia inferior pues ambas son recorridas por la misma intensidad I. La diferencia de potencial entre los puntos A y B es:

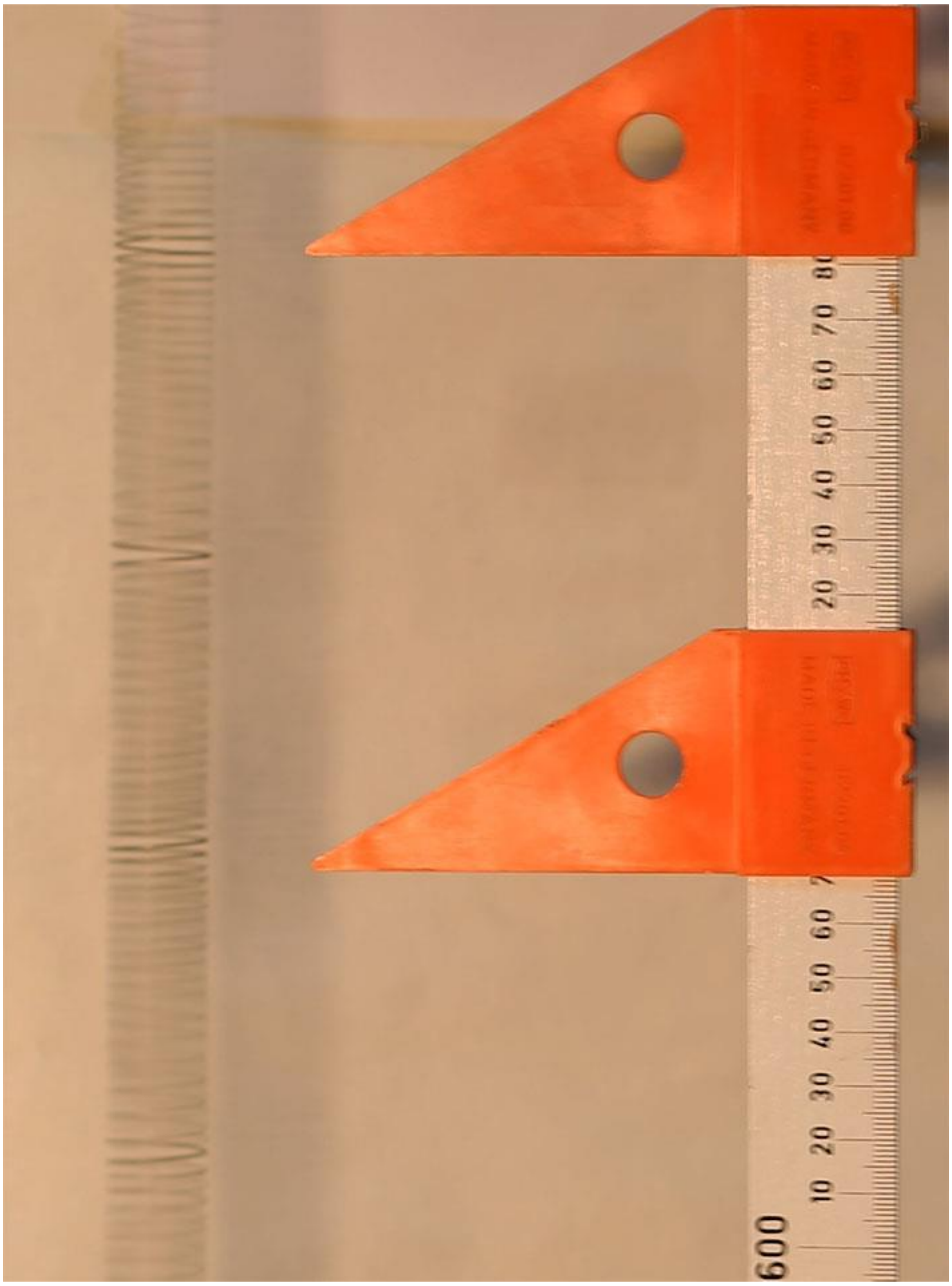
$$V_A - V_B = 4{,}65 - 1{,}69 - 1{,}69 = 1{,}18\ V \Rightarrow \quad 1{,}18 = I_R R \Rightarrow \quad R = \frac{1.18}{12.10^{-3}} = 98\ \Omega$$

Las resistencias son comerciales y su valor nominal es 100Ω y en general tienen un error en ese valor que suele ser de un 5%

PVF30-3*.** Ondas estacionarias



Fotografía1



Fotografía 2

En la fotografía 1 se observa un muelle colocado de forma vertical. El extremo superior está fijo y el inferior está unido a una varilla que vibra y transmite esa vibración al muelle. La fotografía 2 es una ampliación de la 1 y se observa que hay espiras del muelle que no vibran, son las que en la fotografía su imagen es nítida, las cuales aparecen separadas entre sí por la misma distancia. Entre dos espiras que no vibran la fotografía aparece borrosa porque esas espiras están vibrando. El fenómeno se conoce como *ondas estacionarias.*

Se producen cuando una onda progresiva que se propaga por un medio elástico llega al final del mismo y sufre una reflexión. Si el extremo es fijo, como sucede en nuestro caso,

en el que la última espira está fuertemente acoplada a una mordaza y no puede vibrar, se produce la reflexión de la onda, experimentando un cambio de fase de 180º y comienza su propagación en sentido contrario. La interferencia producida en el medio por la propagación de estas dos ondas desplazándose en sentidos contrarios es la llamada onda estacionaria, ya que una vez establecida da la impresión de que no avanza, de hecho hay espiras que nunca vibran y se denominan *nodos* y otras que lo hacen con la máxima amplitud que se conocen como *vientres o antinodos.*

Las ondas estacionarias se producen cuando dos ondas de la misma velocidad, frecuencia y amplitud se propagan en sentido opuesto en un mismo medio. Aquí el medio es el muelle y la propagación es mediante ondas longitudinales. Las ecuaciones de propagación son:

$$z_1 = A\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{z}{\lambda}\right) \quad ; \quad z_2 = A\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{z}{\lambda}\right)$$

La onda estacionaria es por el principio de propagación $z_E = z_1 + z_2$

a) Obtenga la ecuación de la onda estacionaria z_E. Para ello ha de utilizar la relación trigonométrica

$$\text{sen}\,\alpha + \text{sen}\,\beta = 2\,\text{sen}\,\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2}$$

La ecuación de z_E que habrá de obtener contiene dos términos, uno que no depende del tiempo y otro que si depende .El término independiente del tiempo está ligado a la función coseno y a la amplitud. Los nodos tienen amplitud cero. Con la ecuación obtenida en a) y esta información determine la posición de los nodos. La ecuación que obtenga depende de la longitud de onda.

b) Calcule la distancia entre dos nodos consecutivos.
c) Con la ecuación obtenida en b) y la fotografía 2 calcule la longitud de onda de las ondas que forman la onda estacionaria.
d) A partir de la ecuación de z_E encuentre la ecuación que determina los antinodos o vientres de la onda estacionaria que son aquellos que su amplitud es la máxima posible
e) Para la longitud de onda calculada en el apartado c) el periodo es 0,037 s. Calcule la velocidad de propagación de la onda.
f) Calcule la distancia entre dos vientres consecutivos y entre un nodo y el siguiente vientre

SOLUCIÓN

a)

$$z_E = z_1 + z_2 = z_1 = A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{z}{\lambda}\right) + A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{z}{\lambda}\right) =$$

$$= 2A\,\mathrm{sen}\,2\pi\frac{\left(\frac{t}{T}+\frac{z}{\lambda}\right)+\left(\frac{t}{T}-\frac{z}{\lambda}\right)}{2}\cos 2\pi\frac{\left(\frac{t}{T}+\frac{z}{\lambda}\right)-\left(\frac{t}{T}-\frac{z}{\lambda}\right)}{2} = 2A\cos 2\pi\,\frac{z}{\lambda}\cdot\mathrm{sen}\,2\pi\frac{t}{T}$$

z_E es cero cuando lo sea el coseno que figura en la ecuación

$$\cos 2\pi\frac{z}{\lambda} = 0$$

Si el coseno es igual a cero el ángulo ha de valer $2\pi\frac{z}{\lambda} = \frac{\pi}{2};\ \frac{3\pi}{2};\ \frac{5\pi}{2}.....$

La solución son los múltiplos impares de $\frac{\pi}{2}$, podemos escribir la solución

$$2\pi\frac{z}{\lambda} = (2n+1)\frac{\pi}{2} \quad\Rightarrow\quad z = (2n+1)\frac{\lambda}{4} \quad ;\ n= 0, 1, 2 \ .....$$

Todos los lugares del muelle que cumplan esta ecuación son los nodos.

b) Si un nodo cumple la ecuación $(2n+1)\frac{\lambda}{4}$, el nodo siguiente $n' = n+1$ y su ecuación

$$[(2n'+1)]\frac{\lambda}{4} = [2(n+1)+1]\frac{\lambda}{4} \ .$$

La distancia entre estos dos nodos consecutivos es

$$d \ = [2(n+1)+1]\frac{\lambda}{4} - [2(n+1)]\frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4}(2n+3-2n-1) = \frac{\lambda}{2}$$

c) La distancia marcada por los indicadores de la regla es una longitud de onda.por ser la distancia entre un nodo de orden n y oro de orden n+2. Leyendo en la regla

$$\lambda = 782 - 669 = 113\,\mathrm{mm} = 0{,}113 \text{ m}$$

d) $z_E = 2A\cos 2\pi\,\frac{z}{\lambda}\cdot\mathrm{sen}\,2\pi\frac{t}{T}$

Los puntos que puedan alcanzar una amplitud máxima están condicionado por el valor del coseno que puede ser +1 y -1

$$\cos 2\pi\frac{z}{\lambda} = \pm 1 \quad\Rightarrow\quad 2\pi\frac{z}{\lambda} = 0, \pi, 2\pi, 3\pi..... = n\pi \quad n = 0,1,2,3..... \Rightarrow$$

$$\Rightarrow\quad z = n\frac{\lambda}{2}$$

Como esos puntos dependen también de la función seno que puede tener los valores extremos +1 y -1, esos puntos vibran separándose de la posición de equilibrio a una distancia comprendida entre +2 A y – 2 A

Un ejemplo. Elegimos un vientre con n=1 , $z=\frac{\lambda}{2}$, sustituyendo en z_E.

$$z_E = 2A\cos 2\pi \frac{\frac{\lambda}{2}}{\lambda}\cdot \operatorname{sen} 2\pi\frac{t}{T} = 2A\cos\pi \operatorname{sen} 2\pi\frac{t}{T} = -2A\operatorname{sen} 2\pi\frac{t}{T}$$

Damos valores a la variable t en función de T

$$t = 0 \;\Rightarrow\; z_E = -2A\operatorname{sen} 0 = 0 \quad ;$$

$$t = \frac{T}{8} \;\Rightarrow\; z_E = -2A\operatorname{sen} 2\pi\frac{\frac{T}{8}}{T} = -2A\operatorname{sen}\frac{\pi}{4} = -1{,}414\,A$$

$$t = \frac{2T}{8} \;\Rightarrow\; z_E = -2A\operatorname{sen} 2\pi\frac{\frac{2T}{8}}{T} = -2A\operatorname{sen}\frac{\pi}{2} = -2A \quad ;$$

$$t = \frac{3T}{8} \;\Rightarrow\; z_E = -2A\operatorname{sen} 2\pi\frac{\frac{3T}{8}}{T} = -2A\operatorname{sen}\frac{3\pi}{4} = -2A$$

$$t = \frac{4T}{8} \;\Rightarrow\; z_E = -2A\operatorname{sen} 2\pi\frac{\frac{4T}{8}}{T} = -2A\operatorname{sen}\pi = 0$$

$$t = \frac{5T}{8} \;\Rightarrow\; z_E = -2A\operatorname{sen} 2\pi\frac{\frac{5T}{8}}{T} = -2A\operatorname{sen}\frac{5\pi}{4} = -2A\cdot(-0{,}707) = 1{,}414\,A$$

$$t = \frac{6T}{8} \;\Rightarrow\; z_E = -2A\operatorname{sen} 2\pi\frac{\frac{6T}{8}}{T} = -2A\operatorname{sen}\frac{3\pi}{2} = -2A\cdot(-1) = 2A$$

$$t = \frac{7T}{8} \;\Rightarrow\; z_E = -2A\operatorname{sen} 2\pi\frac{\frac{7T}{8}}{T} = -2A\operatorname{sen}\frac{7\pi}{4} = -2A\cdot(-0{,}707) = 1{,}414A$$

$$t = \frac{8T}{8} = T \;\Rightarrow\; z_E = -2A\operatorname{sen} 2\pi\frac{T}{T} = -2A\operatorname{sen} 2\pi = 0$$

Este vientre oscila pasando por las posiciones extremas +2A a - 2A

e) $$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0{,}113\text{ m}}{0{,}037\text{ s}} = 3{,}05\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

f) $$d_V = (n+1)\frac{\lambda}{2} - n\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}$$

$$d_{NV} = (2n+1)\frac{\lambda}{4} - n\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{4}$$

Esta es la disposición simétrica de los vientres y los nodos en las fotografías. El vientre esta entre dos nodos o el nodo entre dos vientres.

….. N V N V N V ……..