PROBLEMAS DE APLICACIÓN

OSCAR GUILLERMO CORREA TOVAR

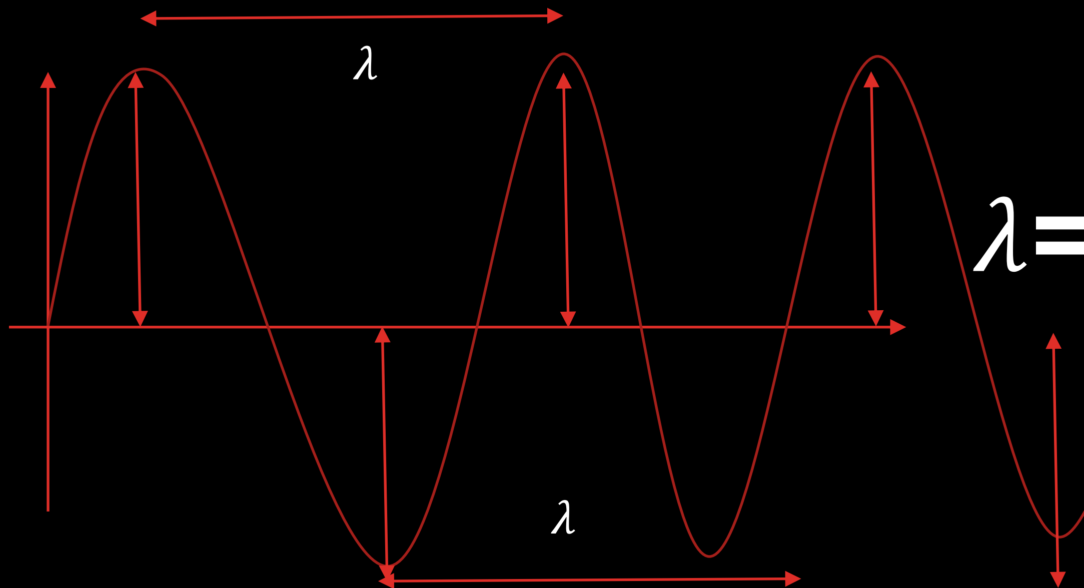
PROBLEMA 1

Tomando para la velocidad del sonido en el aire el valor 340 m $\cdot$ s^{-1}, calcula la longitud de onda que corresponden a una frecuencias de 256 Hz.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\boxed{v = \lambda . f}$$

Vs = 340 m/s
f = 256 Hz (s^{-1})



$$\lambda = \frac{340\ m.\cancel{s-1}}{256\ \cancel{s-1}} = 1{,}3281\ m$$

PROBLEMA 2

Una onda sonora provoca una variación de presión en el aire que viene dada por la siguiente expresión:

$$P(x, t) = 0{,}35 \, . \, \mathrm{Cos}\left[\frac{\pi}{3} . \, x - 20\pi \, . \, t\right]$$

donde P se mide en **pascales**, x en **metros** y t en **segundos**. Calcula:

a) La amplitud de la presión.
b) La longitud de onda.
c) La frecuencia.
d) La velocidad de la onda sonora.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$ 1

$$W = \frac{2\pi}{T} = 2\,\pi . \mathrm{f}$$ 2

$$v = \lambda . f$$ 3

$$P(x, t) = A \, . \, \mathrm{Cos}\left[k \, . \, x - w \, . \, t\right]$$

$P(x, t) = A . \cos[k . x - w . t)]$

$P(x, t) = 0{,}35 . \cos[\frac{\pi}{3}. x - 20\pi . t]$

$w = 2\pi.f$

A=0,35 m

$$\lambda = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{3}} = \frac{6\pi}{\pi} = 6\ m$$

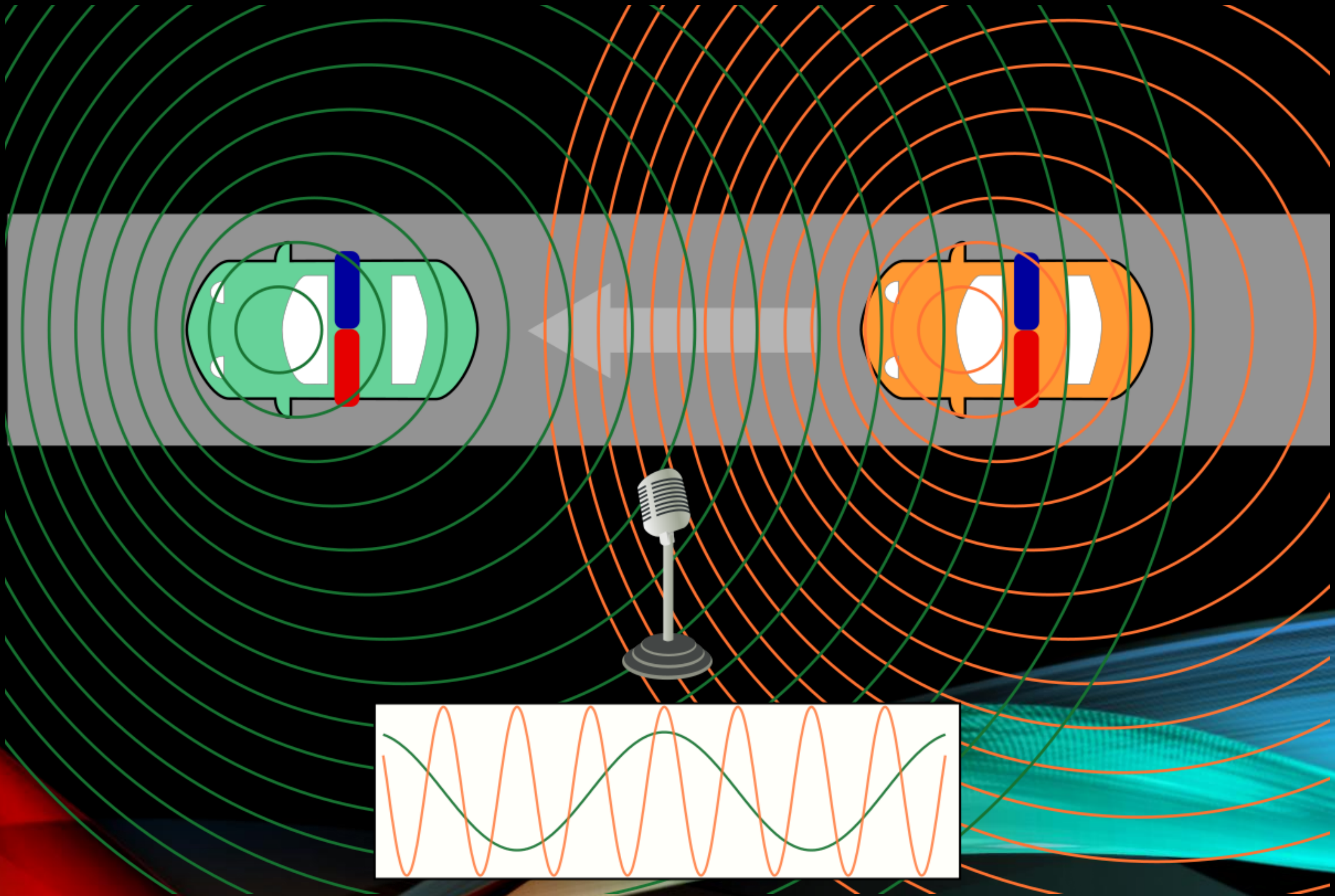
$f = \frac{20\pi}{2\pi}$=10 Hz

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ 1

$v = \lambda . f$ 2

V = 6m . 10 Hz = 60 m/s

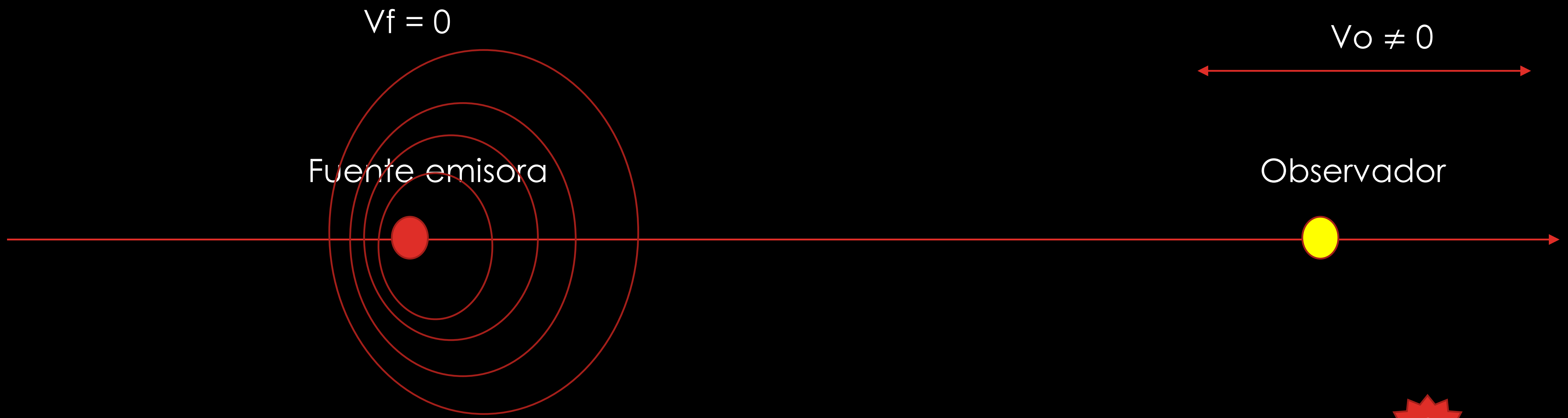
CASOS DE EFECTO DOPPLER



1. Vf en reposo y el observador acercándose, entonces la f' aumenta.

$$f' = f.\frac{v_s + vo}{v_s}$$

1



2

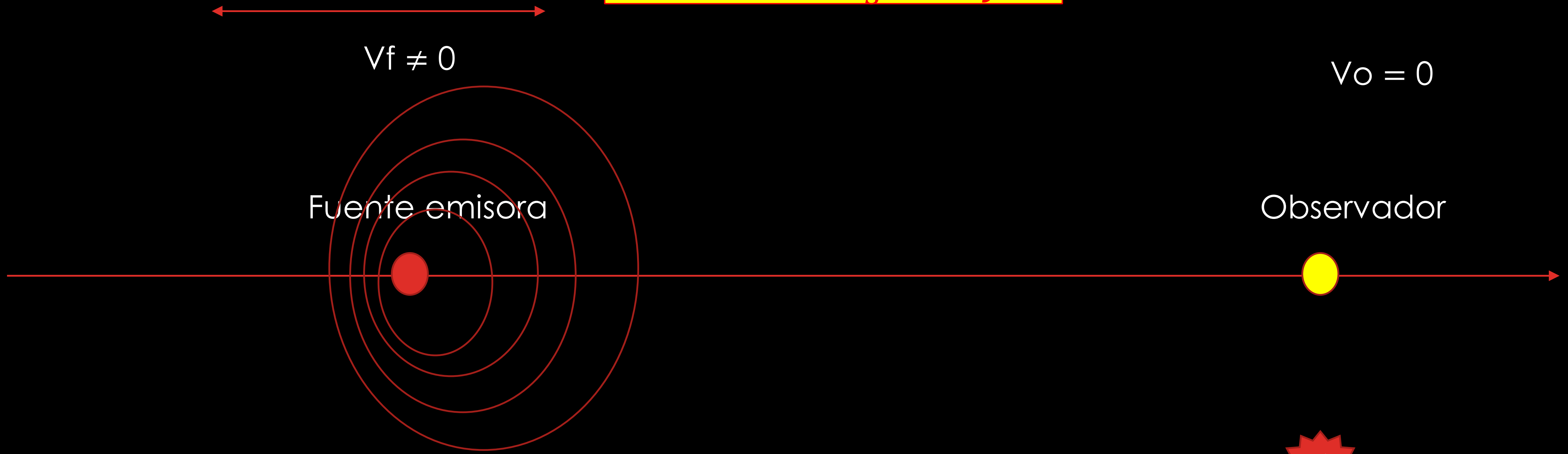
2. Vf en reposo y el observador alejándose, entonces la f' disminuye.

$$f' = f.\frac{v_s - vo}{v_s}$$

3. Vo en reposo y la fuente acercándose, entonces la f' aumenta.

$$f' = f.\frac{v_s}{v_s - vf}$$

3



4

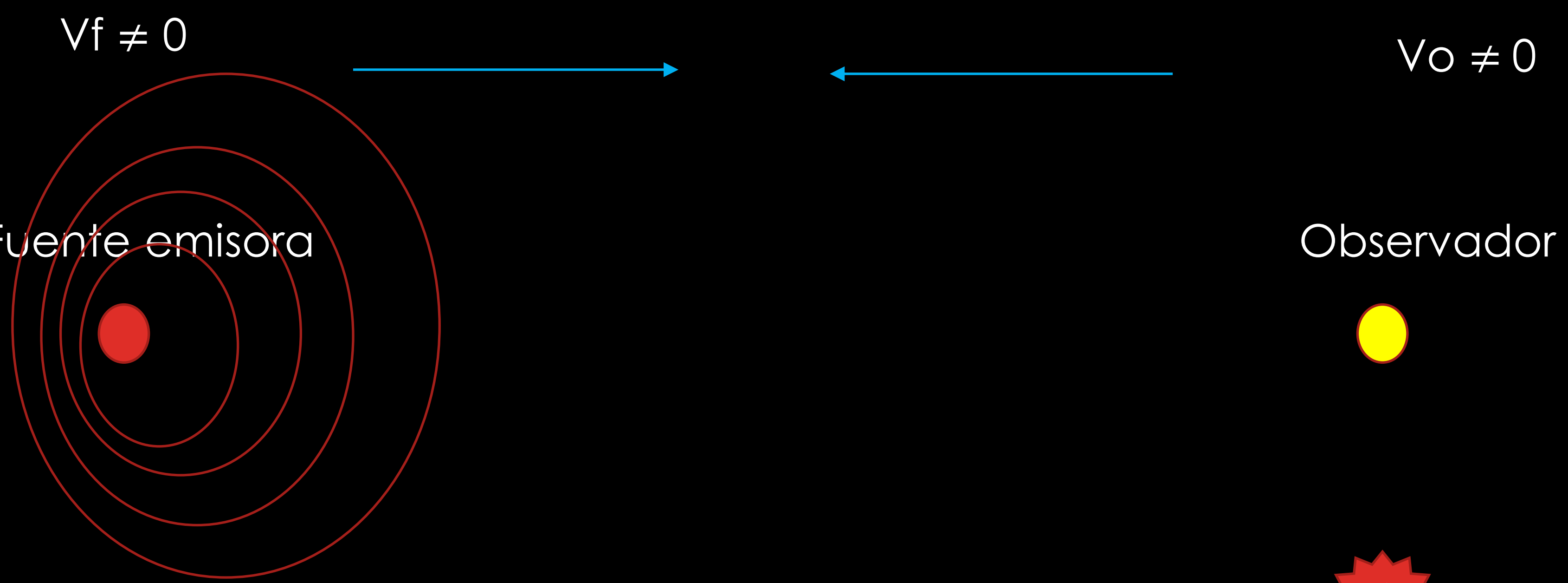
4. Vo en reposo y la fuente alejándose, entonces la f' disminuye.

$$f' = f.\frac{v_s}{v_s + vf}$$

5. Observador y la fuente acercándose, entonces la f' aumenta.

$$f' = f.\frac{v_s + Vo}{v_s - vf}$$

5



6

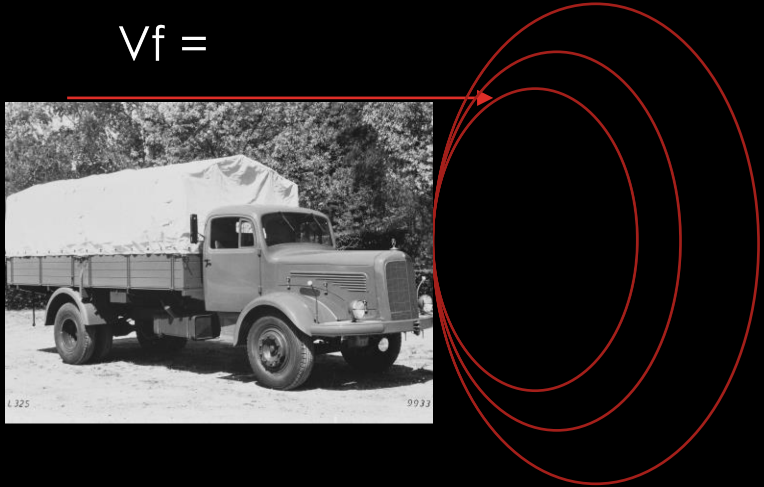
6. Observador y la fuente alejándose, entonces la f' disminuye.

$$f' = f.\frac{v_s - Vo}{v_s + vf}$$

PROBLEMA 3

Un camión que se mueve a una velocidad de **75 km/h** se acerca a un vehículo que viaja en sentido contrario a una velocidad de **45 km/h,** y hace sonar su pito, que tiene una frecuencia de **450 Hz**. Calcula la longitud de onda de las ondas sonoras que se propagan delante del camión. Calcula también la frecuencia que percibe un observador situado en el vehículo al acercarse y luego al alejarse del camión. Dato: La velocidad del sonido en el aire es **340 m $\cdot s^{-1}$.**

Vf =



f' = ??

$$V_f = \lambda . f$$

$V_f = \lambda . f$

f = 450 Hz

$$V_f = 75\ km/h = \frac{75\ \cancel{Km}}{\cancel{h}} \cdot \frac{1000\ m}{1\ \cancel{Km}} \cdot \frac{1\cancel{h}}{3600\ s} = 20{,}83\ m/s$$

$$V_o = 45\ km/h = \frac{45\ Km}{h} \cdot \frac{1000\ m}{1\ Km} \cdot \frac{1h}{3600\ s} = 12{,}5\ m/s$$

$$\lambda = \frac{V_f}{f} = \frac{20{,}83\ m/s}{450\ Hz} = 0{,}04628\ m = 4{,}628 \times 10^{-2}\ m$$

Efecto Doppler

$V_s = 340$ m/s

$$f' = f \cdot \frac{v_s \pm v_o}{v_s \mp vf}$$

v_o → Velocidad observador

v_f → Velocidad fuente

f → Frecuencia del sonido

F' → Frecuencia aparente percibida por el observador.

v_s → Velocidad sonido

V_f = 20,83 m/s

V_o = 12,5 m/s

f = 450 Hz

Corresponde al caso 5, es decir:

$$f' = f.\frac{v_s + Vo}{v_s - vf}$$

$$f' = 450\ Hz.\frac{340+12{,}5}{340-20{,}83} = 450Hz\ .\frac{352{,}5}{319{,}17} = 450\ Hz\ .\ 1{,}104 = 497\ Hz$$

PROBLEMA 4

Obtén la expresión que permite calcular las frecuencias de las ondas estacionarias en un tubo de aire con los dos extremos abiertos y en otro tubo con un extremo abierto y el otro cerrado.

Frecuencia en tubo con dos extremo abiertos

$$\lambda_n = \frac{2 \cdot L}{n} \quad (n = 1, 2, 3...)$$

Frecuencia en tubo con un extremo abierto y el otro cerrado.

$$\lambda_n = \frac{4 \cdot L}{2 \cdot n + 1} \quad (n = 0, 1, 2, 3...)$$

$$v = \lambda_n . f$$

$$\lambda_n = \frac{2 \cdot L}{n} \quad (n = 1, 2, 3\ldots)$$

$$v = \lambda_n . f$$

$$f = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{v}{\frac{2L}{n}} = \frac{v.n}{2L}$$

$$\lambda_n = \frac{4 \cdot L}{2 \cdot n + 1} \quad (n = 0, 1, 2, 3\ldots) \rightarrow$$

$$f = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{v}{\frac{4L}{2n+1}} = \frac{v.(2n+1)}{4L}$$

PROBLEMA 5

El tubo más largo de un órgano mide 5,4 m y está abierto por ambos extremos. Calcula su frecuencia fundamental y 2° a 5° ARMÓNICO.

$$\boxed{f = \frac{v.n}{2L}}$$

Datos:

L = 5,4 m

f_2 - f_5

$$f_2 = \frac{340\ m/s.2}{2.5{,}4\ m} = \frac{680}{10{,}8} = 62{,}96\ Hz$$

$$f_3 = \frac{340\ m/s.3}{2.5{,}4\ m} = \frac{1020}{10{,}8} = 94{,}44\ Hz$$

$$f_4 = \frac{340\ m/s.4}{2.5{,}4\ m} = \frac{1360}{10{,}8} = 125{,}92\ Hz$$

$$f_5 = \frac{340\ m/s.5}{2.5{,}4\ m} = \frac{1700}{10{,}8} = 157{,}4\ Hz$$

PROBLEMA 6

En la detección de submarinos se utiliza ultrasonido. ¿A qué distancia del barco se encuentra un submarino, si el eco sonoro tarda 12 s en llegar?

$$v_s = 1500\, m/s$$

$\boxed{v = \frac{d}{t}}$ $\boxed{t = \frac{d}{v}}$

$$v_{s\,-agua} = 1500\ m/s$$

Datos: t = 12 seg

$$\boxed{v = \frac{d}{t}} \qquad \boxed{t = \frac{d}{v}}$$

El tiempo que tarda el eco en retornar es igual a la mitad del tiempo total, es decir 6 segundos:

d = v . t = 1500 m/s . 6 seg = 9000 m

PROBLEMA 7

La nota más baja que podemos hacer sonar en una flauta es el **do** de la primera línea adicional por debajo del pentagrama (en clave de sol), cuya frecuencia es 262 Hz. Con esos datos, calcula la longitud efectiva que debe tener la flauta.

$$f_n = \frac{v.(2n+1)}{4L}$$

f = 262 Hz

Una flauta es un tubo abierto por uno de sus extremos

La nota más grave que podemos hacer sonar en una flauta es su frecuencia fundamental, por lo que n = 0. Por tanto, al despejar la longitud l, resulta:

$$L = \frac{v.(2n+1)}{4f} = \frac{v(2.0+1)}{4f} = \frac{v}{4f}$$

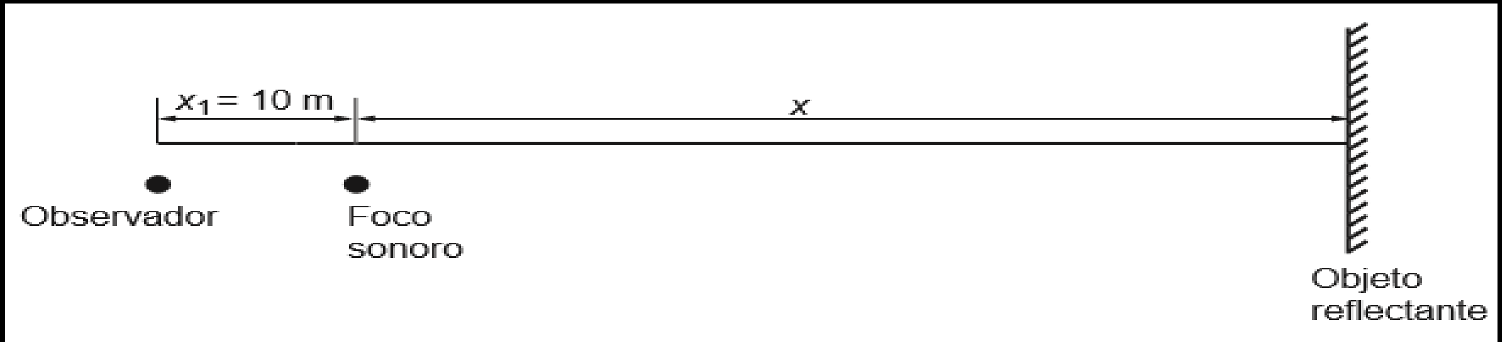
$$L = \frac{340\ m/s}{4.262\ Hz} = 0{,}3244\ m$$

$$L = 32{,}44\ cm$$

PROBLEMA 8

Un observador está situado a 10 m de un foco sonoro. El eco producido por un objeto situado detrás del foco lo percibe con un **desfase de 0,25 s**. Calcula la distancia a que se encuentra el objeto reflectante.

$$v_s = 340\, m/s$$



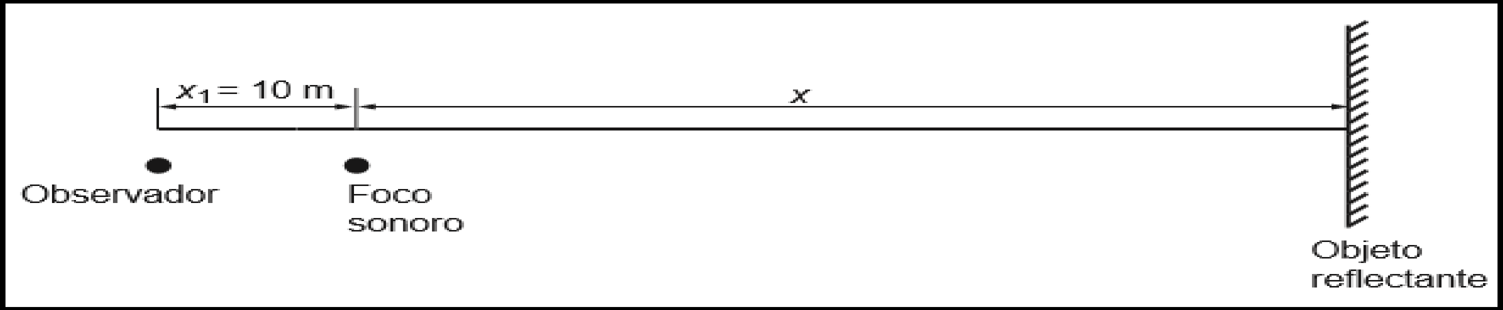
$$t_1 = \frac{x_1}{v}$$

El tiempo que tarda el sonido en llegar al observador es:

$$t_1 = \frac{10m}{340\ m/s} = 0{,}029\ s$$

Y el que tarda en percibir el eco:

$$t_2 = \frac{x_{1+2x}}{v} = \frac{10+2x}{v}$$



$$t_2 - t_1 = \frac{10+2x}{v} - 0{,}029$$

$$0{,}25 = \frac{10+2x}{v} - 0{,}029$$

$$(0{,}25\ s + 0{,}029).\,340\frac{m}{s} - 10\ m = 2x$$

$$84{,}86 = 2x$$

$$42{,}43\ m = x$$

d = 42, 43 + 10 = 52,43 m

PROBLEMA 9

Mediante un sonómetro se mide el nivel de ruido en una discoteca, cifrándose dicho nivel en **110 dB**. Calcula la **intensidad media**, en $W \cdot m^{-2}$, de ruido en el local.

$$\boxed{\beta = 10\, log \frac{I}{I_0}}$$

$$\boxed{10^{\log x} = x}$$

1

$$\boxed{e^{\ln x} = x}$$

$$\boxed{log^{10\, x} = x}$$

donde I_0 es la intensidad umbral, que es de $10^{-12}\ W \cdot m^{-2}$

$$\boxed{110\ dB = 10\, log \frac{I}{10^{-12}}}$$

$$\boxed{\frac{110\ dB}{10} = log \frac{I}{10^{-12}}}$$

$$\boxed{log \frac{I}{10^{-12}} = 11}$$

$$10^{log \frac{I}{10^{-12}}} = 10^{11} \qquad \frac{I}{10^{-12}} = 10^{11}$$

$$I = 10^{11} . 10^{-12} = 10^{-1} = 0{,}1\ W/m^2$$

PROBLEMA 10

Mediante un sonómetro se mide el nivel de ruido en un jet, cifrándose dicho nivel en **220 dB**. Calcula la **intensidad media**, en $W \cdot m^{-2}$, de ruido en el local.

$$\boxed{\beta = 10\, log\, \frac{I}{I_0}}$$

$$\boxed{10^{\log x} = x}$$

$$\boxed{e^{\ln x} = x}$$

$$\boxed{log^{10\, x} = x}$$

donde I_0 es la intensidad umbral, que es de $10^{-12}\, W \cdot m^{-2}$

$$\boxed{220\, dB = 10\, log\, \frac{I}{10^{-12}}}$$

$$\boxed{\frac{220\, dB}{10} = log\, \frac{I}{10^{-12}}}$$

$$\boxed{log\, \frac{I}{10^{-12}} = 22}$$

$$10^{\log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right)} = 10^{22}$$

$$\frac{I}{10^{-12}} = 10^{22}$$

$$I = 10^{22}.10^{-12} = 10^{10} = 10.000.000.000\ W/m^2$$