



FÍSICA

Oscilação e Ondas
Acústica

Prof. Luciano Fontes

ACÚSTICA = É o estudo das ondas sonoras.

- Ondas sonoras são mecânicas, longitudinais e tridimensionais;
- Ondas sonoras não se propagam no vácuo;

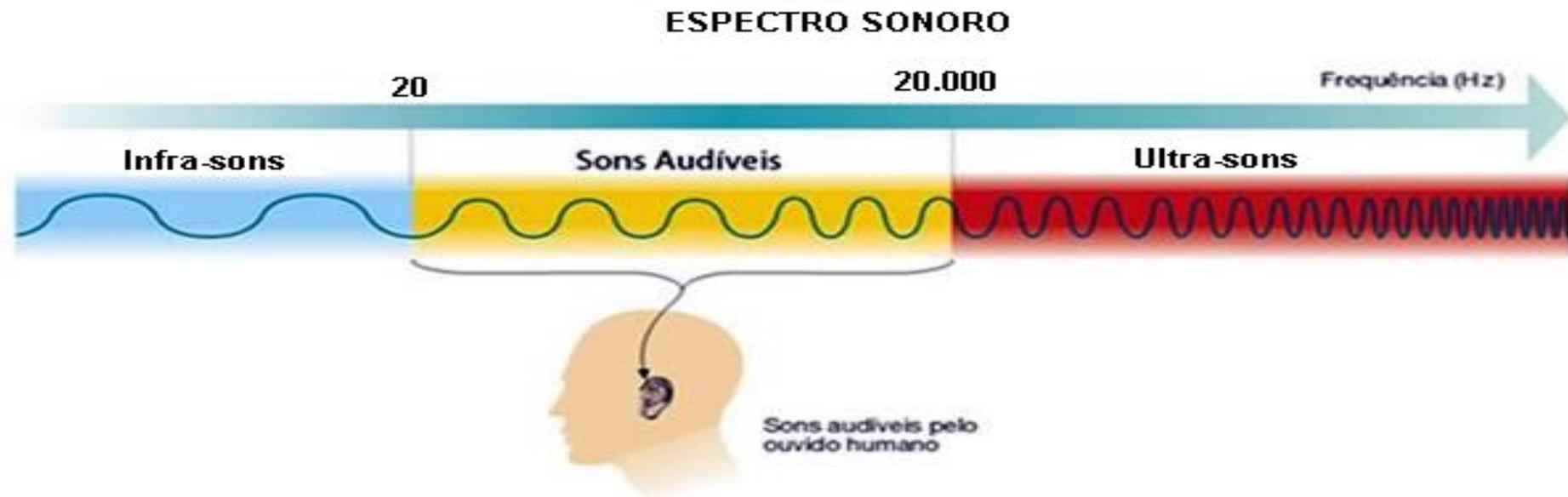


VELOCIDADE DO SOM

$$V_{\text{SÓLIDO}} > V_{\text{LÍQUIDO}} > V_{\text{GÁS}}$$

MEIO	TEMPERATURA	V(m/s)
FERRO	0 °C	4480
ÁGUA	0 °C	1500
AR	20 °C	340

Tabela de Frequências Audíveis e Infra/Ultra Sons:



Exemplo: Identifique uma propriedade característica do som dentre as propostas a seguir:

- a) propaga-se no vácuo com a mesma velocidade que a luz.
- b) tem velocidade de 340 m/s, qualquer que seja o meio.
- c) tem o mesmo comprimento de onda, qualquer que seja o meio.
- d) necessita de um meio material para se propagar.
- e) não se propaga no ar.

Exemplo: Identifique uma propriedade característica do som dentre as propostas a seguir:

- a) propaga-se no vácuo com a mesma velocidade que a luz.
- b) tem velocidade de 340 m/s, qualquer que seja o meio.
- c) tem o mesmo comprimento de onda, qualquer que seja o meio.
- d) necessita de um meio material para se propagar.**
- e) não se propaga no ar.

QUALIDADES FISIOLÓGICAS DO SOM

ALTURA: Depende da frequência.

Graves = frequência menor

Agudos = frequência maior

Intervalo:

$$i = \frac{f_2}{f_1}$$

$i = 1$ (Sons em uníssono)

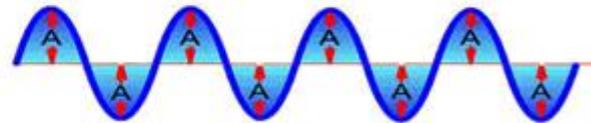
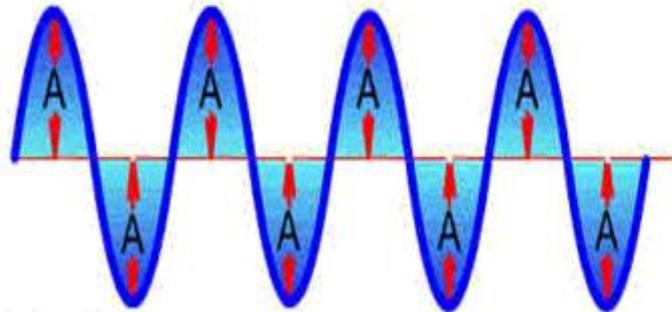
$i = 2$ ($f_2 = 2f_1$ chama-se: oitava)

$i = 9/8$ (tom maior); $i = 10/9$ (tom menor)

QUALIDADES FISIOLÓGICAS DO SOM

INTENSIDADE: Depende da energia transportada pela onda.

Pode ser: **Forte** ou **Fraco**



LIMIAR DE AUDIÇÃO: $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

$$\beta = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

I = INTENSIDADE FÍSICA DO SOM QUE SE QUER MEDIR

I_0 = MENOR INTENSIDADE FÍSICA DE SOM AUDÍVEL

unidade : decibel (dB)

EXEMPLO: Um som possui intensidade de 10^{-7} W/m². Calcule o nível sonoro, em dB.

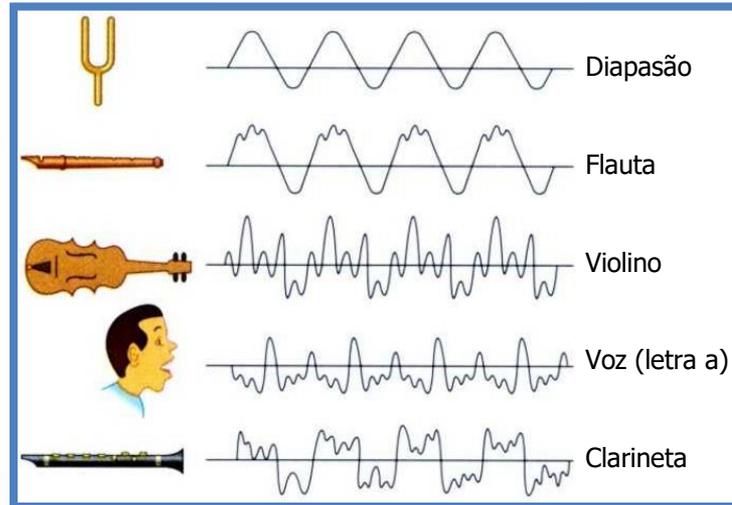
$$\beta = 10 \cdot \log\left(\frac{10^{-7}}{10^{-12}}\right)$$

$$\beta = 10 \cdot \log(10^5)$$

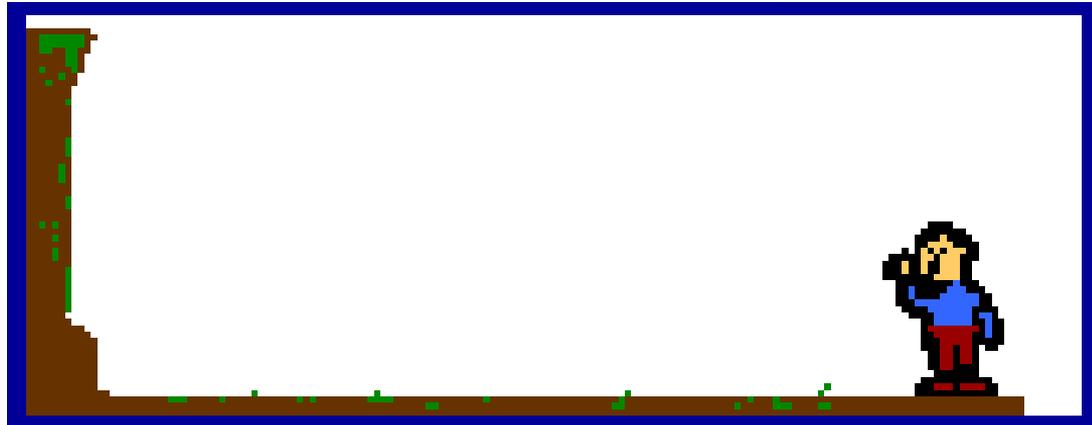
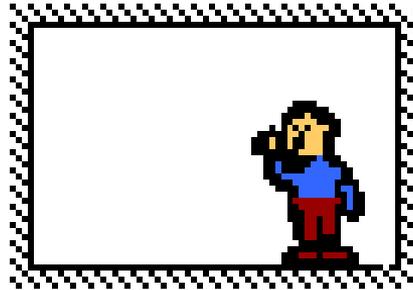
$$\beta = 50 \text{ dB}$$

TIMBRE

- Qualidade que permite diferenciar duas ondas sonoras de mesma altura e mesma intensidade, emitidos por fontes distintas.
- O timbre está relacionado à forma da onda emitida pelo instrumento.

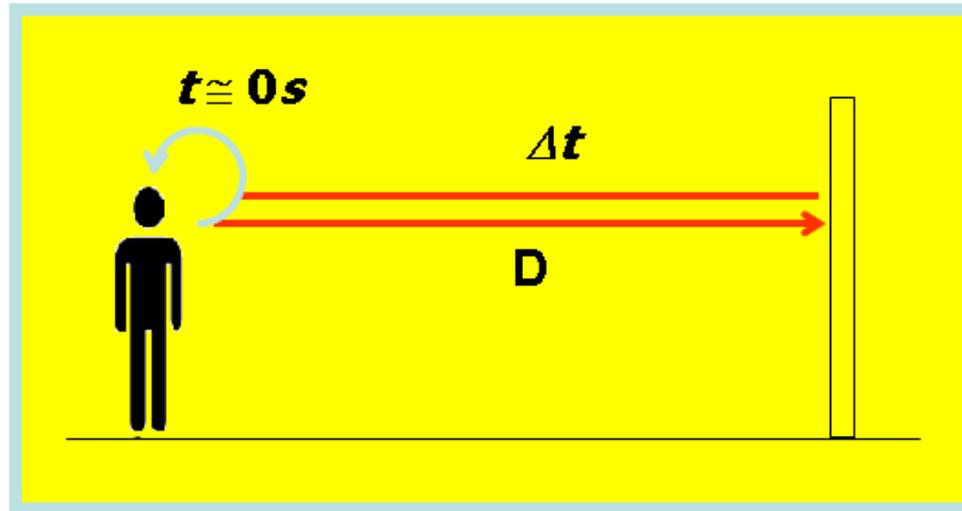


REFLEXÃO DO SOM



REFLEXÃO DO SOM

É o intervalo de tempo para que o som que foi emitido pelo observador e refletido seja recebido pelo mesmo.



ACÚSTICA

- **Eco:** ocorre quando $\Delta t \geq 0,1s$. O observador ouve separadamente o som direto e o som refletido.
- **Reverberação:** ocorre quando $\Delta t < 0,1s$. Há um prolongamento da sensação auditiva.
- **Reforço:** ocorre quando $\Delta t \cong 0s$. Há somente um aumento da intensidade sonora.

Difração do som

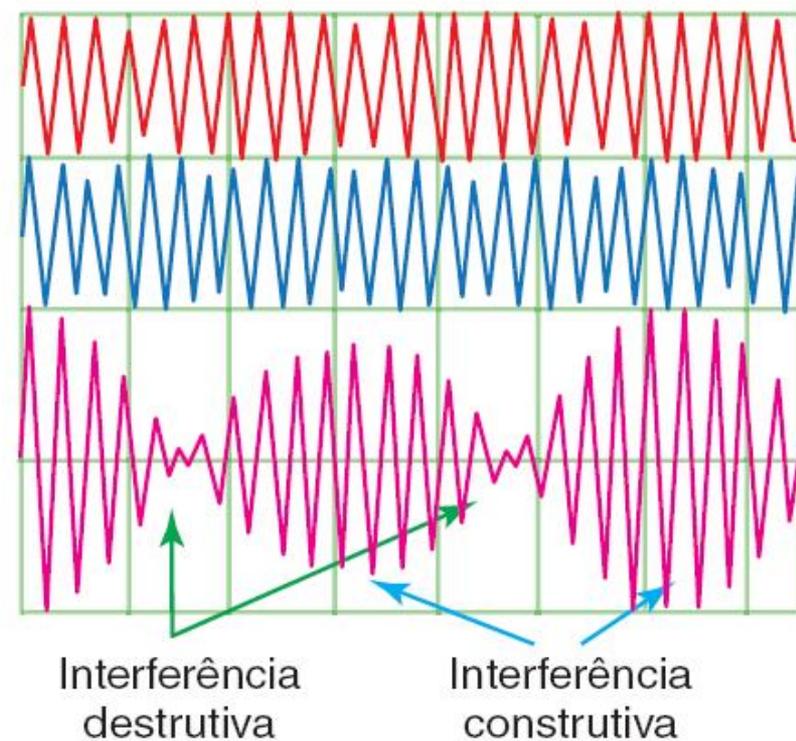
- O som consegue contornar uma abertura (ou obstáculo), desde que as dimensões dessa abertura sejam próximas do comprimento da onda sonora.
- No ar, respeitando-se o espectro de frequências audíveis, essas dimensões situam-se entre 1,7 cm e 17 m.



Interferência sonora

Ocorre quando duas ondas sonoras se superpõem. Se têm mesma amplitude e frequências muito próximas, ocorre o chamado **batimento**.

As ondas vermelhas e azuis têm amplitude e frequências muito próximas. Quando combinadas, geram as ondas em magenta, que batem ou pulsam. Observe as regiões de interferência destrutiva, em que a amplitude é praticamente zero, e as regiões de interferência construtiva

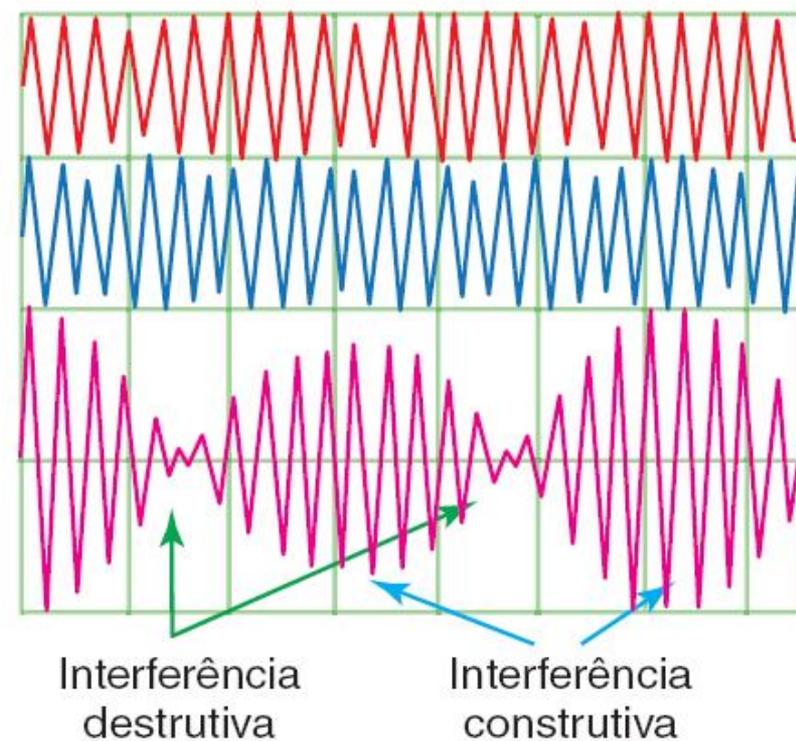


A frequência da onda resultante do batimento depende das frequências das ondas originais:

$$f_{\text{magenta}} = |f_{\text{vermelha}} - f_{\text{azul}}|$$

A frequência da onda resultante do batimento depende das frequências das ondas originais:

$$f_{magenta} = |f_{vermelha} - f_{azul}|$$



Q668475: No galpão de uma fábrica, há três máquinas que funcionam em um esquema de rodízio por duplas. As máquinas A, B e C produzem, cada uma, um ruído próprio, cuja frequência é, respectivamente, igual a 290 Hz, 293 Hz e 295 Hz.

A partir dessas informações, é correto afirmar que as frequências de batimentos possíveis de serem escutadas, nesse galpão, são iguais a:

- (a) 292 Hz, 294 Hz e 296 Hz.
- (b) 583 Hz, 585 Hz e 588 Hz.
- (c) 2 Hz, 3 Hz e 5 Hz.
- (d) 290 Hz, 293 Hz e 295 Hz.
- (e) 291,5 Hz, 292,5 Hz e 294 Hz.

TUBOS SONOROS

**Tubo sonoro
aberto**

**as duas extremidades
são abertas**

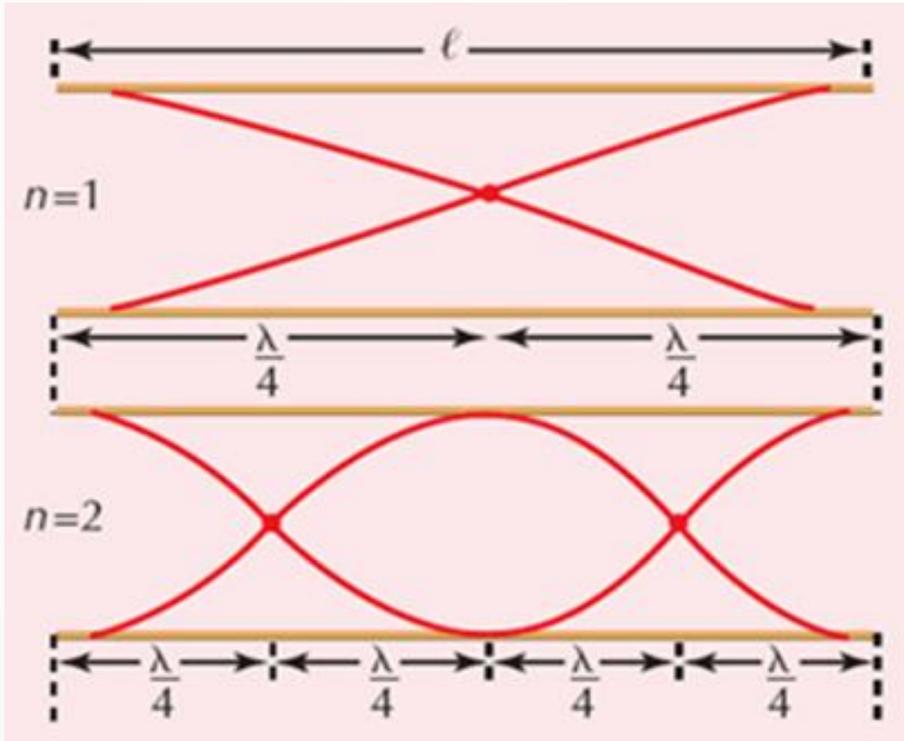


**Tubo sonoro
fechado**

**uma extremidade é
aberta e a outra fechada**



Tubo Aberto:

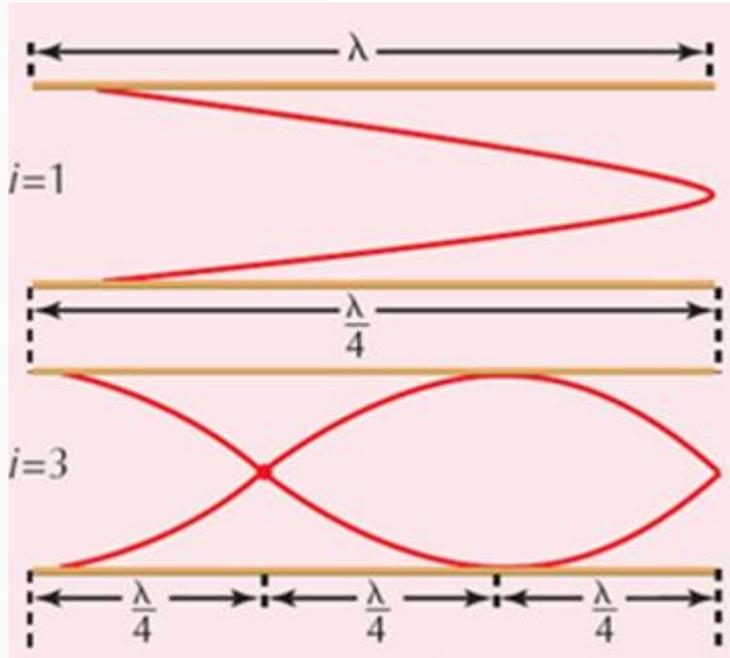


Num tubo aberto, todos os harmônicos são possíveis, e as expressões deles são totalmente análogas às usadas nas cordas vibrantes e definidas por:

$$\lambda_n = \frac{2l}{n} \text{ e } f_n = n \cdot f_1$$

$$f_n = n \cdot \frac{v}{2l}$$

Tubo Fechado:

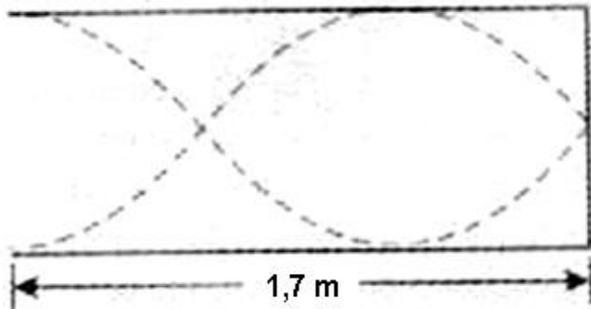


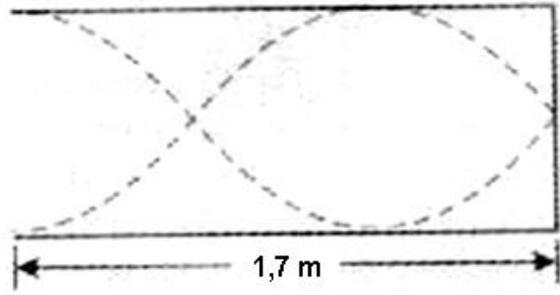
Obs.: A variável i assume valores da sequência dos números ímpares $\{1,3,5,\dots\}$

$$\lambda_n = \frac{4\ell}{i} \text{ e } f_n = i \cdot f_1$$

$$f_n = i \cdot \frac{v}{4\ell}$$

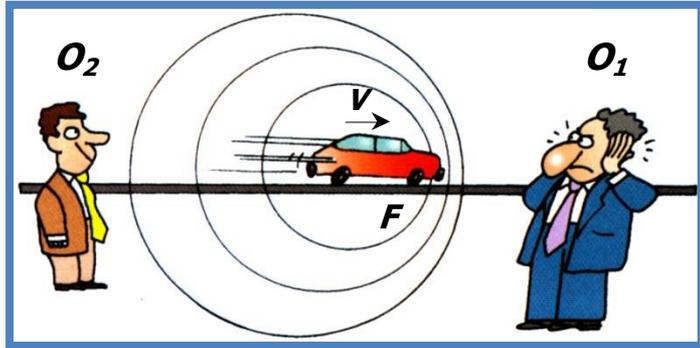
Exemplo: A figura abaixo representa uma onda estacionária que se forma em um tubo sonoro fechado. A velocidade de propagação do som no ar tem módulo igual a 340m/s . Qual a frequência do som emitido pelo tubo?





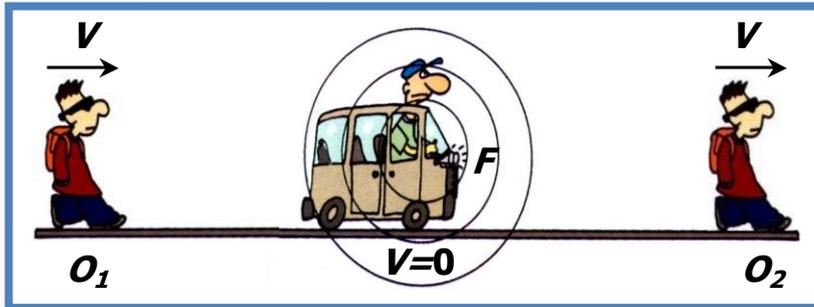
$$V = 340 \text{ m/s}$$

EFEITO DOPPLER



- Movimento de **aproximação** entre fonte e observador:

$$f_{RECEBIDA} > f_{EMITIDA}$$



- Movimento de **afastamento** entre fonte e observador:

$$f_{RECEBIDA} < f_{EMITIDA}$$

EFEITO DOPPLER

$$f' = f \cdot \left(\frac{v \pm v_o}{v \pm v_F} \right)$$

f' = frequência aparente (percebida pelo ouvinte)

f = frequência real da fonte

$v \rightarrow$ *velocidade do som*

$v_o \rightarrow$ *velocidade do observador*

$v_F \rightarrow$ *velocidade da fonte*

$$f' = f \cdot \left(\frac{v \pm v_o}{v \pm v_F} \right)$$

EFEITO DOPPLER

v_o $\begin{cases} + = \text{Observador se aproxima da fonte} \\ - = \text{Observador se afasta da fonte} \end{cases}$

v_F $\begin{cases} + = \text{Fonte se afasta do observador} \\ - = \text{Fonte se aproxima do observador} \end{cases}$

Exemplo: Uma locomotiva com velocidade de 144 Km/h (40 m/s) se aproxima de um observador parado na estação, emitindo um som de frequência igual a 120 Hz. Admitindo que a velocidade do som é 340 m/s, o valor da frequência aparente do som recebido pelo observador será:



FÍSICA

Oscilação e Ondas
Acústica

Prof. Luciano Fontes