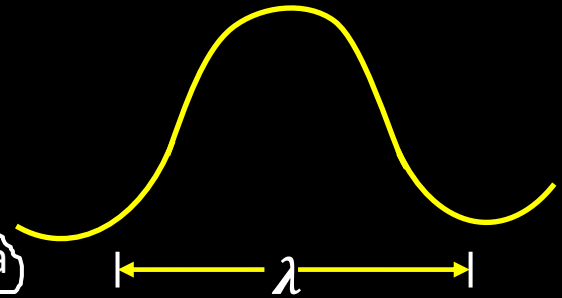


ATENÇÃO!!

Comprimento de Onda (λ)

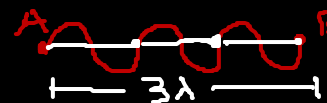


→ distância entre duas cristas e ou dois vales consecutivos



Período (T) Tempo gasto para obter uma oscilação completa

→ tempo gasto para obter uma oscilação completa



Frequência (F)

→ Razão entre o número de oscilações e o intervalo de tempo

$F = \frac{\eta}{\Delta t}$ número de oscilações

$F = \frac{1}{T}$ ou $T = \frac{1}{F}$

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \frac{1}{T}$
 $v = \lambda \cdot F$

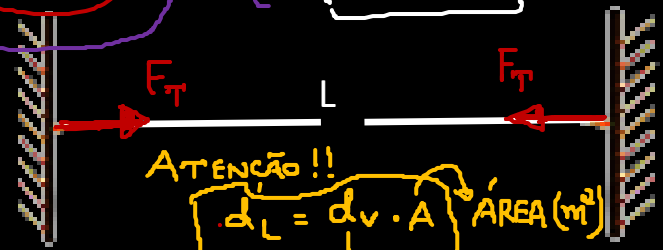
Velocidade da Onda → $v = \lambda \cdot F$

Velocidade da Onda em Corda Tensionada

$v = \sqrt{\frac{F_{tração}}{d_L}}$ → $d_{linear} = \frac{m}{l}$

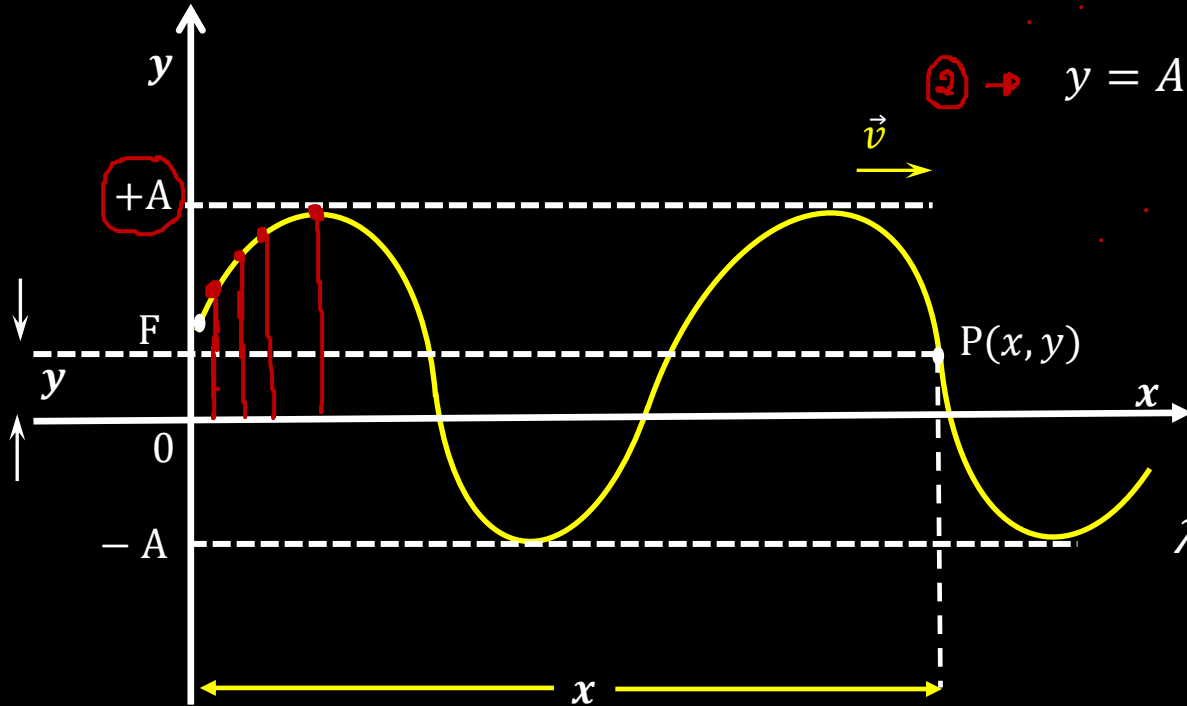
MASSA DA CORDA (kg)
COMPRIMENTO DA CORDA (m)

ATENÇÃO!!
 $d_L = \rho \cdot A$ ÁREA (m²)
DENSIDADE VOLUMÉTRICA (kg/m³)



FUNÇÃO DA ONDA

* ① $\rightarrow y = A \cdot \underline{\text{cos}} \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + \varphi_0 \right]$ ou
② $\rightarrow y = A \cdot \underline{\text{sen}} \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) + \varphi_0 \right]$



$A \rightarrow$ amplitude máxima
 $y \rightarrow$ amplitude
 $T \rightarrow$ período
 $x \rightarrow$ elongação
 $\lambda \rightarrow$ comprimento de onda
 $\varphi_0 \rightarrow$ fase inicial
 $t \rightarrow$ tempo qualquer

$$y = A \cdot \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + \varphi_0 \right]$$

EXEMPLOS

a) $y = 3 \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{5} - \frac{x}{4} \right)$ No S.I.

$$A = 3\text{m}$$

$$T = 5\text{s}$$

$$F = \frac{1}{5}\text{Hz}$$

$$\lambda = 4\text{m}$$

$$v = ?$$

$$v = \lambda \cdot F$$

$$v = 4 \times \frac{1}{5}$$

$v = 0,8\text{m/s}$

b) $y = 2 \cdot \cos \pi \left(\frac{3}{5} \cdot t - \frac{4}{7} \cdot x \right)$ No S.I.

$$y = 2 \cdot \cos 2\pi \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{t}{5/3} - \frac{x}{7/4} \right)$$

$$y = 2 \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{10/3} - \frac{x}{14/4} \right)$$

$$A = 2\text{m}$$

$$T = \frac{10}{3}\text{s}$$

$$\lambda = \frac{14}{4} = \frac{7}{2}\text{m}$$

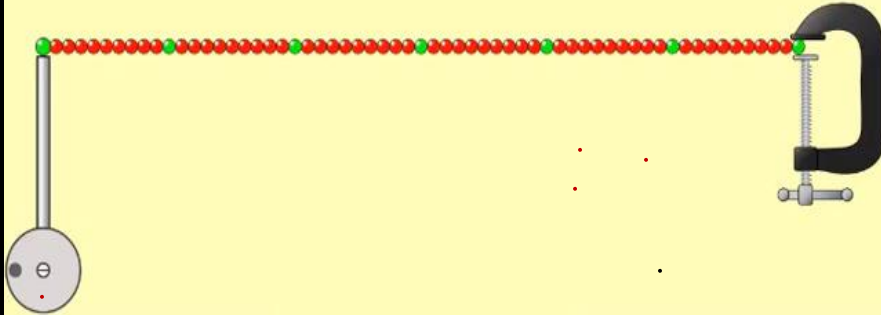
$$\frac{2\pi}{2} = 2\pi \cdot \frac{1}{2}$$

REFLEXÃO E REFRAÇÃO DOS PULSOS

REFLEXÃO

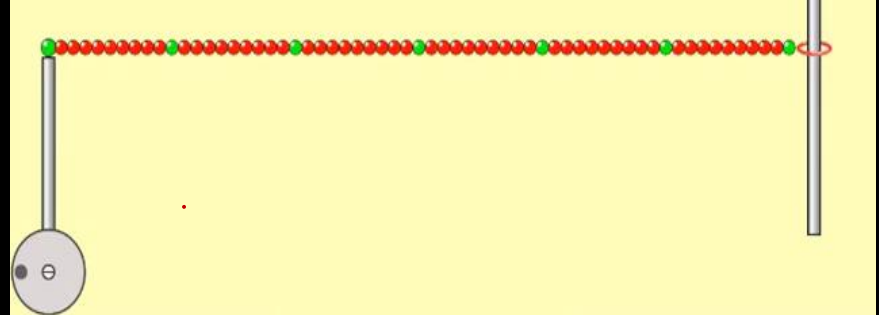
Extremidade fixa.

HÁ INVERSÃO DE FASE

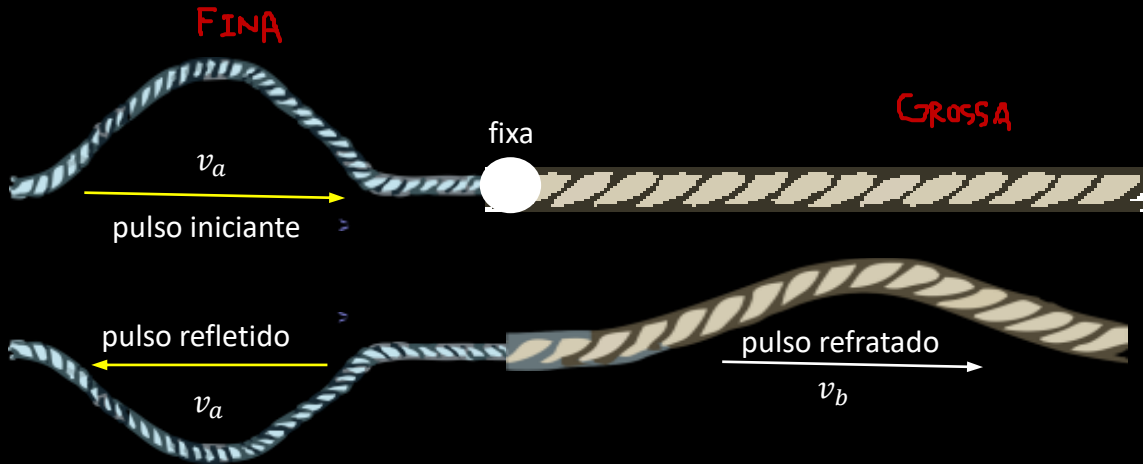


Extremidade livre.

NÃO INVERSÃO DE FASE



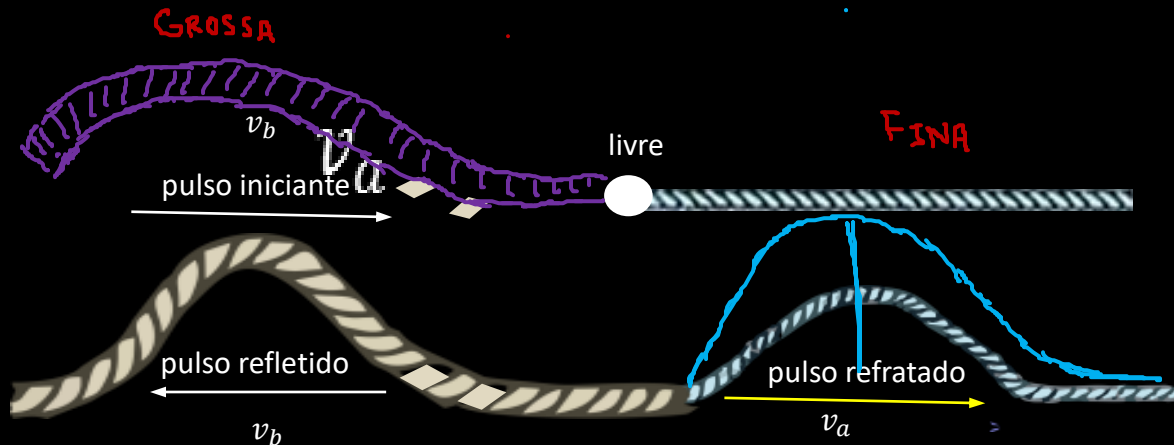
①



SITUAÇÃO I

CORDA MENOS DENSA
PARA A MAIS DENSA

②



SITUAÇÃO II

CORDA MAIS DENSA
PARA A MENOS DENSA

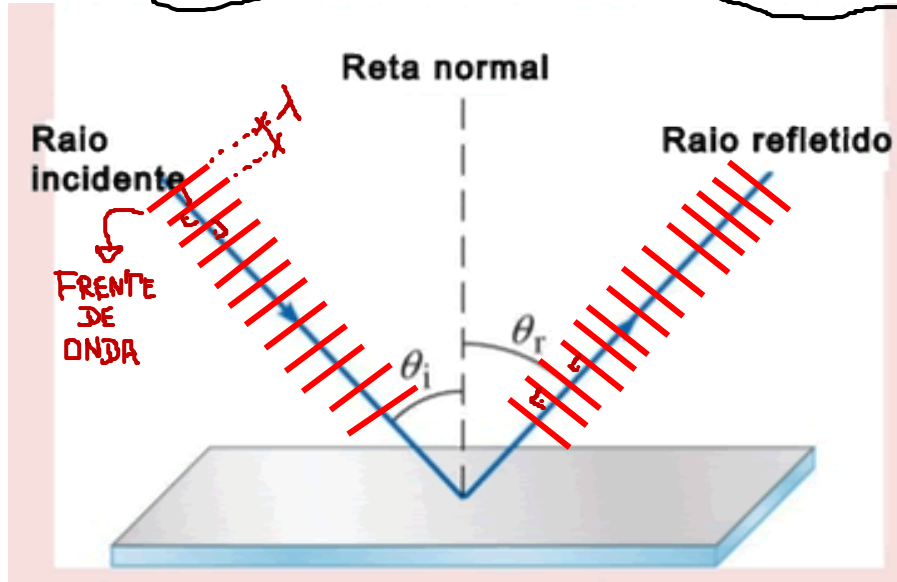
FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

REFLEXÃO (SOM E LUZ)

ATENÇÃO!!

FONTE PODE MUDAR A FREQUÊNCIA

MEIO PODE MUDAR VELOCIDADE E COMPRIMENTO DE ONDA



1ª LEI → *RI, N, e RR*
são *complanares*

2ª LEI → *i = r*

NÃO ALTERA:

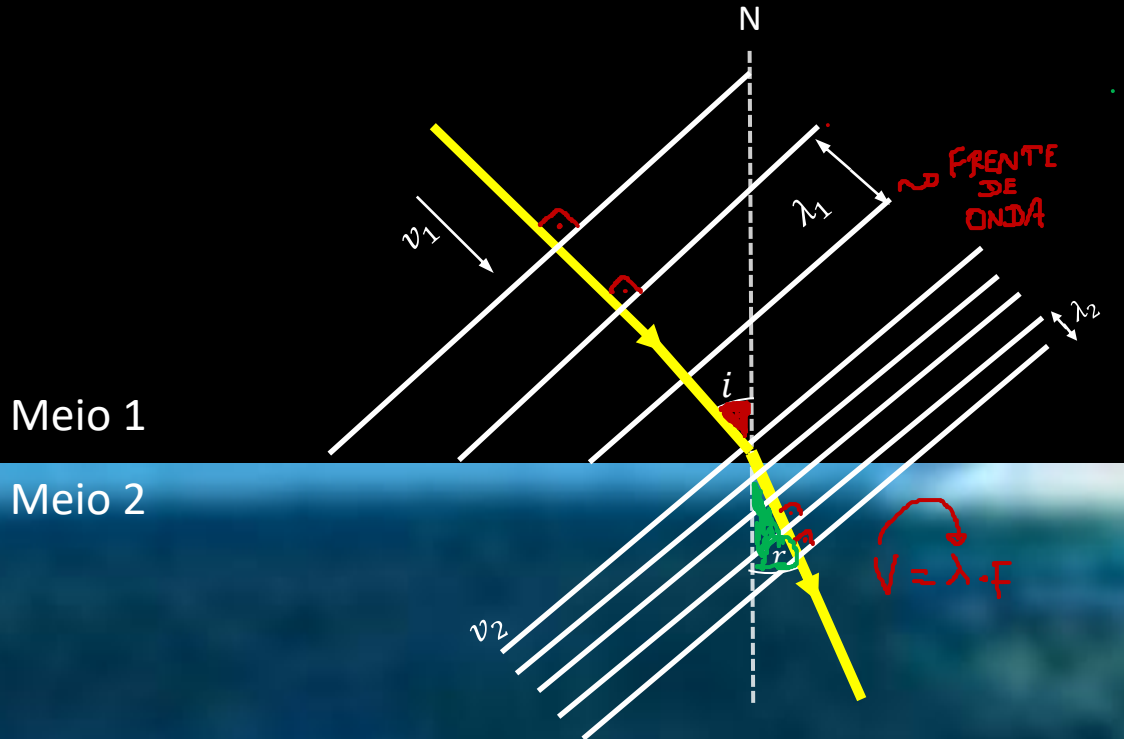
Velocidade (V)

Comprimento de onda (λ)

Frequência (F)

Periodo (T)

REFRAÇÃO (LUZ E SOM)



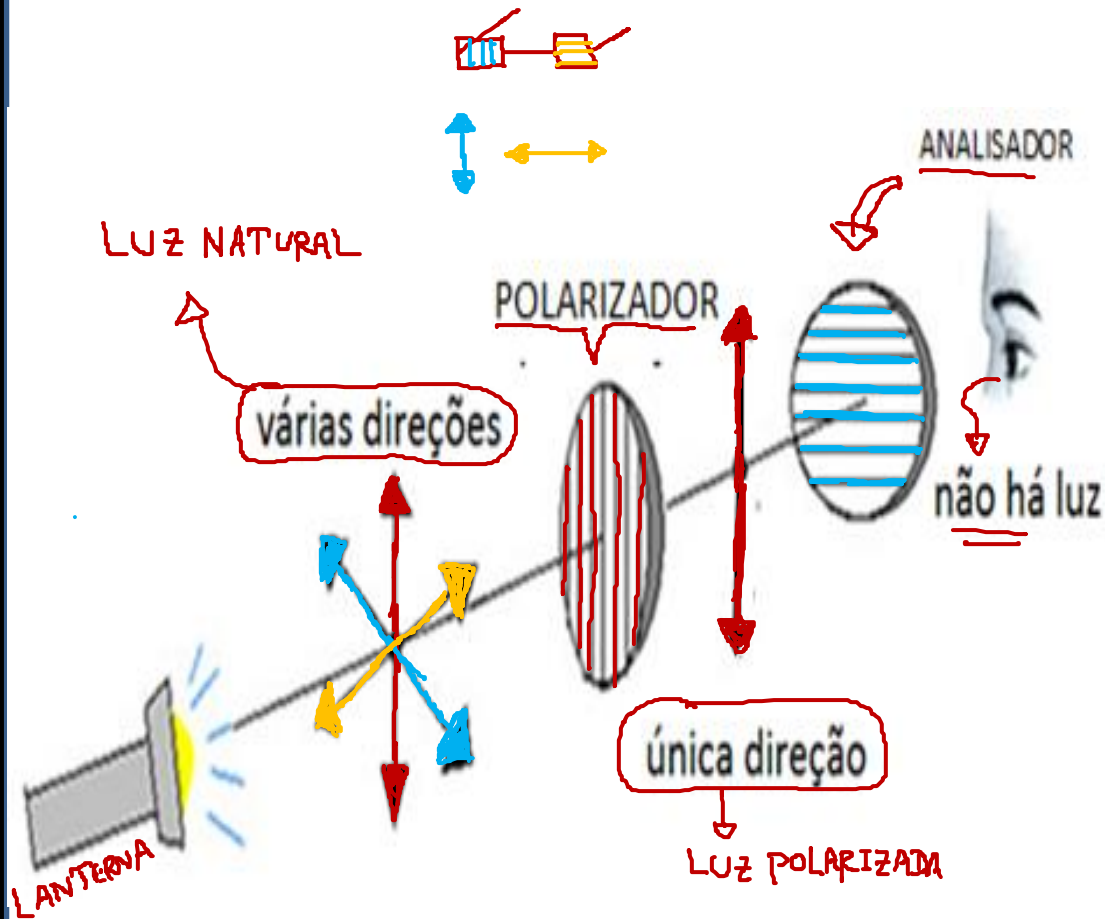
NÃO ALTERA :

Periodo (T)
Frequencia (F)
Fase

$$\eta_1 \cdot \text{sen } i = \eta_2 \text{ sen } r$$
$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\text{sen } r}{\text{sen } i} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

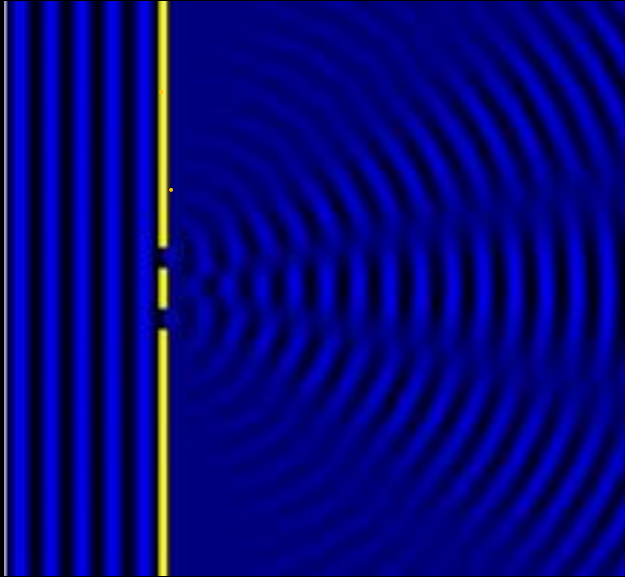
POLARIZAÇÃO (LUZ)

APENAS ONDAS
TRANSVERSAS SOFREM
POLARIZAÇÃO.



DIFRAÇÃO (LUZ E SOM).

QUANDO A ONDA CONSEGUE CONTORNAR
OBSTÁCULOS

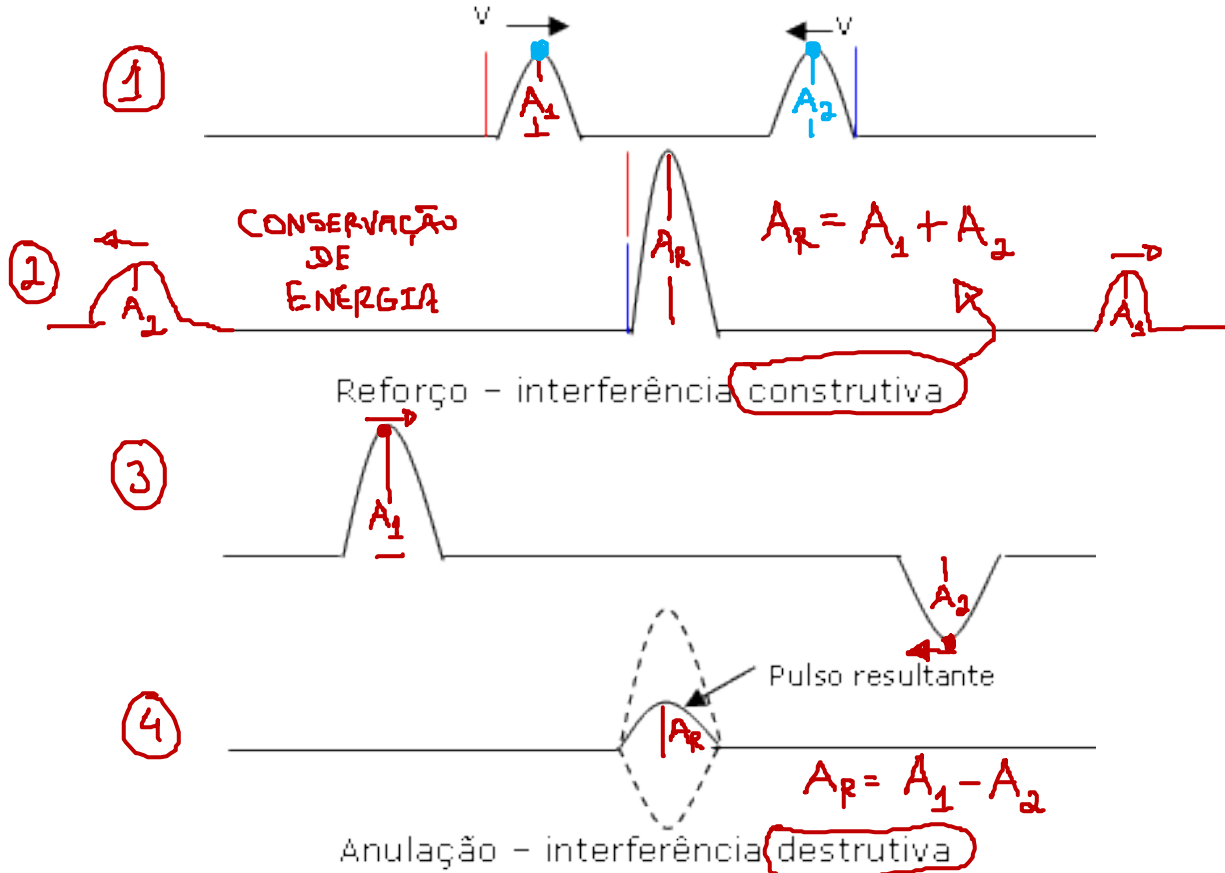


$$d \leq \lambda$$

d = tamanho da fenda

INTERFERÊNCIA (LUZ E SOM)

SUPERPOSIÇÃO DE ONDAS



CRISTA + CRISTA



CONSTRUTIVA

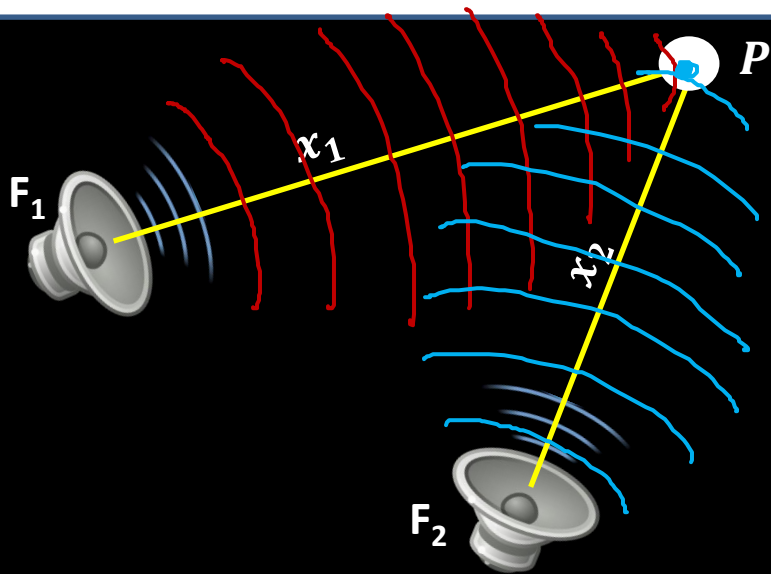


VALE + VALE

CRISTA + VALE



DESTRUTIVA



F_1 e F_2 - **FONTE SONORA**

$$\Delta x = |x_1 - x_2|$$

$$\Delta x = n \cdot \frac{\lambda}{2} \begin{cases} \Delta x & \rightarrow \text{diferença de caminho} \\ \lambda & \rightarrow \text{comprimento de onda} \\ n & \end{cases}$$

EM FASE

Se n for PAR

\rightarrow *interferência construtiva*

Se n for ÍMPAR

\rightarrow *interferência destrutiva*

Se n for NÃO-INTEIRO

\rightarrow *interferência parcial*

EM DEFASAGEM

Se n for PAR

\rightarrow *interferência destrutiva*

Se n for ÍMPAR

\rightarrow *interferência construtiva*

Se n for NÃO-INTEIRO

\rightarrow *interferência parcial*

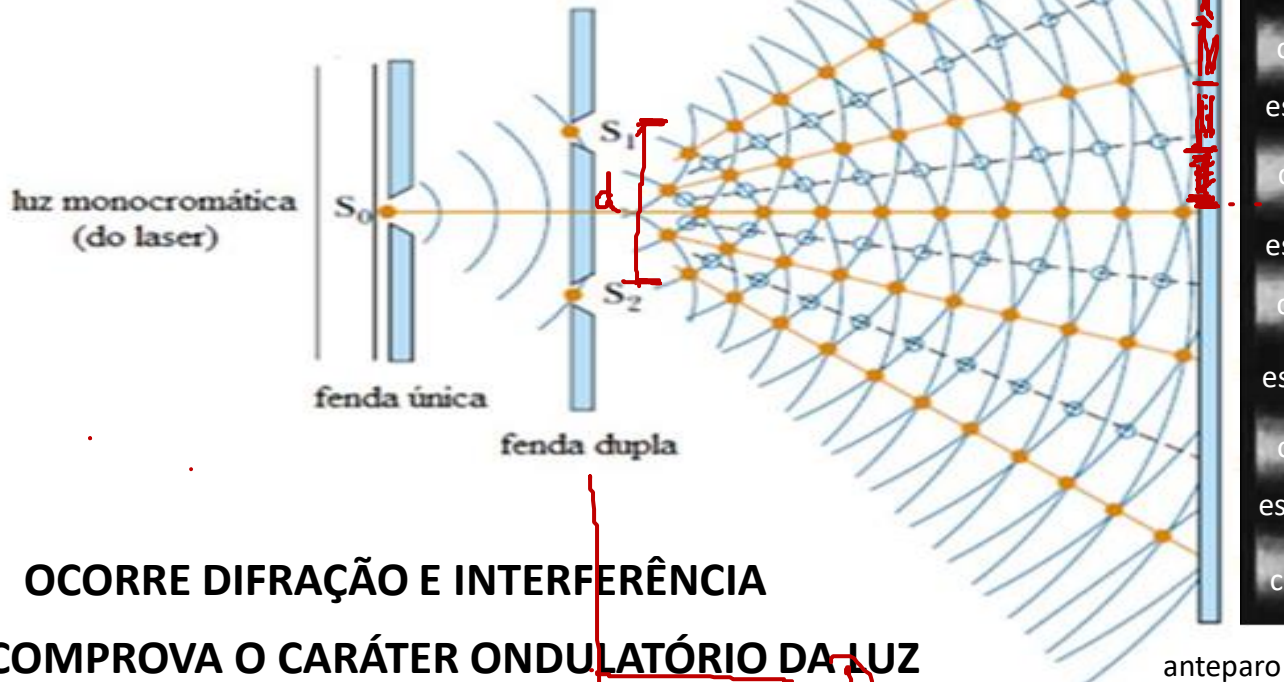


INTERFERÊNCIA LUMINOSA

EXPERIÊNCIA DE YOUNG

$\rightarrow n(2, 4, 6, 8 \dots)$
 CLARA \rightarrow MÁX \rightarrow CONSTRUTIVA
 ESCURA \rightarrow MÍN \rightarrow DESTRUTIVA
 $\rightarrow n(1, 3, 5, 7 \dots)$

$$\lambda = \frac{2 \cdot d \cdot y}{n \cdot D}$$



claro	$n = 6$	3º MÁX
escuro	$n = 5$	3º MÍN
claro	$n = 4$	2º MÁX
escuro	$n = 3$	2º MÍN
claro	$n = 2$	1º MÁX
escuro	$n = 1$	1º MÍN
claro	$n = 0$	MÁXIMO
escuro	$n = 1$	1º MÍN CENTRAL
claro	$n = 2$	1º MÁX
escuro	$n = 3$	2º MÍN
claro	$n = 4$	2º MÁX
escuro	$n = 5$	3º MÍN
claro	$n = 6$	3º MÁX

OCORRE DIFRAÇÃO E INTERFERÊNCIA
COMPROVA O CARÁTER ONDULATÓRIO DA LUZ

anteparo

INTERFERÊNCIA NO COTIDIANO

ANÉIS DE NEWTON →



Cor do óleo sobre a água



ONDAS ESTACIONÁRIAS

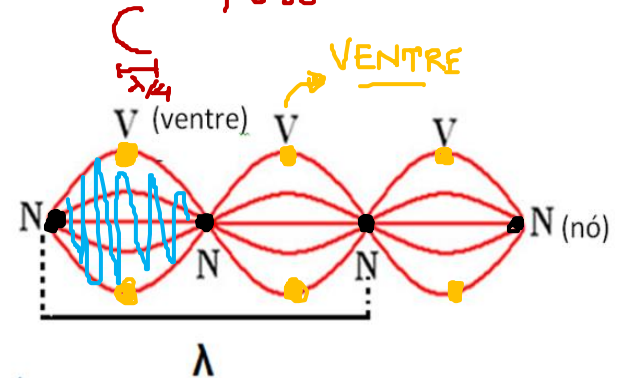


FUSO FUSO

NÃO HÁ TRANSPORTE DE

ENERGIA DE

UM PULSO PARA O OUTRO



nó \rightarrow velocidade nula

01. A presença e a abrangência dos meios de comunicação na sociedade contemporânea vêm introduzindo elementos novos na relação entre as pessoas e entre elas e o seu contexto. Rádio, televisão e telefone celular são meios de comunicação que utilizam ondas eletromagnéticas, as quais têm a(s) seguinte(s) propriedade(s):

- ✓ I. propagação no vácuo.
- ✓ II. existência de campos elétricos variáveis perpendiculares a campos magnéticos variáveis.
- ✓ III. transporte de energia e não de matéria.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- ~~e) I, II e III.~~

02. Uma onda, qualquer que seja ela, pode ser classificada, quanto à sua natureza, basicamente em onda mecânica, onda eletromagnética ou onda de matéria.

Com relação ao tema é correto dizer.

- ~~F~~ a) As ondas sonoras se propagam no vácuo com velocidade próxima à velocidade das ondas eletromagnéticas.
- ~~F~~ b) A velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas é da ordem de 300.000 m/s.
 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
- ~~F~~ c) As ondas sonoras e as eletromagnéticas são sempre transversais.
- ~~V~~ ~~X~~ d) Numa onda longitudinal, as partículas do meio vibram na mesma direção em que se dá a propagação da onda.
- ~~F~~ e) A frequência da onda é um elemento característico da fonte que a criou, cuja grandeza corresponde ao tempo de cada vibração gerada pela fonte.

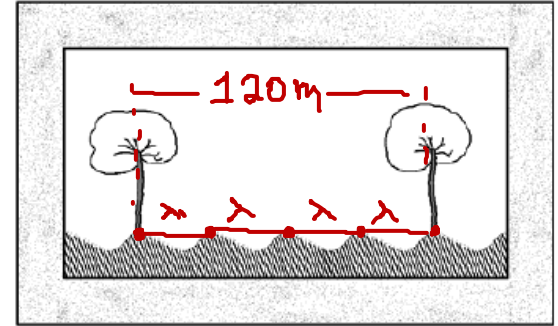
03. Veja esse quadro. Nele, o artista mostra os efeitos dos golpes intermitentes do vento sobre um trigal.

$$4\lambda = 120$$

$$\lambda = 30\text{m}$$

$$V = \lambda \cdot f$$

$$V = 30 \times 0,5 = 15\text{m/s}$$



Admitindo que a distância entre as duas árvores seja de 120 m e, supondo que a frequência dos golpes de ar e conseqüentemente do trigo balançando seja de 0,50 Hz, a velocidade do vento na ocasião retratada pela pintura é, em m/s,

a) 2,0.

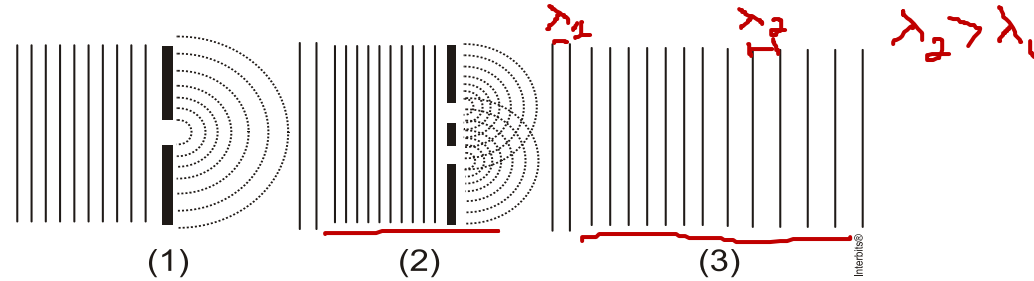
b) 3,0.

c) 5,0.

d) 12.

~~e) 15.~~

04. Em cada uma das imagens abaixo, um trem de ondas planas move-se a partir da esquerda.



Os fenômenos ondulatórios apresentados nas figuras 1, 2 e 3 são, respectivamente,

- ~~a) refração – interferência - difração.~~
- b) difração – interferência - refração.
- ~~c) interferência - difração -refração.~~
- ~~d) difração - refração - interferência.~~
- ~~e) interferência - refração - difração.~~

05. Sobre os fenômenos de interferência e difração de ondas, assinale o que for correto.

- F 01) Em uma interferência de duas ondas mecânicas se propagando em uma corda, os pontos que permanecem em ^{→ NO} repouso são chamados de antinodos.
- ✓ 02) O fenômeno da interferência de ondas pode ser entendido como consequência do princípio da superposição de ondas e este, por sua vez, como consequência do princípio da conservação da energia.
- ✓ 04) O experimento de difração em fenda dupla pode comprovar a natureza ondulatória da luz.
- F 08) Duas ondas que se interferem construtivamente **TEM SUAS CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS ALTERADAS**

06. Quando uma pedra é jogada na água é possível observar que a perturbação que ela produz se propaga em toda a superfície livre da água por meio de ondas. O movimento ondulatório apresenta fenômenos, tais como reflexão, refração, difração, polarização, entre outros. Sobre esses fenômenos ondulatórios, assinale o que for correto.

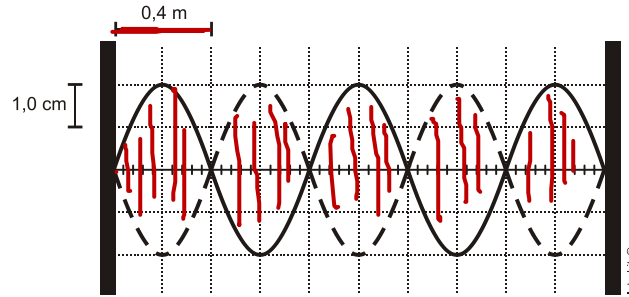
- ✓01) Uma onda quando muda de velocidade ao passar de um meio para outro meio pode sofrer reflexão e refração.
- ✓02) Ondas sonoras não sofrem o fenômeno de polarização.
- ✓04) A difração, através de uma fenda, somente é observada quando a fenda é menor ou da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda.
- ✓08) Numa onda polarizada todas as partículas do meio vibram numa única direção perpendicular à direção de propagação da onda.
- ✓16) O fenômeno de difração ocorre quando uma onda contorna um obstáculo que, parcialmente, a interrompe.

07. Observa-se, na figura a seguir, uma corda fixa em suas extremidades na qual foi estabelecida uma onda estacionária.

$$F = 10 \text{ Hz}$$

$$v = ? \text{ (m/s)}$$

$$\lambda = 0,8 \text{ m}$$



Qualquer ponto da corda, com exceção dos nós, efetua 10 oscilações por segundo. A ordem de grandeza da velocidade das ondas que deram origem à onda estacionária, em m/s, vale

a) 10^2

b) 10^{-1}

~~c) 10^1~~

d) 10^{-2}

e) 10^0

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{O.G.} = 10^{0+1} = 10^1$$

$$v = 0,8 \cdot 10$$

$$v = 8 \text{ m/s} \rightarrow 8 \times 10^0$$

↓
MAIOR QUE $\sqrt{10} = 3,16$

Adote os seguintes valores:

Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Constante da gravitação universal: $G = 6 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$.

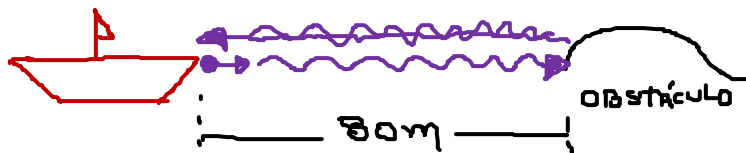
Velocidade do som no ar: $v = 340 \text{ m/s}$.

Massa da Terra: $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$.

Constante $\pi = 3$.

08. Sonares são dispositivos frequentemente usados na indústria naval. Os navios possuem sonares para detectar obstáculos no fundo do mar, detectar cardumes etc. Um determinado sonar de um navio produz ondas sonoras progressivas, com comprimento de onda de 2,0 m e frequência

200 Hz.



Nesse caso, um obstáculo a 80 m do sonar será detectado pelo navio em um intervalo de tempo de:

$$v = \lambda \cdot f = 2 \times 200 = 400 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$400 = \frac{160}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{160}{400} = 0,4 \text{ s}$$

~~a) 0,4 s~~

b) 1,0 s

c) 1,2 s

d) 1,6 s

e) 2,0 s

09. O som se propaga no ar com velocidade de 340 m/s, e na água, com velocidade de 1500 m/s. Se um som de frequência 256 Hz é emitido sob a água, ao passar para o ar,

- a) sua frequência permanece a mesma e o seu comprimento de onda será menor.
- b) sua frequência será maior e o seu comprimento de onda permanecerá o mesmo.
- c) sua frequência será menor e o seu comprimento de onda será maior.

λ MENOR

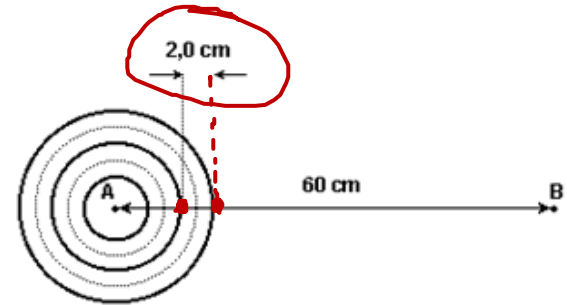
10. A figura a seguir mostra esquematicamente as ondas na superfície d'água de um lago, produzidas por uma fonte de frequência 6,0 Hz localizada no ponto A. As linhas cheias correspondem às cristas, e as pontilhadas representam os vales em um certo instante de tempo. Qual o intervalo de tempo, em segundos, para que uma frente de onda percorra a distância da fonte até o ponto B, distante 60 cm?

$$V = \lambda \cdot F = 2 \times 6 = 12 \text{ cm/s}$$

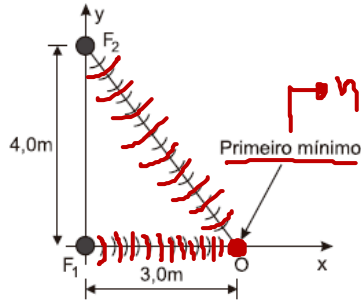
$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$12 = \frac{60}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{60}{12} = 5 \text{ s}$$



11.(UFPE) – Duas fontes sonoras pontuais F_1 e F_2 , separadas entre si de 4,0m, emitem **em fase** e na mesma frequência. Um observador O, afastando-se lentamente da fonte F_1 , ao longo do eixo x, detecta o primeiro mínimo de intensidade sonora, devido à interferência das ondas geradas por F_1 e F_2 , na posição $x = 3,0\text{m}$.



$F = ? \text{ (Hz)}$
 $x_1 = 3\text{m}$
 $x_2 = 5\text{m}$

$$\Delta x = |5 - 3| = 2\text{m}$$

$$\Delta x = \eta \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$2 = 1 \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = 4\text{m}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$340 = 4 \cdot f$$

$$f = \frac{340}{4}$$

$$f = 85\text{Hz}$$

Sabendo-se que a velocidade do som é 340m/s, qual a frequência das ondas sonoras emitidas, em Hz?