

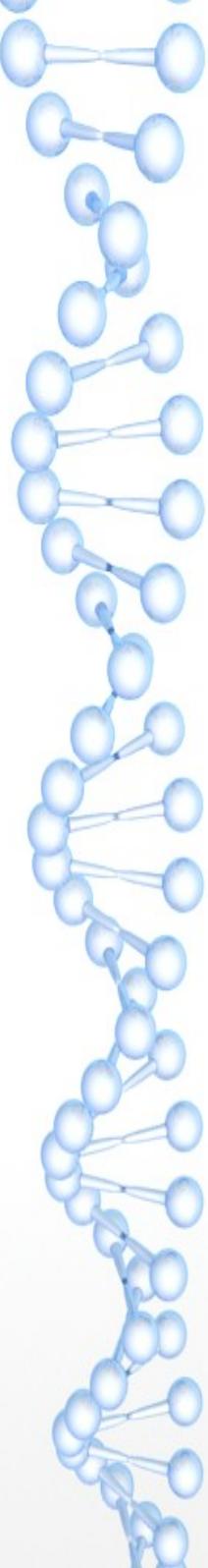
Física 3

(1/2016)

Teoria Ondulatória

Carlos Eduardo Souza (Cadu)
carloseduardosouza@id.uff.br

Site: cursos.if.uff.br/fisica3-0116/

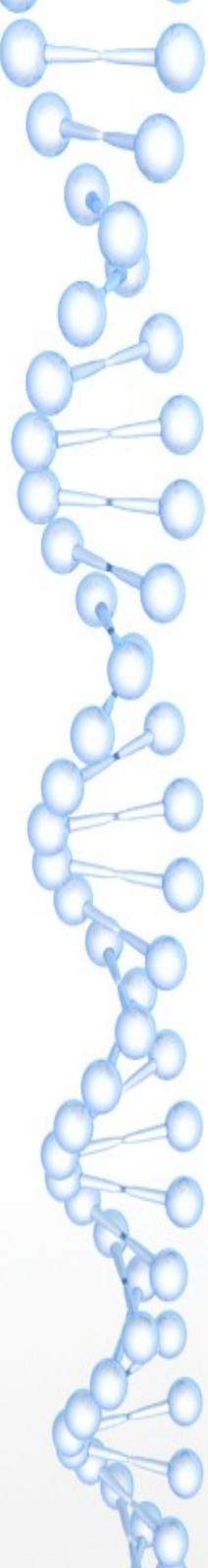


Ondas Senoidais

Teste Conceitual 1

Uma onda senoidal transversal está viajando em uma corda.
Qualquer ponto da corda:

- A) se move na mesma direção que a onda
- B) se move em movimento harmônico simples com uma frequência diferente da frequência da onda
- C) se move em movimento harmônico simples com a mesma frequência angular da onda
- D) se move em movimento circular uniforme com a mesma velocidade angular que a onda



Ondas Senoidais

Teste Conceitual 2

Para uma dada onda transversal em uma corda, o deslocamento é descrito por $y(x, t) = f(x - at)$, onde f é uma função dada e a é uma constante positiva. Qual das seguintes sentenças não é correta?

- A) A forma de onda não muda enquanto a onda se move ao longo da corda.
- B) A onda se move na direção x positiva.
- C) A velocidade da onda é a .
- D) A velocidade da onda é x/t .

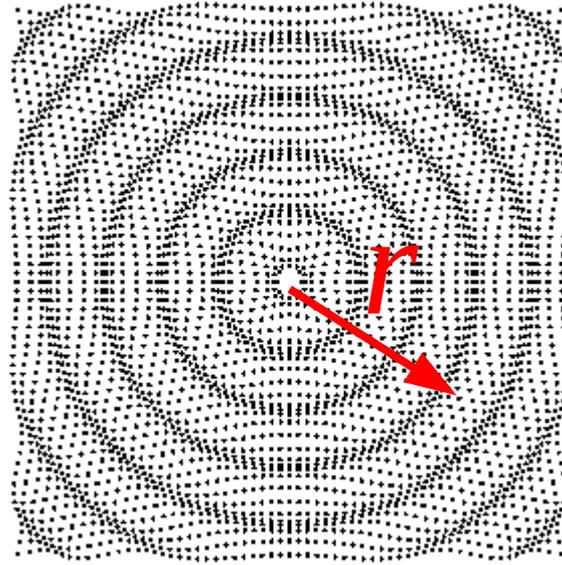
Ondas Senoidais

Ondas Bidimensionais - 2D



Ondas Senoidais

Ondas Bidimensionais - 2D

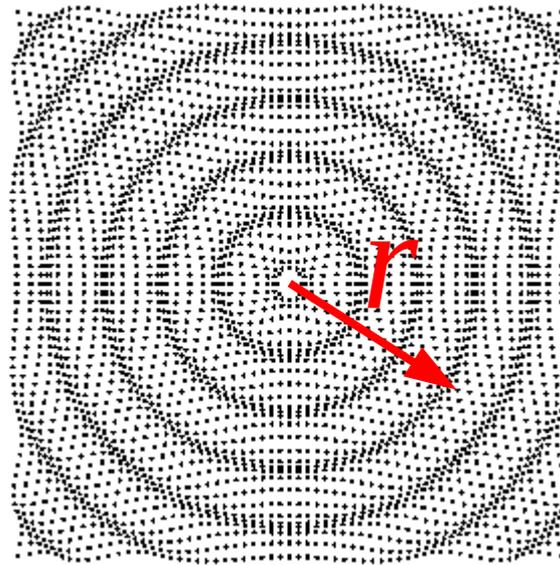


$$y(r, t) = A(r) \text{sen}[kr - \omega t + \phi]$$

$r \rightarrow$ distância em relação a fonte

Ondas Senoidais

Ondas Bidimensionais - 2D



$$y(r, t) = A(r) \text{sen}[kr - \omega t + \phi]$$

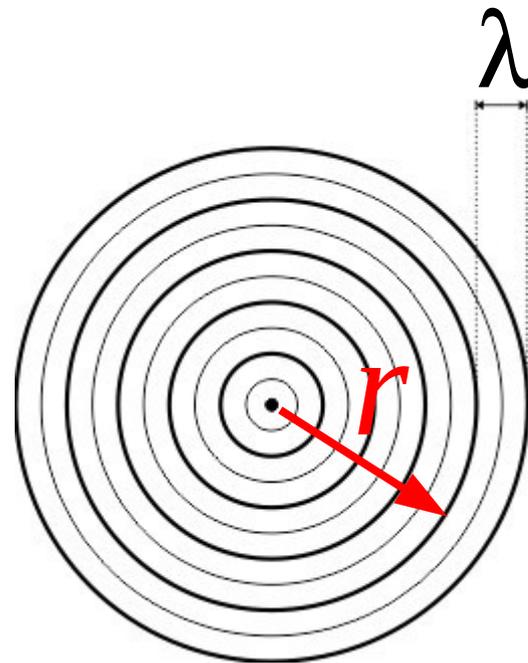
OBS: normalmente a Amplitude depende da distância a fonte!

$r \rightarrow$ distância em relação a fonte

Ondas Senoidais

Ondas Bidimensionais – 2D

Representação



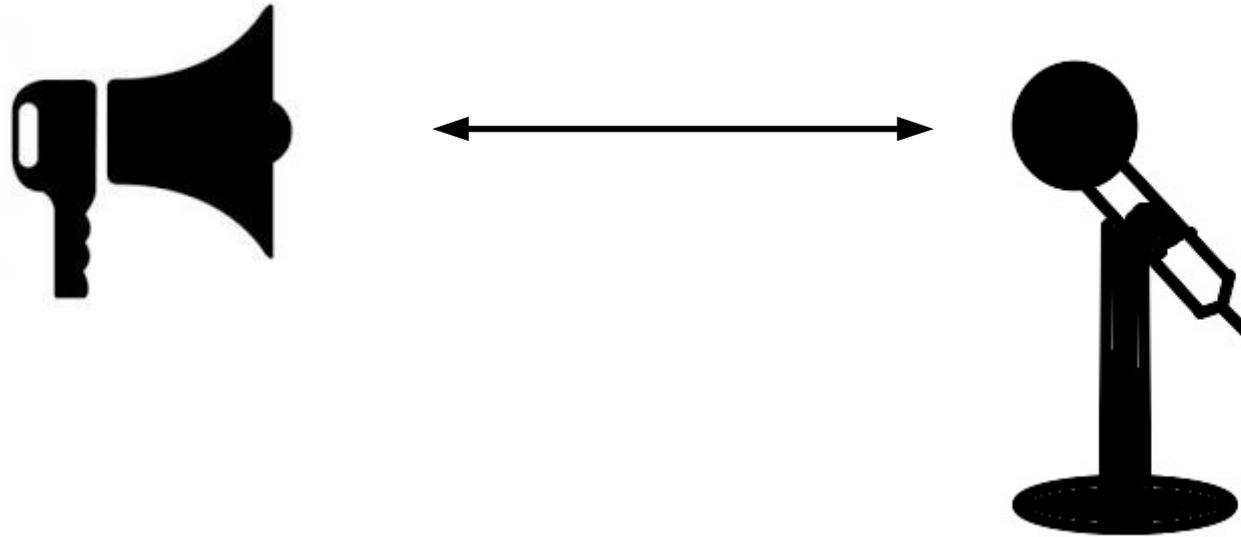
Frentes de onda são as cristas da onda.
Elas são separadas por um λ .

$$y(\mathbf{r}, t) = A(\mathbf{r}) \text{sen}[k\mathbf{r} - \omega t + \phi]$$

Ondas Senoidais

Uma onda transporta energia...

Experiência cotidiana



Qto maior a distância entre o auto-falante e o microfone, menor a intensidade do som captado.

Ondas Senoidais

Uma onda transporta energia...

Potência \rightarrow taxa, em joule/s, pela qual a onda transfere energia.



A potência é uma grandeza que só depende da fonte.

Ondas Senoidais

Uma onda transporta energia...

Intensidade = Potência / Área



A intensidade diminui com o aumento da distância entre a fonte e o ponto de observação.

Ondas Senoidais

Uma onda transporta energia...

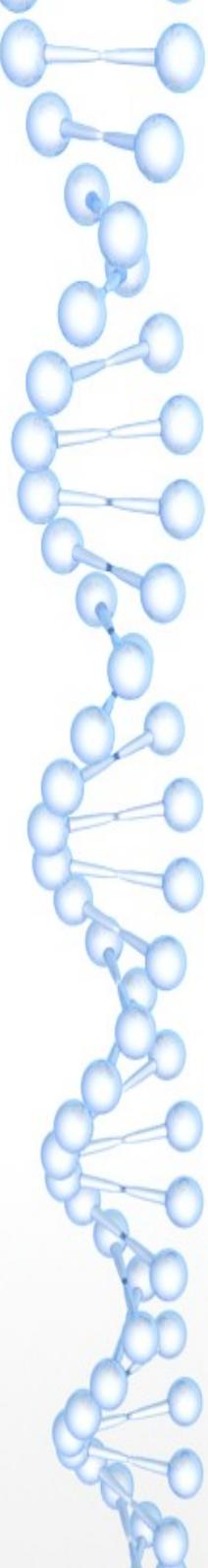
Intensidade = Potência / Área



A intensidade diminui com o aumento da distância entre a fonte e o ponto de observação.



$$I = c |A|^2$$



Ondas Senoidais

Uma onda transporta energia...

Intensidade = Potência / Área

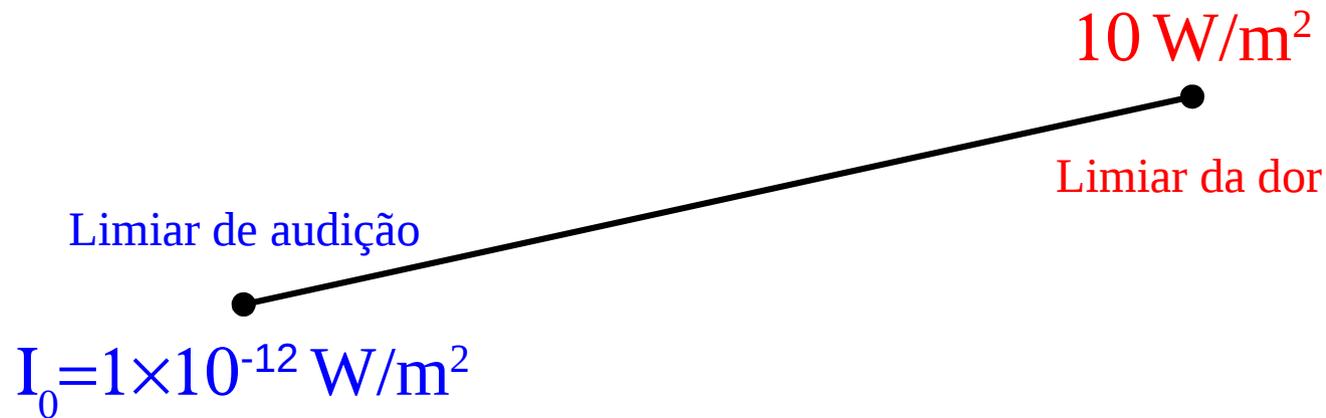
Para uma onda se propagando em uma corda demonstramos que:

$$\rightarrow \text{Pot} = T_c w^2 |Y_M|^2 / 2v$$

Ondas Senoidais

Uma onda transporta energia...

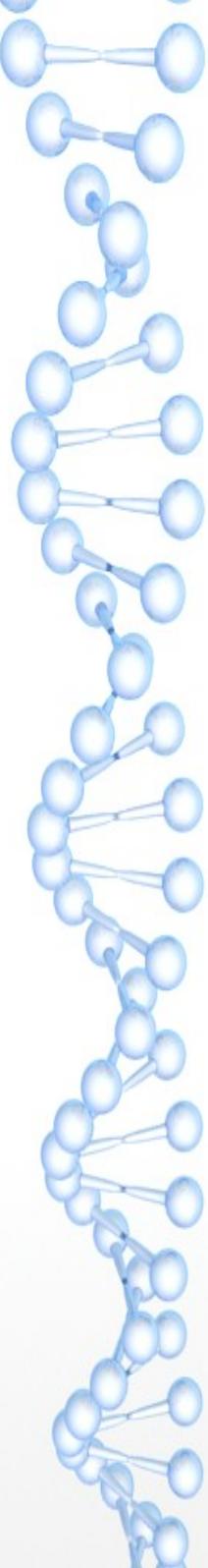
Escala de Volume



Escala Decibel $\rightarrow \beta \equiv [10dB] \cdot \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right)$

0 dB \rightarrow limite da audição humana

130 dB \rightarrow limite da dor



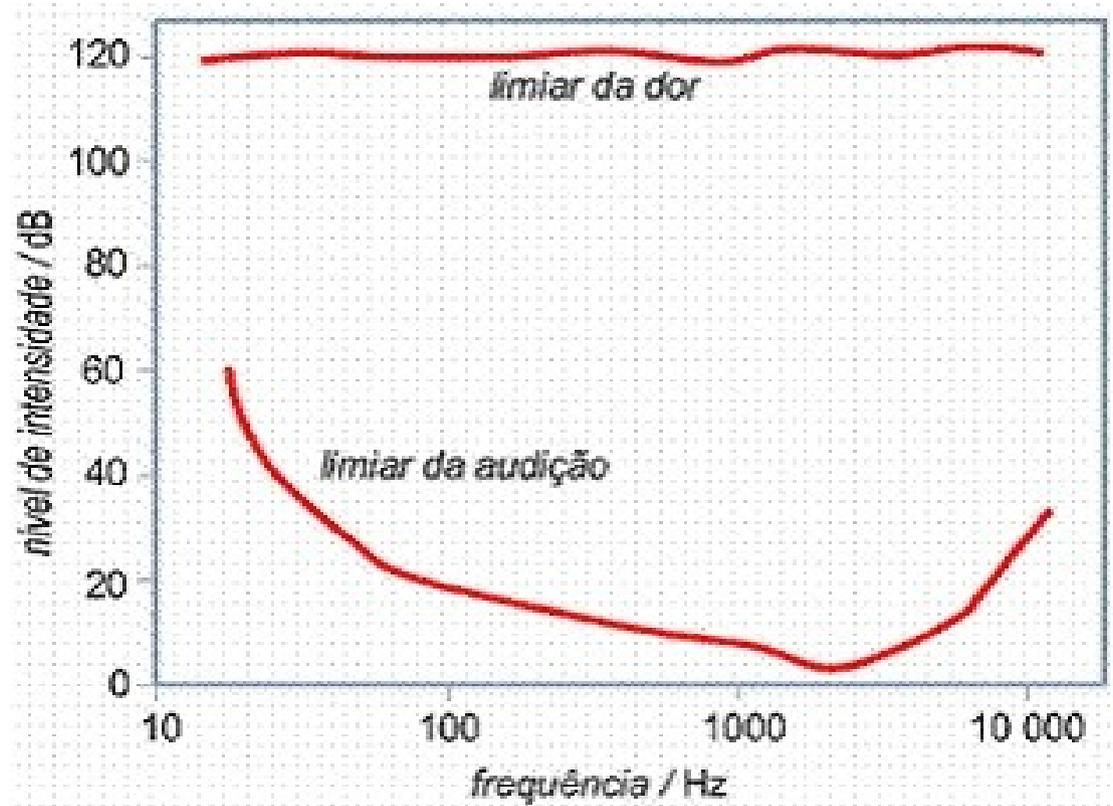
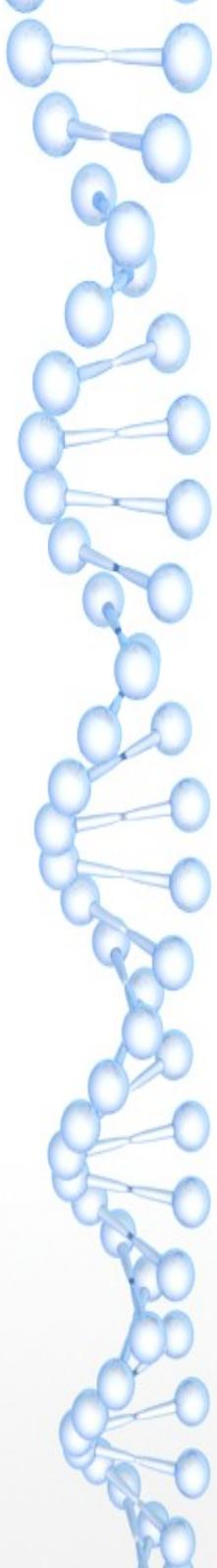
Ondas Senoidais

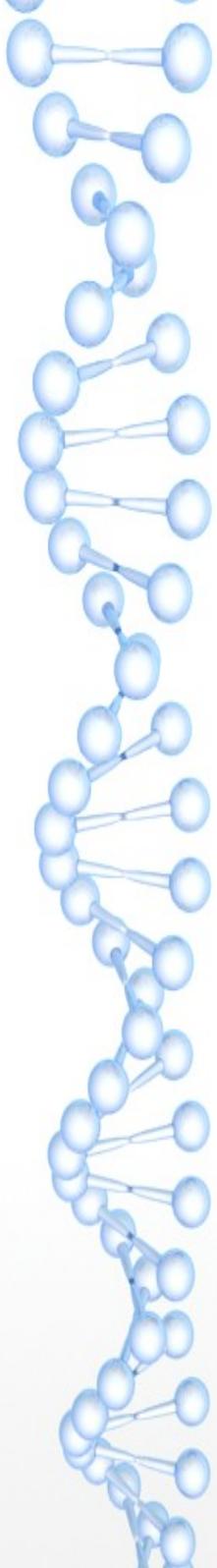
Teste Conceitual

1. A intensidade de uma onda sonora A é 100 vezes a de outra onda sonora B. Com relação ao som da onda B, o som da onda A é

- A) 2dB maior
- B) 10dB maior
- C) 20dB maior
- D) 100dB maior

$$\beta \equiv [10dB] \cdot \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

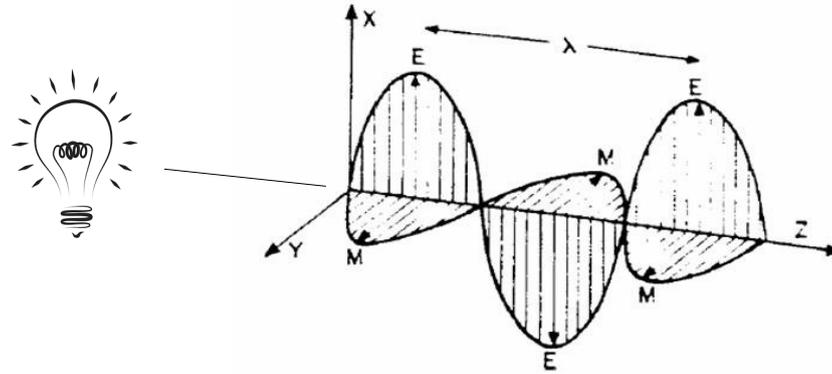




A Luz é uma onda...

Ondas Senoidais

Luz



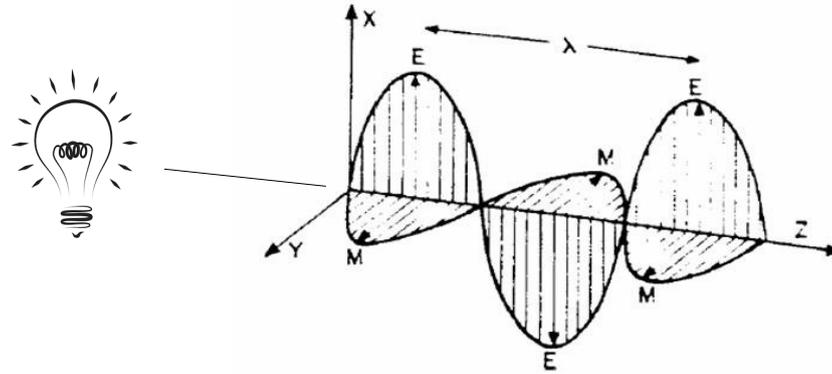
A velocidade da luz em um meio material é caracterizada pelo índice de refração

$$n = \frac{v_{\text{luz}}^{\text{v\u00e1cuo}}}{v_{\text{luz}}^{\text{material}}} = \frac{c}{v}$$

$$n > 1 !$$

Ondas Senoidais

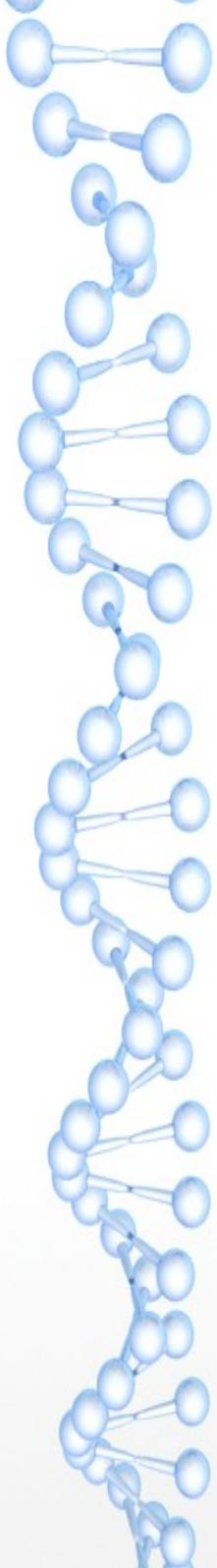
Luz



A velocidade da luz em um meio material é caracterizada pelo índice de refração

$$n = \frac{v_{\text{luz}}^{\text{v\u00e1cuo}}}{v_{\text{luz}}^{\text{material}}} = \frac{c}{v}$$

$n=1$ (v\u00e1cuo) - $n=1,0003$ (ar) - $n=1,33$ (\u00e1gua)
 $n=1,50$ (vidro) - $n=2,42$ (diamante)



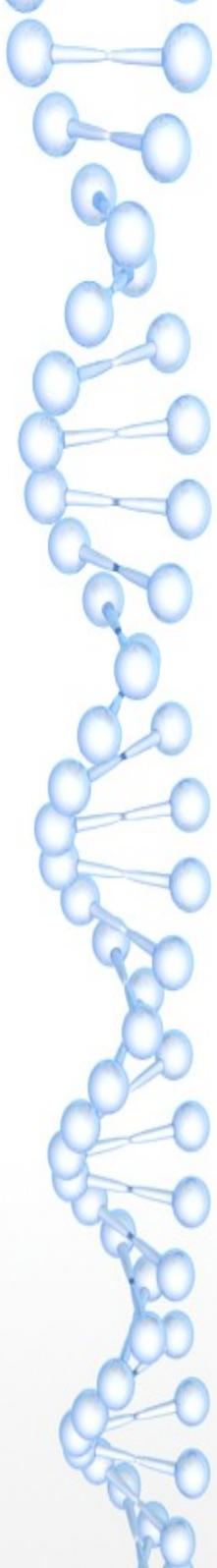
Ondas Senoidais

Luz



Se a velocidade da onda varia, o que ocorre com a frequência e o comprimento de onda?

Ambos variam?



Ondas Senoidais

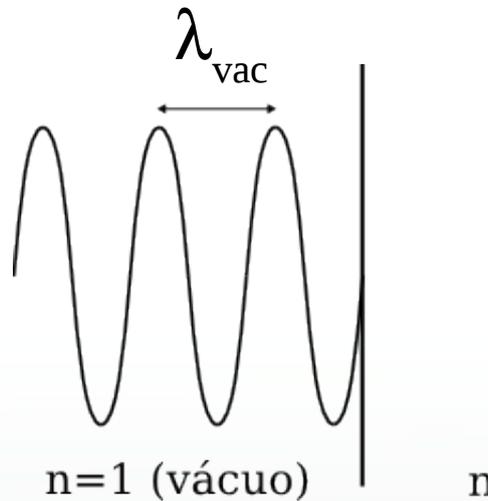


Luz

Se a velocidade da onda varia, o que ocorre com a frequência e o comprimento de onda?

Ambos variam?

$$(v = \lambda f)$$



???

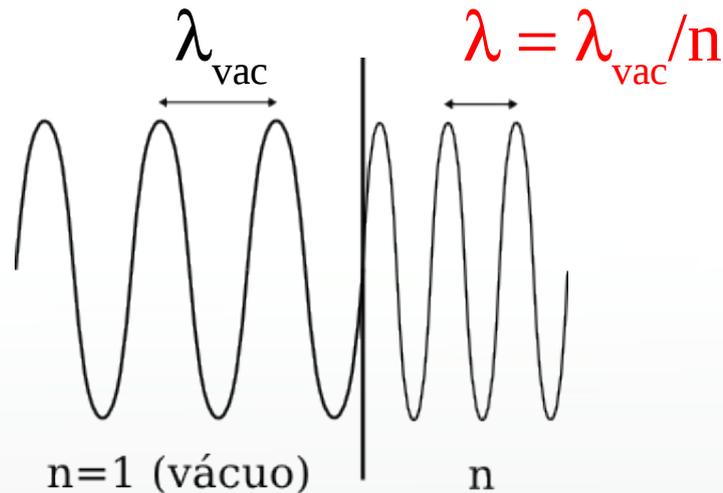


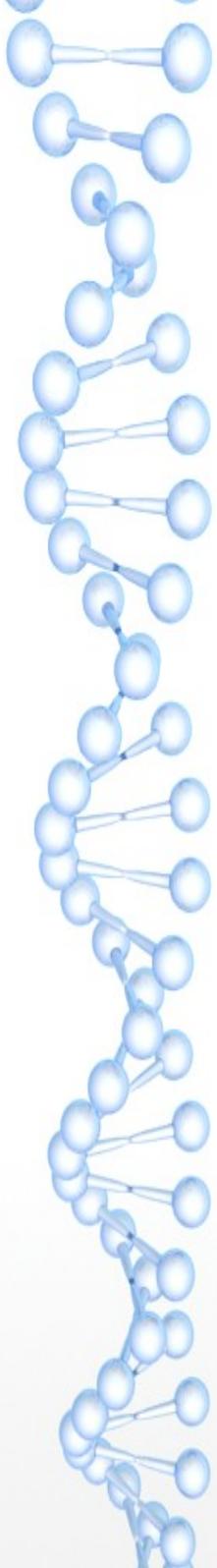
Ondas Senoidais

Luz

Se a velocidade da onda varia, o que ocorre com a frequência e o comprimento de onda?

$$(v = \lambda f)$$





Ondas Senoidais

Luz



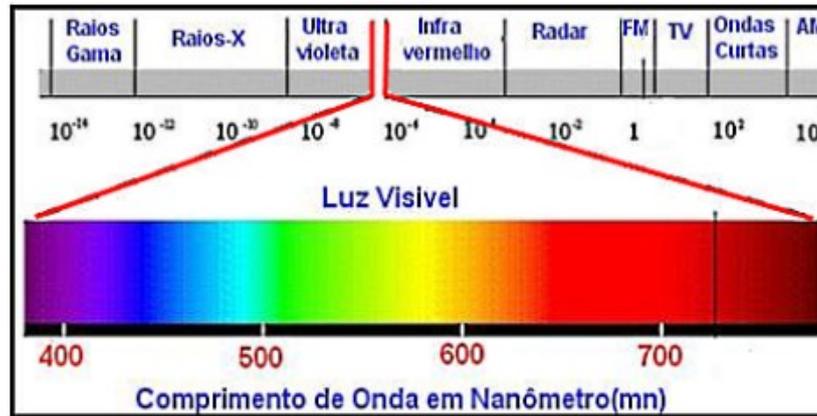
Se a velocidade da onda varia, o que ocorre com a frequência e o comprimento de onda?

Ambos variam?

A frequência da onda é a frequência da fonte. Ela não varia quando a onda passa de um meio para outro.

Ondas Senoidais

Luz – Espectro Visível



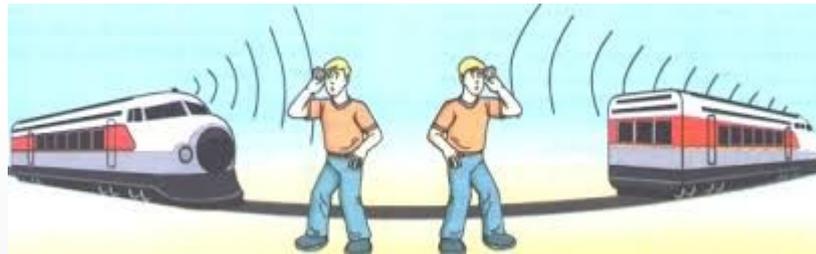
Violeta(400nm)

Vermelho(700nm)

Efeito Doppler

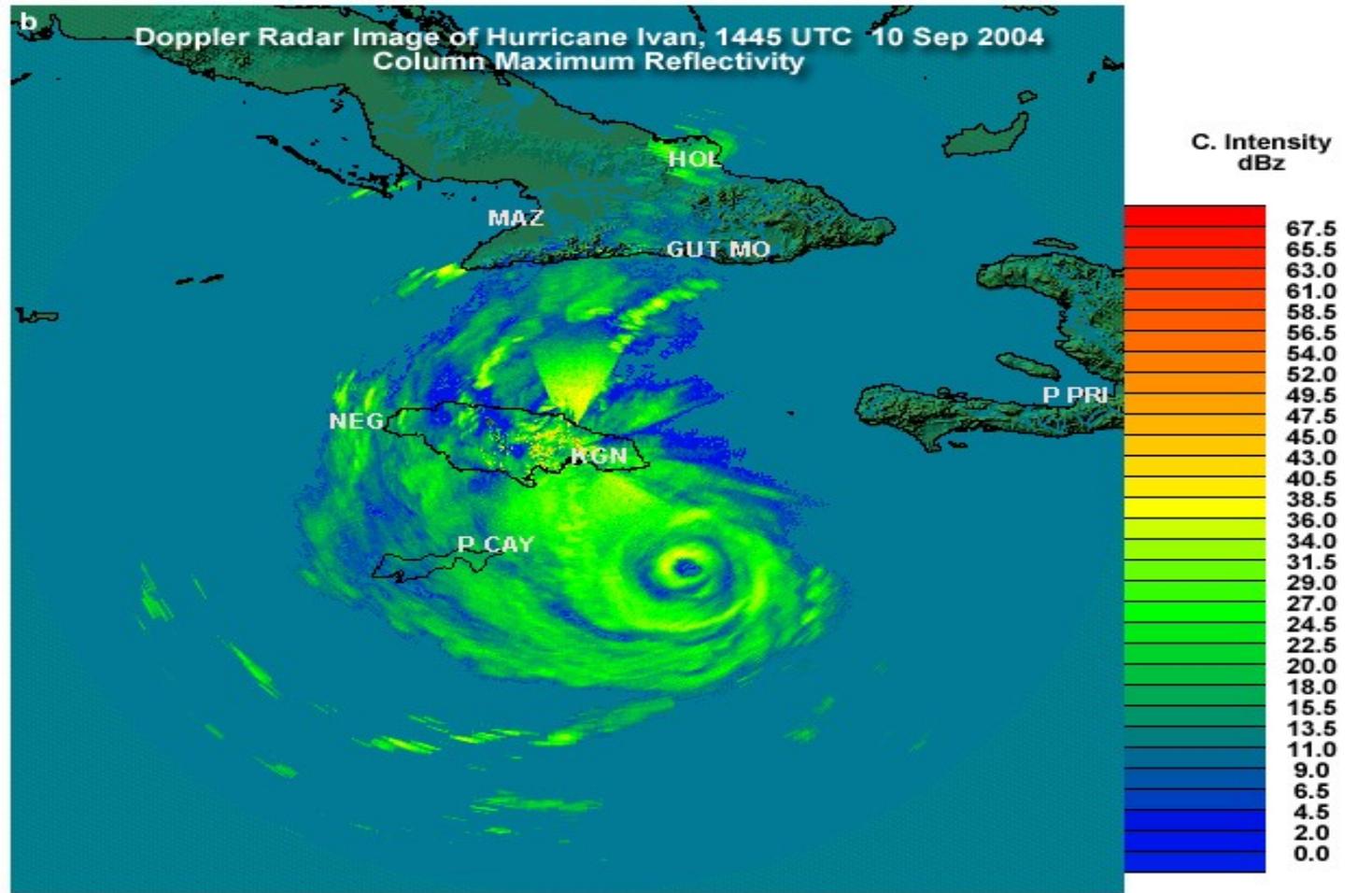
Efeito Doppler é um fenômeno físico observado nas ondas quando emitidas ou refletidas por um objeto que está em movimento com relação ao observador. Foi-lhe atribuído este nome em homenagem a Johann Christian Andreas Doppler, que o descreveu teoricamente pela primeira vez em 1842.

➔ A frequência detectada difere da frequência emitida quando há um movimento relativo entre a fonte e o observador.



Efeito Doppler

➔ Detecção da velocidade dos ventos e objetos (radar)



Efeito Doppler

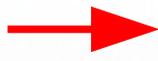
Conforme demonstrado em aula, para movimento relativo entre observador e fonte com velocidade constante...

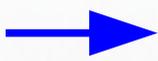
$$f' = \left(\frac{v^{onda} \mp v^{obs}}{v^{onda} \pm v^{fonte}} \right) f_0$$

Efeito Doppler

Conforme demonstrado em aula, para movimento relativo entre observador e fonte com velocidade constante...

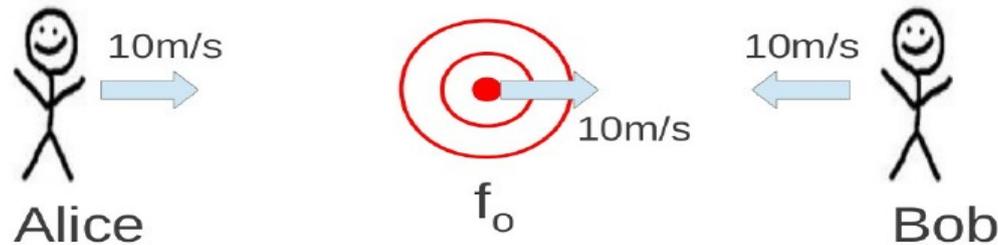
$$f' = \left(\frac{v_{\text{onda}} \overset{\text{blue arrow}}{\oplus} v^{\text{obs}}}{v_{\text{onda}} \underset{\text{red arrow}}{\ominus} v^{\text{fonte}}} \right) f_0$$

 aproximação

 afastamento

Teste Conceitual 4

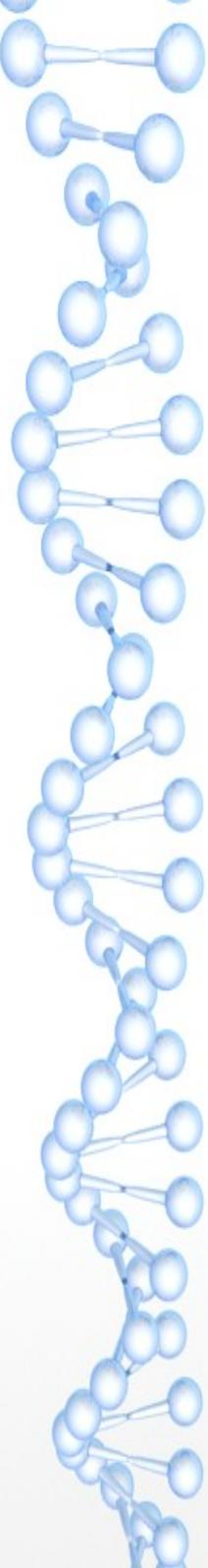
Alice e Bob estão ouvindo uma fonte sonora que se move para a direita. Compare as frequências que cada um ouve.



- A) $f_{\text{Alice}} = f_0 > f_{\text{Bob}}$
- B) $f_{\text{Alice}} = f_0 = f_{\text{Bob}}$
- C) $f_{\text{Alice}} = f_0 < f_{\text{Bob}}$
- D) $f_{\text{Alice}} < f_0 = f_{\text{Bob}}$

→ aproximação

$$f' = \left(\frac{v_{\text{onda}} \oplus v^{\text{obs}}}{v_{\text{onda}} \oplus v^{\text{fonte}}} \right) f_0$$



Problema: **Para o Lar**

Você está dirigindo um automóvel numa rodovia a $35,0\text{m/s}$ quando ouve o som da sirene, com frequência de 1248Hz , de um carro de polícia que se aproxima de você pela traseira. Você fica tranquilizado quando a viatura policial te ultrapassa perseguindo um outro automóvel. Após a ultrapassagem, você ouve o som da sirene com frequência de 1148Hz . Qual a velocidade do carro da polícia? A velocidade do som no ar vale 343 m/s .