



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP

FACULDADE DE TECNOLOGIA

Física Moderna: história, aplicações e vestibular



TEMA 2

Física Clássica: “Fenômenos Ondulatórios - revisão”

Prof. Dr. Yuri Alexandre Meyer

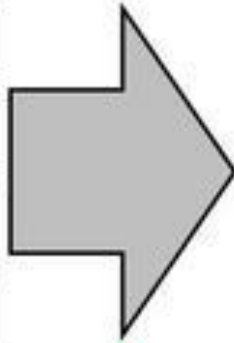
Fenômenos Ondulatórios

Reflexão

Refração

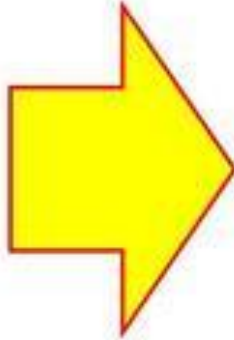
Difração

Interferência



TODOS
os tipos
de ondas

Polarização



Somente
ondas
transversais

MÔNICA E CEBOLINHA



© 1988 MAURICIO DE SOUSA 1000

Mauricio de Sousa



(Zero Hora — 08/10/90)

Crista

- É o ponto mais alto que a onda pode alcançar

Vale

- É o ponto mais baixo da oscilação

Amplitude

- É a altura do pulso da onda.

Comprimento de Onda (λ)

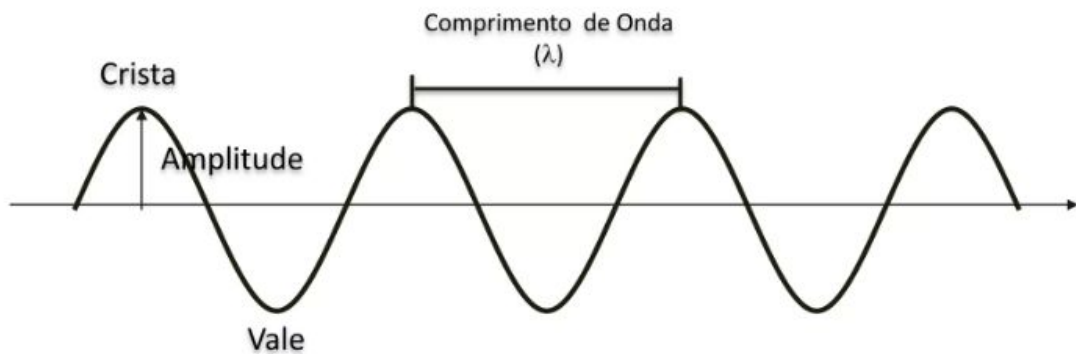
- É a distância entre duas cristas ou dois vales, podemos dizer que é a parte da onda que se repete.

Período (T)

- É o intervalo de tempo necessário para se percorrer um comprimento de onda (λ). Ou podemos dizer que é o tempo necessário para executar um ciclo.

Frequência (f)

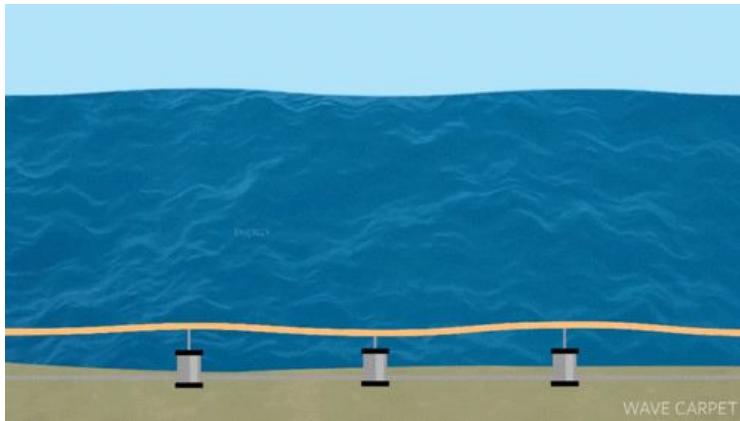
- É o inverso do período, ou seja, é a medida de quantos ciclos ocorrem em um determinado intervalo de tempo.



A equação para velocidade é: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$; Agora, para as ondas considere que: $\left\{ \begin{array}{l} \Delta s = \lambda \\ \Delta t = T \end{array} \right.$

Assim podemos escrever: $v = \frac{\lambda}{T}$ Como a frequência vale: $f = \frac{1}{T}$

A equação final será: $v = \lambda \cdot f$



→ **Energia mecânica**

E_M = energia mecânica
 E_p = energia potencial
 E_c = energia cinética

$$E_M = E_p + E_c$$

→ **Energia cinética**

E_c = energia cinética
 m = massa
 v = velocidade (m/s)

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

→ **Energia potencial gravitacional**

E_{pg} = energia potencial gravitacional
 m = massa (kg)
 g = aceleração gravitacional (m/s²)
 h = altura (m)

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

→ **Energia potencial elástica**

E_{pe} = energia potencial elástica
 K = constante elástica da mola

$$E_{pe} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

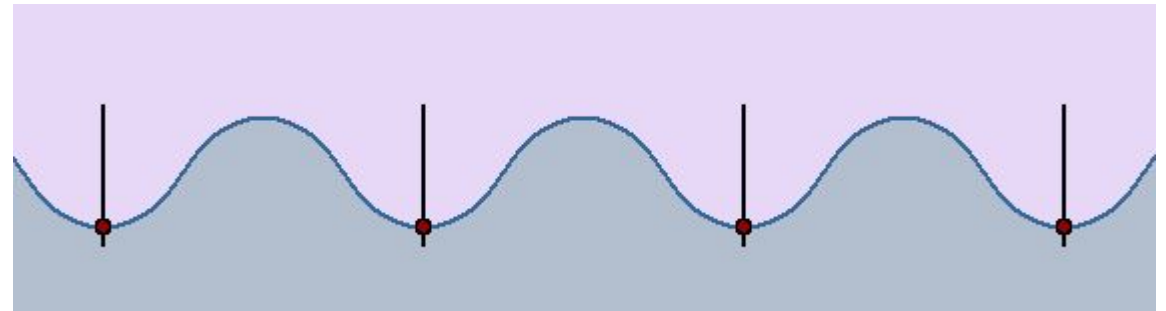
G1 Infográfico elaborado em: 01/11/2018

Revisão -1- Ondulatória

Conceito

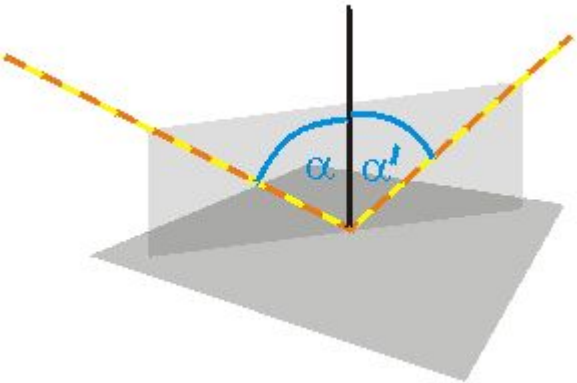
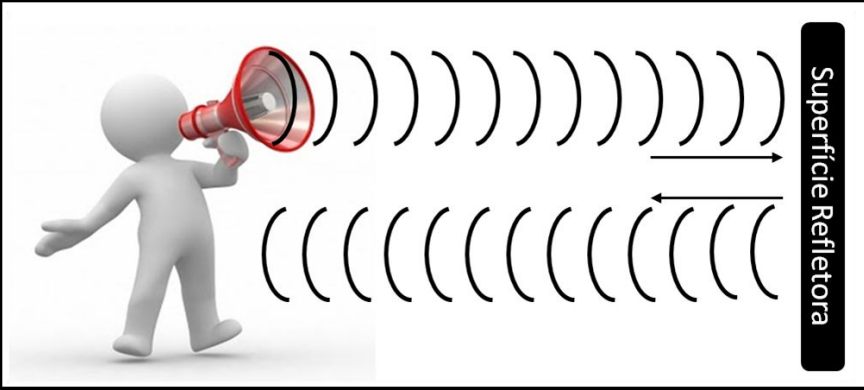
ONDAS são perturbações que se deslocam em determinado meio, transportando **ENERGIA** e **QUANTIDADE DE MOVIMENTO**.

ONDA não transporta **MATÉRIA** mas transfere **ENERGIA** de um ponto para outro do meio.

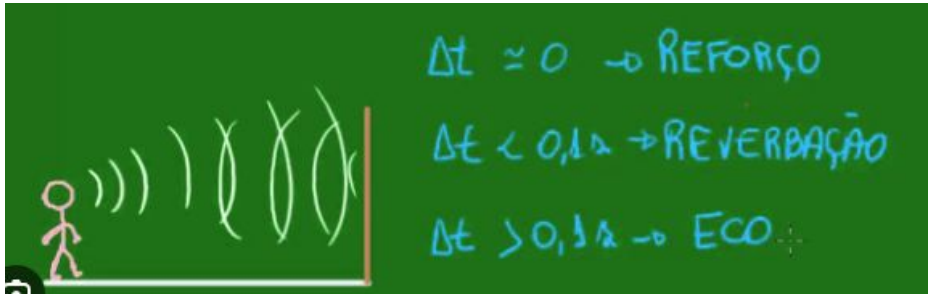


REFLEXÃO

Ocorre com som e luz



$$v = \frac{2\Delta s}{\Delta t} \gg 340 = \frac{2\Delta s}{0,1}$$
$$2\Delta s = 340 \cdot 0,1 \gg 2\Delta s = 34$$
$$\Delta s = 17\text{m}$$

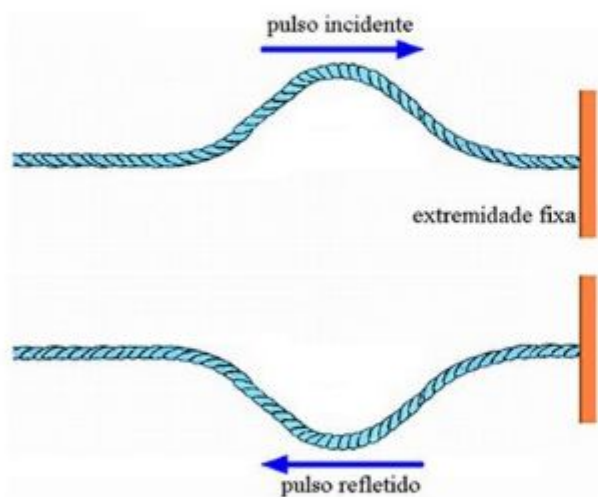


Não ocorre mudança na velocidade ,comprimento de onda ou na frequência da onda.

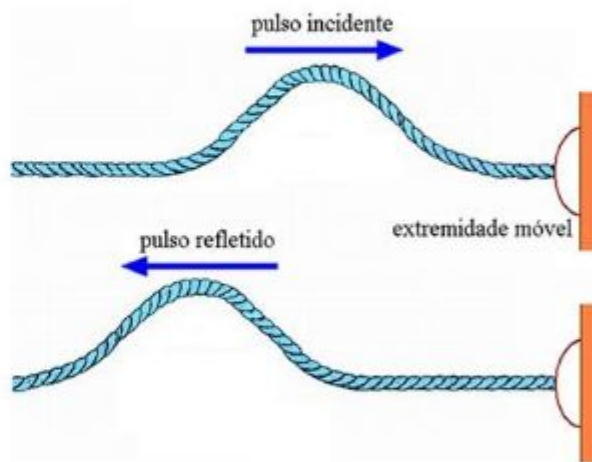
FENÔMENOS ONDULATÓRIOS:

Reflexão:

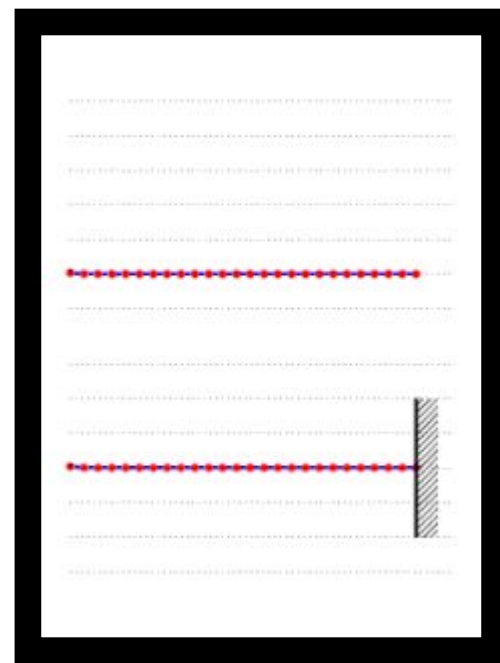
Quando uma onda atinge uma superfície de separação de dois meios, e retorna ao meio de origem.



Quando a corda tem a extremidade fixa ocorre reflexão com inversão de fase.

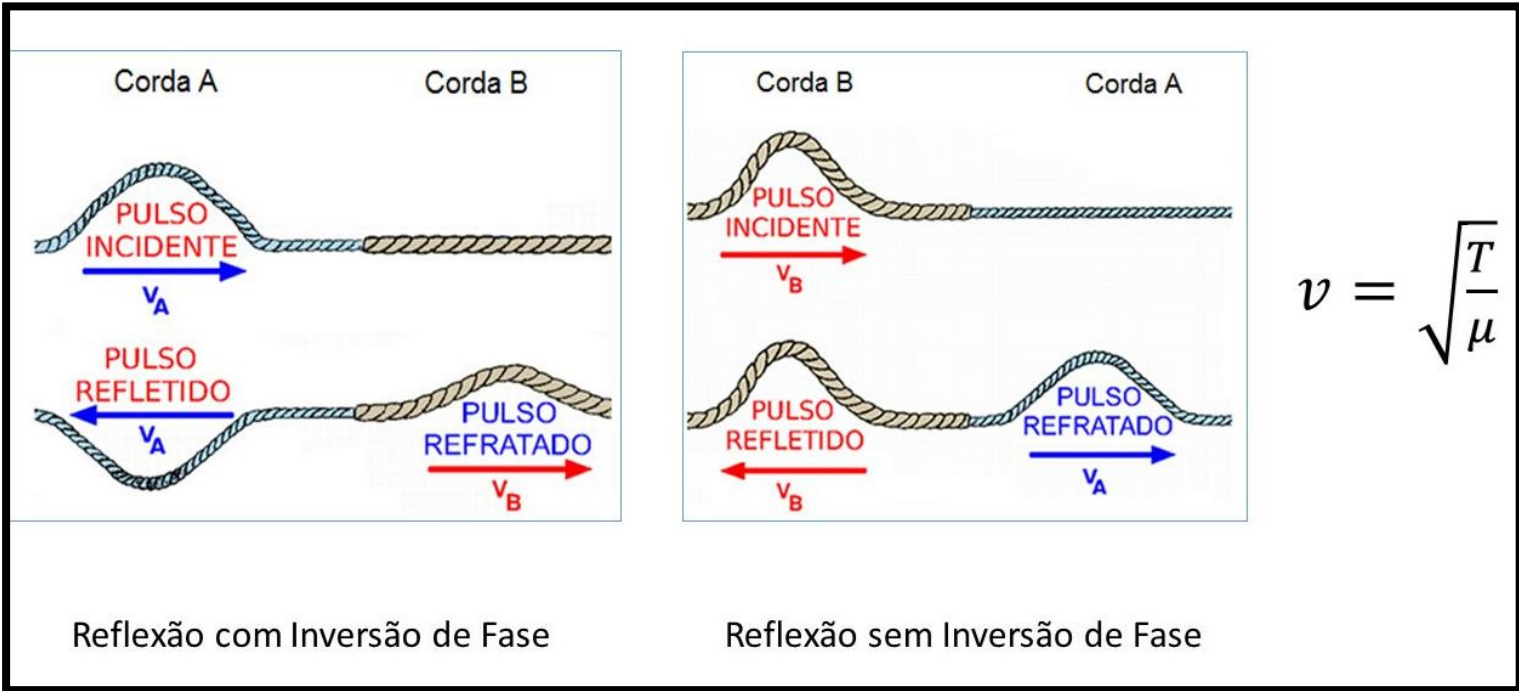


Quando a corda tem a extremidade móvel ocorre reflexão sem inversão de fase.




REFRAÇÃO

Ocorre com som e luz



Ondas em Cordas

A velocidade de uma onda em uma corda é dada pela fórmula de Taylor.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu_L}}$$


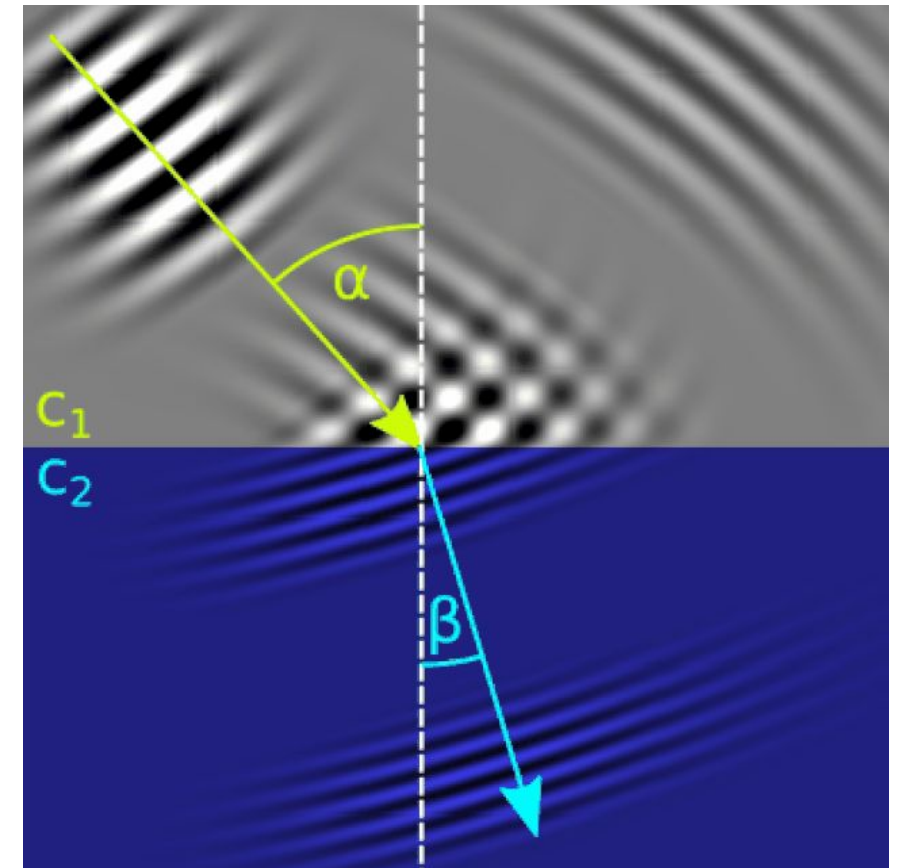
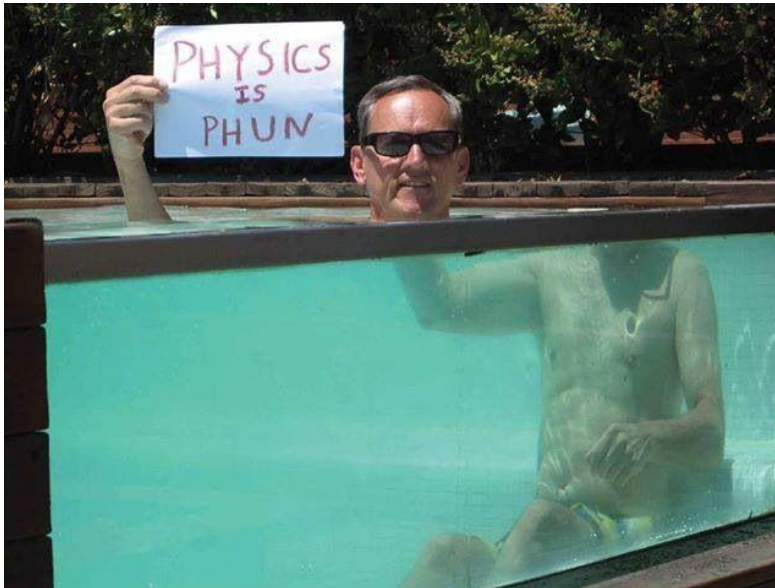
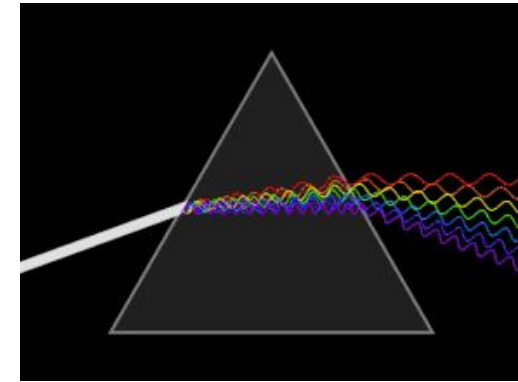
- F = força de tração na corda, em **N**;
- μ_L = densidade linear da corda, em **kg/m**;

$$\mu_L = \frac{m}{L}$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$



Refração: é definida como mudança de velocidade e pode ocasionar a mudança de direção da luz quando ela passa de um meio para outro.



n_1 : Índice de refração do meio 01, ou seja, o meio no qual a luz está incidindo

n_2 : Índice de refração do meio 02, ou seja, o meio no qual a luz está refratando

$$n_1 \cdot \text{sen}(i) = n_2 \cdot \text{sen}(r)$$

$\text{sen}(i)$: Seno do ângulo incidente. Medido entre a reta normal e o raio incidente

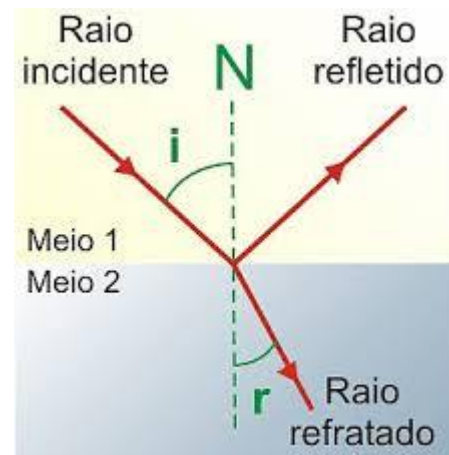
$\text{sen}(r)$: Seno do ângulo refratado. Medido entre a reta normal e o raio refratado

n : Índice de refração do meio estudado. Por ser uma razão numérica entre o módulo de duas velocidades, é uma grandeza que não possui unidade, chamada assim de grandeza adimensional

c : Velocidade da luz no vácuo. No sistema internacional (SI) sua unidade de medidas é metros por segundo (m/s).
NOTE E ADOTE: $c=3 \cdot [10]^8$ m/s

$$n = \frac{c}{v}$$

v : Velocidade de propagação da onda. No sistema internacional (SI) sua unidade de medidas é m/s (metros por segundo)



$\text{sen}(i)$: Seno do ângulo incidente. Medido entre a reta normal e o raio incidente

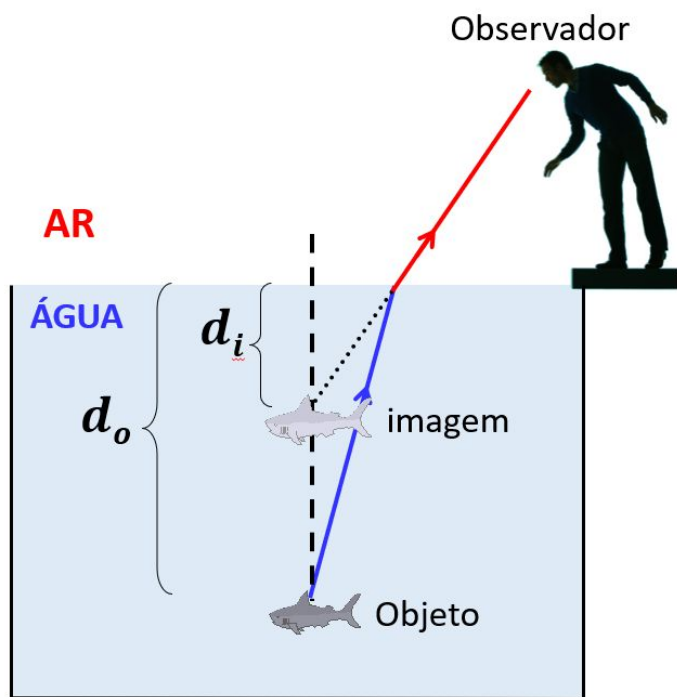
v_1 : Velocidade do raio incidente. No sistema internacional (SI) sua unidade de medidas é metros por segundo (m/s)

$$\frac{\text{sen}(i)}{\text{sen}(r)} = \frac{v_1}{v_2}$$

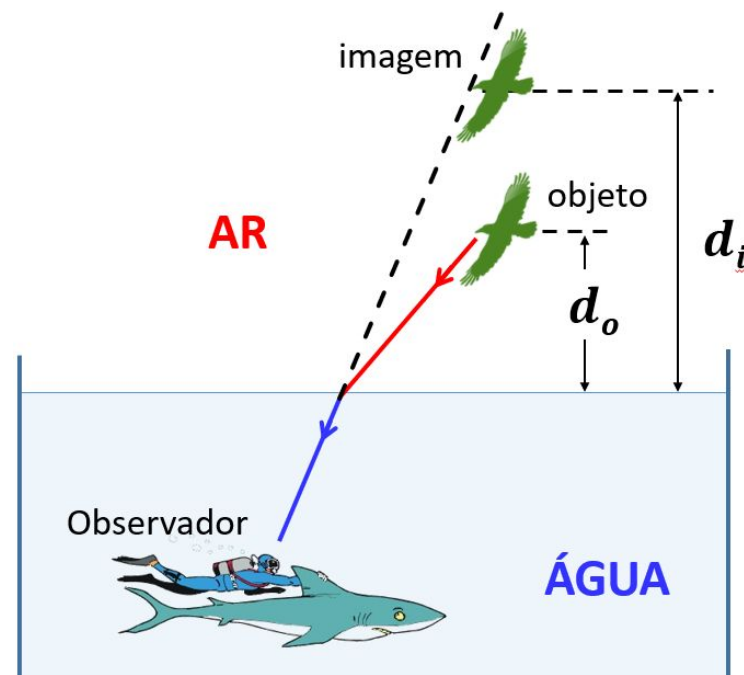
$\text{sen}(r)$: Seno do ângulo refratado. Medido entre a reta normal e o raio refratado

v_2 : Velocidade do raio refratado. No sistema internacional (SI) sua unidade de medidas é metros por segundo (m/s)

REFRAÇÃO DIÓPTRO PLANO



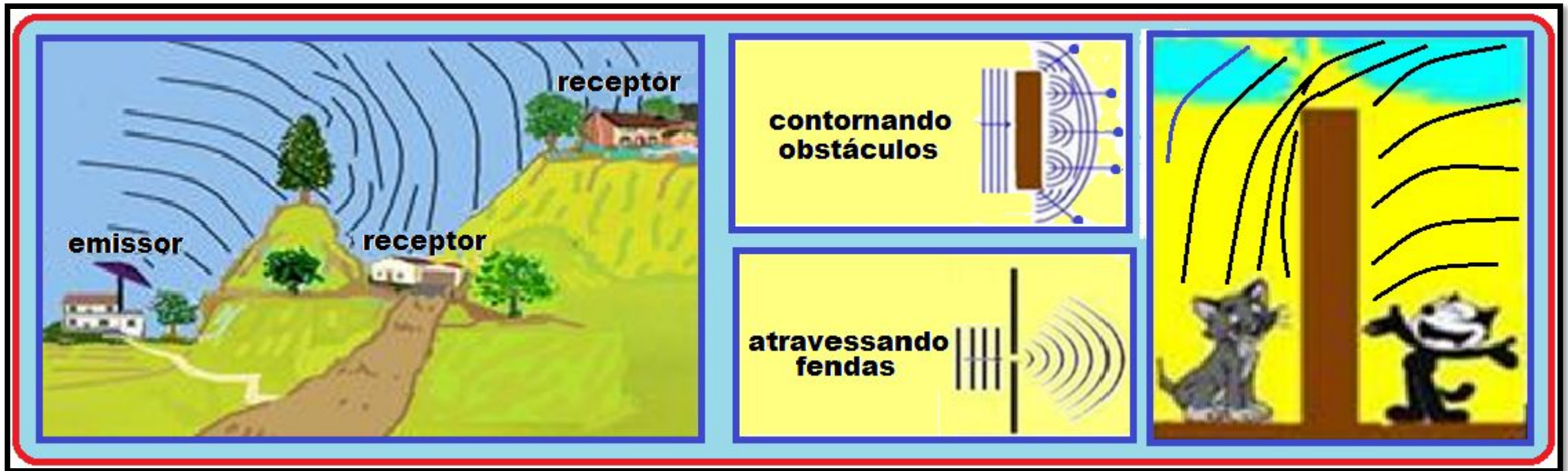
$$d_i \cdot n_i = d_o \cdot n_o$$



DIFRAÇÃO

O fenômeno da **difração** somente é nítido quando as **dimensões da abertura** ou do obstáculo forem da **ordem de grandeza do comprimento de onda** da onda incidente.

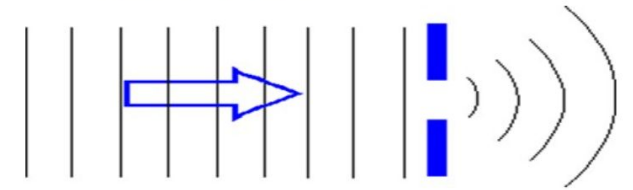
Difração: ocorre com Som e luz



As cores em um CD ocorrem por interferência devido a difração



Quanto maior o comprimento de onda mais fácil a difração



O som difrata mais que a luz. ($\lambda_{\text{som}} > \lambda_{\text{luz}}$)

O grave difrata mais que o agudo. ($\lambda_{\text{grave}} > \lambda_{\text{agudo}}$)

A onda AM difrata mais que a FM. ($\lambda_{\text{AM}} > \lambda_{\text{FM}}$)

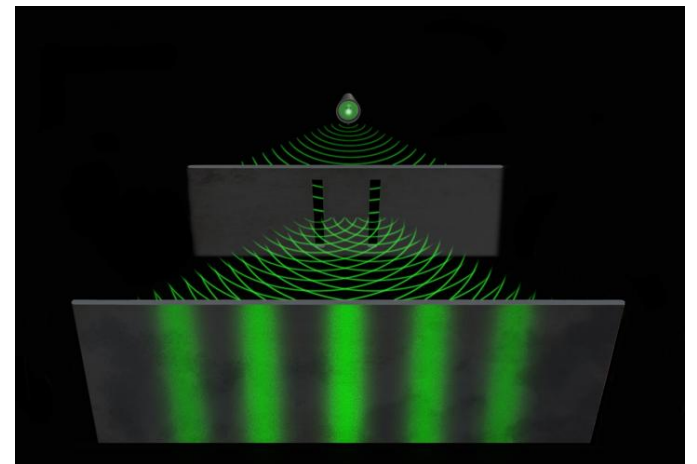
O vermelho difrata mais que o violeta. ($\lambda_{\text{ver}} > \lambda_{\text{vio}}$)

INTERFERÊNCIA

Interferência

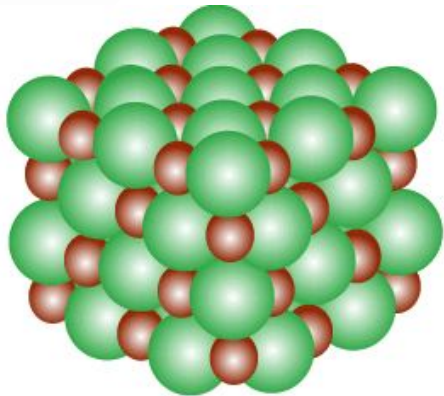
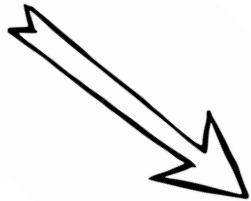
Interferência é a sobreposição de ondas, podendo ser construtiva ou destrutiva:

Ocorre com som e luz

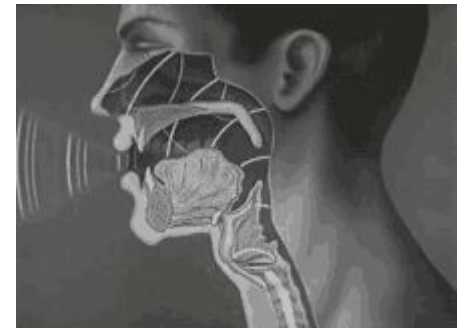
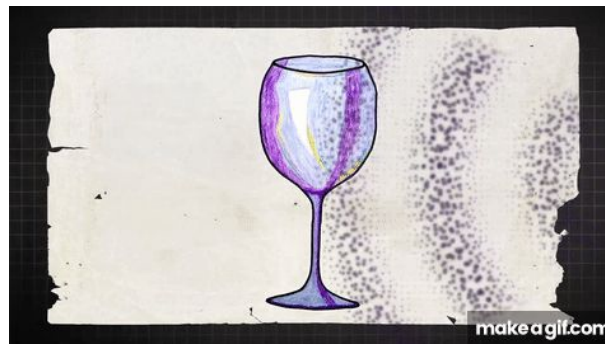


RESSONÂNCIA

Ressonância é um fenômeno físico que ocorre quando uma força é aplicada sobre um sistema com frequência igual ou muito próxima da frequência fundamental desse sistema. A ressonância ocasiona um aumento na amplitude de oscilação maior do que aquele ocasionado por outras frequências.



Solid state

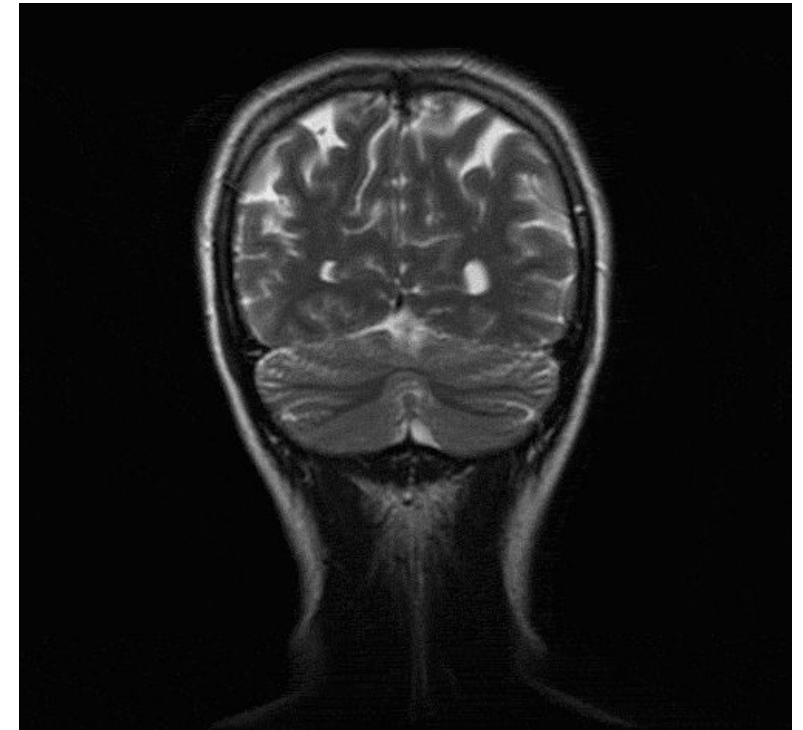
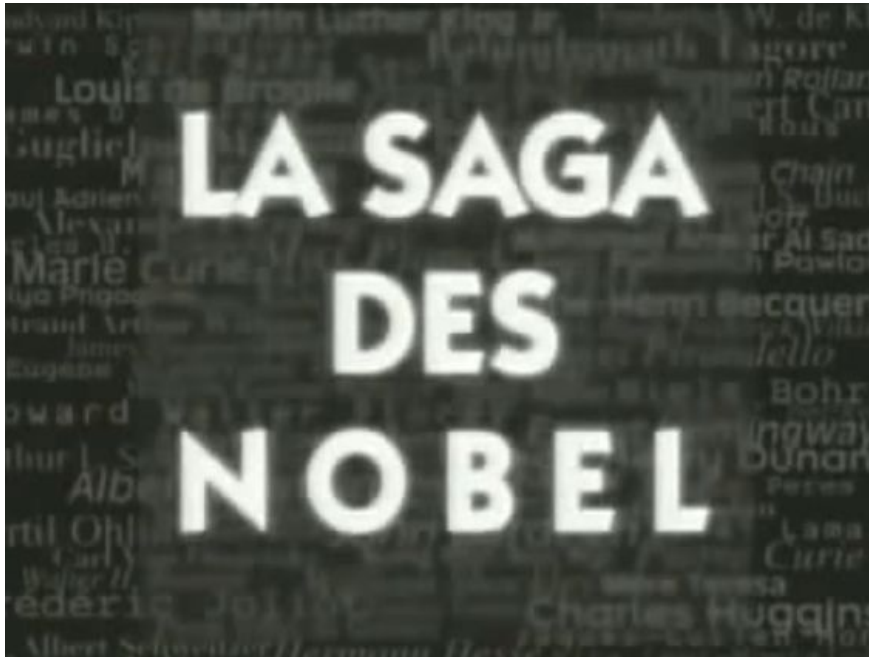




Ressonância em uma Ponte

As vibrações de ressonância percorrem uma ponte na forma de ondas. Um exemplo muito famoso de ondas de ressonância que destruíram uma ponte foi o caso da ponte Tacoma Narrows, que caiu em 1940, ao enfrentar um vento de 64 km/h.

A ressonância magnética é a propriedade física exibida por núcleos de determinados elementos que, quando submetidos a um campo magnético forte e excitados por ondas de rádio em determinada frequência (Frequência de Larmor), emitem rádio sinal, o qual pode ser captado por uma antena e transformado em imagem.



<https://www.youtube.com/watch?v=3I45ZPBohO8>



Imaged by Heritage Auctions, HA.com



Born in 1924, Allen Cormack was a South African particle physicist. He studied at the University of Cape Town and later at Cambridge University. He was a professor at Tufts University at the time of his work that led to his Nobel Prize. His papers on the subject generated little interest until Hounsfield's invention of the scanner technology. He was an honorary member of the AAPM and passed away in 1998.

Born in 1919, Godfrey Hounsfield was a British radar mechanic, instructor, and engineer. He studied at the Faraday House Electrical Engineering College. He was working at the EMI Central Research Laboratory at the time of his work that led to his Nobel Prize. He was knighted by the Queen of England in 1981 and passed away in 2004.



FINANCIADOS PELA EMI

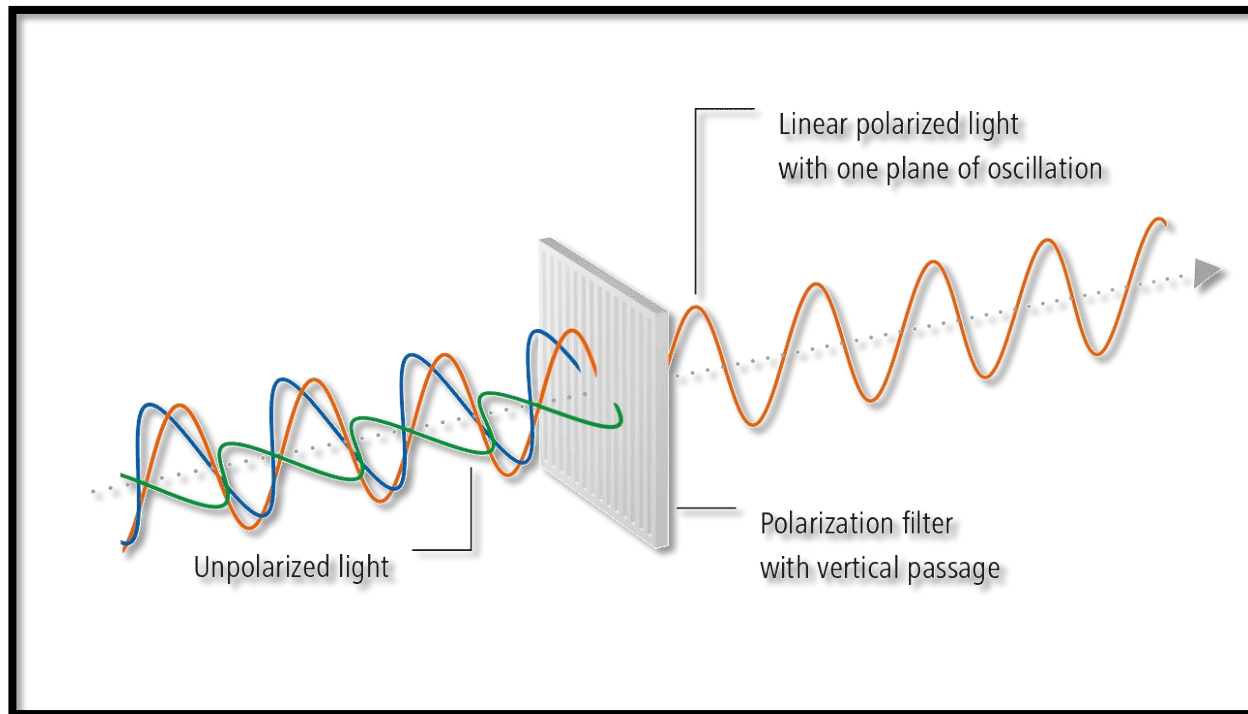
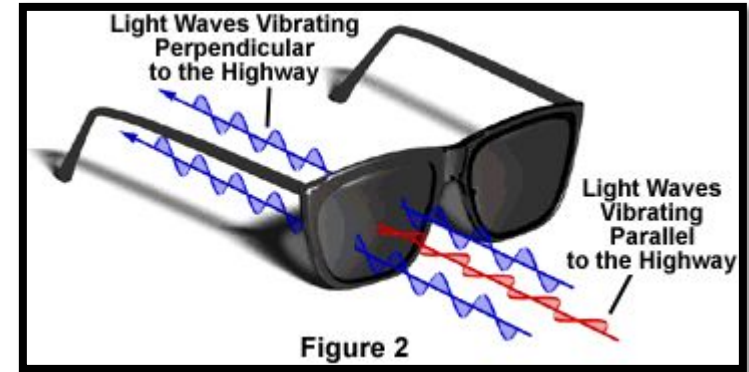


NOBEL DE MEDICINA EM 1979

POLARIZAÇÃO

Polarização

Somente ondas transversais

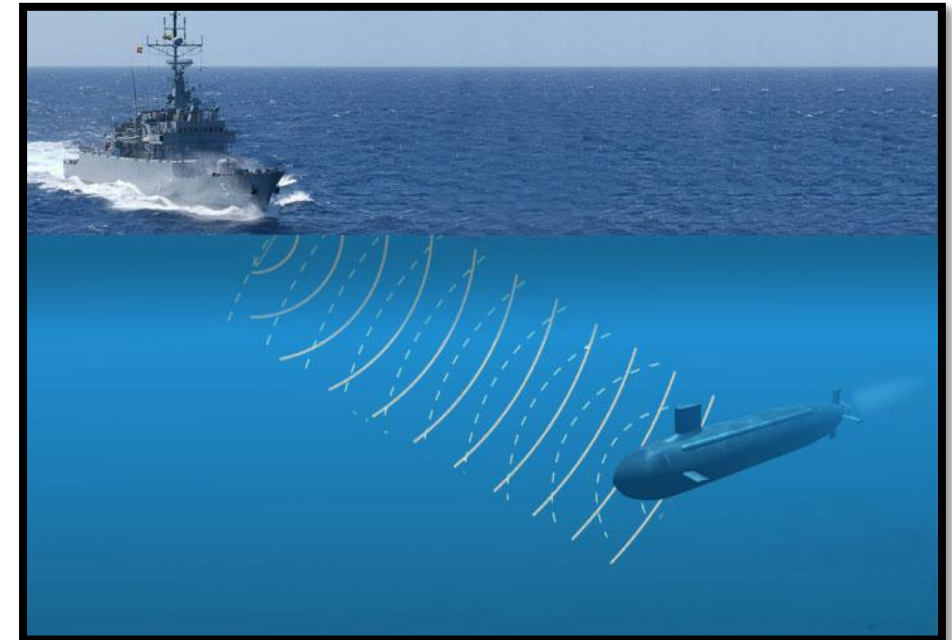


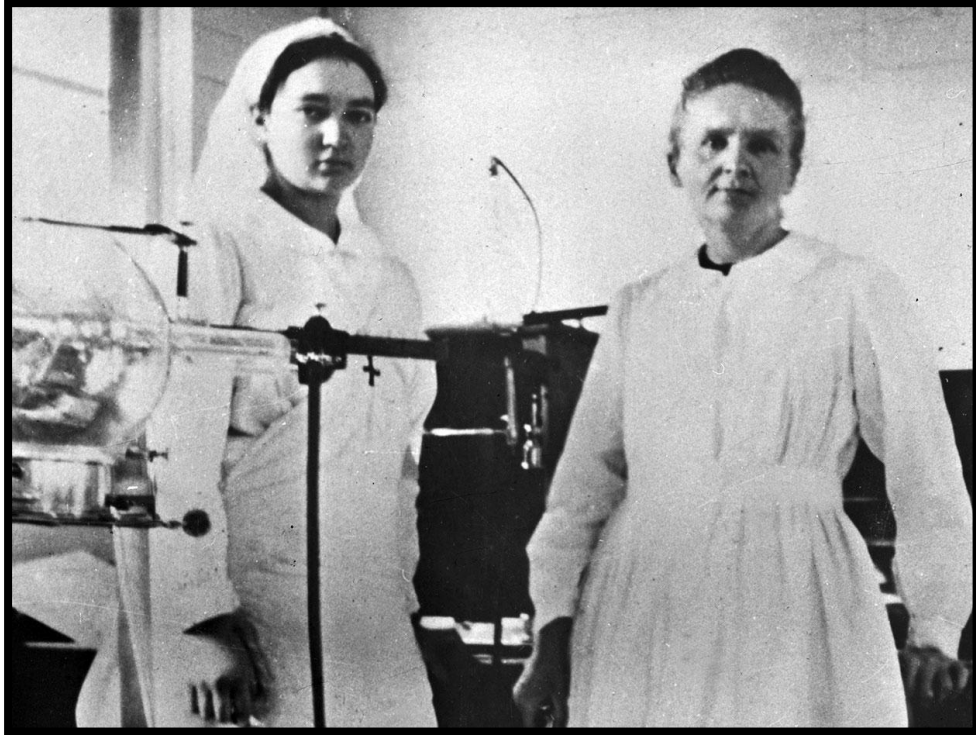
UM POUCO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA

A Primeira Guerra Mundial, devido a necessidade de detectar submarinos, fez aumentar as pesquisas sobre o uso do som. Em 1915, o físico francês, Dr. Paul Langevin, trabalhando com um engenheiro eletricitista russo, Constantin Chilowski, trabalhou no desenvolvimento de dispositivos de som ativos para a detecção de submarinos usando quartzo.



Dr. Paul Langevin
(1872 – 1946)





Wilhelm Conrad Röntgen (1845 – 1923)

Foi laureado com o primeiro **Nobel** de Física, em 1901.

Os raios X na I Guerra Mundial

Home > História > Os raios X na I Guerra Mundial

<http://www.invivo.fiocruz.br/historia/os-raios-x-na-i-guerra-mundial/>



MARIE CURIE NA GUERRA - Filme 2014

<https://www.youtube.com/watch?v=Q22KBwlqW-8>

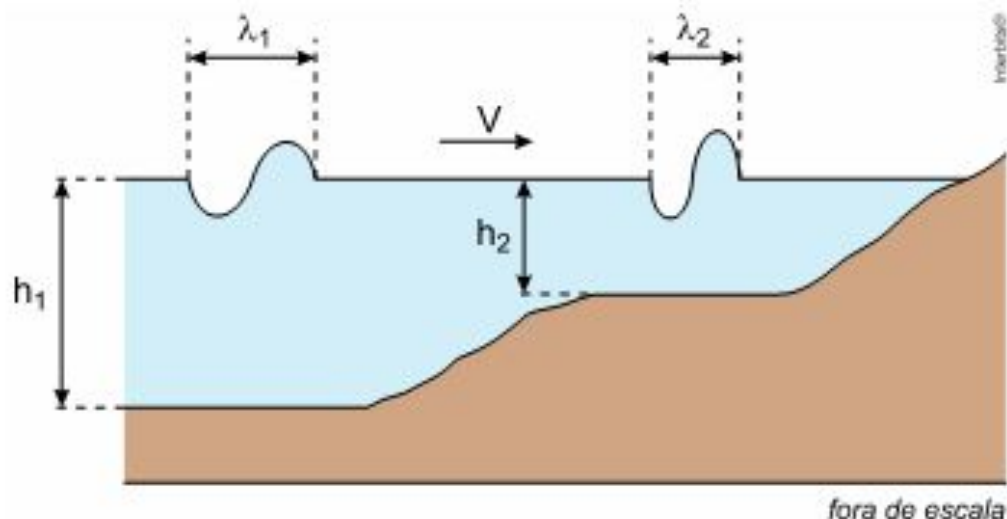
(PucRJ 2023) Considere as seguintes afirmações sobre a propagação da luz.

- I. No espectro visível, luz de cor azul tem maior frequência do que luz de cor vermelha.
- II. Quanto maior a intensidade de um feixe de luz, maior o seu comprimento de onda característico.
- III. Quanto menor o comprimento de onda de um feixe de luz, maior a sua frequência.

É correto o que se afirma em

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

(Unesp 2022) Quando uma onda se propaga por águas rasas, isto é, onde a profundidade é menor do que metade do comprimento da onda, sua velocidade de propagação pode ser calculada com a expressão $v = \sqrt{g \times h}$, em que g é a aceleração da gravidade local e h a profundidade das águas na região. Dessa forma, se uma onda passar de uma região com certa profundidade para outra com profundidade diferente, ela sofrerá variação em sua velocidade de propagação, o que caracteriza o fenômeno de refração dessa onda. A figura mostra uma mesma onda propagando-se por uma região de profundidade $h_1 = 3,6$ m com comprimento de onda $\lambda_1 = 12$ m e, em seguida, propagando-se por uma região de profundidade $h_2 = 0,9$ m com comprimento de onda λ_2 .



Na situação apresentada, o comprimento de onda λ_2 é

- a) 6 m.
- b) 2 m.
- c) 8 m.
- d) 1 m.
- e) 4 m.