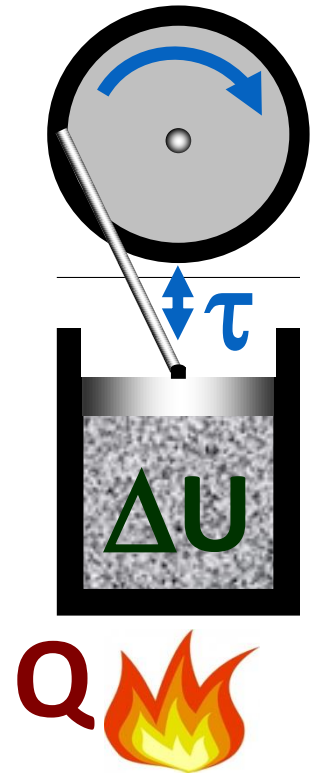


# **Revisão ENEM**

# Termodinâmica

## 1. Primeira lei

Conservação de energia



$$\Delta U = Q - \tau$$

## 2. Sinais

Sistema aquece:  $\Delta U > 0$

Sistema esfria:  $\Delta U < 0$

Sistema a temperatura constante:  $\Delta U = 0$  (isotérmica)

Sistema recebe calor:  $Q > 0$

Sistema cede calor:  $Q < 0$

Sistema não troca calor:  $Q = 0$  (adiabática)

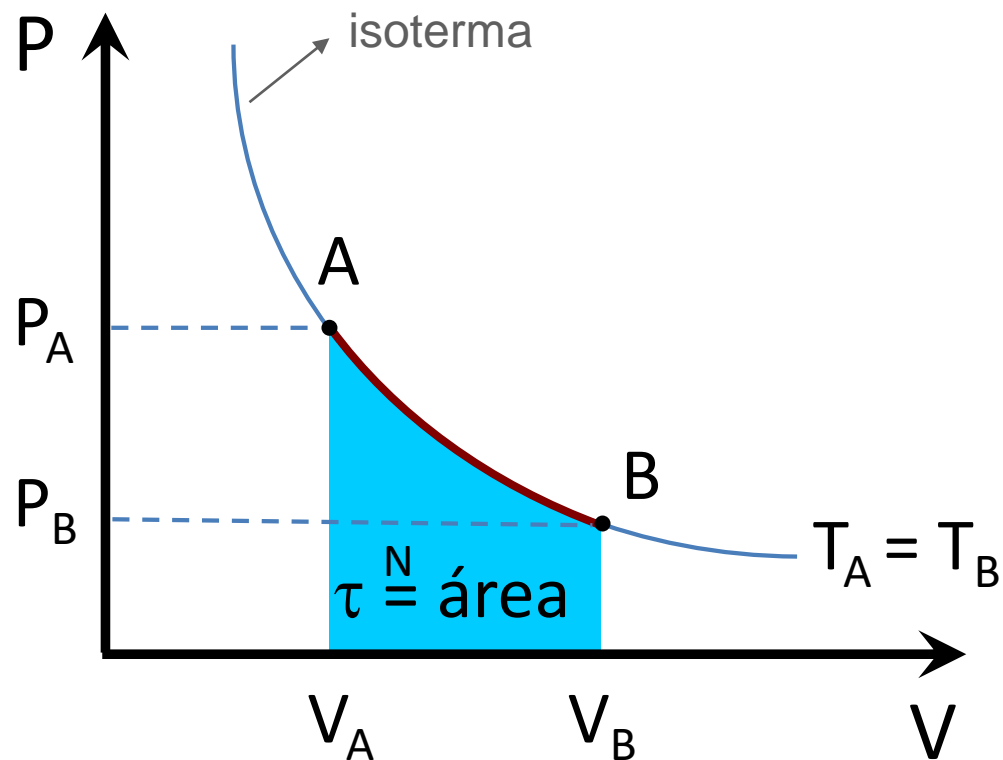
Sistema realiza trabalho (expansão):  $\tau > 0$

Realiza-se trabalho sobre o sistema (compressão):  $\tau < 0$

Sistema não troca trabalho:  $\tau = 0$  (isocórica)

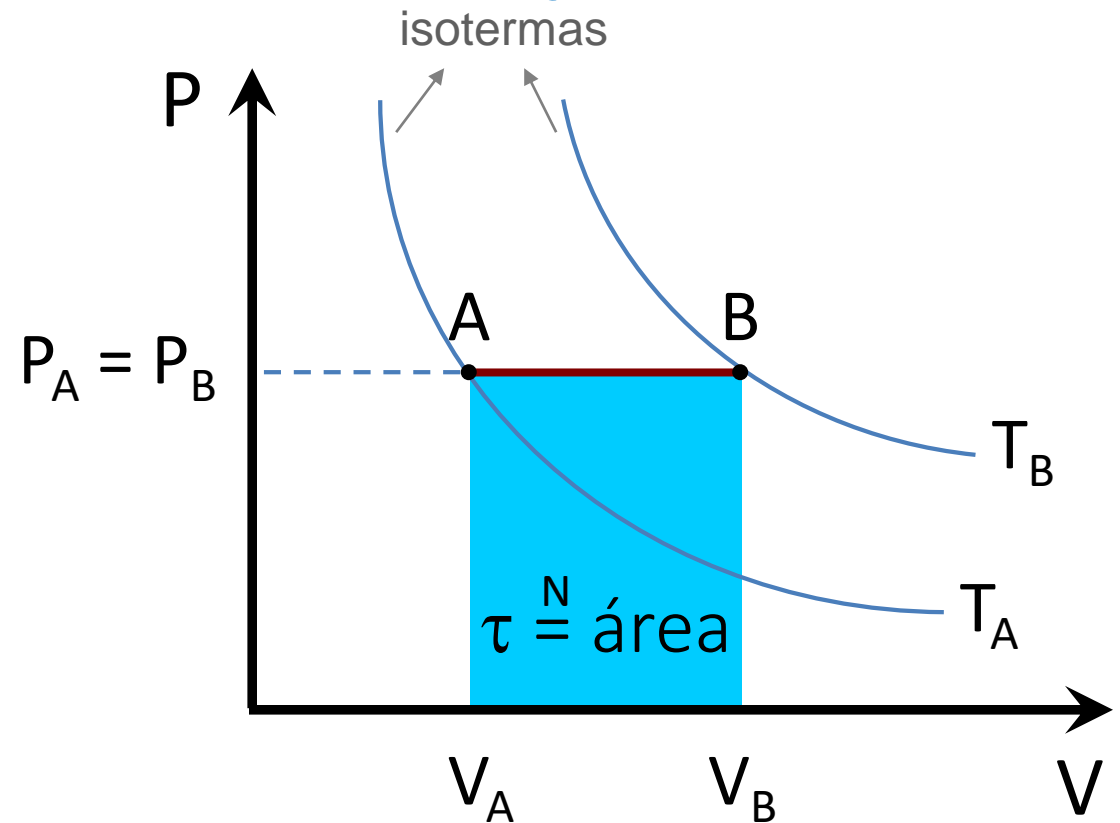
# Termodinâmica

## 1. Transformação Isotérmica



$$Q = \tau$$

## 2. Transformação Isobárica

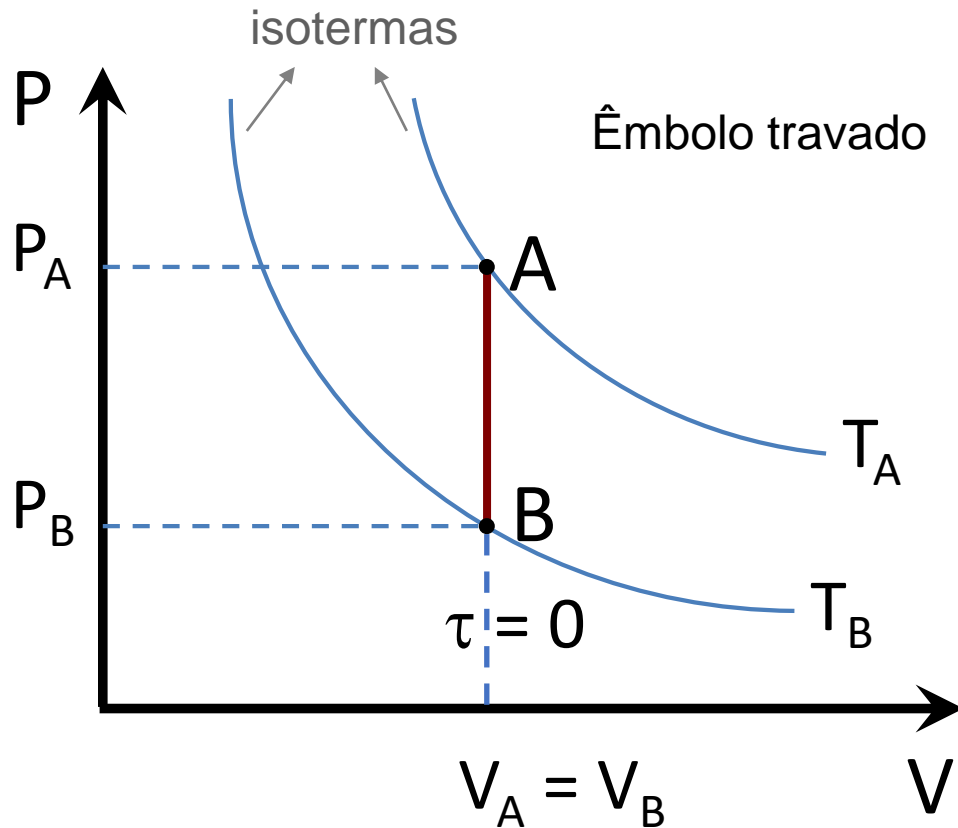


$$\Delta U = Q - \tau$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau = P \cdot \Delta V \\ \text{ou área} \end{array} \right.$$

# Termodinâmica

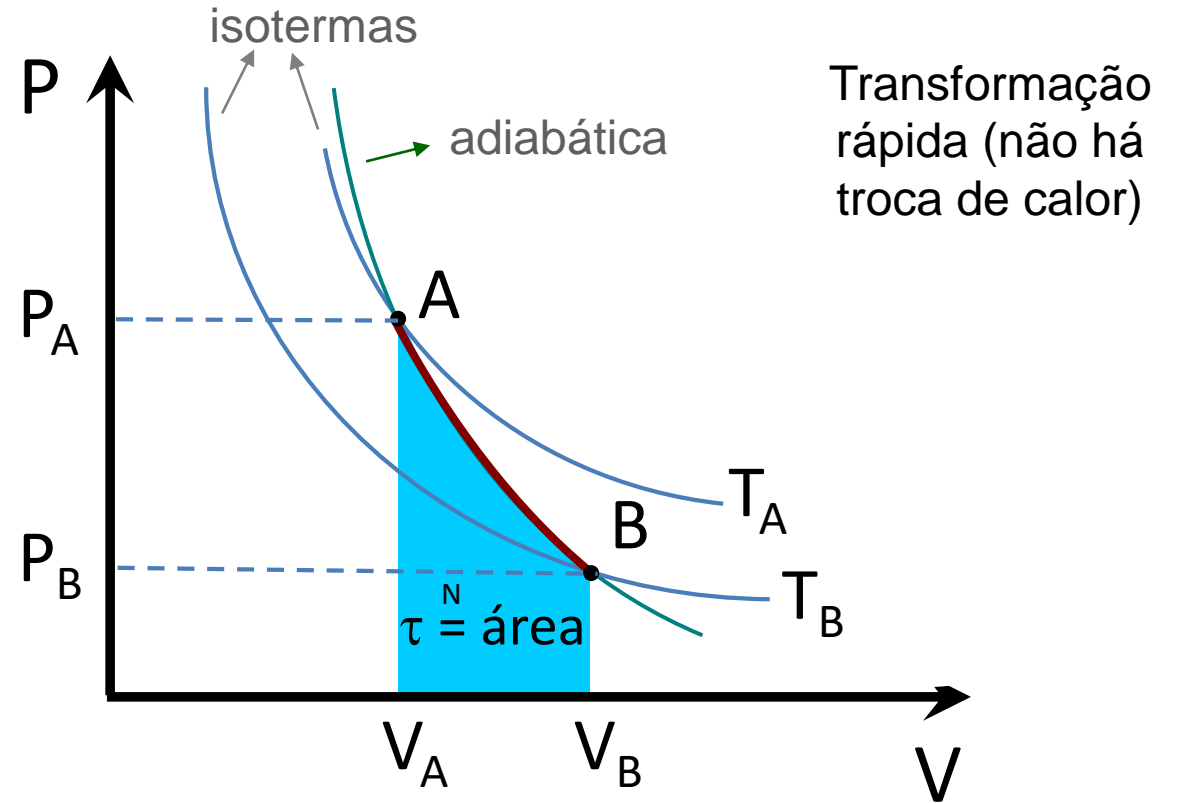
## 3. Transformação Isocórica



$$\Delta U = Q$$

Prof. Vogt

## 4. Transformação adiabática



$$\Delta U = -\tau$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau > 0 \Rightarrow \Delta U < 0 \\ \text{(expande)} \quad \text{(esfria)} \\ \tau < 0 \Rightarrow \Delta U > 0 \\ \text{(comprime)} \quad \text{(aquece)} \end{array} \right.$$

# Propagação do calor

## 1. Calor

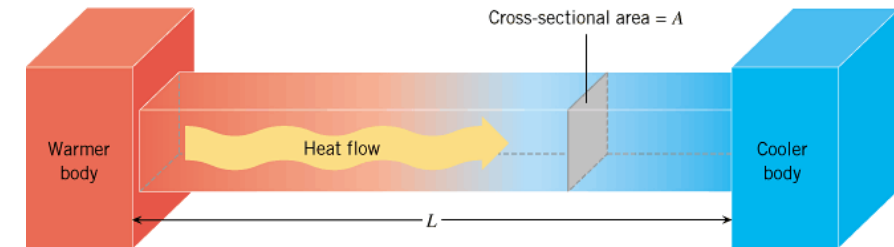
Energia térmica em trânsito devido a diferença de temperatura

## 2. Condução do calor

Propagação do calor que ocorre por agitação molecular

- ✓ Predomina nos sólidos
- ✓ Menor intensidade nos líquidos
- ✓ Muito menos intenso nos gases
- ✓ Não ocorre através do vácuo

## 3. Lei da condução do calor



$$\Phi = \frac{K \cdot A \cdot (T_Q - T_F)}{d}$$

O diagrama mostra a equação da lei da condução do calor com setas apontando para os termos:

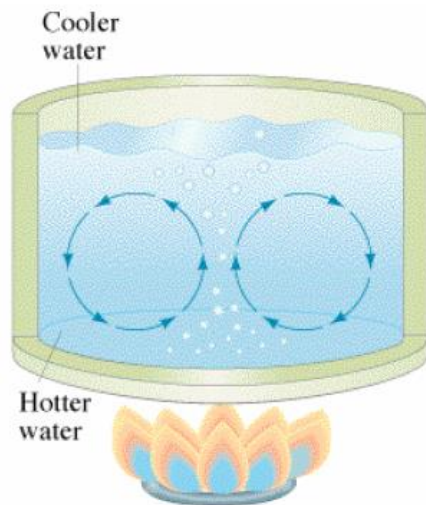
- $\Phi$ : fluxo de calor ou corrente térmica (cal/s)
- $K$ : condutividade térmica (cal/s.cm.°C)
- $A$ : área da seção transversal (cm<sup>2</sup>)
- $d$ : espessura (cm)
- $T_Q$ : temperatura quente (°C)
- $T_F$ : temperatura fria (°C)

**K**: relacionado à “rapidez”  
**c**: relacionado à “energia”

# Propagação do calor

## 4. Convecção

Propagação do calor pela troca de posição das parcelas do fluido (líquido ou gás).



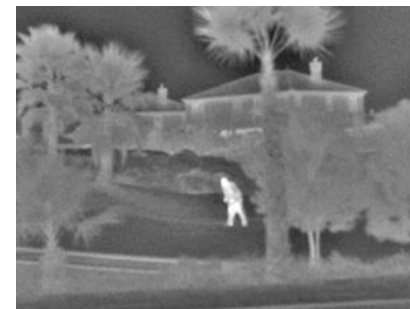
Aquecer líquido ou gás: colocar o aquecedor **embaixo**. Ex: lareira

Resfriar líquido ou gás: colocar o refrigerador **em cima**. Ex: ar condicionado

## 5. Irradiação

Propagação do calor através de ondas eletromagnéticas: **infravermelho (ondas de calor)**

Não necessita de meio material para se propagar.



Superfície Preta – absorve muito, reflete pouco  
Superfície Branca – absorve pouco, reflete muito

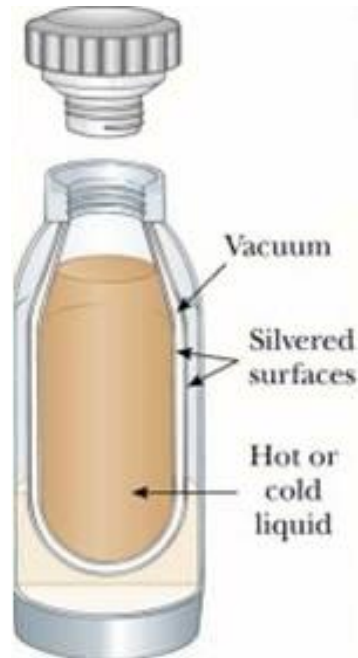
➡ **Todo bom absorvedor é um bom emissor de irradiação**

# Propagação do calor

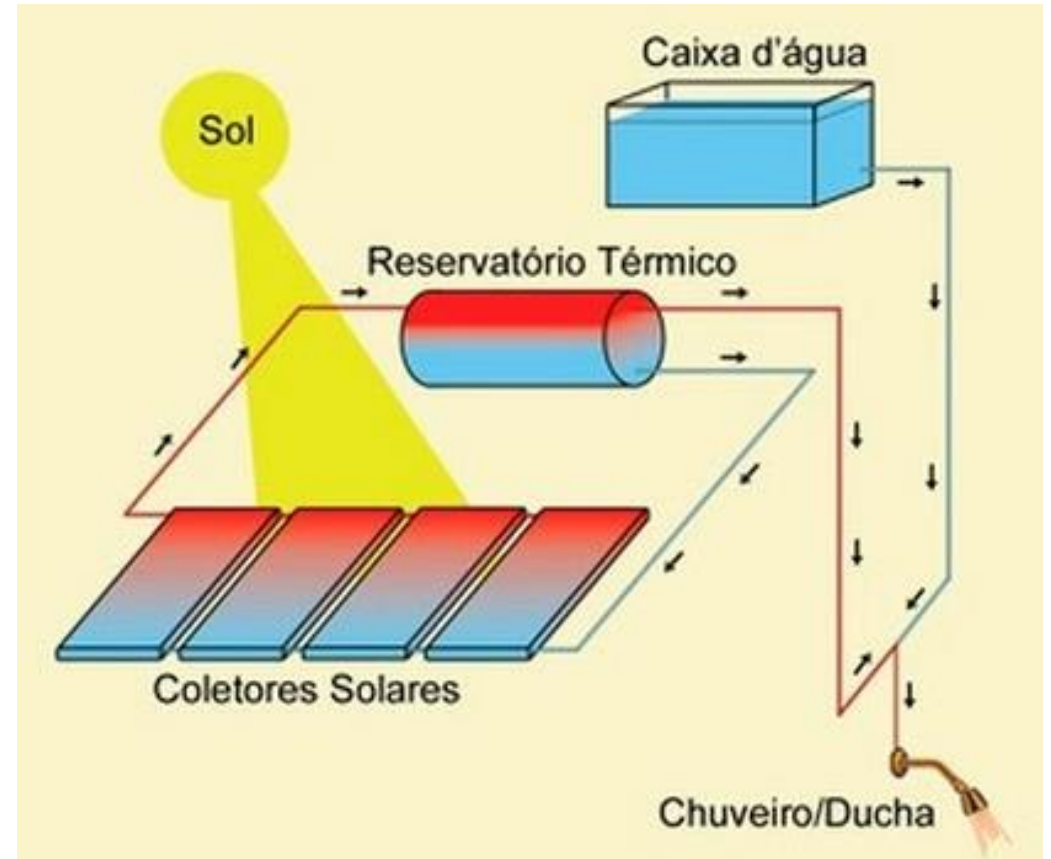
## 6. Exemplo: garrafa térmica

Minimiza a propagação do calor por condução, convecção e irradiação

- ✓ **Dois recipientes de vidro:** mau condutor de calor
- ✓ **Vácuo entre os recipientes:** evita a condução e convecção
- ✓ **As superfícies internas espelhadas:** reflete a radiação
- ✓ **Tampa bem vedada:** evita a propagação de calor por convecção



## 7. Exemplo: coletor solar



# Óptica

Luz branca: **vermelho**, **laranjado**, **amarelo**, **verde**, **azul**, **anil** e **violeta**

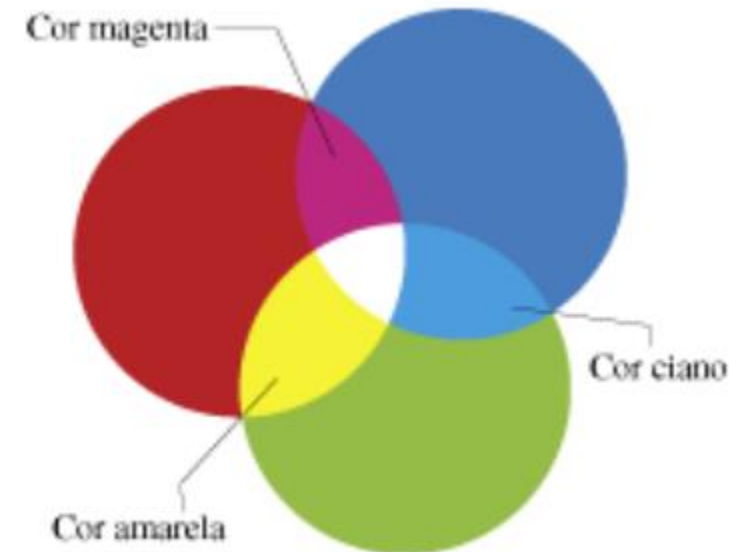
- Cores primárias: **vermelho**, **verde** e **azul** (RGB)

- Cores secundárias: **magenta**, **ciano** e **amarelo**

**magenta** = **vermelho** + **azul**

**ciano** = **azul** + **verde**

**amarelo** = **vermelho** + **verde**

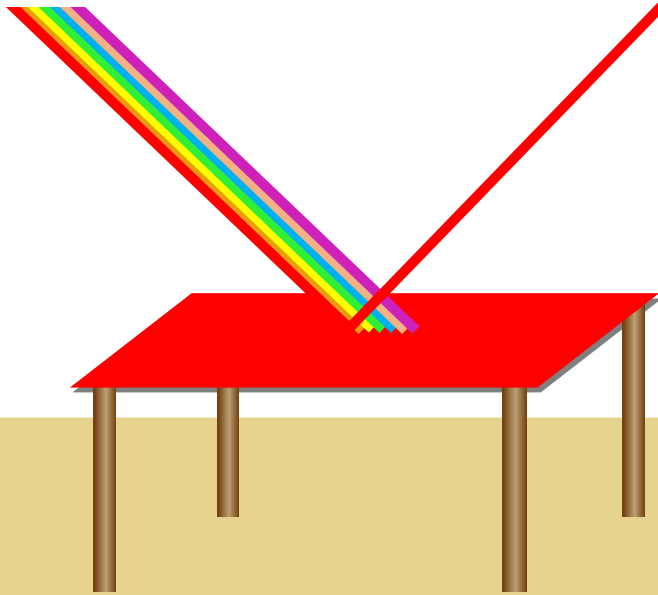




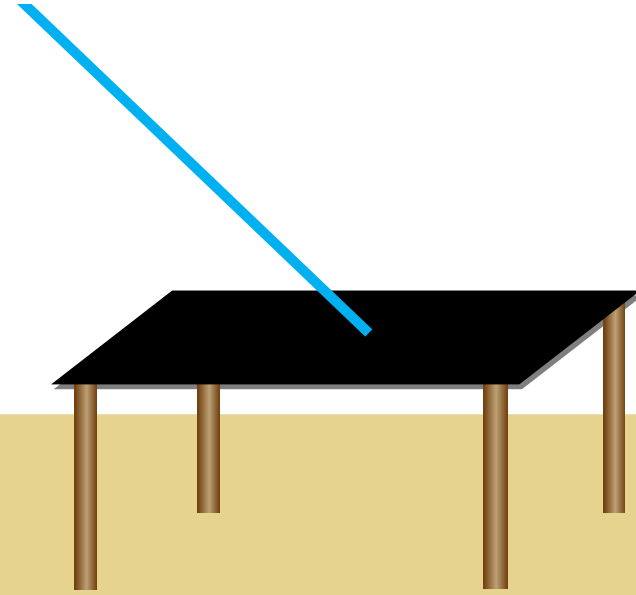
# REFLEXÃO DA LUZ

## 1. Cor de um corpo por reflexão

Luz  
branca



Luz  
azul



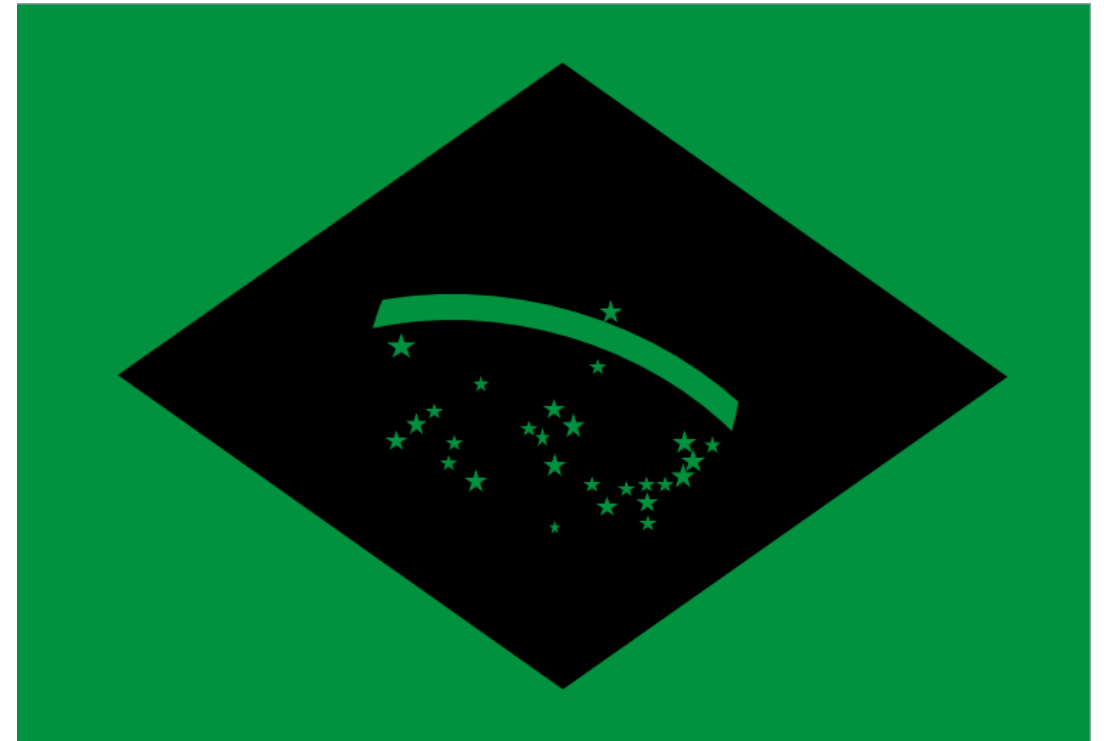
# REFLEXÃO DA LUZ

## 1. Cor de um corpo por reflexão

Bandeira do Brasil sob luz branca



Bandeira do Brasil sob luz verde



# REFLEXÃO DA LUZ

## 1. Reflexão da luz

Bandeira do Brasil sob luz branca



Bandeira do Brasil sob luz amarela

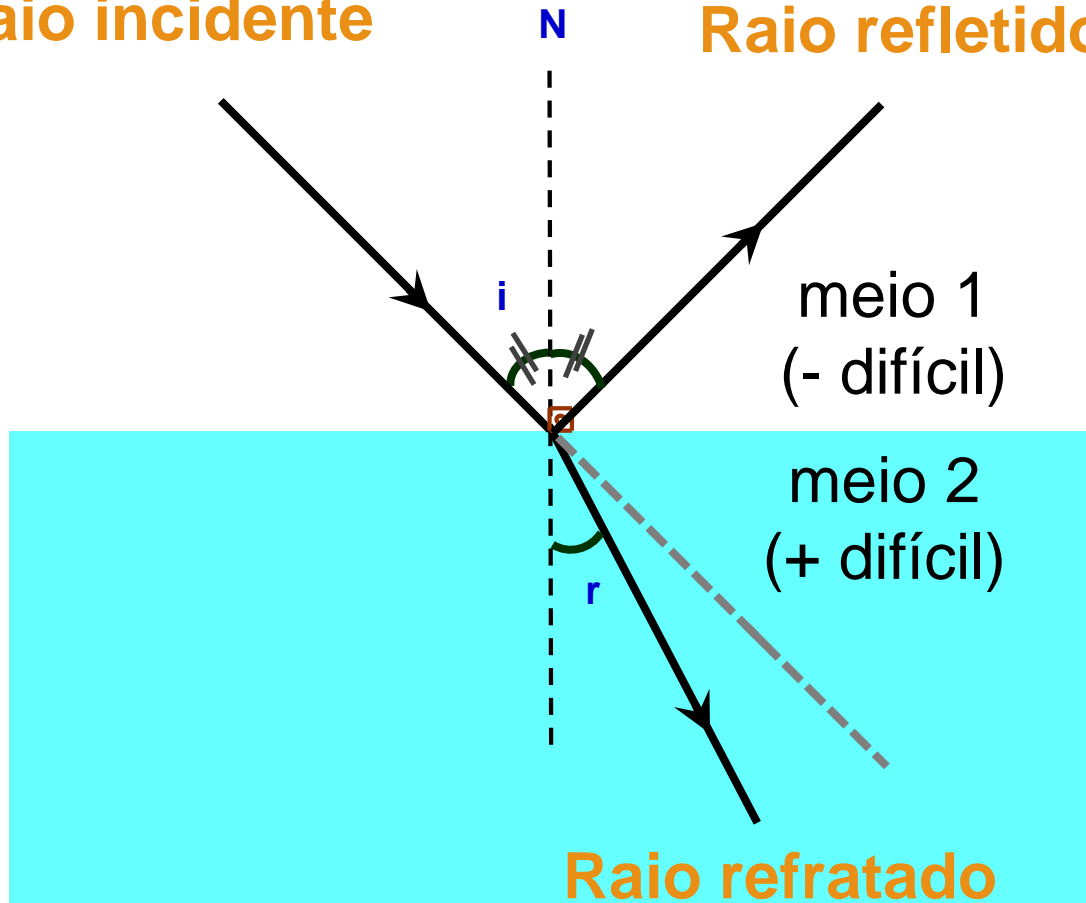


# Refração da luz

## 1. Lei da refração

Raio incidente

Raio refletido



Lei de Snell:

$$n_A \cdot \text{sen } i = n_B \cdot \text{sen } r$$

## 2. Reflexão total

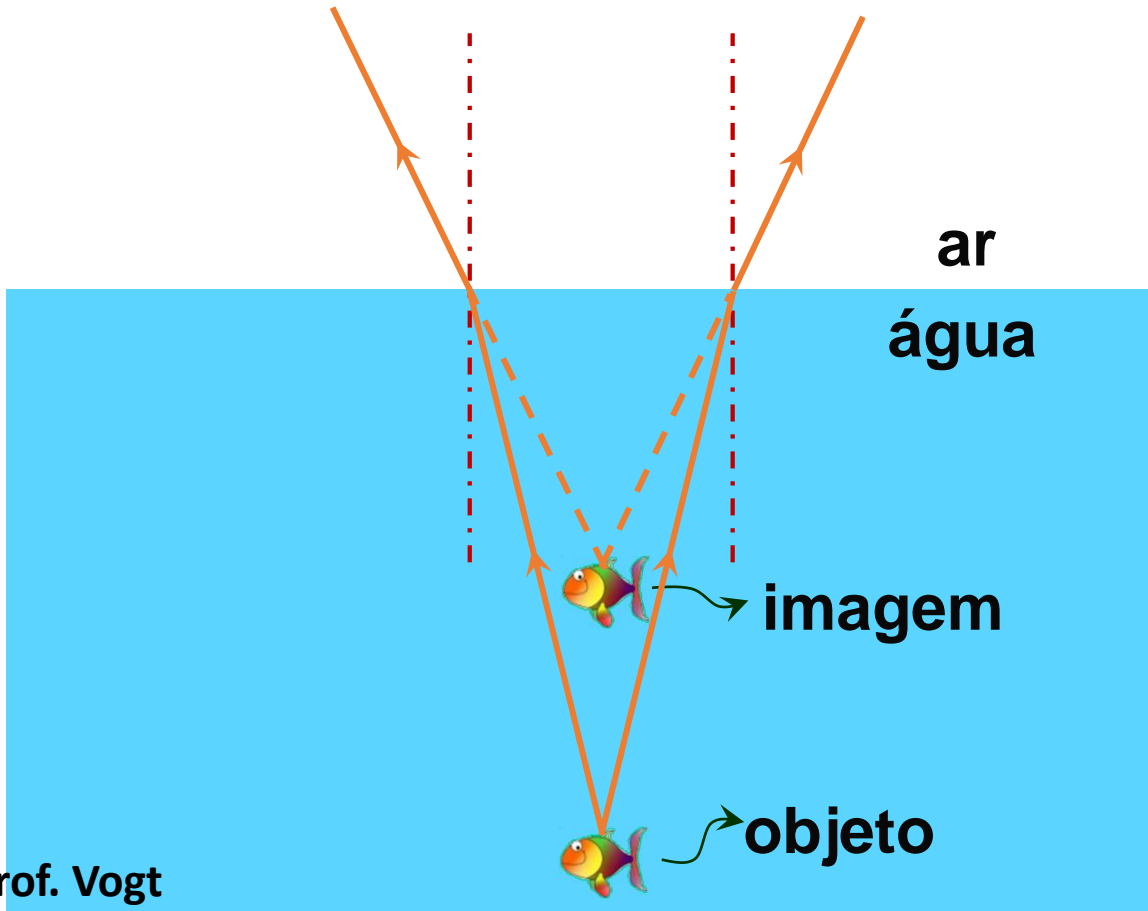
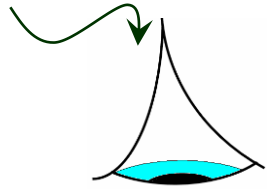
a) Luz vai do mais para o menos refringente

b)  $i > L$

$$\text{sen } L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$$

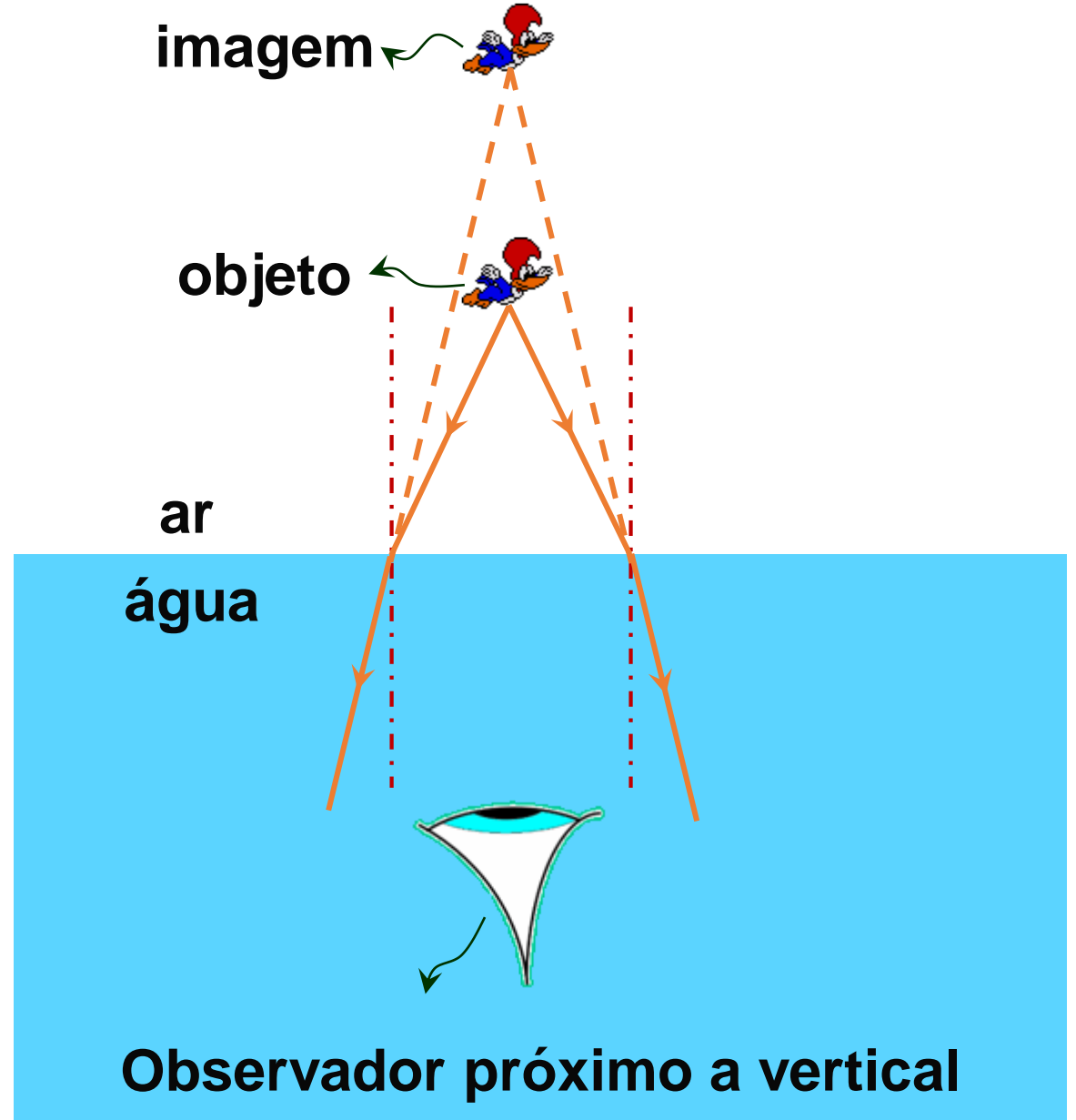
# Dioptra plano

Observador próximo a vertical



imagem

objeto



# Ondulatória

## 1. Onda

Conjunto de pulsos (perturbações que se propagam)

➔ Onda transporta energia sem transporte de matéria

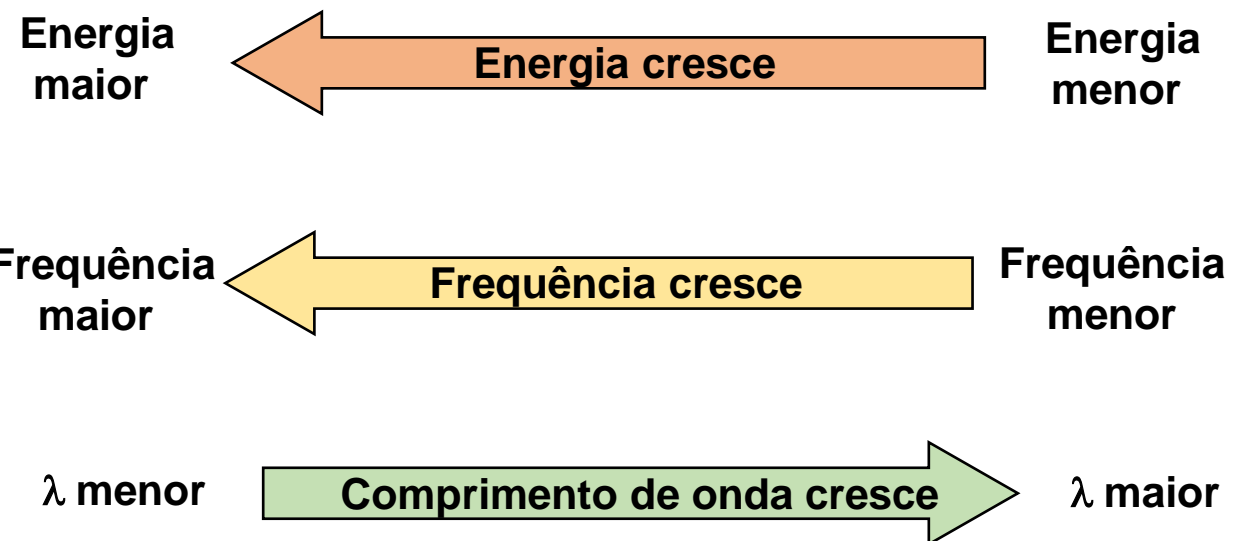
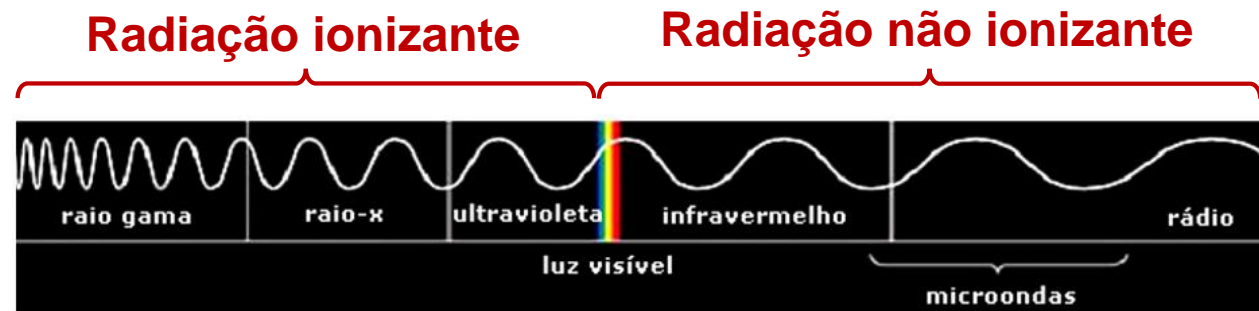
## 2. Classificação das ondas

### ▪ Quanto à natureza

i. **Mecânica:** oscilação das moléculas do meio

Ex. **som, onda na corda, no mar**

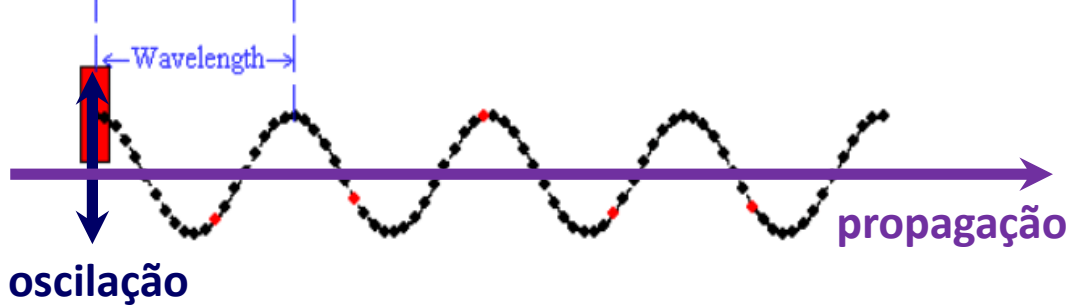
ii. **Eletromagnética:** oscilação de campos elétricos e magnéticos



# Ondulatória

## ■ Quanto à forma de propagação

i. **Transversal:** oscilação é perpendicular à propagação



**Ex: todas ondas eletromagnéticas**

ii. **Longitudinal:** oscilação é paralela à propagação



**Ex: som nos líquidos e gases**

iii. **Mista:** tem a componente longitudinal e a transversal



**Ex: onda no mar**

**3. Período: tempo de uma oscilação**

**4. Frequência: número de oscilações na unidade de tempo**

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

Obs:

$$f = \frac{1}{T}$$

ou

$$T = \frac{1}{f}$$

# Ondulatória

## 5. Relação de Taylor (onda na corda)

velocidade do pulso transversal na corda (m/s)

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

força de tração (N)

Densidade linear da corda (kg/m)

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

massa (kg)

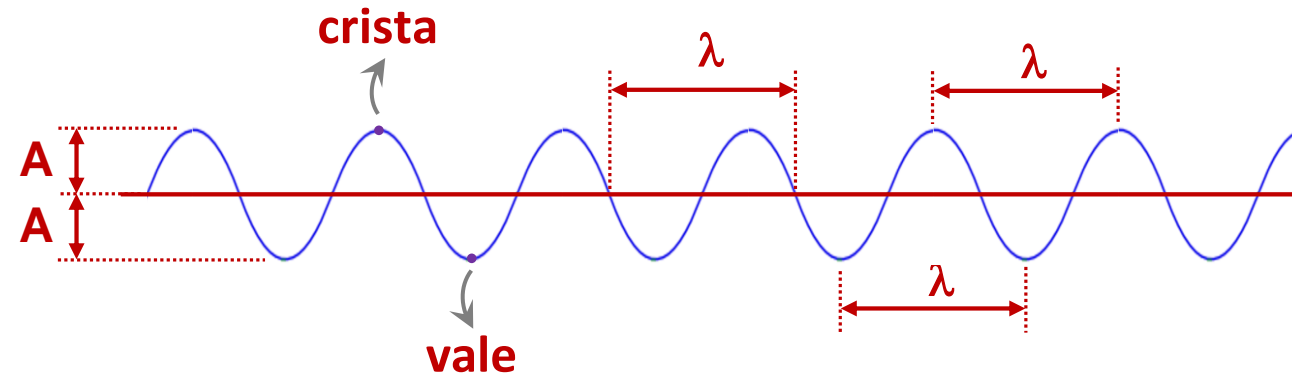
comprimento (m)

## 6. Ondas – Elementos

### a) Transversal

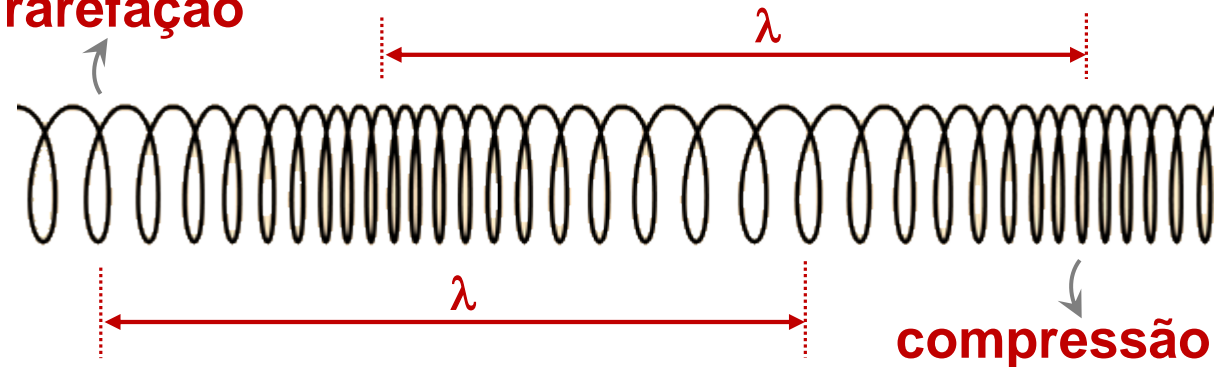
A = amplitude

$\lambda$  = comprimento de onda



### b) Longitudinal

rarefação





# Ondulatória

## 7. Relação fundamental da ondulatória

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

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

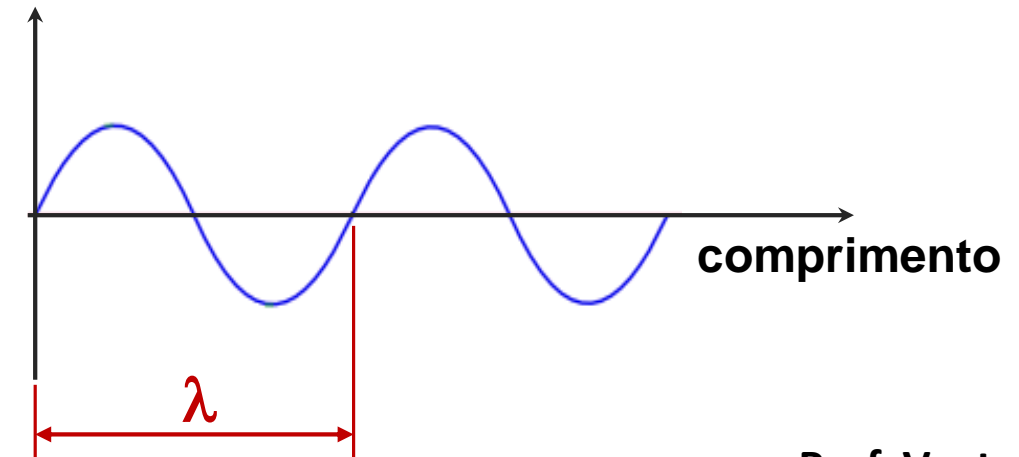
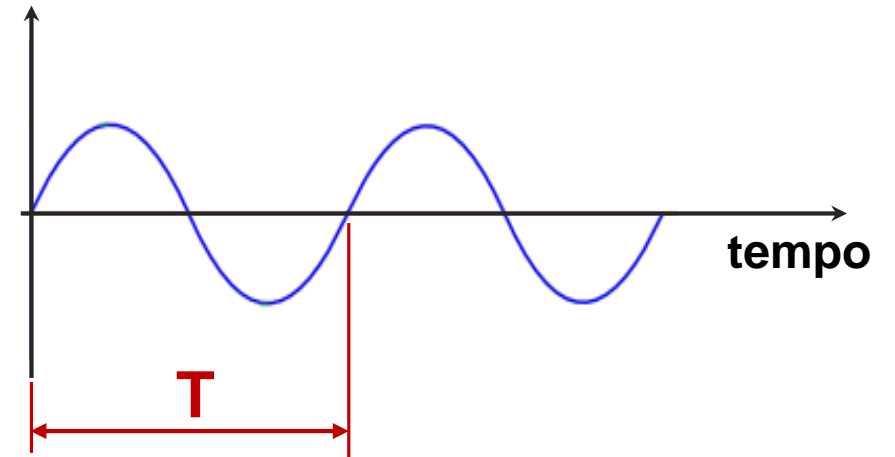
$$v = \lambda \cdot f$$

Obs: Velocidade da onda

1. **Mecânica:** depende das características físicas do meio

2. **Eletromagnética**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{no vácuo: } 3 \cdot 10^8 \text{m/s} \\ \text{demais meios: } < 3 \cdot 10^8 \text{m/s} \end{array} \right.$

## 8. Gráfico figura ou quadriculado da onda



# Ondulatória

## 9. Fenômenos ondulatórios

### i) Reflexão

Onda retorna ao meio de origem, após incidência em superfície refletora:

- Frequência, velocidade de propagação e comprimento de onda não variam
- Fase pode variar ou não

$$i = r$$

### ii) Refração

Onda passa de um meio para outro diferente:

- A velocidade de propagação e o comprimento de onda se alteram
- A frequência e a fase são as mesmas

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

Obs. Quando a onda passa da região **funda** para **rasa** (refração):

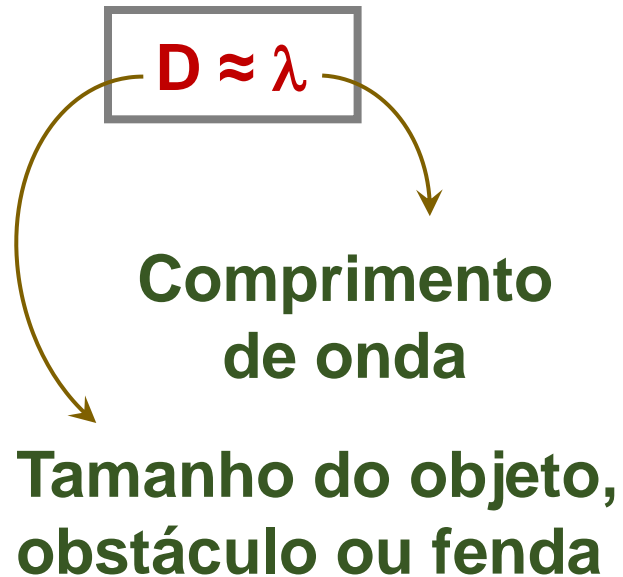
**v** diminui,  **$\lambda$**  diminui, **f** constante

# Ondulatória

## 9. Fenômenos ondulatórios

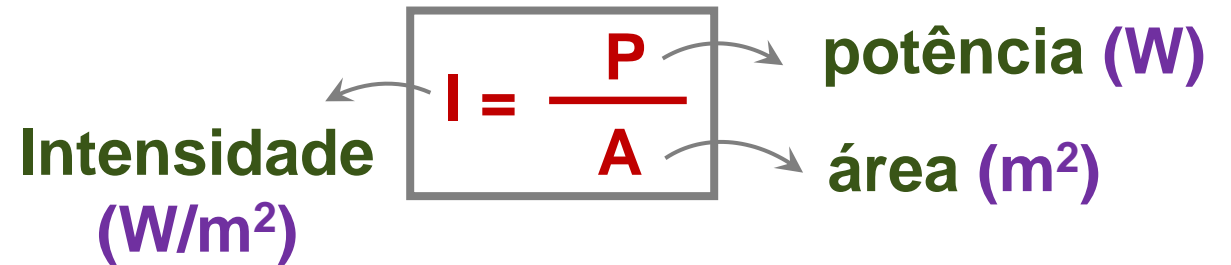
### iii. Difração

Propriedade da onda em contornar objetos, obstáculos ou fenda

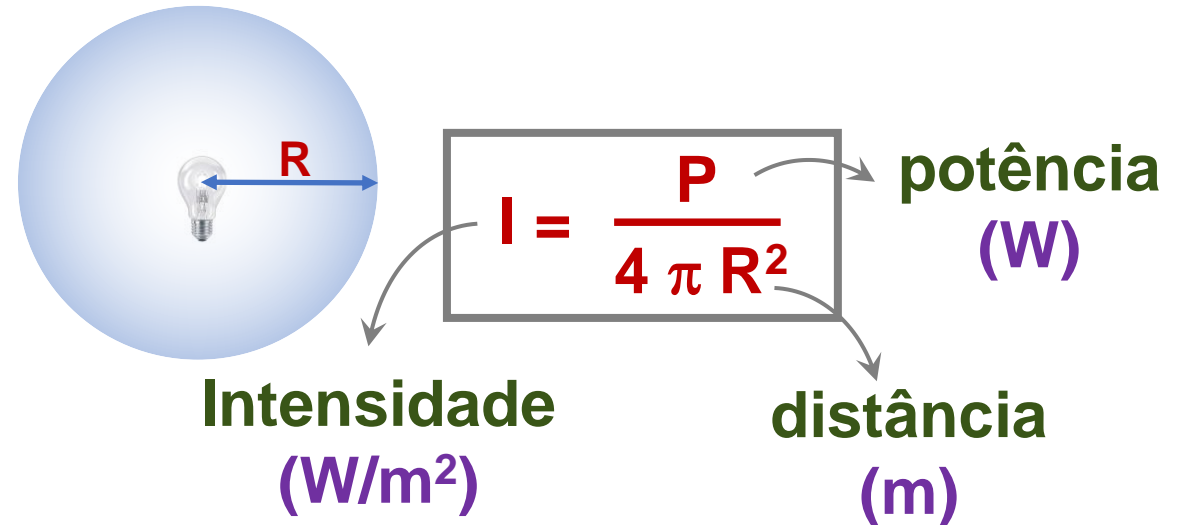


### ▪ Observação

Intensidade da onda



Obs: Frente de onda esférica

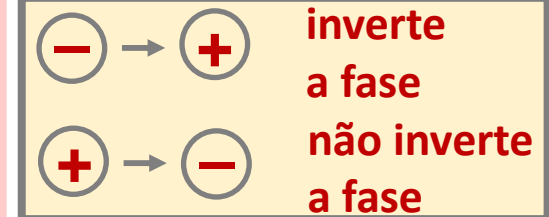


# Ondulatória

## 9. Fenômenos ondulatórios

### Quadro Resumo

	$v$	$\lambda$	$f$	fase
<b>Reflexão</b>	=	=	=	Pode ou não variar
<b>Refração</b>	$\neq$	$\neq$	=	=



**“Uma onda nasce, cresce e morre com a mesma frequência”**

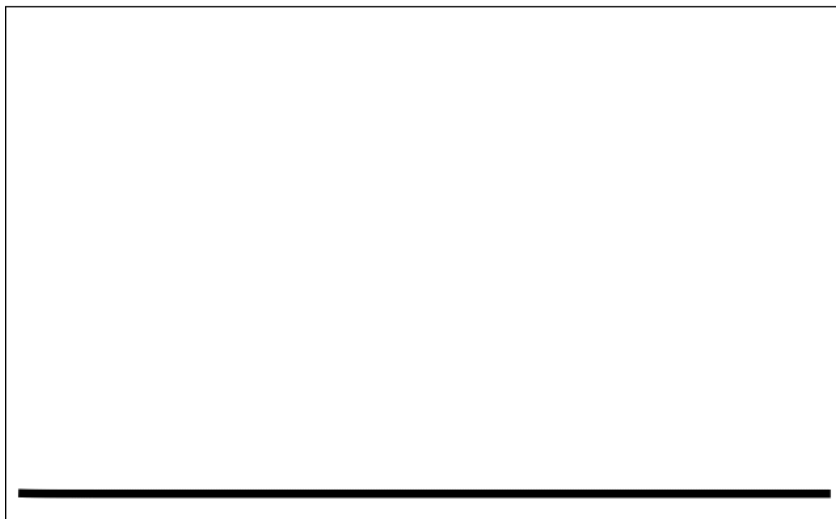
# Ondulatória

## 9. Fenômenos ondulatórios

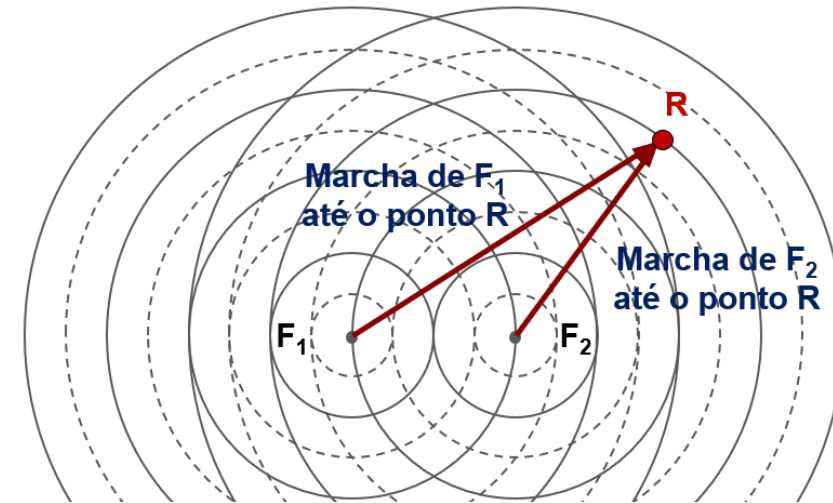
### iv) Interferência

Ondas de mesma natureza percorrem a mesma região.

Predomina quando as ondas têm frequências (ou comprimentos de onda) próximos ou iguais



### Interferência em 2D



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

REGRA	Interferência Construtiva (IC)	Interferência Destrutiva (ID)
Fontes em fase	$n = 0, 2, 4, 6, \dots$	$n = 1, 3, 5, 7, \dots$
Fontes em oposição de fase	$n = 1, 3, 5, 7, \dots$	$n = 0, 2, 4, 6, \dots$

# Ondulatória

## 9. Fenômenos ondulatórios

### v. Ressonância

O sistema recebe energia com frequência igual a sua frequência natural de vibração

**Consequência:** a amplitude fica cada vez maior

Ex:

Pêndulo físico

Sintonia estação rádio

Ressonância magnética

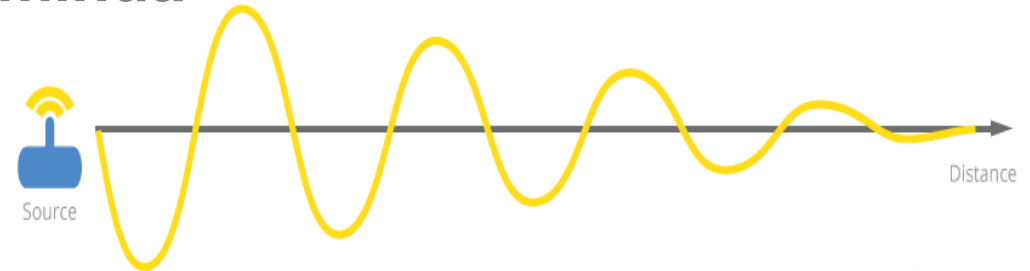
Copo ressoando

Forno de microondas

Ponte de Tacoma

### vi. Absorção e atenuação

**Absorção:** O meio “retira” energia da onda, fazendo com que a sua amplitude e distância alcançada diminua



**Atenuação:** resulta da perda de energia da onda por absorção

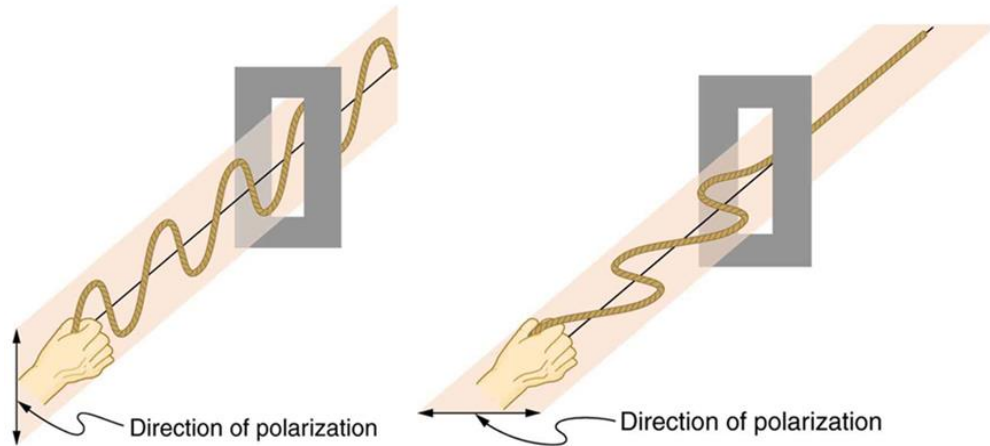
Ex. o mar atenua as ondas de rádio, o ar atenua as ondas sonoras

# Ondulatória

## 9. Fenômenos ondulatórios

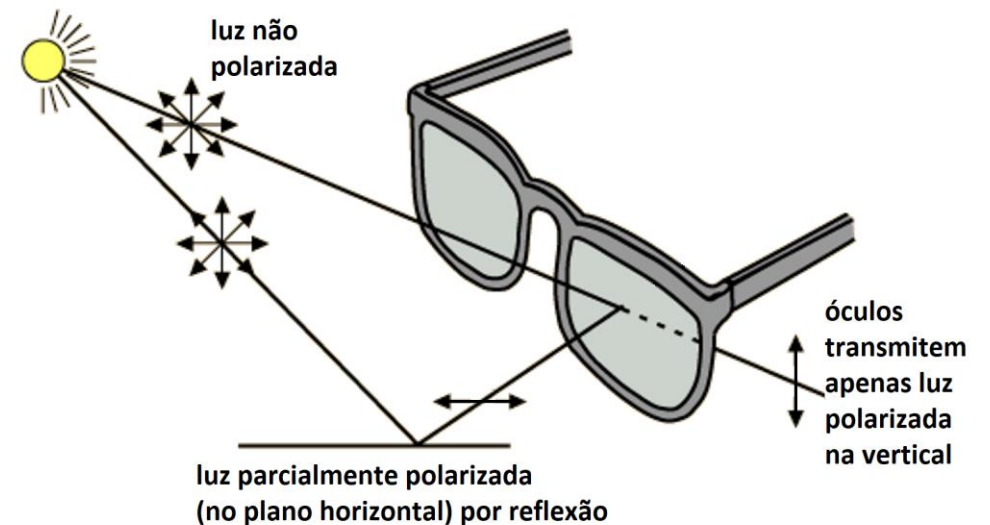
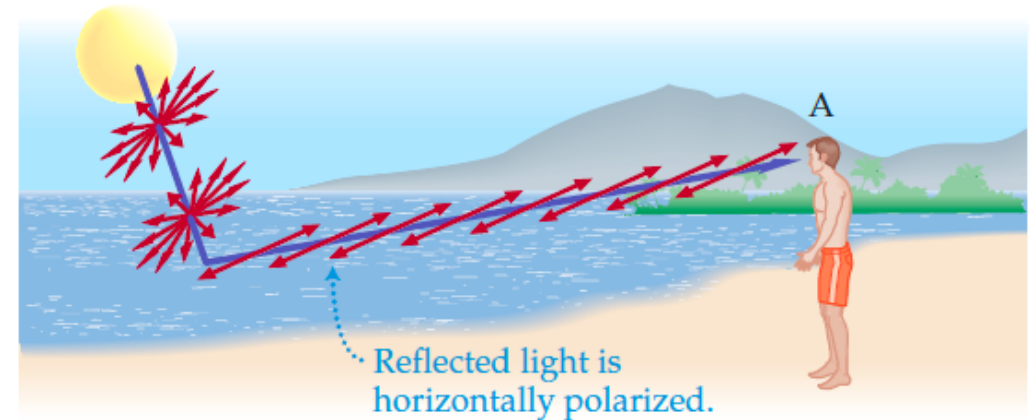
### vii. Polarização

É a direção ou plano de oscilação da onda transversal



➔ **Apenas ondas transversais são polarizadas**

Aplicação: Óculos de Sol com lentes polarizadas



# Ondulatória

## 10. Acústica: física do som líquidos e gases

**Som:** onda mecânica longitudinal e tridimensional



### Qualidades fisiológicas do som

#### a. Altura $\rightarrow$ frequência

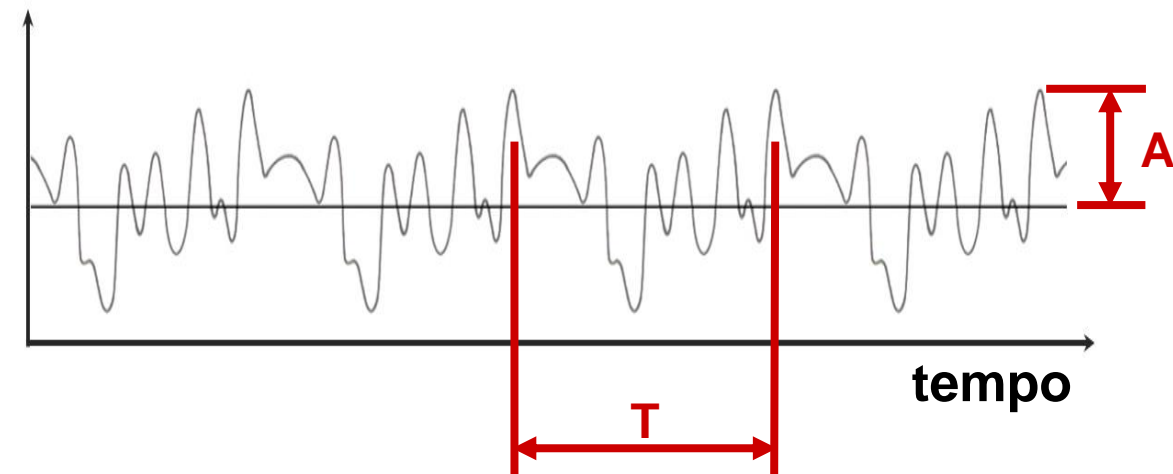
Diferencia sons **altos (agudos)** de sons **baixos (graves)**

#### b. Intensidade $\rightarrow$ amplitude

Diferencia sons **fortes (intensos)** de sons **fracos (pouco intensos)**

#### c. Timbre

Está relacionado à **forma da onda** (harmônicos)





# Ondulatória

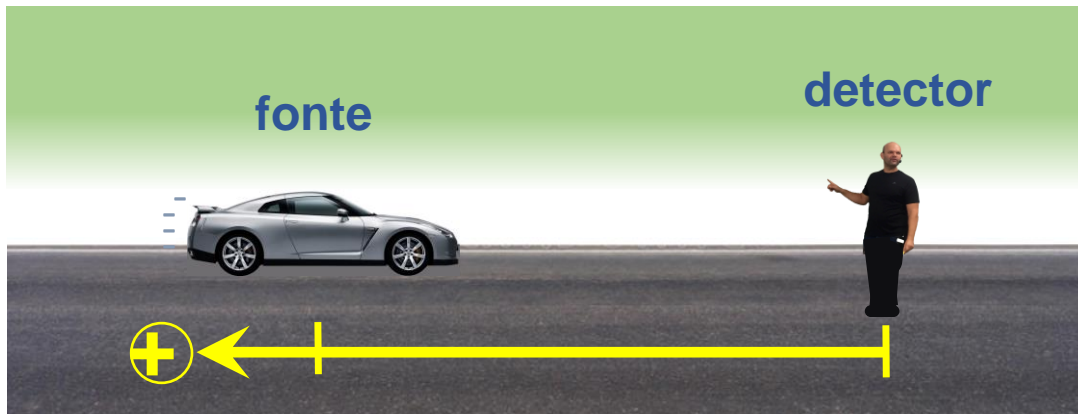
## 11. Efeito Doppler

Mudança aparente na frequência da onda causada pelo movimento relativo entre a fonte de ondas e o detector

$$f_{\text{aparente}} = \left( \frac{v_{\text{onda}} \pm v_{\text{detector}}}{v_{\text{onda}} \pm v_{\text{fonte}}} \right) \cdot f_{\text{real}}$$

**Sinais:** Orientar a trajetória no sentido do detector para a fonte

a) Aproximação:  $f_{\text{aparente}} > f_{\text{real}}$



b) Afastamento:  $f_{\text{aparente}} < f_{\text{real}}$

