

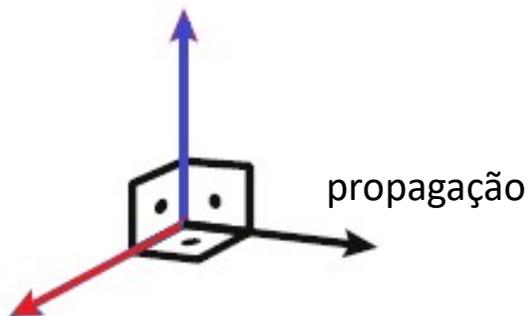
## Ondas eletromagnéticas

Apresentação, orientação e tarefa: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

**Professor Caio – Física**

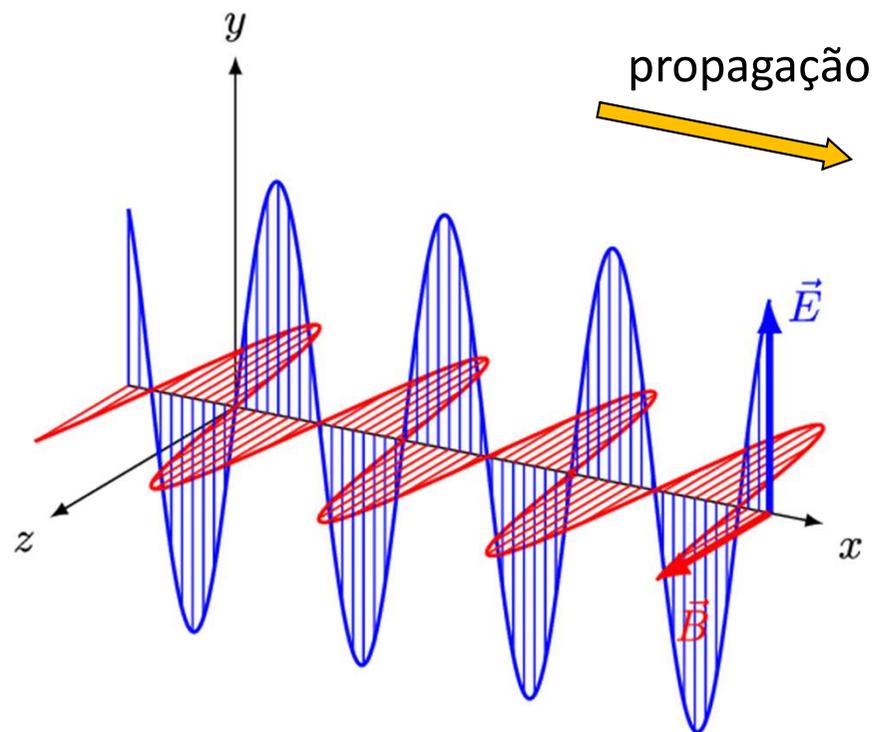
# 1. Onda eletromagnética

Campo elétrico (oscilante)



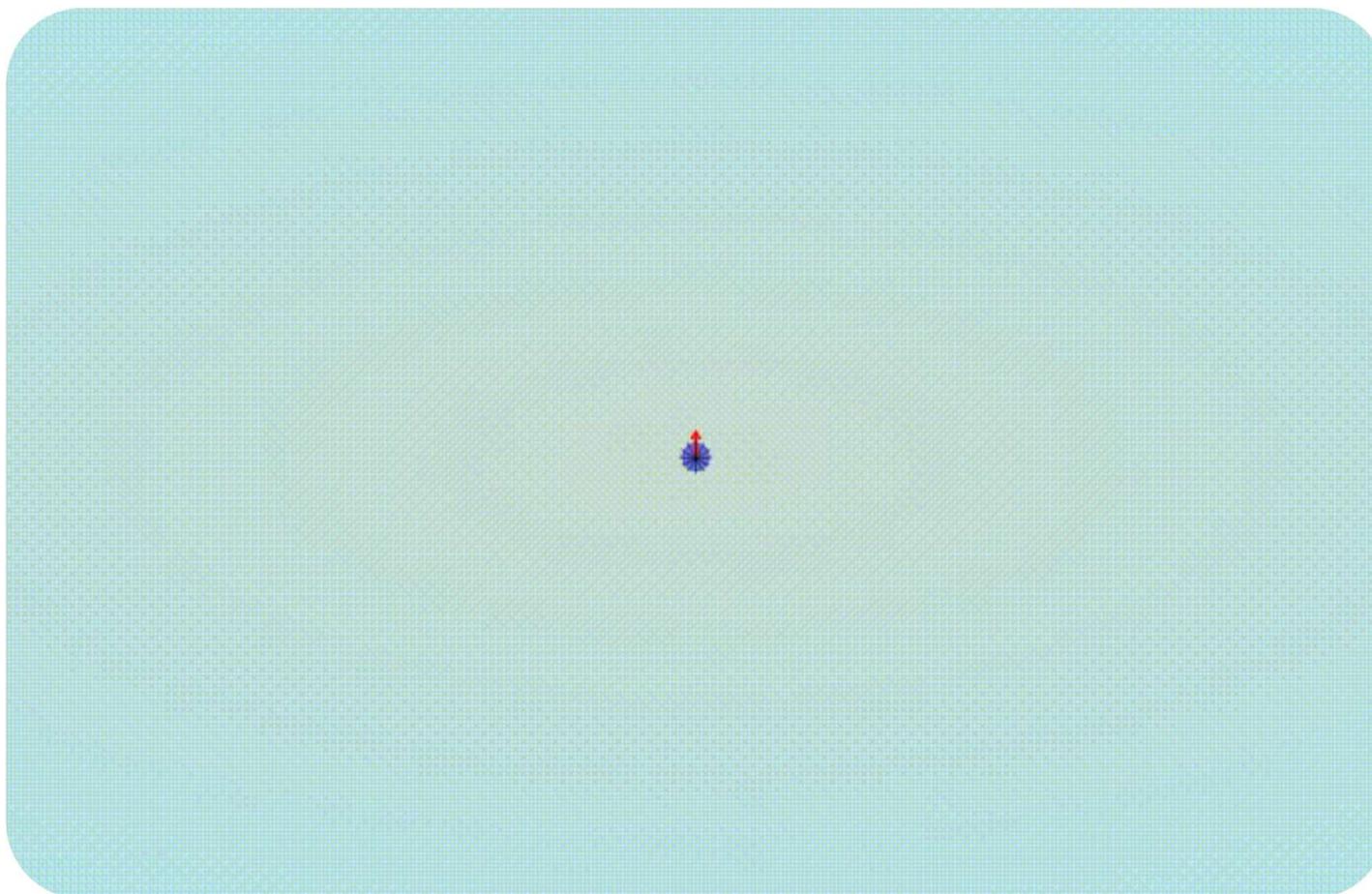
Campo magnético (oscilante)

Toda onda eletromagnética  
tem forma transversal

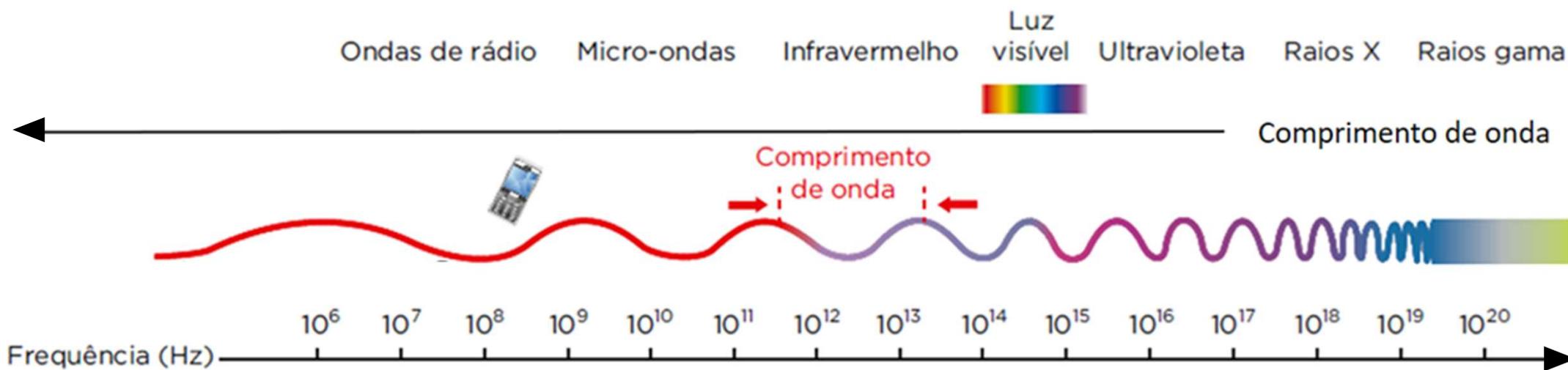


- Pode se propagar no vácuo ou em um meio material
- Exemplos: rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama.
- No ar ou vácuo a velocidade de propagação é  $v = c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ .
- Fonte: carga elétrica oscilando
- Campo elétrico (E) e campo magnético (B) oscilantes e perpendiculares entre si.

Um carga elétrica oscilando é uma fonte de ondas eletromagnéticas



## 2. O espectro eletromagnético



$$\uparrow \lambda = \frac{c}{f \downarrow}$$

$$\uparrow E = h \cdot f \uparrow$$



→ frequência

## 2. O espectro eletromagnético

**RÁ** dio

**M** icro-ondas

**I** nfravermelho

**L** uz visível

**U** ltravioleta

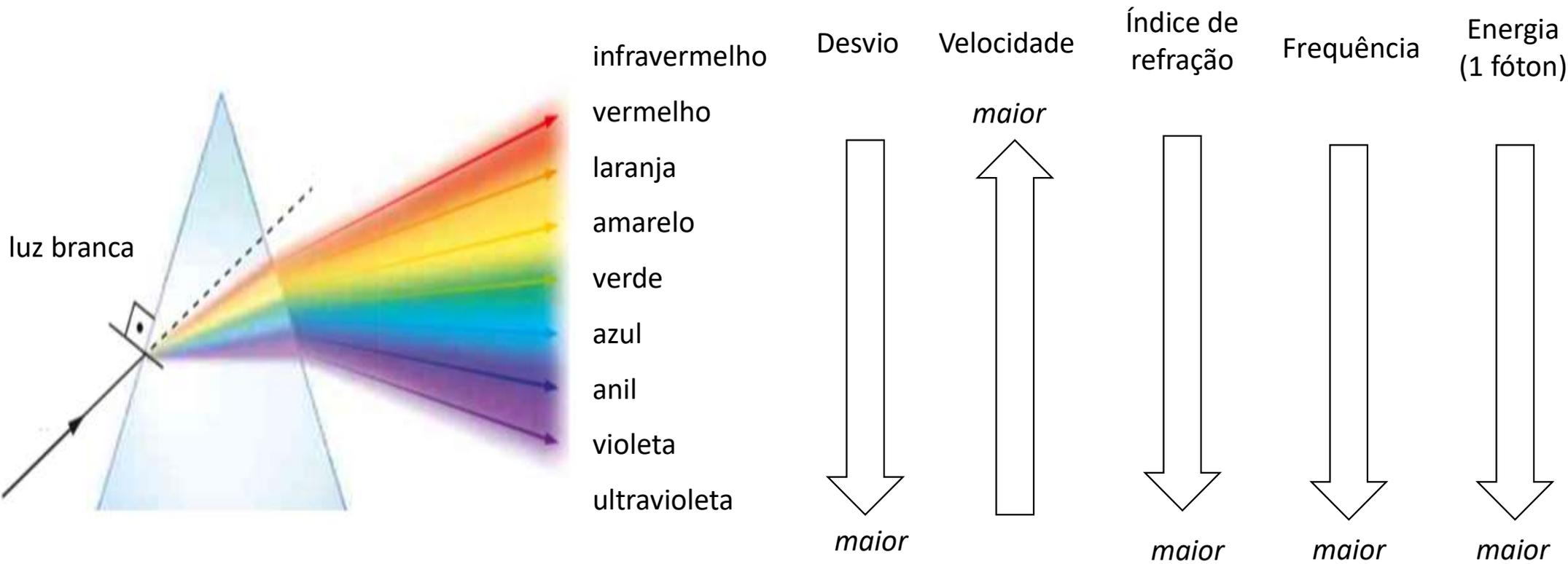
raios **X**

**G** ama

### 3. $v, \lambda$ e $f$

|                     | Onda mecânica  | Onda Eletromagnética  |
|---------------------|--|---|
| Velocidade          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meio e condições do meio</li> <li>• Forma               <ul style="list-style-type: none"> <li>- transversal</li> <li>- longitudinal</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Em meios materiais               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meio e condições do meio</li> <li>- Frequência</li> </ul> </li> <li>• No vácuo/ar</li> </ul> <p>Todas as ondas eletromagnéticas se propagam com<br/> <math>v = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}</math></p> |
| Frequência          | Fonte  | Fonte   |
| Comprimento de onda | $\lambda = \frac{v}{f}$  | $\lambda = \frac{v}{f}$   |

## 4. Desvio, velocidade, índice de refração, frequência e energia



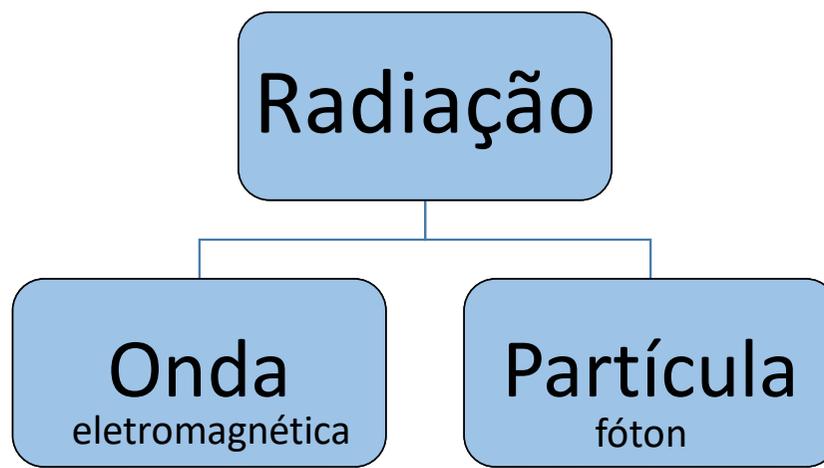
Energia (E) de um fóton associado à radiação

$$E = h \times f$$

Unidades do SI

- E: Energia associada, medida em J
- h: Constante de Planck ( $h = 6,6 \times 10^{-34}$  J.s)
- f: frequência da onda, medida em Hz

## 5. Dualidade onda-partícula



Exemplos:

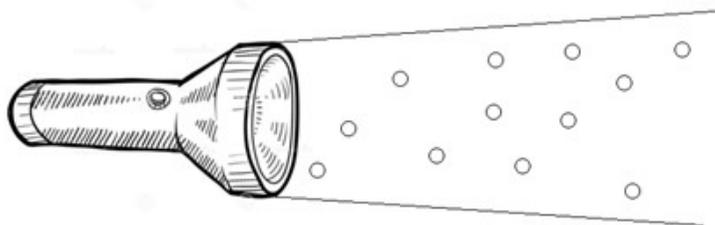
- Interferência
- Difração

Exemplos:

- Efeito fotoelétrico
- Efeito Compton
- Reflexão

## 6. Fóton

- Um feixe de radiação pode ser tratado como um conjunto de fótons.



- A energia de cada fóton é dada pela expressão.

$$E = hf$$

- Ainda podemos utilizar a equação fundamental da ondulatória.

$$v = \lambda \cdot f$$

- Se o feixe estiver se propagando no ar ou no vácuo.

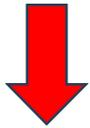
$$v = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Unidades do SI

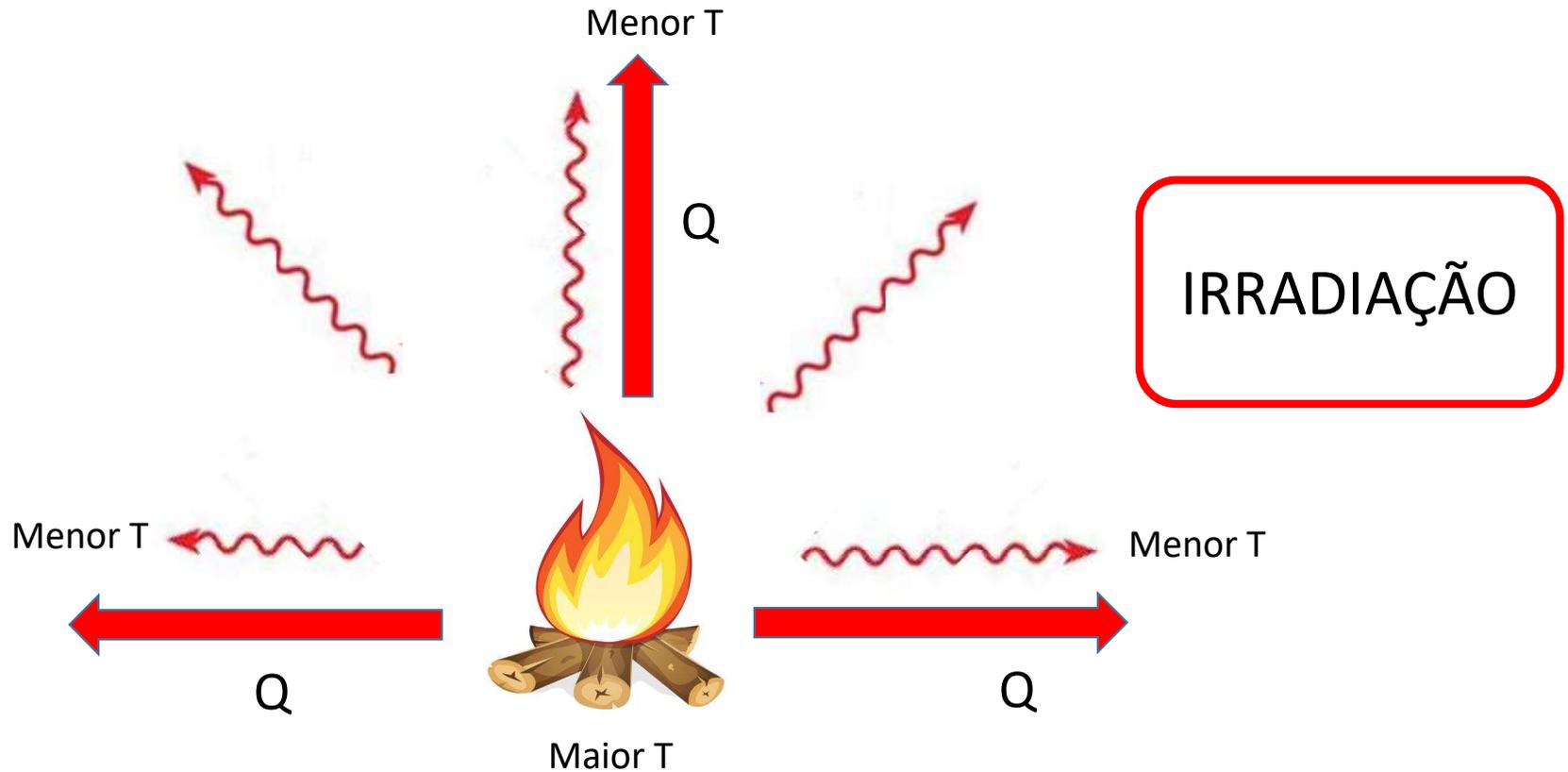
- E: Energia associada, medida em J
- h: Constante de Planck ( $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ )
- f: frequência da onda, medida em Hz

## Exemplos

## Infravermelho



Transporte de calor  
por irradiação



- Transferência de calor por ondas eletromagnéticas (cotidiano: radiação infravermelha).
- Não há necessidade de um meio material (pode ocorrer no vácuo).
- Pode ocorrer nos sólidos, líquidos e gases.

# Infravermelho



## Infravermelho e visível



Luz visível



→ frequência

| Cor                | Temp °C |
|--------------------|---------|
| Branca             | 1200    |
| Amarelo Claro      | 1100    |
| Amarela            | 1050    |
| Laranja Claro      | 980     |
| Laranja            | 930     |
| Vermelho Claro     | 870     |
| Cereja Claro       | 810     |
| Cereja             | 760     |
| Vermelho escuro    | 700     |
| Vermelho sangue    | 650     |
| Marrom avermelhado | 600     |

# Infravermelho



Transporte de calor por irradiação

Maior temperatura

