

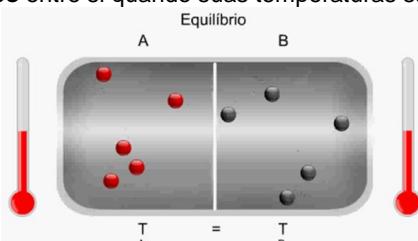
## (FÍSICA) – PROF. AUGUSTO MELO

### 1. Termometria

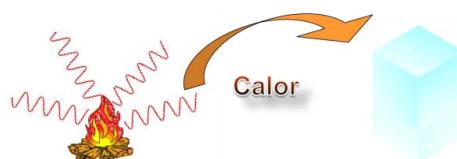
- Temperatura** é a grandeza que, associada a um sistema, representa seu estado térmico, sendo caracterizada pela medida do grau de agitação molecular do corpo.



- Dois ou mais sistemas físicos estão em **equilíbrio térmico** entre si quando suas temperaturas são iguais.



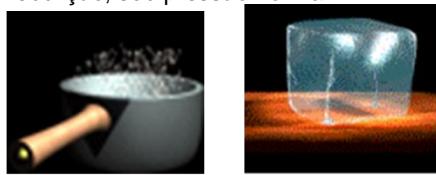
- Calor** é a energia térmica em trânsito de um corpo para outro ou de uma parte para outra de um mesmo corpo, trânsito esse provocado por uma diferença de temperatura.



- Energia térmica** de um corpo é o somatório das energias de agitação das suas partículas, e depende da temperatura do corpo e do número de partículas existentes.
- Pontos fixos:**

**1º Ponto fixo:** ponto do gelo – temperatura na qual o gelo e a água permanecem em equilíbrio térmico, quando sob pressão normal.

**2º Ponto fixo:** ponto do vapor – temperatura na qual a água entra em ebulição, sob pressão normal.



$$100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F} = 373\text{ K}$$

$$0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F} = 273\text{ K}$$

- Relações entre escalas:**

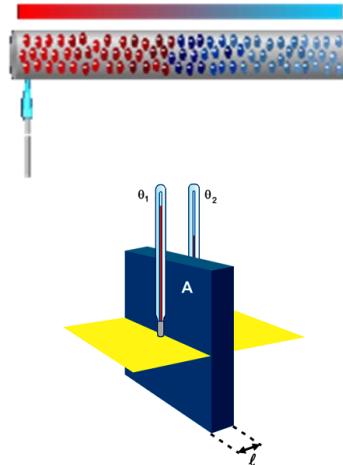
$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_K - 273}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

- Relações entre variações de temperaturas:**

$$\frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta K}{5} = \frac{\Delta F}{9}$$

### 2. Transferência de Calor

- CONDUÇÃO:** É o processo de propagação de calor, predominante nos sólidos, no qual a energia térmica passa de partícula para partícula do meio material.



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

$$f = \frac{K \cdot A \cdot |\Delta \theta|}{\ell}$$

$f$  = fluxo de calor

$Q$  = quantidade de calor

$\Delta t$  = intervalo de tempo

$K$  = constante de condutibilidade térmica

$A$  = área

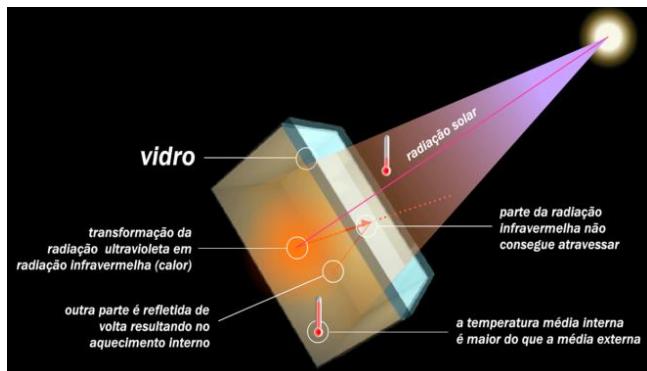
$|\Delta \theta|$  = módulo da diferença de temperatura

$\ell$  = espessura

- Convecção:** É o processo de propagação de calor no qual a energia térmica muda de local, acompanhando o deslocamento do próprio material aquecido.



- Irradiação:** É o processo de propagação de calor no qual a energia, denominada radiante, apresenta-se na forma de ondas eletromagnéticas, principalmente como infravermelhas.



### 3. Calorimetria

- Quando um corpo recebe ou cede uma certa quantidade de energia térmica, podemos observar, como consequência, uma variação de sua temperatura (calor sensível) ou uma mudança em seu estado físico (calor latente).

Mudança de fase



- A unidade de calor, no SI, é o Joule (J);
- Usualmente usamos a caloria (cal).

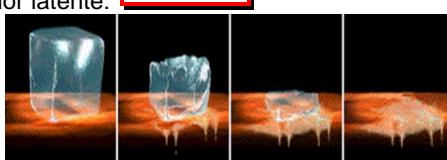
Define-se Caloria como sendo a quantidade de calor necessária para que um grama de água pura, sob pressão normal, tenha sua temperatura elevada de 14,5°C para 15,5°C.

- Calor específico:** O calor específico de uma substância representa a quantidade de calor necessária para que 1 grama da substância eleve a sua temperatura em 1°C.

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$$

• Calor sensível:  $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$

• Calor latente:  $Q = m \cdot L$



Importante lembrar que a temperatura permanece inalterada durante todo o processo de mudança de fase.

- Capacidade térmica:** é a razão entre a quantidade de calor ( $Q$ ) que o corpo troca (ganhando ou perdendo) e a variação de temperatura ( $\Delta\theta$ ) que ele sofre nesta troca. Sua unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades (S.I.) é o J / K, sendo que a mais usada é a cal / °C.

Vale destacar que a capacidade térmica é uma característica do corpo, portanto, dois objetos de materiais diferentes podem apresentar à mesma capacidade térmica.

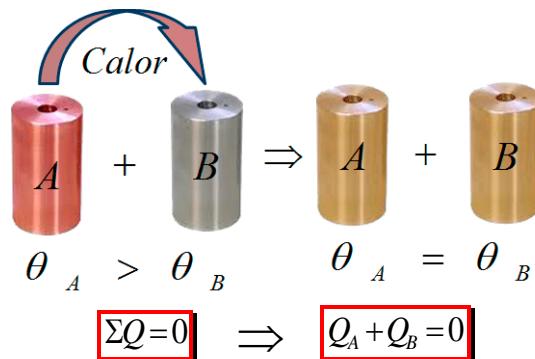
$$C = m \cdot c$$

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

$$P_{ot} = \frac{E}{\Delta t}$$

- Potência:

### 4. Princípio geral das trocas de calor

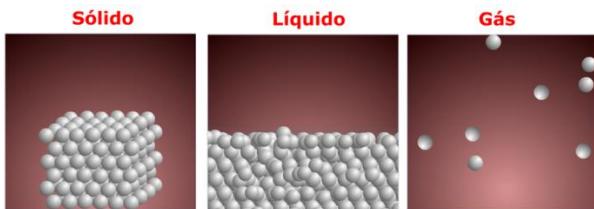


"Em um sistema termicamente isolado, a soma algébrica das quantidades de calor trocadas entre os corpos é igual a zero."

### 5. Estados físicos da matéria

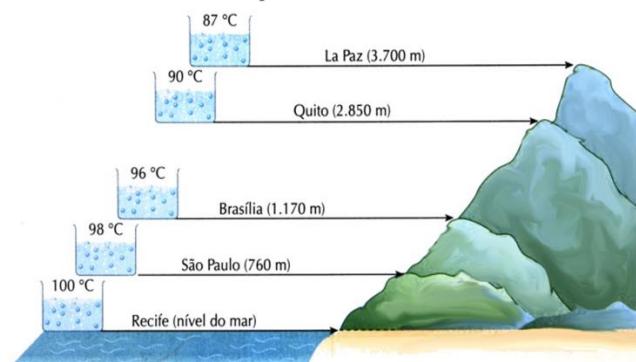
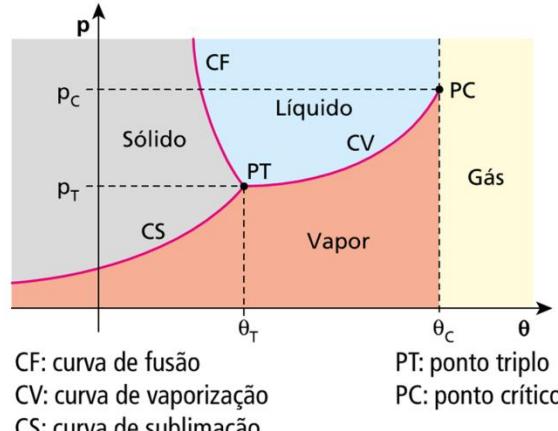
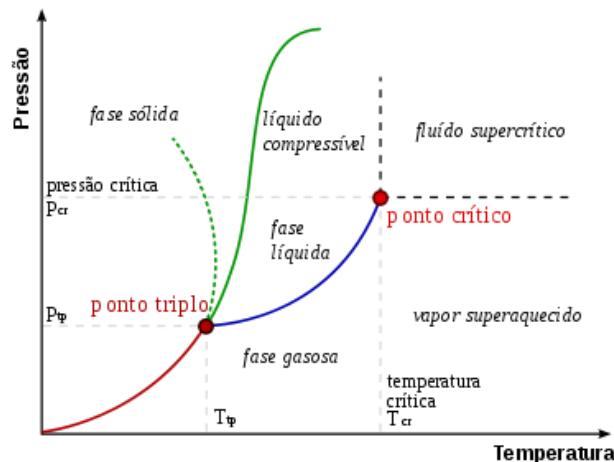
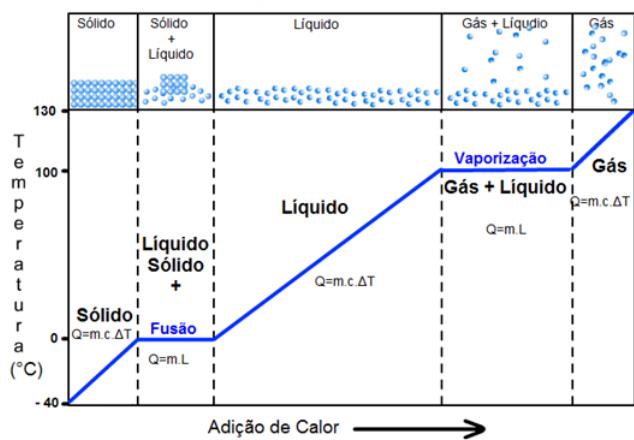
Quando é analisado microscopicamente um corpo nos estados sólido, líquido e gasoso, nota-se que:

- No estado sólido, as partículas que constituem o corpo possuem uma grande vibração em torno de sua posição;
- No estado líquido, as partículas, além de vibrarem, apresentam movimento de translação no interior do líquido;
- No estado gasoso, as partículas, além de vibrarem intensamente, também transladam com grande velocidade no interior da massa gasosa.



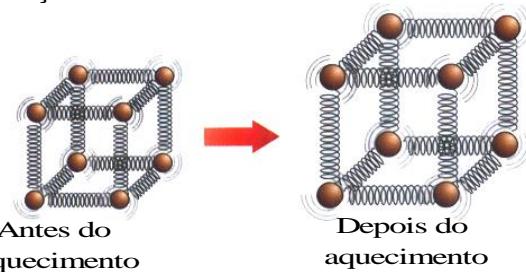
Processos de mudança:

- Fusão: passagem de sólido para líquido;
- Solidificação: passagem de líquido para sólido;
- Vaporização: passagem de líquido para vapor;
- Condensação: passagem de vapor para líquido;
- Sublimação: passagem de sólido para vapor ou vapor para sólido, processo também conhecido como cristalização.



A temperatura em que a água ferve depende da altitude.

## 6. Dilatação térmica



### Dilatação linear



$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta L = L - L_0$$

$$L = L_0(1 + \alpha \cdot \Delta \theta)$$

### Dilatação superficial



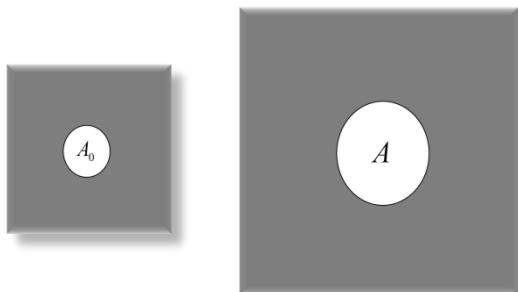
$$\Delta A = A - A_0$$

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta \theta$$

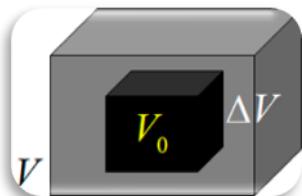
$$A = A_0(1 + \beta \cdot \Delta \theta)$$

$$\beta = 2\alpha$$

No caso de uma chapa furada, o furo dilata-se como se fosse uma nova chapa.



- Dilatação volumétrica**



$$\Delta V = V - V_0$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$$

$$V = V_0(1 + \gamma \cdot \Delta \theta)$$

$$\gamma = 3\alpha$$

$$\gamma = \alpha_{COMPRIMENTO} + \alpha_{LARGURA} + \alpha_{ALTURA} = 3\alpha$$

- Dilatação dos líquidos:**



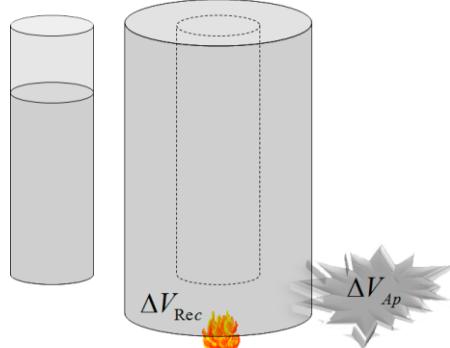
$$\Delta V = V - V_0$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$$

$$V = V_0(1 + \gamma \cdot \Delta \theta)$$

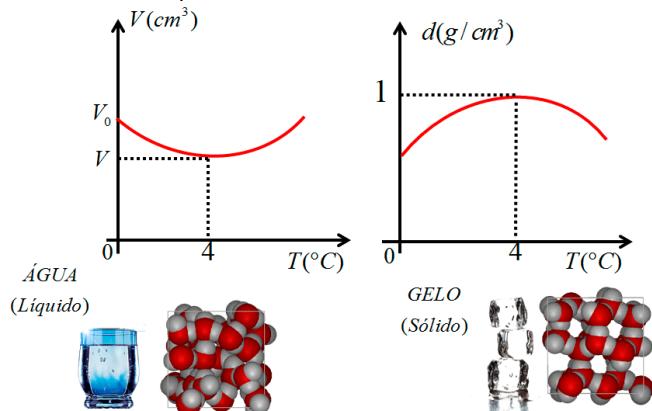
$$\Delta V_{Líquido} = \Delta V_{Recipiente} + \Delta V_{Aparente}$$

$$\gamma_{Líquido} = \gamma_{Recipiente} + \gamma_{Aparente}$$



- Dilatação anômala da água:**

Dilatação anômala é uma característica presente em algumas substâncias, com destaque para a água, onde há um comportamento irregular em relação às variações térmicas. No caso da água, o aquecimento provoca uma contração em seu volume no intervalo de temperatura entre 0°C e 4°C.



Então, quando a temperatura de certa quantidade de água aumenta a partir de 0 °C, ocorre dois efeitos que se opõem quanto à sua manifestação macroscópica:

- ✓ a maior agitação térmica molecular produz um aumento na distância média entre as moléculas, o que se traduz por um aumento de volume (dilatação);
- ✓ as pontes de hidrogênio se rompem e, devido a esse rompimento, na nova situação de equilíbrio as moléculas se aproximam uma das outras, o que se traduz por uma diminuição de volume (contração).

Ambos os efeitos estão sempre ocorrendo. A predominância de um ou outro efeito é que vai acarretar a dilatação ou contração da água. Daí podemos concluir que, de 0 °C a 4 °C, predomina o segundo efeito (rompimento das pontes de hidrogênio), acarretando contração da água. No aquecimento acima de 4 °C, o efeito predominante passa a ser o primeiro (aumento da distância) e, por isso, ocorre dilatação.

## 7. Gases idealizados

Os gases idealizados devem obedecer ao seguinte modelo:

1. as moléculas constituintes do gás devem se mover de forma desordenada;
  2. as moléculas constituintes do gás devem ser independentes uma das outras, isto é, a única forma de interação possível é a colisão que sofrem com as paredes do recipiente e entre si;
  3. as moléculas do gás sofrem apenas colisões perfeitamente elásticas entre si e com as paredes do recipiente que as contém;
  4. as dimensões das moléculas do gás devem ser desprezadas quando comparadas com as distâncias entre as mesmas;
  5. as forças intermoleculares só se manifestam durante as colisões;
  6. cada colisão tem tempo desprezível quando comparadas com o tempo entre as colisões.
- Condições normais de temperatura e pressão (CNTP):

$$CNTP \left\{ \begin{array}{l} P = 1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} \\ T = 0 \text{ }^{\circ}\text{C} = 273 \text{ K} \end{array} \right.$$

- Condições ambientes de temperatura e pressão (CATP):

$$CATP \left\{ \begin{array}{l} P = 1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} \\ T = 25^\circ \text{C} = 298 \text{ K} \end{array} \right.$$

$$\frac{P_o \cdot V_o}{n_o \cdot T_o} = \frac{P_i \cdot V_i}{n_i \cdot T_i}$$

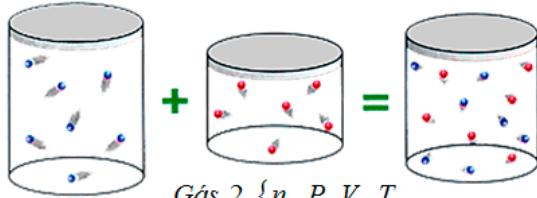
- Lei geral dos gases:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad n = \frac{m}{M}$$

- Equação de Clapeyron:

$$\frac{P_{final} \cdot V_{final}}{T_{final}} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} + \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

- Mistura de gases:



$$E_c = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

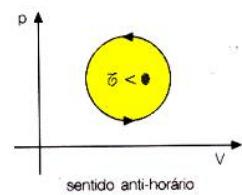
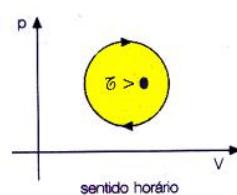
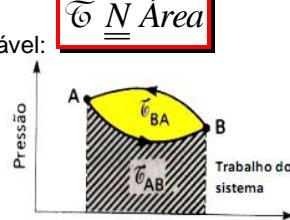
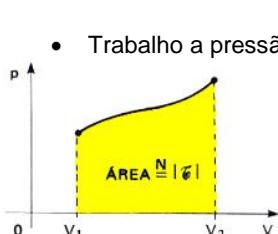
- Energia cinética de translação do gás:

$$E_c = \frac{3}{2} \cdot K \cdot T$$

- Energia cinética média:

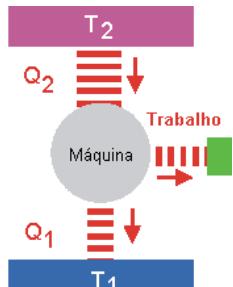
## 8. Termodinâmica

- Trabalho a pressão constante:  $\mathcal{W} = P \cdot \Delta V$



- Varição de energia interna:  $\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T$

- Primeira Lei da Termodinâmica:  $\Delta U = Q - \mathcal{W}$
- Segunda Lei da Termodinâmica:



$$\mathcal{Q} = |Q_{FONTE QUENTE}| - |Q_{FONTE FRIA}|$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{FRIA}|}{|Q_{QUENTE}|}$$

$$\eta = 1 - \frac{|T_{FRIA}|}{|T_{QUENTE}|}$$

$$\eta = \frac{\mathcal{Q}}{|Q_{QUENTE}|}$$

- Máquinas frigoríficas:

$$e = \frac{Q_{FRIA}}{\mathcal{Q}}$$

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

- Entropia:
- Balanço Energético:

recebe calor  $\Rightarrow Q > 0$

cede calor  $\Rightarrow Q < 0$

nao troca calor  $\Rightarrow Q = 0 \Rightarrow \Delta U = -\mathcal{Q}_{Gas}$

realiza trabalho  $\Rightarrow \mathcal{W} > 0$

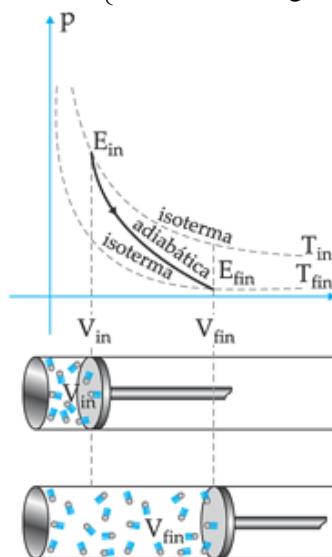
Gás: recebe trabalho  $\Rightarrow \mathcal{W} < 0$

nao realiza nem recebe trabalho  $\Rightarrow \mathcal{W} = 0 \Rightarrow Q = \Delta U$

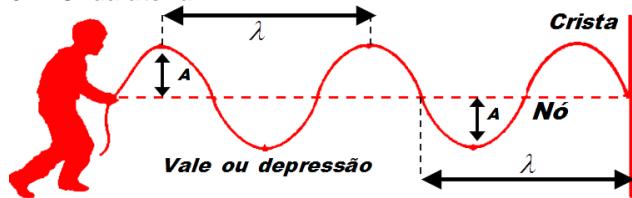
aumenta a energia interna  $\Rightarrow \Delta U > 0$

diminui a energia interna  $\Rightarrow \Delta U < 0$

nao varia a energia interna  $\Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow Q = \mathcal{W}$



## 9. Ondulatória



• Classificação	Quanto a natureza { Mecânica Eletromagnética
	Quanto ao meio de propagação { Unidimensional Bidimensional Tridimensional
	Quanto ao modo de vibração { Longitudinal Transversal Mista

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

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

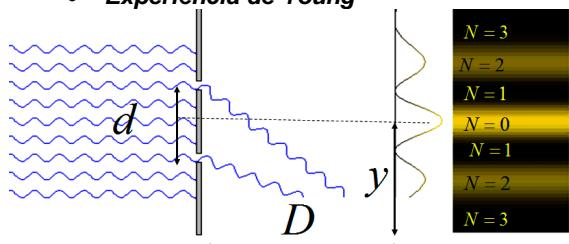
- Período:
- Eq. fundamental da ondulatória:  $V = \lambda \cdot f$
- Velocidade de propagação de ondas transversais em cordas tensas.

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu'}} \quad \mu' = \frac{m}{L} \quad V = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{F}{d \cdot \pi}}$$

$L$

$$A = \pi r^2$$

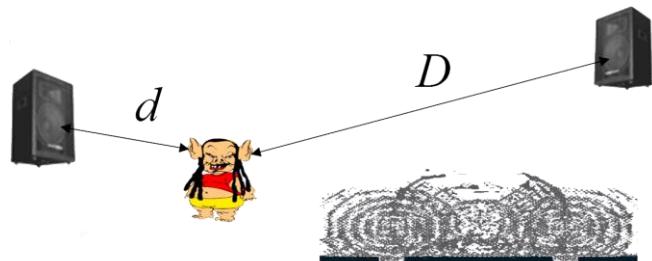
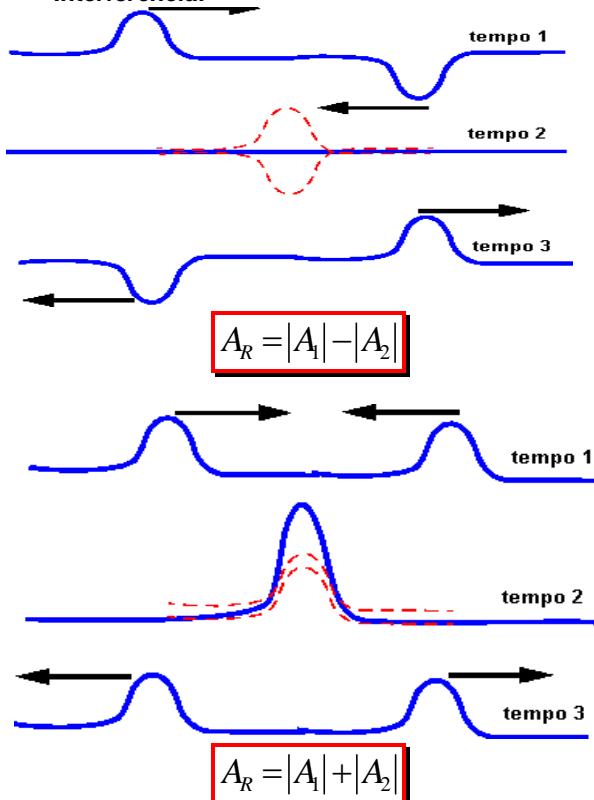
### • Experiência de Young



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

Se n é par: P é atingido por um máximo de intensidade;  
Se n é ímpar: P é atingido por um mínimo de intensidade.

### • Interferência:



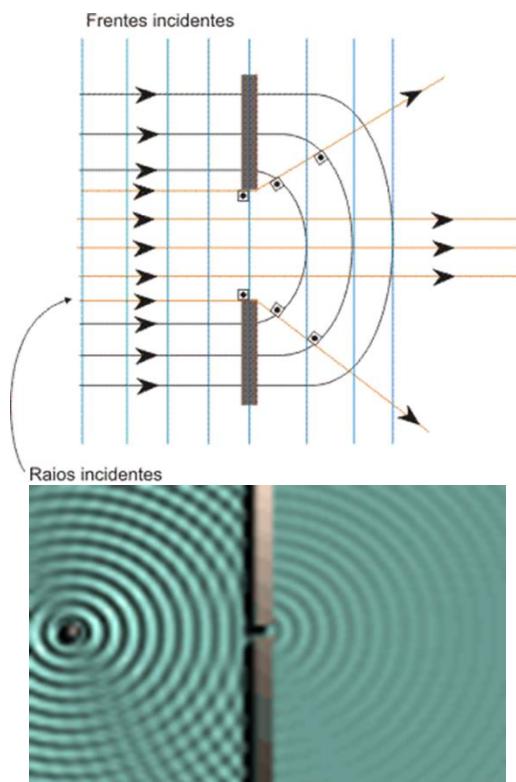
$$D - d = N \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Ondas em fase Se N é par  $\Rightarrow$  Interferência construtiva  
Se N é ímpar  $\Rightarrow$  Interferência destrutiva

Ondas em oposição Se N é par  $\Rightarrow$  Interferência destrutiva  
Se N é ímpar  $\Rightarrow$  Interferência construtiva

### • Difração:

Christian Huygens (1629-1695), no final do século XVII, propôs um método de representação de frentes de onda, onde cada ponto de uma frente de onda se comporta como uma nova fonte de ondas elementares, que se propagam para além da região já atingida pela onda original e com a mesma frequência que ela.



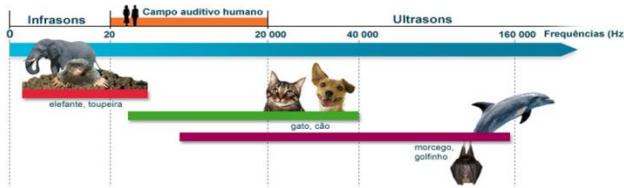
## 10. Acústica



Como o som se propaga pelo ar

- Acústica é o estudo das ondas sonoras;
- Ondas sonoras são mecânicas, longitudinais e tridimensionais;
- Ondas sonoras não se propagam no vácuo;

### Som

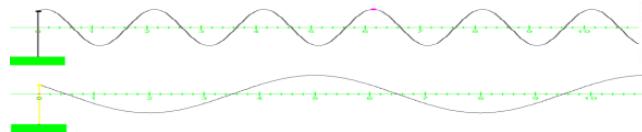


- **Infrassom:** sons com frequências abaixo de 20 Hz. Não perceptível ao ser humano;
- **Ultrasound:** sons com frequências acima de 20000 Hz. Não perceptível ao ser humano;
- **Som audível:** sons com frequências perceptíveis ao ser humano (20 Hz a 20000 Hz)

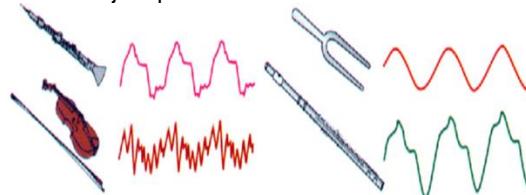
$$V_{\text{Sólidos}} > V_{\text{Líquidos}} > V_{\text{Gases}}$$

### Qualidades fisiológicas do som

- ✓ **Altura:** É através da altura que podemos distinguir um som agudo (fininho, alto), de um grave (grosso, baixo).



- ✓ **Timbre:** É esta propriedade do som que nos permite distinguir uma fonte sonora de outra, mesmo que estejam produzindo sons com a mesma frequência.



- ✓ **Intensidade:** Em termos de intensidade, os sons podem ser fortes ou fracos.

$$I = \frac{\Delta E}{S \cdot \Delta t} \quad I = k \cdot f^2 \cdot A^2$$

- Nível sonoro:

$$10^{\frac{N}{10}} = \frac{I}{I_0} \quad N = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

Mínima intensidade física ou limiar de audibilidade ( $I_0$ ): é o menor valor da intensidade física ainda audível, vale:

$$I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Máxima intensidade física ou limiar de dor ( $I_{\text{máx}}$ ): é o maior valor da intensidade física suportável pelo ouvido, vale:

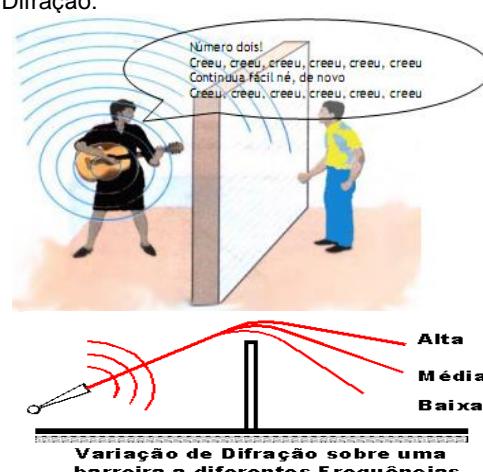
$$I_{\text{máx}} = 1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$f_{\text{BAT}} = f_2 - f_1$$

- Batimento:

$$f_{\text{BAT}} = f_2 - f_1$$

- Difração:



$$d \approx \lambda$$

- Ressonância:** Quando num sistema físico são injetados impulsos de energia periodicamente com uma frequência igual a uma de suas frequências preferenciais de vibração, o sistema passa a vibrar com amplitude progressivamente crescente, que tende ao maior valor possível. Neste caso, dizemos que o sistema em questão entrou em RESSONÂNCIA.



- Reflexão:** A reflexão do som ocorre da mesma forma que a reflexão da luz. Quando uma onda sonora se propaga e encontra um obstáculo, como uma parede, por exemplo, incide sobre a barreira e retorna para o meio no qual estava se propagando.

Persistência acústica é o menor intervalo de tempo para que dois sons não se separem no cérebro. A persistência acústica do ouvido humano é de 0,1 s.

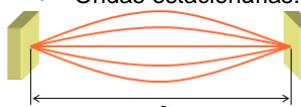
$$d = \frac{V \cdot \Delta t}{2}$$

Eco: ocorre quando  $\Delta t > 0,1$  s. O observador ouve separadamente o som direto e o som refletido.

Reverberação: ocorre quando  $\Delta t < 0,1$  s. Há um prolongamento da sensação auditiva.

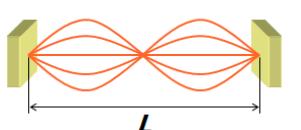
Reforço: ocorre quando  $\Delta t \approx 0$  s. Há somente um aumento da intensidade sonora.

- Ondas estacionárias:



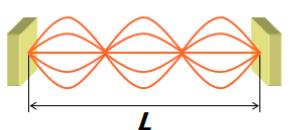
$$L = 1 \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda_1 = 2 \cdot \frac{L}{1}$$

**1º harmônico = harmônico fundamental**



$$L = 2 \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda_2 = 2 \cdot \frac{L}{2}$$

**2º harmônico**



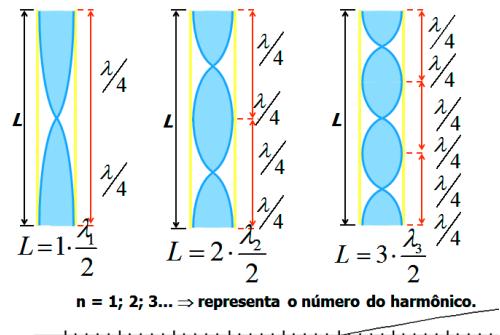
$$L = 3 \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda_3 = 2 \cdot \frac{L}{3}$$

**3º harmônico**

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad f_n = \frac{nV}{2L} \quad f_n = n \cdot f_1$$

- Tubos sonoros:**

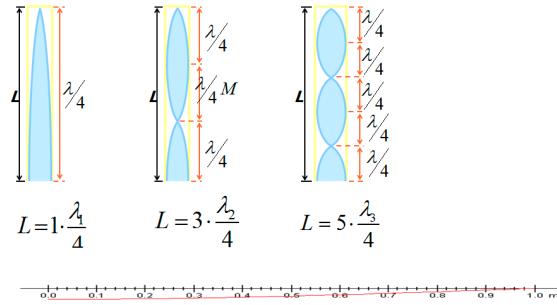
**Abertos:**



$n = 1; 2; 3 \dots \Rightarrow$  representa o número do harmônico.

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad f_n = \frac{nV}{2L} \quad f_n = n \cdot f_1$$

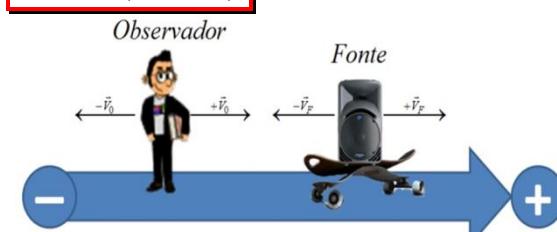
**Fechados:**



$$\lambda_n = \frac{4L}{N} \quad f_n = \frac{NV}{4L} \quad f_n = N \cdot f_1$$

- Efeito Doppler**

$$f_o = f_F \left( \frac{V_s \pm V_o}{V_s \mp V_F} \right)$$



Aproximação  $\Rightarrow \frac{+V_o}{-V_F}$

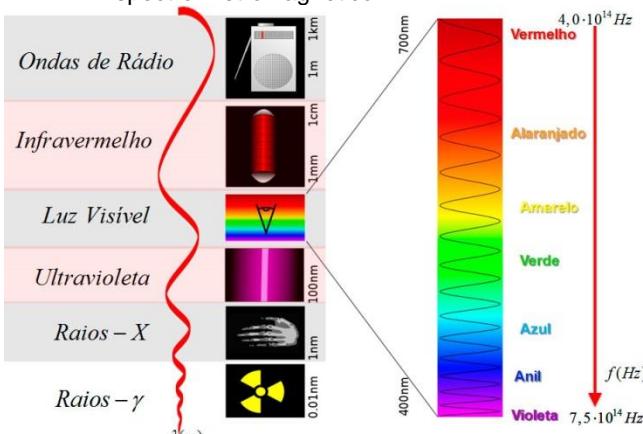
Afastamento  $\Rightarrow \frac{-V_o}{+V_F}$



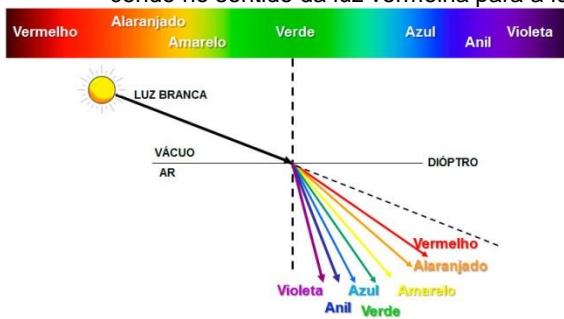
## 11. Óptica Geométrica

- Velocidade da luz no vácuo:
- Espectro Eletromagnético

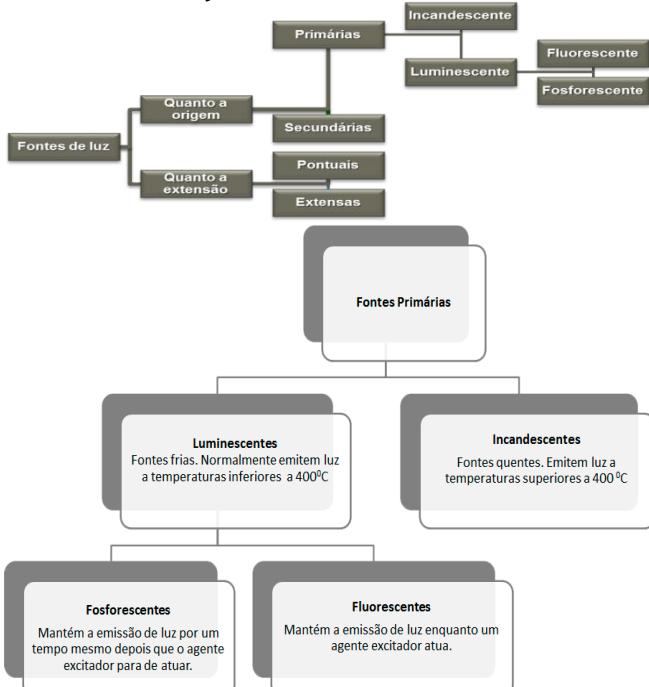
$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$



- Num meio material, as luzes monocromáticas têm velocidades diferentes (menores que  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ), decrescendo no sentido da luz vermelha para a luz violeta.



- Classificação das fontes de luz:



## • Corpos Iluminados (ou Fonte de Luz Secundária)

São os que refletem a luz proveniente de uma fonte de luz primária.

### Classificação das fontes de luz quanto ao tamanho:

- **Fonte de Luz Puntiforme**

Uma fonte de luz é chamada de puntiforme quando suas dimensões são desprezíveis em relação à distância do objeto iluminado.

- **Fonte de Luz Extensa**

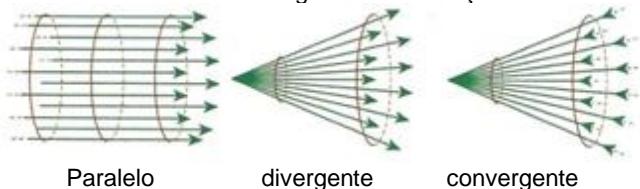
Uma fonte de luz é chamada de extensa quando suas dimensões são consideráveis em relação à distância do objeto iluminado.

### Meios Ópticos



### Classificação dos feixes de luz

Os feixes de luz admitem a seguinte classificação:



### Princípios da Óptica Geométrica

#### Princípio da propagação retilínea da luz

Nos meios transparentes e homogêneos a luz se propaga em linha reta.



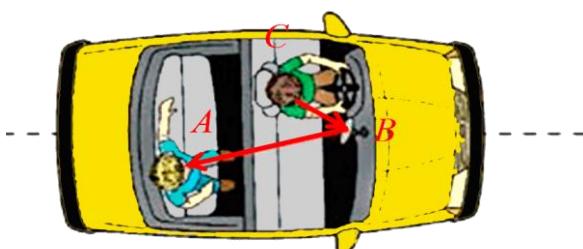
#### Princípio da independência dos raios de luz



Quando ocorre cruzamento de raios de luz, cada um deles continua sua propagação independentemente da presença de outros.

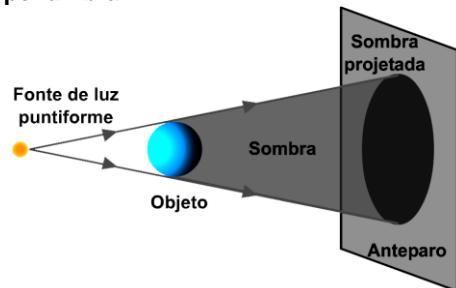


## Princípio da reversibilidade dos raios de luz

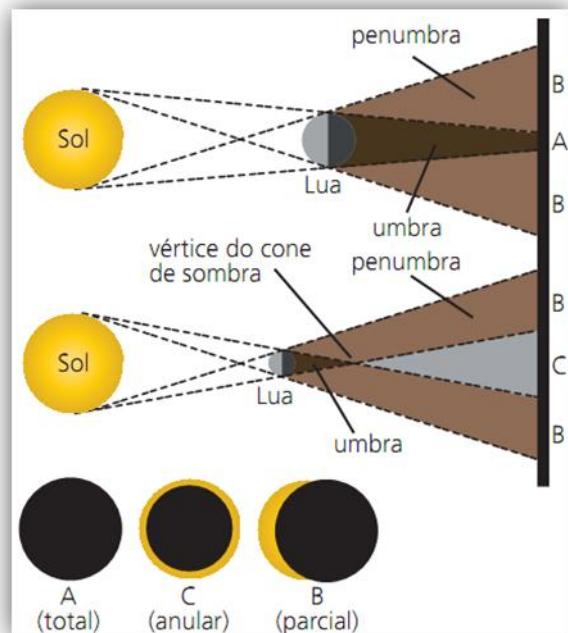


## Aplicações do princípio da propagação retilínea da luz

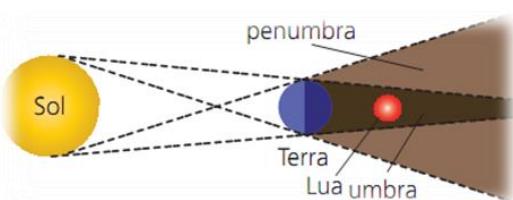
### Sombra e penumbra



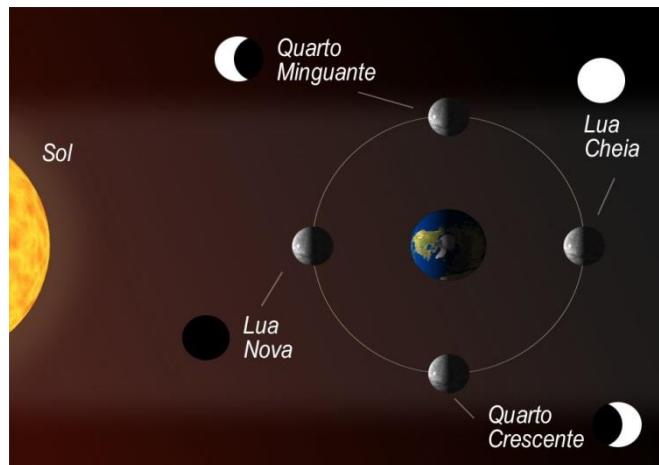
### Eclipse solar



### Eclipse lunar

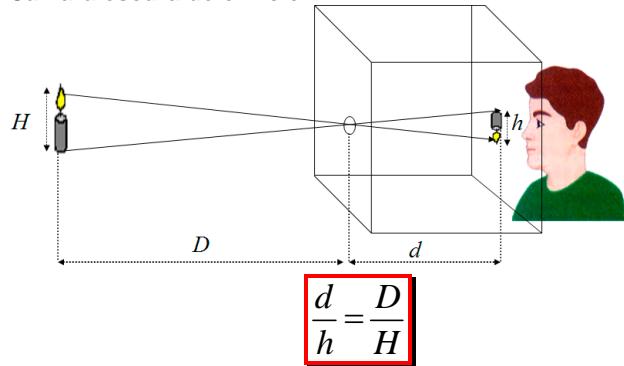


## Fases da Lua

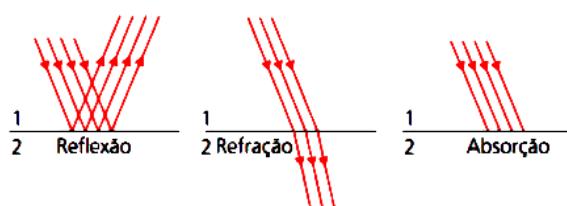


AS FASES LUNARES OCORREM AO MESMO TEMPO não importando a localização do observador, porém não são percebidas da mesma forma. No hemisfério Norte o aspecto da Lua é invertido em relação ao visto por um observador no hemisfério Sul.

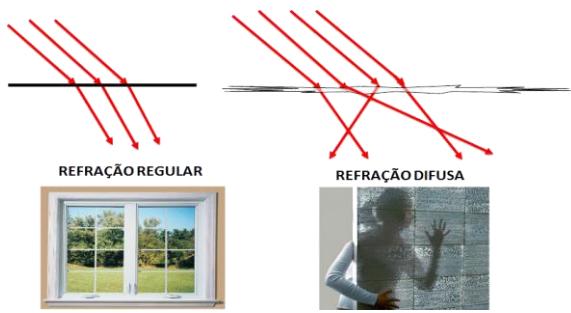
### Câmara escura de orifício



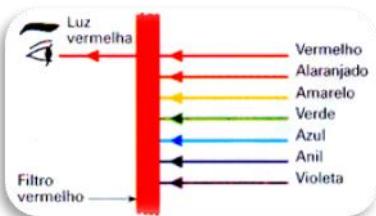
### Fenômenos ópticos



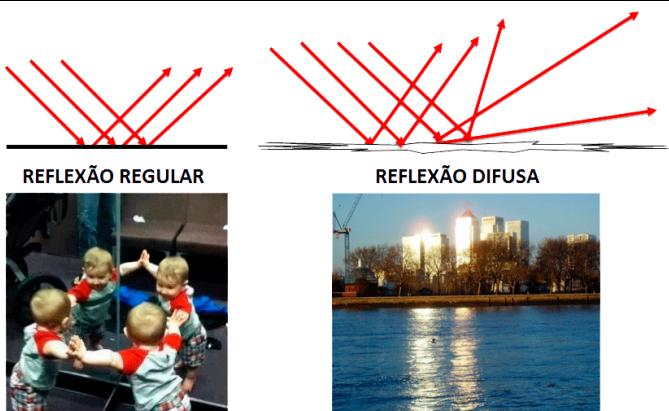
### Refração regular e difusa



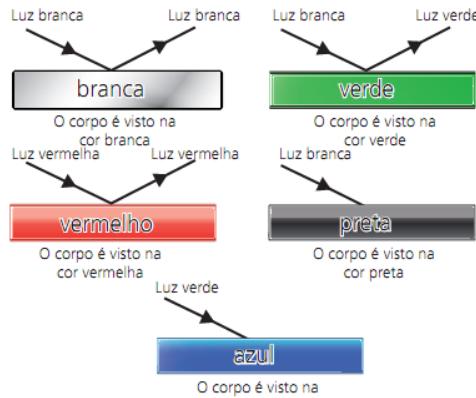
## Refração seletiva



## Reflexão



## Reflexão seletiva



A reflexão seletiva é responsável pelas cores dos objetos.



## Espelhos planos

## Espelho Plano

É toda superfície plana, polida e com alto poder refletor.

## Elementos

S = superfície refletora

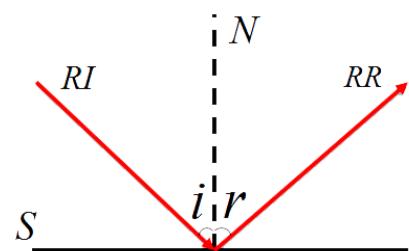
N = reta normal

RI = raio incidente

RR = raio refletido

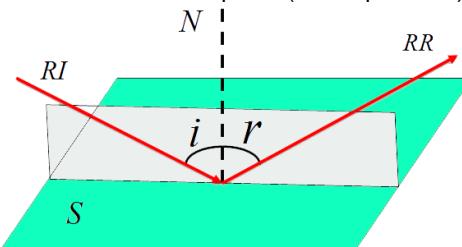
i = ângulo de incidência

r = ângulo de reflexão

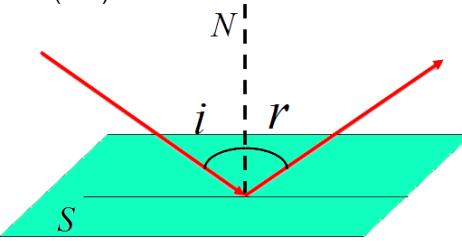


## Leis da reflexão

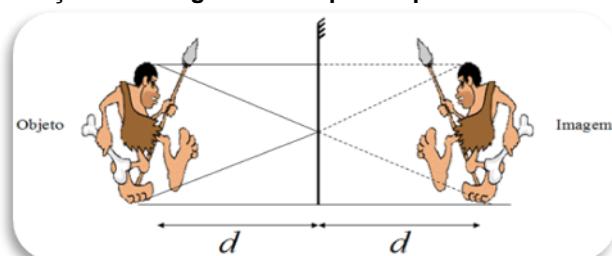
- **1ª Lei:** O raio incidente, a reta normal e o raio refletido pertencem ao mesmo plano (são coplanares).



- **2ª Lei:** O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão ( $i = r$ ).



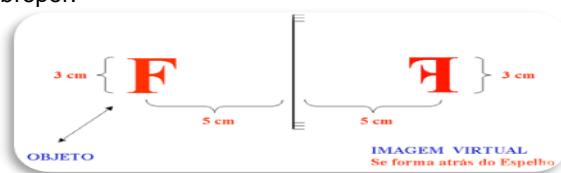
## Construção das imagens nos espelhos planos



A construção da imagem de um ponto objeto nos mostra o mecanismo da formação das imagens em um espelho plano. A imagem e objeto são simétricos em relação ao espelho plano.

## Enantiomorfismo

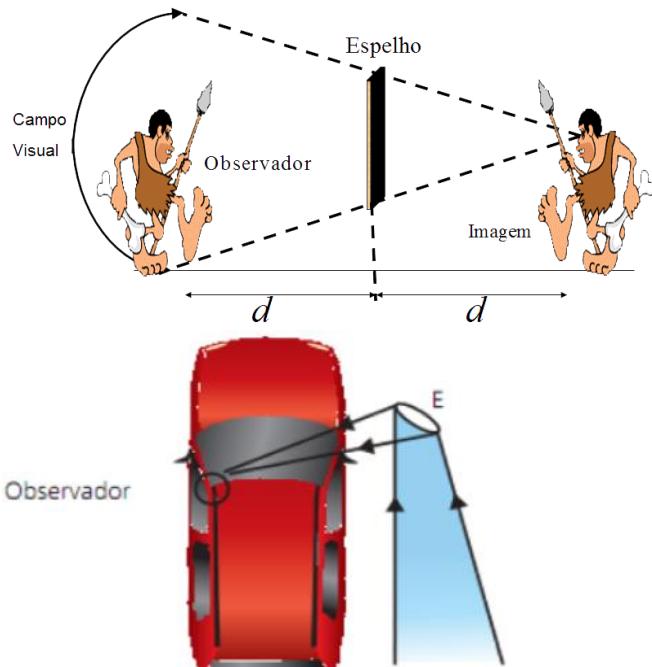
É o fenômeno da simetria de dois objetos que não podem se sobrepor.





## Campo visual de um espelho plano

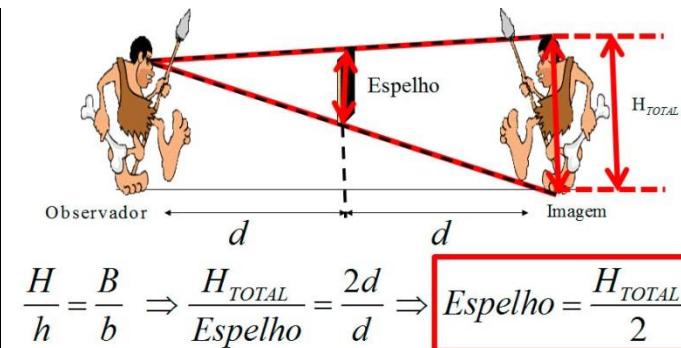
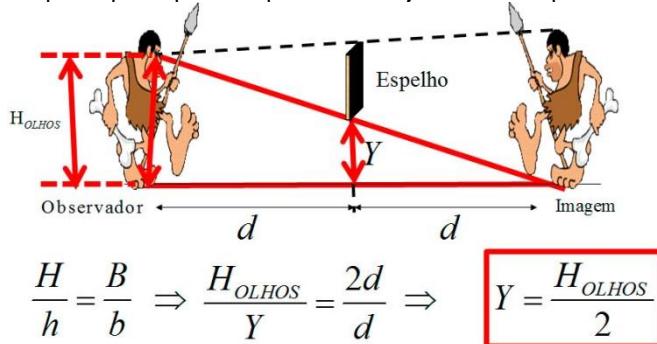
Chama-se campo de um espelho plano, para determinado observador, a região do espaço que pode ser contemplada por ele pela reflexão da luz no espelho.



A região destacada corresponde ao campo do espelho em relação ao observador O.

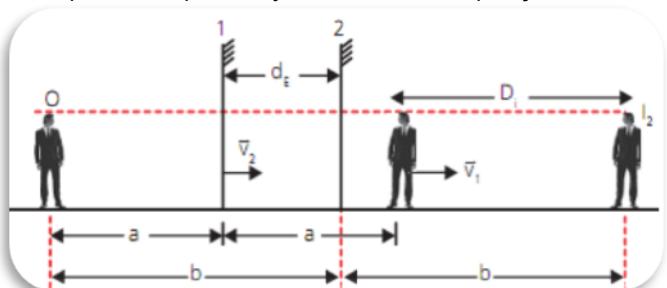
## Tamanho e altura mínimas de um espelho

Qual é o tamanho mínimo e a altura mínima de um espelho plano para que uma pessoa se veja nele de corpo inteiro?



## Translação de um espelho plano

Considere um observador **O** parado diante de um espelho plano colocado na posição 1. Imagine que em um intervalo de tempo  $\Delta t$ , o espelho seja deslocado até a posição 2.



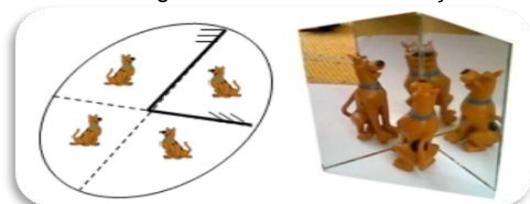
Se houver movimento relativo entre o observador ( $V_O$ ) e o espelho (movimento retilíneo e uniforme), a velocidade considerada para o espelho será a velocidade relativa, assim:

- $$V_i = 2 \cdot V_E$$
- onde;
- Se o espelho e observador se deslocarem no mesmo sentido:  $V_R = |V_E - V_O|$
  - Se o espelho e o observador se deslocarem em sentidos opostos:  $V_R = |V_E + V_O|$

## Associação de espelhos planos



circunferência com origem no vértice da associação.

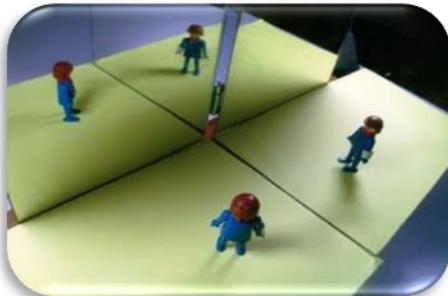


O número  $n$  de imagens formadas pela associação é determinado pela fórmula:

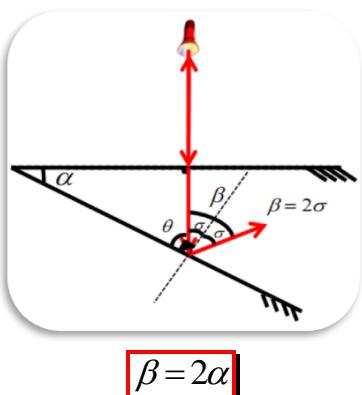
$$\frac{n}{o} = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

onde  $\alpha$  é o ângulo formado pelos espelhos.

**Obs.:** As imagens formadas por um número ímpar de reflexões são sempre enantiomorfas (invertidas lateralmente) em relação ao objeto.

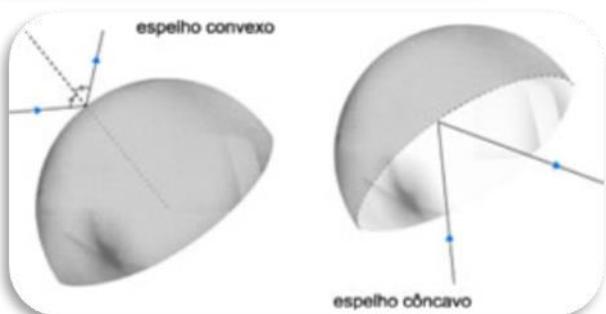


Rotação de um espelho plano



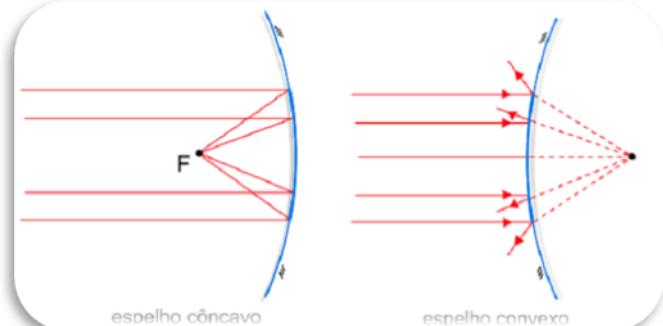
## Espelho Esférico

Denomina-se espelho esférico toda calota esférica em que uma de suas superfícies é refletora e a reflexão é regular.



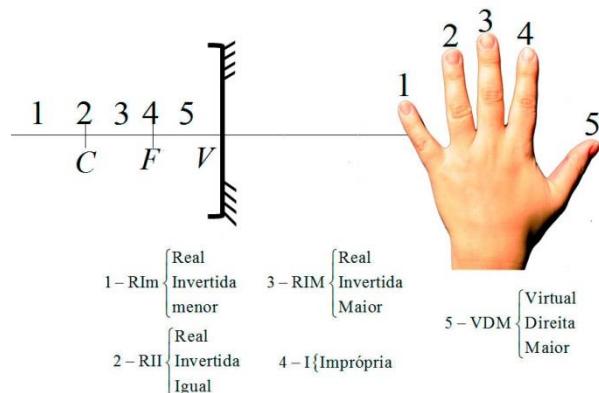
## Foco de um sistema óptico

O foco de um sistema óptico qualquer é um ponto que tem por conjugado um ponto situado no infinito (impróprio).

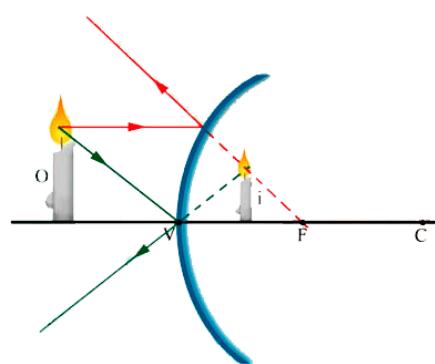


## Construção gráfica das imagens nos espelhos esféricos

### Espelho côncavo



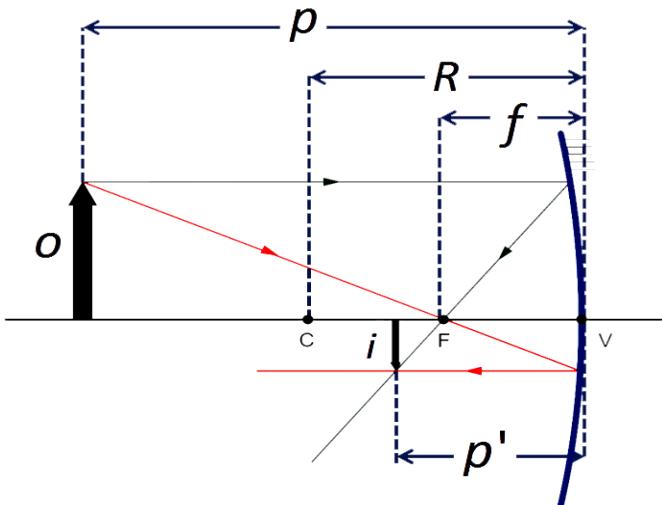
### Espelho convexo



Características da imagem

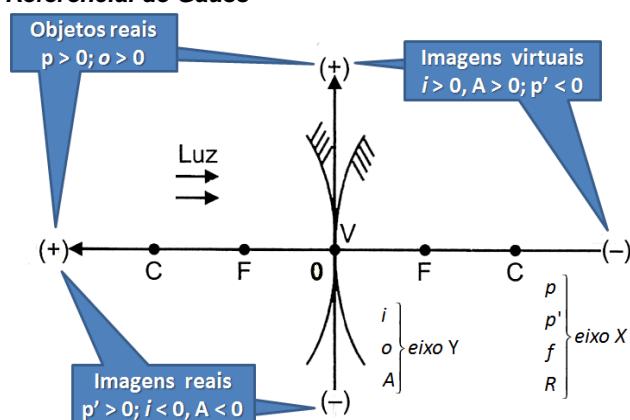
Quanto a posição: <i>direita</i>	Quanto a natureza: <i>virtual</i>
	Quanto ao tamanho: <i>menor</i>
	Quanto à natureza: <i>real</i>

Veremos agora o estudo analítico dos espelhos esféricos. Através de duas equações poder-se-á determinar, numericamente, as características das imagens.



- $o$  = Altura do objeto
- $i$  = Altura da imagem
- $p$  = distância do objeto ao vértice do espelho
- $p'$  = distância da imagem ao vértice do espelho
- $f$  = distância focal (distância do foco ao vértice)
- $R$  = raio de curvatura (distância do centro de curvatura ao vértice do espelho)
- $C$  = centro de curvatura
- $F$  = foco principal do espelho
- $V$  = vértice do espelho
- $A$  = aumento linear transversal

### Referencial de Gauss



(Válido para a luz da esquerda para direita)

### Equação de Gauss

$$f = \frac{R}{2}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$f = \frac{p \cdot p'}{p + p'}$$

### Equação do aumento linear

$$A = \frac{i}{o}$$

$$A = \frac{-p'}{p}$$

$$A = \frac{f}{f - p}$$

$$A = \frac{f - p'}{f}$$

### Regra de sinais

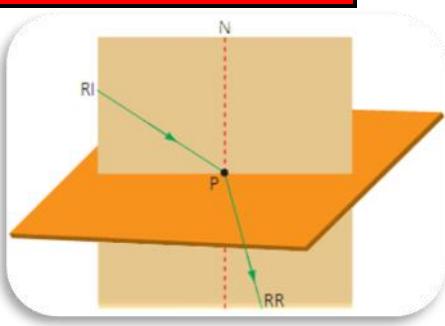
- $f > 0 \Rightarrow$  espelho esférico côncavo
- $f < 0 \Rightarrow$  espelho esférico convexo
- $p > 0 \Rightarrow$  objeto real
- $p < 0 \Rightarrow$  objeto virtual
- $p' > 0 \Rightarrow$  imagem real (invertida)
- $p' < 0 \Rightarrow$  imagem virtual (direita)
- $o > 0 \Rightarrow$  objeto acima do eixo principal
- $o < 0 \Rightarrow$  objeto abaixo do eixo principal
- $i > 0 \Rightarrow$  imagem acima do eixo principal
- $i < 0 \Rightarrow$  imagem abaixo do eixo principal
- $A > 0 \Rightarrow$  imagem direita (virtual)
- $A < 0 \Rightarrow$  imagem invertida (real)
- $|A| < 1 \Rightarrow$  imagem menor que o objeto
- $|A| = 1 \Rightarrow$  imagem igual ao objeto
- $|A| > 1 \Rightarrow$  imagem maior que o objeto

Espelho	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Côncavo} \Rightarrow f > 0 \\ \text{Convexo} \Rightarrow f < 0 \end{array} \right.$
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Côncava} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} f < 0 \\ R < 0 \end{array} \right. \\ \text{Convexa} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} f > 0 \\ R > 0 \end{array} \right. \\ \text{Plana} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} f \rightarrow \infty \\ \frac{1}{R} = 0 \end{array} \right. \end{array} \right.$
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Real} \left\{ \begin{array}{l} p' > 0 \\ A < 0 \text{ (invertida)} \end{array} \right. \\ \text{Projetável} \end{array} \right.$
Sinal Lente	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Virtual} \left\{ \begin{array}{l} p' < 0 \\ A > 0 \text{ (direita)} \end{array} \right. \\ \text{Não é projetada} \end{array} \right.$
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Tamanho} \left\{ \begin{array}{l} \text{Menor} \Rightarrow  A  < 1 \\ \text{Igual} \Rightarrow  A  = 1 \\ \text{Maior} \Rightarrow  A  > 1 \end{array} \right. \end{array} \right.$
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Real} \left\{ \begin{array}{l} p' > 0 \\ A < 0 \text{ (invertida)} \end{array} \right. \\ \text{Projetável} \end{array} \right.$
Imagem	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Virtual} \left\{ \begin{array}{l} p' < 0 \\ A > 0 \text{ (direita)} \end{array} \right. \\ \text{Não é projetada} \end{array} \right.$
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Tamanho} \left\{ \begin{array}{l} \text{Menor} \Rightarrow  A  < 1 \\ \text{Igual} \Rightarrow  A  = 1 \\ \text{Maior} \Rightarrow  A  > 1 \end{array} \right. \end{array} \right.$
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Real} \left\{ \begin{array}{l} p' > 0 \\ A < 0 \text{ (invertida)} \end{array} \right. \\ \text{Projetável} \end{array} \right.$

### 3. Leis da Refração

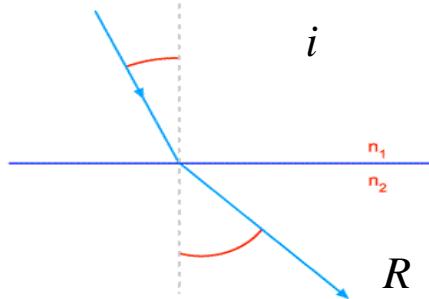
- 1ª Lei da Refração:

RI, RR e N são coplanares

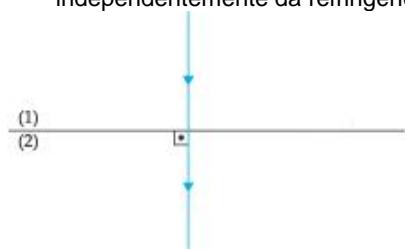


- 2ª Lei da Refração: "Lei de Snell – Descartes"

$$n_1 \cdot \operatorname{sen} i = n_2 \cdot \operatorname{sen} R$$

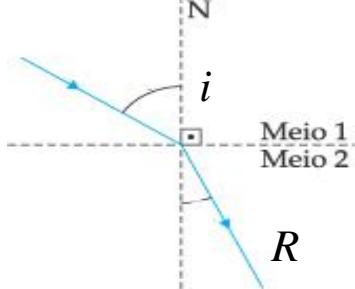


- Se ocorrer incidência normal ( $i = 0^\circ$ ) não haverá desvio, independentemente da refringência dos meios.



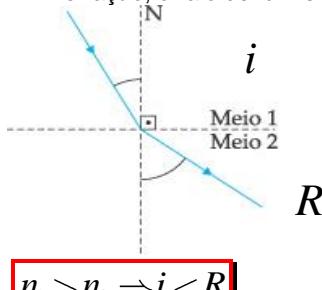
$$n_1 \neq n_2 \Rightarrow \text{Se } i = 0^\circ \Rightarrow R = 0^\circ$$

- Se o meio 2 é mais refringente que o meio 1, o raio de luz refratado se aproxima da normal.



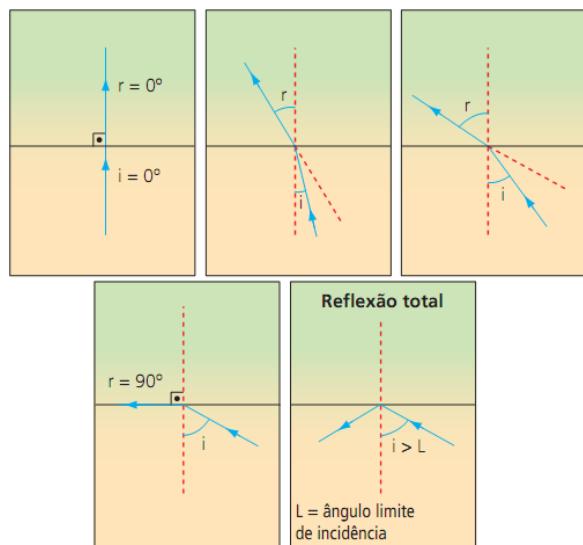
$$n_1 < n_2 \Rightarrow i > R$$

- Se o meio 2 é menos refringente que o meio 1, se ocorrer a refração, o raio de luz refratado se afasta da normal.



$$n_1 > n_2 \Rightarrow i < R$$

## 4. Ângulo Limite e Reflexão Total



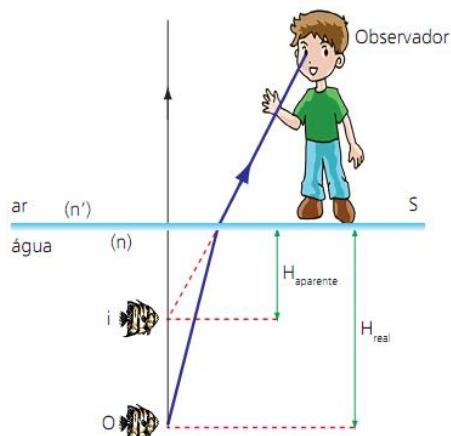
$$\operatorname{sen} L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$$

Sendo

**Para que ocorra reflexão total a luz:**

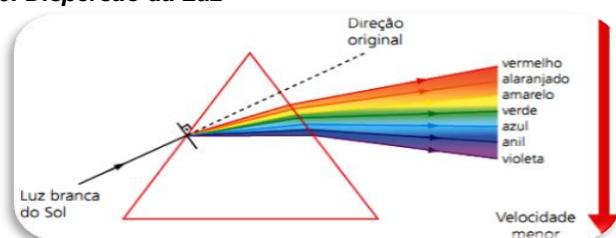
- deve estar se propagando do meio mais refringente para o meio menos refringente.
- deve incidir com um ângulo maior que ângulo limite.

## 5. Dioptria Plana



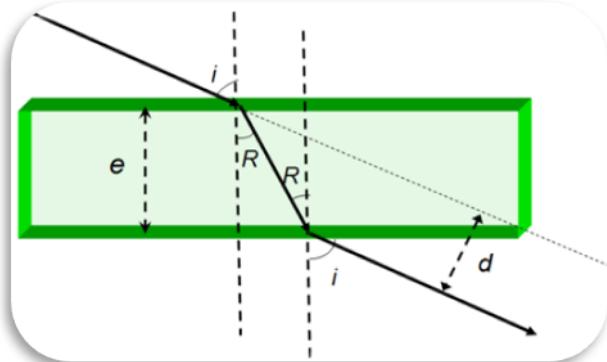
$$\frac{H_{\text{real}}}{H_{\text{aparente}}} = \frac{n_{\text{objeto}}}{n_{\text{observador}}}$$

## 6. Dispersão da Luz



Cor	Índice de refração
Vermelho	1,414
Alaranjada	1,520
Amarela	1,590
Verde	1,602
Azul	1,680
Anil	1,701
Violeta	1,732

## 7. Lâmina de Faces Paralelas

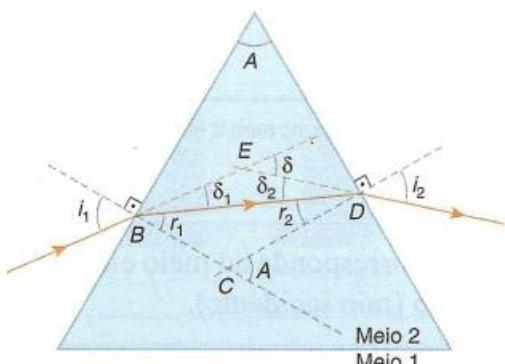


Temos que:

$$d = e \cdot \frac{\sin(i - R)}{\cos R}$$

## 8. Prismas

Definimos **prisma** como um conjunto de três meios homogêneos e transparentes separados por duas superfícies planas e não paralelas.



$$\delta = i_1 + i_2 - A$$

$$\delta_{\min} = 2i - A$$

## Vergência de uma lente

Tendo-se uma lente esférica, num dado meio, define-se **vergência** ( $V$ ) como sendo o inverso da sua distância focal.

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

$$dioptria = \frac{1}{metro} \Rightarrow 1 di = 1 m^{-1} = 1 \text{ "grau"}$$

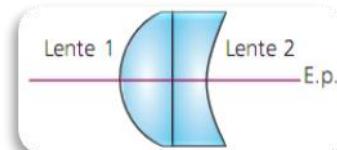
## Equação dos Fabricantes de Lentes (Equação de Halley)

Foi proposta por Edmond Halley<sup>1</sup> e mostra que a abscissa focal de uma lente ( $f$ ) pode ser calculada a partir dos índices de refração (do material que a constitui e do meio onde ela deverá estar imersa) e dos raios de curvatura de suas faces:

$$V = \left( \frac{n_{lente}}{n_{meio}} - 1 \right) \cdot \left( \frac{1}{R_{Face\ 1}} + \frac{1}{R_{Face\ 2}} \right)$$

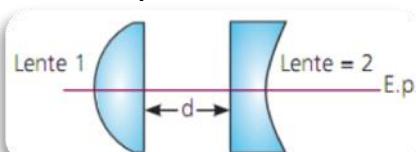
$$\begin{cases} Face \\ \text{Côncava} \Rightarrow \begin{cases} f < 0 \\ R < 0 \end{cases} \\ \text{Convexa} \Rightarrow \begin{cases} f > 0 \\ R > 0 \end{cases} \\ \text{Plana} \Rightarrow \begin{cases} f \rightarrow \infty \\ \frac{1}{R} = 0 \end{cases} \end{cases}$$

## Associação de lentes justapostas



$$V_R = V_1 + V_2$$

## Associação de lentes separadas:



$$V_R = V_1 + V_2 - V_1 \cdot V_2 \cdot d$$

## Observações:

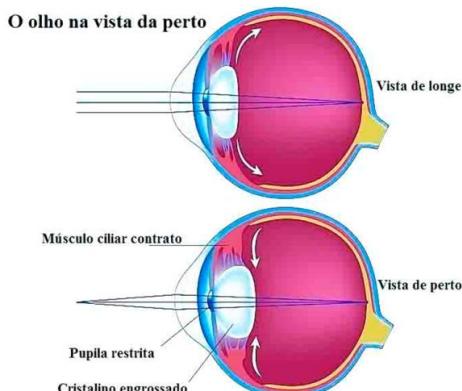
- Quando a soma algébrica de  $f_1$  e  $f_2$  for igual a  $d$  ( $f_1 + f_2 = d$ ) o sistema é **afocal**, isto é, a vergência da lente equivalente é igual a zero.
- Na associação de lentes delgadas justapostas, a lente equivalente se situa na mesma posição das lentes componentes, mas na associação de lentes separadas esta posição depende da distância que as separa e dos tipos das lentes componentes.

$$\begin{cases} Sistema \\ \text{Convergente} \Rightarrow V > 0 \\ \text{Divergente} \Rightarrow V < 0 \\ \text{Afocal} \Rightarrow V = 0 \end{cases}$$

<sup>1</sup> Edmond Halley (8 de Novembro de 1656, Haggerston, perto de Londres - 14 de Janeiro de 1742, Greenwich) foi um astrônomo e matemático britânico.

## 12. Óptica da Visão.

- Acomodação Visual:** Para que as imagens conjugadas pelo sistema óptico do globo ocular sejam nítidas, elas devem formar-se sobre a retina, cuja distância da imagem projetada no fundo do olho em relação ao cristalino é constante, em média 15 mm.

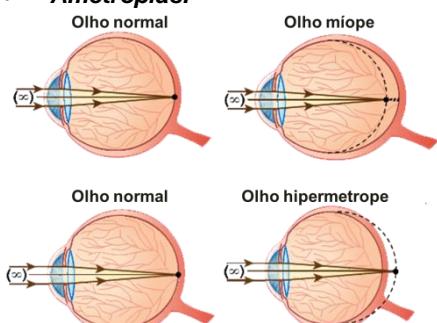


$$d_{\text{Remoto}} = \infty \text{ (infinito)}$$

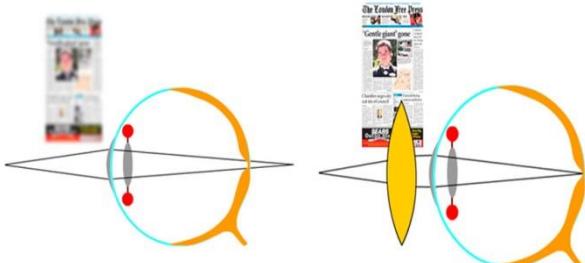
$$d_{\text{Próximo}} = 0,25 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{d_{\text{próximo}}} - \frac{1}{d_{\text{Remoto}}}$$

- Ametropias:**



- Hipermetropia:**



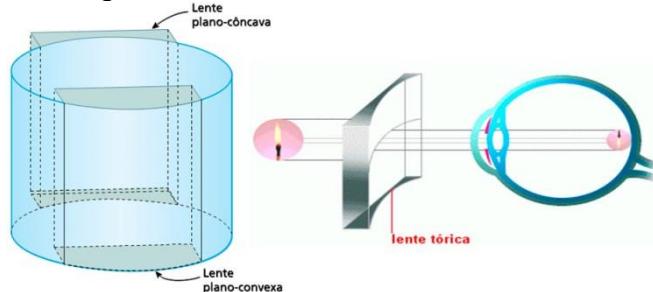
$$V = \frac{1}{d_N} - \frac{1}{d_H}$$

- Miopia:**



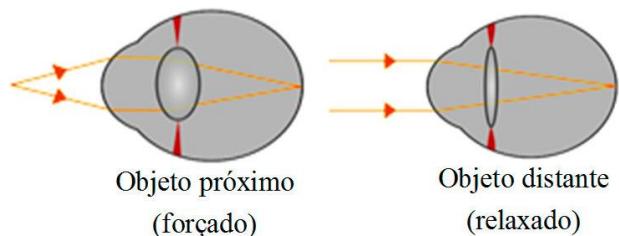
$$V = -\frac{1}{d_{\text{MÍOPE}}}$$

- Astigmatismo:**



A correção é feita com lentes cilíndricas (tóricas) negativas apenas no meridiano vertical ou cirurgicamente.

- Presbiopia (vista cansada):** é a perda da acomodação visual relacionada à idade conhecida também como "Vista Cansada". Acredita-se que a Presbiopia seja o resultado da redução da elasticidade do cristalino e/ou dos músculos ciliares. Consequência da presbiopia é a dificuldade de alterar o foco de uma distância para outra, por exemplo, os indivíduos que não precisam de óculos para enxergar à distância, geralmente notam uma dificuldade em ler materiais impressos.



## 13. Exercícios:

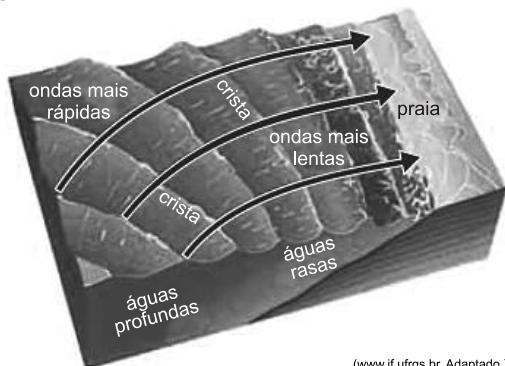
- Alfredo Moser, um mecânico mineiro, desenvolveu um sistema de iluminação baseado em garrafas pet de dois litros preenchidas com uma solução de água e cloro. Capaz de iluminar ambientes fechados durante o dia, a lâmpada de Moser já é usada em diversos países. Sua instalação exige que ela seja adaptada no teto de forma que metade do seu corpo fique para fora da casa e metade para dentro. A intenção é que a luz do sol incida na parte da garrafa que fica acima do telhado e seja desviada pelo líquido dentro da garrafa para o interior da residência. Uma ideia simples e eficiente que está baseada na propriedade da luz conhecida como
  - indução.
  - reverberação.
  - interferência.
  - condução elétrica.
  - refração.

02. É comum aos fotógrafos tirar fotos coloridas em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes, que contêm uma forte composição de luz verde. A consequência desse fato na fotografia é que todos os objetos claros, principalmente os brancos, aparecerão esverdeados. Para equilibrar as cores, deve-se usar um filtro adequado para diminuir a intensidade da luz verde que chega aos sensores da câmera fotográfica. Na escolha desse filtro, utiliza-se o conhecimento da composição das cores-luz primárias: vermelho, verde e azul; e das cores-luz secundárias: amarelo = vermelho + verde, ciano = verde + azul e magenta = vermelho + azul.
- Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt>. Acesso em 20 maio 2014 (adaptado).

Na situação descrita, qual deve ser o filtro utilizado para que a fotografia apresente as cores naturais dos objetos?

- a) Ciano.
- b) Verde.
- c) Amarelo.
- d) Magenta.
- e) Vermelho.

03. A figura representa ondas chegando a uma praia. Observa-se que, à medida que se aproximam da areia, as cristas vão mudando de direção, tendendo a ficar paralelas à orla. Isso ocorre devido ao fato de que a parte da onda que atinge a região mais rasa do mar tem sua velocidade de propagação diminuída, enquanto a parte que se propaga na região mais profunda permanece com a mesma velocidade até alcançar a região mais rasa, alinhando-se com a primeira parte.



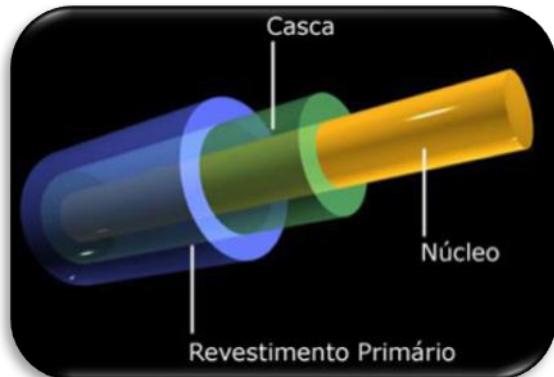
(www.if.ufrgs.br, Adaptado.)

O que foi descrito no texto e na figura caracteriza um fenômeno ondulatório chamado

- a) reflexão.
- b) difração.
- c) refração.
- d) interferência.
- e) polarização.

Texto para as questões 04 e 05

Com a explosiva evolução das comunicações, motivadas pela necessidade de aumento de capacidade de tráfego de voz, vídeo e dados de alta velocidade, constantemente nos deparamos com novos conceitos em tecnologias em termo de meios de transporte das informações. É nessa ideia que surge a fibra ótica, que garante nível elevado de fiabilidade em nível de transmissão de sinais e dados, voz e vídeo.



Cabos de fibra óptica estão substituindo fios de cobre para aumentar a velocidade de transmissão de informação digital. Estes cabos são feixes de “fios de vidro” extremamente puros que foram revestidas em duas camadas de plástico reflexivo. Uma fonte de luz é ligada e desligada rapidamente a uma extremidade do cabo de transmissão de dados digitais.

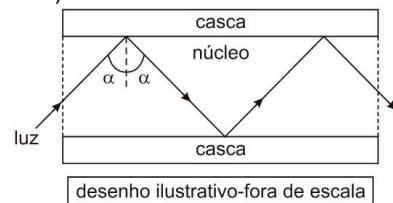
04. Antes do seu emprego nas comunicações, as fibras óticas já vinham sendo usadas para a iluminação e inspeção das cavidades do corpo humano, o que possibilitou o desenvolvimento de técnicas diagnósticas como a endoscopia. O fenômeno físico que permite guiar a luz, através de um feixe de fibras flexíveis, por um caminho curvo é a reflexão interna total. Para que esse fenômeno ocorra,

- I. a luz deve incidir a partir de um meio de índice de refração mais alto sobre a interface com um meio de índice de refração mais baixo.
- II. o ângulo de incidência da luz sobre a interface de separação entre dois meios deve ser tal que o ângulo de refração seja de, no mínimo,  $90^\circ$ .
- III. a interface de separação entre os meios interno e externo deve ser revestida com um filme refletor.

Está(ão) correta(s)

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

05. Uma fibra óptica é um filamento flexível, transparente e cilíndrico, que possui uma estrutura simples composta por um núcleo de vidro, por onde a luz se propaga, e uma casca de vidro, ambos com índices de refração diferentes. Um feixe de luz monocromático, que se propaga no interior do núcleo, sofre reflexão total na superfície de separação entre o núcleo e a casca segundo um ângulo de incidência  $\alpha$ , conforme representado no desenho abaixo (corte longitudinal da fibra).



(corte longitudinal da fibra)

Com relação à reflexão total mencionada acima, são feitas as afirmativas abaixo.

- I. O feixe luminoso propaga-se do meio menos refringente para o meio mais refringente.
- II. Para que ela ocorra, o ângulo de incidência  $\alpha$  deve ser inferior ao ângulo limite da superfície de separação entre o núcleo e a casca.
- III. O ângulo limite da superfície de separação entre o núcleo e a casca depende do índice de refração do núcleo e da casca.
- IV. O feixe luminoso não sofre refração na superfície de separação entre o núcleo e a casca.

Dentre as afirmativas acima, as únicas corretas são:

- a) I e II
- b) III e IV
- c) II e III
- d) I e IV
- e) I e III

06. A cada mês surgem no Brasil sete mil novos negócios na área de beleza, segundo levantamento do Sebrae. Em fevereiro de 2012, havia quase 185 mil salões. Em fevereiro desse ano, o número saltou para 265 mil, um crescimento de 43%.

<http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2013/07/sete-mil-novos-saloes-de-beleza-sao-abertos-cada-mes-no-brasil.html>  
Acesso em 09/06/2015

Um salão de beleza projeta instalar um espelho que aumenta 1,5 vezes o tamanho de uma pessoa posicionada em frente a ele. Para o aumento ser possível e a imagem se apresentar direita (direta), a pessoa deve se posicionar, em relação ao espelho,

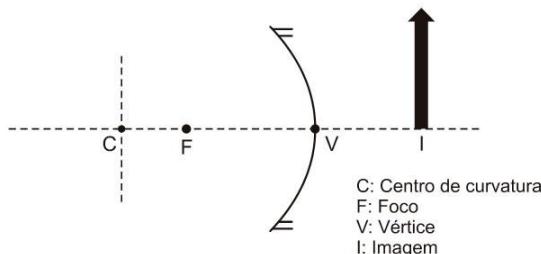
- a) antes do centro de curvatura.
- b) no centro de curvatura.
- c) entre o centro de curvatura e o foco.
- d) no foco.
- e) entre o foco e o vértice do espelho.

07. A carreira em Odontologia

O profissional formado em Odontologia é responsável pela saúde bucal das pessoas. Ele atua na prevenção, diagnóstico e tratamento de problemas relacionados à mordida, gengiva e dentes.

O dentista realiza tratamentos estéticos e também intervenções relacionadas à saúde bucal. Ele está apto a identificar doenças através de exames clínicos, radiográficos e laboratoriais e, a partir do diagnóstico, propor o tratamento mais adequado e receitar medicamentos.

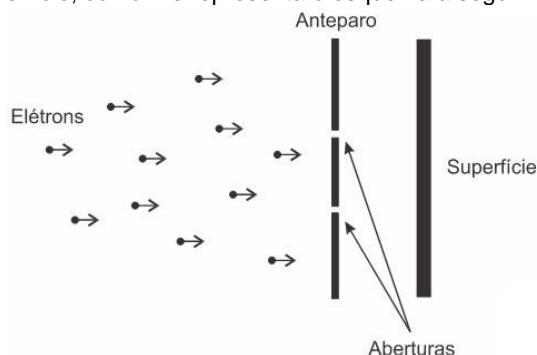
Espelhos esféricos côncavos são comumente utilizados por dentistas porque, dependendo da posição relativa entre objeto e imagem, eles permitem visualizar detalhes precisos dos dentes do paciente. Na figura abaixo, pode-se observar esquematicamente a imagem formada por um espelho côncavo. Fazendo uso de raios notáveis, podemos dizer que a flecha que representa o objeto



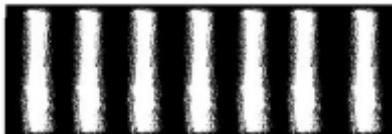
- a) se encontra entre F e V e aponta na direção da imagem.
- b) se encontra entre F e C e aponta na direção da imagem.

- c) se encontra entre F e V e aponta na direção oposta à imagem.
- d) se encontra entre F e C e aponta na direção oposta à imagem.
- e) se encontra sobre F e aponta na direção oposta à imagem.

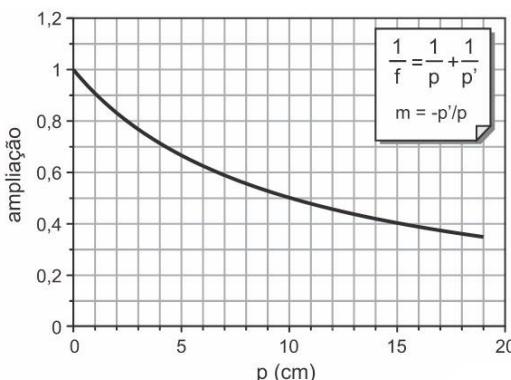
08. Um feixe de elétrons incide sobre uma superfície, demarcando os lugares onde a atinge. Todavia, há um anteparo com duas aberturas entre a fonte emissora de elétrons e a superfície, conforme representa o esquema a seguir.



Atualmente, sabe-se que a radiação tem um comportamento dual, ou seja, ora se assemelha a partículas, ora a ondas. Considerando que o diâmetro das aberturas é muito menor do que o comprimento de onda radiação incidente, que tipo de resultado será demarcado na superfície, levando em conta o comportamento ondulatório do feixe de elétrons?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)


09. A equação de Gauss relaciona a distância focal ( $f$ ) de uma lente esférica delgada com as distâncias do objeto ( $p$ ) e da imagem ( $p'$ ) ao vértice da lente. O gráfico dado mostra a ampliação ( $m$ ) da imagem em função da distância do objeto para uma determinada lente delgada.



Se o objeto estiver a 6 cm da lente, a que distância a imagem se formará da lente e quais as suas características?

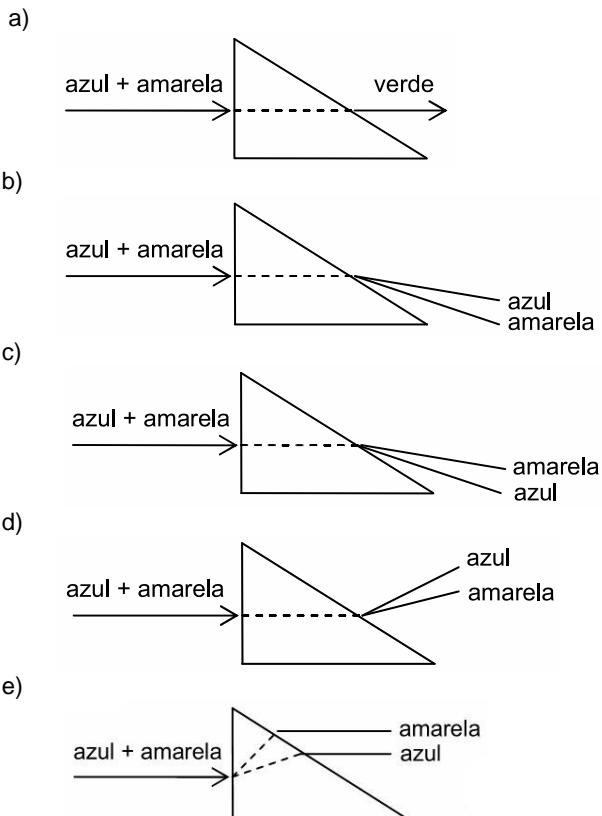
- Será formada a 3,75 cm da lente uma imagem virtual, direita e menor.
  - Será formada a 30 cm da lente uma imagem real, direita e menor.
  - Será formada a 30 cm da lente uma imagem virtual, invertida e menor.
  - Será formada a 3,75 cm da lente uma imagem real, direita e maior.
  - Será formada a 3,75 cm da lente uma imagem virtual, invertida e menor.
10. Um feixe de luz composto pelas cores azul e amarela incide perpendicularmente a uma das faces de um prisma de vidro. A figura que melhor pode representar o fenômeno da luz atravessando o prisma é

Dados:

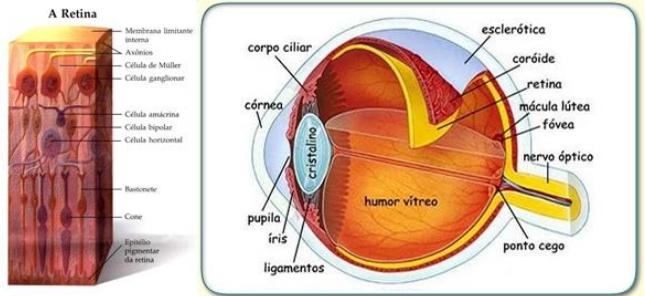
índice de refração da luz amarela no vidro do prisma = 1,515;

índice de refração da luz azul no vidro do prisma = 1,528;

índice de refração da luz de qualquer frequência no ar = 1.



11. Sobre o olho humano, considere as seguintes afirmações:



- A parte do olho denominada cristalino tem comportamento semelhante ao de uma lente convergente.
- No olho míope, as imagens de objetos muito distantes se formam antes da retina.
- A correção da hipermetropia é feita com lentes divergentes.

Está correto apenas o que se afirma em:

- I e II.
- II.
- III.
- I e III.
- I.

12. Considere as seguintes afirmativas.

- Os meios transparentes são meios em que a luz os percorre em trajetórias bem definidas, ou seja, a luz passa por esses meios regularmente.
- Nos meios translúcidos, a luz não se propaga. Esses meios absorvem e refletem essa luz, e a luz absorvida é transformada em outras formas de energia.
- Nos meios opacos, a luz não passa por eles com tanta facilidade como nos meios transparentes: sua trajetória não é regular.

É(são) verdadeira(s):

- apenas I.
- apenas II.
- apenas III.
- I e III.
- II e III.

13. As lentes fotocromáticas escurecem quando expostas à luz solar por causa de reações químicas reversíveis entre uma espécie incolor e outra colorida. Diversas reações podem ser utilizadas, e a escolha do melhor reagente para esse fim se baseia em três principais aspectos: (i) o quanto escurece a lente; (ii) o tempo de escurecimento quando exposta à luz solar; e (iii) o tempo de esmaecimento em ambiente sem forte luz solar. A transmitância indica a razão entre a quantidade de luz que atravessa o meio e a quantidade de luz que incide sobre ele.

Durante um teste de controle para o desenvolvimento de novas lentes fotocromáticas, foram analisadas cinco amostras, que utilizam reagentes químicos diferentes. No quadro, são apresentados os resultados.

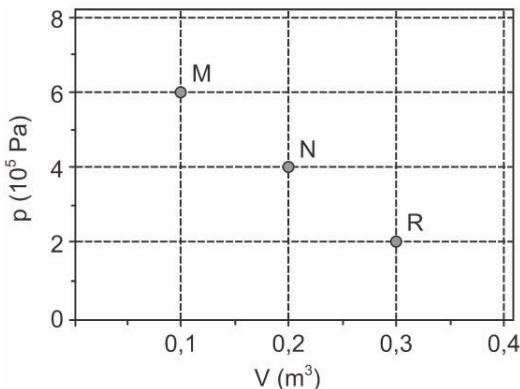
Amostra	Tempo de escurecimento (s)	Tempo de esmaecimento (s)	Transmitância média da lente quando exposta à luz solar (%)
1	20	50	80
2	40	30	90
3	20	30	50
4	50	50	50
5	40	20	95





Considerando os três aspectos, qual é a melhor amostra de lente fotocromática para se utilizar em óculos?

- a) 1
  - b) 2
  - c) 3
  - d) 4
  - e) 5
14. O ângulo entre dois espelhos planos é de  $20^\circ$ . Um objeto de dimensões desprezíveis é colocado em uma posição tal que obterá várias imagens formadas pelo conjunto de espelhos. Das imagens observadas, assinale na opção abaixo, quantas serão enantiomorfas.
- a) 8
  - b) 9
  - c) 10
  - d) 17
  - e) 18
15. Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, consequentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível.
- Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?
- a) Mudou de sentido.
  - b) Sofreu reflexão total.
  - c) Atingiu o valor do ângulo limite.
  - d) Direcionou-se para a superfície de separação.
  - e) Aproximou-se da normal à superfície de separação.
16. A figura abaixo apresenta um diagrama Pressão × Volume. Nele, os pontos M, N e R representam três estados de uma mesma amostra de gás ideal.



Assinale a alternativa que indica corretamente a relação entre as temperaturas absolutas  $T_M$ ,  $T_N$  e  $T_R$  dos respectivos estados M, N e R.

- a)  $T_R < T_M > T_N$ .
- b)  $T_R > T_M > T_N$ .
- c)  $T_R = T_M > T_N$ .
- d)  $T_R < T_M < T_N$ .
- e)  $T_R = T_M < T_N$ .

17. Um mergulhador precisa encher seu tanque de mergulho, cuja capacidade é de  $1,42 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ , a uma pressão de 140 atm e sob temperatura constante. O volume de ar, em  $\text{m}^3$ , necessário para essa operação, à pressão atmosférica de 1 atm, é aproximadamente igual a:

- a)  $\frac{1}{4}$
- b)  $\frac{1}{2}$
- c) 2
- d) 4
- e) 8

18. A água de uma piscina tem 2,0 m de profundidade e superfície com  $50 \text{ m}^2$  de área. Se a intensidade da radiação solar absorvida pela água dessa piscina for igual a  $800 \text{ W/m}^2$  o tempo, em horas, para a temperatura da água subir de  $20^\circ\text{C}$  para  $22^\circ\text{C}$ , por efeito dessa radiação, será, aproximadamente, igual a

Dados:

$$\text{densidade da água} = 1 \text{ g/cm}^3;$$

$$\text{calor específico da água} = 1 \text{ cal/g°C};$$

$$1 \text{ cal} = 4 \text{ J}.$$

- a) 0,8
- b) 5,6
- c) 1,6
- d) 11
- e) 2,8

19. Um dos materiais que a artista Gilda Prieto utiliza em suas esculturas é o bronze. Esse material apresenta calor específico igual a  $0,09 \text{ cal/g°C}$ , ou seja, necessita-se de 0,09 caloria para se elevar em 1 grau Celsius a temperatura de 1 grama de bronze.



Vênus, Gilda Prieto

Foto: Roberto G. Crivellé

Se a escultura apresentada tem uma massa de bronze igual a 300 g, para que essa massa aumente sua temperatura em  $2^\circ\text{C}$ , deve absorver uma quantidade de calor, em calorias, igual a

- a) 6
- b) 18
- c) 27
- d) 36
- e) 54





## 20. A energia contida nos alimentos

Para determinar o valor energético de um alimento, podemos queimar certa quantidade desse produto e, com o calor liberado, aquecer determinada massa de água. Em seguida, mede-se a variação de temperatura sofrida pela água depois que todo o produto foi queimado, e determina-se a quantidade de energia liberada na queima do alimento. Essa é a energia que tal alimento nos fornece se for ingerido.

No rótulo de um pacote de castanha de caju, está impressa a tabela a seguir, com informações nutricionais sobre o produto.

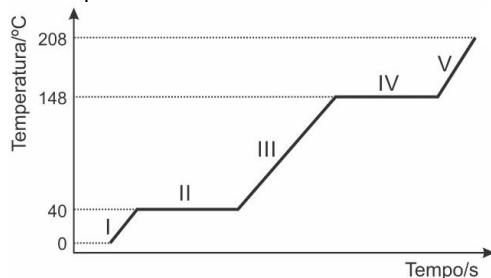
INFORMAÇÃO NUTRICIONAL	
Porção 15 g	
Quantidade por porção	
Valor energético	90 kcal
Carboidratos	4,2 g
Proteínas	3 g
Gorduras totais	7,3 g
Gorduras saturadas	1,5 g
Gordura trans	0 g
Fibra alimentar	1 g
Sódio	45 g

[www.brcaju.com.br](http://www.brcaju.com.br)

Considere que 150 g de castanha tenham sido queimados e que determinada massa  $m$  de água, submetida à chama dessa combustão, tenha sido aquecida de  $15^{\circ}\text{C}$  para  $87^{\circ}\text{C}$ . Sabendo que o calor específico da água líquida é igual a  $1 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$  e que apenas 60% da energia liberada na combustão tenha efetivamente sido utilizada para aquecer a água, é correto afirmar que a massa  $m$ , em gramas, de água aquecida era igual a

- a) 10.000
- b) 5000
- c) 12500
- d) 7500
- e) 2500

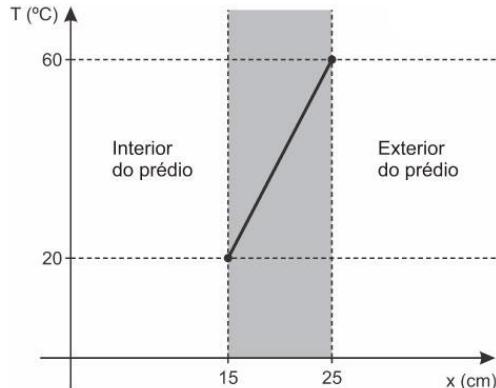
21. A mudança do estado físico de determinada substância pode ser avaliada em função da variação da temperatura em relação ao tempo, conforme o gráfico a seguir. Considere que a  $0^{\circ}\text{C}$  o composto encontra-se no estado sólido.



No gráfico, encontra-se a substância no estado líquido nos pontos

- a) I, II e IV
- b) III, IV e V
- c) II, III e IV
- d) I, III e V
- e) I, IV e V

22. Em 2009, foi construído na Bolívia um hotel com a seguinte peculiaridade: todas as suas paredes são formadas por blocos de sal cristalino. Uma das características físicas desse material é sua condutividade térmica relativamente baixa, igual a  $6\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$ . A figura a seguir mostra como a temperatura varia através da parede do prédio.



Qual é o valor, em  $\text{W/m}^2$ , do módulo do fluxo de calor por unidade de área que atravessa a parede?

- a) 125
- b) 800
- c) 1200
- d) 2400
- e) 3000

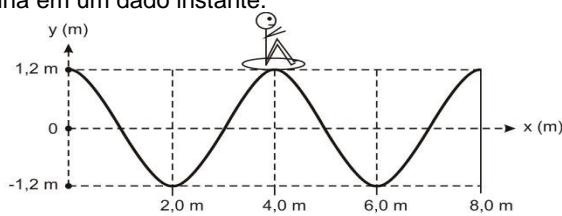
23. Um dos métodos de obtenção de sal consiste em armazenar água do mar em grandes tanques abertos, de modo que a exposição ao sol promova a evaporação da água e o resíduo restante contendo sal possa ser, finalmente, processado. A respeito do processo de evaporação da água, analise as afirmações a seguir.

- I. A água do tanque evapora porque sua temperatura alcança  $100^{\circ}\text{C}$ .
- II. Ao absorver radiação solar, a energia cinética de algumas moléculas de água aumenta, e parte delas escapa para a atmosfera.
- III. Durante o processo, linhas de convecção se formam no tanque, garantindo a continuidade do processo até que toda a água seja evaporada.

Está(ão) correta(s)

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

24. Uma das atrações mais frequentadas de um parque aquático é a “piscina de ondas”. O desenho abaixo representa o perfil de uma onda que se propaga na superfície da água da piscina em um dado instante.



desenho ilustrativo-fora de escala





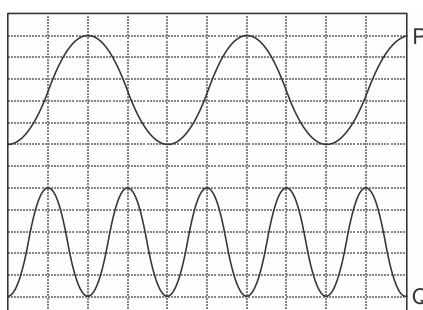
Um rapaz observa, de fora da piscina, o movimento de seu amigo, que se encontra em uma boia sobre a água e nota que, durante a passagem da onda, a boia oscila para cima e para baixo e que, a cada 8 segundos, o amigo está sempre na posição mais elevada da onda.

O motor que impulsiona as águas da piscina gera ondas periódicas. Com base nessas informações, e desconsiderando as forças dissipativas na piscina de ondas, é possível concluir que a onda se propaga com uma velocidade de

- a) 0,15 m/s
- b) 0,30 m/s
- c) 0,40 m/s
- d) 0,50 m/s
- e) 0,60 m/s

25. Na figura abaixo, estão representadas duas ondas transversais P e Q, em um dado instante de tempo.

Considere que as velocidades de propagação das ondas são iguais.



Sobre essa representação das ondas P e Q, são feitas as seguintes afirmações.

- I. A onda P tem o dobro da amplitude da onda Q.
- II. A onda P tem o dobro do comprimento de onda da onda Q.
- III. A onda P tem o dobro de frequência da onda Q.

Quais estão corretas?

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

26. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A luz é uma onda eletromagnética formada por campos elétricos e magnéticos que variam no tempo e no espaço e que, no vácuo, são \_\_\_\_\_ entre si. Em um feixe de luz polarizada, a direção da polarização é definida como a direção \_\_\_\_\_ da onda.

- a) paralelos - do campo elétrico
- b) paralelos - do campo magnético
- c) perpendiculares - de propagação
- d) perpendiculares - do campo elétrico
- e) perpendiculares - do campo magnético

27. Sobre ondas sonoras, considere as seguintes informações:

- I. Decibel (dB) é a unidade usada para medir a característica do som que é a sua altura.
- II. A frequência da onda ultrassônica é mais elevada do que a da onda sonora.
- III. Eco e reverberação são fenômenos relacionados à reflexão da onda sonora.

Está correto apenas o que se afirma em:

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

28. Dois engenheiros chegam à entrada de uma mina de extração de sal que se encontra em grande atividade. Um deles está portando um decibelímetro e verifica que a intensidade sonora é de 115 decibéis. Considerando as qualidades fisiológicas do som, qual é a definição de intensidade sonora?
- a) Velocidade da onda por unidade de área.
  - b) Frequência da onda por unidade de tempo.
  - c) Potência por unidade de área da frente de onda.
  - d) Amplitude por unidade de área da frente de onda.
  - e) Energia por unidade de tempo.

29. Nossos sentidos percebem de forma distinta características das ondas sonoras, como: frequência, timbre e amplitude. Observações em laboratório, com auxílio de um gerador de áudio, permitem verificar o comportamento dessas características em tela de vídeo e confrontá-las com nossa percepção. Após atenta observação, é correto concluir que as características que determinam a altura do som e a sua intensidade são, respectivamente,
- a) frequência e timbre.
  - b) frequência e amplitude.
  - c) amplitude e frequência.
  - d) amplitude e timbre.
  - e) timbre e amplitude.

30. Pedrinho estava com muita sede e encheu um copo com água bem gelada. Antes de beber observou que o copo ficou todo “suado” por fora, ou seja, cheio de pequenas gotículas de água na superfície externa do copo. É CORRETO afirmar que tal fenômeno é explicado:
- a) pela sublimação da água existente no copo.
  - b) pela porosidade do copo que permitiu que parte da água gelada passasse para o lado de fora do copo.
  - c) pela vaporização da água do copo para fora do copo.
  - d) pelas correntes de convecção formada em função do aquecimento da água gelada pelo meio ambiente.
  - e) pela condensação dos vapores de água da atmosfera em contato com o copo gelado.

Questão	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Resposta	E	D	C	C	B	E	A	A	A	C
Questão	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Resposta	A	A	C	B	E	E	C	B	E	D
Questão	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Resposta	C	D	B	D	B	D	E	C	B	E

