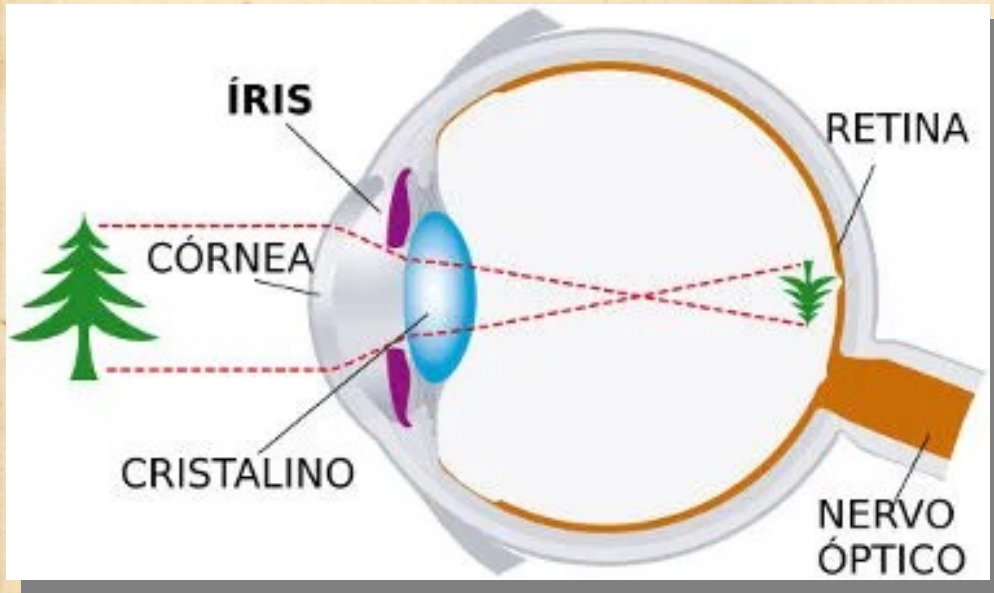


Imagens

Física IV. Ondas

O Sistema visual e a formação de imagens



Processamento Cognitivo

O cérebro identifica arestas, texturas e formas, projetando a localização do objeto na direção de onde os raios parecem vir, independentemente de terem sido refletidos ou refratados no caminho

Imagem real e virtual



A imagem é uma representação visual. A percepção da distância e posição pode ser alterada por espelhos e lentes, criando discrepâncias entre o mundo real e o percebido

Imagem Real

- Formada pela interseção direta dos próprios raios luminosos.
- **Pode** ser projetada em uma superfície (ex: tela de cinema, retina ou papel).
- Sua existência física independe da presença de um observador.

Imagem Virtual

- Formada pelo prolongamento dos raios luminosos.
- O cérebro “percebe” o objeto em um local onde ele não existe fisicamente (ex: atrás de um espelho plano).
- **Não pode** ser projetada em uma tela.

Miragem: Uma ilusão de refração

O Fenômeno: A “poça d’água” no asfalto quente é uma **imagem virtual do céu**.

Gradiente de temperatura: O asfalto aquece as camadas de ar inferiores.

- Ar quente (perto do solo): Menor ρ → Menor índice de refração → Maior velocidade da luz.
- Ar frio (camadas superiores): Maior índice de refração, n .

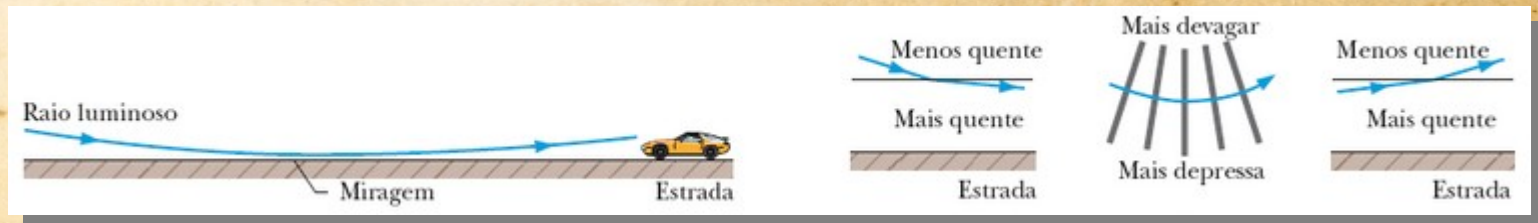
Mecanismo de Curvatura

- A frente de onda propaga-se mais rápido na parte inferior (ar quente).
- O raio sofre refração contínua, curvando-se para **cima** antes de tocar o solo.

Percepção Cerebral: O sistema visual humano assume que a luz viajou em linha reta. Ao prolongar o raio curvo para baixo, o cérebro projeta a imagem do céu azul no chão.

Aspecto trêmulo: Causado pela turbulência do ar aquecido (convecção).

Desaparecimento: A aproximação altera o ângulo dos raios, impedindo que a luz refratada atinja o observador.



Imagens e Espelhos planos

Imagem é o ponto onde os raios de luz (ou seus prolongamentos) se cruzam após refletirem ou refratarem.

Objeto Real vs. Imagem Virtual: No espelho plano, a imagem é sempre virtual, direta (não invertida) e possui o mesmo tamanho do objeto.

Equação do Espelho Plano:

$$i = -p$$

- p : distância do objeto ao espelho (positiva).
- i : distância da imagem ao espelho (negativa para virtual).

Inversão Lateral: O espelho não inverte “cima-baixo”, mas sim a profundidade (“frente-trás”).

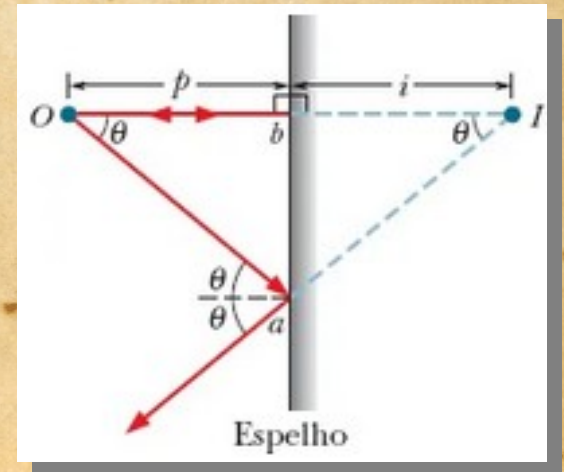
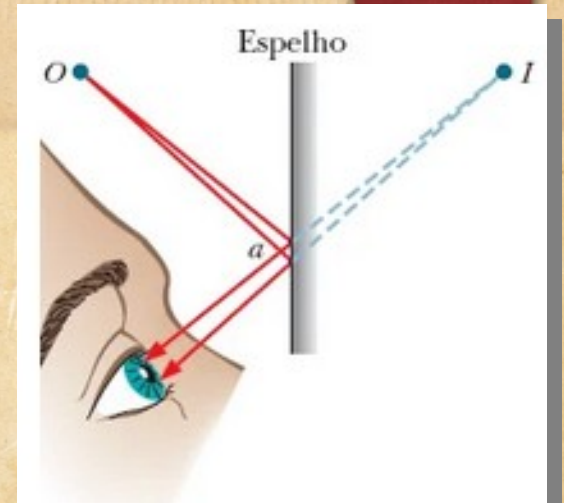
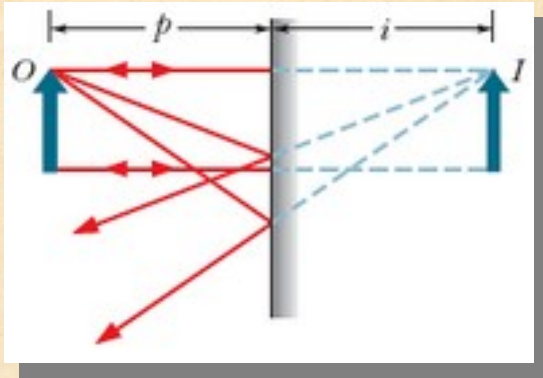


Diagrama de Raios

Imagens e Espelhos planos



Traçado de Raios: Para determinar a posição e as características de um objeto extenso, aplicamos a geometria ponto a ponto.

Procedimento:

- Identificar as extremidades do objeto (topo e base).
- Traçar raios incidentes a partir desses pontos em direção à superfície refletora.

Prolongamento virtual:

- Os raios refletidos divergem da superfície.
- Prolongar esses raios para “trás” do espelho (região virtual).

Ponto de Interseção:

- O local onde os prolongamentos se cruzam define a posição da imagem virtual.

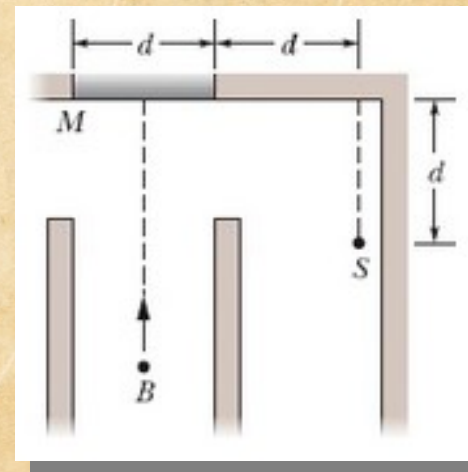
Resultado final: No espelho plano, a imagem resultante possui a mesma orientação (direta) e a mesma altura que o objeto original.

Problema: Espelho

- Determine a altura mínima de um espelho plano vertical no qual uma pessoa de 178 cm de altura vê sua imagem completa.

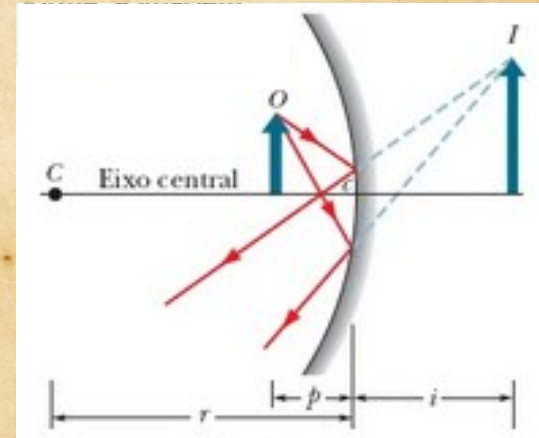
Problema: Corredor com espelho

- Em uma missão de espionagem na base da Hydra, o Homem-Aranha (B) avança por um corredor em direção a um painel espelhado M . O vilão Rei do Crime (S) está posicionado em uma sala adjacente monitorando o corredor. Considerando as dimensões da figura e $d = 3,0$ m, determine a distância entre o herói e o espelho no instante em que o vilão consegue ver o reflexo do herói através do espelho.



Espelhos esféricos: Espelho Côncavo

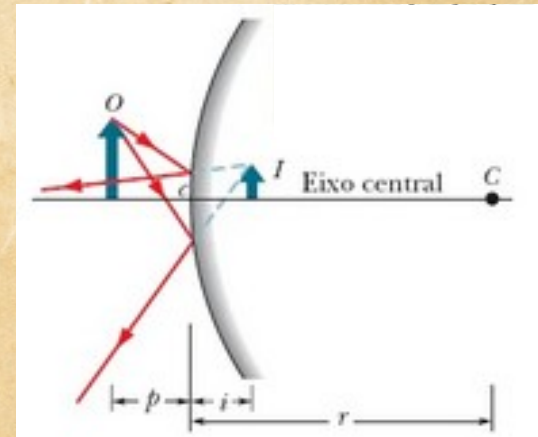
- O centro de curvatura C é localizado a uma distância finita à frente do espelho (diferente do espelho plano, onde está no infinito)
- O Eixo central é a linha reta imaginária que passa pelo C e pelo Vértice do espelho.
- O campo de visão (a extensão da cena vista pelo observador) diminui em relação ao espelho plano.
- A distância da imagem aumenta em relação ao espelho plano.
- O tamanho da imagem aumenta em relação ao espelho plano.



Os espelhos côncavos ideais para maquiagem e barbear, pois revelam mais detalhes

Espelhos esféricos: Espelho Convexo

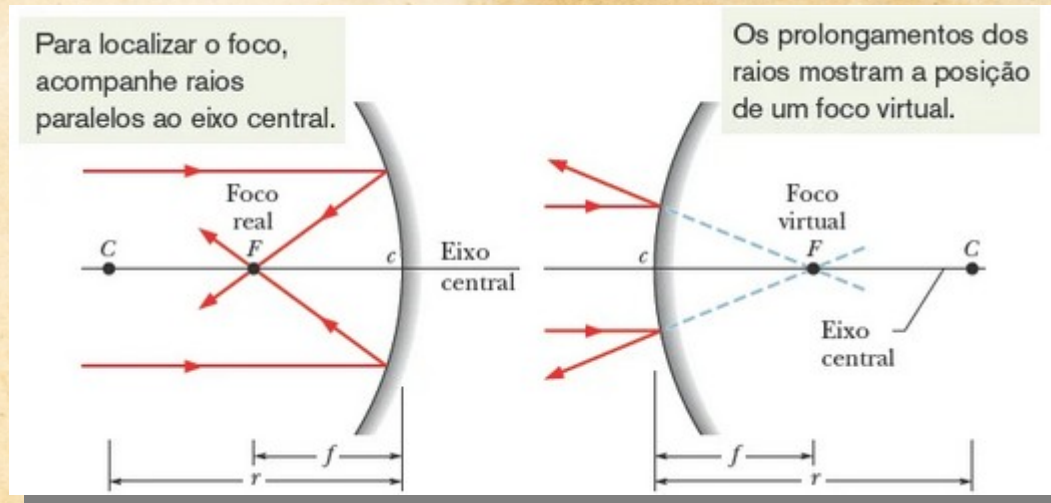
- O centro de curvatura está atrás do espelho.
- O campo de visão aumenta em relação ao espelho plano.
- A distância da imagem diminui em relação ao espelho plano.
- O tamanho da imagem diminui em relação ao espelho plano.



Quase todos os espelhos usados nas lojas para observar o movimento dos fregueses são convexos.

Pontos focais dos espelhos esféricos

- Ponto focal é o ponto onde raios incidentes paralelos ao eixo central convergem (espelho côncavo) ou de onde parecem divergir (espelho convexo) após a reflexão.
- Situa-se no ponto médio entre o centro de curvatura C e o centro do espelho V .
- Distância focal f é a distância entre o espelho e o ponto focal $f = \frac{R}{2}$



Imagens produzidos por espelhos esféricos

Objeto entre o Foco e o Espelho ($p < f$):

- **Natureza:** Virtual (atrás do espelho).
- **Orientação:** Direta (mesma orientação do objeto).
- **Tamanho:** Ampliada.

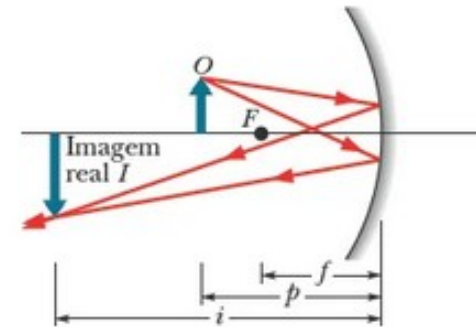
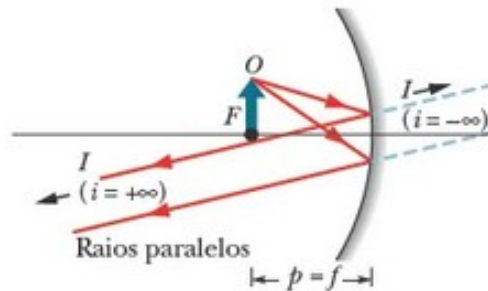
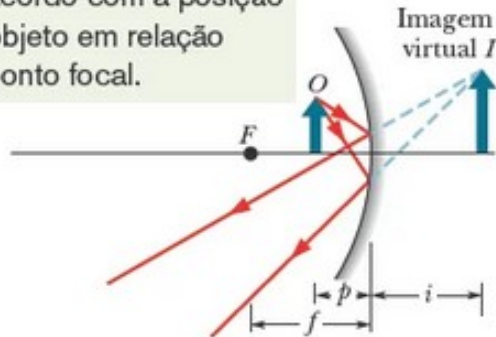
Objeto no Foco ($p = f$):

- **Resultado:** Não há formação de imagem visível.
- **Explicação:** Os raios refletidos são paralelos e nunca se cruzam (imagem no infinito ou **imprópria**).

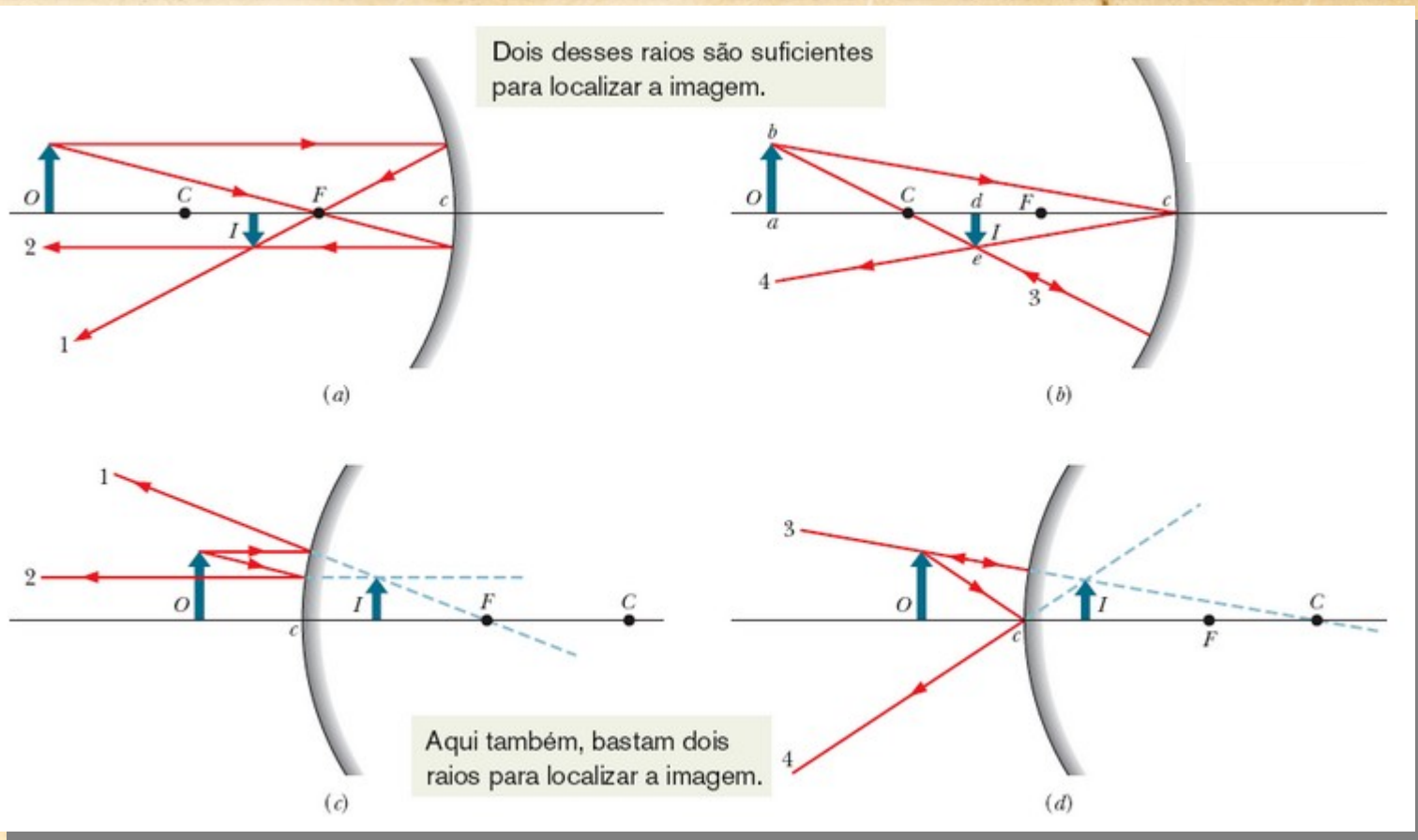
Objeto além do Foco ($p > f$):

- **Natureza:** Real (frente do espelho).
- **Orientação:** Invertida (de ponta-cabeça).
- **Projeção:** Pode ser focalizada e exibida em uma tela ou superfície.

O tipo de imagem varia de acordo com a posição do objeto em relação ao ponto focal.



Localização de imagens

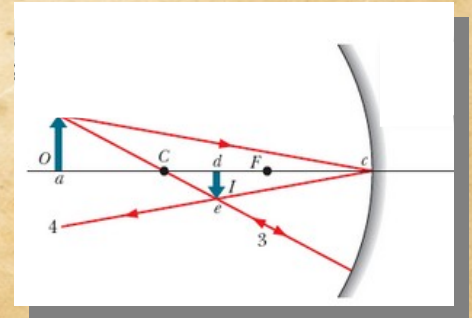


Espelhos Esféricos

- **Geometria:** Definidos pelo raio de curvatura R e o centro C .
- **Foco f :** Ponto onde raios paralelos convergem (côncavo) ou de onde parecem divergir (convexo).

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

- A Equação Fundamental: $\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f}$
- Ampliação Lateral m : $m = \frac{-i}{p} = \frac{h'}{h}$
 - $|m| > 1$: Imagem ampliada.
 - m negativo: Imagem invertida



Espelhos Esféricos

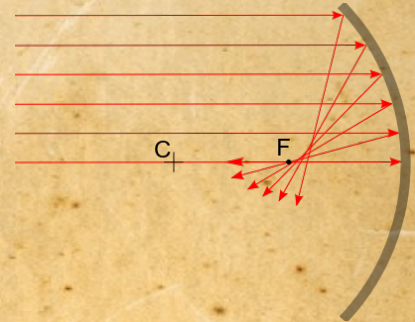
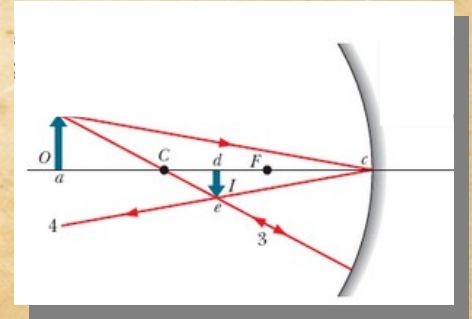
- **Geometria:** Definidos pelo raio de curvatura R e o centro C .
- **Foco f :** Ponto onde raios paralelos convergem (côncavo) ou de onde parecem divergir (convexo).

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

- A Equação Fundamental: $\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f}$

- Ampliação Lateral m : $m = \frac{-i}{p} = \frac{h'}{h}$

- $|m| > 1$: Imagem ampliada.
- m negativo: Imagem invertida



Problema 1. Espelhos esféricos

Em um projeto de um protótipo de usina termossolar, um engenheiro ambiental está testando a eficiência de um concentrador esférico côncavo (utilizado para aquecer um fluido térmico em um receptor). O espelho possui um raio de curvatura de 1.2 m.

Para avaliar a densidade de fluxo de calor, um elemento sensor (objeto) de 2,0 cm de altura é posicionado sobre o eixo principal, a uma distância de 90 cm do vértice do concentrador.

- a) Determine a posição da imagem formada pelo sensor.
- b) Calcule a altura da imagem produzida no ponto de concentração.
- c) Com base na posição da imagem, ela é classificada como real ou virtual? Explique se essa configuração seria eficiente para o aquecimento de um tubo receptor de energia.