

# Prismas

## Óptica Geométrica

S. Mogo

Departamento de Física  
Universidade da Beira Interior

2020 / 21

Prisma

Definição

Efeito

Refracção por um prisma

Lei de Snell

Aproxim. paraxial

Unidades

Dioptria prismática

Centrad

Escala tangente

Dispersão por um prisma

Riscas de Fraunhofer

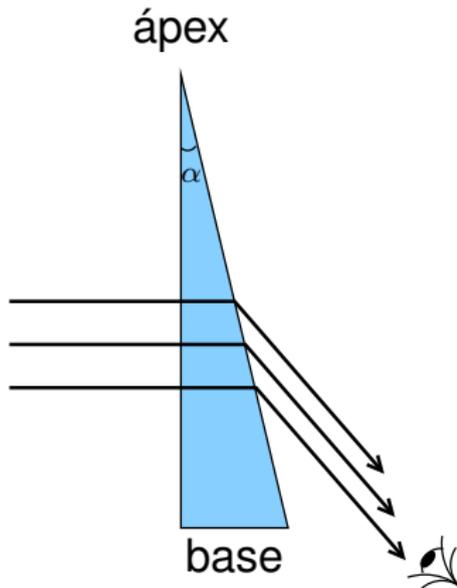
Número de Abbe

- 1 Prisma**
  - Definição
  - Efeito
- 2 Refracção por um prisma**
  - Lei de Snell
  - Aproximação paraxial
  - Unidades
    - Dioptria prismática
    - Centrad
  - Escala tangente
- 3 Dispersão por um prisma**
  - Riscas de Fraunhofer
  - Número de Abbe

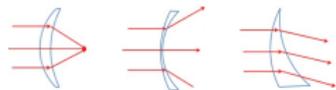
# Prismas

## Definição

**Prisma** → elemento óptico que não causa vergência do feixe incidente mas apenas muda a sua direcção de propagação.



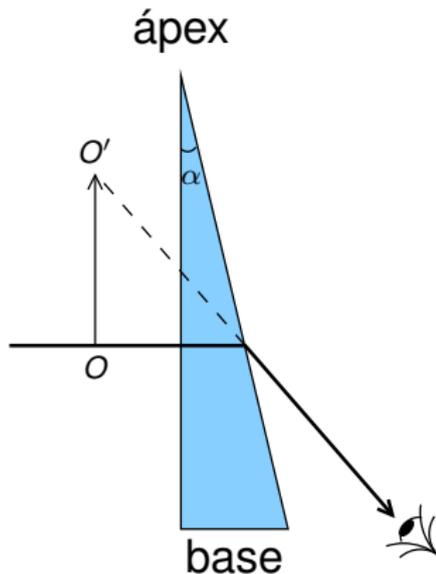
Por oposição a lentes e espelhos esféricos que, por refracção ou por reflexão, fazem convergir ou divergir os feixes luminosos.



Apresentam uma extremidade mais espessa — **base** — e a extremidade oposta mais fina — **ápex**.

# Prismas

## Efeito



*Imagem* desloca-se no sentido do *ápex*.



*Raio* desloca-se no sentido da *base*.

# Refracção por um prisma

Lei de Snell

## Prisma

Definição

Efeito

## Refracção por um prisma

Lei de Snell

Aproxim. paraxial

Unidades

Dioptria prismática

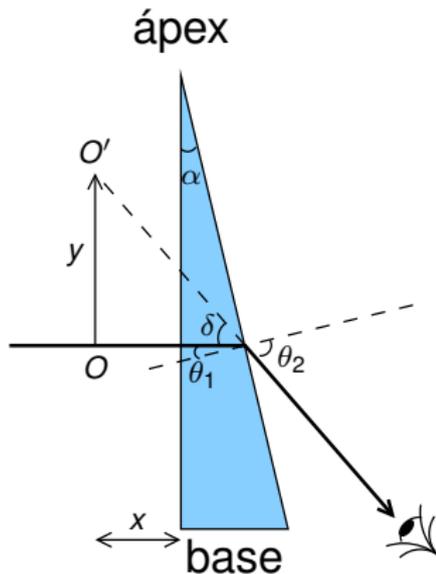
Centrad

Escala tangente

## Dispersão por um prisma

Riscas de Fraunhofer

Número de Abbe



$$\sin \theta_2 = n \sin \theta_1$$

$$\Leftrightarrow \sin(\alpha + \delta) = n \sin \alpha$$

$$\Leftrightarrow \sin \alpha \cos \delta + \cos \alpha \sin \delta = n \sin \alpha$$

$$\Leftrightarrow \cos \delta + \cotan \alpha \sin \delta = n$$

$$\Leftrightarrow \cotan \alpha = \frac{n - \cos \delta}{\sin \delta}$$

$$\Leftrightarrow \tan \alpha = \frac{\sin \delta}{n - \cos \delta}$$

# Aproximação paraxial

**Aproximação paraxial** → aproximação de pequenos ângulos, usada em óptica quando o raio passa por um sistema óptico segundo um ângulo muito pequeno com o eixo óptico do sistema — diz-se que é um **raio paraxial**.



Para ângulos muito pequenos:

$$\theta \simeq \sin \theta \simeq \tan \theta \quad \wedge \quad \cos \theta = 1$$



Repare que:

Para ângulos pequenos a hipotenusa e o cateto adjacente são aproximadamente iguais.

# Refracção por um prisma

## Lei de Snell

$$\tan \alpha = \frac{\sin \delta}{n - \cos \delta}$$

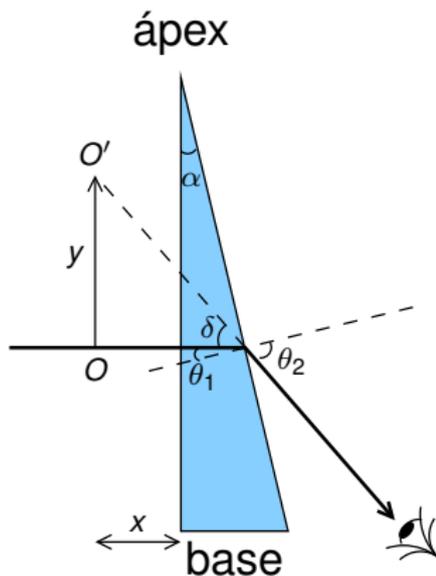
Em óptica oftálmica, os prismas usados costumam ser muito finos para evitar aberrações.

⇓  
 $\alpha$  e  $\delta$  são pequenos

⇓  
 Pode ser usada a aproximação paraxial:

$$\alpha \simeq \frac{\delta}{n - 1}$$

$$\Leftrightarrow \delta = (n - 1)\alpha, \quad \delta \leq 10^\circ$$



# Unidade: Dioptria prismática

## Prisma

Definição

Efeito

## Refração por um prisma

Lei de Snell

Aproxim. paraxial

Unidades

**Dioptria prismática**

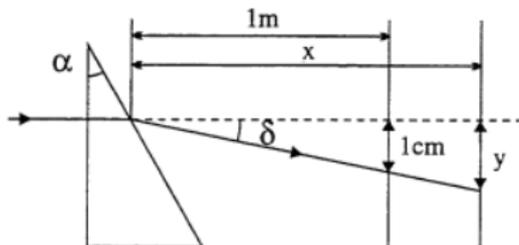
Centrad

Escala tangente

## Dispersão por um prisma

Riscas de Fraunhofer

Número de Abbe



## Dioptria prismática

$$\Delta = 100 \tan \delta$$



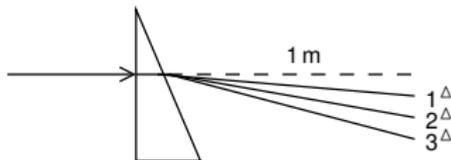
Considerando a distância muito grande, podemos aceitar a teoria paraxial:

$$\Delta = 100 \frac{y}{x}$$

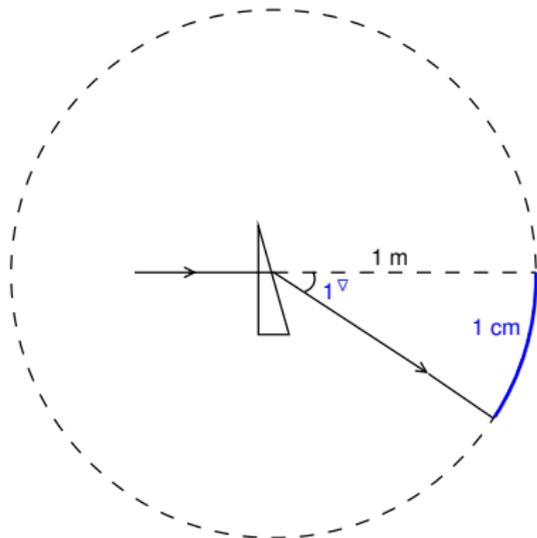
**1 $\Delta$**  corresponde ao desvio de 1 cm à distância de 1 m.

**2 $\Delta$**  correspondem ao desvio de 2 cm à distância de 1 m.

...

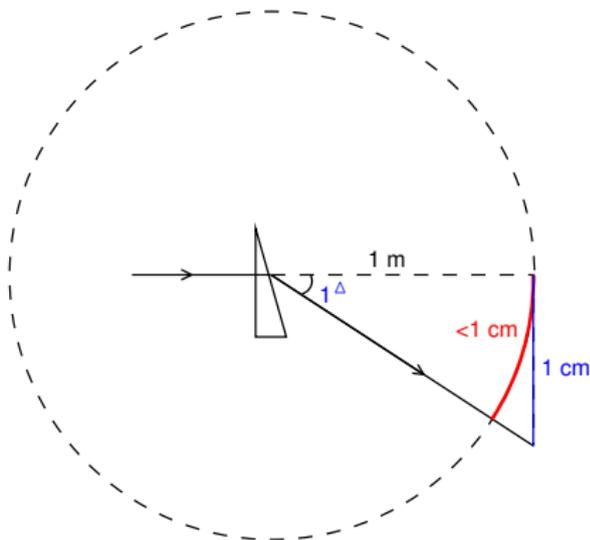


## Unidade: Centrad



Mesma ideia da dioptria prismática mas para o arco correspondente.

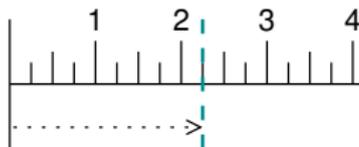
Representa-se:  $1^{\nabla}$

Comparação entre centrad [ $\nabla$ ] e dioptria prismática [ $\Delta$ ]:

## Escala tangente

**Escala tangente** ou **escala de Prentice** → é usada para medir a potência dos prismas. Mede o deslocamento da imagem a determinada distância do prisma.

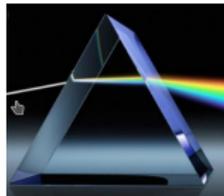
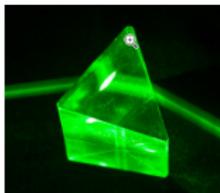
- Prentice recomendou a sua construção para 6 m, no entanto, é comum encontrar escalas concebidas para 3 m, 5 m ou outras distâncias;
- a escala é lida directamente em dioptrias prismáticas e suas fracções;



- para uma escala situada a  $x$  m, cada  $x$  cm de deslocamento da imagem, representa  $1^\Delta$ ;
- o prisma é colocado com a base voltada para a linha de zero da escala e movido rapidamente para a escala e para fora dela de maneira que a linha de zero seja vista alternadamente através do prisma e sem o prisma;
- assim, a imagem deslocada da linha de zero vai aparecer sobreposta à escala numa posição tal que permite a leitura directa da potência do prisma.

# Refracção x dispersão por um prisma

Luz monocromática x luz policromática



- $n = \frac{c}{v} \wedge n$  varia com o c.d.o. da luz que atravessa o prisma;
- como todas as cores têm diferentes ângulos de desvio, a luz branca dispersa-se formando um **espectro**:
  - Luz vermelha (800 nm) desvia-se menos;
  - luz violeta (400 nm) desvia-se mais;
  - outras cores, têm desvios intermédios.

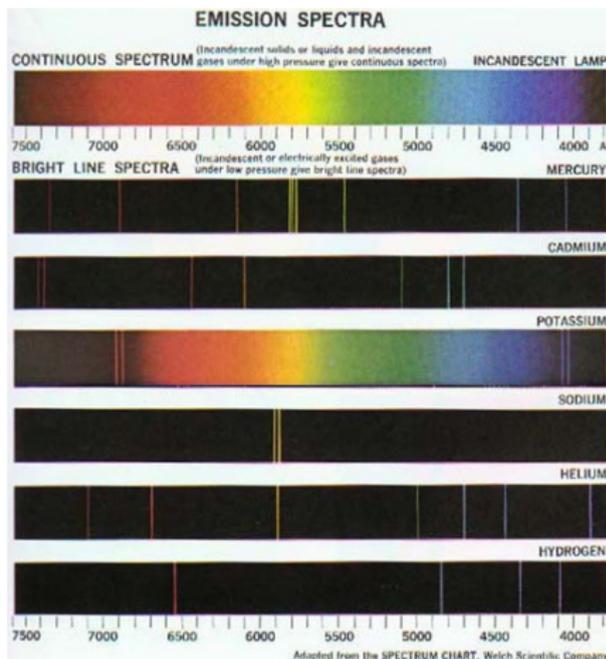
$$E = h\nu$$

$$\text{Como } \nu_R < \nu_B \Rightarrow E_R < E_B \quad (\lambda = cT = \frac{c}{\nu} \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda})$$

# Dispersão por um prisma

Riscas de Fraunhofer

Riscas de Fraunhofer → emitidas por certos gases quando levados a incandescência.



Prisma

Definição

Efeito

Refração por um prisma

Lei de Snell

Aproxim. paraxial

Unidades

Dioptria prismática

Centrad

Escala tangente

Dispersão por um prisma

Riscas de Fraunhofer

Número de Abbe

# Dispersão por um prisma

## Riscas de Fraunhofer

### Prisma

Definição

Efeito

### Refracção por um prisma

Lei de Snell

Aproxim. paraxial

Unidades

Dioptria prismática

Centrad

Escala tangente

### Dispersão por um prisma

Riscas de Fraunhofer

Número de Abbe

- Apresentam c.d.o. constante  $\Rightarrow$  bons padrões em óptica;
- representam-se por letras de A (vermelho) a K (violeta).

Cor	Linha	$\lambda$ / nm	Elemento
R	C	656,27	hidrogénio
Y	d	587,56	hélio
B	F	486,13	hidrogénio
		...	

Quando escrevemos simplesmente “ $n$ ” para nos referirmos ao índice de refracção, significa que nos referimos à linha  $d$  do hélio.



# Dispersão por um prisma

Número de Abbe

$$\mathcal{V} = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C}$$

**Maior número de Abbe, significa menor poder dispersivo.**



Os fabricantes de lentes costumam especificar a aberração cromática dos seus produtos através do número de Abbe, sendo que, a maior número de Abbe corresponde menor aberração cromática.