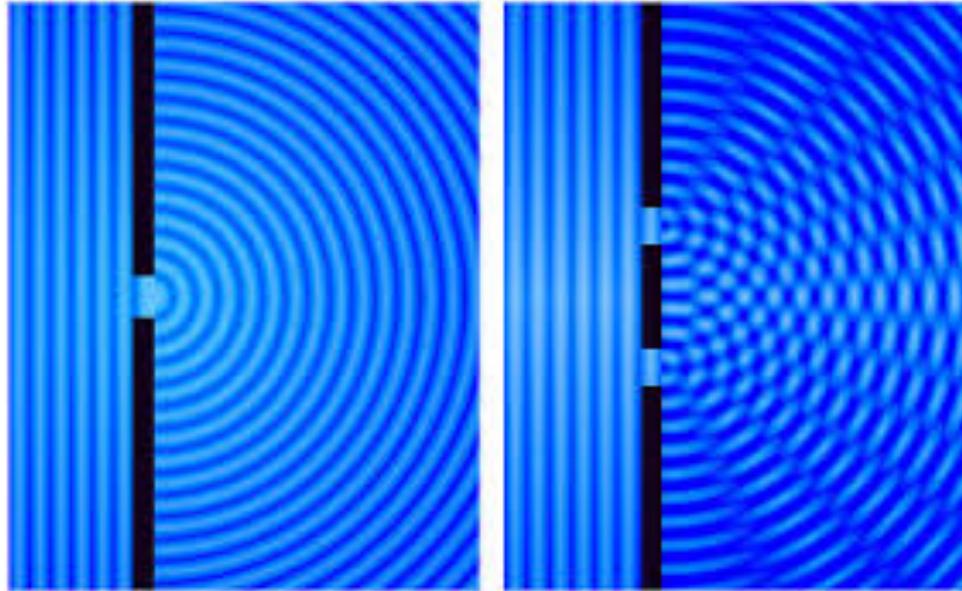


Experimento 5

Física Experimental B



Difração e Interferência

Marisilvia Donadelli
IFUSP
2019

Agradecimentos pelas contribuições dos Profs Alain A. Quivy, Manfredo H. Tabacniks, Suhaila M. Shibli

Difração

- Uma das propriedades das ondas: capacidade de contornar obstáculos
- Diffractus: “quebrar em pedaços”



Será que conseguimos prever onde se localizam os mínimos?

- Princípio de Huygens-Fresnel
- Fenda dividida em 2 partes iguais
- $L \gg d$
- Diferença de caminho óptico entre a luz que saiu do ponto superior e a luz que saiu do ponto central
- Qual a condição para os dois se anularem em **P**?

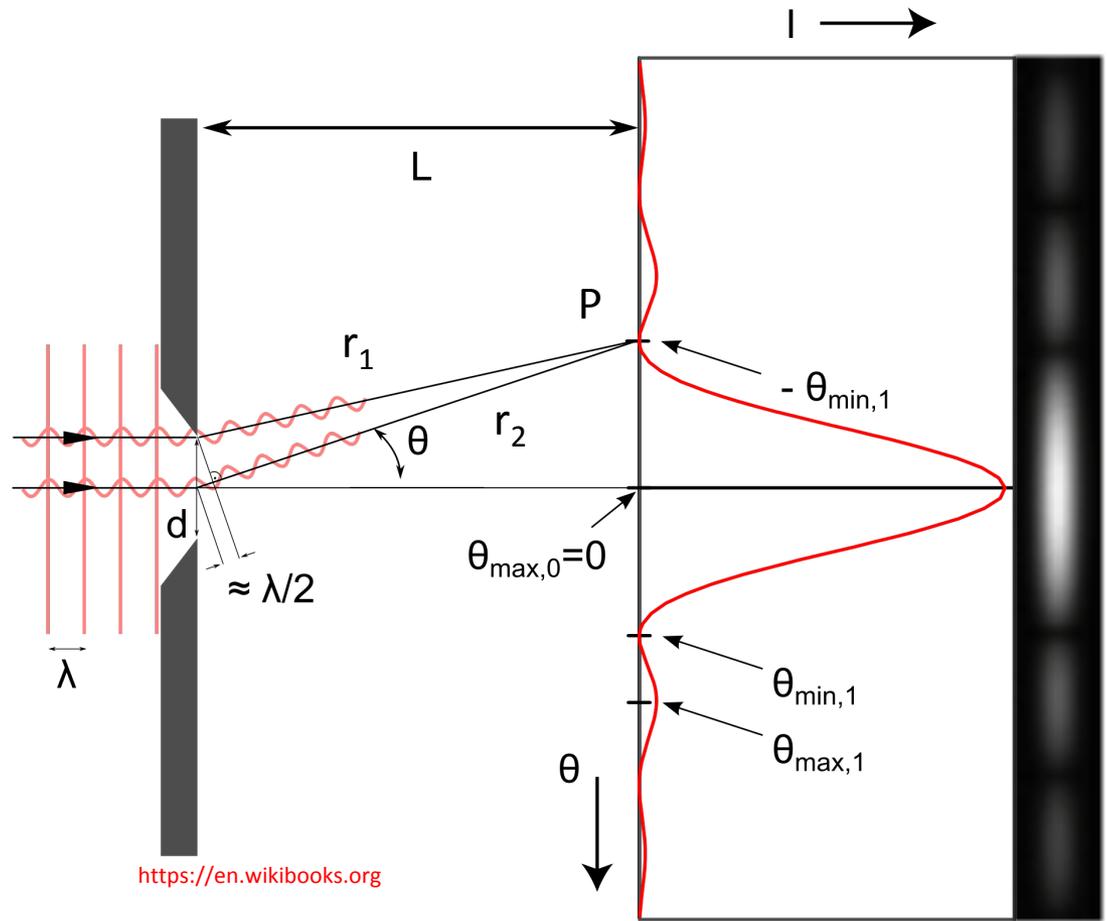
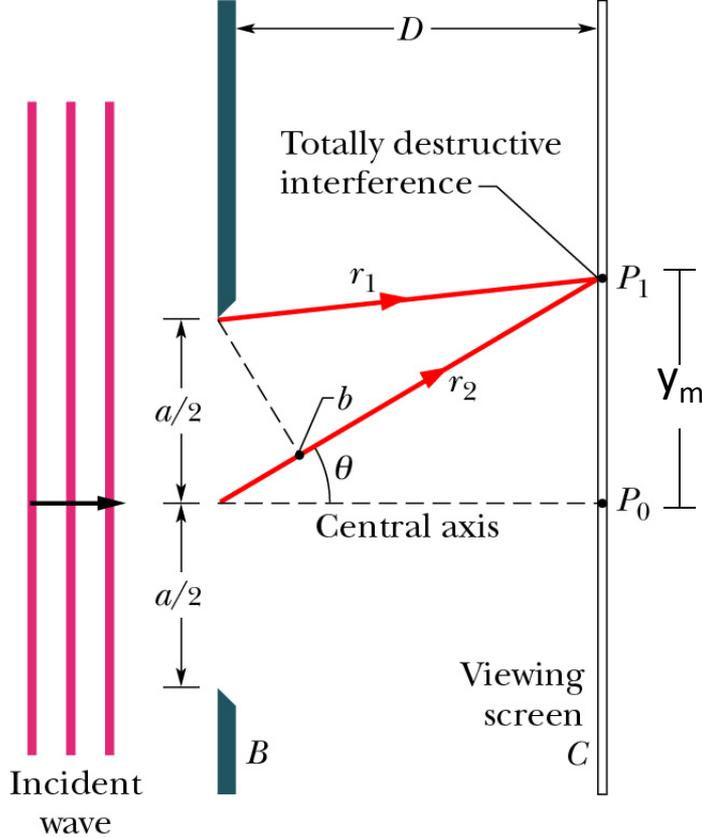
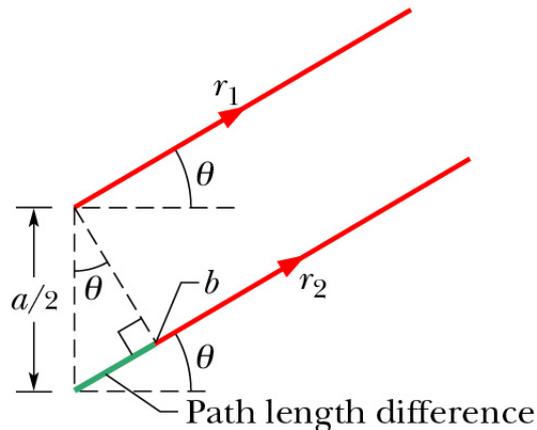


Figura fora de escala

Mínimos de difração da fenda simples



(a)



(b)

- Dividimos a fenda de largura a em 2 partes iguais
- A diferença de caminho óptico entre r_1 e r_2 :

$$\Delta l = \frac{a}{2} \sin \theta$$

- Se $\Delta l = \lambda/2$:

$$\frac{a}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

- Cada onda na metade superior da fenda tem uma onda correspondente na parte inferior, produzindo uma região escura definida pelo ângulo θ .

Mínimos de difração por uma fenda simples

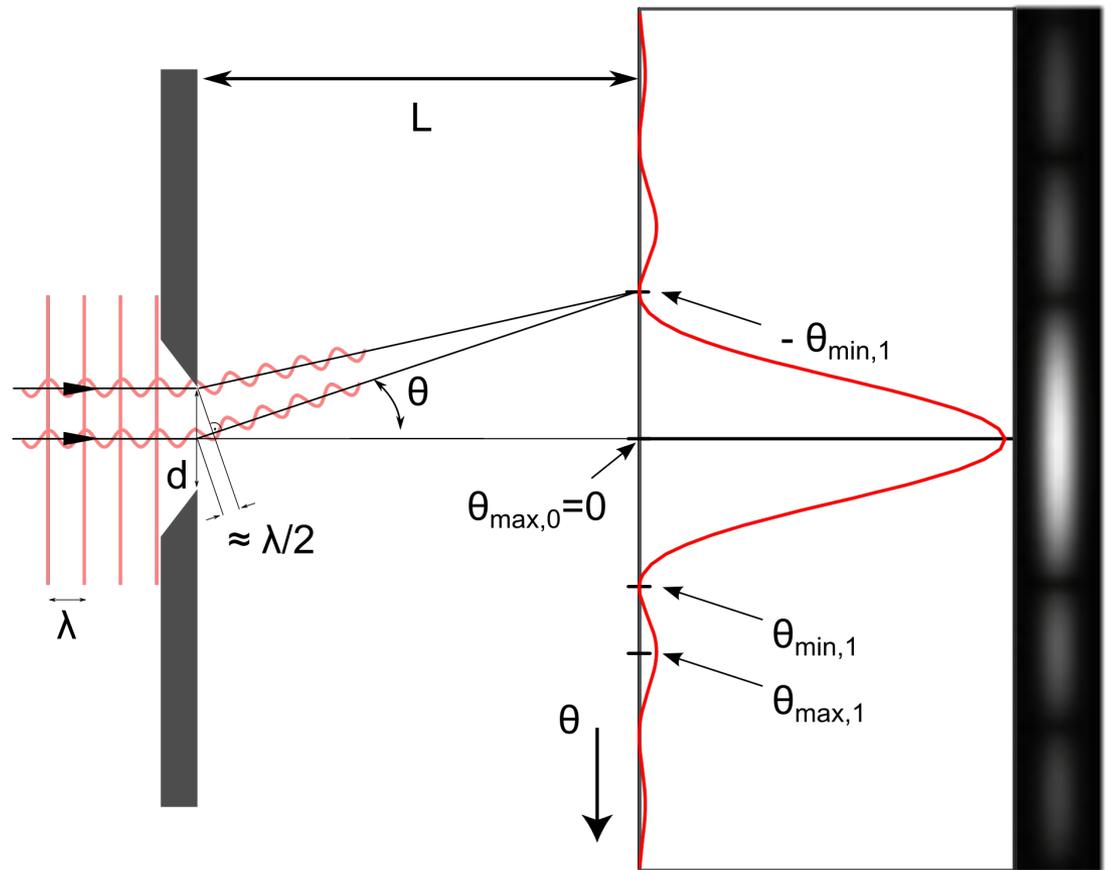
- A seguir, dividimos a fenda de largura a em 4 partes iguais. Se a diferença de caminho ótico entre r_1 e r_2 corresponder a $\lambda/2$, teremos:

$$\frac{a}{4} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

- Repetindo o mesmo argumento, determinamos a condição geral para um mínimo de intensidade na figura de difração produzida por uma fenda simples.

Difração por uma fenda

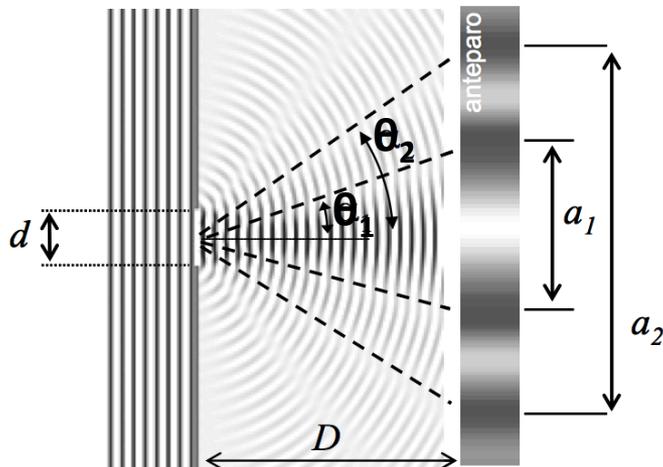
- A figura ilustra o padrão de difração obtido por uma fenda simples.
- Os mínimos de difração ocorrem para ângulos nos quais a projeção da largura da fenda (d) sobre o eixo de propagação da onda difratada é um múltiplo inteiro do comprimento de onda:



$$d \sin \theta = m\lambda \quad \text{com} \quad m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

Difração por uma fenda

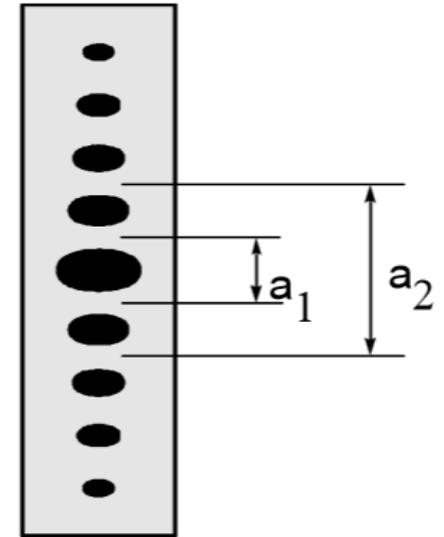
- Em geral, utiliza-se a difração para a medida do tamanho do objeto que difrata a luz (neste caso, a fenda d).
- Sendo mais fácil medir a distância entre dois mínimos simétricos, a_m , de ordem m .



$$\tan \theta_m = \frac{a_m/2}{D}$$

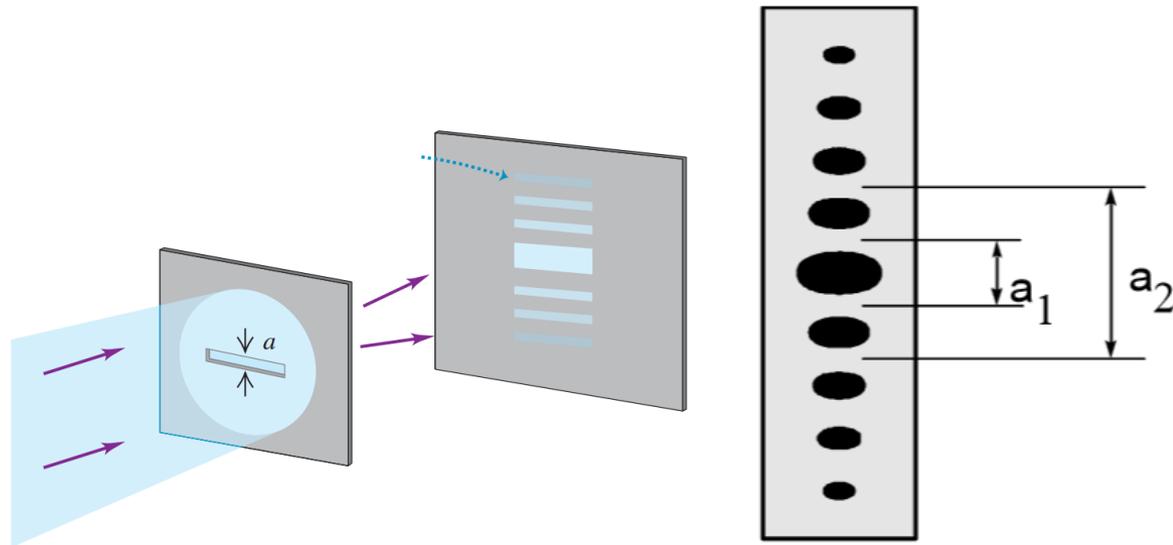
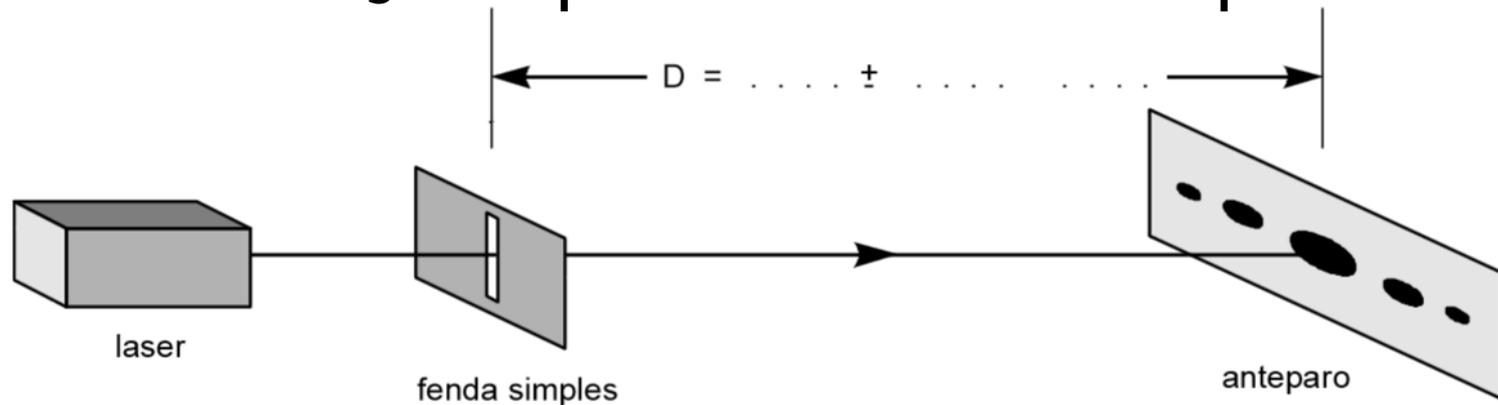
Para θ_m pequeno ($< 30^\circ$)

$$d = \frac{2m\lambda D}{a_m}$$

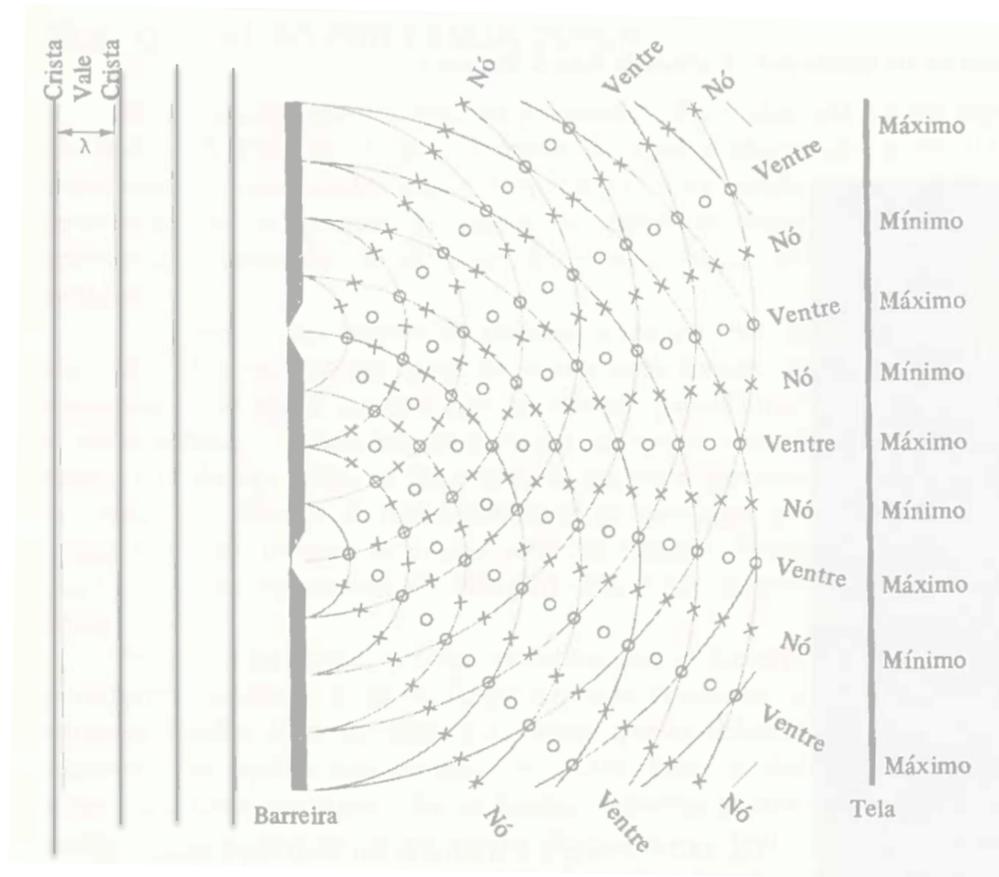
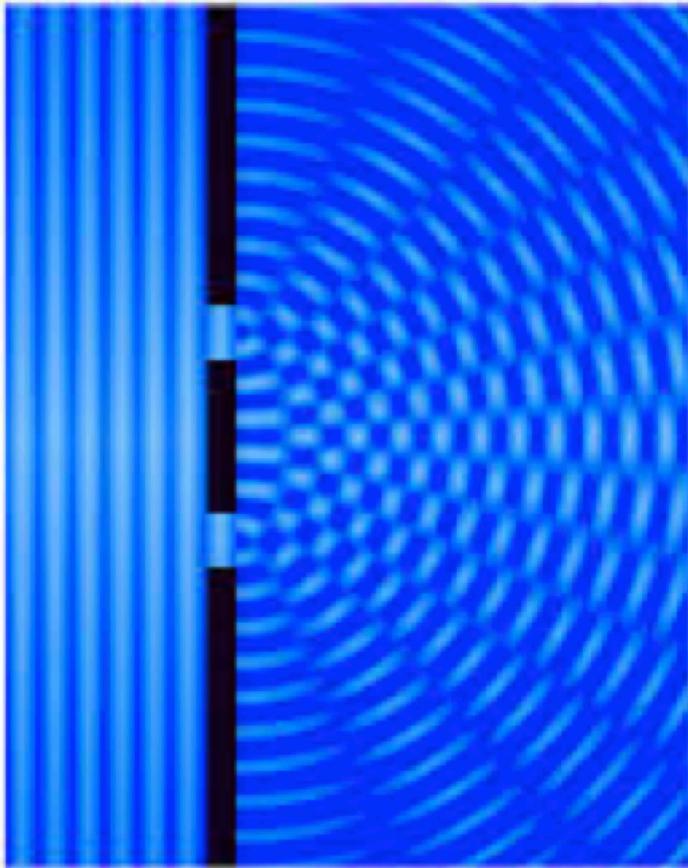


Arranjo experimental

Difração por fenda simples



O que acontece numa fenda dupla?



Superposições destrutiva e construtiva

- Para haver superposição destrutiva ou construtiva, teremos para $j = 0, 1, 2, 3, \dots$:

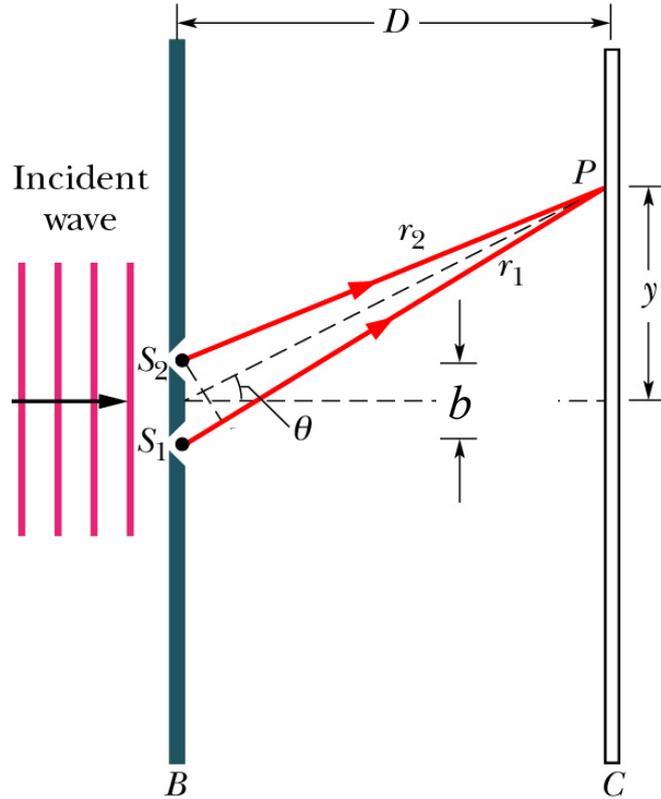
$$(j + \frac{1}{2})\lambda = b \sin \theta \quad (\text{min para a fenda dupla})$$

$$j\lambda = b \sin \theta \quad (\text{max para a fenda dupla})$$

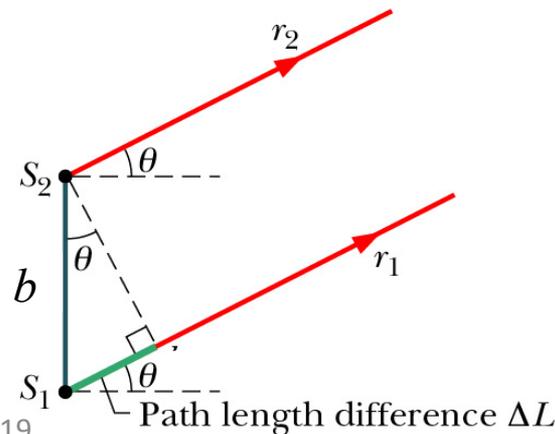
- Para valores de: $y \ll D$; $D \gg b$; θ pequeno ($\sin \theta \sim \text{tg} \theta$):

$$y = \frac{D(j + \frac{1}{2})\lambda}{b} \quad (\text{min para a fenda dupla})$$

$$y = \frac{Dj\lambda}{b} \quad (\text{max para a fenda dupla})$$

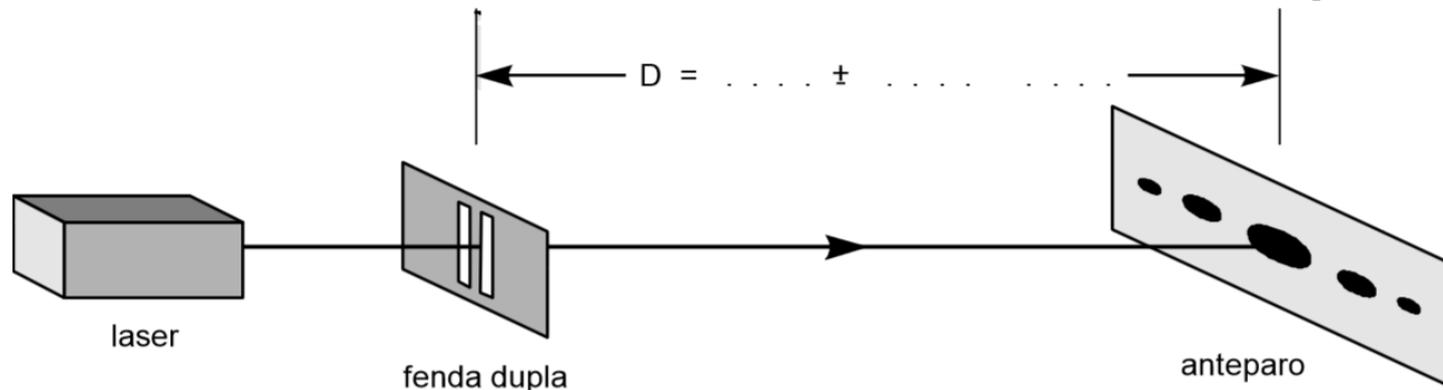


(a)



(b)

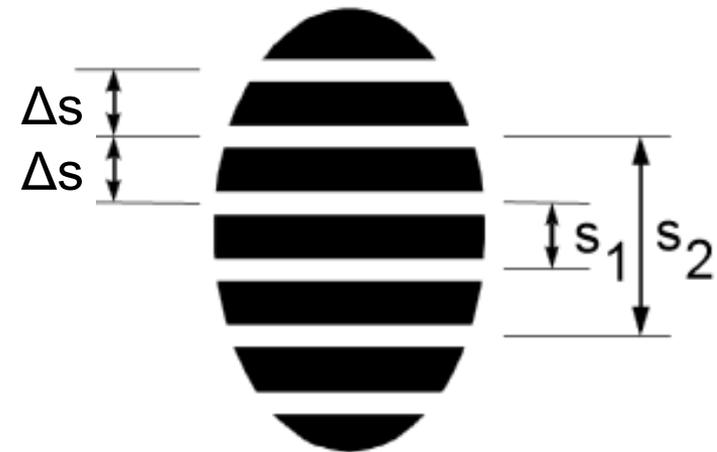
Interferência: fenda dupla



Franjas de interferência são vistas no máximo de difração

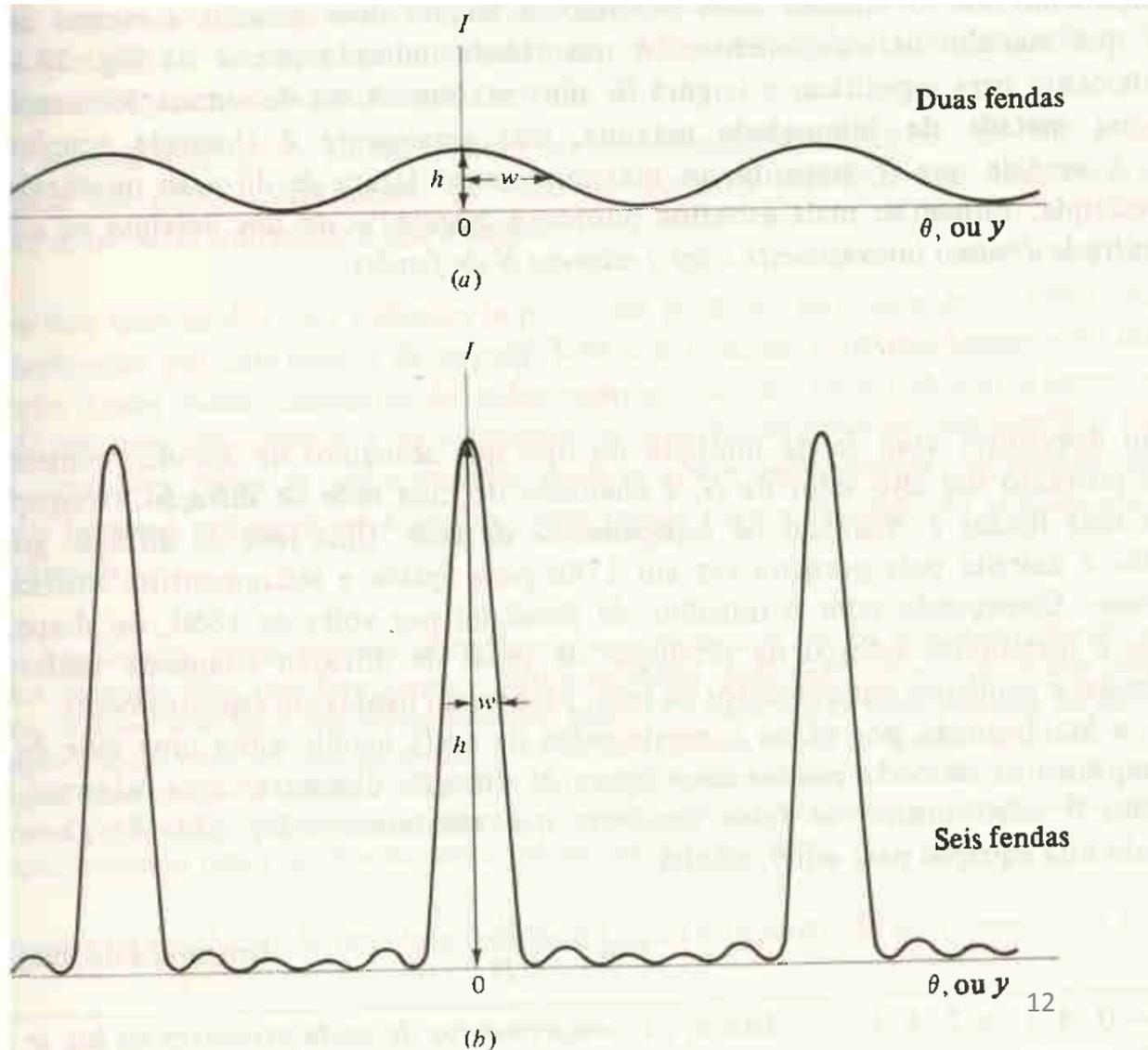
A separação Δs entre mínimos (ou máximos) adjacentes constitui uma forma de se caracterizar uma determinada figura de interferência por fenda dupla, separada de espaçamento b :

$$\Delta s = \frac{\lambda D}{b}$$

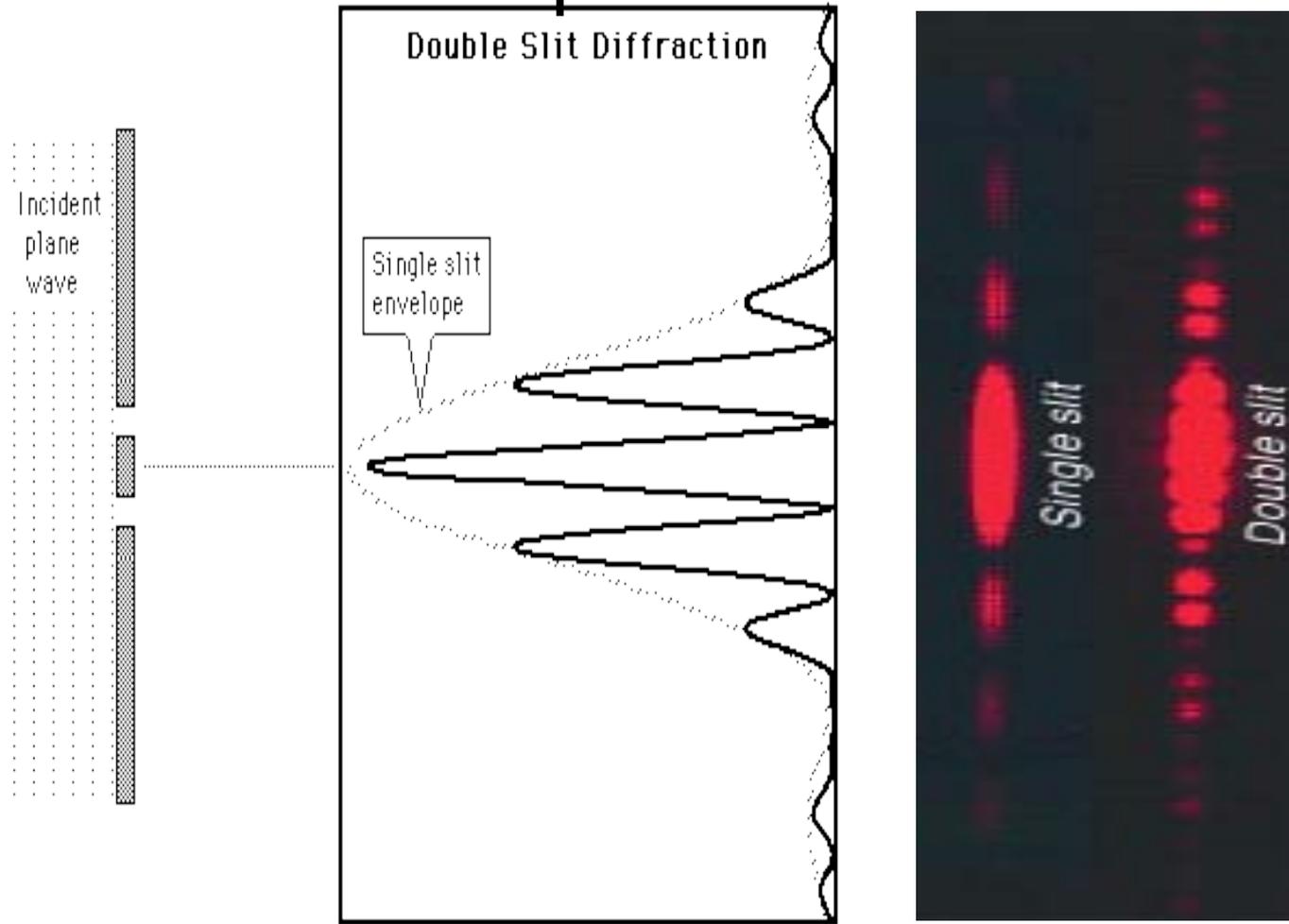


Comparando fendas duplas com fendas múltiplas

- Intensidade nas figuras de difração (I x y ou θ)
- Nos dois sistemas (2 e 6 fendas), mantêm-se os valores de D , b , λ
- Máximos produzidos pelas fendas múltiplas são muito mais estreitos
- Uma rede de difração grosseira foi construída e descrita pela primeira vez pelo óptico e instrumentista David Rittenhouse em 1786

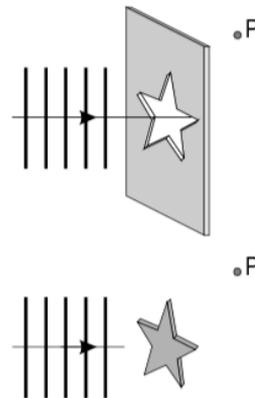


Fenda simples e fenda dupla



Princípio de Babinet

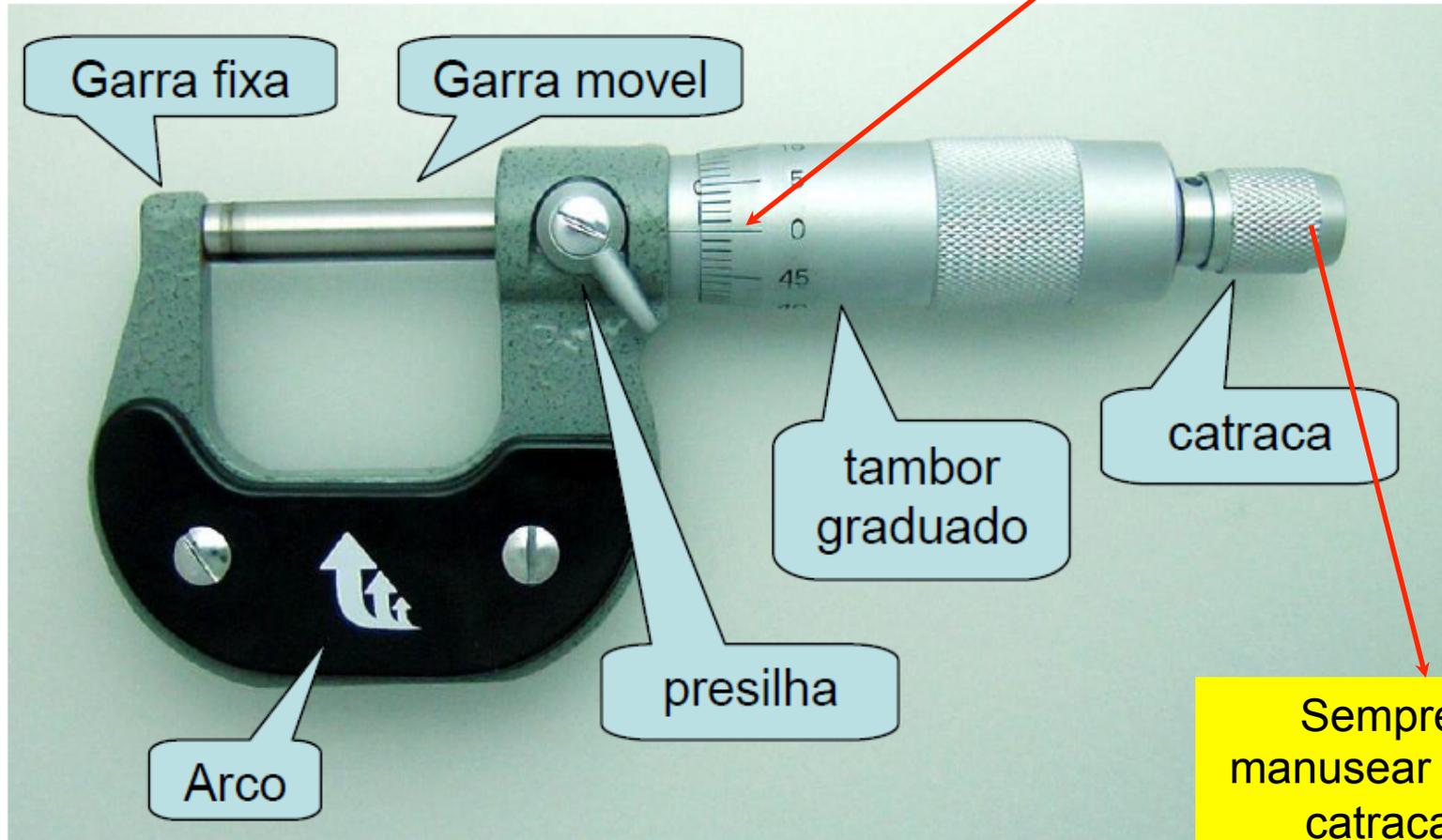
“O padrão de difração observado quando a luz incide sobre uma abertura de qualquer forma é o mesmo obtido quando a luz incide sobre um objeto que é o complemento da abertura.”



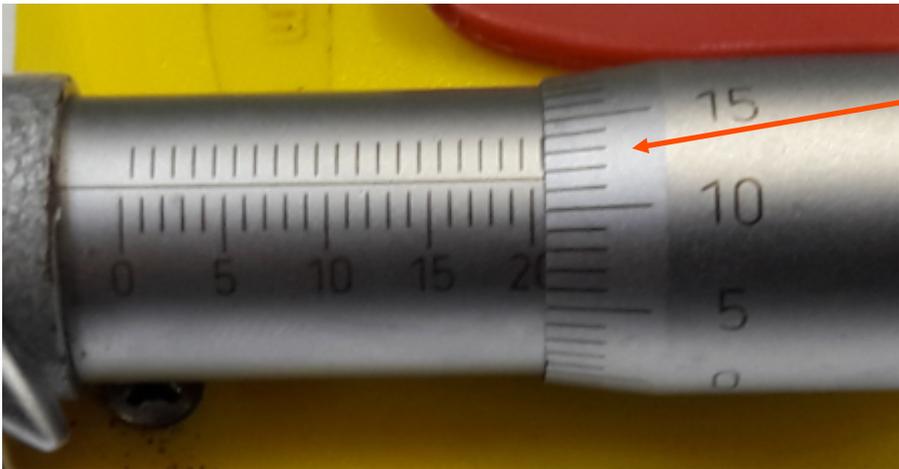
Esse resultado não se aplica a pontos situados na região central do anteparo — sombra geométrica do objeto.
Utilizaremos este princípio para medir o diâmetro de um fio de cabelo

Usando um micrômetro para medir o fio de cabelo

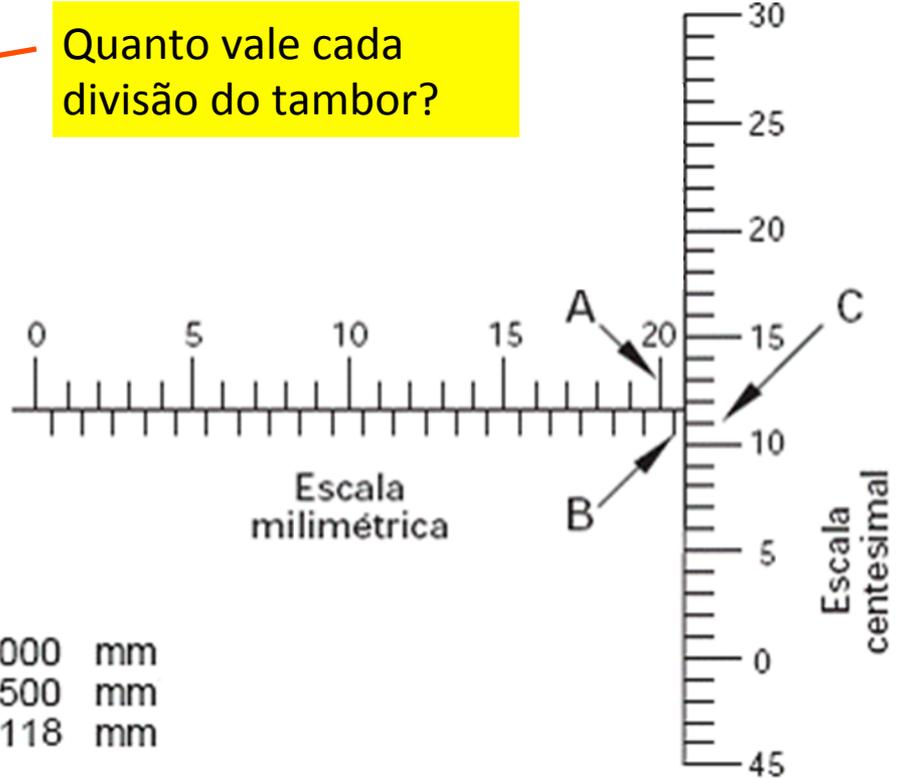
Conferir o zero!



Sempre manusear pela catraca

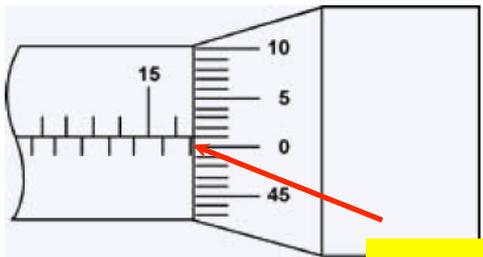
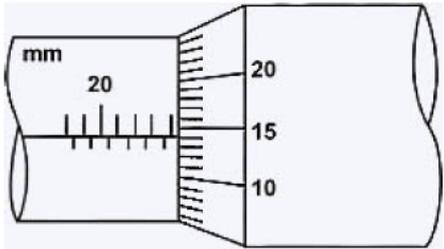


Quanto vale cada divisão do tambor?



Leitura

$$\begin{array}{r}
 A = 20,000 \text{ mm} \\
 + B = 0,500 \text{ mm} \\
 C = 0,118 \text{ mm} \\
 \hline
 \text{Total} = 20,618 \text{ mm}
 \end{array}$$



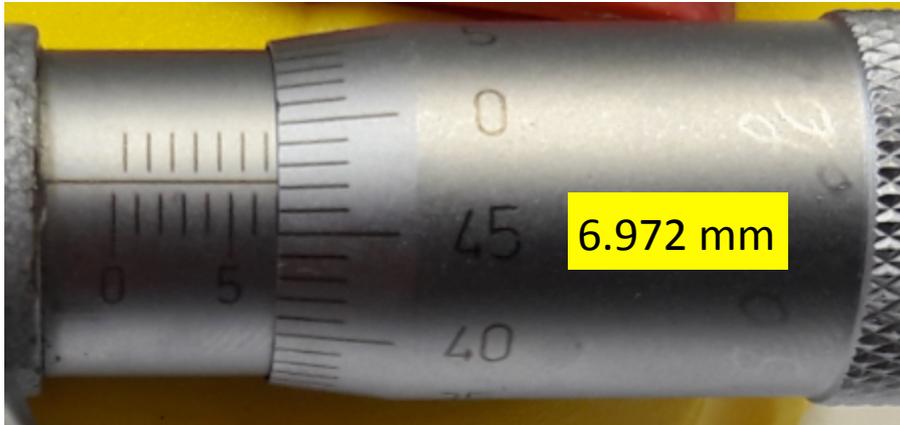
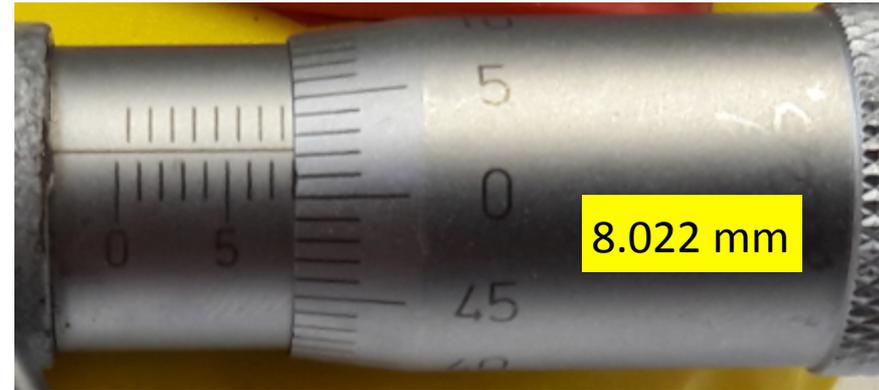
Cuidado com 0.5mm

Quanto vale a leitura??



Qual é a incerteza de um micrômetro??

Quanto vale a leitura??



Incerteza = metade da menor divisão = $0.01 \text{ mm} / 2 = 0.005 \text{ mm} = 5 \mu\text{m}$