# Atividade 8

## Principio de Incerteza de Heisenberg

➢Experimentalmente, não podemos determinar simultaneamente o valor exato de uma componente do momento de uma partícula (por exemplo, $p_y$) e também o valor exato da coordenada correspondente ($y$) . A precisão da medida está inerentemente limitada pelo processo da medida, de tal forma que:

$$\Delta y \,.\, \Delta p_y \geq h/4\pi$$

Onde $p_Y$ é conhecido com uma incerteza $\Delta p_Y$ e a posição $y$, no mesmo instante, com uma incerteza $\Delta y$

➢Existe também uma incerteza relacionada com a medida da energia e o tempo necessário à medida. Por exemplo o intervalo de tempo $\Delta t$ durante o qual um fóton com incerteza na energia $\Delta E$ é emitido de um átomo:

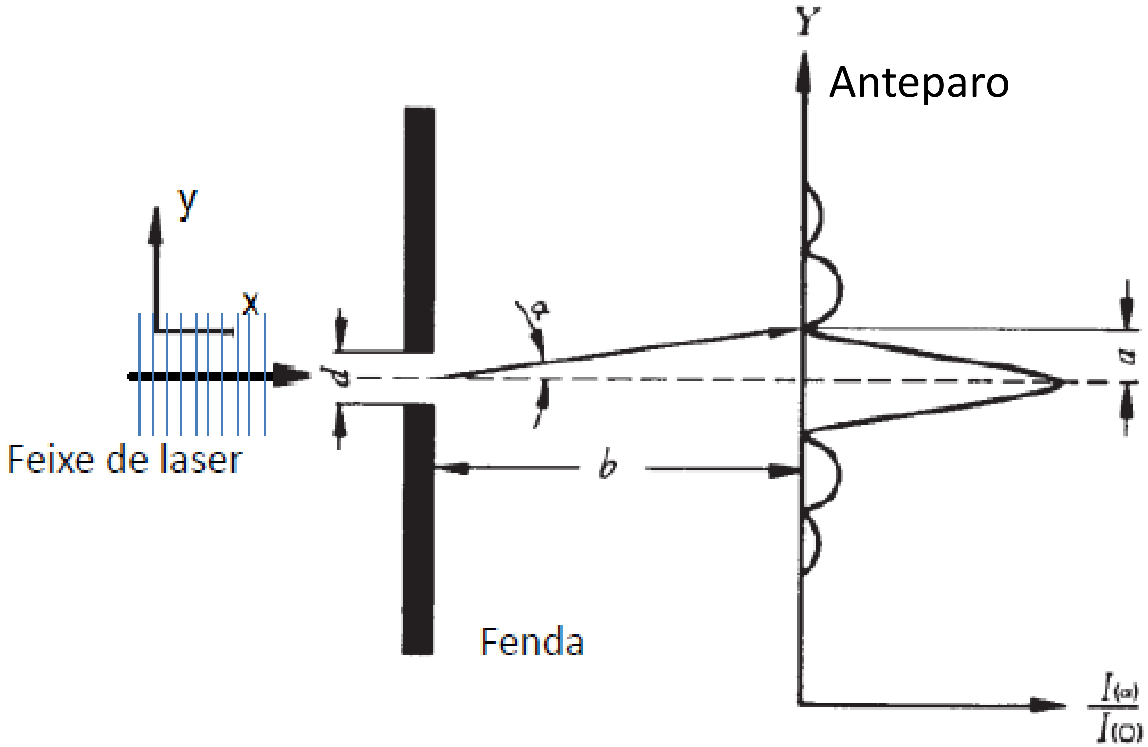
$$\Delta E \,.\, \Delta t \geq h/4\pi$$

# Difração de luz por uma fenda e o Principio de Incerteza de Heisenberg

Condição de Fraunhofer para a difração

- Se b >> d :

FIG . 1:




A intensidade do feixe difratado muda de acordo com o angulo α :

$$\boxed{I\,(\alpha) = I\,(0) \cdot \left(\frac{\sin\beta}{\beta}\right)^2}$$

$$\beta = \frac{\pi\, d}{\lambda} \cdot \sin\alpha$$

$$\alpha < 180^{\circ}$$

Feixe de fótons que viajam na direção (x) que atravessa uma fenda de largura ***d***, posicionada no eixo (y), a incerteza na posição é dada por Δ*y* = *d*.

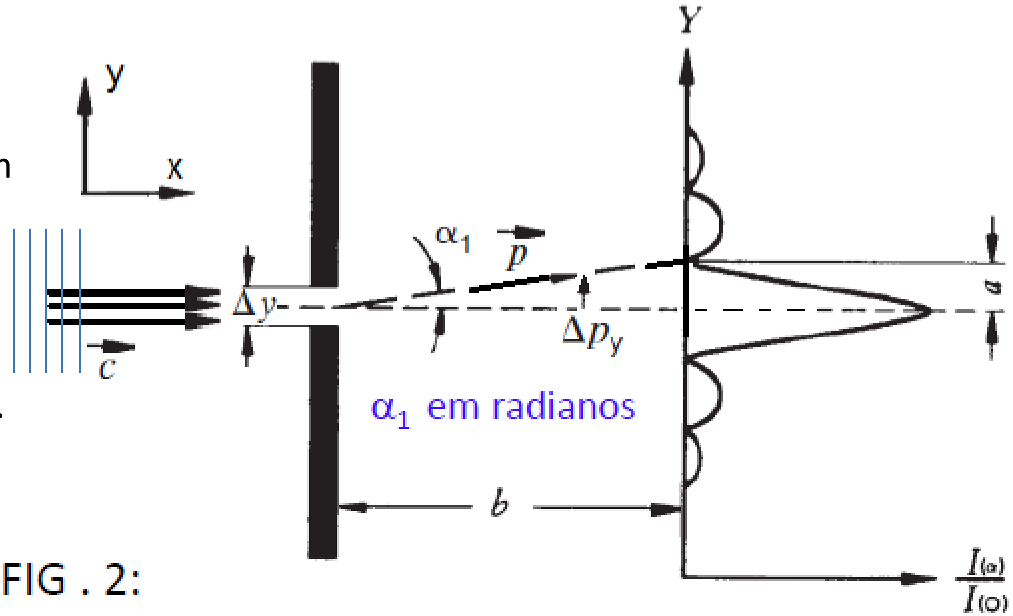



FIG . 2:

$$\Delta y = d \quad \ldots\ldots (1)$$

$$\Delta p_y = p \ \sin \alpha_1 \quad \ldots\ldots (2)$$

$$\Delta y \Delta p_y = ?? \quad \ldots\ldots (3)$$

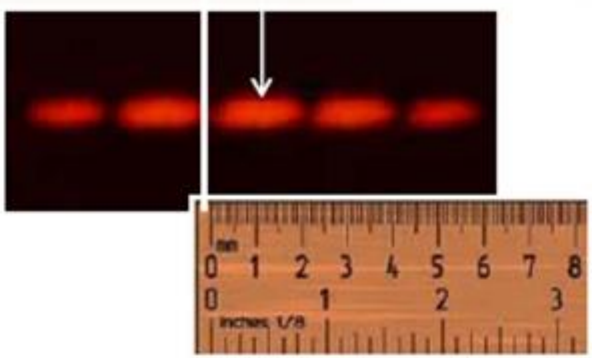
Equação de de Broglie : $p = \dfrac{h}{\lambda}$ em (2) : $\Delta p_y = \dfrac{h}{\lambda} \sin \alpha_1 \quad \ldots\ldots(4)$

$$\frac{I(\alpha_1)}{I(0)} = \left(\frac{\sin \beta}{\beta}\right)^2 = 0 \xrightarrow{\sin\beta = 0} \beta = \frac{\pi d}{\lambda} \cdot \sin \alpha_1 = \pi \longrightarrow \sin \alpha_1 = \frac{\lambda}{d} \quad \ldots\ldots (5)$$

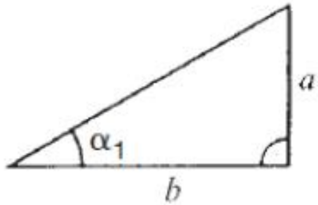
β em radianos

(5) em (4), então: $\Delta p_y = \dfrac{h}{d} \quad \ldots\ldots (6)$

(1) e (6) em (3) $\Delta y \Delta p_y = d \ \dfrac{h}{d} \longrightarrow \boxed{\Delta y \Delta p_y = h}$


Meça a distância entre os dois primeiros mínimos ao lado do máximo central.
Essa distância será igual a **2a**




$\alpha_1$ em radianos

$$\alpha_1 = \text{arc tan}\left(\frac{a}{b}\right)$$

$$\Delta y = d$$

$$\Delta p_y \frac{\lambda}{h} = \sin \alpha_1$$

$$\Delta y \Delta p_y = h \geqq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta p_y = \frac{h}{\lambda} \sin\left(\text{arc tan}\left(\frac{a}{b}\right)\right)$$

$$\boxed{\Delta y\, \Delta p_y = \frac{d\,h}{\lambda} \sin\left(\text{arc tan}\left(\frac{a}{b}\right)\right)}$$

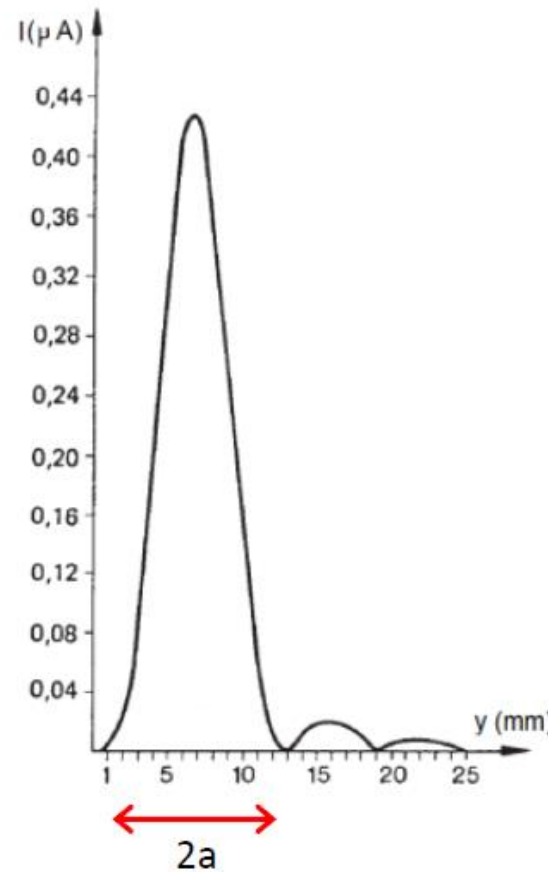



TABELA 1:

| largura da fenda d (mm) | Primeiro minimo a (mm) | b (mm) | $\frac{\Delta y\, \Delta p_y}{h} = \frac{d}{\lambda} \sin\left(\text{arc tan}\left(\frac{a}{b}\right)\right)$ |
|---|---|---|---|
| ______ | | | |
| ______ | | | |
| ______ | | | |

Questões

1- Usando o experimento com fenda simples e um laser demonstrar a equação da relação de incerteza para a posição e o momento cinético dos fótons. Considerar conhecidos o comprimento de onda do laser ($\lambda$), a largura da fenda (d), constante de Planck (h), distância entre a fenda e o anteparo (b) onde é observado o padrão de difração.

2- Apresentar os res

| largura da fenda d (mm) | Primeiro minimo a (mm) | b (mm) | $\Delta p_y$ (kg*m/s) | $\frac{\Delta y \, \Delta p_y}{h} = \frac{d}{\lambda} \sin\left(\arctan\left(\frac{a}{b}\right)\right)$ |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

3 – Se a incerteza na medida da posição de uma partícula é de 0,01 mm, determine a menor incerteza da medida do momento cinético.

4- Um elétron tem uma velocidade constante de 40 m/s. A incerteza do momento cinético é de $10^{-6}$ do valor do momento. Calcule a incerteza da posição do elétron.

5- A determinação da posição de um átomo de cloro é de $2*10^{-6}$ m. Se a massa do átomo de cloro é de $5,86*10^{-26}$ kg. Calcule a incerteza na determinação experimental da velocidade.