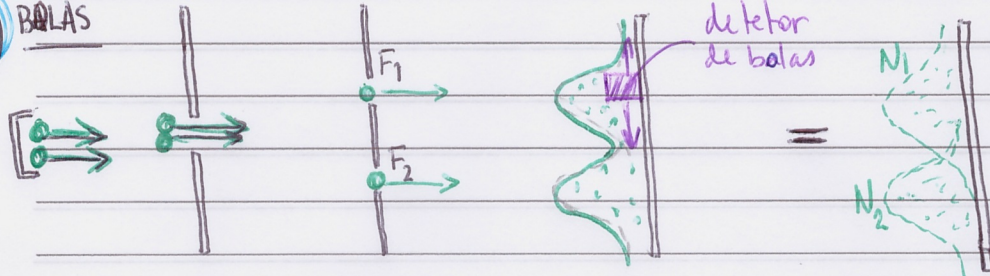


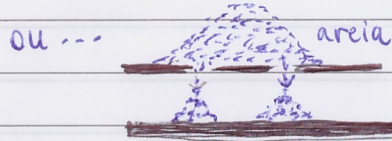
O experimento de dupla fenda revisitado

1) BALAS

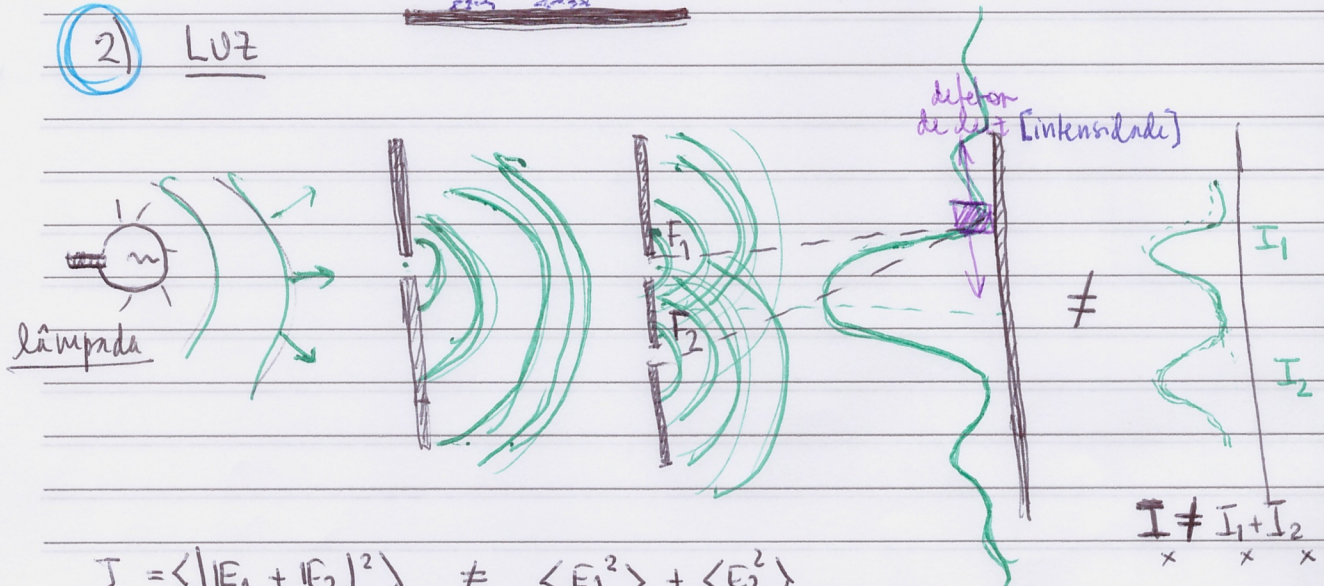


• não há interferência

$$N_x = N1_x + N2_x$$



2) LUZ

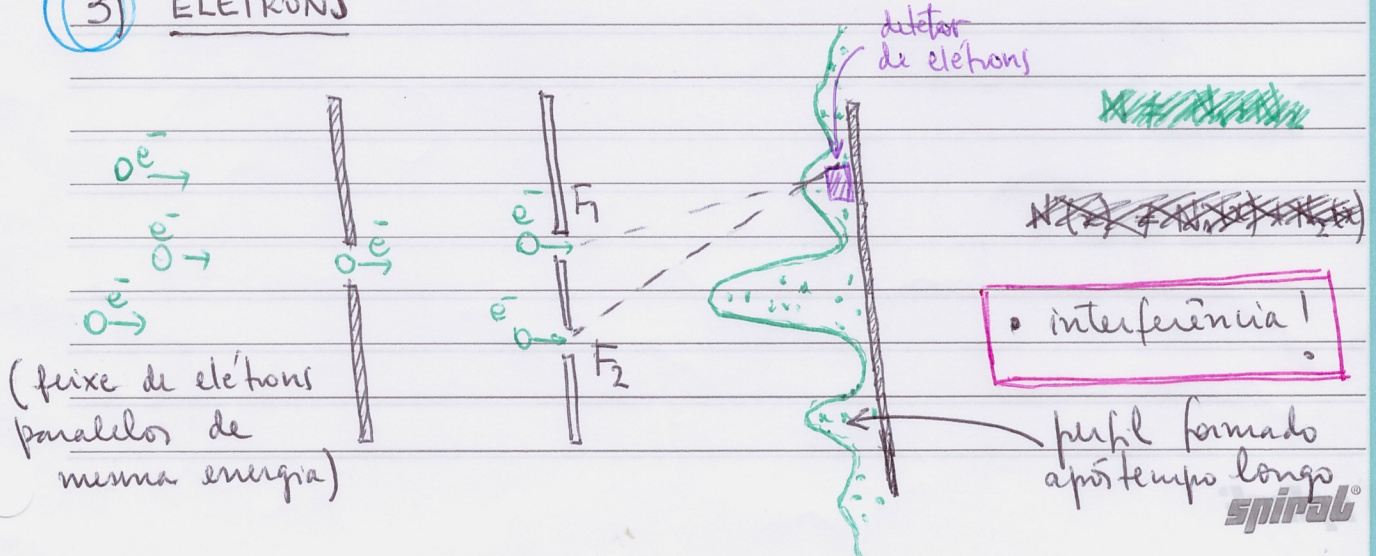


• interferência!

$$I = \langle |E_1 + E_2|^2 \rangle_T \neq \langle E_1^2 \rangle + \langle E_2^2 \rangle$$

amplitudes

3) ELETRONS



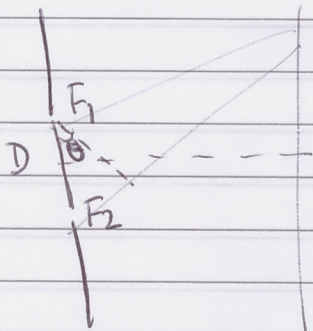
• interferência!

perfil formado após tempo longo  
spirab

Os elétrons apresentam perfil de densidade / tempo longo<sup>2/</sup> (número de elétrons por unidade de tempo) semelhante ao perfil da luz (intensidade): PERFIL DE INTERFERÊNCIA.

- Difração de elétrons confirma a teoria de de Broglie  
Tese doutorado, Nobel: 1929
- Fenda  $\rightarrow$  furo  $I = I_0 \cos^2 \phi / 2$

interferência destrutiva:  $\frac{\phi}{2} = \frac{h D \sin \theta}{2} = (m + 1/2) \lambda$



$$\Rightarrow D \sin \theta = \lambda / 2 \quad (1)$$

$\lambda$  = comprimento de onda de de Broglie associado ao elétron

$$\Rightarrow \lambda = h / p \quad (2)$$

$$(1) \text{ e } (2) \rightarrow D \sin \theta_{1/2} = \frac{h}{2p} \rightarrow \sin \theta_{1/2} = \frac{h}{2pD}$$

$m = 0$  1º mínimo

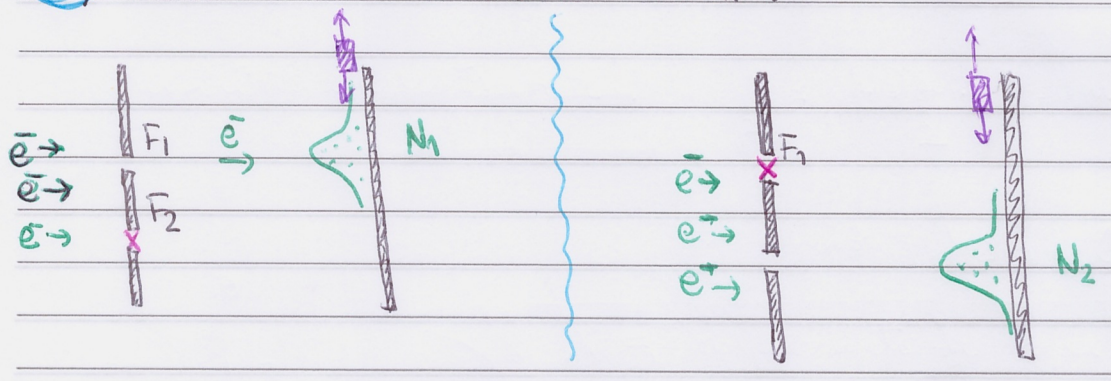
Confirmado experimentalmente.

Podemos interpretar o perfil de densidade de elétrons após um tempo longo como a (DENSIDADE) DE PROBABILIDADE DE UM ELÉTRON ~~atig~~ atingir um certo ponto do anteparo.

MAS ... no experimento com elétrons, o detector detecta elétrons!

Continuando com a série de experimentos com elétrons:

4) ELÉTRONS: UMA FENDA FECHADA

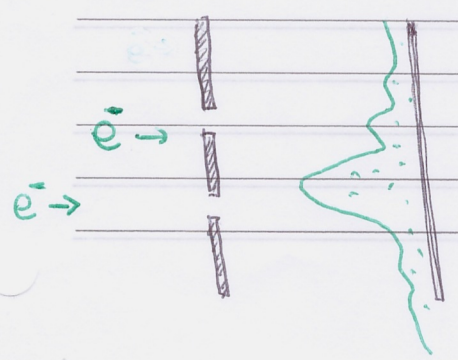


Como explicar o perfil de interferência mostrado? Afinal, quando as 2 fendas estão abertas  $N \neq N_1 + N_2$ .

Podíamos pensar que os elétrons interferem <sup>de forma coordenada</sup> entre eles no percurso entre as fendas e o anteparo produzindo de alguma forma, o perfil observado.

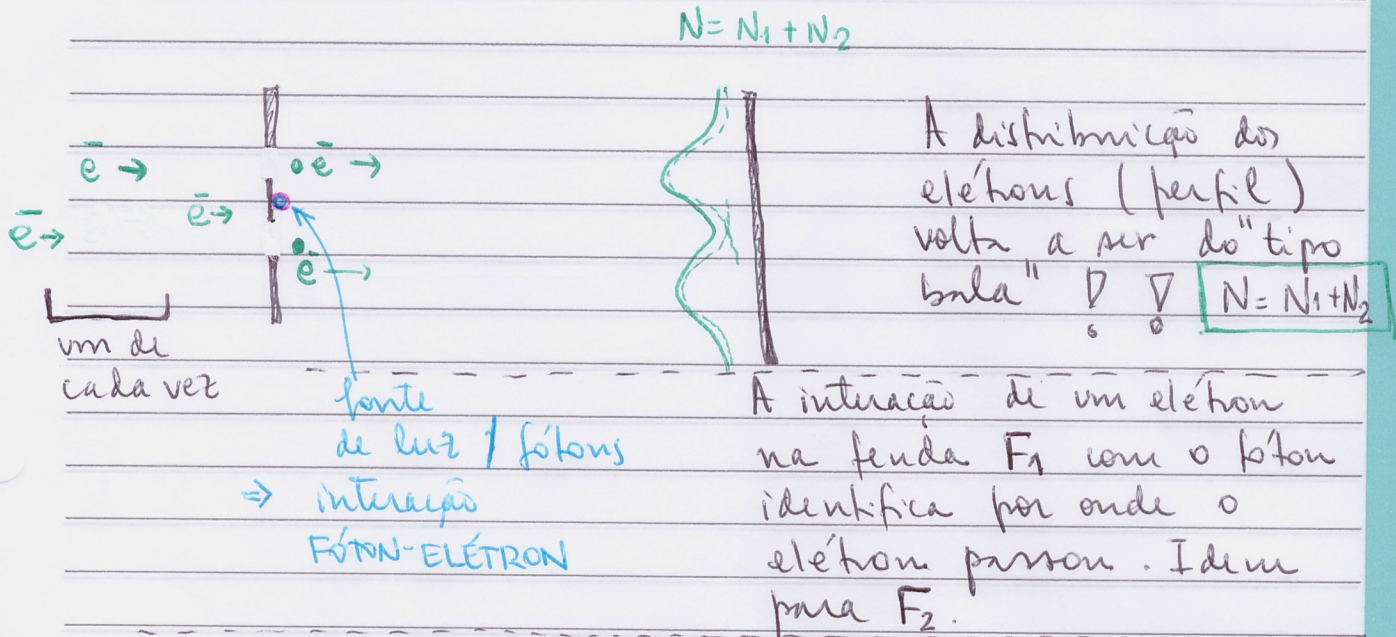
Então ... o que acontece se deixarmos 1 ÚNICO ELÉTRON atingir o anteparo de cada vez? Com isso os elétrons não teriam chance de interagir entre eles...

5) UM ELÉTRON DE CADA VEZ ... após um tempo longo:



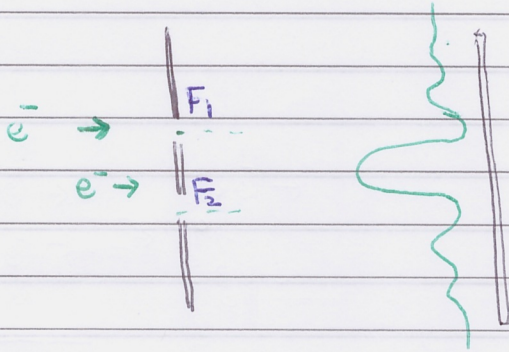
- Cada elétron é observado como um ponto (um evento) no anteparo
  - perfil de interferência ondas!
- $N \neq N_1 + N_2$

6) OBSERVANDO OS ELÉTRONS PASSANDO PELAS FENDAS:



ou seja, se formos capazes de observar por qual fenda cada elétron passou, o perfil de interferência desaparece!

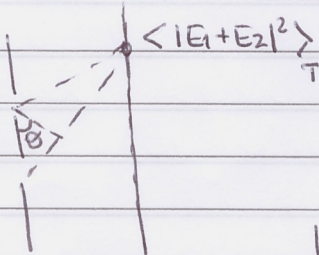
O resultado :



é compatível com ~~um~~ um comportamento ondulatório que apresenta interferência das ondas que emergem de  $F_1$  e de  $F_2$ .

No caso da luz, a intensidade medida é calculada em termos das amplitudes  $|E_1|$  e  $|E_2|$  das duas ondas :

$$I_{\text{luz}} \sim \langle |E_1 + E_2|^2 \rangle_{\text{m\u00e9dia temporal}} \neq |E_1|^2 + |E_2|^2$$



$$I_{\text{luz}} \sim \langle |E_1|^2 + |E_2|^2 + 2 \cdot E_1 E_2 \cos \phi \rangle_T$$

$$|E_1| = |E_2| = E$$

$$I_{\text{luz}} \sim \langle 2E^2 + \underbrace{2E^2 \cos \phi}_{\text{interfer\u00eancia}} \rangle_T = 4E_0^2 \underbrace{\cos^2 \frac{\phi}{2}}_2$$