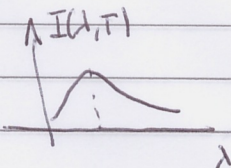


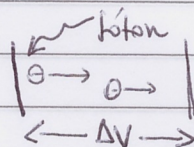
Onda de de Broglie

Até agora, vimos que

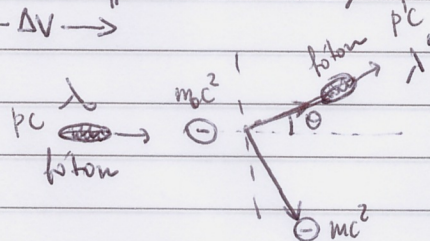
- corpo negro: radiação térmica



- efeito fotoelétrico



- espalhamento Compton



- átomo de Bohr (linhas de emissão do H)

- O efeito fotoelétrico e o espalhamento Compton evidenciam que a luz se comporta como partícula

luz: partícula

- Os experimentos de interferência / difração de luz, evidenciam que a luz se comporta como onda

luz: onda

|| Afinal: a luz é onda ou partícula? ||

A luz possui caráter "dual": exibe

características ondulatórias e corpusculares.

Princípio da Complementaridade (Bohr 1928)

"A descrição ondulatória é complementar à descrição corpuscular".

de cada uma

⇒ Precisamos \vee das duas descrições, dependendo da situação / experimento / fenômeno físico

Mas nunca precisaremos de ambas para descrever um mesmo experimento / fenômeno físico.

E A MATÉRIA ?

O passo seguinte para o desenvolvimento da Mecânica Quântica foi dado por

Louis de Broglie (1923) : A matéria, de modo análogo a luz, também exibe caráter dual !!

Como são as características ondulatórias de uma partícula com $m_0 \neq 0$?

• Luz : (fótons) $\begin{cases} m_0 = 0 \\ v = c \end{cases}$

$$\left. \begin{array}{l} E_{\text{fóton}} = pc \quad (\text{relatividade}) \\ E_{\text{fóton}} = hf \quad (\text{Planck/Einstein}) \end{array} \right\} hf = pc \quad (1)$$

Para a onda e.m. : $f = c/\lambda$ (2) (luz)

(1) e (2) \Rightarrow $\left[p = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda} \right]$ fóton

• Partícula ($m_0 \neq 0$) de Broglie : $\begin{cases} E = hf \\ p = \frac{h}{\lambda} \end{cases}$

• $f \neq \frac{c}{\lambda}$

• $E \neq pc$

Mm : $\left[\begin{array}{l} f^{\text{matéria}} = \frac{E^{\text{matéria}}}{h} \\ \lambda^{\text{matéria}} = \frac{h}{p_{\text{mat}}} = \frac{h}{m_0 v} \end{array} \right]$

Note

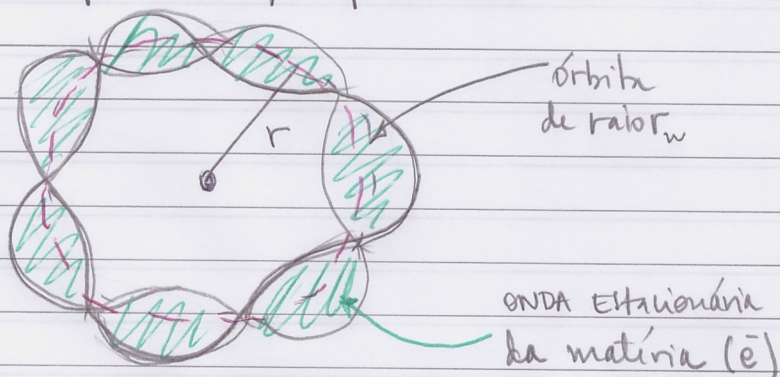
As expressões para "ondas de matéria" combinam grandezas associadas à partícula: m_0, v, E , com conceitos ondulatórios: λ, f .

A proposta de de Broglie permite entender o modelo atômico de Bohr da seguinte forma:

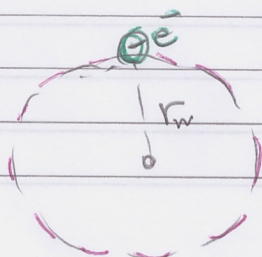
As órbitas estáveis dos elétrons nos átomos (em torno dos respectivos núcleos) são tais que acomodam um NÚMERO INTEIRO de comprimentos de onda de de Broglie associados aos elétrons.

⇒ Nas órbitas estáveis formam-se ONDAS ESTACIONÁRIAS.

Representação pictórica



de Broglie



Bohr

Assim: para um número inteiro de comprimentos de onda na órbita estável (raio r_n)

$$\frac{2\pi r_n}{\lambda} = n$$

λ
de Broglie

$$\lambda \text{ de Broglie} = \frac{h}{m_0 v_n} = \frac{h}{p}$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi r_n}{h/m_0 v_n} = n \Leftrightarrow r_n = \frac{h}{2\pi} \cdot \frac{n}{m_0 v_n}$$

$$r_n = \frac{h \cdot n}{m_0 v_n}$$

ou ...

$$m_0 v_n r_n = h \cdot n$$

$$L_n = m_0 v_n r_n = \text{momento angular}$$

Isto significa que a hipótese de de Broglie sobre órbitas estáveis contendo um no inteiro de comprimentos de onda (de de Broglie) é EQUIVALENTE à hipótese de Bohr sobre a QUANTIZAÇÃO DO MOMENTO ANGULAR (nas órbitas estáveis).