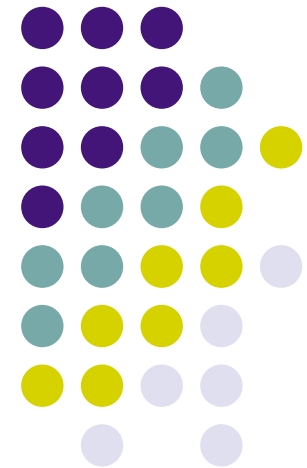


Esperimenti di Meccanica Quantistica



Matteo Mascolo

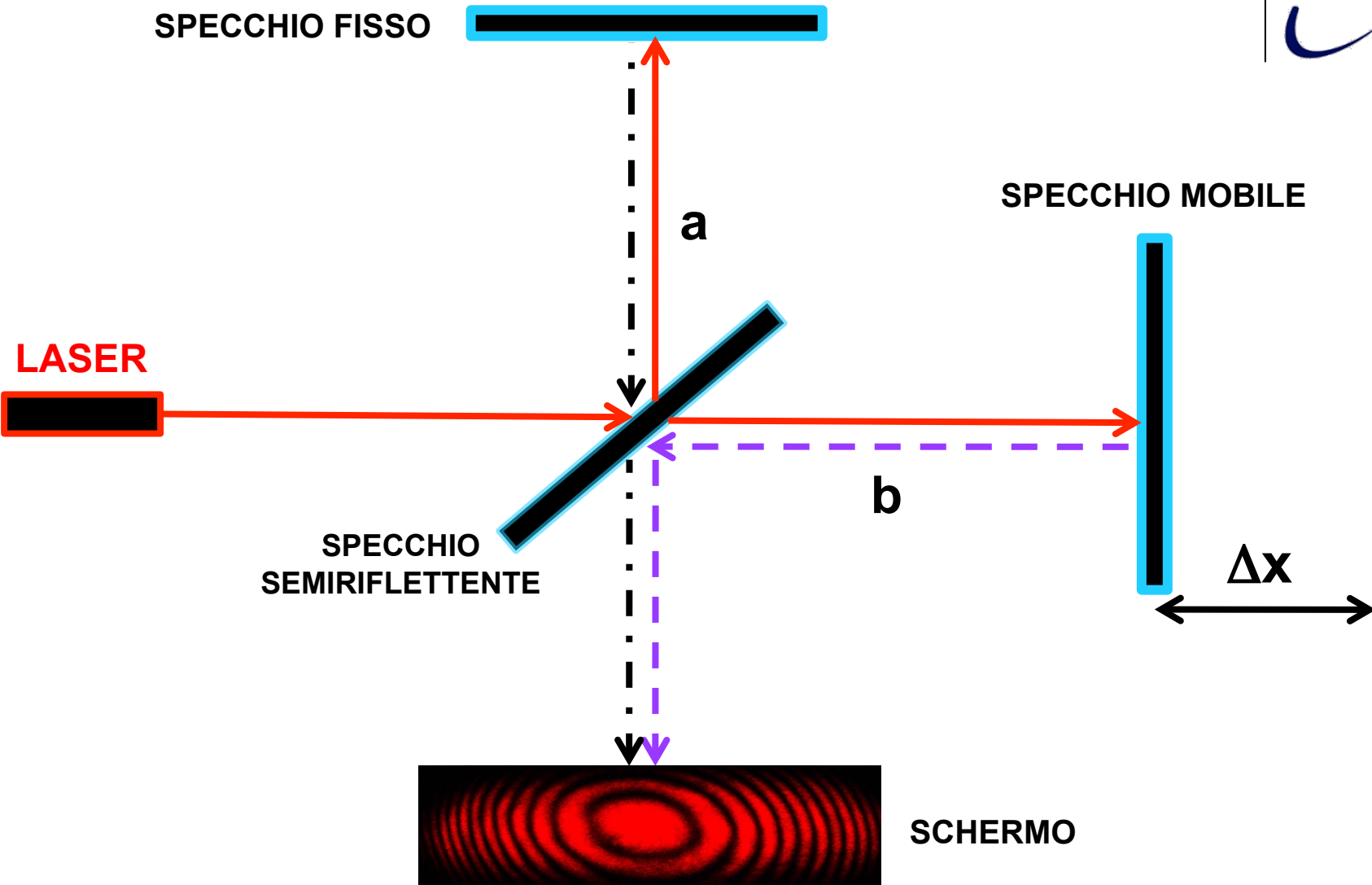


Sommario



- **Interferometro di Michelson-Morley**
- **Tubo a diffrazione di elettroni**
- **Esperimento di Franck-Hertz**

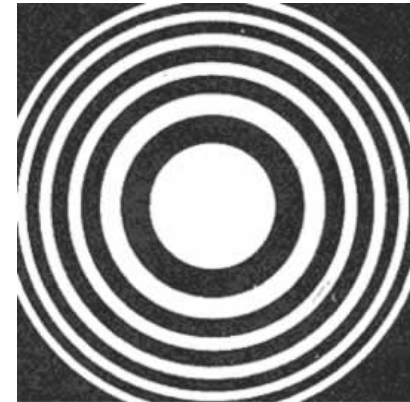
Interferometro di Michelson-Morley



L'interferenza costruttiva



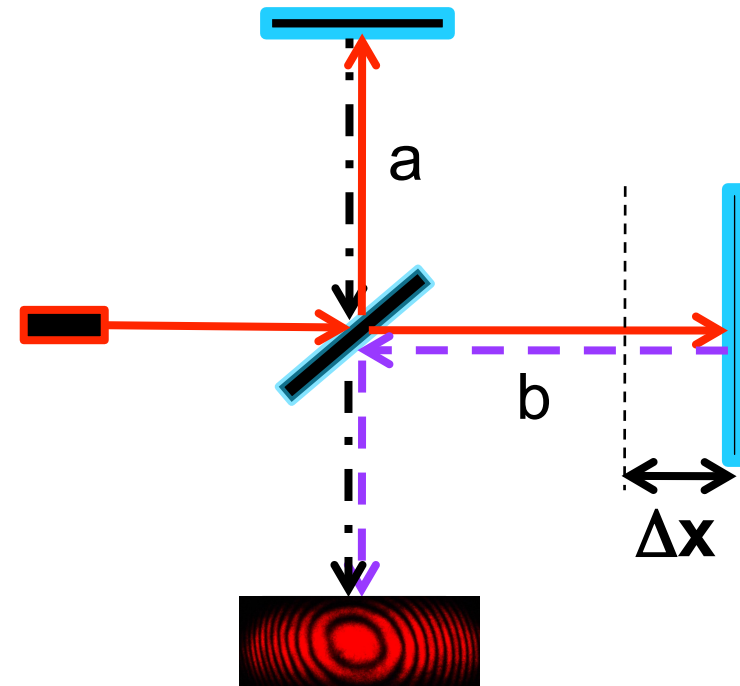
Nella condizione $a = b$ (e in assenza dell'etere) si ha interferenza costruttiva al centro della figura di interferenza



Partendo dalla situazione $a = b$ e spostando lo specchio mobile di Δx avremo i nuovi tragitti sfasati di:

$$\Delta t = \frac{2\Delta x}{c}$$

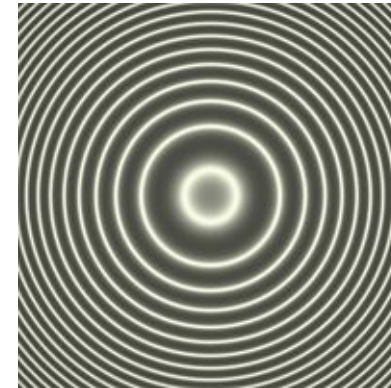
Si osserverà un nuovo massimo di interferenza solo quando $\Delta t = T$ (periodo della luce laser) o un suo multiplo intero!



La misura della λ del laser



Per $\Delta t = T/2$ si osserverà un minimo di interferenza (zona buia al centro della figura di interferenza)



Lo spostamento che lo specchio deve effettuare per passare da un massimo di interferenza a quello successivo sarà:

$$\Delta t = T = \frac{2\Delta x}{c} \quad \rightarrow \quad \Delta x = \frac{cT}{2} = \frac{\lambda \nu T}{2} = \frac{\lambda}{2}$$

(Il risultato è ovvio dal momento che se lo specchio si sposta di $\lambda/2$ l'onda laser viene shiftata esattamente di una lunghezza d'onda)

La misura della λ del laser



E' dunque possibile misurare la lunghezza d'onda del laser sorgente misurando Δx tra due massimi (o minimi) di interferenza

Per avere una stima più precisa di λ conviene misurare il Δx tra più massimi di interferenza consecutivi (per esempio $m=20$)

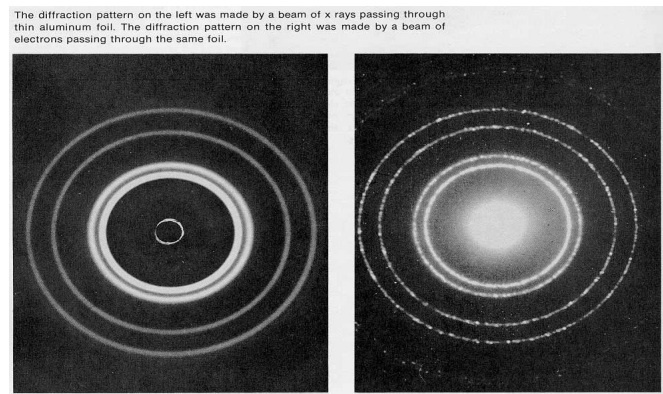
$$\Delta x = \frac{m\lambda}{2} \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{2\Delta x}{m}$$
$$\frac{\varepsilon_{\lambda}}{\lambda} = \frac{\varepsilon_{\Delta x}}{\Delta x} + \frac{\varepsilon_m}{m}$$

N.B. Ad ogni mm di rotazione del nonio che regola il movimento dello specchio corrisponde uno spostamento reale (ridotto) di 830 nm

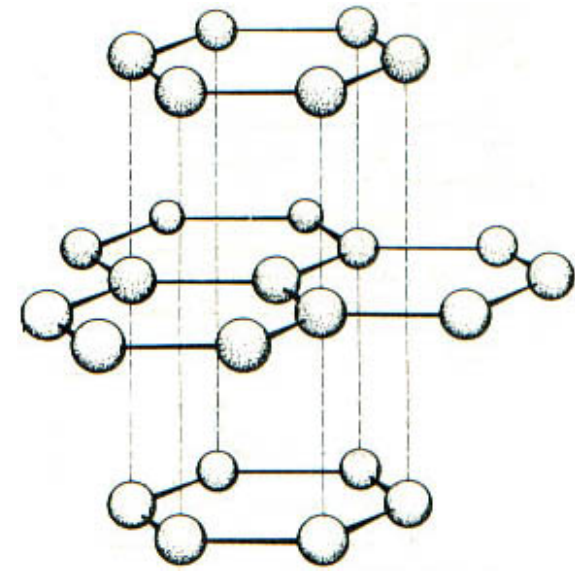
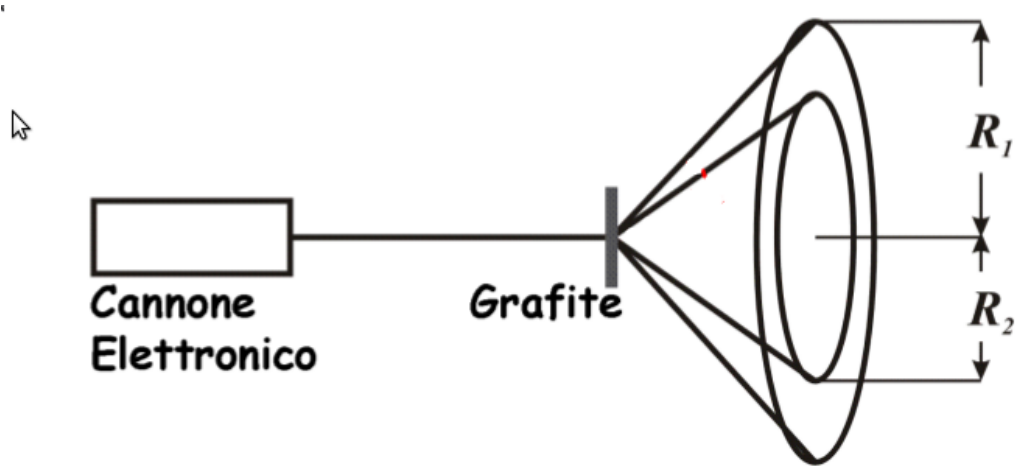
Dualismo onda corpuscolo



Prova sperimentale della validità onda corpuscolo fornita per la prima volta nel 1925 Davisson e Germer



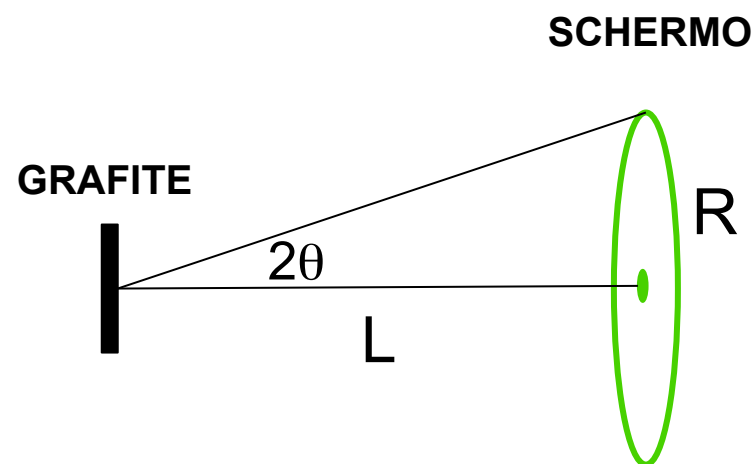
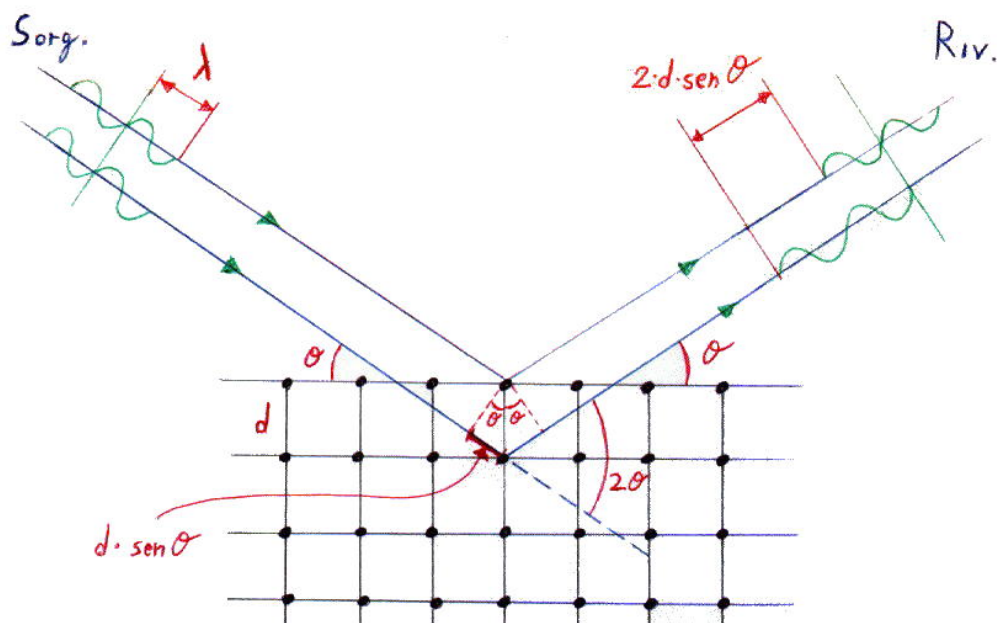
Il reticolo di grafite influenza allo stesso modo raggi-X ed e⁻



Tubo a diffrazione di elettroni



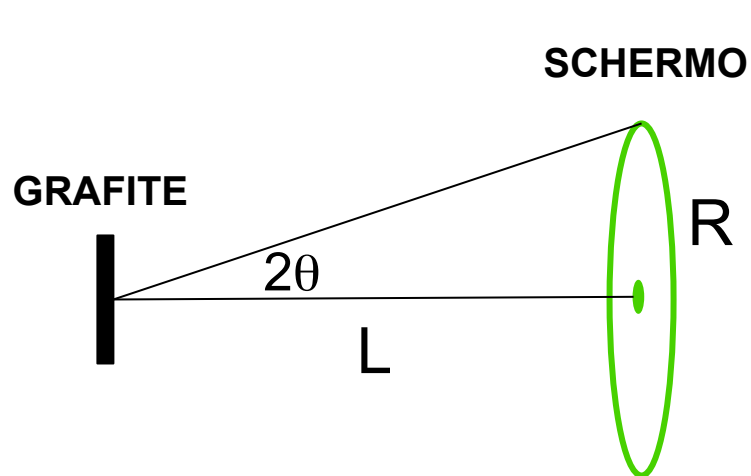
La differenza di cammino tra le due onde incidenti sia Δx (ovvero sia $d \sin \theta = \Delta x / 2$). L'interferenza tra di esse sarà costruttiva se e soltanto se $\Delta x = n\lambda$ (con n intero)



Tubo a diffrazione di elettroni



Consideriamo il primo nullo di interferenza (corrispondente ad un massimo), quindi $n=1$, e $\Delta x = \lambda = 2d \sin \theta$



$$\frac{R}{L} = \operatorname{tg} 2\vartheta$$

$$\vartheta \approx 0 \rightarrow \operatorname{tg} 2\vartheta = \frac{2 \operatorname{tg} \vartheta}{1 - \operatorname{tg}^2 \vartheta} \approx \frac{2 \operatorname{sen} \vartheta}{\cos \vartheta} \approx 2 \operatorname{sen} \vartheta$$

$$2d \operatorname{sen} \vartheta = d \operatorname{tg} 2\vartheta = d \frac{R}{L} = \lambda \rightarrow d = \lambda \frac{L}{R}$$

Misurando il raggio del primo massimo di interferenza R , **nota la lunghezza d'onda della radiazione/particella** e la distanza del reticolo dallo schermo, L , si può ricavare la distanza d tra i piani reticolari

La lunghezza d'onda degli e⁻



La lunghezza d'onda associata agli elettroni è nota come lunghezza d'onda di De Broglie

$$\lambda_{e^-} = \frac{h}{p}$$

Sapendo che gli e⁻ accelerati dal potenziale anodico V acquistano energia E = eV (con e carica elementare) e supponendo gli e⁻ non relativistici

$$E_{e^-} = eV = \frac{p^2}{2m} \quad \rightarrow \quad p = \sqrt{2meV} \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

Grazie per l'attenzione

