

C3.1 Ipoteza de Broglie

Având la dispoziție două forme echivalente de energie pentru radiația electromagnetică (respectiv, în formularea relativistă Einstein și în cea cuantică Planck) Louis de Broglie a avansat ideea unificării acestora, coroborat cu generalizarea la orice corp în mișcare (cu masa de repaus m_0) scrisă prin intermediul pulsației $\omega = \nu / 2\pi$, ceea ce implică introducerea

$$m_0 c^2 = \hbar \omega$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

constantei lui Planck reduse. În fapt, această unitate energetică este asumată pentru sistemul propriu al unui corp în mișcare și se verifică validitatea sa față de un sistem de coordonate-observator (inerțial) față de care acesta se deplasează cu o viteză constantă v . Mai mult decât atât, se pune problema în ce măsură evoluția corpului în mișcare este echivalentă cu acoperirea (trajectoriei) spațiului cu o undă asociată egal reprezentativă pentru corpul în sistemul propriu de referință precum și în observație dintr-un sistem inerțial (relativistic) echivalent, vezi

$$\psi(x, t) = A e^{i(k_x x - \omega t)}$$

Figura C.3.1.

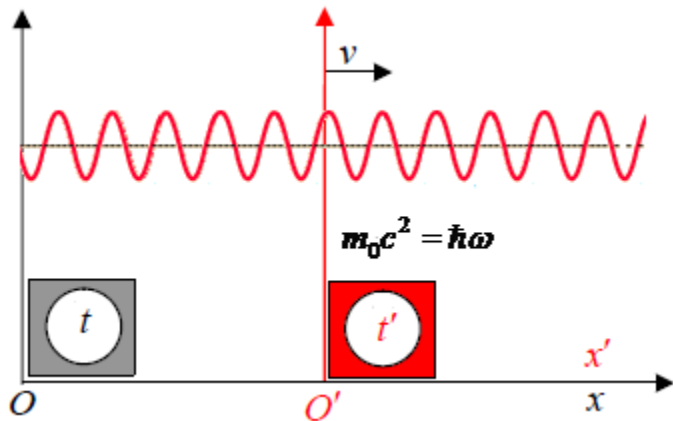


Figura C.3.1. Construcția relativistă pentru deducerea relației lui de Broglie.

Această echivalență ar însemna (din perspectiva ondulatorie a propagării) asumarea identității de fază (amplitudinea nu conține informații ondulatorii legate de mișcarea în sine ci mai mult de condițiile inițiale și de mediu – dispersie, atenuare, etc.) în funcție

de pulsația și vectorul de undă ca și constante ale mișcării (ondulatorii). Rescrierea ecuației de egalitate a fazelor prin transformările relativiste (Lorentz-Einstein) de coordonate, considerând corpul (asociat) în

$$k_x x - \omega t = k_x x' - \omega' t'$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

mișcare fixat de sistemul de referință $O'(x'=0)$ generează relația spațio-temporală. Recunoscând masa de mișcare (relativistă). Obținem identificările succesive pentru vectorul de undă și pulsația mișcării ondulatorii asociate

$$k_x x - \omega t = -\omega' t' = -\frac{m_0 c^2}{\hbar} \frac{t - \frac{v}{c^2} x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

echivalente cu cuantificările substanței (de Broglie) și a undelor (Planck). Astfel se realizează conceptual și fundamental cuantificarea completă (și reciprocă) a materiei (câmp/undă+substanță).

$$\begin{cases} k_x = \frac{1}{\hbar} \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \frac{mv}{\hbar} = \frac{p_x}{\hbar} \\ \omega = \frac{1}{\hbar} \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \frac{mc^2}{\hbar} = \frac{E}{\hbar} \end{cases}$$

$$\begin{cases} p = \hbar k \dots \text{cuantificarea substanței} \\ E = \hbar \omega \dots \text{cuantificarea undelor} \end{cases}$$