

## C4.5 Principiul de Corespondență-Operatorii Impuls și Energie

Considerăm funcția de undă din “nucleul” pachetului de unde Broglie

$$\vartheta_i(\mathbf{r}) = u_p(\mathbf{r}) e^{-\frac{i}{\hbar}Et} = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3/2}} e^{\frac{i}{\hbar}(\mathbf{p}\cdot\mathbf{r} - Et)}$$

Prin derivări temporale și spațiale ale acestei funcții de undă se obțin ecuațiile de propagare

$$\frac{\partial}{\partial t} \vartheta_i(\mathbf{r}) = -\frac{i}{\hbar} E \vartheta_i(\mathbf{r}),$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \vartheta_i(\mathbf{r}) = \frac{i}{\hbar} p_x \vartheta_i(\mathbf{r})$$

de unde se pot extrage definițiile pentru operatorii cuantici ai energiei și impulsului

$$\hat{E}\bullet = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \bullet,$$

$$\hat{p}_x \bullet = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x} \bullet$$

De notat că operatorul 3D al impulsului se scrie

$$\hat{p}\bullet = -i\hbar \nabla \bullet$$

cu ajutorul operatorului nabra definit pe coordonatele carteziane

$$\nabla = \partial_i \partial^i, \quad \partial^i := \partial / \partial x_i, \quad i = 1(x), 2(y), 3(z).$$

Acești operatori, alături de cei direct dependenți de coordonată

$$\hat{x}\bullet = x\bullet, \quad \hat{V}(x,t)\bullet = V(\hat{x},t)\bullet = V(x,t)\bullet$$

sunt foarte importanți în descrierea și modelarea ecuațiilor cuantice (cu valoare măsurabilă sau observabilă).