de Broglieovy vlny

Světlo

Planckův vztah $E = \hbar\omega$

Einsteinův vztah $\vec{p} = \hbar\vec{k}$

relativita $E = \sqrt{p^2c^2 + m_0c^4}$

fotony: $m_0 = 0 \Rightarrow \boxed{E = |p|c}$

$|p| = \frac{E}{c} = \frac{\hbar\omega}{c} = \hbar|k|$

Fotony jsou popisovány rovinnou vlnou

$$\boxed{\psi_{\vec{p}}(\vec{r},t) \sim e^{-i\omega t + i\vec{k}\cdot\vec{r}} = e^{-\frac{i}{\hbar}Et + \frac{i}{\hbar}\vec{p}\cdot\vec{r}}}$$

"Vlnová funkce" fotonu

de Broglieova hypotéza: Také částice lze přiřadit vlnové vlastnosti – vlnovou délku podobně jako fotonu

Elektrony:

$$\psi_{\vec{p}}(\vec{r},t) \sim e^{-\frac{i}{\hbar}(Et + \vec{p}\cdot\vec{r})}$$

Tato funkce má popisovat stav dané hybnosti $|\vec{p}\rangle$

Chceme obecnější popis, kde pro $\vec{p}'$ tj. pro $|\vec{p}'\rangle$ platí, že $\langle\vec{p}'|\vec{p}\rangle = \delta_{\vec{p}',\vec{p}}$ $\Rightarrow$ operátor

$$\hat{\vec{p}}\,|\vec{p}\rangle = \vec{p}\,|\vec{p}\rangle$$

Nám tedy stačí pracovat s $\hat{p}_x$ a veličinou p_x

$$\hat{p}_x\,|p_x\rangle = p_x\,|p_x\rangle$$

Jak pracoval s více složkami?