VII Postulaty fizyczne mechaniki kwantowej.

Równanie Kleina – Gordona.

Postulaty fizyczne

Każdemu eksperymentowi towarzyszy nieuniknione zakłócenie, np. żeby zlokalizować elektron, musimy go oświetlić, a foton oddziałuje z elektronem i zaburza jego pęd. Takie zaburzenie na poziomie atomowym jest już istotne.

1.Zasada odpowiedniości.

Wszystkie relacje znane z mechaniki klasycznej, które nie zawierają pochodnej, zachodzą również w mechanice kwantowej, po zastąpieniu wielkości fizycznych odpowiednimi operatorami.

Dla układów makroskopowych musi nastąpić automatyczne przejście z mechaniki kwantowej w mechanikę klasyczną; nowa i stara teoria muszą się zgadzać w zakresie, gdzie różnice pomiędzy ich założeniami nie odgrywają istotnej roli.

2. Zasada komplementarności.

Pewne elementy opisów układów mikroskopowych wykluczają się wzajemnie.

Z empirycznego punktu widzenia żaden przyrząd nie pozwala zmierzyć dokładniej niż to wynika z zasady nieoznaczoności, tzn. jest to bariera teoretyczna, a nie względy praktyczne.

3. Zasada superpozycji.

Zakładamy, że równanie falowe, które opisuje pojedynczą cząstkę musi być równaniem liniowym.

Jeżeli mamy jakieś równanie opisujące jeden obiekt i dodamy drugi, to równanie to musi opisywać dwa obiekty. Jest to bardzo ograniczające założenie i są takie dziedziny fizyki, jak optyka nieliniowa, gdzie zasada ta nie gra żadnej roli.

Równanie Kleina – Gordona

Równanie to opisuje propagację fal w pustej przestrzeni.

Niezmiennik:

$$E^2 - p^2 c \ = m_0^2 c^4$$

Równanie fali płaskiej de Broglie'a:

$$\Psi(\vec{x}, t, \vec{p}) = \exp[\frac{i\vec{x}\vec{p}}{\hbar} - i\omega \cdot t]$$

$$E = \hbar \cdot \omega$$
$$p = \hbar \cdot k$$

Różniczkujemy funkcję falową dwukrotnie po czasie:

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2}\Psi(\vec{x},t,\vec{p}) = -\omega^2\Psi(\vec{x},t,\vec{p})$$

Różniczkujemy funkcję falową dwukrotnie względem *x*:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}\Psi(\vec{x},t,\vec{p}) = -\frac{p_1^2}{\hbar^2}\Psi(\vec{x},t,\vec{p})$$

Wstawiając do niezmiennika, otrzymujemy:

$$-\hbar^2\frac{\partial^2}{\partial t^2}\Psi(\vec{x},t,\vec{p}) + \hbar^2 c^2\nabla^2\Psi(\vec{x},t,\vec{p}) = m^2c^4\Psi(\vec{x},t,\vec{p})$$

Powyższe równanie znane jest jako równanie Kleina – Gordona.

Jeżeli rozpatrujemy ogólniejszą (ciągłą) superpozycję fal po całej przestrzeni R^3, wówczas

$$\Psi(x,t) = \int d^3p\cdot A(\vec{p})\cdot \exp[\frac{ixp}{\hbar} - i\omega\cdot t],$$

gdzie $A(\vec{p})$ jest funkcją wektora $\vec{p}$ przyjmującą wartości zespolone. Równanie to jest najogólniejszą postacią równania fali de Broglie'a.

Z równania Kleina – Gordona po podzieleniu przez $\left(-c^2\hbar^2\right)$ otrzymujemy:

$$\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\Psi(\vec{x},t) - \nabla^2(\vec{x},t) = -(\frac{mc}{\hbar})^2\Psi(\vec{x},t)$$

Jest to liniowe równanie różniczkowe na funkcję falową Ψ(x,*t*).