

Zadania

Podstawy fizyki IV - ćwiczenia 28
Radek Chrapkiewicz

5.06.2013

1. Wstęp: podaj równanie Schroedingera. Wyjaśnij interpretację poszczególnych wyrazów oraz funkcji falowej ψ .
2. Wypisz równanie Schroedingera w 1 wymiarze. Wypisz odpowiadające mu matematycznie równanie na propagację impulsu w ośrodku z liniową dyspersją II rzędu (dyspersja prędkości grupowej). Jakiego rozwiązania spodziewasz się
3. Rozwiąż równanie Schroedingera w pustej przestrzeni: $V(x) = 0$. Załóż, że początkowy kształt funkcji falowej to pakiet gaussowski.
4. Na podstawie powyższego zadania wypisz nierówność na iloczyn szerokości rozkładu położenia i pędu – szczególny przypadek zasady nieoznaczoności Heisenberga.
5. Rozseparuj zmienne w równaniu Schroedingera i równaniu falowym w elektrodynamice. Pokaż, że analogiczne równania prowadzą do analogicznych zagadnień: tunelowanie, jama potencjału, bariera potencjału, fala ewanescentna.
6. Jakiej superpozycji stanów odpowiada stan polaryzacji liniowej pojedynczego fotonu? Analogia do wektorów Jonesa.
7. Którędy pojedynczy foton wyjdzie z interferometru Macha-Zendera o ramionach o równych długościach?
8. Jaka jest jakościowa różnica pomiędzy singletowym stanem splątany $\frac{1}{\sqrt{2}}(|\leftrightarrow\uparrow\rangle - |\uparrow\leftrightarrow\rangle)$ a źródłem światła, które wysyła pary fotonów o prostopadłych polaryzacjach liniowych, pionowej i poziomej lub pionowej i poziomej (zawsze na przemian). W przypadku drugiego źródła nie wiemy z którą parą mamy do czynienia, ale wiemy, że jest tylko jedna z dwóch możliwości.

Zadania domowe

1. Prześledź z wykładu wyprowadzenie efektu Hong-Ou-Mandla. Idea doświadczenia jest następująca: gdy dwa całkowicie identyczne fotony padną na płytkę światłodzielną to zawsze wylecą one z płytki tym samym portem wyjściowym: jednym lub drugim, ale w sensie spójnej superpozycji kwantowej: $\frac{1}{\sqrt{2}}(|20\rangle - |02\rangle)$.
2. Do interferometru Macha-Zendera o ramionach o identycznej długości wpuszczono pojedynczy foton. W jedno z ramion wstawiono kawałek szkła o takiej grubości, że efektywnie przesuwa fazę fotonu w jednym z ramion o φ . Zapisz stan światła na wyjściu z interferometru i oblicz prawdopodobieństwo znalezienia fotonu w jednym lub drugim porcie wyjściowym.
3. W poprzednim zadaniu dla dowolnej fazy φ na ogół mamy do czynienia z sytuacją, że foton wychodzi jednocześnie z jednego portu wyjściowego i z drugiego. Zaproponuj prosty układ, w którym „złożysz” ten foton z powrotem w 1 kawałek tzn. by z jednego z wyjść dobudowanego układu wychodził zawsze z prawdopodobieństwem 1.
4. Zobacz na przykładzie zadania 3, że gdyby foton był zlokalizowany w jednym lub drugim z ramion interferometru, to układ który zaproponowałeś do „składania fotonu w 1 kawałek” przestanie działać.