



CYKL WYKŁADÓW

Podstawy informatyki kwantowej:

Aparat matematyczny i realizacje fizyczne

Abstrakt:

Wiek XX posiadał dwa główne trendy intelektualne, które zmieniają zasadniczo naszą cywilizację: teoria informacji wraz z rozwojem komputerów oraz teoria kwantów będąca podstawą nowych technologii, które przynosiły prawie 80 procent ogólnego dochodu światowego. Badania fizyków i matematyków w ciągu prawie trzech ostatnich dekad, które były inspirowane pomysłem jednego z największych fizyków XX wieku Richarda Feynmana w 1982 roku, zapoczątkowane pracą matematyka z Oksfordu Davida Deutscha o matematycznych podstawach komputerów kwantowych, połączyły dwa te trendy, doprowadzając do burzliwego rozwoju nowej dziedziny nauki: informatyki kwantowej. Najnowsze osiągnięcia fizyki eksperymentalnej w tym czasie dają możliwość manipulowania pojedynczymi układami fizycznymi w skali atomowej, przez to stwarzają realną szansę dla budowy superkomputerów, w porównywaniu z którymi obecne największe komputery są tylko liczydłami.

Cykl wykładów opisuje właśnie podstawy matematyczne działania takich komputerów wraz z ich możliwymi realizacjami fizycznymi. Wykłady adresowane są do studentów pierwszych lat fizyki i kierunków technicznych, nauczycieli matematyki i fizyki oraz do wszystkich, którzy są zainteresowani nową ciekawą teorią o głębokim znaczeniu poznawczym i technologicznym.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp. Dlaczego komputery kwantowe są niezbędne.
2. Fotony i początek teorii kwantowej. Polaryzacja fotonów.
3. Teoria atomu i powstanie mechaniki kwantowej. Spin cząstek. Elektron jako cząstka o spinie $\frac{1}{2}$.
4. Aparaty matematyczne i postulaty mechaniki kwantowej. Przestrzeń Hilberta. Rola liczb zespolonych. Wektory i operatory liniowe. Stany i ich ewolucja. Zasada superpozycji i interferencja kwantowa. Manipulacja amplitudami prawdopodobieństwa. Wielkości fizyczne i ich pomiary, zasada nieoznaczoności Heisenberga.
5. Układy złożone i iloczyn tensorowy. Dwa słynne „gedankenexperiment”. Splątanie
6. Oddziaływanie atomów z promieniowaniem. Manipulacja pojedynczymi układami kwantowymi na przykładzie chłodzenia i pułapkowanie atomów.
7. Dekoherencja. Pomiary bez oddziaływania.

8. Osiągnięcia technologiczne teorii kwantowej na przykładzie komputerów. Klasyczna teoria informacji. Bity i bramki logiczne. Algebra Boole'a. Algorytmy. Obwody logiczne. Klasyczna maszyna Turinga. Tunelowanie i półprzewodniki. Tranzystory i czipy. Miniaturyzacja komputerów. Granica fizyczna technologii komputerowej.
9. Zasady działania komputerów kwantowych. Kubity i rejestry. Liczenie równoległe. Bramki kwantowe i obwody kwantowe. Kubity jako dwupoziomowce. Sfera Blocha. Kubity jako lecące fotony.
10. Protokół teleportacji.
11. Kwantowa transformacja Fouriera. Rozłożenie dużej liczby naturalnej na czynniki pierwsze.
12. Kryptografia i atak na RSA.
13. Inne implementacje fizyczne komputerów kwantowych.
14. Perspektywy informatyki kwantowej.