



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Informatyka kwantowa

Przedmiot

Kierunek studiów

Edukacja Techniczno Informatyczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/5

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

15

Inne (np. online)

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

Liczba punktów ECTS

5

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. Danuta Stefańska

email: danuta.stefanska@put.poznan.pl

tel. 61 665 3232

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Technicznej

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr Gustaw Szawiola, doc. PP

email: gustaw.szawiola@put.poznan.pl

tel. 61 665 3231

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Technicznej

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z fizyki kwantowej i algebry liniowej. Umiejętność wykonywania elementarnych działań w zakresie algebry liniowej, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł.

Zrozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z informatyki kwantowej, w zakresie określonym przez treści programowe.



2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania prostych problemów w oparciu o uzyskaną wiedzę, a także umiejętności planowania i realizacji prostych eksperymentów kwantowych oraz konfigurowania i stosowania prostych modułów funkcjonalnych do realizacji tych eksperymentów.

3. Kształtowanie u studentów umiejętności samodzielnego kształcenia oraz umiejętności pracy zespołowej.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. student potrafi definiować podstawowe pojęcia z dziedziny mechaniki kwantowej i informatyki kwantowej w zakresie obejmowanym przez treści programowe - [K1_W02]

2. student potrafi ogólnie wyjaśnić zasadę manipulacji stanami kwantowymi (działanie podstawowych kwantowych operacji logicznych) i ideę podstawowych algorytmów kwantowych, opisać podstawową architekturę komputerów kwantowych - [K1_W02]

Umiejętności

1. student potrafi zastosować metody algebry liniowej do opisu stanów kwantowych, ich manipulacji i pomiaru - [K1_U04]

2. student potrafi korzystać ze zrozumieniem ze wskazanych źródeł wiedzy (wykaz literatury podstawowej) oraz pozyskiwać wiedzę z innych źródeł (w tym angielskojęzycznych) - [K1_U01, K1_U02]

3. student potrafi zaplanować procedurę tomografii stanu kwantowego izolowanego qubitu lub układu dwóch qubitów (w implementacji fotonicznej polaryzacyjnej), interpretować wyniki pomiaru stanu kwantowego, obsługiwać kwantowy generator liczb losowych - [K1_U01, K1_U04]

4. student potrafi zaprojektować z funkcjonalnych modułów, zgodny ze specyfikacją, prosty układ do przygotowania i koherentnej transformacji stanów kwantowych polaryzacji pojedynczych fotonów, skonfigurować taki układ i zastosować do kwantowej manipulacji stanami fotonów - [K1_U01, K1_U04]

5. student potrafi zaprojektować i zbadać przykładowe układy do separacji i obserwacji izolowanych pojedynczych obiektów kwantowych (elektromagnetyczna pułapka planarna dla pojedynczych cząstek naładowanych, detektor pojedynczych fotonów z wykorzystaniem fotodiody lawinowej) - [K1_U01, K1_U04]

Kompetencje społeczne

1. student potrafi aktywnie angażować się w rozwiązywanie postawionych problemów, samodzielnie rozwijać i poszerzać swoje kompetencje - [K1_K01]

2. student potrafi współpracować w ramach zespołu, wywiązywać się z obowiązków powierzonych w ramach podziału pracy w zespole, wykazać odpowiedzialność za pracę własną i współodpowiedzialność za efekty pracy zespołu - [K1_K01]



Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

W01,W02,U02: test pisemny

U01: kolokwium

3.0: 50.1%-60.0%

3.5: 60.1%-70.0%

4.0: 70.1%-80.0%

4.5: 80.1%-90.0%

5.0: od 90.1%

U03,U04,U05: bieżąca ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych

3.0: student potrafi zrealizować ćwiczenie zgodnie ze szczegółowymi zaleceniami

4.0: student potrafi samodzielnie skonfigurować układ pomiarowy wg gotowego schematu i zrealizować ćwiczenie zgodnie z zaleceniami

5.0: student potrafi samodzielnie zaprojektować i skonfigurować układ pomiarowy, zrealizować ćwiczenie zgodnie z zaleceniami, dokonać ilościowej analizy wyników

K01: ocena aktywności na ćwiczeniach rachunkowych

3.0: student wykazuje umiarkowane zaangażowanie

4.0: student wykazuje zaangażowanie i samodzielność

5.0: student wykazuje zaangażowanie i samodzielność, poszukuje rozwiązań niestandardowych

K02: ocena realizacji ćwiczenia laboratoryjnego

Treści programowe

Wykład i ćwiczenia rachunkowe:

1. Elementy mechaniki kwantowej

- stany kwantowe w przestrzeni Hilberta
- baza ortonormalna
- superpozycja stanów
- podstawowe własności operatorów



- pomiar kwantowy

2. Pojęcia wstępne

- qubity: stany kwantowe, ewolucja stanu kwantowego, manipulacja stanami kwantowymi
- korelacje kwantowe, splątanie
- dekoherencja

3. Software kwantowy

- bramki kwantowe
- podstawowe algorytmy kwantowe (Deutsch, Grovera, Shora)
- kody kwantowej korekcji błędów (wprowadzenie)

4. Hardware kwantowy

- podstawy implementacji komputera kwantowego
- wybrane implementacje

5. Komunikacja kwantowa

- teleportacja kwantowa
- kryptografia kwantowa

Laboratorium:

1. Pomiary rzutowe stanów polaryzacyjnych światła (σ_1 , σ_2 , σ_3); kwantowa tomografia stanów polaryzacyjnych światła - wyznaczanie względnej fazy qubitu; transformacja stanów polaryzacyjnych światła z zastosowaniem retarderów optycznych i kryształów dwójłomnych
2. Detektory fotonów: wyznaczanie parametrów (szybkości zliczeń) detektora pojedynczych fotonów z fotodiodą lawinową pracującą w trybie Geigera z pasywnym wygaszaniem prądu lawinowego
3. Pułapkowanie i obserwacja jonów w elektromagnetycznej pułapce typu Paula
4. Przeprowadzanie testów kwantowego generatora liczb losowych
5. Demonstracja interferencji kwantowej w interferometrze Macha-Zehndera, gumka kwantowa

Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja ilustrowana animacjami i przykładami, rozwiązywanie prostych problemów
2. Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań, dyskusja



3. Laboratorium: realizacja ćwiczeń, opracowywanie wyników, dyskusja

Literatura

Podstawowa

1. J. Stolze, D. Suter, "Quantum Computing. A Short Course from Theory to Experiment", Wiley-VCH, 2004
2. M. Le Bellac, "Wstęp do informatyki kwantowej", Wydawnictwo Naukowe PWN, 2011
3. <http://zon8.physd.amu.edu.pl/~tanas/QC.html>, R. Tanaś, cykl wykładów popularno-naukowych z informatyki kwantowej
4. "Laboratorium Podstaw Inżynierii Kwantowej", materiały niepublikowane

Uzupełniająca

1. M. Hirvensalo, "Algorytmy kwantowe", WSiP, 2004
2. C.C. Gerry, P.L. Knight, "Wstęp do optyki kwantowej", Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	128	5,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	68	3,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) ¹	60	3,0

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności