

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Informatyka kwantowa</b>		Kod <b>1010401151010420539</b>
Kierunek studiów <b>Edukacja Techniczno-Informatyczna</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>ogólnoakademicki</b>	Rok / Semestr <b>3 / 5</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>-</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>I stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>2</b> Ćwiczenia: <b>2</b> Laboratoria: <b>1</b> Projekty/seminaria: <b>-</b>		Liczba punktów <b>5</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) <b>inny</b>		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>ogólnouczelniany</b>
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki <b>nauki techniczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>5 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>		
dr Danuta Stefańska email: danuta.stefanska@put.poznan.pl tel. 61 665 3232 Wydział Fizyki Technicznej ul. Nieszawska 13, 60-965 Poznań		doc. dr Gustaw Szawiola email: gustaw.szawiola@put.poznan.pl tel. 61 665 3232 Wydział Fizyki Technicznej ul. Nieszawska 13, 60-965 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	podstawowa wiedza z fizyki kwantowej i algebry liniowej
2	<b>Umiejętności:</b>	umiejętność wykonywania elementarnych działań w zakresie algebry liniowej, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	zrozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu
<b>Cel przedmiotu:</b>		
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		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		
1. student potrafi definiować podstawowe pojęcia z dziedziny mechaniki kwantowej i informatyki kwantowej w zakresie obejmowanym przez treści programowe - [K_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 - [K_W02]		
<b>Umiejętności:</b>		
1. student potrafi zastosować metody algebry liniowej do opisu stanów kwantowych, ich manipulacji i pomiaru - [K_U04] 2. student potrafi korzystać ze zrozumieniem ze wskazanych źródeł wiedzy (wykaz literatury podstawowej) oraz pozyskiwać wiedzę z innych źródeł (w tym angielskojęzycznych) - [K_U01, K_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 - [K_U01, K_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 - [K_U01, K_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) - [K_U01, K_U04]		

**Kompetencje społeczne:**

1. student potrafi aktywnie angażować się w rozwiązywanie postawionych problemów, samodzielnie rozwijać i poszerzać swoje kompetencje - [K\_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 - [K\_K01]

**Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia**

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**

<p>Wykład i ćwiczenia rachunkowe:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Elementy mechaniki kwantowej <ul style="list-style-type: none"> <li>stany kwantowe w przestrzeni Hilberta</li> <li>baza ortonormalna</li> <li>superpozycja stanów</li> <li>podstawowe własności operatorów</li> <li>pomiar kwantowy</li> </ul> </li> <li>Pojęcia wstępne <ul style="list-style-type: none"> <li>qubity ? stany kwantowe, ewolucja stanu kwantowego, manipulacja stanami kwantowymi</li> <li>korelacje kwantowe, splątanie</li> <li>dekoherencja</li> </ul> </li> <li>Software kwantowy <ul style="list-style-type: none"> <li>bramki kwantowe</li> <li>podstawowe algorytmy kwantowe (Deutscha, Grovera, Shora)</li> <li>kody kwantowej korekcji błędów</li> </ul> </li> <li>Hardware kwantowy <ul style="list-style-type: none"> <li>podstawy implementacji komputera kwantowego</li> <li>wybrane implementacje</li> </ul> </li> <li>Komunikacja kwantowa <ul style="list-style-type: none"> <li>teleportacja kwantowa, kodowanie supergęste</li> <li>kryptografia kwantowa</li> </ul> </li> </ol> <p>Laboratorium:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Pomiary rzutowe stanów polaryzacyjnych światła (?1, ?2, ?3); kwantowa tomografia stanów polaryzacyjnych światła ? wyznaczanie względnej fazy qubitu; transformacja stanów polaryzacyjnych światła z zastosowaniem retarderów optycznych i kryształów dwójłomnych</li> <li>Detektory fotonów: wyznaczanie parametrów (szybkości zliczeń) detektora pojedynczych fotonów z fotodiodą lawinową pracującą w trybie Geigera z pasywnym wygaszaniem prądu lawinowego</li> <li>Pałapowanie i obserwacja jonów w elektromagnetycznej pałapce typu Paula</li> <li>Przeprowadzanie testów kwantowego generatora liczb losowych</li> <li>Demonstracja interferencji kwantowej w interferometrze Macha-Zehndera, gumka kwantowa</li> </ol>	
<p><b>Literatura podstawowa:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>J. Stolze, D. Suter, "Quantum Computing. A Short Course from Theory to Experiment", Wiley-VCH, 2004</li> <li>M. Le Bellac, "Wstęp do informatyki kwantowej", Wydawnictwo Naukowe PWN, 2011</li> <li><a href="http://zon8.physd.amu.edu.pl/~tanas/QC.html">http://zon8.physd.amu.edu.pl/~tanas/QC.html</a>, R. Tanaś, cykl wykładów popularno-naukowych z informatyki kwantowej</li> <li>"Laboratorium Podstaw Inżynierii Kwantowej", materiały niepublikowane</li> </ol>	
<p><b>Literatura uzupełniająca:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>M. Hirvensalo, "Algorytmy kwantowe", WSiP, 2004</li> <li>C.C. Gerry, P.L. Knight, "Wstęp do optyki kwantowej", Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007</li> </ol>	
<p><b>Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta</b></p>	
<p><b>Czynność</b></p>	<p><b>Czas (godz.)</b></p>
1. udział w wykładach	30
2. udział w ćwiczeniach audytoryjnych (rachunkowych)	30
3. udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	15
4. przygotowanie do ćwiczeń rachunkowych	24
5. przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego	6
6. przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	12
7. przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych	12
8. udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności ćwiczeń rachunkowych i ćwiczeń laboratoryjnych	3 6
9. przygotowanie do testu zaliczeniowego	6
<p><b>Obciążenie pracą studenta</b></p>	

<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	138	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	78	3
Zajęcia o charakterze praktycznym	39	1