

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Podstawy inżynierii kwantowej</b>		Kod <b>1010341551010424923</b>
Kierunek studiów <b>Matematyka</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>(brak)</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>-</b> Laboratoria: <b>-</b> Projekty/seminaria: <b>-</b>		Liczba punktów <b>5</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) <b>(brak)</b>		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>(brak)</b>
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki <b>nauki ścisłe</b> <b>nauki matematyczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>5 100%</b> <b>5 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr Gustaw Szawiola, doc. PP email: gustaw.szawiola@put.poznan.pl tel. 61 6653227 Wydział Fizyki Technicznej ul. Nieszawska 13, 60-965 Poznań		
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Wiedza w zakresie: 1) elementarnych podstaw fizyki: mechaniki i elektromagnetyzmu, optyki geometrycznej i falowej, 2) podstaw matematyki wyższej: algebry liniowej, algebry liczb zespolonych, rachunku różniczkowego i całkowego jednej zmiennej z elementami liniowych równań różniczkowych i elementarnego rachunku prawdopodobieństwa
2	<b>Umiejętności:</b>	Umiejętność rozwiązywania prostych zadań z fizyki oraz matematyki wyższej w zakresie określonym przez wymagania dotyczące wiedzy w szczególności: rachunku macierzowego, analizy liniowej niezależności i ortogonalności wektorów, obliczania wartości oczekiwanych, odchylenia standardowego, wariancji. Umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł i samokształcenia.
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Rozumie potrzebę samokształcenia w obszarze zastosowań matematyki
<b>Cel przedmiotu:</b> 1) Zapoznanie z zagadnieniami inżynierii kwantowej w ujęciu kwantowo-informatycznym i w zakresie niezbędnym do rozumienia podstawowych modeli matematycznych struktur i procesów kwantowych. 2) Rozwinięcie podstawowych umiejętności budowania modeli matematycznych struktur, zjawisk i procesów kwantowych, w tym analizy prostych algorytmów kwantowych. Nacisk kładziony jest na ?programowanie? stanów struktur fizycznych w odróżnieniu od technologii wytwarzania tych struktur.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b> 1. opisać stany kwantowe skończenie wymiarowych, jedno i N-kubitowych, izolowanych, struktur mikroświata oraz zjawiska i procesy w tych strukturach, rozpoznać matematyczne struktury w odniesieniu do kwantowej superpozycji stanów i stanów splatanych - [K_W03++, K_W12++] 2. wskazać i objaśnić fizyczne i matematyczne modele zastosowań inżynierii kwantowej: kwantowej dystrybucji klucza szyfrującego, realizacji jedno i dwukubitowych bramek kwantowych, magnetycznego rezonansu jądrowego. - [K_W01++, K_W03++, K_W12++]		
<b>Umiejętności:</b>		

<p>1. obliczyć wartości własne i wektory własne, wartości oczekiwane i nieoznaczoność skończenie wym. kwant. obserwabli; interpretować wyniki w kontekście kwant. pomiaru rzutowego i tomografii stanu kwantowego - [K_U05++, K_U11++, K_U20++, K_U31++]</p> <p>2. opracować matem. model prostego procesu kwantowego- unitarnej transformacji stanu kwantowego w ukl. jedno i dwukubitowych opartych o rezonans magnet. - [K_U16++, K_U17++, K_U20++, K_U21++, K_U37++, ]</p> <p>3. analizować na poziomie zasad proste protokoły: teleportacji kwantowej, gęstego kodowania, kwantowej dystrybucji klucza BB84, E91 oraz zademonstrować na przykładzie niewielkich liczb działanie algorytmów kwantowych: Deutscha, Deutsch-Jozsy. - [K_U25++, K_U29++, K_U37++]</p>
<p><b>Kompetencje społeczne:</b></p> <p>1. Zdolność do samodzielnego poszukiwania matematycznych inspiracji i aplikacji w dziedzinie nowych rozwijanych obszarów fizyki - [K_K01+++]</p>

<b>Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia</b>	
<p>Wykład</p> <p>? (W_01,W_02, U_01, U_02,U_03) ocena wiedzy i umiejętności w ramach końcowego pisemnego testu,</p> <p>? (U_01, U_02,U_03, K_01) ocena opracowanego samodzielnie (w oparciu o pozycje literaturowe) wybranego matematycznego modelu struktury, procesu lub algorytmu kwantowego ? samodzielną pracą semestralną</p>	
<b>Treści programowe</b>	
<p>I Kwantowe preliminaria. Układy dwustanowe.</p> <p>1) Fizyczne układy dwustanowe, pojęcie kubit. Matematyczny i geometryczny opis stanu pojedynczego kubit: wektor stanu, sfera Blocha a orientacja kubit, superpozycja stanów.</p> <p>2) Pomiar kwantowy: obserwabla, współmierzalność, nieoznaczoność, tomografia stanu jednego kubit.</p> <p>3) Bramki jednokubitowe: obroty a manipulacja stanami pojedynczych kubitów</p> <p>4) Kwantowa dynamika układu dwustanowego a oddziaływania.</p> <p>II Układy kubitów</p> <p>1) Opis stanów dwóch kubitów: zastosowanie iloczynu tensorowego wektorów i macierzy, kwantowe splątanie, stany Bella,</p> <p>2) Korelacje w stanach splątanych: nierówność Bella i jej doświadczalna weryfikacja. Problem de koherencji.</p> <p>3) Dwukubitowe bramki kwantowe. Dynamika i inżynieria stanów dwóch kubitów</p> <p>4) Protokół teleportacji kwantowej i gęstego kodowania, twierdzenie o nieklonowaniu.</p> <p>III Kwantowy ?software?</p> <p>1) Algorytmy kwantowe Deutscha, i Deutsch ?Jozsy</p> <p>2) Omówienie algorytmu Grovera</p> <p>3) Omówienie algorytm Shora</p> <p>4) Kody kwantowej korekcji błędów.</p> <p>IV Implementacje i zastosowania</p> <p>1) Zasady kwantowej dystrybucji klucza szyfrującego, protokoły BB84, E91</p> <p>2) Wymagania stawiane fizycznym realizacjom procesora kwantowego, przegląd rozwiązań.</p> <p>3) Zastosowanie magnetycznego rezonansu jądrowego w obrazowaniu diagnostycznym</p>	
<p><b>Literatura podstawowa:</b></p> <p>1. Wstęp do informatyki kwantowej (A short introduction to quantum information and quantum computation), Michel Le Bellac, PWN (Cambridge University Press), 2011(2006)</p> <p>2. Quantum Computing for Computer Scientists, Noson S. Yanofsky, Cambridge University Press, 2008</p> <p>3. Quantum Computing. A Short Course from Theory to Experiment, Stolze, D. SuterWiley-VCH, 2004</p> <p>4. prace przeglądowe</p> <p>5. sukcesywnie udostępniane notatki własne wykładowcy</p>	
<p><b>Literatura uzupełniająca:</b></p> <p>1. Feynmana wykłady z fizyki -T.3 (The Feynman Lectures on Physics - Vol.3), Richard P. Feynman, Robert B. Leighton, Matthew Sands, PWN (Basic Books) , 2007 (2011)</p> <p>2. Algorytmy kwantowe (Quantum Computing) , Mika Hirvensalo, J. Walker, WSiP (Springer), 2004(2010)</p>	
<b>Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta</b>	
Czynność	Czas (godz.)

<b>Obciążenie pracą studenta</b>		
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	62	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	32	4
Zajęcia o charakterze praktycznym	10	1