

## KARTA KURSU

Nazwa	<b>Informatyka kwantowa</b>
Nazwa w j. ang.	Quantum information

Koordynator	dr hab. Piotr Czernski prof. UP	Zespół dydaktyczny
		dr hab. Piotr Czernski prof. UP
Punktacja ECTS*	st. stacjonarne: 3 st. niestacjonarne: 3	

### Opis kursu (cele kształcenia)

Zapoznanie studentów z elementami teorii informacji kwantowej. Pokazanie jak bardzo kwantowe przetwarzanie informacji różni się od, powszechnie stosowanego, klasycznego przetwarzania informacji. Pokazanie dlaczego z komputerami kwantowymi wiążemy wielkie nadzieje i dlaczego ich efektywna realizacja jest wielkim wyzwaniem technologicznym.  
Kurs jest prowadzony w języku polskim.

### Warunki wstępne

Wiedza	Znajomość podstaw algebry liniowej i analizy matematycznej.
Umiejętności	Umiejętność krytycznego myślenia
Kursy	Teoretyczne podstawy informatyki, Fizyczne podstawy działania urządzeń informatycznych

### Efekty kształcenia

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	Po zakończeniu kursu student: <b>W01</b> zna podstawowe prawa fizyki kwantowej a także wie jakie są podstawowe różnice między klasycznym i kwantowym przetwarzaniem informacji;	K_W02
	<b>W02</b> rozumie niezwykłość opisu zjawisk kwantowych takich jak: liniowość, probabilistyczny charakter, splątanie;	K_W03
	<b>W03</b> zna podstawowe pojęcia informatyki klasycznej a także kwantowej. W odniesieniu do informatyki kwantowej wie czym są: kubit, bramka kwantowa, rejestr kwantowy, obwód kwantowy, algorytm kwantowy, komputer kwantowy, obliczenia kwantowe;	K_W05 K_W08
	<b>W04</b> rozumie w jakim sensie nie można klonować informacji kwantowej	K_W04
	<b>W05</b> zna zasady działania najprostszych algorytmów kwantowych (algorytm Deutscha)	K_W05

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Umiejętności	Po zakończeniu kursu student:	
	<b>U01</b> rozumie dlaczego z przetwarzaniem informacji na poziomie kwantowym wiązane są wielkie nadzieje i rozumie dlaczego realizacja takich procesów to ogromne wyzwanie technologiczne XXI wieku.	K_U01
	<b>U02</b> potrafi podać przykłady świadczące o nieredukowalnej losowości zjawisk kwantowych.	K_U02 K_U01
	<b>U04</b> potrafi podać przykłady kubitów i układu kubitów a także bramek kwantowych.	K_U14
	<b>U06</b> potrafi uzasadnić dlaczego nie można w dokładny sposób klonować nieznanych stanów kwantowych.	K_U14 K_U01

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Kompetencje społeczne	Po zakończeniu kursu student:	
	<b>K01</b> zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych.	K_K01
	<b>K02</b> potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania.	K_K03
	<b>K03</b> rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie.	K_K05

### Studia stacjonarne

		Organizacja										
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach										
		A		K		L		S		P		E
Liczba godzin	30											

### Studia niestacjonarne

		Organizacja										
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach										
		A		K		L		S		P		E
Liczba godzin	20											

## Opis metod prowadzenia zajęć

Podczas wykładów preferowane są metody aktywizujące i motywujące: metody dyskusji, intuicyjne przedstawianie pojęć abstrakcyjnych oraz historyczne sytuacje problemowe, które doprowadziły do wyłonienia się danej koncepcji lub teorii; motywujące są wzmianki o zastosowaniach fizycznych poszczególnych pojęć.

## Formy sprawdzania efektów kształcenia

	E – learning	Gry dydaktyczne	Ćwiczenia w szkole	Zajęcia terenowe	Praca laboratoryjna	Projekt indywidualny	Projekt grupowy	Udział w dyskusji	Referat	Praca pisemna (esej)	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Inne
W01						X		X				X	
W02						X		X				X	
W03						X		X				X	
W04						X		X				X	
W05						X		X				X	
U01						X		X					
U02						X		X					
U04						X		X					
U06						X		X					
K01								X					
K02								X					
K03								X					
Kryteria oceny	Ocena jest uzależniona od wyniku testu kompetencji. Ocenę dobrą/bardzo dobrą otrzymuje student, który napisał test na min 80% / 95% punktów.												

## Uwagi

### Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Historia obliczeń kwantowych i informatyki kwantowej.
2. Podstawy mechaniki kwantowej: nieredukowalna losowość zjawisk kwantowych, sposób opisu stanów układów kwantowych (zasada superpozycji i wektory stanu), wielkości fizyczne jako operatory liniowe. Wzmianka o opisie stanu układu kwantowego za pomocą operatora gęstości. Niezwykłość zjawisk kwantowych: liniowość (interferencja) i splątanie (nielokalność). Opis kwantowych układów złożonych. (Ewentualnie: nierówności Bella)
3. Podstawowe pojęcia informatyki kwantowej: kubit (sfera Blocha jako reprezentacja geometryczna kubitów) oraz jednokubitowa bramka kwantowa. Układy wielokubitowe (rejestr kwantowy) i bramki wielokubitowe, obwody kwantowe.
4. Realizacje fizyczne: atom w polu lasera, spiny w polu magnetycznym, spolaryzowane fotony.
5. Obliczenia kwantowe i ich podstawowe własności : odwracalność i paralelizm kwantowy. Pojęcie algorytmu kwantowego i komputera kwantowego oraz algorytm kwantowy Deutsch'a.

### Wykaz literatury podstawowej

1. Michel Le Bellac „Wstęp do informatyki kwantowej” PWN 2011

## Wykaz literatury uzupełniającej

1. Stephen M. Barnett „Quantum Information.” Oxford University Press 2009
2. Jonathan A. Jones & Dieter Jaksch „Quantum Information, Computation and Communication. Cambridge University Press 2012.
3. Michael A. Nielsen & Isaac L. Chuang “Quantum Computation and Quantum Information” Cambridge. 2010

## Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta) **studia stacjonarne**

liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	30
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	20
liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	30
	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	
	Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	
Ogółem bilans czasu pracy		80
Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika		3

## Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta) **studia niestacjonarne**

liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	20
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	20
liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	35
	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	
	Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	
Ogółem bilans czasu pracy		75
Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika		3