

KARTA KURSU

| | |
|-----------------|-----------------------------|
| Nazwa | Informatyka kwantowa |
| 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: 1 st. niestacjonarne: 1 | |

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: W01 zna podstawowe prawa fizyki kwantowej a także wie jakie są podstawowe różnice między klasycznym i kwantowym przetwarzaniem informacji; | K_W02 |
| | W02 rozumie niezwykłość opisu zjawisk kwantowych takich jak: liniowość, probabilistyczny charakter, splątanie; | K_W03 |
| | W03 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 |
| | W04 rozumie w jakim sensie nie można klonować informacji kwantowej | K_W04 |
| | W05 zna zasady działania najprostszych algorytmów kwantowych (algorytm Deutsch) | K_W05 |

| | Efekt kształcenia dla kursu | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|--------------|---|-------------------------------------|
| Umiejętności | Po zakończeniu kursu student: | |
| | U01 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 |
| | U02 potrafi podać przykłady świadczące o nieredukowalnej losowości zjawisk kwantowych. | K_U02 K_U01 |
| | U04 potrafi podać przykłady kubitów i układu kubitów a także bramek kwantowych. | K_U14 |
| | U06 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: | |
| | K01 zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych. | K_K01 |
| | K02 potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania. | K_K03 |
| | K03 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 | 15 | | | | | | | | | | | |

Studia niestacjonarne

| | | Organizacja | | | | | | | | | | |
|---------------|------------|---------------------|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|
| Forma zajęć | Wykład (W) | Ćwiczenia w grupach | | | | | | | | | | |
| | | A | | K | | L | | S | | P | | E |
| Liczba godzin | 10 | | | | | | | | | | | |

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 | 15 |
| | Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.) | |
| | Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym | 10 |
| liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi | Lektura w ramach przygotowania do zajęć | 5 |
| | 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 | | 30 |
| Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika | | 1 |

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

| | | |
|---|--|----|
| liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi | Wykład | 10 |
| | Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.) | |
| | Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym | 10 |
| liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi | Lektura w ramach przygotowania do zajęć | 10 |
| | 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 | | 30 |
| Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika | | 1 |