

**Nazwa przedmiotu:** Fizyka kwantowa (1050-FT000-ISP-4FKW)  
**Name:**  
**Nazwa w języku polskim:**  
**Name in Polish:**  
**Nazwa w jęz. angielskim:** Quantum Physics  
**Name in English:**

**Dane dotyczące przedmiotu:**

**Information on course:**

**Jednostka oferująca przedmiot:** Wydział Fizyki  
**Course offered by department:** The Faculty of Physics  
**Przedmiot dla jednostki:** Wydział Fizyki  
**Course for department:** The Faculty of Physics  
**Cykl dydaktyczny:** rok akademicki 2018/2019 - sem. letni  
**Term:** Summer Semester 2018/2019  
**Koordinator przedmiotu cyklu:** prof. dr hab. inż. Piotr Magierski  
**Cordinator of course edition:**

**Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:**

Egzamin

**Default type of course examination report:**

Exam

**Język wykładowy:**

polski

**Language:**

Polish

**Strona WWW:**

**Course homepage:**

<http://www.if.pw.edu.pl/~magiersk/wyklady.html>

**Skrócony opis:**

Student zapoznaje się z mechaniką kwantową dla układu jednej i dwóch oddziałujących cząstek. Uczy się mechaniki falowej opartej na równaniu Schroedingera razem z elementami bardziej abstrakcyjnego sformułowania w przestrzeni Hilberta. Celem wykładu jest nauczenie studenta rozwiązywania konkretnych problemów kwantowo-mechanicznych takich jak: obliczanie energii własnych dla prostych studni potencjału, wartości własnych obserwabli, itd. Ponadto na wykładzie student zapozna się z koncepcjami tworzącymi podstawy teorii kwantów, oraz z nieoczekiwanymi, a czasem sprzecznymi z intuicją przewidywaniami mechaniki kwantowej.

**Short description:**

Student gets acquainted with quantum mechanics describing one and two interacting particles. He/she studies wave mechanics based on Schroedinger equation together with elements of a more abstract formulation in Hilbert space. The aim of the course is to teach a student to solve specific quantum-mechanical problems such as: calculation of eigenenergies for simple potential wells, expectation value of observables, etc. Moreover a student will get familiar with concepts that form basis of quantum theory and unexpected and sometime counterintuitive predictions of quantum mechanics.

**Opis:**

1. Przegląd najważniejszych eksperymentów podważających fizykę klasyczną. Stara teoria kwantów.
2. Równanie Schroedingera. Probabilistyczna interpretacja funkcji falowej.
3. Operatory wielkości fizycznych. Funkcje własne i wartości własne.
4. Pomiar w mechanice kwantowej. Wartość oczekiwana. Twierdzenie Ehrenfesta. Zasada nieoznaczoności Heisenberga.
5. Liniowy oscylator harmoniczny. Energie i funkcje falowe stanów stacjonarnych.
6. Ruch w potencjale sferycznie symetrycznym. Operator momentu pędu.
7. Atom wodoru.
8. Abstrakcyjne sformułowanie mechaniki kwantowej. Przestrzeń Hilberta. Wektor stanu. Notacja 'bra' i 'ket' Diraca.
9. Operatory rzutowe. Ewolucja układu kwantowego jako transformacja unitarna. Iloczyn tensorowy przestrzeni Hilberta – stany splecione.
10. Operatory kreacji i anihilacji dla oscylatora harmonicznego.
11. Spinowy moment pędu. Ruch cząstki w polu magnetycznym. Zjawisko Zeemana. Równanie Pauliego.
12. Dodawanie momentu pędu w mechanice kwantowej.
13. Elementy mechaniki kwantowej wielu ciał. Nierozróżnialność cząstek. Fermiony i bozony. Zasada Pauliego.
14. Wariacyjne oszacowanie energii jonizacji atomu helu.

**Description:**

1. Review of most important experiments contradicting classical physics. Old quantum theory
2. Schroedinger equation. Probabilistic interpretation of wave function.
3. Operators associated with physical quantities. Eigenfunctions and eigenvalues.
4. Measurement in quantum mechanics. Expectation value, Ehrenfest theorem. Heisenberg uncertainty principle.

5. Linear harmonic oscillator. Energies and wave functions of stationary states.
6. Motion in a spherically symmetric potential. Angular momentum operators.
7. Hydrogen atom
8. Abstract formulation of quantum mechanics. Hilbert space. State vector. Dirac's 'bra' and 'ket' notation.
9. Projection operators. Evolution of quantum system as a unitary transformation. Tensor product of Hilbert spaces – entangled states.
10. Creation and annihilation operators for harmonic oscillator.
11. Spin. Motion in a magnetic field. Zeeman effect.
12. Addition of angular momenta.
13. Elements of many body quantum mechanics. Identical particles. Fermions and bosons. Pauli principle.
14. Variational estimate of ionization energy of helium atom

#### Literatura:

Literature podstawowa:

1. L. Schiff, Mechanika kwantowa, PWN 1997
2. A.S. Dawydow, Mechanika kwantowa, PWN 1969
3. S. Shankar, Mechanika kwantowa, PWN 2006
4. L. Adamowicz, Mechanika kwantowa. Formalizm i zastosowania. Ofic.Wyd. PW 2005

Literatura uzupełniająca:

5. C. Cohen-Tanoudji, B.Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics, vol. 1-2, Wiley-Interscience 2006
6. L.D. Landau, E.M. Lifszyc, Mechanika kwantowa, PWN 1979
7. I. Białynicki-Birula, M. Cieplak, Teoria kwantów, PWN 1991
8. A. Peres, Quantum Theory: Concepts and Methods, Kluwer Ac. Publ. 2002
9. R.B. Griffiths, Consistent Quantum Theory, Cambridge Univ. Press 2002
10. C. Białobrzeski, Podstawy poznawcze fizyki świata atomowego, PWN 1984

#### Bibliography:

Main literature:

1. L. Schiff, Mechanika kwantowa, PWN 1997
2. A.S. Dawydow, Mechanika kwantowa, PWN 1969
3. S. Shankar, Mechanika kwantowa, PWN 2006
4. L. Adamowicz, Mechanika kwantowa. Formalizm i zastosowania. Ofic.Wyd. PW 2005

Additional literature:

5. C. Cohen-Tanoudji, B.Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics, vol. 1-2, Wiley-Interscience 2006
6. L.D. Landau, E.M. Lifszyc, Mechanika kwantowa, PWN 1979
7. I. Białynicki-Birula, M. Cieplak, Teoria kwantów, PWN 1991
8. A. Peres, Quantum Theory: Concepts and Methods, Kluwer Ac. Publ. 2002
9. R.B. Griffiths, Consistent Quantum Theory, Cambridge Univ. Press 2002
10. C. Białobrzeski, Podstawy poznawcze fizyki świata atomowego, PWN 1984

#### Efekty kształcenia:

FT1\_W02, FT1\_U01, FT1\_U03, FT1\_U05

#### Learning outcomes:

FT1\_W02, FT1\_U01, FT1\_U03, FT1\_U05

#### Metody i kryteria oceniania:

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń. Na ocenę z ćwiczeń składają się wyniki z kolokwium (dwóch), ocena umiejętności rozwiązywania zadań domowych oraz aktywność na zajęciach. Szczegółowe wymagania przedstawia prowadzący ćwiczenia na pierwszych zajęciach. Ocena z przedmiotu =  $1/2 \cdot (\text{ocena z egzaminu}) + 1/2 \cdot (\text{ocena z ćwiczeń})$ . Przewiduje się zwolnienie z egzaminu dla osób, które zdobędą na ćwiczeniach określoną liczbę punktów.

Regulamin ćwiczeń:

-----

- 1) Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa. W semestrze można mieć dwie nieusprawiedliwione nieobecności.
- 2) Na ćwiczeniach można zdobyć maksymalnie 24 punkty.
- 3) W semestrze odbywają się 2 kolokwia. Za jedno kolokwium można uzyskać 8 punktów. Terminy kolokwium ustala prowadzący ćwiczenia i podaje minimum na dwa tygodnie przed terminem.
- 4) Pozostałych 8 punktów (tak zwane punkty za aktywność i quizy) przyznaje prowadzący na koniec semestru.
- 5) Udział w kolokwium jest obowiązkowy. Nieobecność na kolokwium może być potraktowana jako usprawiedliwiona na podstawie zwolnienia lekarskiego lub w innych szczególnie istotnych okolicznościach losowych. Student posiadający takie usprawiedliwienie

powinien zgłosić się do prowadzącego (nie później niż w terminie najbliższych zajęć) w celu ustalenia formy i terminu zaliczenia kolokwium - w przeciwnym przypadku prowadzący może nie zaliczyć kolokwium (wystawić \$0\$ punktów) i uznać nieobecność na kolokwium za nieusprawiedliwioną.

6) Do zaliczenia ćwiczeń wymagane jest spełnienie następujących warunków: otrzymanie przynajmniej \$5\$ punktów z każdego z kolokwiów, otrzymanie przynajmniej 13 punktów łącznie z kolokwiów i z aktywności, obecność na obu kolokwiach i co najwyżej dwie nieobecności nieusprawiedliwione. Punkty na ocenę przeliczane są według poniższej tabelki:

Punkty & Ocena

0 -- 12 & 2.0

13 -- 14 & 3.0

15 -- 16 & 3.5

17 -- 18 & 4.0

19 -- 21 & 4.5

22 -- 24 & 5.0

7) Na zakończenie semestru odbywa się poprawa, której formę ustala prowadzący.

8) Niniejszy regulamin może być w każdej chwili zmieniony przez prowadzącego na korzyść studenta. Decyzję taką każdorazowo podejmuje prowadzący.

### Dane dotyczące przedmiotu cyklu:

#### Information on course edition:

#### Domyślny typ protokołu dla przedmiotu cyklu:

Egzamin

#### Default type of course examination report:

Exam

#### Bibliography:

*missing bibliography in English*

### Szczegóły zajęć i grup

#### Details of classes and study groups

Wykład (45 godzin)

lectures (45 hours)

#### Dane grup zajęciowych

##### Study groups details

Grupa numer 1

Group number 1

#### Prowadzący grupy:

##### Class instructors:

prof. dr hab. inż. Piotr Magierski

Ćwiczenia (30 godzin)

tutorials (30 hours)

#### Dane grup zajęciowych

##### Study groups details

*brak szczegółowych danych o grupach zajęciowych*

*missing study groups details*

### Przynależność do grup przedmiotów w cyklach:

#### Element of course groups in various terms:

Opis grupy przedmiotów Course group description	Cykl pocz. First term	Cykl kon. Last term
Przedmioty dla FT 1st sem 4 L (1050-FT-ISP-4SEM) <i>missing group description in English (1050-FT-ISP-4SEM)</i>	2017L	

### Punkty przedmiotu w cyklach:

#### Course credits in various terms:

<b>&lt;bez przypisanego programu&gt;</b>				
<b>&lt;without a specific program&gt;</b>				
	Typ punktów Type of credits	Liczba Number	Cykl pocz. First term	Cykl kon. Last term
ECTS (ECTS)		6	2017L	
ECTS (ECTS)				