



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Fizyka dla informatyków

### Przedmiot

Kierunek studiów

Informatyka

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

I/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

Inne (np. online)

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr Gustaw Szawiola

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający przedmiot powinien posiadać wiedzę i umiejętności w zakresie:

- ilościowej i jakościowej analizy zjawisk fizyki na poziomie podstawowych wymagań maturalnych;
- pojęć i metod algebry liniowej oraz analizy matematycznej zgodnie z kierunkowymi efektami kształcenia dla I semestru kierunku informatyka a także z rachunku prawdopodobieństwa na poziomie licealnym;
- korzystania z narzędzi informatycznych i programowania (preferowany język Python) zgodnie z kierunkowymi efektami kształcenia dla I semestru .

### Cel przedmiotu

Zapoznanie z wybranymi pojęciami, prawami i metodami fizyki w zakresie niezbędnym do ilościowego opisu i numerycznego modelowania podstawowych zjawisk i rzeczywistych procesów fizycznych. Rozwijanie postawy rozumienia synergii rozwoju technologii informatycznych oraz dynamicznego postępu w dziedzinie fizyki, w tym kwantowej.



## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

Student powinien:

W1) wskazywać prawa fizyki pozwalające budować modele wybranych rzeczywistych zjawisk fizyki klasycznej i formułować te prawa z wykorzystaniem adekwatnego matematycznego opisu: skalarnego, wektorowego, macierzowego; - [K1st\_W2]

W2) identyfikować proste wybrane układy fizyczne i objaśniać zachodzące w nich zjawiska przydatne do implementacji bitów kwantowych (kubitów). - [K1st\_W2]

### Umiejętności

Student potrafi:

U1) przeprowadzić eksperyment numeryczny (symulację) wybranego zjawiska fizycznego łączącego zagadnienia przynajmniej dwóch działów fizyki ( np. dynamiki punktu materialnego i fizyki statystycznej) korzystając z otwartych bibliotek matematycznych, np.: MathematicaCloud

(<https://www.wolframcloud.com/>, <https://lab.open.wolframcloud.com/app/>), (SageMath (<https://cocalc.com/>); - [K1st\_U3, ]

U2) rozwiązać podstawowe problemy fizyki modelowane metodami: algebry liniowej ( rachunku wektorowego i macierzowego), liniowych równań różniczkowych zwyczajnych, fizyki statystycznej , przy wsparciu otwartych i dostępnych w chmurze pakietów matematycznych np.: MathematicaCloud (<https://lab.open.wolframcloud.com/app/>) lub SageMath ( <https://cocalc.com/> ); - [K1st\_U4;]

U3) algebraicznie i geometrycznie opisać stany kwantowe kubitów oraz wyznaczyć prawdopodobieństwo wyników obserwacji kubitów w tych stanach. - [K1st\_U3].

### Kompetencje społeczne

K1) Student rozumie podstawowe wzajemne uwarunkowania rozwoju technologii informatycznych oraz dynamicznego postępu w obszarze fizyki, szczególnie kwantowej i wykazuje otwartą postawę wobec nowych idei inspirowanych osiągnięciami nauk podstawowych. - [K1st\_K1]

K2) Student ma świadomość poprawnego stosowania jednostek fizycznych zgodnych z międzynarodowymi standardami w celu uniknięcia poważnych błędów w systemach informatycznych. - [K1st\_K2]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

A) wykład (W1, W2, U2, U3, K1)

- przez ocenę 1 zespołowego eksperymentu (projektu) numerycznego o charakterze programistycznym (20 punktów), przy rygorze niezaliczenia wykładu w przypadku niewykonania projektu;
- przez ocenę 2 zadań domowych o charakterze analitycznym z zakresy fizyki klasycznej; z wykorzystaniem narzędzia: <https://www.wolframcloud.com> ( 5 punktów/1zadanie);
- przez ocenę 1 eksperymentu z wykorzystaniem graficznego symulatora komputera kwantowego (5 punktów);
- test podsumowujący (15 punktów) ,

Ocena końcowa =5×(uzyskana liczba punktów)/(suma punktów możliwa do uzyskania),



przy skali ocen: 2,5 – 3,25 - dst , 3,26 – 3,75 dst plus , 3,76 – 4,25 db , 4,26 – 4,75 – db+ , 4,76 – 5,00 - bdb .

#### B) ćwiczenia ( U2, K2)

- poprzez bieżące sprawdziany ( przy nauczaniu zdalnym mogą je zastąpić kontrolne zadania domowe albo sprawdzian końcowy) ; zadania na sprawdzianach ( lub zadania kontrolne) korespondują z zdaniami rozwiązywanymi w ramach ćwiczeń pod kierunkiem z prowadzącego ćwiczenia; każdy sprawdzian oceniany jest w skali punktowej ustalonej przez prowadzącego ćwiczenia; ocena końcowa z ćwiczeń  $=5 \times (\text{uzyskana liczba punktów}) / (\text{suma punktów możliwa do uzyskania})$ , przy skali ocen: 2,5 – 3,25 - dst , 3,26 – 3,75 dst plus , 3,76 – 4,25 db , 4,26 – 4,75 – db+ , 4,76 – 5,00 - bdb .

### Treści programowe

Wykład:

1. Wektorowy, kinematyczny opis ruchu punktu materialnego .
2. Dynamika ruchu postępowego i zasad zachowania momentu pędu: prawa dynamiki punktu materialnego; uogólniona II zasada dynamiki w zastosowaniu do analizy ruchu rakiety w polu grawitacyjnym; zagadnienie oscylatora harmonicznego; drgania w trzech wymiarach na przykładzie ruchu jonów uwięzionych w pułapce Penninga; precyzyjny pomiar masy.
3. Zasada zachowania energii mechanicznej. Pole siły zachowawczych a energia potencjalna. Praca i energia.
4. Ruch po okręgu punktu materialnego. Moment pędu: zasada zachowania momentu pędu, tor ruchu ciał w polu sił centralnych, tory ruchu planet.
5. Ruch obrotowy bryły sztywnej ( część I): II zasada dynamiki dla ruchu obrotowego, tensor momentu bezwładności a moment pędu, opis ruchu bryły w wirującym układzie odniesienia - równania Eulera; wyznaczanie osi głównych bryły.
6. Ruch obrotowy bryły sztywnej ( część II): obrót wokół stałej osi; precesja swobodna, precesja wymuszona.
7. Kinetyczna teoria gazu doskonałego. I zasada termodynamiki.
8. Mikrostan i makrostan. Prawdopodobieństwo termodynamiczne a entropia. Równowaga termodynamiczna, stany rozkłady najbardziej prawdopodobne, II zasada termodynamiki. Zasada Landauera, przetwarzanie informacji a dyssypacja energii.
9. Pole elektryczne: prawo Culomba, Gaussa, różniczkowe prawo Ohma, prawa Kirchhoffa i ich związek z prawami zachowania.
10. Pole magnetyczne i zmienne pole elektryczne i magnetyczne: siła Lorentza a siła elektrodynamiczna prawo Ampera-Maxwella , prawo Faradaya. Równia Maxwella, Fale elektromagnetyczne .
11. Wybrane optyczne zjawiska falowe: dyfrakcja i interferencja, polaryzacja światła (zjawisko dwójtomności) . Dualizm korpuskularno-falowy w opisie zjawisk optycznych: amplituda prawdopodobieństwa, interferencja jednofotonowa w interferometrze Macha Zehndera.
12. Kwantowe układy dwustanowe - kubit i jego wybrane implementacje: analogia między polaryzacją światła w opisie kwantowym a polaryzacją spinową obserwowaną w doświadczeniu Sterna i Gerlacha,



superpozycja stanów kwantowych a prawdopodobieństwo wyników obserwacji spinów, pomiar rzutowy. Wartości własne i stany własne składowych spinu  $\sigma_x$ . Wartości oczekiwane. Zasada kwantowej dystrybucji klucza szyfrującego.

13. Ewolucja stanów kwantowych w czasie. Równanie Schrödingera dla kubitu. Operacje na układach dwustanowych, twierdzenie o nieklonowaniu. Bramki kwantowe. Informacja o równaniu Schrödingera i kwantowaniu energii dla studni potencjału.

14. Układy dwukubitowe: splątanie kwantowe, konstruktor i destruktor splątania, przykład obwodu kwantowego realizującego teleportację kwantową.

Ćwiczenia:

1. Podstawowe operacje na wektorach i elementy kinematyki w dwuwymiarowym układzie odniesienia.
2. Prawa dynamiki ruchu postępowego i obrotowego. Siły zachowawcze a energia potencjalna. Zasada zachowania energii mechanicznej. Zasady zachowania pędu i momentu pędu.
3. Zderzenia sprężyste w dwóch wymiarach. Elementy fizyki statystycznej i termodynamiki. Entropia w ujęciu statystycznym. Prawo Boltzmanna.
4. Różniczkowe prawo Ohma. Prawo Ohma. Prawa Kirchhoffa i ich związek z prawami zachowania.
5. Prawa Maxwella (z uwagą na prawo Gaussa i prawo Ampera). Pole elektryczne w kondensatorze. Pole elektromagnetyczne w solenoidzie.
6. Elementy fizyki kwantowej I. Układy dyskretne. Wartości własne i wektory własne spinu. Amplituda prawdopodobieństwa. Prawdopodobieństwo otrzymania wyników pomiaru rzutowego.
7. Elementy fizyki kwantowej II. Kwantowanie energii, funkcja falowa.

### Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna z demonstracją nagrań filmowych zjawisk i doświadczeń fizycznych.

Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań moderowane przez prowadzącego ćwiczenia wraz z analizą przykładów przedstawianych przez prowadzącego.

### Literatura

Podstawowa

- 1) wybrane rozdziały z William Moebis, Samuel J. Ling, Jeff Sanny i in., "Fizyka dla szkół wyższych", OpenStax, 2017, pozycja dostępna w formie e-booka  
<https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-1>,  
<https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-2>,  
<https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-3>,
- 2) wybrane rozdziały z Wolfgang Demtröder, "Mechanics and Thermodynamics", Springer International Publishing, 2017, pozycja dostępna w formie e-booka w E-zasobach Politechniki Poznańskiej
- 3) wybrane rozdziały z tutorial Qiskit Textbook <https://qiskit.org/education/#textbook>
- 4) wybrane rozdziały z K. Jezierski, B. Kołodka, K. Sierański, Fizyka. Zadania z rozwiązaniami. Część I i II, Oficyna Wydawnicza SCRIPTA, 2000



Uzupełniająca

1. Jacek Matulewski, Tomasz Dziubak, Marcin Sylwestrzak, Radosław Płoszajczak, "Grafika. Fizyka. Metody numeryczne, symulacje fizyczne z wizualizacją 3D", wydawnictwo naukowe PWN 2010 , pozycja dostępna jest w formie e-booka poprzez Bibliotekę Politechniki Poznańskiej na platformie iBook ( <https://www.ibuk.pl/fizyka/1879/grafika-fizyka-metody-numeryczne.html> ),.

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	90	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	1,5
Praca własna studenta (zespołowe opracowanie symulacji zajwiska fizycznego (10h); wykonanie prostego eksperymentu z wykorzystaniem graficznego symulatora komputera kwantowego (2); rozwiązywanie 2 zadań analitycznych z wykorzystaniem narzędzia <a href="https://www.wolframcloud.com">https://www.wolframcloud.com</a> (3h); rozwiązywanie zadań analitycznych dotyczących ćwiczeń (15h), przygotowanie do testu podsumowującego wykład (15 h)). <sup>1</sup>	45	1,5

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności