**Nazwa przedmiotu:**

Fizyka IV

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Marcin Małys

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechatronika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Fizyka i mechanika

**Kod przedmiotu:**

1050-00000-MSP-0507

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych - 46 godz., w tym:
a) wykład - 45 godz.;
b) konsultacje - 1 godz.;
2) Praca własna studenta – 55 godzin, w tym:
a) studia literaturowe: 15 godz.
b)- przygotowanie do zajęć: 20 godz.
c)- przygotowanie do kolokwium: 30 godz.
3) RAZEM – 111 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2 punkty ECTS – 46 godz., w tym:
a) wykład - 45 godz.;
b) konsultacje - 1 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 45h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawami fizyki kwantowej, fizyki ciała stałego i fizyki jądrowej - współcześnie rozwijanymi działami fizyki, które stanowią podstawę nowych technologii. Poszerzenie wiedzy o teorię względności, elementy fizyki cząstek elementarnych, astrofizyki i kosmologii. Zdobycie umiejętności oszacowania wielkości fizycznych na poziomie atomowym i makroskopowym.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Równanie Schrödingera, funkcje własne i wartości własne energii. Interpretacja statystyczna funkcji falowej.
2. Cząstka w pułapce, studnia potencjału o skończonej głębokości, dwu- i trójwymiarowa studnia potencjału.
3. Próg i bariera potencjału, współczynniki odbicia i przejścia, zjawisko tunelowe. Skaningowy mikroskop tunelowy.
4. Oscylator harmoniczny- opis kwantowy: funkcje falowe, poziomy energii, drganie zerowe.
5. Formalizm mechaniki kwantowej: operatory i ich związek z obserwacjami, przemienność operatorów.
6. Moment pędu w mechanice kwantowej, operatory i ich wartości własne, funkcje kuliste.
7. Kwantowy opis atomu wodoru, liczby kwantowe, funkcje falowe orbitali.
8. Spin elektronu, moment magnetyczny orbitalny i spinowy, zakaz Pauliego.
9. Atomy wieloelektronowe, obsadzanie orbitali elektronowych, układ okresowy pierwiastków.
10. Statystyczny opis stanu równowagi termodynamicznej. Rozkład kanoniczny, suma statystyczna. Rozkład Maxwella prędkości i energii cząsteczek gazu,
11. Rozkład wielki kanoniczny. Kwantowe rozkłady statystyczne Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina. Kondesacja Bosego-Einsteina.
14. Elektrony w metalu, energia Fermiego, wkład elektronów do ciepła właściwego metalu, przewodność elektryczna metali, przewodzenie ciepła przez metale.
15. Zjawisko nadprzewodnictwa, efekt Meissnera, nadprzewodniki I i II rodzaju, kwantowa natura nadprzewodnictwa, kwantowanie strumienia magnetycznego.
16. Elektronowa struktura pasmowa ciał stałych. Masa efektywna elektronu. Dziury.
17. Koncentracja elektronów i dziur w półprzewodniku samoistnym i domieszkowanym, efekt Halla, ruchliwości nośników, przewodnictwo elektryczne.
18. Złącze p-n, potencjał kontaktowy, warstwa zubożona, charakterystyka prądowo-napięciowa, diody.
19. Absorpcja i emisja światła w półprzewodnikach. Diody elektroluminescencyjne, lasery półprzewodnikowe.
20. Momenty magnetyczne atomów i jonów. Diamagnetyki i paramagnetyki. Magnetyzm elektronów w metalu.
21. Oddziaływanie wymiany, uporządkowanie magnetyczne: ferromagnetyki, antyferromagnetyki, ferryty. Domeny magnetyczne, pętla histerezy. Ciecze magnetyczne.
22. Szczególna teorii względności, transformacja Lorentza, czasoprzestrzeń, interwał zdarzeń. Zjawisko Dopplera.
23. Dynamika relatywistyczna, czterowektor pędu i energii, energia spoczynkowa, równoważność masy i energii.
24. Relatywistyczne zderzenia cząstek, opis w układzie środka masy, energia dostępna. Zderzacz cząstek.
25. Energia i pęd fotonu. Zjawisko Comptona.
26. Budowa jądra atomowego – rozmiar, składniki, gęstość. Mapa nuklidów, izotopy, izobary.
27. Spin i moment magnetyczny protonu i jąder atomowych, poziomy energii w polu magnetycznym. Jądrowy rezonans magnetyczny.
28. Precesja momentu magnetycznego w polu magnetycznym. Echo spinowe. Relaksacja momentu magnetycznego.
29. Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego jako metoda wglądu w organizm żywy przez oddziaływanie z protonami.
30. Prawo rozpadu promieniotwórczego. Promieniotwórczość naturalna, łańcuchy promieniotwórcze, datowanie metodą izotopową.
31. Oddziaływanie z materią promieniowania. Szkodliwość biologiczna promieniowania jonizującego. Dawki promieniowania. Ochrona przed promieniowaniem.
32. Energia wiązania jąder atomowych. Model kroplowy jądra atomowego.
33. Reakcje jądrowe. Rozszczepienie jądra. Reakcja łańcuchowa, masa krytyczna, bomba atomowa.
34. Zasada działania i budowa reaktora jądrowego. Rodzaje reaktorów jądrowych. Energetyka jądrowa. Wytwarzanie izotopów promieniotwórczych, odpady promieniotwórcze.
35. Synteza termojądrowa, cykl protonowy w jądrze Słońca.
36. Możliwości kontrolowanej syntezy jądrowej, utrzymywanie plazmy magnetyczne lub inercyjne.
37. Pochodzenie pierwiastków: Wielki Wybuch, synteza we wnętrzu gwiazd i podczas wybuchu gwiazd supernowych.
38. Oddziaływania podstawowe, elementarne składniki materii i nośniki oddziaływań, model standardowy.
39. Słońce, ewolucja gwiazd, wybuchy gwiazd.
40. Galaktyki, elementy kosmologii. Wielki Wybuch jako model ewolucji Wszechświata.

**Metody oceny:**

Ocena wynika z sumy zgromadzonych punktów:
1) 12 krótkich sprawdzianów wiedzy i umiejętności z poprzedniego tygodnia: 12 x 3 pkt = 36 pkt. (fakultatywnie – tzn. punkty z kartkówek są traktowane jako punkty dodatkowe)
2) kolokwia połówkowe 1 i 2: 2 x 36 pkt = 72 pkt (zaliczenie obowiązkowe)
3) samodzielne opracowanie tematu i wygłoszenie krótkiego referatu (fakultatywnie): 15 pkt
Razem maksymalnie: 132 pkt.
Zaliczenie od 51 pkt, 61-70 pkt ocena 3,5; 71-80 pkt ocena 4,0; 81-90 pkt ocena 4,5; powyżej 90 pkt ocena 5,0.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. P.A. Tipler, R.A. Llewellyn: Fizyka współczesna, PWN, 2011.
2. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: Podstawy fizyki, PWN 2003, tom 5.
3. W. Bogusz, J. Garbarczyk, F. Krok: Podstawy fizyki, OW PW 2010.
4. J. Orear: Fizyka, WNT, tom 2.

**Witryna www przedmiotu:**

Materiały do wykładu dostępne na stronie: http://malys.if.pw.edu.pl

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka 1050-00000-MSP-0507\_W01:**

Student potrafi przedstawić i opisać podstawowe pojęcia mechaniki kwantowej: funkcji falowej oraz jej interpretację fizyczną, związane z nią równanie Schrödingera, zasadę nieoznaczoności Heisenberga, podstawy teorii pomiaru kwantowego.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1050-00000-MSP-0507\_W02:**

Student potrafi wytłumaczyć pojęcie orbitalnego i spinowego momentu pędu i momentu magnetycznego elektronu, zjawisko rezonansu magnetycznego. Wykorzystując wiedzę na temat własności elektronów w atomie student potrafi wyjaśnić budowę układu okresowy pierwiastków. Student wykorzystując zdobyte informacje o z zakresu statystyk kwantowych rozumie zjawisko emisji spontanicznej i wymuszonej promieniowania elektromagnetycznego, inwersji obsadzeń poziomów energetycznych stanowiących podstawę działania lasera.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1050-00000-MSP-0507\_W03:**

Student potrafi wykorzystać wiedzę z podstaw fizyki ciała stałego, obejmującą wiadomości o strukturze i wiązaniach w ciałach stałych, pojęcie pasm energetycznych i dokonać klasyfikacji ciał stałych ze względu na mechanizm przewodności elektrycznej na metale, półprzewodniki i izolatory, oraz przewodniki jonowe. Student potrafi wyjaśnić podstawy fizyczne nadprzewodnictwa.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1050-00000-MSP-0507\_W04:**

Student potrafi przedstawić założenia mechaniki relatywistycznej, obejmującej zasadę względności, transformacje Lorentza, transformacje prędkości, skrócenie długości i wydłużenie czasu, elementy dynamiki relatywistycznej, pojęcie czasoprzestrzeni. Student potrafi wskazać zastosowania tych zagadnień we współczesnej nauce i technologii.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr2\_W02, KMchtr2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1050-00000-MSP-0507\_W05:**

Student potrafi wykorzystać nabytą wiedzę z podstaw fizyki jądrowej, obejmującą oddziaływanie promieniowania jądrowego z materią, wiadomości na temat struktury jądra atomowego, reakcji jądrowych, do objaśnienia ich roli w energetyce jądrowej i przemyśle.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1050-00000-MSP-0507\_W06:**

Student potrafi wyjaśnić podstawowe zagadnienia związane mechanizmem powstawania pierwiastków chemicznych podczas Wielkiego Wybuchu oraz potrafi przedstawić współczesny model ewolucji gwiazd i galaktyk. Student potrafi naszkicować schemat oddziaływań podstawowych, przedstawić podstawowe informacje o elementarnych składnikach materii.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr2\_W02, KMchtr2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka 1050-00000-MSP-0507\_U01:**

Student potrafi naszkicować schemat rozwiązywania podstawowych problemów mechaniki kwantowej oraz przedstawić wnioski z tych wyliczeń.
Student potrafi rozwiązywać podstawowe zadania z zakresu fizyki ciała stałego, fizyki relatywistycznej, fizyki laserów oraz fizyki jądrowej, tak aby szacować prawidłowo parametry fizyczne wykorzystując w odpowiedni sposób zdobytą widzę teoretyczną i aparat matematyczny.

Weryfikacja:

Kolokwium, dodatkowe pytania testowe

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1050-00000-MSP-0507\_U02:**

Student potrafi przygotować krótką prezentację na temat wybranego interesującego zagadnienia z fizyki współczesnej. Student potrafi przedstawić w/w prezentację oraz podjąć merytoryczną dyskusję na jej temat.

Weryfikacja:

Ocena prezentacji

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMchtr2\_U15, KMchtr2\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**