

# Zestaw zagadnień na egzamin dyplomowy dla kierunku fizyka na studiach II stopnia obowiązujący w r.a. 2024/2025

## Elementy podstaw fizyki

1. Omówić transformacje Galileusza i ich zastosowanie w opisie ruchu w różnych układach odniesienia. Przedstawić zasady dynamiki Newtona i wyjaśnić różnice między układami inercjalnymi a nieinercjalnymi. Podać przykład równania ruchu punktu materialnego.
2. Omówić prawa zachowania pędu i energii. Jak definiuje się energię kinetyczną i potencjalną? Podać przykłady innych praw zachowania w fizyce.
3. Sformułować prawo powszechnego ciężenia. Scharakteryzować pole grawitacyjne, uwzględniając jego właściwości, takie jak natężenie i potencjał grawitacyjny. Omówić, w jaki sposób mechanika Newtona opisuje ruchy planet, przedstawiając prawa Keplera oraz ich związki z teorią Newtona.
4. Podać równania ruchu bryły sztywnej. Wyjaśnić zasadę zachowania momentu pędu i jej konsekwencje. Przedstawić pojęcie momentu bezwładności i jego znaczenie w ruchu obrotowym. Omówić energię kinetyczną bryły sztywnej, uwzględniając ruch postępowy i obrotowy.
5. Sformułować i omówić równanie ciągłości dla cieczy w stanie stacjonarnym. Wyjaśnić jego fizyczne znaczenie oraz konsekwencje dla różnych rodzajów przepływu. Sformułować równanie Bernoulliego dla płynu nieściśliwego w przepływie laminarnym. Omówić, jakie wielkości fizyczne uwzględnia to równanie, jakie są jego założenia oraz w jakich sytuacjach może być stosowane. Podać przykłady zastosowania obu równań.
6. Omówić przemiany gazowe gazu doskonałego, w tym izotermiczne, izochoryczne, izobaryczne i adiabatyczne. Wyjaśnić zasadę działania silnika Carnota i jego cykl. Omówić sprawność silnika Carnota jako idealnego modelu oraz ograniczenia w jego praktycznej realizacji.
7. Sformułować prawo Coulomba. Przedstawić prawo Gaussa, wyjaśniając jego zastosowanie w obliczaniu pola elektrycznego w układach symetrycznych. Omówić pojęcie potencjału skalarnego, jego definicję, związek z polem elektrycznym oraz przykłady obliczania potencjału w różnych układach ładunków.
8. Jakie są właściwości dielektryków w polu elektrostatycznym, w jaki sposób zachodzi ich polaryzacja? Jak działa kondensator, jakie są jego podstawowe typy i w jaki sposób gromadzi oraz przechowuje ładunek elektryczny? Jakie równania matematyczne opisują jego pojemność i energię?
9. Jakie są właściwości prądu elektrycznego, jego rodzaje i warunki przepływu? Jak definiuje się gęstość prądu i jakie ma znaczenie? Jak brzmi prawo Ohma i jakie czynniki wpływają na opór elektryczny? Jakie jest jego zastosowanie w elektronice i elektrotechnice?
10. Co to jest siła elektromotoryczna, jakie ma jednostki i jakie ma znaczenie w obwodach elektrycznych? Jak brzmią prawa Kirchhoffa i jak stosuje się je w analizie obwodów elektrycznych?
11. Jakie są właściwości pola magnetycznego wywołanego przez prąd elektryczny, czym jest potencjał wektorowy i jak się go stosuje? Jak definiuje się siłę Lorentza i jakie ma zastosowania?

12. Czym jest fala biegnąca i jak zapisuje się jej równanie? Jakie zjawiska, takie jak interferencja i fale stojące, zachodzą w wyniku nakładania się fal, i jakie mają one zastosowania praktyczne?
13. Jakie są zasady optyki geometrycznej, jak działają zwierciadła (wklęsłe i wypukłe) oraz soczewki (wypukłe i wklęsłe), i jakie mają one zastosowania w różnych urządzeniach optycznych?
14. Co mówi zasada Huygensa i w jaki sposób opisuje rozchodzenie się fal świetlnych? Jak wyjaśnia ona takie zjawiska jak dyfrakcja i interferencja? Co to jest siatka dyfrakcyjna, jak wpływa na rozszczepienie światła i jakie zależności matematyczne opisują jej działanie?
15. Omówić doświadczenie Michelsona-Morleya. Wyjaśnić, czym są transformacje Lorentza oraz jakie mają konsekwencje dla rozumienia przestrzeni i czasu. Jakie są podstawowe założenia szczególnej teorii względności i jakie skutki, takie jak dylatacja czasu, skrócenie długości oraz równoważność masy i energii, wynikają z tej teorii?
16. Czym są zjawisko fotoelektryczne i efekt Comptona? Jak dualizm korpuskularno-falowy wpływa na nasze rozumienie natury światła i cząstek?
17. Czym są fale de Broglie i jak doświadczenie Davissona-Germera potwierdziło ich istnienie? Jakie wnioski z tego eksperymentu wynikają dla zrozumienia natury cząstek i fal w fizyce kwantowej?
18. Omówić zasadę nieoznaczoności Heisenberga. Jakie ma ona znaczenie dla fizyki kwantowej oraz jakie konsekwencje niesie dla pomiarów w skali mikroskalowej i zastosowań technologicznych?
19. Co opisuje równanie Schrödingera w mechanice kwantowej? Podać przykłady rozwiązań zagadnienia własnego, które ilustrują zastosowanie równania Schrödingera do przewidywania własności układów kwantowych.
20. Co to są liczby kwantowe w atomie wodoru i jak opisują one orbitale elektronowe? Jak wygląda model orbitali atomowych w atomach wieloelektronowych? Czym różnią się poziomy energetyczne w cząsteczkach od poziomów w atomach?
21. Co to jest struktura pasmowa ciała stałego? Jakie są różnice między pasmem walencyjnym a pasmem przewodnictwa? Jak te pasma wpływają na właściwości przewodzące materiału?

### **Zagadnienia z bloku podstawowego i kierunkowego**

1. Jakie są metody pomiaru natężenia światła i jakie zastosowania mają poszczególne z nich?
2. Wyjaśnij różnice między interpolacją a aproksymacją. Podaj przykłady zastosowania obu metod.
3. Jakie są zasady zachowania w mechanice klasycznej i jakie jest ich znaczenie w fizyce?
4. Omów ruch oscylatora harmonicznego, tłumionego i wymuszonego. Jakie równania opisują te ruchy?
5. Jakie są prawa Keplera i w jaki sposób opisują ruch w polu siły centralnej?
6. Sformułuj równania Lagrange'a mechaniki klasycznej i podaj przykład ich zastosowania.
7. Wyjaśnij formalizm Hamiltona w mechanice klasycznej. Jakie zalety ma ten opis w porównaniu z formalizmem Lagrange'a?
8. Co to są zasady wariacyjne? Jakie znaczenie mają w mechanice i fizyce teoretycznej?
9. Co to jest entropia w mechanice statystycznej? Jak można ją zdefiniować i obliczać?

10. Na czym polega zasada ekwipartycji energii? Jakie są jej konsekwencje dla układów termodynamicznych?
11. Co to jest kwantowy zespół mikrokanoniczny i jakie problemy pozwala rozwiązać?
12. Na czym polega kwantowanie pola elektromagnetycznego jednomodowego? Czym są stany własne liczby fotonów?
13. Co to są koherentne stany pola elektromagnetycznego? Jak się je opisuje?
14. Omów model Jaynesa-Cummingsa. Jakie są jego zastosowania w kwantowej optyce?
15. Jak opisuje się atomy wieloelektronowe? Wyjaśnij strukturę powłok elektronowych i rolę układu okresowego pierwiastków.
16. Czym jest przybliżenie jednoelektronowe i metoda pola samouzgodnionego? Jakie problemy rozwiązują?
17. Na czym polega przybliżenie adiabatyczne i przybliżenie Borna-Oppenheimera? Jakie mają zastosowanie?
18. Jakie są podstawowe elementy spektroskopii molekularnej? Jakie informacje można uzyskać?
19. Jakie są typy oddziaływań fundamentalnych? Co to są cząstki wirtualne?
20. Jak przebiegają reakcje jądrowe? Jakie mechanizmy za nie odpowiadają?

## **Przedmioty bloku specjalnościowego**

### **Zastosowania fizyki**

1. Co to jest sieć krystaliczna? Wyjaśnij pojęcia: wektory translacji, komórka elementarna, układy krystalograficzne.
2. Czym są strefy Brillouina i komórka Wignera-Seitz'a? Jakie mają znaczenie w fizyce ciała stałego?
3. Wyjaśnij pojęcie struktury pasmowej ciał stałych i jej wpływ na przewodnictwo elektryczne.
4. Na czym polega dyfrakcja na strukturach periodycznych? Jakie prawa ją opisują?
5. Jakie metody stosuje się do badania ferroelektryków? Jak można mierzyć przenikalność dielektryczną?
6. Co to są przejścia fazowe? Omów różne typy przejść fazowych.
7. Na czym polega zjawisko rezonansu magnetycznego? Jakie ma zastosowania?
8. Jakie są podstawowe cechy cząstek elementarnych: leptonów, kwarków i cząstek oddziaływania?
9. Jakie miejsce zajmuje teoria pola w fizyce? Jakie są jej powiązania z mechaniką klasyczną i kwantową?
10. Wyjaśnij zasadę najmniejszego działania i równanie Eulera-Lagrange'a w teorii pola.
11. Czym są pola skalarne, wektorowe, tensorowe i spinorowe? Podaj przykłady ich zastosowania w fizyce.
12. Na czym polega spontaniczne łamanie symetrii? Wyjaśnij twierdzenie Goldstone'a i mechanizm Higgsa.
13. Co to są powierzchniowe i objętościowe funkcje sferyczne? Jak wygląda ogólne rozwiązanie równania Laplace'a we współrzędnych sferycznych?

14. Jakie są główne elementy budowy Układu Słonecznego i etapy jego ewolucji? Jakie są fizyczne własności małych ciał Układu Słonecznego?
15. Jakie modele opisują strukturę jądrową? Omów model kropłowy, gazu Fermiego, powłokowy i jądra superciężkie.
16. Na czym polegają rozpady promieniotwórcze i jak przebiega ich spektroskopia? W jaki sposób działa metoda datowania C14 oraz tomografia PET?
17. Co to jest energia w przybliżeniu Hartree-Focka i jakie jest znaczenie równania Hartree-Focka?
18. Jakie są podstawowe zasady Szczególnej Teorii Względności? Wyjaśnij zasadę względności, niezależność prędkości światła od układu odniesienia, skrócenie długości oraz dylatację czasu.
19. Jakie jest znaczenie wzoru Clapeirona-Klausiusa? Czym charakteryzują się przejścia fazowe pierwszego rodzaju i czym jest punkt krytyczny?
20. Omów klasyfikację przejść fazowych według Ehrenfesta i podaj przykłady obu typów przejść.
21. Co to jest elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR) i jądrowy rezonans magnetyczny (NMR)? Jakie są ich zastosowania.
22. Omów znaczenie cechowania w teoriach pola i podaj przykład teorii cechowanej w fizyce.
23. Przedstaw podstawy teorii drgań sieci krystalicznej oraz wpływ fononów na przewodnictwo cieplne.