

Lista pytań na egzamin inżynierski Inżynieria Kwantowa

Część 1 - Fizyka ciała stałego, termodynamika i fizyka statystyczna :

1. Translacyjna niezmienniczość sieci Bravais. Twierdzenie Blocha i stany Blocha.
2. Struktura pasmowa kryształów – przybliżenia słabego potencjału i ciasnego wiązania.
3. Przybliżenie średniego pola na przykładzie hamiltonianu BCS, stan podstawowy nadprzewodnika.
4. Drgania akustyczne i optyczne sieci krystalicznej. Czym są fonony?
5. Elektronowe oddziaływania wymienne w izolatorach i metalach.
6. Koncepcja dziury w półprzewodnikach.
7. Metoda masy efektywnej w półprzewodnikach.
8. Wyjaśnij pojęcie przerwy wzbronionej w odniesieniu do półprzewodników i zaproponuj techniki eksperymentalne pozwalające na wyznaczenie tego parametru.
9. Optyczne metody badawcze fizyki ciała stałego: absorpcja i odbicie, spektroskopia Ramana, fotoluminescencja.
10. Elektryczne metody badawcze fizyki ciała stałego: sonda Kelvina, DLTS.
11. Zasady termodynamiki. Potencjały termodynamiczne.
12. Klasyfikacja przejść fazowych.
13. Rozkład kanoniczny i wielki rozkład kanoniczny w fizyce statystycznej.
14. Rozkłady Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina.
15. Co to jest niezmiennik topologiczny? Jakie transformacje hamiltonianu izolatora mogą zmienić wartość niezmiennika topologicznego? Proszę podać przykład takiej transformacji.
16. Omów zależności oporu poprzecznego i podłużnego od pola magnetycznego w całkowitym kwantowym efekcie Halla oraz ich związek z poziomami Landaua.
17. Związek symetrii układu z mieszaniem podpasem walencyjnych oraz właściwościami przejść optycznych w nanostrukturach półprzewodnikowych.

Część 2 - Mechanika klasyczna, kwantowa i aplikacje:

18. Jaką postać mają równania Lagrange'a, w jaki sposób można je wyprowadzić i jakie warunki muszą być spełnione, aby można było je stosować?
19. Jak formułuje się równania Hamiltona, z czego one wynikają oraz jakie jest ich zastosowanie?
20. Niezależne od czasu równanie Schrödingera.
21. Kwantowy oscylator harmoniczny.
22. Zasada nieoznaczoności.
23. Niezdegenerowany rachunek zaburzeń.
24. Funkcja falowa nierozróżnialnych cząstek. Operatory kreacji i anihilacji. (Dotyczy osób, które wybrały przedmiot Kwantowa teoria układów wielu cząstek.)
25. Protokół qkd, implementacje na niesplątanych i splątanych fotonach.
26. Splątanie kwantowe, stan mieszany, stany qubitu na sferze Blocha.
27. Protokół teleportacji kwantowej.
28. Stany koherentne, ściśnione i n-fotonowe: charakterystyka, metody wytwarzania i detekcji.
29. Funkcje korelacji drugiego rzędu, grupowanie fotonów i emitery pojedynczych fotonów - podstawy formalizmu i metody eksperymentalne.
30. Czysta dekoherencja fazowa jednorodna i niejednorodna - przyczyny i opis teoretyczny. Kiedy przybliżenie Markowa nie jest wystarczające?

Część 3 – Plazmonika, fotowoltaika:

31. Plazmony objętościowe, powierzchniowe i zlokalizowane - cechy wspólne i różnice.
32. Efekt fotowoltaiczny.
33. Charakterystyka ogniw słonecznych: parametry i metody ich wyznaczania.

34. Równanie Poissona w złączu p–n: rozwiązanie analityczne w przybliżeniu obszaru zubożonego, ogólne rozwiązanie numeryczne oraz zastosowania praktyczne.
35. Model dwudiodowy ogniwa słonecznego: opis, parametry fizyczne oraz zastosowanie w analizie charakterystyki prądowo-napięciowej.

Część 4 – Elektrodynamika, teoria pola i teoria względności:

36. Prawa Maxwella w próżni: postać 4-wymiarowa, 3-wymiarowa.
37. Czteropotencjał pola elektromagnetycznego, cechowanie potencjału i niezmienniki cechowania.
38. Geometria Robertsona-Walkera: scenariusze ekspansji. (Dotyczy osób, które wybrały przedmiot Kosmologia.)

Część 5 – Metody obliczeniowe:

39. Jaką postać mają równania Kohna-Shama, dlaczego muszą być rozwiązywane w procedurze samouzgodnionej i jaką informację fizyczną o układzie niosą ich rozwiązania?
40. Wyjaśnij idee numerycznych metod obliczania pochodnych i całek. Ogranicz się do metod trójpunktowych i metody Simpsona.