

# Zagadnienia do egzaminu z mechaniki kwantowej

2013/2014

1. Wyjaśnić, dlaczego klasycznie nie obserwujemy interferencji kwantowych.
2. Notacja Diraca (bra i kety), definicja funkcji falowej.
3. Funkcja delta Diraca, własności i poprawna definicja. Reprezentacje funkcji Diraca jako granica ciągu funkcyjnego.
4. Zasada wariacyjna i wyprowadzenie klasycznych równań ruchu.
5. Definicja propagatora w języku całek po trajektoriach. Rola trajektorii klasycznej. Zjawisko interferencji.
6. Wyprowadzenie równania Schrödingera w formalizmie całek po trajektoriach.
7. Rozwiązania równania Schrödingera dla cząstki swobodnej, fale płaskie, normalizacja.
8. Operatory liniowe: definicja i własności. Przedstawienia macierzowe operatorów. Funkcje zależne od operatorów.
9. Pojęcie operatora hermitowskiego, przykłady.
10. Reprezentacja pędowa i położeniowa, postać operatorów położenia i pędu w obu reprezentacjach.
11. Zasada nieoznaczoności Heisenberga, wyprowadzenie i interpretacja.
12. Nieskończona studnia potencjału.
13. Oscylator harmoniczny i wielomiany Hermite'a.
14. Wielomiany Hermite'a, równanie, funkcja tworząca, wzory rekurencyjne.
15. Operatory kreacji i anihilacji, oscylator harmoniczny metodą macierzową.
16. Reprezentacja położeniowa operatorów kreacji i anihilacji.
17. Wartości oczekiwane operatorów, twierdzenie Ehrenfesta, twierdzenie o wiriale.
18. Gęstość prądu prawdopodobieństwa, równanie ciągłości.
19. Rozpraszanie w jednym wymiarze, współczynniki przejścia i odbicia.
20. Niezdegenerowany rachunek zaburzeń niezależny od czasu: metoda, poprawki do energii i do funkcji falowej.

21. Zdegenerowany rachunek zaburzeń, niezaburzone funkcje falowe dopasowane do zaburzenia.
22. Metoda wariacyjna.
23. Przybliżenie semiklasyczne: rozwinięcie wg stałej Plancka, wyprowadzenie postaci f. falowej.
24. Przybliżenie semiklasyczne: warunki zszycia, sposoby unikania osobliwości w klasycznych punktach zwrotu, warunek kwantowania Bohra-Sommerfelda.
25. Równanie Schrödingera w potencjale sferycznie symetrycznym, separacja zmiennych.
26. Kątowa część sferycznie symetrycznego r. Schrödingera, funkcje kuliste.
27. Wielomiany Legendre'a, równanie, własności, funkcja tworząca.
28. Część radialna sferycznie symetrycznego r. Schrödingera, atom wodoru, wartości energii, degeneracja.
29. Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym, poziomy Landaua.
30. Obraz Heisenberga, obraz Schrödingera, obraz Tomonagi.
31. Operator momentu pędu, reguły komutacji, liczby kwantowe, reprezentacje.
32. Składanie momentów pędu, współczynniki Clebscha-Gordana: metoda konstrukcji, konwencje fazowe.
33. Własności ortogonalności współczynników Clebscha-Gordana, związki rekurencyjne.
34. Symetrie czasoprzestrzenne w mechanice kwantowej, przekształcenia funkcji falowej, operatory translacji przestrznej i czasowej.
35. Grupa obrotów, transformacja skalarnej i wektorowej funkcji falowej, generatory.
36. Nieprzywiedlne operatory tensorowe: definicja, własności, przykłady.
37. Twierdzenie Eckarta-Wignera: sformułowanie i wyprowadzenie.
38. Atom wodoropodobny w stałym, zewnętrznym polu elektrycznym: efekt Starka, zastosowanie tw. Eckarta-Wignera.
39. Atom wodoropodobny w stałym, zewnętrznym polu elektrycznym: zjawisko Zeemana.
40. Zjawisko Zeemana z uwzględnieniem spinu: przypadek silnych pól.

41. Zjawisko Zeemana z uwzględnieniem spinu: przypadek słabych pól, oddziaływanie spin-orbita.
42. Funkcje falowe cząstek identycznych, zakaz Pauliego.
43. Atom helu: stan podstawowy i pierwszy stan wzbudzony.
44. Okresowy układ pierwiastków.
45. Rachunek zaburzeń zależny od czasu, wyprowadzenie, prawdopodobieństwo przejścia na jednostkę czasu.
46. Prawdopodobieństwo przejścia dla stałego zaburzenia włączonego w chwili  $t = 0$ , zasada nieoznaczoności energia-czas.
47. Zaburzenie harmoniczne: prawdopodobieństwo przejścia: absorpcja i emisja wymuszona.
48. Rozpraszanie w 3 wymiarach: metoda funkcji Greena, asymptotyczna postać funkcji falowej.
49. Przybliżenie Borna.
50. Przekrój czynny.
51. Rozwiązania równania Schrödingera dla dodatniej energii: fale kuliste, własności asymptotyczne.
52. Rozpraszanie na sztywnej kuli, przesunięcia fazowe.
53. Rozkład amplitudy rozpraszania na fale parcjalne, wyrażenie przekroju czynnego przez przesunięcia fazowe.
54. Rozpraszanie na skończonej, sferycznej studni potencjału, zachowanie przesunięcia fazowego dla zerowej energii, związek ze stanami związanymi.
55. Równanie Kleina-Gordona: sformułowanie i kłopoty interpretacyjne.
56. Równanie Diraca: macierze Diraca, interpretacja rozwiązań równania swobodnego.