Teorijska fizika 2008/09

Kvantna mehanika

Izpitna vprašanja

1. Naštejte in kratko opišite pomen ključnih eksperimentov, ki jih ni bilo mogoče pojasniti klasično in so narekovali vpeljavo kvantne mehanike!
2. Kako je Planck pojasnil sevanje črnega telesa?
3. Opišite Einsteinovo razlago fotoefekta!
4. Kaj pravi Bohrovo kvantizacijsko pravilo?
5. Opišite Bohrov model vodikovega atoma!
6. Kaj je korespondenčno načelo? Navedite nekaj primerov uporabe korespondenčnega načela!
7. Kaj dokazuje Franck–Hertzov poskus?
8. Kaj pravi de Broglieva enačba? Kakšen je pomen de Broglieve enačbe za makroskopska telesa in kakšen za mikroskopske delce? Odgovor ilustrirajte z zgledoma!
9. Pojasnite Davisson–Germerjev poskus!
10. Za kaj gre pri Comptonovem pojavu?
11. Kaj je načelo komplementarnosti? Kaj pokažejo interferenčni poskusi z delci?
12. Kakšen je pomen funkcije stanja? Zakaj zahtevamo, naj bo funkcija stanja kompleksna? Kaj je načelo superpozicije? Kaj je verjetnostna gostota?
13. Zakaj mora biti funkcija stanja zvezna? Ali mora biti gladka? Pojasnite!
14. Kako opišemo ravni val? Kolikšni sta nedoločenosti lege in gibalne količine ravnega vala?
15. Zakaj vpeljemo valovni paket? Kako to storimo? Podajte primer valovnega paketa!
16. Opišite časovni razvoj valovnega paketa!

17. Na katerem ohranitvenem zakonu in kako zasnujemo Schrödingerjevo enačbo?
18. Kako opišemo valovni paket v potencialu? Kako se ta razlikuje od prostega valovnega paketa? Odkod zahteva po stacionarni fazi?
19. Kaj omejuje veljavnost Schrödingerjeve enačbe?
20. Zapišite kontinuitetno enačbo za verjetnostno gostoto! Iz katerega ohranitvenega zakona izhaja? Kako vpeljemo gostoto verjetnostnega toka?
21. Kako je definirana pričakovana vrednost neke fizikalne količine? Kaj pa varianca?
22. Kako pridemo do definicije operatorja gibalne količine v koordinatni reprezentaciji?
23. Kaj pravi Ehrenfestov izrek? Katero načelo kvantne mehanike odraža?
24. Zapišite operatorje lege, gibalne količine, kinetične energije in polne energije!
25. Kaj je stacionarno stanje? Kako ugotovimo, da je energija stacionarnega stanja realna? Kdaj govorimo o degeneriranih lastnih stanjih? Kaj velja za lastne funkcije hamiltonke?
26. Kako razvijemo neko začetno stanje sistema po stacionarnih stanjih? Kakšen je časovni razvoj takega stanja?
27. Navedite glavne lastnosti funkcije δ!
28. Opišite odboj delca na potencialnem skoku pri $E < V$ in $E > V$! Skicirajte funkcijo stanja v obeh primerih!
29. Opišite prehod delca skozi potencialno bariero! Skicirajte funkcijo stanja pri $E < V$ in $E > V$!
30. Kaj je jedrski razpad? Katere vrste jedrskih razpadov poznamo?
31. Kaj je tuneliranje? Navedite kak pojav, ki sloni na tuneliranju!
32. Opišite obnašanje delca v končni potencialni jami pri $E < 0$ in $E > 0$! Skicirajte funkcijo stanja!
33. Na kakšnem razmisleku sloni kvaziklasični približek? Kakšna je oblika funkcije stanja v kvaziklasičnem približku?
34. Kaj pove kvaziklasična analiza vezanih stanj in kateremu načelu stare kvantne mehanike se približa?

35. Zakaj je harmonični oscilator eden najpomembnejših modelov kvantne mehanike? Naštejte nekaj fizikalnih sistemov, ki jih opišemo s harmoničnim oscilatorjem ali sklopom harmoničnih oscilatorjev!

36. Opišite in skicirajte glavne lastnosti lastnih stanj harmoničnega oscilatorja! Kakšen je spekter harmoničnega oscilatorja?

37. Zakaj energija osnovnega stanja harmoničnega oscilatorja ni enaka 0? Kolikšen je produkt nedoločenosti lege in gibalne količine v osnovnem stanju?

38. V čem se razlikujeta koordinatna reprezentacija in reprezentacija gibalne količine? Zapišite hamiltonko harmoničnega oscilatorja v obeh reprezentacijah!

39. Navedite glavne lastnosti operatorjev, ki jih priredimo fizikalnim količinam! Katere so lastnosti hermitskih operatorjev?

40. Kaj je komutator? Kaj velja za operatorja, katerih komutator je enak 0? Navedite par operatorjev, ki komutirata, in par takih, ki ne komutirata!

41. Kaj pravi Heisenbergovo načelo nedoločenosti? Navedite nekaj primerov! Kolikšen je produkt nedoločenosti lege in gibalne količine pri prostem delcu in harmoničnem oscilatorju v osnovnem stanju?

42. Kakšen je časovni razvoj pričakovanih vrednosti fizikalnih količin? Kaj velja za količino, ki komutira s hamiltonko? Navedite primer!

43. Kako vpeljemo operator vrtilne količine? Ali operatorji komponent vrtilne količine komutirajo? Kaj pa operatorja kvadrata velikosti in komponente vrtilne količine?

44. Kaj so krogelne funkcije? Opišite in skicirajte nekaj primerov!

45. Zakaj lahko funkcijo stanja faktoriziramo na radialni in kotni del, če med delcema deluje le centralna sila? Katere funkcije opišejo kotni del?

46. Opišite glavne lastnosti elektronskih stanj v atomu vodika! Skicirajte kotni in radialni del dveh funkcij stanja!

47. Opišite spekter atoma vodika! Kako je z degeneracijo stanj?

48. Katera kvantna števila označujejo elektronska stanja v atomu vodika, če zanemarimo sklopitev spin-tir, in kaj pomenijo? Kako je, če upoštevamo sklopitev spin-tir?

49. Čemu ustrezajo značilne serije v absorpcijskih in emisijskih atomskih spektrih? Na kaj kažejo ti spektri? Kakšen je emisijski spekter trdnin? Zakaj se atomski spektri razlikujejo od spektrov trdnin?

50. Kateri eksperiment je prvi pokazal na obstoj lastnega magnetnega momenta elektrona? Opišite ga!

51. Odkod sklopitev spin-tir? Zakaj je pomembna za elektronska stanja v atomih?

52. Kaj je spinor? Navedite primer operatorja nad spinorji! Kako je definirana pričakovana vrednost količine, povezane z lastno vrtilno količino?

53. Zapišite operator lastnega magnetnega momenta! Kaj so Paulijeve matrike? Kolikšni sta giromagnetni razmerji za tirno in lastno vrtilno količino?

54. Zakaj in kako zasnujemo teorijo motenj?

55. Kolikšen je v teoriji motenj popravek energije I. reda? Kaj velja za popravke II. reda, če je sistem v osnovnem stanju? Navedite primer uporabe teorije motenj!

56. Kaj je fina struktura vodikovega atoma? Kolikšen je razcep stanj fine strukture v primerjavi z vezavno energijo elektrona?

57. Kako definiramo jedro propagatorja v Feynmanovi formulaciji kvantne mehanike? Kako dobimo iz slednje načelo najmanjše akcije in klasični tir delca?

58. Kaj je funkcionalni integral? Kako ga izračunamo?

59. Iz jedra propagatorja za prosti delec izpeljite de Broglievo enačbo!

60. Kako v Feynmanovi formulaciji rekonstruiramo Schrödingerjevo enačbo?