

**Ispitna pitanja**

- 1) Svođenje N-čestičnog problema na N 1-čestičnih  
Uvjeti, separacija Schrodingerove jednadžbe, produktna valna funkcija  
Simetrija sistema identičnih čestica, bozoni i fermioni
- 2) Rješavanje 1-čestične Schrodingerove jednadžbe  
Vrste rješenja, aproksimativne metode, veza simetrije, kvantnih brojeva i očuvanih veličina  
Primjeri potencijala i odabir koordinatnog sustava
- 3) Metoda druge kvantizacije – načelo, svrha, Diracove oznake
- 4) Kvantizacija harmoničkog oscilatora  
Operatori stvaranja i poništavanja kvanata, komutacijska pravila, operator broja čestica, hamiltonijan, Prikaz stanja pomoću operatora, vakuum
- 5) Kvantizacija fermionskih stanja, antikomutatori, Paulijev princip
- 6) Matrični elementi operatora  $a$ ,  $a^+$ ,  $x$ ,  $p$  u  $n$ -stanjima  
Vremenska ovisnost operatora  $a(t)$ ,  $a^+(t)$ ,  $x(t)$ ,  $p(t)$
- 7) Operatori polja, definicija, komutatori  
Veza operatora polja i operatora stvaranja/ponišćavanja kvantnih stanja
- 8) Prikaz fizikalnih veličina u 2. kvantizaciji, gustoća, struja  
Operator kinetičke energije, 1-čest i 2-čest interakcije, fermion-fermion, fermion-bozon  
Primjeri: kulonska interakcija, elektron-elektromagnetsko polje
- 9) Izvod valnih funkcija HO pomoću operatora stvaranja  
Osnovno stanje HO i minimalni valni paket
- 10) Koherentna stanja: Dijagonalizacija tjeranog HO pomoću kanonske transformacija  
Energija osnovnog stanja, koherentna stanja, razvoj po  $n$ -stanjima, Operator pomaka
- 11) Svojstva koherentnih stanja  
Veza sa stanjima elektromagnetskog polja
- 12) Izvod vremenskog razvoja valne funkcije koherentnog stanja HO iz početnog uvjeta  
Oscilacije gustoće - položaja
- 13) Stisnuta stanja (squeezed states):Definicija pomoću početnog uvjeta, Oscilacije gustoće - položaja i širine, Stisnuta stanja i relacije neodređenosti
- 14) Matrica tuneliranja  $M$  i raspršenja  $S$

- 15) Opis tuneliranja pomoću matrice tuneliranja  $M$ , račun matričnih elemenata za pravokutnu barijeru
- 16) Veza  $M$  i  $S$  matrice i njihovih elemenata
- 17) Svojstva  $M$  i  $S$  matrica zbog svojstava potencijala (realnost, simetrija,..)
- 18) Višestruko tuneliranje pomoću  $M$  matrice: 2 pravokutne barijere
- 19) Koherentno i sekvencijalno tuneliranje kroz dvije barijere, vjerojatnost tuneliranja, rezonancije
- 20) Potencijalna jama: energije vezanih stanja i koeficijenti transmisije pomoću elemenata  $M$  matrice
- 21) Primjer tuneliranja i raspada stanja: alfa-raspad (u WKB-u)
- 22) Tuneliranje između vezanih stanja  
- simetrični sistemi: stacionarna i nestacionarna stanja, oscilacije – reverzibilnost, primjer
- 23) Tuneliranje između vezanih stanja  
- asimetrični sistemi: «raspad» stanja, ireverzibilnost
- 24) Fermion – bozon interakcija. Hamiltonijan interakcije  
Slaba interakcija – 2. red računa smetnje za mobilnu česticu  
Realni i virtuelni procesi – promjena energije i vjerojatnost raspada stanja  
Kompleksna energija - interpretacija  
Razvoj za male brzine – promjena energije i efektivne mase (renormalizacija energije i mase čestice)
- 25) Fermion – bozon interakcija Primjena – polaron, elektron -LO fonon interakcija  
Promjena energije, kritični valni vektor, emisija realnih bozona  
Izbjegavanje divergencije- samosuglasno rješenje – Brillouin-Wignerov račun smetnje
- 26) Fermion – bozon interakcija Lokalizirana čestica – egzaktno rješenje – kanonska transformacija  
Određivanje koeficijenata i eliminacija člana interakcije  
Pomak energije osnovnog stanja, spektar
- 27) Fermion – bozon interakcija Pokretna «teška» čestica, rješenje kanonskom transformacijom  
Određivanje koeficijenata i eliminacija člana interakcije
- 28) Primjeri tuneliranja u fizici (MIM, MIS, SIS,...), struja
- 29) Josephsonov učinak - izvod  $J$ . struje
- 30) Josephsonov učinak      na konstantnom naponu
- 31) Josephsonov učinak      na izmjeničnom naponu

- 32) Josephsonovi spojevi u paraleli i A-B učinak
- 33) Baždarne transformacije u klasičnoj i kvantnoj fizici
- 34) Faza valne funkcije u EM potencijalu
- 35) Aharonov-Bohm učinak
- 36) Elektroni u supravodiču i kvantizacija magnetskog toka
- 37) Hamiltonijan višečestičnog sistema s kulonskom interakcijom
- 38) Samosuglasne Hartreejeve jednačbe, Hartreejeva aproksimacija za valnu funkciju
- 39) Varijacijski izvod Hartreejevih jednačbi
- 40) Hartree-Fockova aproksimacija i jednačbe
- 41) Utjecaj Paulijeva principa u elektronskom plinu- Fermijeva šupljina
- 42) Teorija funkcionala gustoće: Hohenberg-Kohnov teorem, Energija osnovnog stanja kao funkcional gustoće
- 43) Teorija funkcionala gustoće: Samosuglasne Kohn-Shamove jednačbe, gustoća i energija osnovnog stanja
- 44) Teorija funkcionala gustoće: Aproksimacije za energiju zamjene i korelacije, Aproksimacija lokalne gustoće (LDA)