

Otázky ku skúške z predmetu Fyzika mnohých častíc

1. Vysvetlite, čo je efektívny hamiltonián a prečo tento pojem zavádzame. Vysvetlite, kedy a v akom zmysle je AFMH model efektívnym hamiltoniánom pre Hubbardov model.
2. Vysvetlite, prečo Néelov stav nie je vlastným stavom AFMH modelu a sformulujte vety pre základný stav tohto modelu. Na príklade AFMH modelu vysvetlite pojem spontánneho narušenia symetrie.
3. Napíšte nízkoenergetický efektívny model pre AFMH model v spinovo-vlnovom priblížení. Vysvetlite, čo sú Goldstoneove bozóny a v akých systémoch sú prítomné.
4. Sformulujte Hohenbergovu-Merminovi-Wagnerovu vetu a objasnite, čo je dolná kritická dimenzia. Objasnite pojem narušenia ergodicity.
5. Na príklade klasického modelu XY vysvetlite, čo je zobšeobecnená tuhosť. Vysvetlite, v čom spočíva prechod Kosterlitz-Thoulessa.
6. Popíšte základné vlastnosti supratekutého hélia, vysvetlite súvis s Boseho-Einsteinovou kondenzáciou a ukážte, že v systéme s kondenzátom existuje ODLRO.
7. Sformulujte Josephsonove rovnice a naznačte, ako z týchto rovníc vyplýva bezstratový transport hmoty.
8. Napíšte efektívny hamiltonián pre supratekuté hélium v priblížení Bogolubova. Aký bol pôvodný hamiltonián a aké predpoklady boli potrebné pri odvodení?
9. Čím sa líši základný stav skutočného hélia a základný stav teórie Bogolubova? To isté aj pre excitované stavy. Sformulujte princíp adiabatickej kontinuity.
10. Popíšte základné vlastnosti supravodivého stavu a porovnajajte ich so supratekutosťou. Ukážte, ako z existencie kondenzátu vyplýva Meissnerov jav.
11. Napíšte výraz pre efektívnu tienenú interakciu medzi elektrónmi a vysvetlite pôvod príťažlivého člena. Napíšte modelový hamiltonián BCS, popíšte použité zjednodušenia a zdôvodnite ich.
12. Načrtnite základné idey teórie BCS: parameter usporiadania, teória stredného poľa, výsledný hamiltonián.
13. Napíšte self-konzistentnú rovnicu teórie BCS pre Δ a vyriešte ju v limitách $T = 0$ a $T \rightarrow T_c$. Kvalitatívne popíšte termodynamické vlastnosti supravodičov.
14. Vysvetlite, čo je spektrálna funkcia elektrónu. Načrtnite predpoveď teórie BCS pre túto funkciu. Kvalitatívne popíšte, ako možno zmerať parameter Δ optickými metódami.
15. Vysvetlite, čo sú topologické defekty a ako súvisia so spontánnym narušením symetrie. Uveďte príklady topologických defektov. Popíšte fyzikálne dôsledky ich prítomnosti.
16. Definujte Chernovo číslo ν pre dvojrozmerný pás a pomocou ν napíšte výraz pre Hallovu vodivosť σ_H plného pásu. Ako tento výsledok súvisí s kvantovým Hallovým javom? V akých systémoch môže byť $\nu \neq 0$? Prečo je vodivosť σ_H nenulová a kvantovaná?