20/12/2001

Zagadnienia do egzaminu z kwantowej teorii ciała stałego
semestr zimowy 2001/2002, IV rok fizyki

1. Jak definiujemy operator pola $\Psi_\sigma(\underline{r})$? Jak wyglądają reguły antykomutacji dla tych operatorów i ich podstawowe własności.
2. Jak zdefiniowane są operatory kreacji i anihilacji? Wymienić ich podstawowe różnice w przypadku fermionów i bozonów.
3. Centralne twierdzenie o II kwantowaniu: wyrażenie Hamiltonianu w języku operatorów pola oraz operatorów kreacji i anihilacji.
4. Operator liczby cząstek i spinu w II kwantowaniu.
5. Funkcje Wanniera: jak się definiuje, jaka jest ich różnica z funkcjami falowymi Blocha?
6. Energia jednocząstkowa (hoppingu, pasmowa) w II kwantowaniu.
7. Reprezentacja oddziaływania między cząstkami.
8. Rozkład Fermiego-Diraca: wyprowadzenie w reprezentacji II kwantowania i pojęcia potencjału chemicznego: skąd się bierze, relacja do energii Fermiego.
9. Model Hubbarda: wyprowadzenie i omówienie.
10. Przybliżenie Hartree-Focka dla modelu Hubbarda:
    a) kryterium Stonera,
    b) stan antyferromagnetyczny.
11. Oddziaływanie wymiany międzyatomowej
    a) w II kwantowaniu — wpływ na kryterium Stonera,
    b) w podejściu Diraca.
12. Oddziaływanie kinetycznej wymiany ($\sim t^2/U$): wyprowadzenie z modelu Hubbarda.
13. Koncepcja pola wymiennego (efektywnego) dla oddziaływania typu Heisenberga. Jaki ma ono wpływ na dynamikę momentu magnetycznego?
14. Reprezentacja Holsteina-Primakoffa dla operatorów spinowych:
    a) magnony w ferromagnetyku — ich wpływ na własności fizyczne,
    b) w antyferromagnetyku (można się posiłkować tutaj notatkami).
15. Teoria Landaua przejść fazowych: czym jest, jakie są podstawowe wyniki dla stanu przestrzennie jednorodnego?
16. Teoria Landaua dla magnetyzmu (można się posiłkować notatkami).
17. Charakterystyki doświadczalne stanu nadprzewodzącego.
18. Kwantowanie strumienia w nadprzewodniku — wyprowadzić.
19. Para Coopera — otrzymać energię wiązania pojedynczej pary (albo w I, albo w II kwantowaniu).
20. Scharakteryzować Hamiltonian BCS — założenia, postać.
21. Transformacja Bogoljubowa: na czym polega, do czego prowadzi.
22. Równanie na przerwę nadprzewodzącą, pojęcie kwazicząstki dla stanu nadprzewodzącego.

Józef Spałek