

Pytania na egzamin

(pod warunkiem, że Polska wygra z Senegalem):

1. Co to jest sieć Bravais? Wymień jej symetrie wewnętrzne i uzasadnij konieczność ich występowania. Jakie dodatkowe symetrie punktowe może mieć taka sieć - ogranicz się do symetrii obrotów.
2. Sformułuj twierdzenie Blocha. Wyjaśnij jaką liczbą kwantową opisywane są stany Blocha i jak jest ona określona.
3. Podaj matematyczną definicję sieci odwrotnej i jej fizyczny odpowiednik.
4. Zdefiniuj prymitywną komórkę elementarną i uzasadnij, że komórka Wignera-Seitza jest prymitywną komórką elementarną. Jaką dodatkową własność ma komórka Wignera-Seitza? Jaką komórką jest pierwsza strefa Brillouina? Napisz równanie definiujące granicę pierwszej strefy Brillouina.
5. Otrzymaj kwantyzację wektora falowego dla warunków brzegowych Born-Karmana. Jaka jest istotna konsekwencja tej kwantyzacji? Jak określamy gęstość stanów Blocha w przestrzeni odwrotnej.
6. Opisz założenia modelu Kroniga-Penneya i podaj wynikające z niego wnioski dotyczące energii elektronu.
7. Podaj podstawowe założenia przybliżenia słabego potencjału dotyczące funkcji Blocha i napisz jakie są konsekwencje tego przybliżenia dotyczące energii elektronu Blocha.
8. Podaj definicję funkcji Wanniera i pokaż, że jest to funkcja scentrowana na jednym wybranym węźle sieci. Udowodnij, że funkcje Wanniera tworzą ortonormalny układ zupełny.
9. Korzystając z położeniowej reprezentacji funkcji Blocha, czyli przedstawienia jej w postaci szeregu funkcji Wanniera, otrzymaj energię elektronu w przybliżeniu ciasnego wiązania.
10. Korzystając z orbitali atomowych (jeden orbital na jeden węzeł sieci) otrzymaj funkcję Blocha w reprezentacji położeniowej, a następnie policz energię elektronu w jednowymiarowej sieci Bravais w przybliżeniu najbliższych sąsiadów.
11. Pokaż, że z symetrii translacji, symetrii inwersji i innej ewentualnej symetrii punktowej sieci Bravais wynikają odpowiednie symetrie pasma energetycznego.
12. Podaj definicję gęstości stanów i napisz jaki jest jej związek z całkowitą liczbą stanów. Otrzymaj gęstość stanów (na jednostkę objętości) układu izotropowego ($d=1,2,3$).
13. Otrzymaj gęstość stanów sieci jednowymiarowej w przybliżeniu najbliższych sąsiadów. Określ położenie osobliwości van Hove'a w strefie Brillouina.
14. Zdefiniuj energię Fermiego i odpowiadającą jej powierzchnię Fermiego. Napisz równanie określające energię Fermiego. Otrzymaj energię Fermiego i narysuj powierzchnię Fermiego dla układu izotropowego ($d=3$) oraz dla w połowie zapełnionej sieci kwadratowej ($d=1,2$).
15. Wyprowadź równanie określające potencjał chemiczny sieci o zapełnieniu n . Otrzymaj potencjał chemiczny dla połówkowego zapełnienia pasma, w którym jest tyle samo stanów o energii dodatniej i energii ujemnej.

Zadania na kolokwium:

Pierwsze zadanie: Skonstruuj sieć odwrotną do zadanej sieci prostej. (Zad. 5-8 z Listy 1)

Drugie zadanie: Otrzymaj energię elektronu w przybliżeniu ciasnego wiązania. (Zad. 5-9 z Listy 4)