

КОНСПЕКТ

ПО ФИЗИКА НА КОНДЕНЗИРАНАТА МАТЕРИЯ

РАЗДЕЛ I. ОБЩИ СВОЙСТВА НА КОНДЕНЗИРАНАТА МАТЕРИЯ

1. Обща характеристика на кондензираната материя. Основни типове.
2. Видове кондензирана материя по природата на химичната връзка.
3. Близко и далечно подреждане в кондензираната материя.

РАЗДЕЛ II. ФИЗИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО

A. Физика на кристалите

СТРУКТУРА НА КРИСТАЛИТЕ И КРИСТАЛОГРАФИЯ

4. Основни понятия на геометричната кристалография: Кристали. Пространствена решетка - кристалографски оси, основни вектори, елементарна клетка, видове пространствени решетки. Клетки на Вигнер-Зайтц. Транслационна симетрия. Геометрия на пространствената решетка - възли, възлови прави, ъглови равнини.

5. Операции и елементи на симетрия при кристалите: Въртене и оси на симетрия. Отражение и равнина на симетрия. Огледално въртене и огледални оси на симетрия. Инверсия, център на симетрия и инверсна ос. Връзка между огледална и инверсна ос. Стереографска проекция.

6. Кристални структури, получени от най-плътна опаковка на еднакви сфери: Хексагонална кристална решетка. Стенноцентрирана кубична решетка. Коефициент на запълване. Междини. Примери - метали, молекулни кристали, йонни кристали .

7. Кристални структури с по-малка плътност на опаковката. Обемноцентрирана кубична решетка. Проста кубична решетка. Валентни кристали - диамант; слоисти кристали (графит); верижни кристали (телур). Цезиев хлорид. Сфарелит и вюрцит.

8. Точкови групи на симетрия (класове на симетрия) при кристалите. Кристалографски системи или сингонии. Холоедричен клас на сингонията.

9. Симетрия на кристалните решетки (пространствени групи на симетрия). Прости решетки на Браве. Сложни решетки на Браве. Влияние на симетрията на структурния мотив върху симетрията на кристалните решетки. Винтови оси и равнини на хлъзгане. Изоморфни пространствени групи.

10. Обратна пространствена решетка. Разлагане на функция с периодичността на пространствена решетка в ред на Фурие. Свойства на обратната пространствена решетка. Зони на Брилуен. Построяване на обратната решетка.

11. Дифракция на вълни от кристална решетка. Дифракцията като метод за изследване на кристалната структура. Уравнения на Лауе. Сфера на Евалд. Условие на Вулф и Брег. Експериментални методи на рентгеновия структурен анализ: на Лауе, въртящ се кристал, люлеещ се кристал, Дебай и Шерер, гониометър на Брег.

12. Дефекти в кристалните решетки на реалните кристали: Видове - обемни, повърхностни, линейни, точкови. Дефекти по Шотки. Двойка ваканции. Атоми в междините. Дефекти по Френкел. Цветни центрове. Прагова и винтова дислокация. Вектор на Бюргерс.

КРИСТАЛОФИЗИКА

13. Тензори на механичното напрежение и механичните деформации. Сили, действащи в деформирано тяло. Тензор на механичното напрежение - определение, симетричност, частни случаи. Тензор на дисторзия. Тензор на въртене и деформация. Физически смисъл на тензора на деформация.

14. Връзка между еластичните, термичните и електричните явления в кристалите. Полеви величини. Величини, характеризиращи реакцията на кристала. Материални константи. Диаграма на Хекман и Най. Материални тензори от II ранг - различни случаи, характеристична повърхнина.

15. Главни ефекти в кристалите . Редуцирано количество топлина. Диелектрична поляризация - диелектрична възприемчивост, диелектрична проницаемост. Намагнитване - магнитна възприемчивост, магнитна проницаемост. Еластична деформация, еластични константи и модули - матрично представяне.

16. Спрегнати ефекти в кристалите. Топлинно разширение. Пиезокалоричен ефект. Пироелектричен ефект - пироелектрични кристали; електрети; първичен и вторичен ефект. Електрокалоричен ефект. Пиезоелектричен ефект. Обратен пиезоелектричен ефект.

17. Влияние на симетрията на кристалите върху материалните им константи. Принцип на Нойман. Влияние на симетрията на кристала върху свойствата му, описани със симетричен тензор на II ранг. Принцип на Кюри.

18. Разпространение на електромагнитни и еластични (акустични) вълни в кристалите. Разпространение на електромагнитни вълни в неограничени диелектрици, ТЕМ, еластични вълни в неограничена среда. Нормални вълни - ТЕ, ТН, лембови, SH, повърхнини.

19. Някои неравновесни и нелинейни явления в кристалите - топлопроводност, електропроводност, електрострикция. Нелинейни (квадратични) ефекти - електрострикция, магнитострикция. Неравновесни процеси - топлопроводност, електропроводност. Термоелектрични явления в изотропни среди - ефект на Зеебек, ефект на Пелтие, ефект на Томсон, съотношения на Томсон, принцип на Онзагер. Термоелектрични ефекти в кристали.

20. Кристалооптика. Двойно пречупване на светлината в кристали. Оптическа индикатриса на кристала. Влияние на симетрията на кристала. Лъчеви повърхнини.

21. Електрооптичен и пиезооптичен ефект. Електричен и пиезооптичен ефект. Електрооптичен ефект - линеен (ефект на Покелс), квадратичен (ефект на Кер), експериментални изследвания. Пиезооптичен ефект. Първичен и вторичен електрооптичен ефект.

22. Сегнетоелектрически и антисегнетоелектрически кристали. Преход от параелектрично в сегнетоелектрично състояние. По-важни сегнетоелектрици. Структура и произход на сегнетоелектричеството на бариевия титанат (BaTiO_3). Зависимост на диелектричната проницаемост от температурата и интензивността на електричното поле. Хистерезис и зависимост на спонтанната поляризация от температурата. Сегнетоелектрични домени. Антисегнетоелектрици.

ДИНАМИКА НА КРИСТАЛНАТА РЕШЕТКА

23. Специфична топлина на кристалите. Правила на Дюлонг-Пти и Нойман-Коп. Температурна зависимост. Средна енергия на квантомеханичен осцилатор. Фонони. Статистика на фононите. Теория на Айнщайн за специфичната топлемност.

24. Теория на Дебай за трептенията на кристалната решетка. Собствени трептения на хомогенна пръчка. Максимална честота на вълните в едномерен кристал. Спектър на Дебай на трептенията на кристалната решетка. Вътрешна енергия и специфична топлина на кристалите. Температура на Дебай. Закон на Дебай.

25. Вълни и трептения в едномерна кристална решетка, съставена от еднакви частици, според теорията на Борн и Карман. Безкрайна. Крайна. Дисперсионни криви.

26. Вълни в безкрайна едномерна кристална решетка, съставена от два вида частици, според теорията на Борн и Карман. Основни уравнения на движението на частиците. Акустични и оптични вълни - дисперсионни криви. Надлъжни и напречни вълни.

27. Понятия за теорията на Борн и Карман за вълните и трептенията на пространствени кристални решетки. Дисперсионни криви на оптични и акустични вълни в кристали от мед, натриев йодид и диамант.

28. Фонони. Енергия и квазиимпулс. Идеален фононен газ - метод на елементарните възбуждания. Реален фононен газ - време на живот, среден свободен пробег. Механизми на разсейване на фононите. N и U процеси. Механизъм на Ландау-Румер за взаимодействие на хиперзвукови вълни с топлинни фонони. Теплопроводност на фонония газ - зависимост от температурни дефекти. Ефект на Де Хаас-Бурмаш.

ЕЛЕКТРОННИ СЪСТОЯНИЯ И ЕЛЕКТРОННИ МИКРОПРОЦЕСИ В КРИСТАЛИТЕ

29. Зонна структура на кристала в приближение на квазисвързания електрон. Качествена картина на възникването на енергетичните зони от съответните енергетични нива на изолираните атоми. Пресмятане на енергетичните зони в кристалите по метода на силната връзка.

30. Разпределение на електроните по състояния. Ефективна маса на електроните. Метод на ефективната маса. Експериментални методи.

31. Дупките като квазичастици. Основен закон на статистиката. Ефективна маса. Разпределение по енергия. Ефективен заряд.

32. Метали, полупроводници и диелектрици според зонната теория. Зонна структура, електропроводност и електронна топлопроводност при металите.

33. Зонна структура на полупроводниците. Собствени и примесни полупроводници Локализирани състояния на електроните и дупките в полупроводниците. Елементарни полупроводници от IV група. Полупроводникови съединения A^3B^5 .

Б. Аморфни твърди тела и неподредени кристални структури

34. Модели на аморфни твърди тела.

35. Стъкла. Технология, видове, свойства.

36. Електропроводност и свойства на аморфни полупроводници.

37. Сплави и твърди разтвори.

38. Квазикристали.

39. Въглеродни наноструктури.

РАЗДЕЛ III. ФИЗИКА НА МЕКАТА КОНДЕНЗИРАНА МАТЕРИЯ

40. Течни кристали.

41. Течности.

42. Полимери.

43. Биологичните среди като кондензирана материя.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Лалов, В. Дечева, Физика на кондензираната материя, Изд.СУ, София, 2005.
2. А. Апостолов, Физика на кондензираната материя, Изд.СУ, София, 2000.
3. М.Борисов, К.Калайджиев, Кратък увод във физиката на твърдото тяло, Пловдив, 1986.
4. М.Борисов, К.Маринова, Увод във физиката на твърдото тяло, първа част. Издателство Наука и изкуство, София, 1977.
5. М.Борисов, К.Германова, К.Маринова, Увод във физиката на твърдото тяло, втора част. Издателство Наука и изкуство, София, 1978.

ИЗГОТВИЛ:

/гл.ас.д-р Т.Йовчева/

Връзка между еластичните, електричните, магнитните и термичните явления в кристалите.
Диаграма на Хекман и Най. Главни и спрегнати ефекти в кристалите.