

1. Понятия кристаллической решетки, примитивной ячейки, элементарной ячейки. Трансляции, группа трансляций, общее понятие группы. Элементы точечной симметрии. Разрешенные вращения для кристаллической решетки. Принятые обозначения классов точечной симметрии.

2. Сингонии, кристаллические системы. Решетки Браве.

3. Ячейка Вигнера-Зейца. Понятие базиса. Решетки с базисом. Принятые обозначения классов пространственной симметрии. Примеры структур (сфалерита, вюрцита, перовскита и т.д.). Квазикристаллы.

4. Связь физических свойств кристаллов и симметрии. Вид различных тензоров. Упругие свойства кристаллов.

5. Индексы Миллера. Примеры. Вектор, перпендикулярный плоскости.

6. Понятие обратной решетки. Векторы обратной решетки. Обратные решетки для различных размерностей. Зона Бриллюэна как ячейка Вигнера-Зейца в обратном пространстве.

7. Дефекты кристаллической решетки.

8. Дифракция рентгеновских лучей. Брэгговское отражение. Экспериментальные методы дифракции рентгена. Формула Дебая-Шеррера.

9. Типы связи в кристаллах. Ионная связь. Ковалентная связь. Гибридизация. Варианты связи в структурах углерода.

10. Металлическая связь. Связь Ван-дер-Ваальса. Водородная связь.

11. Колебания одноатомной цепочки. Разложение потенциальной энергии. Гармоническое приближение. Граничные условия Борна-Кармана.

12. Решение задачи о колебании одноатомной цепочки. Возможные значения волнового вектора. Первая зона Бриллюэна.

13. Вывод дисперсионных соотношений для одноатомной цепочки в приближении взаимодействия между ближайшими соседями.

14. Колебания двухатомной цепочки в приближении взаимодействия между ближайшими соседями. Оптические и акустические ветви. Оптические колебания в схеме приведенных зон. Обобщение на трехмерный кристалл с базисом.

15. Нормальные координаты. Вторичное квантование для фононов.

16. Теплоемкость кристаллов. Закон Дюлонга-Пти. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Приближение Дебая.

17. Ангармонизм кристаллической решетки. Фонон-фононное взаимодействие. Трехфононные процессы. Фононная теплопроводность. Тепловое расширение твердых тел. Константа Грюнайзена.

18. Макроскопический подход к описанию колебаний в ионных кристаллах. Соотношение Лиддена-Сакса-Теллера. Диэлектрическая проницаемость. Поляритонные ветви. Поляритоны.

19. Модель свободных электронов. Уравнение Шредингера. Граничные условия Борна-Кармана. Плотность состояний электронов в модели свободных электронов.

20. Распределение Ферми. Энергия Ферми. Связь плотности электронов с плотностью состояний на уровне Ферми. Связь энергии Ферми с плотностью электронов. Волновой вектор на поверхности Ферми. Скорость и температура Ферми.

21. Электронная теплоемкость в металлах. Константа Зоммерфельда.

22. Экранирование зарядов электронами в металлах и полупроводниках. Переход Мотта.

23. Учет периодичности кристаллической решетки для электронов проводимости. Теорема Блоха.