


Федеральное государственное учреждение
«Федеральный научно-исследовательский центр
«Кристаллография и фотоника»
Российской академии наук»
(ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН)

Принято на Ученом совете ИК РАН

Протокол № 2 от 24.05.2022



О.А. Алексеева
мая _____ 2022 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих на обучение по
программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в
аспирантуре**

1.3. Физические науки

Научная специальность: 1.3.20. Кристаллография, физика кристаллов

Форма обучения:

Очная

Срок обучения: 4 года

Москва

2022

I. Общие положения

Настоящая программа вступительного испытания предназначена для поступающих в аспирантуру Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук» (ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН) и содержит требования к вступительному испытанию по научной специальности 1.3.20. Кристаллография, физика кристаллов. Программа разработана на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и программам магистратуры.

II. Содержание вступительного испытания

1. Предмет и метод кристаллографии и её место среди других наук.
2. Геометрическая кристаллография.
3. Элементы огранения кристалла и зависимость между ними. Закон постоянства углов. Гониометрия кристаллов. Кристаллографические проекции.
4. Точечная симметрия кристаллов, операции и элементы симметрии. 32 класса симметрии и их вывод.
5. Установка кристаллов и кристаллографическая система координат. Закон целых чисел. Закон поясов. Зависимость между индексами граней и ребрами.
6. Формы роста кристаллов. Реальные и идеальные формы. Обзор простых форм по 32 классам. Комбинация простых форм.
7. Решетчатое строение кристаллов в свете атомно-молекулярного строения вещества. Рентгенографические и другие доказательства существования кристаллической решетки.
8. Пространственные группы симметрии. Трансляционная симметрия. Элементы симметрии с трансляционной компонентой. Решетка Браве. Сингония и системы. Теория Федорова-Шенфлиса. Понятие о выводе 230 пространственных групп. Интернациональное обозначение.
9. Понятие об антисимметрии и цветной симметрии.
10. Методы определения атомной структуры кристаллов. Дифракция коротких волн в кристаллах. Формула Вульфа-Брегга. Уравнение Лауэ. Рентгеновский метод и его возможности

определения элементарной ячейки.

Понятие об обратной решетке.

Понятие об электронографическом, нейтронографическом и недифракционных ЯМР, ЭПР и других методах исследования структуры.

11. Основы кристаллохимии.

Исходные представления кристаллохимии.

Межатомные расстояния, координационное число, понятие о радиусах.

Взаимодействие атомов, основные типы химической связи. Плотнейшие упаковки.

Полиморфизм и фазовые переходы

12. Металлические кристаллы, природа и энергия связи, сплавы, твердые растворы.

Понятие о магнитной структуре.

Ионные кристаллы, ионные радиусы, изоморфизм, устойчивость структур и энергия решетки.

Ковалентные кристаллы, природа ковалентной связи.

Органические кристаллы, природа Ван-дер-Ваальсовой связи, понятие о водородной связи.

Жидкие кристаллы.

13. Основы термодинамики. Энергия решетки. Свободная энергия.

Термодинамические потенциалы.

Представление о термодинамике фазовых переходов.

14. Основы зонной теории кристаллов.

Изоляторы, полупроводники и проводники.

Энергетические зоны кристалла, симметрия зон Бриллюэна и связь с симметрией кристалла.

Поверхность Ферми.

15. Тепловые колебания решетки.

Фононный спектр.

Теплоемкость. Теплопроводность кристаллов.

16. Точечные дефекты решетки. Вакансии. Межузельные атомы. Примесные атомы. Упорядочение.

17. Дислокации. Основные виды дислокаций.

Контур и вектор Бюргерса. Методы наблюдения дислокаций.

18. Блочное строение кристаллов.

Двойники. Классификация и основные типы, элементы двойникования, двойники в кварце.

19. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах.
Формула Клаузиуса-Клайперона.
Понятие о пересыщении и переохлаждении.
Равновесие в двухфазных системах. Диаграммы состояния.

20. Равновесная форма кристалла, правило Вульфа.
Энергия присоединения частиц. Ступени роста.

21. Рост кристаллов. Образование зародышей.
Источники ступеней и их движение. Эпитаксиальный рост.
Спиральный рост.
Секториальное и зонарное строение кристаллов. Захват примесей.

22. Облик реальных кристаллических индивидуумов.
Анизотропия скорости роста. Вацинали.
Нитевидные кристаллы.
Скелетные и дендритные формы, двойники и двумерники, сферолиты.

23. Классификация и обзор методов выращивания кристаллов.
Виды кристаллизации из растворов. Кристаллизация из растворов в расплаве. Кристаллизация из растворов, методы Бриджмена-Стокбаргера, Чохральского- Киропулоса, Вернейля. Зонная плавка.
Гидротермальный метод.
Кристаллизация при сверхвысоких давлениях.
Кристаллизация из газовой фазы, химический метод получения монокристаллических пленок.

24. Макроскопические свойства кристаллов как анизотропной непрерывной среды.
Скаляры, векторы, тензоры.
Преобразование осей координат, компонентов векторов и тензоров.
Характеристические поверхности тензоров, главные оси, приведение к главным осям.

25. Предельные группы симметрии.
Симметрия кристалла и симметрия его физических свойств.
Принцип Неймана.
Принцип Кюри и его применение.

26. Механические свойства идеальной решетки.
Представление о теории Борна. Упругие деформации и напряжения.
Тепловое расширение.
Обобщенный закон Гука и упругие постоянные кристаллы.

27. Теоретическая и реальная прочность решетки на разрыв и сдвиги, роль несовершенств.
Пластическая деформация.

Трансляционное скольжение и элементы скольжения, полосы скольжения. Кривые деформации монокристаллов, предел упругости, предел текучести, упрочнение, ползучесть, сбросы, роль дислокаций.

28. Диэлектрики, полупроводники и проводники.

Поляризация диэлектриков, тензор диэлектрической проницаемости.

Электронная и ионная поляризация. Линейные и нелинейные диэлектрики.

Пироэлектрический эффект в линейных диэлектриках.

Электрокалорический эффект. Электреты.

29. Пьезоэлектрический эффект в кристаллах и его тензорное описание.

Понятие об электрострикции.

30 Сегнетоэлектрики. Сегнетоэлектрические фазовые переходы.

Доменная структура сегнетоэлектрических фазовых переходов.

Доменная структура сегнетоэлектриков.

Диэлектрический гистерезис и переориентация доменов.

31. Магнитные свойства кристаллов.

Диамагнитные кристаллы, тензор магнитной восприимчивости.

Ферромагнетизм, антиферромагнит, понятие об обменной энергии.

Магнитная структура кристалла.

Доменная структура, процессы намагничивания и перемагничивания.

32. Плоская волна в анизотропной среде.

Двойное лучепреломление, эллипсоид Френеля, нормали и лучи в кристаллах. Поляризация света.

Оптические свойства кристаллов различных сингоний. Оптические поверхности. Дисперсия света в кристаллах.

Интерференция в параллельных и сходящихся лучах. Коническая рефракция. Отражение света от кристаллических пластин.

33. Понятие об электрооптическом эффекте.

34. Вращение плоскости поляризации света.

Распространение света в оптически активных средах. Оптическая активность в кристаллах разных сингоний.

35. Поглощение света в кристаллах. Собственное поглощение, поглощение на примесях и дефектах. Люминесценция кристаллов.

Понятие о кристаллических квантовых усилителях и генераторах света.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курс минералогии : учебное пособие / А. Г. Бетехтин. М. : КДУ, 2007. —721 с. ISBN 5_98227_
2. Кристаллография и кристаллохимия: учебник / Ю. К. Егоров-Тисменко; под ред. а к а д е м и к а В. С. Урусова. — М.: КДУ, 2005. — 592 с : ил. I S B N 5-98227-095-4
3. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела. Москва, Мир Т. 1(2) . 1979, 399С (422 С)
4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. Москва. Мир, 1986, 787 С.
5. Займан Ф. Принципы теории твердого тела, Москва, Мир, 1984, 477 С.
6. Современная кристаллография . В 4-х томах. Под Ред. Б.К. Вайнштейна, Изд-во Наука, Москва, 1979.
7. М.П. Шаскольская . Кристаллография, Учебник для ВУЗов, Изд-во «Высшая школа», 1976 г.