

**Программа
итогового экзамена по дисциплине «Физические свойства материалов»**

Темы 1 блока вопросов:

1. Классификация физических эффектов в кристаллах. Пространственные группы симметрии кристаллов и свойства операций симметрии. Текстуры. Тензорное представление физических свойств. Тензорные преобразования. Расчет плотности простейших минералов с учетом их структурных особенностей. Определение коэффициента плотной упаковки для кристаллических решеток примитивной кубической, ОЦК, ГЦК и ГПУ. Нахождение матричного представления операций симметрии. Вычисление направляющих косинусов для операций поворота [1,2,4, 8-10]
2. Механические свойства материалов. Трехмерные упругие и пластические деформации. Модули упругости, изгиб, кручение, сдвиг. Ползучесть. Сжимаемость. Диаграммы одноосного растяжения металлов. Диаграммы деформации бетонов, керамик, пластмасс. Механические показатели наноструктурированных материалов. Определение твердости. Сверхтвердые материалы [1-5,12]
3. Тепловые свойства материалов. Расчет термического расширения и теплопроводности. Тепловые свойства материалов. Фононы. Модели теплоемкости Дюлонга-Пти и Джоуля-Коппа, Эйнштейна, Дебая. Теплопроводность. Закон Видемана-Франца [1-5, 10]
4. Электрические свойства материалов. Электропроводность кристаллов. Эффект Холла. Эффект Риги-Ледюка. Термоэлектрические явления Зеебека, Томсона и Пельтье в анизотропных материалах. Определение величины и направления вектора плотности тока в анизотропном кристалле [1-5,7]
5. Электрические свойства материалов. Диэлектрики. Тензор диэлектрической проницаемости. Поляризация. Пирозлектрический и электрокалорический эффекты. Явления в сегнетоэлектрической фазе материалов. Определение электрических характеристик материалов с использованием их тензоров поляризуемости [1-5,11]

Темы 2 блока вопросов:

1. Электрические свойства материалов. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффекты и их связь с кристаллографической структурой материалов. Пьезорезистивный эффект в полупроводниковых кристаллах. Определение величины пьезоэлектрической поляризации [1-5, 14]
2. Оптические свойства материалов. Оптическая индикатриса показателя преломления кристаллов. Одноосные и двухосные кристаллы. Связь дисперсионных зависимостей с кристаллографической структурой. Двулучепреломление. Дихроизм. Поверхности поглощения [1-5, 8]
3. Электрооптические свойства и их связь с кристаллической структурой материалов. Линейный эффект Поккельса и квадратичный эффект Керра. Вращение плоскости поляризации света оптически активным кристаллом. Гирация [1-5, 10,11]
4. Эффект фотоупругости. Фоторефрактивный эффект в кристаллах и его применение. Определение механических напряжений в пьезооптических кристаллах [1-6,8]
5. Магнитные свойства материалов. Намагниченность. Магнитная восприимчивость. Ферроактивные фазовые превращения. Обменное взаимодействие. Закон намагничивания Рэлея. Магнитный гистерезис. Пара- и диамагнетики. Пиромангнитный и магнитокалорический эффекты. Магнитоэлектрический эффект. Пьезомагнитный эффект.

Магнитооптические эффекты Фарадея и Фойгта. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы [1-5, 15]

Тематика экзаменационных задач к 3-му блоку [1,10,16,17]:

1. Тензорные преобразования. Расчет плотности простейших минералов с учетом их структурных особенностей. Определение коэффициента плотной упаковки для кристаллических решеток примитивной кубической, ОЦК, ГЦК и ГПУ. Нахождение матричного представления операций симметрии. Вычисление направляющих косинусов для операций поворота
2. Нахождение механических характеристик материалов по диаграммам деформации. Расчет тензора напряжений и тензора деформаций
3. Расчет твердости сплавов и микротвердости материалов по Виккерсу и Бринеллю
4. Расчет термического расширения и теплопроводности на примере гипса, кварца, кальцита, хлористого натрия. Построение тензора коэффициентов теплового расширения моноклинного кристалла по значениям измерений, выполненных вдоль известных кристаллографических направлений
5. Расчет энтальпии, средней теплоемкости, температуры Дебая материалов
6. Определение величины и направления вектора плотности тока в анизотропном кристалле
7. Определение электрических характеристик материалов с использованием их тензоров поляризуемости
8. Расчет холловских характеристик образцов GaAs, Si, CdTe, Cu_2O , CuO, ZnO.
9. Определение величины пьезоэлектрической поляризации. Расчет деформации образца в обратном пьезоэлектрическом эффекте. Расчет пьезоэлектрического эффекта в кристаллах BaTiO_3 , $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, ТГС, кварца
10. Расчет максимального двулучепреломления с использованием упругооптических постоянных, угла преломления необыкновенной волны, максимального угла между обыкновенным и необыкновенным лучами в зависимости от структурных особенностей кристаллов
11. Расчет условий волнового синхронизма в кристаллах прустита, KDP, кварца и др.
12. Расчет максимального угла между обыкновенным и необыкновенным лучами в зависимости от структурных особенностей кристаллов
13. Определение механических напряжений в пьезооптических кристаллах. Расчет дефлекторов, показателей преломления напряженных кристаллов ADP, RDP, Ge, CaF_2 , LiNbO_3 , NaCl, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, Al_2O_3 , $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$
14. Расчет намагниченности парамагнетиков берилла и рутила. Расчет пьезомагнитного эффекта в антиферромагнитном фториде кобальта. Расчет магнитоэлектрического эффекта в антиферромагнетике Cr_2O_3
15. Вычисление изменения намагниченности пьезомагнитного образца. Расчет оптических индикатрис по коэффициентам Поггеля для кристаллов ДФК и ДФА

Компетенции: в результате сдачи экзамена по дисциплине «Электричество и магнетизм» студент будет способен:

1. Прогнозировать изменения в состоянии и поведении материалов при различных внешних воздействиях
2. Анализировать процессы в материале по графическим зависимостям (фазовым и энергетическим диаграммам, диаграммам деформаций и др.)
3. Использовать базовые теоретические знания при самостоятельной постановке задач
4. Применять современные физические модели для обоснования собственных результатов вычисления и моделирования

5. Владеть методом сравнительной оценки характеристик материалов из теоретических расчетов, из эксперимента, справочных данных
6. Выделять тенденции развития материаловедческих наук
7. Определять степень выраженности физического свойства материала вдоль каждого кристаллографического направления в образцах
8. Владеть тензорным анализом

Политика оценивания, критерии оценки

Оценка	Максимальная оценка за вопрос	1-блок	2-блок	3-блок
Отлично (90-100%)	1. Даны правильные и полные ответы на все теоретические вопросы 2. Полностью выполнено практическое задание (задача, ответ представлен в правильной размерности)	30-33	30-33	30-34
Хорошо (75-89%)	1. Даны правильные, но неполные ответы на все теоретические вопросы 2. Практическое задание выполнено, но допущены незначительные ошибки (нет единиц измерения, нет сопроводительного рисунка или он неточный)	25-30	25-30	25-29
Удовлетворительно (50-74%)	1. Ответы на теоретические вопросы в принципе правильные, но описаны словами, отсутствуют формулы, поясняющие рисунки 2. Практическое задание выполнено не полностью, либо формулы ошибочны, численный расчет имеет неверную величину и/или единицы измерения (если имеются)	17-25	17-25	16-24
Неудовлетворительно с возможностью пересдачи экзамена (оценка FX: 25-49%)	1. Ответы на теоретические вопросы даны примитивным языком, не отражающим уровень университетского образования 2. Практическое задание содержит условие и начало решения, формулы ошибочны, много зачеркиваний и исправлений	8-17	8-17	9-15

Неудовлетворительно (0-24%)	1. Ответы на теоретические вопросы содержат грубые ошибки, либо ответ не на поставленный вопрос 2. Практическое задание не выполнено, записаны входные данные	≤ 8	≤ 8	≤ 8
--------------------------------	--	----------	----------	----------

Рекомендуемая литература:

- 1 Ньютон Р. Э. Свойства материалов. Анизотропия, симметрия, структура. – 2007. – 656 с.
- 2 Мигунова А. А. Физика конденсированного состояния. Учебно-методическое пособие. – Алматы: "Қазақ университеті", - 2018. – 287 с.
- 3 Сонин А. Курс макроскопической кристаллофизики. – М.: Физматлит. – 2006. – 256 с.
- 4 Сиротин Ю. И., Шаскольская М. П. Основы кристаллофизики. – М.: Наука. – 1975. – 179 с.
- 5 Дикарева Р. П. Кристаллофизика. – Новосибирск.: НГТУ. – 2000. – 140 с.
- 6 Сорокин Б. П. Физические свойства кристаллов. Кристаллофизика анизотропных диэлектриков. – Красноярск. – 1990. – 108 с.
- 7 Розин К. М., Петраков В. С. Кристаллофизика. – М.: МИСИС. - 2006 – 249 с.
- 8 Желудев И. С. Электрические кристаллы. – М.: Наука. – 1979. – 200с.
- 9 Франк-Каменецкая О. В. Кристаллофизика. – С.-П.: СПбГУ. – 2016. – 84 с.
- 10 Названов В.Ф. Введение в кристаллофизику. Изд. Саратов, ун-та, 1993. 91с.
- 11 Най Дж.. Физические свойства кристаллов – М. – 1960. – 385 с.
- 12 Сергеев Н. А., Рябушкин Д. С. Кристаллофизика. – 2016. - 160 с.
- 13 Вустер У. Применение тензоров и теории групп для описания физических свойств кристаллов. – М.: Мир. – 1977. – 383 с.
- 14 Келли А., Гровс Г. Кристаллография и дефекты в кристаллах. – М.: Мир. – 1974. – 504 с.
- 15 Свирская С. Н. Пьезокерамическое материаловедение. – Ростов-на –дону. – 2009. – 82 с.
- 16 Макоед И. И. Получение и физические свойства мультиферроиков. – Брест БрГУ. – 2009. – 181 с.

Решение задач

- 17 Переломова Н.В., Тагиева М.М. Задачник по кристаллофизике / Под ред. М.П. Шаскольской. - М.: Наука. - 1982. - 288 с.
- 18 Зоркий П.М. Задачник по кристаллохимии и кристаллографии. -М.: Изд-во МГУ.- 1981.- 40 с.