

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 12.07.2024 11:20:03
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:



Руководитель ООП

Б.Б.Педько

«21» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Физическая кристаллография

Закреплена за кафедрой: **Прикладной физики**

Направление подготовки: **03.03.03 Радиофизика**

Направленность (профиль): **Материалы и устройства радиоэлектроники (беспилотные системы, программно-аппаратные)**

Квалификация: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Семестр: **4**

Программу составил(и):
ассистент Мариничева К. А.; канд. физ.-мат. наук, доц., Иванова А.И.

Тверь, 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

Целью изучения дисциплины является получение знаний и компетенций в области теории строения кристаллических материалов, способов описания и исследования характеристик кристаллов, умение правильно определить классы симметрии кристаллов и их структуры.

Задачи:

– изучение симметрии внешней формы кристалла, симметрии кристаллической решетки, символики обозначения кристаллографических узлов, направлений, плоскостей, изучение взаимодействия элементов симметрии, формирование навыков анализа кристаллов разных сингоний, изучение основ кристаллохимии

- формирование умений и навыков определения класса симметрии, сингонии и категории кристаллов, определения простой формы и стереографической проекции

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Математический анализ

Оптика

Молекулярная физика

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Физика кристаллов

Физика и технологии функциональных материалов

Материаловедение электронной техники

Физика nano- и гетероструктур

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
аудиторные занятия	64
самостоятельная работа	17
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-4.1: Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований

ПК-4.2: Применяет методы анализа научно-технической информации

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	4

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. 1. Основные понятия о кристаллах. Кристаллы в науке и технике. Определение кристаллов. Предмет кристаллографии. Природные и технические кристаллы. Важнейшие свойства кристаллов. Применение кристаллов. Инфракрасная оптика. Акустооптика. Пьезотехника. Фотоэлектроника. Микроэлектроника. Кристаллооптика. Лазерная техника. Ювелирная техника. Фотопреобразователи.					
1.1	Основные понятия о кристаллах. Кристаллы в науке и технике.	Лек	4	2	Л1.4 Л1.10 Э1 Э2	
	Раздел 2. 2.Элементы симметрии кристаллов Понятие о симметрии. Конечные и бесконечные элементы симметрии. Формулы симметрии кристаллов по Герману-Могену, Флинту, Шенфлису.					
2.1	Элементы симметрии кристаллов	Лек	4	2	Л1.1 Л1.5 Л1.7 Л1.9 Э1 Э4	
2.2	Элементы симметрии кристаллов	Ср	4	2	Л1.5 Л1.7 Л1.9 Л1.10 Э2 Э4	
	Раздел 3. 3. Виды симметрии. Сингонии. Категории Сингонии, категории, виды - определения. Единичные направления. Низшая категория. Средняя категория. Высшая категория. Симметрия идеальных и реальных кристаллов.					

3.1	Виды симметрии. Сингонии. Категории	Лек	4	2	Л1.4 Л1.5 Л1.7 Л1.9 Э4	
3.2	Виды симметрии. Сингонии. Категории	Лаб	4	4	Л1.5 Л1.7 Л1.9 Э4	
	Раздел 4. 4. Гониометрия кристаллов. Закон постоянства углов. Гониометрия. Стереографические проекции. Гномостереографическая и гномоническая проекции. Построение проекций. Кристаллографические символы. Определение символов узлов, направлений и граней кристаллов. Индексы Миллера.					
4.1	Гониометрия кристаллов.	Лек	4	2	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Э4	
4.2	Гониометрия кристаллов.	Лаб	4	4	Л1.6 Л1.7 Л1.9 Э4	
4.3	Гониометрия кристаллов.	Ср	4	1	Л1.5 Л1.7 Л1.9 Э4	
	Раздел 5. 5. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. 14 типов решеток Браве. Симметрия кристаллических структур					
5.1	Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. 14 типов решеток Браве. Симметрия кристаллических структур	Лек	4	2	Л1.5 Л1.7 Л1.9 Э4	
5.2	Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. 14 типов решеток Браве. Симметрия кристаллических структур	Лаб	4	3	Л1.5 Л1.9 Э4	
5.3	Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. 14 типов решеток Браве. Симметрия кристаллических структур	Ср	4	1	Л1.5 Л1.9 Э4	

	<p>Раздел 6. 6. Установка кристаллов.</p> <p>Кристаллографические символы. Определение символов узлов, направлений и граней кристаллов. Индексы Миллера</p> <p>Закон Вейса. Закон целых чисел.</p> <p>Индексы граней для кристаллов тригональной и гексагональной сингоний.</p>					
6.1	<p>Установка кристаллов.</p> <p>Кристаллографические символы. Определение символов узлов, направлений и граней кристаллов. Индексы Миллера</p> <p>Закон Вейса. Закон целых чисел.</p> <p>Индексы граней для кристаллов тригональной и гексагональной сингоний.</p>	Лек	4	2	Л1.1 Л1.5 Л1.9 Э4	
6.2	<p>Установка кристаллов.</p> <p>Кристаллографические символы. Определение символов узлов, направлений и граней кристаллов. Индексы Миллера</p> <p>Закон Вейса. Закон целых чисел.</p> <p>Индексы граней для кристаллов тригональной и гексагональной сингоний.</p>	Лаб	4	4	Л1.1 Л1.5 Л1.9 Э4	
6.3	<p>Установка кристаллов.</p> <p>Кристаллографические символы. Определение символов узлов, направлений и граней кристаллов. Индексы Миллера</p> <p>Закон Вейса. Закон целых чисел.</p> <p>Индексы граней для кристаллов тригональной и гексагональной сингоний.</p>	Ср	4	1	Л1.1 Л1.5 Л1.9 Э4	
	<p>Раздел 7. 7. Формы кристаллов</p> <p>Простые формы низшей, средней и высшей категорий. Открытые и замкнутые простые формы. Комбинации простых форм.</p>					

7.1	Простые формы низшей, средней и высшей категорий. Открытые и замкнутые простые формы. Комбинации простых форм.	Лек	4	2	Л1.4 Л1.5 Л1.7 Л1.9 Э4	
7.2	Простые формы низшей, средней и высшей категорий. Открытые и замкнутые простые формы. Комбинации простых форм.	Лаб	4	4	Л1.4 Л1.5 Л1.9 Э4	
7.3	Простые формы низшей, средней и высшей категорий. Открытые и замкнутые простые формы. Комбинации простых форм.	Ср	4	1	Л1.5 Л1.7 Л1.9 Э4	
	Раздел 8. 8. Сложные формы кристаллов. Габитус. Облик. Закономерные и не закономерные сростки. Скелеты и антискелеты, дендриты.					
8.1	Сложные формы кристаллов. Габитус. Облик. Закономерные и не закономерные сростки. Скелеты и антискелеты, дендриты.	Лек	4	2	Л1.5 Л1.6 Л1.9 Э4	
8.2	Сложные формы кристаллов. Габитус. Облик. Закономерные и не закономерные сростки. Скелеты и антискелеты, дендриты.	Лаб	4	4	Л1.4 Л1.5 Л1.9 Э4	
8.3	Сложные формы кристаллов. Габитус. Облик. Закономерные и не закономерные сростки. Скелеты и антискелеты, дендриты.	Ср	4	1	Л1.4 Л1.5 Л1.9 Э4	
	Раздел 9. 9. Способы выращивания и исследования кристаллов. Методы выращивания кристаллов. Выращивание кристаллов из гелей. Выращивание кристаллов из растворов. Выращивание кристаллов из расплава. Оборудование для роста кристаллов.					

9.1	Способы выращивания и исследования кристаллов. Методы выращивания кристаллов. Выращивание кристаллов из гелей. Выращивание кристаллов из растворов. Выращивание кристаллов из расплава. Оборудование для роста кристаллов.	Лек	4	2	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Э4	
9.2	Способы выращивания и исследования кристаллов. Методы выращивания кристаллов. Выращивание кристаллов из гелей. Выращивание кристаллов из растворов. Выращивание кристаллов из расплава. Оборудование для роста кристаллов.	Ср	4	1	Л1.1 Л1.5 Л1.9 Э4	
	Раздел 10. Дефекты в кристаллах Классификация дефектов. Виды дислокаций. Контур и вектор Бюргерса. Движение и взаимодействие дефектов					
10.1	Дефекты в кристаллах Классификация дефектов. Виды дислокаций. Контур и вектор Бюргерса. Движение и взаимодействие дефектов	Лек	4	2	Л1.5 Л1.7 Л1.9 Э4	
10.2	Дефекты в кристаллах Классификация дефектов. Виды дислокаций. Контур и вектор Бюргерса. Движение и взаимодействие дефектов	Ср	4	2	Л1.5 Л1.9 Э4	
	Раздел 11. Основы методов исследования свойств кристаллов. Оптические исследования. Рентгеноструктурные исследования. ИК спектроскопия. Электронная микроскопия					
11.1	Основы методов исследования свойств кристаллов. Оптические исследования. Рентгеноструктурные исследования. ИК спектроскопия. Электронная микроскопия	Лек	4	2	Л1.6 Э1	

11.2	Основы методов исследования свойств кристаллов. Оптические исследования. Рентгеноструктурные исследования. ИК спектроскопия. Электронная микроскопия	Лаб	4	3	Л1.1 Л1.6 Э1 Э2	
11.3	Основы методов исследования свойств кристаллов. Оптические исследования. Рентгеноструктурные исследования. ИК спектроскопия. Электронная микроскопия	Ср	4	1	Л1.6 Э2	
	Раздел 12. 12. Основы кристаллохимии. Координационное число. Координационный многогранник. Плотнейшие упаковки частиц структуры. Пределы устойчивости структур. Классификация кристаллических структур. по координационному типу.					
12.1	Основы кристаллохимии. Координационное число. Координационный многогранник. Плотнейшие упаковки частиц структуры. Пределы устойчивости структур. Классификация кристаллических структур. по координационному типу.	Лек	4	2	Л1.7 Л1.8 Л1.9	
12.2	Основы кристаллохимии. Координационное число. Координационный многогранник. Плотнейшие упаковки частиц структуры. Пределы устойчивости структур. Классификация кристаллических структур. по координационному типу.	Ср	4	2	Л1.7 Л1.8 Л1.9	
	Раздел 13. 13. Типы связи в структурах. Металлическая связь. Ионная связь. Ковалентная связь. Остаточная связь Ван-дер-Ваальсова связь. Водородная связь. Общая природа химической связи					

13.1	Типы связи в структурах. Металлическая связь. Ионная связь. Ковалентная связь. Остаточная связь Ван-дер-Ваальсова связь. Водородная связь. Общая природа химической связи	Лек	4	2	Л1.3 Л1.4 Э2 Э3	
13.2	Типы связи в структурах. Металлическая связь. Ионная связь. Ковалентная связь. Остаточная связь Ван-дер-Ваальсова связь. Водородная связь. Общая природа химической связи	Ср	4	1	Л1.3 Л1.4 Э1 Э3	
	Раздел 14. 14. Кристаллохимические радиусы. Межатомные расстояния. Атомные и ионные радиусы. Закономерности ионных радиусов. Правила Фаянса					
14.1	Кристаллохимические радиусы. Межатомные расстояния. Атомные и ионные радиусы. Закономерности ионных радиусов. Правила Фаянса	Лек	4	2	Л1.3	
14.2	Кристаллохимические радиусы. Межатомные расстояния. Атомные и ионные радиусы. Закономерности ионных радиусов. Правила Фаянса	Лаб	4	3	Л1.3	
14.3	Кристаллохимические радиусы. Межатомные расстояния. Атомные и ионные радиусы. Закономерности ионных радиусов. Правила Фаянса	Ср	4	2	Л1.3	
	Раздел 15. 15. Фазовые переходы Полиморфизм. Виды полиморфизма. Аллотропия. Фазовые переходы первого и второго рода. Правило Оствальда					
15.1	Фазовые переходы Полиморфизм. Виды полиморфизма. Аллотропия. Фазовые переходы первого и второго рода. Правило Оствальда	Лек	4	2	Л1.2 Э2 Э3	

15.2	Фазовые переходы Полиморфизм. Виды полиморфизма. Аллотропия. Фазовые переходы первого и второго рода. Правило Оствальда	Ср	4	1	Л1.2 Э1	
	Раздел 16. 16. Изоморфизм. Изоструктурность. Изоморфизм. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Диагональные ряды изоморфизма. Политипия.					
16.1	Изоморфизм. Изоструктурность. Изоморфизм. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Диагональные ряды изоморфизма. Политипия.	Лек	4	2	Л1.1 Л1.4 Л1.10 Э1	
16.2	Изоморфизм. Изоструктурность. Изоморфизм. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Диагональные ряды изоморфизма. Политипия.	Лаб	4	3	Л1.1 Л1.10 Э3	
	Раздел 17. Экзамен					
17.1	Экзамен	Экзамен	4	27		

Список образовательных технологий

1	Проектная технология
2	Информационные (цифровые) технологии
3	Активное слушание
4	Методы группового решения творческих задач (метод Дельфи, метод б–б, метод развивающей кооперации, мозговой штурм (метод генерации идей), нетворкинг и т.д.)

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Форма проведения зачета: студенты, освоившие программу курса «Физическая кристаллография» могут получить зачет по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

см. Приложение 1

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений:

УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между

ними.

Задание: Подготовка доклада-презентации "Методы выращивания кристаллов из расплава"

Способ аттестации: промежуточная аттестация (проект)

Критерии оценки: тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла;

использованы публикации последних лет – 1 балл; определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;

ПК-4. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы:

ПК-4.1. Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований.

ПК-4.2. Применяет методы анализа научно-технической информации.

Задание: Проанализировать формулы симметрии классов кристаллов кубической сингонии

Способ аттестации: текущая аттестация

8.3. Требования к рейтинг-контролю

Оценка знаний студентов осуществляется по результатам успеваемости и оценивается по 100 – бальной системе. Семестр делится на два модуля.

Итоговый контроль проводится в форме зачета, который включает письменные или устные ответы на теоретические вопросы.

Контрольные вопросы

1. Кристалл. Свойства кристалла (однородность, анизотропия, симметрия, способность самоограничаться)

2. Монокристалл, поликристалл

3. Кристаллическая структура

4. Кристаллическая решетка

5. Элементы симметрии (определение)

6. Симметричная фигура

7. Элементы конечной симметрии (центр симметрии, поворотная ось симметрии, плоскость симметрии)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Каплунов, Иванова П. М., Третьяков В. В., Пахомов, Голубев, Физические основы роста кристаллов, Тверь: Тверской государственный университет, 2023, ISBN: , URL: http://megapro.tversu.ru/megaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=5468885
Л1.10	Шаскольская М. П., Эльцин И. А., Хайкин С. Э., Избранные задачи по физике, Москва, Ленинград: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949, ISBN: 978-5-4475-7490-1, URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436565
Л1.2	Беленкова, Чернов, Электронная структура слоевых соединений из двух- и трехкоординированных атомов углерода, Тверь: Тверской государственный университет, , ISBN: 978-5-7609-0971-8, URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts/11637t.pdf
Л1.3	Сидоров, Теплякова, Палатников, Водородные связи в кристаллах ниобата лития разного состава, Тверь, , ISBN: , URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts/151411t.pdf

Л1.4	Смирнов, Актуальные проблемы кристаллофизики, Тверь: Тверской государственный университет, 1998, ISBN: , URL: http://texts.lib.tversu.ru/texts2/00040ucheb.pdf
Л1.5	Франк-Каменецкая, Кристаллофизика, Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2016, ISBN: 978-5-288-05673-4, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=302267
Л1.6	Сахаров Н. В., Фаддеев М. А., Чувильдеева В. Н., Растровая электронная микроскопия, Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020, ISBN: , URL: https://e.lanbook.com/book/191820
Л1.7	Басалаев Ю. М., Кристаллофизика и кристаллохимия, Кемерово: КемГУ, 2020, ISBN: 978-5-8353-2721-8, URL: https://e.lanbook.com/book/162600
Л1.8	Басалаев Ю. М., Методы исследования динамики решётки, Кемерово: КемГУ, 2019, ISBN: 978-5-8353-2586-3, URL: https://e.lanbook.com/book/141568
Л1.9	Басалаев Ю. М., Кристаллофизика и кристаллохимия, Кемерово: КемГУ, 2014, ISBN: 978-5-8353-1712-7, URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61407

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Государственный технологический университет "Московский институт стали и сплавов": www.crystallography.ru
Э2	Институт кристаллографии им. А. В. Шубникова (ИК РАН): www.crys.ras.ru
Э3	Программное обеспечение Shape: http://www.shapesoftware.com/
Э4	Университетская библиотека онлайн: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278304

9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Adobe Acrobat Reader
2	Google Chrome
3	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
4	WinDjView
5	OpenOffice

9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
2	ЭБС «Лань»
3	ЭБС «ZNANIUM.COM»

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-28	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран настенный

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Предметом оценки является подготовка студентов к занятиям, работа студентов на практических и лабораторных занятиях, выполнение ими тестовых заданий.

Оценки успеваемости студентов проходит в модульную неделю в соответствии с графиков учебного процесса.

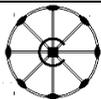
Практические задания по демонстрации компетенций заключаются в устных или письменных ответах на поставленные преподавателем или составленным самими студентами вопросы (традиционные или в форме тестов). При этом оценивается обоснованность ответа, ясность и последовательность изложения мысли. Такая демонстрация компетенций проверяет уровень владения теоретическим и практическим материалом.

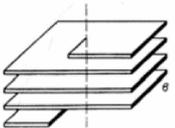
Физическая кристаллография

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	<p>Правильный ответ (ключ)</p> <p>г) в кристаллах одного вещества углы между соответственными гранями и ребрами всегда одинаковы</p>	<p><i>З-н постоянства углов:</i></p> <p>а) в кристаллах одного вещества углы между соответственными гранями и ребрами всегда прямые</p> <p>б) в кристаллах одного вещества углы между соответственными гранями могут быть различны</p> <p>в) в кристаллах разных веществ углы между соответственными гранями и ребрами одинаковы</p> <p>г) в кристаллах одного вещества углы между соответственными гранями и ребрами всегда одинаковы</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл</p>
	<p>Правильный ответ (ключ)</p> <p><i>а) все грани кристалла отсекают на кристаллографических осях отрезки, длины которых либо бесконечны, либо относятся к длинам единичных отрезков как небольшие целые числа</i></p>	<p><i>З-н рациональности отношений параметров:</i></p> <p>а) все грани кристалла отсекают на кристаллографических осях отрезки, длины которых либо бесконечны, либо относятся к длинам единичных отрезков как небольшие целые числа</p> <p>б) все грани кристалла отсекают на кристаллографических осях отрезки, длины которых либо бесконечны, либо относятся к длинам единичных отрезков как большие нецелые числа</p> <p>в) все грани кристалла отсекают на кристаллографических осях отрезки, длины которых либо бесконечны, либо относятся к длинам единичных отрезков как рациональные числа</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл</p>
3	<p>Правильный ответ (ключ)</p> <p>шесть параметров – три ребра элементарной ячейки, три угла между ними</p>	<p><i>Кристаллическую решетку определяют</i></p> <p>а) шесть параметров – три ребра элементарной ячейки, три угла между ними.</p> <p>б) три базисных вектора</p> <p>с) три вектора элементарных трансляций</p> <p>д) три угла между базисными векторами</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл</p>
4	<p>Правильный ответ (ключ)</p> <p>а) непараллельные плоскости, имеющие одинаковое</p>	<p><i>Кристаллографически эквивалентными плоскостями называются</i></p> <p>б) параллельные плоскости, имеющие разное атомное строение (равная плотность узлов на единицу площади)</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл</p>

	атомное строение (равная плотность узлов на единицу площади)	<p>с) непараллельные плоскости, имеющие одинаковое атомное строение (равная плотность узлов на единицу площади)</p> <p>d) параллельные плоскости, имеющие одинаковое атомное строение (равная плотность узлов на единицу площади)</p>	
5	<p>Правильный ответ (ключ)</p> <p>пара вакансий разных знаков в кристаллической решётке</p>	<p><i>Дефект по Шоттки</i></p> <p>пара дислокаций разных знаков в кристаллической решётке</p> <p>пара вакансий разных знаков в кристаллической решётке</p> <p>пара вакансии и дислокация</p>	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
6	<p>Правильный ответ (ключ)</p> <p>1. Однородность</p> <p>2. Анизотропия</p> <p>4. Способность к огранению</p> <p>6. <i>Симметрия</i></p>	<p><i>Свойства кристалла</i></p> <p>1.Однородность</p> <p>2. Анизотропия</p> <p>3.Твердость</p> <p>4.Способность к огранению</p> <p>5.Способность к плавлению</p> <p>6.<i>Симметрия</i></p>	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
7	<p>Правильный ответ (ключ)</p> <p>1.<i>Вакансии</i></p> <p>2. <i>Междоузельные атомы</i></p>	<p><i>Какие дефекты структуры относятся к нульмерным</i></p> <p>1.Вакансии</p> <p>2.Междоузельные атомы</p> <p>3.Дислокации</p> <p>4.Поры</p> <p>5. Двойники</p>	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
8	<p>Правильный ответ (ключ)</p> <p>3. Поры</p> <p>4. Трещины</p> <p>5. Свилы</p>	<p><i>Какие дефекты структуры относятся к объемным</i></p> <p>1.Границы зерен</p> <p>2.Поры</p> <p>3.Трещины</p> <p>4.Свилы</p> <p>5.Дисклинации</p>	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
9	<p>Правильный ответ (ключ)</p> <p>1.По отношению размеров по трем координатным осям</p>	<p><i>Облик в кристаллографии определяется</i></p> <p>1.По отношению размеров по трем координатным осям</p> <p>2.По развитию простых форм</p> <p>3. По изломам</p>	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл
10	<p>Правильный ответ (ключ)</p> <p>2. Простая форма – многогранник, который состоит из одинаковых по форме и величине граней, имеющих симметричное</p>	<p><i>Простая форма</i></p> <p>1. многогранник, который состоит из разных по форме и величине граней, имеющих симметричное расположение</p> <p>2. многогранник, который состоит из одинаковых по форме и величине граней, имеющих симметричное</p>	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл

	расположение	расположение 3. многогранник, который состоит из одинаковых по форме и величине граней	
--	--------------	---	--

Задания открытого типа			
1	Элементы бесконечной симметрии		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) трансляция, плоскость скользящего отражения, винтовая поворотная ось			
2	 Определить класс, сингонию и категорию		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) <i>L₄L₂5PC</i> Средняя категория, тетрагональная сингония, планаксиальный класс			
3	<i>Координационный многогранник (координационный полиэдр) - это</i>		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) Условный многогранник, в центре которого находится частица, а вершины представлены ее координационным окружением			
4	<i>Изоморфизм- это</i>		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) это свойство химически и геометрически близких атомов, ионов и их сочетаний замещать друг друга в кристаллической решетке, образуя кристаллы переменного состава			
5	<i>ПОЛИТИПИЯ, политипизм - это</i>		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) существование у кристаллов двух или более кристаллических структур слоистого типа, которые отличаются последовательностью чередования и углами поворота кристаллографически сходных слоев			
6	<i>Элементарная ячейка - это</i>		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) называется наименьший параллелепипед, с помощью которого непрерывным параллельным его переносом (трансляцией в трех направлениях пространства) можно построить всю пространственную решетку			
7	<i>Сингония - это</i>		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) Сингония - совокупность кристаллов, элементарные ячейки которых характеризуются одинаковой симметрией и кристаллографической системой осей координат.			
8	 Определить тип дислокации		Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) Краевая дислокация			

9	 <p data-bbox="550 235 949 264"><i>Определить тип дислокации</i></p>	Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) Винтовая дислокация		
10	Вектор Бюргерса	Правильный ответ – 1 балл
Правильный ответ (ключ) Вектор Бюргерса - мера искаженности кристаллической решётки, обусловленная присутствием в кристалле дислокации.		