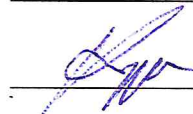


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кузько Андрей Евгеньевич  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 29.08.2022 20:09:53  
Уникальный программный ключ:  
72581f52caba063db3331b3cc54ec107395c8caf

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
НМО и ПФ



Кузько А.Е.

«16» февраля 2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

Кристаллография  
(наименование дисциплины)

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(код и наименование ОПОП ВО)

# **1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

## ***1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ***

Тема № 1. Кристаллография как наука

Предмет кристаллографии. Исторические сведения. Задачи кристаллографии. Связь кристаллографии с другими науками.

Тема № 2. Кристаллическое состояние

Понятие о кристалле, кристаллическом веществе, кристаллографии. Основные свойства кристаллов: анизотропность, однородность, способность самоограничаться. Узлы кристаллической решётки, узловыe ряды и сетки. Элементарная ячейка.

Тема № 3. Гониометрия и проекции кристаллов

Характерные свойства кристаллов. Закон постоянства углов. Методы описания кристаллов. Прямой и обратный кристаллографический комплекс кристалла. Кристаллографические проекции: линейная, сферическая, стереографическая и гномостереографическая. Стереографические сетки. Измерение кристаллов.

Тема № 4. Симметрические операции и элементы симметрии

Поворотные и инверсионные оси. Зеркальноповоротные оси и символы Шенфлиса. Изображение расположения элементов симметрии с помощью обычной и стереографической проекции. Сложение элементов симметрии.

Тема № 5. Кристаллографические категории, системы и сингонии

Распределение видов симметрии по сингониям (низшая, средняя, высшая категории). Определение простой формы и комбинации, общей и частной простой формы. Простые формы, их обзор по сингониям.

Тема № 6. Точечные группы симметрии кристаллов

Семейства точечных групп. Таблицы Кэли. Вывод и описание 32 классов симметрии кристаллов. Предельные группы симметрии (группы Кюри).

Тема № 7. Кристаллографическое индицирование

Закон целых чисел. Установка кристаллов разных сингоний. Кристаллографические индексы. Символы граней и ребер, связь между ними. Четырехиндексные оси гексагональной системы. Закон поясов. Точные методы определения символов граней (способ косинусов Вульфа). Обратная решетка. Основные формулы структурной кристаллографии. Ячейки Вигнера-Зейтца, зоны Бриллюэна.

Тема № 8. Внутренняя симметрия кристаллов

Развитие теории структуры кристаллов. Пространственная решетка. Элементы симметрии бесконечных структур (трансляция, плоскости скользящего отражения и винтовые оси). Решетки Бравэ. Вывод пространственных групп симметрии. Законы пространственного расположения атомов в кристаллах (правильные системы точек).

Тема № 9. Основные понятия кристаллохимии

Выделение элементарной ячейки. Определение типа решетки Бравэ. Атомные и ионные радиусы. Классификация химических связей в кристаллах. Плотнейшие шаровые упаковки. Классификация кристаллических структур: островные, цепочечные, слоистые, каркасные и координационные. Изоморфизм и полиморфизм. Структурные типы кристаллов химических элементов и соединений.

Тема № 10. Физическая кристаллография

Тензорное описание физических свойств кристаллов. Механические свойства кристаллов. Электрические свойства кристаллов. Пьезоэлектрический эффект. Тепловые и оптические свойства кристаллов.

Тема № 11. Рентгеновские дифракционные методы исследования кристаллических структур

Дифракция рентгеновских лучей. Уравнения Лауэ. Физический смысл обратной решетки. Три метода получения дифракционной картины и их использование. Уравнение Брэгга - Вульфа. Индексы узловых сеток. Межплоскостные расстояния. Интенсивность дифракционного луча. Структурная амплитуда. Формула электронной плотности.

**Шкала оценивания:** 5-балльная.

**Критерии оценивания:**

**5 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**4 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**3 балла** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые

наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «**неудовлетворительно**») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

## **2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ**

1. Отметьте свойство, не относящееся к макроскопическим характеристикам  
1. однородность 2. дискретность 3. анизотропия 4. симметрия
2. Отметьте свойство, не относящееся к микроскопическим характеристикам  
1. дискретность 2. анизотропия 3. однородность 4. симметрия
3. Параллели сетки Вульфа – это 1. стереографическая проекция множества соосных конусов, ось которых перпендикулярна плоскости проекции 2. стереографическая проекция кристаллографической зоны с осью, лежащей в плоскости проекции 3. гномостереографическая проекция множества соосных конусов, ось которых лежит в плоскости проекции 4. стереографическая проекция множества соосных конусов, ось которых лежит в плоскости проекции
4. Меридианы сетки Вульфа – это 1. стереографическая проекция множества соосных конусов, ось которых перпендикулярна плоскости проекции 2. стереографическая проекция кристаллографической зоны с осью, лежащей в плоскости проекции 3. гномостереографическая проекция множества соосных конусов, ось которых лежит в плоскости проекции 4. стереографическая проекция множества соосных конусов, ось которых лежит в плоскости проекции
5. Выберите кристаллографические символы узла 1.  $\{123\}$  2. 3.  $(123)$  4.  $[[123]]$
6. Выберите кристаллографические символы узловой прямой 1.  $\{123\}$  2.  $(1,2,3)$  3.  $(123)$  4.  $[123]$
7. Определите сингонию Cr (Al, Au, Ni, Cu, Mo, Re,  $\alpha$ -Fe,  $\beta$ -Zr,  $\beta$ -Fe,  $\gamma$ -Fe) 1. триклинная 2. ромбическая 3. гексагональная 4. кубическая
8. Определите решетку Браве Mo (Cr,  $\alpha$ -Fe, V, W, Nb, Mo, Ta,  $\alpha$ -Zr, W) 1. примитивная 2. объемно-центрированная 3. гранецентрированная 4. В-центрированная

9. Определите решетку Браве Cu ( $\gamma$ -Fe, Al, Au, Ni) 1. гранецентрированная 2. объемно-центрированная 3. А-центрированная 4. В-центрированная
10. Определите решетку Браве Be (Re,  $\alpha$ -Zr, W) 1. примитивная 2. объемно-центрированная 3. гранецентрированная 4. В-центрированная
11. Определите множитель повторяемости для плоскостей  $\{123\}$  кубического кристалла) 1. 6 2. 12 3. 24 4. 48
12. Определите множитель повторяемости для плоскостей  $\{112\}$  кубического кристалла 1. 6 2. 8 3. 24 4. 48 76
13. Определите множитель повторяемости для плоскостей  $\{110\}$  кубического кристалла 1. 6 2. 8 3. 12 4. 48
14. Определите множитель повторяемости для плоскостей (0001) гексагонального кристалла 1. 2 2. 4 3. 6 4. 24
15. Определите множитель повторяемости для плоскостей  $\{0112\}$  гексагонального кристалла 1. 2 2. 4 3. 6 4. 24
16. Определите множитель повторяемости для плоскостей  $\{0111\}$  гексагонального кристалла 1. 2 2. 4 3. 12 4. 24
17. Определите множитель повторяемости для плоскостей (100) ромбического кристалла 1. 2 2. 4 3. 8 4. 12
18. Определите множитель повторяемости для плоскостей  $\{110\}$  ромбического кристалла 1. 2 2. 4 3. 8 4. 12
19. Определите множитель повторяемости для плоскостей  $\{111\}$  ромбического кристалла 1. 4 2. 6 3. 8 4. 12 77
20. Определите сингонию, в которой совпадают точки первого и второго рода (110) и  $[110]$  1. триклинная 2. ромбическая 3. тетрагональная 4. моноклинная
21. Определите число типов решеток Браве 1. 7 2. 11 3. 14 4. 32
22. Определите сингонию с объемно-центрированной ячейкой Браве 1. триклинная 2. моноклинная 3. ромбическая 4. гексагональная
23. Определите сингонию с гранецентрированной ячейкой Браве 1. триклинная 2. моноклинная 3. гексагональная 4. ромбическая
24. Определите сингонию с базоцентрированной ячейкой Браве 1. триклинная 2. тригональная 3. гексагональная 4. моноклинная
25. Определите параметр решетки  $a^*$  в обратном пространстве, если в прямом пространстве имеется ГЦК-кристалл с параметром  $a$  1.  $a$  2.  $1/a$  3.  $2/a$  4.  $4/a$
26. Определите параметр решетки  $a^*$  в обратном пространстве, если в прямом пространстве имеется ОЦК-кристалл с параметром  $a$  1.  $a$  2.  $1/a$  3.  $2/a$  4.  $4/a$

27. Определите объем ячейки  $V^*$  в обратном пространстве, если в прямом пространстве имеется ГЦК-кристалл с объемом  $V$  1.  $a^3$  2.  $a^3/2$  3.  $2/a^3$  4.  $8/a^3$
28. Определите объем ячейки  $V^*$  в обратном пространстве, если в прямом пространстве имеется ОЦК-кристалл с объемом  $V$  1.  $a^3$  2.  $1/a^3$  3.  $2/a^3$  4.  $8/a^3$
29. Зона плоскостей в обратном пространстве состоит из узлов, 1. лежащих на радиальной прямой 2. лежащих на прямой 3. лежащих на сфере 4. лежащих на плоскости
30. Определите число граней ячейки Вигнера–Зейтца в ГЦК-решетке 1. 6 2. 8 3. 12 4. 24
31. Определите число граней ячейки Вигнера–Зейтца в ОЦК-решетке 1. 6 2. 12 3. 14 4. 24
32. Определите число граней зоны Бриллюэна в ГЦК-решетке 1. 6 2. 12 3. 14 4. 24
33. Определите число граней зоны Бриллюэна в ОЦК-решетке 1. 6 2. 12 3. 14 4. 24
34. В мозаичном монокристалле узел обратной решетки испытывает 1. смещение узла в радиальном направлении 2. размытие узла в радиальном направлении 3. размытие узла в тангенциальном направлении 4. смещение узла в тангенциальном направлении
35. Совершенный монокристалл при одноосном растяжении испытывает 1. смещение узла обратной решетки в радиальном направлении 2. размытие узла обратной решетки в радиальном направлении 3. размытие узла обратной решетки в  $r$  и  $t$  направлениях 4. смещение узла обратной решетки в тангенциальном направлении
36. Совершенный монокристалл в поле знакопеременных упругих деформаций испытывает 1. смещение узла обратной решетки в  $t$  направлении 2. размытие узла обратной решетки в  $r$  направлении 3. размытие узла обратной решетки в  $t$  направлении 4. смещение узла обратной решетки в  $r$  направлении  
Симметрия кристаллов
37. Для инверсионной оси 1 найдите соответствующую зеркальноповоротную ось 1. 1 ~ 2. 2 ~ 3. 4 ~ 4. 6 ~
38. Для инверсионной оси 3 найдите соответствующую зеркальноповоротную ось 1. 1 ~ 2. 3 ~ 3. 4 ~ 4. 6 ~
39. Для зеркально-поворотной оси 1 ~ найдите соответствующую инверсионную ось 1. 1 2. 2 3. 4 4. 6
40. Для зеркально-поворотной оси 3 ~ найдите соответствующую инверсионную ось 1. 1 2. 3 3. 4 4. 6
41. Определите след матрицы поворота 1.  $1 + 2 \cos \varphi$  2.  $1 - 2 \cos \varphi$  3.  $-1 - 2 \cos \varphi$  4.  $1 + \cos \varphi$

42. Определите след матрицы инверсионного преобразования 1.  $1 + 2 \cos \varphi$  2.  $-1 + 2 \cos \varphi$  3.  $-1 - 2 \cos \varphi$  4.  $1 + \cos \varphi$  80
43. Определите число лауэвских классов 1. 7 2. 11 3. 21 4. 32
44. Определите число точечных групп 1. 7 2. 11 3. 21 4. 32
45. Определите число элементов симметрии в точечной группе тетраэдра T 1. 4 2. 12 3. 24 4. 48
46. Определите число элементов симметрии в точечной группе октаэдра O 1. 4 2. 12 3. 24 4. 48
47. Определите число элементов симметрии в точечной группе октаэдра Oh 1. 4 2. 12 3. 24 4. 48
48. Определите число классов сопряженных элементов в точечной группе тетраэдра T 1. 2 2. 4 3. 6 4. 10
49. Определите число классов сопряженных элементов в точечной группе октаэдра O 1. 2 2. 4 3. 5 4. 10
50. Определите число классов сопряженных элементов в точечной группе октаэдра Oh 1. 2 2. 4 3. 6 4. 10 81
51. Плоскость скользящего отражения a типа соответствует отражению в плоскости и последующей трансляции на  $t = 1$ . a 2.  $a/2$  3.  $(a + b)/2$  4.  $(a + b)/4$
52. Плоскость скользящего отражения n типа (клиноплоскость) соответствует отражению в плоскости и последующей трансляции на  $t = 1$ . a 2.  $a/2$  3.  $(a + b)/2$  4.  $(a + b)/4$
53. Плоскость скользящего отражения алмазного типа соответствует отражению в плоскости и последующей трансляции на  $t = 1$ . a 2.  $(a + b)$  3.  $(a + b)/2$  4.  $(a + b)/4$  Структура кристаллов
54. Для ГЦК-структуры найдите соответствующее отношение  $n_a : n_o : n_t$ , где  $n_a$  – число атомов в ячейке,  $n_o$  – число октаэдрических пустот,  $n_t$  – число тетраэдрических пустот 1. 1 : 1 : 1 2. 1 : 1 : 2 3. 1 : 2 : 3 4. 1 : 3 : 6
55. Для ОЦК-структуры найдите соответствующее отношение  $n_a : n_o : n_t$ , где  $n_a$  – число атомов в ячейке,  $n_o$  – число октаэдрических пустот,  $n_t$  – число тетраэдрических пустот 1. 1 : 1 : 1 2. 1 : 1 : 2 3. 1 : 2 : 3 4. 1 : 3 : 6
56. Для ГПУ-структуры найдите соответствующее отношение  $n_a : n_o : n_t$ , где  $n_a$  – число атомов в ячейке,  $n_o$  – число октаэдрических пустот,  $n_t$  – число тетраэдрических пустот 1. 1 : 1 : 1 2. 1 : 1 : 2 3. 1 : 2 : 3 4. 1 : 3 : 6
57. Определите число октаэдрических пустот в ГЦК-ячейке 1. 4 2. 6 3. 8 4. 24 82
58. Определите число тетраэдрических пустот в ГЦК-ячейке 1. 4 2. 6 3. 8 4. 24

59. Определите число октаэдрических пустот в ОЦК-ячейке 1. 4 2. 6 3. 12 4. 24
60. Определите число тетраэдрических пустот в ОЦК-ячейке 1. 4 2. 8 3. 12 4. 24
61. Определите число октаэдрических пустот в ГПУ-ячейке 1. 4 2. 6 3. 12 4. 24
62. Определите число тетраэдрических пустот в ГПУ-ячейке 1. 4 2. 8 3. 12 4. 24
63. Определите плоскости плотнейшей упаковки в ГЦК-кристаллах 1.  $\{100\}$  2.  $\{110\}$  3.  $\{111\}$  4.  $\{321\}$
64. Определите плоскости плотнейшей упаковки в ОЦК-кристаллах 1.  $\{100\}$  2.  $\{111\}$  3.  $\{211\}$  4.  $\{321\}$
65. Определите координационное число в ГЦК-решетке 1. 4 2. 8 3. 12 4. 24
66. Определите координационное число в ОЦК-решетке 1. 4 2. 12 3. 14 4. 24 83
67. Определите координационное число для алмаза 1. 4 2. 8 3. 12 4. 24
68. Определите координационное число для третьей координационной сферы в ГЦК-решетке 1. 4 2. 12 3. 14 4. 24
69. Определите координационное число для пятой координационной сферы в ГЦК-решетке 1. 4 2. 8 3. 12 4. 24
70. Определите координационное число для Na по Cl для второй координационной сферы в NaCl 1. 4 2. 8 3. 12 4. 24
71. Определите координационное число для Ca по F для второй координационной сферы в CaF<sub>2</sub> 1. 4 2. 8 3. 14 4. 24
72. Определите сингонию сверхструктуры CuAu I 1. триклинная 2. ромбическая 3. тетрагональная 4. кубическая
73. Определите решетку Браве сверхструктуры CuAu I 1. примитивная 2. объемно-центрированная 3. гранецентрированная 4. В-центрированная
74. Определите решетку Браве сверхструктуры  $\beta$ -латуни 1. примитивная 2. объемно-центрированная 3. гранецентрированная 4. В-центрированная
75. Определите решетку Браве перовскита 1. примитивная 2. объемно-центрированная 3. гранецентрированная 4. А-центрированная Физические свойства
76. Найдите соответствие между симметрией однородного поля растягивающих напряжений и предельной группой Кюри 1. конус вращающийся,  $\infty$  2. цилиндр закрученный,  $\infty 2$  3. цилиндр неподвижный,  $\infty / m m m$  4. шар обычный,  $\infty / \infty m$



77. Найдите соответствие между симметрией полярного вектора (электрического вектора) и предельной группой Кюри 1. конус вращающийся,  $\infty$  2. конус неподвижный,  $\infty$  m 3. цилиндр неподвижный,  $\infty / m m m$  4. шар обычный,  $\infty / \infty m$
78. Найдите соответствие между симметрией аксиального вектора (магнитного вектора) и предельной группой Кюри 1. конус вращающийся,  $\infty$  2. цилиндр вращающийся,  $\infty / m$  3. цилиндр закрученный,  $\infty$  2 4. шар обычный,  $\infty / \infty m$
79. Найдите соответствие между симметрией однородного поля сжимающих напряжений и предельной группой Кюри 1. конус вращающийся,  $\infty$  2. цилиндр вращающийся,  $\infty / m$  3. цилиндр неподвижный,  $\infty / m m m$  4. шар обычный,  $\infty / \infty m$
80. Найдите число степеней свободы для тензора упругой дисторсии 1. 3 2. 6 3. 8 4. 9 85
81. Определите число независимых компонентов симметричного тензора второго ранга, описывающего свойства кубического кристалла (например, электропроводность) 1. 1 2. 2 3. 4 4. 6
82. Определите число независимых компонентов симметричного тензора второго ранга, описывающего свойства гексагонального кристалла (например, электропроводность) 1. 1 2. 2 3. 4 4. 6
83. Определите число независимых компонентов симметричного тензора второго ранга, описывающего свойства ромбического кристалла (например, электропроводность) 1. 1 2. 2 3. 3 4. 6
84. Определите число независимых компонентов коэффициентов упругости для кубических кристаллов 1. 1 2. 2 3. 3 4. 5
85. Определите систему скольжения в ОЦК-кристаллах 1.  $\{110\}$  2.  $\{111\}$  3.  $\{110\}$  4.  $\{112\}$
86. Определите число систем скольжения в металлах с ГЦК-структурой 1. 6 2. 12 3. 24 4. 48
87. Определите призматическую систему скольжения в кристаллах с ГПУ-структурой 1.  $\langle 0112 \rangle (0001)$  2.  $\langle 0112 \rangle \{1110\}$  3.  $\langle 0112 \rangle \{0110\}$  4.  $\langle 0112 \rangle \{2210\}$
88. Определите систему двойникования в ГЦК-металлах 1.  $\{111\}$  2.  $\{211\}$  3.  $\{111\}$  4.  $\{111\}$
89. Определите системы двойникования в ОЦК-металлах 1.  $\{111\}$  2.  $\{110\}$  3.  $\{211\}$  4.  $\{111\}$
90. Найдите соответствие между решеткой РСУ – решеткой совпадающих узлов – и множеством узлов  $L1$  и  $L2$  двух решеток 1.  $L1 \cap L2$  2.  $L1 \equiv L2$  3.  $L1 \leq L2$  4.  $L1 \cup L2$

91. Найдите соответствие между решеткой ПРН – полной решеткой наложения – и множеством узлов  $L_1$  и  $L_2$  двух решеток 1.  $L_1 \cap L_2$  2.  $L_1 \leq L_2$  3.  $L_1 \geq L_2$  4.  $L_1 \cup L_2$
92. Определите тип ячейки в результате мартенситного превращения аустенита 1. примитивная кубическая 2. примитивная тетрагональная 3. объемно-центрированная тетрагональная 4. объемно-центрированная ромбическая
93. Определите кристаллографические индексы симметричной границы наклона в ГЦК-металлах 1.  $\{100\}$  2.  $\{110\}$  3.  $\{111\}$  4.  $\{123\}$
94. Определите кристаллографические индексы симметричной границы наклона в ОЦК-металлах 1.  $\{100\}$  2.  $\{110\}$  3.  $\{111\}$  4.  $\{123\}$
95. Малоугловая симметричная граница наклона состоит из 1. стенки параллельных краевых дислокаций 2. стенки параллельных винтовых дислокаций 3. сетки краевых дислокаций 4. сетки краевых и винтовых дислокаций
96. Малоугловая граница кручения состоит из 1. стенки параллельных краевых дислокаций 2. стенки параллельных винтовых дислокаций 3. сетки винтовых дислокаций 4. сетки краевых и винтовых дислокаций
97. Определите ориентационные соотношения Бейна 1.  $(001)\gamma \parallel (001)\alpha$   $[100]\gamma \parallel [110]\alpha$  2.  $(111)\gamma \parallel (011)\alpha$   $[110]\gamma \parallel [111]\alpha$  3.  $(111)\gamma \parallel (011)\alpha$   $[211]\gamma \parallel [111]\alpha$  4.  $(110)\beta \parallel (0001)\alpha$   $\gamma \parallel \langle 0112 \rangle \alpha$
98. Определите ориентационные соотношения Курдюмова–Закса 1.  $(001)\gamma \parallel (001)\alpha$   $[100]\gamma \parallel [110]\alpha$  2.  $(111)\gamma \parallel (011)\alpha$   $[110]\gamma \parallel [111]\alpha$  3.  $(111)\gamma \parallel (011)\alpha$   $[211]\gamma \parallel [111]\alpha$  4.  $(110)\beta \parallel (0001)\alpha$   $\gamma \parallel \langle 0112 \rangle \alpha$
99. Определите ориентационные соотношения Нишиямы 1.  $(001)\gamma \parallel (001)\alpha$   $[100]\gamma \parallel [110]\alpha$  2.  $(111)\gamma \parallel (011)\alpha$   $[110]\gamma \parallel [111]\alpha$  3.  $(111)\gamma \parallel (011)\alpha$   $[211]\gamma \parallel [111]\alpha$  4.  $(110)\beta \parallel (0001)\alpha$   $\gamma \parallel \langle 0112 \rangle \alpha$
100. Определите число независимых компонентов коэффициентов упругости для кубических кристаллов 1.  $(001)\gamma \parallel (001)\alpha$   $[100]\gamma \parallel [110]\alpha$  2.  $(111)\gamma \parallel (011)\alpha$   $[110]\gamma \parallel [111]\alpha$  3.  $(111)\gamma \parallel (011)\alpha$   $[211]\gamma \parallel [111]\alpha$  4.  $(110)\beta \parallel (0001)\alpha$   $\gamma \parallel \langle 0112 \rangle \alpha$
201. Определите кристаллографические индексы направлений, проходящих через точки  $[[211]]$  и  $[[101]]$ ,  $[[112]]$  и  $[[\frac{1}{2}10]]$ .
202. Определите кристаллографические индексы плоскостей, отсекающих на осях координат отрезки 1,  $-1$ ,  $\infty$  и  $-1$ , 1,  $\frac{1}{2}$ .
203. Определите кристаллографические индексы направлений, проходящих в гексагональной ячейке через точки  $[[100]]$  и  $[[011]]$ ,  $[[00\frac{1}{2}]]$  и  $[[110]]$ .
204. Определите кристаллографические индексы плоскостей, отсекающих на осях координат гексагональной ячейки отрезки  $-\frac{1}{2}$ , 1, 1 и 1, 1,  $\infty$ .
205. Вычислите угол между направлениями  $[110]$  и  $[\bar{1}10]$  кубического кристалла.

206. Вычислите угол между направлениями  $[0211]$  и  $[0110]$  гексагонального кристалла.
207. Вычислите угол между плоскостями  $(110)$  и  $(\bar{1}10)$  кубического кристалла
208. Вычислите для кубического кристалла индексы оси кристаллографической зоны, включающей плоскости  $(112)$  и  $(\bar{1}11)$ .
209. Вычислите в кубическом кристалле индексы плоскости, проходящей через направления  $[011]$  и  $[111]$ .
210. Вычислите в кубическом кристалле угол между плоскостью  $(\bar{1}11)$  и направлением  $[011]$ .
211. Вычислите в кубическом кристалле угол между направлением  $[011]$  и плоскостью, содержащей  $[121]$  и  $[111]$ .
212. Вычислите угол между направлением  $[0110]$  и плоскостью  $(0211)$  гексагонального кристалла.
213. Вычислите индексы оси зоны плоскостей, включающей плоскости  $(0110)$  и  $(0211)$  гексагонального кристалла.

**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по дихотомической шкале</i>
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

### Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по 5-балльной шкале
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

#### **Критерии оценивания результатов тестирования:**

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – **2 балла**, не выполнено – **0 баллов**.

### **2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ**

1. Построить на плоскости проекции точку А со сферическими координатами  $\varphi=50^\circ$  и  $\rho=70^\circ$ .
2. Определить на плоскости проекций сферические координаты точки, указанной преподавателем.
3. Построить на плоскости проекций точку, диаметрально противоположную точке, указанной преподавателем.
4. Построить стереографическую проекцию направления по сферическим координатам:  $\varphi_1 = 100^\circ$ ,  $\rho_1 = 30^\circ$ .
5. Построить стереографическую проекцию точки, диаметрально противоположной точке  $\varphi = 120^\circ$ ,  $\rho = 20^\circ$ .
6. Построить стереографическую проекцию двух направлений по сферическим координатам  $\varphi_1 = 50^\circ$ ,  $\rho_1 = 80^\circ$ ;  $\varphi_2 = 190^\circ$ ,  $\rho_2 = 10^\circ$ . Найти стереографическую проекцию плоскости, в которой лежат оба направления.
7. Построить стереографическую проекцию двух направлений по сферическим координатам  $\varphi_1 = 250^\circ$ ,  $\rho_1 = 0^\circ$ ;  $\varphi_2 = 90^\circ$ ,  $\rho_2 = 30^\circ$ . Определить угол между этими направлениями.
8. Построить гномостереографическую проекцию двух плоскостей по известным сферическим координатам:  $\varphi_1 = 340^\circ$ ,  $\rho_1 = 50^\circ$ ;  $\varphi_2 = 150^\circ$ ,  $\rho_2 = 30^\circ$ . Определить угол между этими плоскостями.
9. Узловая плоскость отсекает по координатным осям отрезки, равные а, 2b, с. Каковы ее индексы?
10. Найти индексы плоскости, отсекающей на координатных осях отрезки 3;1;2.
11. Вычислить период идентичности (расстояние между ближайшими узлами) вдоль узлового ряда [111] кубического кристалла, параметр элементарной ячейки которого равен а.

12. Изобразить в кубической сингонии плоскость с индексами (112) и направление с индексами, численно равными индексам данной плоскости.
13. Изобразить в кубической сингонии плоскость с индексами (310) и направление с индексами, численно равными индексам данной плоскости.
14. Найти индексы узловой плоскости, проходящей через три узла кристаллической решетки  $[[120]]$ ,  $[[010]]$ ,  $[[312]]$ .
15. Принадлежат ли плоскости (211), (011), (013) и (123) к одной зоне плоскостей?
16. Найти индексы узлового ряда, проходящего через узлы  $[[221]]$  и  $[[0\bar{1}1]]$ .
17. Задан узловой ряд  $[120]$ . Записать индексы нескольких узлов, лежащих на параллельном узловом ряду, проходящем через узел  $[[011]]$ .
18. Найти индексы плоскости (hkl), в которой находятся направления  $[021]$  и  $[012]$ .
19. Определите кристаллографические индексы направления  $[rst]$ , по которому пересекаются плоскости (321), (151).
20. Найдите индексы какой-либо плоскости, образующей зону с плоскостями (113), (412).
21. Найти угол между двумя направлениями  $[011]$  и  $[101]$  для кубической решетки.
22. Найти угол между двумя плоскостями (211) и (311) для кубической решетки.
23. Найти три плоскости, входящие в зону, для оси зоны  $[110]$ .
24. Найти индексы плоскости (hkl), в которой находятся направления  $[231]$  и  $[013]$ .
25. Найти индексы направления, проходящего через узлы  $[[102]]$  и  $[[120]]$ .
26. Найти индексы направления, по которому пересекаются плоскости (223) и (413).
27. Найти угол  $\varphi$  между двумя направлениями для кубической сингонии. Индексы направлений  $[321]$  и  $[300]$ .
28. Найти угол  $\varphi$  между двумя плоскостями для кубической сингонии. Индексы плоскостей (313) и (001).
29. Записать в матричной форме результаты последовательного действия операции  $2_z \times \bar{1}$  и определить полученную операцию.
30. Показать, что точка пересечения оси  $2_z$  с плоскостью отражения  $m_z$

есть центр симметрии  $\bar{1}$ .

31. Проверить матричным методом, будет ли выполняться соотношение  $3_z \times 2_x = 2_x \times 3_z$ .

32. Записать в матричной форме результат последовательного действия операций  $3_z \times m_x$ , определить полученную операцию.

33. Проверить, будет ли выполняться соотношение  $2_x \times 2_{xy} = 2_{xy} \times 2_x$

34. Построить группу, приняв за генераторы матрицы  $\hat{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \bar{1} & 0 \\ 0 & 0 & \bar{1} \end{pmatrix}$  и

$\hat{A} = \begin{pmatrix} \bar{1} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \bar{1} \end{pmatrix}$ , а в качестве групповой операции – операцию умноже-

ния матриц. Найти все ее подгруппы, построить квадрат Кейли.

35. Построить квадрат Кейли для группы симметрии  $2/m$ .

36. Найти порядок группы симметрии  $222$ .

37. Найти порядок группы симметрии  $mmm$ .

38. Какую симметрическую операцию необходимо добавить к перечисленным операциям симметрии, чтобы получилась группа симметрии  $\{e, 2_z, m_z, \dots\}$ ?

39. Какую симметрическую операцию необходимо добавить к перечисленным операциям симметрии, чтобы получилась группа симметрии  $\{3^1, 3^{-1}, \dots\}$ ?

40. Вывести точечную группу симметрии - поворот вокруг оси второго порядка и отражение в перпендикулярной ей плоскости симметрии.

41. Изобразить на проекции расположение элементов симметрии в точечной группе  $2/m$ .

42. Найти точечную группу, являющуюся подгруппой точечной группы симметрии  $4/m$ . Изобразить элементы симметрии на проекции.

43. Перечислить точечные группы, являющиеся подгруппами точечной группы симметрии  $6$ , и записать их групповые множества.

**Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения со-

ставляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по дихотомической шкале</i>
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

***Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:***

**6-5 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

**4-3 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

**2-1 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.