

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Оценочные материалы по дисциплине (модулю)

дисциплина

Рентгеноструктурный анализ

Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.01.04

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

03.03.02

Физика

код

наименование направления

Программа

Медицинская физика

Форма обучения

Очная

Для поступивших на обучение в
2019 г.

Разработчик (составитель)

старший преподаватель

Курбангулов А. Р.

ученая степень, должность, ФИО

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	3
2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	7
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	14

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Показатели и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)				Вид оценочного средства
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
1	2	3				4
Способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5)	1 этап: Знания	Отсутствие знаний	Неполные представления о системе понятий и представлений о структуре, используемых для характеристики свойств вещества; методах анализа свойств физических систем	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о системе понятий и представлений о структуре, используемых для характеристики свойств вещества; методах анализа свойств физических систем	Сформированные систематические представления о системе понятий и представлений о структуре, используемых для характеристики свойств вещества; методах анализа свойств физических систем	Тестовые задания
	2 этап: Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умения использования понятия о симметрии кристаллов, описываемых точечными и пространственными группами, применения знаний при	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения использования понятия о симметрии кристаллов, описываемых точечными и пространственными группами, применения	Сформированное умение использования понятия о симметрии кристаллов, описываемых точечными и пространственными группами, применения знаний при расшифровке	Коллоквиум

			расшифровке дифрактограмм, идентификации фазы	знаний при расшифровке дифрактограмм, идентификации фазы	дифрактограмм, идентификации фазы	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Отсутствие навыков	В целом успешное, но непоследовательное владение основами знаний в области базовых понятий и пользоваться терминологией изучаемой дисциплины; навыками проведения экспериментальной оценки исследуемого вещества; навыками использования методов решения задач по рентгеноструктурному анализу	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами знаний в области базовых понятий и пользоваться терминологией изучаемой дисциплины; навыками проведения экспериментальной оценки исследуемого вещества; навыками использования методов решения задач по рентгеноструктурному анализу	Успешное и последовательное владение основами знаний в области базовых понятий и пользоваться терминологией изучаемой дисциплины; навыками проведения экспериментальной оценки исследуемого вещества; навыками использования методов решения задач по рентгеноструктурному анализу	Контрольная работа
Способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать	1 этап: Знания	Отсутствие навыков	В целом успешное, но непоследовательное владение методами рентгеноструктурного исследования твердых кристаллических веществ и математической обработки	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами рентгеноструктурного исследования твердых кристаллических веществ и математической	Успешное и последовательное владение методами рентгеноструктурного исследования твердых кристаллических веществ и математической обработки	Контрольная работа

<p>математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2)</p>	<p>2 этап: Умения</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>экспериментальных результатов</p> <p>В целом успешное, но не систематическое умения определения межплоскостных расстояний в кристаллических твердых телах на основе формулы Вульфа-Брегга, индексов кристаллографических плоскостей; расчета параметров решетки кристаллического вещества и изображения структуры кристалла; индицирования рентгенограммы; определения типа решетки; нахождения объема элементарной ячейки; применения на практике профессиональных знаний теории и методов физических исследований</p>	<p>обработки экспериментальных результатов</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения определения межплоскостных расстояний в кристаллических твердых телах на основе формулы Вульфа-Брегга, индексов кристаллографических плоскостей; расчета параметров решетки кристаллического вещества и изображения структуры кристалла; индицирования рентгенограммы; определения типа решетки; нахождения объема элементарной ячейки; применения на практике профессиональных знаний теории и методов физических исследований</p>	<p>экспериментальных результатов</p> <p>Сформированное умение определения межплоскостных расстояний в кристаллических твердых телах на основе формулы Вульфа-Брегга, индексов кристаллографических плоскостей; расчета параметров решетки кристаллического вещества и изображения структуры кристалла; индицирования рентгенограммы; определения типа решетки; нахождения объема элементарной ячейки; применения на практике профессиональных знаний теории и методов физических исследований</p>	<p>Коллоквиум</p>
---	---------------------------	--------------------------	--	--	---	-------------------

	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Отсутствие знаний	Неполные представления об основных понятиях, определениях и законах рентгеноструктурного анализа и кристаллографии; видах кристаллических решеток и их характеристиках; основных методах наблюдения дифракции и исследования структуры вещества на основе рентгеновского излучения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных понятиях, определениях и законах рентгеноструктурного анализа и кристаллографии; видах кристаллических решеток и их характеристиках; основных методах наблюдения дифракции и исследования структуры вещества на основе рентгеновского излучения	Сформированные систематические представления об основных понятиях, определениях и законах рентгеноструктурного анализа и кристаллографии; видах кристаллических решеток и их характеристиках; основных методах наблюдения дифракции и исследования структуры вещества на основе рентгеновского излучения	Тестовые задания
--	---	----------------------	---	--	--	---------------------

2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Тестовые задания

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности на этапе «Знания»

1. В каком году были обнаружены рентгеновские лучи?
 - 1) **1895**
 - 2) 1865
 - 3) 1903
 - 4) 1918

2. Единицей измерения экспозиционной дозы (внесистемной) является
 - 1) **1 Рентген**
 - 2) 1 Джоуль
 - 3) 1 Грэй
 - 4) 1 Рад

3. Первым рентгеновский аппарат в России сконструировал
 - 1) **А.С.Попов**
 - 2) М.И. Неменов
 - 3) С. К. Гаудек
 - 4) И.А. Капетов

4. Что из перечисленного не входит в свойства рентгеновских лучей:
 - 1) **рентгеновские лучи воспринимаются глазом наблюдателя**
 - 2) вызывает свечение некоторых веществ
 - 3) вызывает ионизацию газов
 - 4) действует на эмульсию фотопластинок

5. Длина волны рентгеновского излучения
 1. **от 10⁻¹² до 10⁻⁸ м**
 2. от 10⁻⁸ до 10⁻⁴ м
 3. от 10⁻⁴ до 10⁻² м
 4. от 10⁻² до 10² м

6. Характеристическое рентгеновское излучение имеет спектр:
 - 1) сплошной
 - 2) **линейчатый**
 - 3) полосатый
 - 4) не верен ни один вариант

7. Тормозное рентгеновское излучение имеет спектр:
 - 1) сплошной
 - 2) **линейчатый**

- 3) полосатый
- 4) верны все варианты

8. Фазовый анализ включает в себя:

- 1) определение химического состава
- 2) определение количества отдельных фаз
- 3) качественный и количественный анализ
- 4) Нет правильного ответа

9. Какой из методов дает возможность определения фазового состава образца:

- 1) рентгеноспектральный
- 2) рентгенографический
- 3) ИК-спектроскопия
- 4) Оже-спектроскопия

10. Самые интенсивные линии, возникшие при рентгеновской съемке данного вещества называют:

- 1) фазовые линии
- 2) **рефлексы**
- 3) реперные линии
- 4) нет правильного варианта

11. Карточка ASTM содержит:

- 1) более 2500 карточек
- 2) около 15000 карточек
- 3) **более 25000 карточек**
- 4) около 10000000 карточек

12. В карточку ASTM вносится информация

- 1) о значениях межплоскостных расстояний, соответствующих линиям рентгеновского спектра
- 2) об источнике рентгеновского излучения
- 3) о структуре исследуемого соединения
- 4) верны все варианты

13. Простая кубическая решетка имеет координационное число, равное

- 1) 8
- 2) **6**
- 3) 12
- 4) 4

14. Кубическая объемно-центрированная решетка имеет координационное число, равное

- 1) 6
- 2) **8**
- 3) 12

4) 4

15. Гексагональная плотноупакованная решетка имеет координационное число, равное

- 1) 6
- 2) 8
- 3) **12**
- 4) 4

16. Металлическое изделие – это

- 1) монокристалл
- 2) **поликристалл**
- 3) диэлектрик
- 4) все ответы верны

17. Реальный металл

- 1) анизотропен
- 2) **изотропен**
- 3) политропен
- 4) изоморфен

18. Однородная часть системы, отделенная от других частей системы поверхностью раздела, при переходе через которую химический состав или структура вещества изменяется скачком, называется

- 1) компонентой
- 2) зерном
- 3) расплавом
- 4) **фазой**

19. Решетки Бравэ кристаллической решетки отражает

- 1) химические свойства кристалла
- 2) деформацию кристалла
- 3) трансляционную симметрию кристалла
- 4) физические свойства кристалла

20. К высшей сингонии относитсярешетка:

- 1) триклинная
- 2) кубическая
- 3) ромбическая
- 4) моноклинная

21. К кубической сингонии не относится решетка Бравэ:

- 1) простая
- 2) объемно-центрированная
- 3) гранецентрированная
- 4) базоцентрированная

22. Сколько существует сингоний?
- 1) 4
 - 2) 6
 - 3) **7**
 - 4) 32
23. Элементарная ячейка может описываться:
- 1) 6-ю числами
 - 2) 3-мя длинами ребер
 - 3) 3-мя углами между ребрами
 - 4) **все варианты верны**
24. Пространственная группа симметрии характеризует:
- 1) внешнюю форму кристалла
 - 2) симметрию физических свойств кристалла
 - 3) **симметрию структуры кристалла**
 - 4) все варианты верны
25. В кристаллографии существует..... точечных классов
- 1) 230
 - 2) 7
 - 3) **32**
 - 4) 180
26. В кристаллографии имеется пространственных групп:
- 1) 10
 - 2) 144
 - 3) 179
 - 4) **230**
27. В кристаллах возможны оси симметрии:
- 1) любых порядков
 - 2) **1, 2, 3, 4, 6 порядков**
 - 3) 2,3,4,5,6 порядков
 - 4) 6, 7, и т.д. порядков
28. Определить индексы Миллера для плоскости, отсекающей на координатных осях отрезки, выраженные в долях элементарных трансляций и равные 1, 2, 3.
- 1) [1,0,6]
 - 2) **[6,3,2]**
 - 3) [2,3,6]
 - 4) [1,6,0]

29. Определить индексы Миллера для плоскости, отсекающей на координатных осях отрезки, выраженные в долях элементарных трансляций и равные $1/2$, 2 , $1/3$.

- 1) [1,4,6]
- 2) [6,3,2]
- 3) **[4,1,6]**
- 4) [1 6 0]

30. К индексам Миллера относятся:

- 1) индексы узла
- 2) индексы направления
- 3) **индексы плоскости**
- 4) все варианты верны

31. Зависимость свойств от направления (направленность свойств) в кристалле называется:

- 1) **анизотропия**
- 2) изотропия
- 3) полярность
- 4) неполярность

32. Свойство твердых тел обладать несколькими кристаллическими структурами, устойчивыми при различных температурах и давлениях называется:

- 1) изоморфизм
- 2) **полиморфизм**
- 3) анизотропность
- 4) изотропность

Коллоквиум

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности на этапе «Умения»

1. Основные понятия кристаллографии: кристаллическая решетка, базис, элементарная ячейка, примитивная ячейка, решетка Браве, ячейка Вигнера-Зейца.
2. Кристаллографические обозначения узлов, плоскостей и направлений.
3. Симметрия кристаллических решеток и кристаллических структур.
4. Элементы симметрии: ось симметрии, плоскость симметрии, центр симметрии.
5. Элементы симметрии: трансляция, инверсионные оси. Сложение элементов симметрии. Возможности сочетания осей.
6. Классы симметрии.
7. Ячейки Браве. Типы решеток Браве.
8. Пространственные (федоровские) группы симметрии.
9. Обозначения групп симметрии: по Шенфлису, международный, по Шубникову.
10. Предмет РСА. Исторические сведения. К. Рентген, М. Лауэ, У.Г. Брегг, У.Л. Брегг, Г. Вульф. Нобелевские премии 1901, 1914, 1915 гг. в области физики.
11. Природа рентгеновских лучей. Свойства. Схема опыта Лауэ.
12. Классические и квантово-механические представления о рентгеновских лучах.
13. Рентгеновские спектры: сплошной и характеристический.
14. Относительная и абсолютная интенсивность спектральных линий.

15. Основные элементы кинематической теории рассеяния рентгеновских лучей.
16. Два типа рассеяния рентгеновских лучей: когерентное и некогерентное.
17. Уравнение Вульфа-Брегга. Обратное пространство. Дифракционные индексы обратной решетки.
18. Рассеяние рентгеновских лучей атомами. Атомный фактор рассеяния. Его свойства.
19. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом в рамках кинематической теории дифракции.
20. Структурная амплитуда. Аналогия в описании рассеяния рентгеновских лучей атомом и элементарной ячейкой.
21. Структурный фактор. Интенсивность рассеяния элементарной ячейкой кристалла.
22. Интегральная интенсивность и фактор Лоренца.
23. Интенсивность отражения от поликристаллического образца. Фактор повторяемости.
24. Закономерные погасания рефлексов на примере рассеяния кристаллов с простыми элементарными ячейками: а) объемноцентрированная кубическая ячейка, б) гранецентрированная кубическая ячейка.
25. Влияние температуры на интенсивность Брегговских отражений. Температурный фактор.
26. Принципы методов рентгеноструктурного анализа. Аппаратура для рентгеноструктурных исследований, основные узлы.
27. Типы рентгеновских камер. Устройство рентгеновской трубки.
28. Качественный фазовый анализ в фотографическом и дифрактометрическом вариантах.
29. Метод Лауэ. Метод вращения. Метод Дебая-Шеррера.
30. Основные этапы установления структуры кристаллов.
31. Получение дифракционной картины от поликристаллического образца. Расчет рентгенограммы. Идентификация фазы.
32. Международная рентгенометрическая картотека JCPDS-ASTM, рентгенометрический определитель минералов, электронные рентгенометрические базы данных.
33. Определение типа элементарной ячейки Бравэ и пространственной группы симметрии.
34. Понятие функции профиля. Ширина линии, способы определения ширины.

Контрольная работа

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности на этапе «Владения»

Вариант 1

1. Найти индексы плоскости, которая отсекает на координатных осях следующие отрезки: а) 1; 2; 3; б) 1; ∞; 2; в) 1/3; ∞; -1/6; г) -1/2; 1/4; 3/4.
2. Определить число элементарных ячеек в кристалле объемом $V = 1 \text{ м}^3$: хлористого цезия (ОЦК-решетка); меди (ГЦК-решетка).
3. Какое максимальное число линий может появиться на рентгенограмме от простой кубической решетки с постоянной $a = 2,86 \text{ \AA}$, если исследование ведется на кобальтовом излучении с длиной волны $1,789 \cdot 10^{-8} \text{ см}$?

4. Определить постоянную решетки кристалла LiJ, если известно, что зеркальное отражение первого порядка рентгеновских лучей с длиной волны $2,10\text{Å}$ от естественной грани этого кристалла происходит при угле скольжения $10^\circ 5'$.
5. Вычислить постоянную a решетки кристалла бериллия, который представляет собой гексагональную структуру с плотной упаковкой. Параметр c решетки равен $0,359\text{ нм}$. Плотность ρ кристалла бериллия равна $1,82 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Вариант 2

1. Вычислить степень упаковки атомов в кристаллах, имеющих:
 - а) простую кубическую структуру;
 - б) ОЦК структуру;
 - в) ГЦК структуру.
2. Найти плотность ρ кристалла стронция, если известно, что решетка гранецентрированная кубическая, а расстояние d между ближайшими соседними атомами равно $0,43\text{ нм}$.
3. Доказать, что расстояние d между двумя соседними плоскостями типа $(h\ k\ l)$ в кубической решетке с ребром a определяется соотношением:

$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$
4. Известно, что длина волны характеристического рентгеновского излучения, полученного с медного анода, составляет $1,537\text{ Å}$. Эти лучи, попадая на кристалл алюминия, вызывают дифракцию от плоскостей (111) под брэгговским углом $19^\circ 2'$. Алюминий имеет структуру гранецентрированного куба, плотность его 2699 кг/м^3 , молярная масса – $26,98\text{ г/моль}$. Рассчитать число Авогадро по этим экспериментальным данным.
5. При съемке дебаеграммы серебра при температурах 18 и 630 °C интересующая нас линия появилась при углах $80^\circ 9'$ и $76^\circ 54'$. Вычислить коэффициент термического расширения.

Перечень вопросов к зачету

1. Основные понятия кристаллографии: кристаллическая решетка, базис, элементарная ячейка, примитивная ячейка, решетка Браве, ячейка Вигнера-Зейца.
2. Кристаллографические обозначения узлов, плоскостей и направлений.
3. Симметрия кристаллических решеток и кристаллических структур.
4. Элементы симметрии: ось симметрии, плоскость симметрии, центр симметрии.
5. Элементы симметрии: трансляция, инверсионные оси. Сложение элементов симметрии. Возможности сочетания осей.
6. Классы симметрии.
7. Ячейки Браве. Типы решеток Браве.
8. Пространственные (федоровские) группы симметрии.
9. Обозначения групп симметрии: по Шенфлису, международный, по Шубникову.
10. Предмет РСА. Исторические сведения. К. Рентген, М. Лауэ, У.Г. Брегг, У.Л. Брегг, Г. Вульф. Нобелевские премии 1901, 1914, 1915 гг. в области физики.

11. Природа рентгеновских лучей. Свойства. Схема опыта Лауэ.
12. Классические и квантово-механические представления о рентгеновских лучах.
13. Рентгеновские спектры: сплошной и характеристический.
14. Относительная и абсолютная интенсивность спектральных линий.
15. Основные элементы кинематической теории рассеяния рентгеновских лучей.
16. Два типа рассеяния рентгеновских лучей: когерентное и некогерентное.
17. Уравнение Вульфа-Брегга. Обратное пространство. Дифракционные индексы обратной решетки.
18. Рассеяние рентгеновских лучей атомами. Атомный фактор рассеяния. Его свойства.
19. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом в рамках кинематической теории дифракции.
20. Структурная амплитуда. Аналогия в описании рассеяния рентгеновских лучей атомом и элементарной ячейкой.
21. Структурный фактор. Интенсивность рассеяния элементарной ячейкой кристалла.
22. Интегральная интенсивность и фактор Лоренца.
23. Интенсивность отражения от поликристаллического образца. Фактор повторяемости.
24. Закономерные погасания рефлексов на примере рассеяния кристаллов с простыми элементарными ячейками: а) объемноцентрированная кубическая ячейка, б) гранецентрированная кубическая ячейка.
25. Влияние температуры на интенсивность Брегговских отражений. Температурный фактор.
26. Принципы методов рентгеноструктурного анализа. Аппаратура для рентгеноструктурных исследований, основные узлы.
27. Типы рентгеновских камер. Устройство рентгеновской трубки.
28. Качественный фазовый анализ в фотографическом и дифрактометрическом вариантах.
29. Метод Лауэ. Метод вращения. Метод Дебая-Шеррера.
30. Основные этапы установления структуры кристаллов.
31. Получение дифракционной картины от поликристаллического образца. Расчет рентгенограммы. Идентификация фазы.
32. Международная рентгенометрическая картотека JCPDS-ASTM, рентгенометрический определитель минералов, электронные рентгенометрические базы данных.
33. Определение типа элементарной ячейки Бравэ и пространственной группы симметрии.
34. Понятие функции профиля. Ширина линии, способы определения ширины.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинг-план дисциплины

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1			0	50
Текущий контроль			0	30

1. Тестовое задание	1,5	10	0	15
2. Коллоквиум	5	3	0	15
Рубежный контроль			0	20
1. Контрольная работа	4	5	0	20
Модуль 2			0	50
Текущий контроль			0	30
1. Тестовое задание	1,5	10	0	15
2. Коллоквиум	5	3	0	15
Рубежный контроль			0	20
1. Контрольная работа	4	5	0	20
Поощрительные баллы			0	10
Участие в олимпиаде, на конференции, активная работа на занятиях			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1.Посещение лекционных занятий			0	-6
2.Посещение практических занятий			0	-10
Итоговый контроль				
1. Зачет с оценкой				

Результаты обучения по дисциплине (модулю) у обучающихся оцениваются по итогам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80-100%; «удовлетворительно» – выполнено 40-80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0-40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

$$\text{Рейтинговый балл} = k \times \text{Максимальный балл},$$

где $k = 0,2$ при уровне освоения «неудовлетворительно», $k = 0,4$ при уровне освоения «удовлетворительно», $k = 0,8$ при уровне освоения «хорошо» и $k = 1$ при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов БашГУ:

На дифференцированном зачете выставляется оценка:

- отлично - при накоплении от 80 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- хорошо - при накоплении от 60 до 79 рейтинговых баллов,
- удовлетворительно - при накоплении от 45 до 59 рейтинговых баллов,
- неудовлетворительно - при накоплении менее 45 рейтинговых баллов.

При получении на экзамене оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», на зачёте оценки «зачтено» считается, что результаты обучения по дисциплине (модулю) достигнуты и компетенции на этапе изучения дисциплины (модуля) сформированы.