

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

АПАТИТСКИЙ ФИЛИАЛ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

По дисциплине: Б1.О.02.02.01 Физика
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

для направления подготовки (специальности) 04.03.01 Химия
код и наименование направления подготовки (специальности)

Неорганическая химия и химия координационных соединений
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки бакалавр
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра - разработчик: химии и строительного материаловедения
название кафедры - разработчика рабочей программы

Разработчик(и) В.В. Ефремов, доцент, к.т.н.
(ФИО, должность, ученая степень, (звание)

**Апатиты
2018**

Пояснительная записка

1. Методические указания составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 17 июля 2017 года, № 671, учебного плана в составе ОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профилю «Неорганическая химия и химия координационных соединений».

2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля).

Целью дисциплины (модуля) «Физика» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 04.03.01 Химия, что предполагает освоение обучающимися теоретических знаний в областях, выходящих за рамки общего курса физики, необходимых будущим специалистам в области химии и материаловедения, а конкретно затрагивающих термодинамику, оптику, физику конденсированного состояния вещества.

Задачи дисциплины (модуля):

- ознакомить обучающихся с различными аспектами физики, выходящими за рамки общего курса физики, и основными физическими и физико-химическими методами исследования на них основанными, которые необходимы будущим специалистам в области химии и материаловедения.

- сформировать навыки работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий

- сформировать навыки владения методами научных исследований; освоением теорий и моделей; навыками в проведении физических исследований по заданной тематике.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Физика»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия:

ОПК – 4 Способностью планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции
1.	ОПК - 4 Способностью планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется полностью	Знать: физические явления и закономерности, являющиеся основой методов экспериментальных исследований, особенности и параметры оборудования, реализующие эти методы; Уметь: использовать базовые знания в области физики знания для выбора эффективных методов физического эксперимента, производить отбор аппаратуры, методик измерений, обрабатывать результаты измерений;

	<p>знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>	<p>Владеть: методиками использования исследовательской и измерительной аппаратуры, способностью самостоятельно проводить исследования по заданной методике, навыками практической работы с современной измерительной аппаратурой, навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений.</p> <p>Индикаторы сформированности компетенций:</p> <p>ОПК-4.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности.</p> <p>ОПК-4.2. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик в части решения практических и теоретических задач.</p> <p>ОПК-4.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.</p>
--	--	--

Таблица 2 - Тематический план

№ п/п	Наименование и содержание самостоятельной	Кол-во часов
1	Основные законы термодинамики. Внутренняя энергия. Теплоемкость. Энтальпия. Энтропия. Основные термодинамические процессы идеальных газов. Цикл Карно.	8
2	Конденсированное состояние вещества. Фазовые равновесия. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. Методы термического анализа.	10
3	Кристаллическая решетка. Трансляционная симметрия. Векторы решетки. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Примитивная ячейка. Сингонии кристаллов. Дифракция рентгеновских лучей. Основы рентгенографического анализа. Реальные кристаллы. Дефекты кристаллической структуры.	10
4	Структурные методы исследования (оптическая электронная, атомно-силовая, туннельная микроскопия). Основы импеданс спектроскопии. Диффузия. Ионная проводимость.	4
5	Основные черты квантовой теории. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Типы связей в кристаллах. Основы зонной теории. Функции распределения Больцмана, Ферми, Бозе. Электроны, дырки, закон дисперсии электрона. Зоны Бриллюэна, эффективная масса. Уровень Ферми. Плотность состояний. Легирование (донор, акцептор). Уравнение непрерывности. Диэлектрики и Максвелловское время диэлектрической релаксации.	4
Итого:		36

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния. Учебное пособие. изд-во «Бином. Лаборатория знаний», 2013
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322596.html?SSr=010134171b106b0b2512518>
2. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики: Уч.пособие. изд-во Москва: Высшая школа, 1961. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=499317&sr=1

Дополнительная

1. Майер Избранные главы квантовой химии: доказательства теорем и вывод формул: учебное пособие. Изд.: Лаборатория знаний, 2014
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323135.html?SSr=380133f0e1105933045e518>
2. И. Майер Избранные главы квантовой химии: учебное пособие. Изд.: Лаборатория знаний, 2017
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015017.html?SSr=380133f0e1105933045e518>
3. Т.П. Петрова Дополнительные главы неорганической химии : учебное пособие. Изд.: Издательство КНИТУ, 2015
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788217178.html?SSr=380133f0e1105933045e518>

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Основные законы термодинамики. Внутренняя энергия, теплоемкость, энтальпия, энтропия. Основные термодинамические процессы идеальных газов. Цикл Карно.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Определение внутренней энергии?
2. Какие факторы влияют на внутреннюю энергию тел?
3. Работа в термодинамике?
4. Количество теплоты?
5. Теплоемкость, удельная теплоемкость, молярная теплоемкость?
6. Какова связь между теплоемкостью газа при постоянном давлении и постоянном объеме?
7. Понятие энтропии?
8. Понятие энтальпии?
9. I закон термодинамики.
10. Применение I закона термодинамики к изопротессам.
11. II закон термодинамики.
12. Работа при расширении и сжатии газа под поршнем.
13. Цикл Карно.
14. КПД тепловых машин.
15. Третье начало термодинамики?

2. Конденсированное состояние вещества. Фазовые равновесия. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. Методы термического анализа.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Правило фаз Гиббса?
2. Какие параметры характеризуют однокомпонентную систему?

3. Что такое тройная точка?
4. Системы с простой эвтектикой?
5. Системы с простой перитектикой?
6. Азеотропная точка?
7. Понятие конгруэнтного плавления?
8. Понятие инконгруэнтного плавления?
9. Определение линий ликвидуса и солидуса диаграмм состояния?
10. Понимать принципы построения двухкомпонентных фазовых диаграмм.
11. Определение фазового перехода?
12. Типы фазовых переходов?
13. Чем отличается фазовый переход 1-го рода от фазового перехода 2-го рода?
14. Описание фазового перехода второго рода как следствие изменения симметрии?
15. Примеры фазовых переходов 1-го и 2-го рода?
16. Понятие термического анализа?
17. Виды термического анализа?
18. Эндотермический и экзотермический тепловые эффекты?

3. Кристаллическая решетка. Трансляционная симметрия. Векторы решетки. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Примитивная ячейка. Сингонии кристаллов. Дифракция рентгеновских лучей. Основы рентгенографического анализа. Реальные кристаллы. Дефекты кристаллической структуры.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Дайте определение кристаллического вещества?
2. Дайте определение кристаллической решетки?
3. Как отличаются по строению кристаллическое вещество от некристаллического?
4. Дальний и ближний порядок?
5. Что такое элементарная ячейка?
6. Определение символа узла, символа плоскости, индекса плоскости?
7. Что такое симметрия?
8. Элементы симметрии?
9. Определение центра инверсии, оси симметрии, плоскости симметрии?
10. Что такое сингония?
11. Почему не существует осей симметрии 5-го порядка и выше шестого?
12. Решетки Бравэ?
13. Как делятся дефекты кристаллической решетки по геометрическим признакам?
14. Коэффициента компактности упаковки?
15. Какова природа рентгеновского излучения?
16. Какова связь между проникающей способностью рентгеновских лучей, длиной волны и напряжением на рентгеновской трубке?
17. Что такое кристаллографическая плоскость, миллеровские индексы?
18. Какая физическая модель соответствует лауэвскому выводу закона дифракции рентгеновских лучей?
19. Какая физическая модель соответствует брэгговскому выводу того же закона?
20. Основное уравнение Вульфа-Брэгга?

4. Структурные методы исследования (оптическая, электронная, атомно-силовая, туннельная микроскопия). Основы импеданс спектроскопии. Диффузия. Ионная проводимость.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Понятие структуры?

2. Виды структурного анализа?
3. Разрушающий и не разрушающий структурный анализ?
4. Понятие об устройстве и принципе работы оптического микроскопа?
5. Понятие об устройстве и принципе работы электронного микроскопа?
6. Понятие об устройстве и принципе работы атомно-силового микроскопа?
7. Понятие об устройстве и принципе работы туннельного микроскопа?
8. Что такое импеданс?
9. Ионная проводимость кристаллов: роль дефектов кристаллической структуры?
10. Какие основные модели термодинамических дефектов и предположения, лежат в их основе?
11. Явления переноса: диффузия и ионная проводимость в модели Френкеля. Уравнение Нернста – Эйнштейна?
12. Температурная зависимость ионной проводимости. Уравнение Аррениуса. Физический смысл энthalпии активации проводимости?
13. Обратимые и необратимые электроды. Поляризация электродов ионного проводника. Пространственный заряд в объёме ионного проводника. Вклад проводимости в диэлектрическую проницаемость ионного проводника?
14. Эквивалентные схемы и диаграммы импеданса ионного проводника?
15. Как определить статическую ионную проводимость и время релаксации с помощью диаграмм импеданса?

5. Основные черты квантовой теории. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Типы связей в кристаллах. Основы зонной теории. Функции распределения Больцмана, Ферми, Бозе. Электроны, дырки, закон дисперсии электрона. Зоны Бриллюэна, эффективная масса. Уровень Ферми. Плотность состояний. Легирование (донор, акцептор). Уравнение непрерывности. Диэлектрики и Максвелловское время диэлектрической релаксации.

Вопросы для самоконтроля знаний:

1. Что такое туннельный эффект?
2. Что такое «надбарьерное» отражение?
3. Что такое резонансное тунелирование?
4. Что такое «самофокусировка»?
5. Принцип неопределенности Гейзенберга?
6. Как разделяются по величине электропроводности металлы, полупроводники, диэлектрики?
7. Какие типы связей у металлов, полупроводников, диэлектриков?
8. Как образуются энергетические зоны в кристалле?
9. Принцип запрета Паули?
10. Закон дисперсии свободного электрона и вид дисперсии свободного электрона в пустой решетки?
11. Зоны Бриллюэна?
12. Что такое дырка с точки зрения структуры кристаллической решётки?
13. Что такое донорная/акцепторная примесь? Почему она так называется?
14. Что такое основные и неосновные носители?
15. Как зависит соотношение основных и неосновных носителей от количества легирующей примеси?
16. Каков общезначимый смысл функции распределения в статистических системах?
17. Почему считается, что функция распределения Ферми–Дирака показывает вероятность занятости энергетического уровня?

18. Чем отличается распределение Ферми–Дирака от распределения Максвелла–Больцмана?
19. Функция распределения Бозе?
20. Как изменяется положение уровня (квазиуровня) Ферми при изменении концентрации носителей заряда?
21. Каков физический смысл уравнения непрерывности?
22. Уравнение непрерывности в общем виде и смысл входящих в него членов?
23. Максвелловское время релаксации?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Итоговый уровень знаний обучающихся, приобретенный при изучении дисциплины «Физика», проверяется на экзамене.

Для проверки теоретической подготовки студентов по дисциплине на экзамен выносятся следующие вопросы:

1. Уравнение непрерывности как основное уравнение микроэлектроники.
2. Основы структурных методов исследования (оптическая электронная, атомно-силовая, туннельная микроскопия).
3. Уровень Ферми. Плотность состояний.
4. Основы рентгенографического анализа (дифракция рентгеновских лучей, устройство дифрактометра).
5. Процесс легирования (донор и акцептор).
6. Реальные кристаллы. Дефекты кристаллической структуры.
7. Зоны Бриллюэна, понятие эффективной массы.
8. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем.
9. Электроны, дырки, закон дисперсии электрона.
10. Основы кристаллографии (элементарная ячейка, примитивная ячейка, симметрия).
11. Понятие фазового пространства (пространство состояний).
12. Решетки Браве. Сингонии кристаллов.
13. Функции распределения Больцмана, Ферми, Бозе.
14. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем.
15. Типы связей в кристаллах. Основы зонной теории.
16. Основные методы термического анализа.
17. Металлы, полупроводники, диэлектрики.
18. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода.
19. Основные черты квантовой теории.
20. Основные термодинамические процессы идеальных газов (изохорный, изобарный).
21. Диффузия. Ионная проводимость.
22. Энтальпия. Энтропия. Внутренняя энергия. Работа. Теплоемкость.
23. Основы импеданс спектроскопии
24. Цикл Карно.
25. Основные законы термодинамики.
26. Диэлектрики и Максвелловское время диэлектрической релаксации.
27. Основные термодинамические процессы идеальных газов (изотермический, адиабатический).
28. Статистика электронов и дырок в полупроводниках (собственных и примесных).