МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан химического факультета

А.В. Князев

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| « | «26 | » |  | мая | 2016 г. |

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**04.03.01 «Химия»**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

**Химия и материаловедение**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород 2016

1. **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Строение вещества» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (Б1.В.06), является обязательной для освоения студентами очной формы обучения на первом году обучения в первом семестре.

Для освоения данной дисциплины студентам необходимо обладать базовыми знаниями по разделам химии, преподаваемым в рамках школьной программы (неорганическая химия, органическая химия), а также владеть математическим аппаратом в рамках школьной программы.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее при дальнейшем изучении дисциплин «Квантовая механика и квантовая химия», «Кристаллохимия», «Физические методы исследования», «Радиохимия и радиоэкология».

Дисциплина предшествует изучению основных разделов химической науки и ставит своей целью формирование у студентов современных представлений в области природы химического взаимодействия и основ строения вещества.

Целями освоения дисциплины являются:

* рассмотрение развития представлений о строении вещества от первых идей атомизма до теорий квантовой механики;
* рассмотрение основных методов определения электронной и пространственной структуры молекул;
* анализ роли симметрии при рассмотрении структуры молекул и их некоторых свойств.

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции**  **(код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине «Строение вещества», характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ПК-3*  *Владение системой фундаментальных химических понятий* | *З: Знать основные теоретические и фундаментальные законы, а также их потенциальное применение в различных областях химии для решения качественных и количественных задач*  *У: Уметь использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире*  *В: Владеть приемами решения исследовательских задач фундаментальных законов химии, а также практикой обработки полученных результатов* |
| *ОПК-1 (пороговый уровень)*  *Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач* | *В1 (ОПК-1) Владеть навыками работы с учебной литературой по дисциплине «Строение вещества»*  *У2 (ОПК-1) Уметь составлять схему генезиса материи на основе полученных знаний о строении вещества, определять тип и продукты радиоактивного распада, описывать строение атома с точки зрения строения ядра и его электронной оболочки, анализировать геометрию химических частиц на основании основных положений метода отталкивания электронных пар валентной оболочки (метода Гиллеспи), описывать электронную структуру двухатомных гомо- и гетероядерных молекул с точки зрения метода молекулярных орбиталей.*  *З1 (ОПК-1) Знать теоретические основы теории строения атома Бора- Резерфорда, метода отталкивания электронных пар валентной оболочки (метода Гиллеспи), квантовой механики, теории поля лигандов и теории кристаллического поля.* |
| *ОПК-3 (пороговый уровень)*  *Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности* | *В1 (ОПК-3) Владеть навыками работы с учебной литературой по дисциплине «Строение вещества» и основной терминологией курса (атом, молекула, нуклоны, изотопы, изотоны, изобары, ядерные изомеры, дефект масс, энергия связи, радиоактивность, спектр, стерическое число, лиганд, волновая функция, длина волны де Бройля, радиус Боровской орбиты, молекулярная орбиталь, квантовое число)*  *У1 (ОПК-3) Уметь решать типовые учебные задачи на определение количественно качественного состава ядра атома, расчет дефекта массы, установление типа радиоактивного распада, расчет частот электромагнитного излучения в спектрах водородоподобных ионов с помощью теории Бора-Резерфорда, установление распределения электронов в атоме по уровням, подуровням и орбиталям, определение квантовых чисел электронов, определение геометрии молекул с помощью метода отталкивания электронных пар валентной оболочки (метода Гиллеспи), построение диаграмм молекулярных орбиталей.*  *З1 (ОПК-3) Знать теоретический аппарат смежных дисциплин: квантовая механика (волновая функция, квантовое число, плотность вероятности, уравнение Шредингера), радиохимия и ядерная физика (радиоактивность, виды радиоактивного распада), физические методы исследования химических веществ (основы спектроскопии, методика регистрации ИК и КР спектров), неорганическая химия (метод молекулярных орбиталей, теория поля лигандов), кристаллохимия (операции и группы симметрии), органическая химия (определение геометрии молекул с помощью метода отталкивания электронных пар валентной оболочки)* |

1. **Структура и содержание дисциплины «Строение вещества»**

Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 87 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (51 час занятия лекционного типа, 34 часа занятия семинарского типа, 2 часа контроль самостоятельной работы), 54 часа мероприятия текущего контроля успеваемости, 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине** | **Всего**  **(часы)** | в том числе | | |  |
| **контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | |  | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** |
| **Занятия лекционного типа** | **Занятия семинарского типа** | **Всего** |
| Раздел 1. Строение атома. Развитие представлений о строении атома. Состав атомных ядер. Радиоактивность. Атомные модели Квантовые числа и распределение электронов по уровням, подуровням. | 32 | 15 | 8 | 23 | 9 |
| Раздел 2. Основные характеристики атомов. Радиусы атомов и ионов. Изменение атомных и ионных радиусов по периодам и группам периодической системы. Эффекты d и f сжатия. Потенциалы ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. | 30 | 12 | 8 | 20 | 10 |
| Раздел 3.Химическая связь и валентность. Механизм образования химической связи. Насыщаемость и направленность химической связи. Квантово-механическая тракттовка. Типы химической связи. Валентность. Количественные характеристики химических связей. Гибридизация атомных орбиталей. Метод Гиллеспи. Теория молекулярных орбиталей. Химическая связь в комплексных соединениях. | 32 | 12 | 10 | 22 | 10 |
| Раздел 4. Строение вещества. Молекула и молекулярные параметры. Межмолекулярные взаимодействия. Конденсированные системы, их свойства и строение. Ионные кристаллы. Металлическая связь. Плотнейшие упаковки. Молекулярные кристаллы. Жидкое состояние вещества. | 30 | 12 | 8 | 20 | 10 |
| Контроль самостоятельной работы | 2 |  | 2 | 2 |  |
| **Промежуточная аттестация –**  **Экзамен (1 семестр)** | 54 |  |  |  |  |
| **Итого** | **180** | **51** | **36** | **87** | **39** |

**3.1. Содержание разделов дисциплины**

**1.Строение атома**

Развитие представлений о строении атома. Строение атомного ядра. Методы исследования состава и строения атомных ядер. Состав атомных ядер. Протонно-нейтронная теория строения ядра. Характеристика нуклонов ядра. Взаимные превращения нуклонов. Энергия связи ядра. Дефект массы. Природа ядерных сил. Заряд ядра. Массы атомных ядер, массовые числа, размеры атомных ядер. Изотопы, изобары, нуклиды. Устойчивость атомных ядер и их систематика. Причины нестабильности атомных ядер. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Дифференциальная и интегральная формы. Период полураспада, константа распада, графическое изображение закона радиоактивного распада. α- и β-распад, гамма-излучение. Энергетические условия радиоактивного распада, спектры, взаимодействие с веществом. Радиоактивные семейства: семейства урана-238, урана-235, тория-232. Радиоактивные элементы в природе. Атомные модели. Волновая теория строения атома. Двойственная природа электрона. Принцип неопределенности. Понятия об электронном облаке. Электронная плотность. Радиальное распределение электронной плотности около ядра атома водорода в основном и возбужденном состояниях. Понятие о радиусе атома. Квантовые числа как характеристики состояния электрона в атоме. s-, p-, d-, f-электроны и распределение их электронной плотности около ядра атома. Понятия энергетического уровня, подуровня, электронного слоя, электронной оболочки, атомной орбитали (АО). Порядок заполнения электронных оболочек и их ёмкость. Правило Паули, правило Хунда, правило Клечковского. Строение электронных оболочек атомов.

**2. Основные характеристики атомов.**

Периодичность свойств атомов. Радиусы атомов и ионов. Ковалентные и металлические радиусы. Эффективные и орбитальные радиусы. Ван-дер-Ваальсовы радиусы. Изменение атомных и ионных радиусов по периодам и группам периодической системы. Эффекты d- и f-сжатия. Потенциалы ионизации, сродство к электрону, электроотрицательностей по Полингу, Малликену, Олреду-Рохову, Гордии. Переменная электроотрицательность.

**3. Химическая связь и валентность**

Современные представления о химической связи. Основные особенности химического взаимодействия и механизм образования химической связи. Насыщаемость и направленность химической связи. Квантово-механическая трактовка механизма образования химической связи. Основные типы химической связи: ковалентная, ионная, металлическая. Модельные представления о природе химического взаимодействия. Теория валентных связей (ВС). Донорно-акцепторная связь. Многоцентровая связь. Валентность. История развития постоянной валентности. Валентность с позиции метода ВС. Постоянная и переменная валентности. Валентность и степень окисления атомов в соединениях. Координационное число химически связанного атома, как характеристика, дополняющая валентность. Понятие о валентной и координационной насыщенности. Одинарные и кратные связи. σ- и π-связи их относительная устойчивость. Количественная характеристика химических связей. Порядок связи, энергия связи, длина связи, валентный угол. Понятие о эффективном заряде на химически связанном атоме. Дипольный момент связи. Дипольный момент многоатомной молекулы. Поляризация химических связей. Трактовка полярных связей с позиции модели поляризующихся ионов. Понятие о гибридизации атомных орбиталей. Гибридизация с участием неподеленных электронных пар. Пространственное строение гибридных орбиталей пространственная конфигурация химических соединений с позиции метода ВС. Локализованные и делокализованные связи. Трех- и многоцентровые связи. Методы отталкивания электронных пар. Постулаты Гиллеспи. Пространственная конфигурация молекул и химических соединений с позиции метода отталкивания электронных пар. Теория молекулярных орбиталей (МО). Основы положения теории МО. Энергетические диаграммы, связывающая и разрыхляющая МО. Порядок связи в теории МО. Сравнение теорий ВС и МО. Химическая связь в комплексных соединений. Донорно-акцепторная, дативная и координационная связи. Образование σ- и π-связи в комплексных соединениях. Квантово-механические методы трактовки природы химической связи в комплексных соединениях. Понятие о теории кристаллического поля, теории поля лигандов. Пространственная конфигурация комплексов.

**4. Строение вещества.**

Понятие о веществе с позиций химической науки. Развитие генезиса атом – молекула – макровещество. Агрегатное состояние вещества: твердое, жидкое, газообразное, плазма. Молекула как одна из основных форм существования вещества. Молекулярные параметры: длина связи, валентные углы, силовая постоянная связи, симметрия молекул. Электрические и магнитные свойства молекул. Межмолекулярные взаимодействия. Эффект Дебая, Кезома, Лондона. Факторы, определяющие энергию межмолекулярного взаимодействия. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Водородная связь. Природа водородной связи. Методы МО и ВС в описании водородной связи. Слабые и сильные водородные связи. Влияние водородной связи на свойства и строение вещества. Конденсированные системы, их свойства и строение. Взаимодействие в конденсированных системах. Твердые вещества и их классификация по типу связи. Ковалентные кристаллы, их строение. Роль современных теорий химической связи в изучении строения ковалентных кристаллов. Метод локализованных орбиталей. Зонная теория строения ковалентных кристаллов. Блоховские функции. Валентная зона, запрещенная зона, зона проводимости и полная зонная структура. Электрофизические свойства ковалентных кристаллов. Полупроводники и диэлектрики. Ионные кристаллы. Особенности ионной связи и их проявление в строении и свойствах ионных кристаллов. Электростатические модели ионных кристаллов. Модель сферических ионов. Уравнение Борна. Модель с частично поляризующими ионами. Ненасыщаемость ионной связи. Энергия ионных кристаллов и методы её определения. Металлы, металлическая связь. Теория строения металлов. Модель свободного электрона. Зонная теория электронного строения металлов. Особенности металлической связи. Плотнейшие упаковки. Молекулярные кристаллы. Применение зонной теории для объяснения электрических и оптических свойств молекулярных кристаллов. Геометрическая модель. Межмолекулярные радиусы. Коэффициент упаковки. Энергия кристаллической решетки как функция параметров решетки. Жидкое состояние вещества. Взаимодействия в жидкости. Дальнодействующие и близкодействующие взаимодействия. Сольватация. Строение жидких фаз. Ассоциаты и комлексы. Свойства жидкости как функция свойств элементов её составляющих.

1. **Образовательные технологии**

Лекционный курс базируется на ряде специально разработанных интерактивных презентаций. Лекционный курс сопровождается рядом семинарских занятий, представляющих собой сочетание рассмотрения некоторых частных аспектом теоретических проблем дисциплины и решения практических задач, типичных для научно-исследовательской работы профессиональных ученых-химиков. Также дисциплина подразумевает самостоятельную работу студентов с современной литературой и веб-ресурсами.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в целом в учебном процессе составляет 70% аудиторных занятий.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу и контрольным работам и тестам.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

* Устный опрос
* Контрольная работа «Строение атома. Радиоактивность»
* Контрольные работы «Метод Гиллеспи. Теория молекулярных орбиталей»

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена.**

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:**

**6.1. Перечень компетенций** выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, в которых участвует дисциплина «Строение вещества», приведены в таблице.

**ОПК-1 -** Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач.

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 04.03.01 **«Химия».**

Уровни освоения компетенций: пороговый.

**ОПК-3 -** Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Профессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 04.03.01 **«Химия».**

**ПК-3 –** Владение системой фундаментальных химических понятий.

Уровни освоения компетенций: пороговый.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровень освоения компетенций** | **Планируемые результаты обучения** (показатели достижения уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Первый уровень** (пороговый) **(ОПК-1) – I** – приобретение **базовых знаний основных химических дисциплин** (неорганической, органической, аналитической, физической химии, химии высокомолекулярных соединений, химических основ биологических процессов и химической технологии) | Владеть:  навыками работы с учебной литературой по соновным химическим дисциплитнам  В1 (ОПК-1) - I | Не владеет | Владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч. с использованием электронных ресурсов | Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным химическим дисциплинам | Владеет навыками самостоятельного изучения отдельнывх разделов учебной литературы по основным химическим дисциплинам и обсудения освоенного материла | Владеет навыками критического анализа учебной информации по осоновным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам. |
| Уметь:  выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин  У1 (ОПК-1) - I | Не умеет | Умеет классифицировать вещества, составлять структурные и пространственные формулы основных классов органических и неорганических соединений, называть вещества в соответствиис номенклатурой ИЮПАК | Умеет интерпретировать результаты относитлеьно протсых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин | Умеет составлять схемы процессов с использованием хнаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности в формулировке условий осуществелния таких процессов | Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин |
| Уметь:  решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам  У2 (ОПК-1) - I | Не умеет | Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии, но допускает отдельные ошибки | Умеет решать типовые задачи базовых курсов химии | Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов химии | Умеет решать задачи повышенной сложности базовых курсов химии |
| Знать:  теоретические основы базовых химических дисциплин  З1 (ОПК-1) - I | Не знает | Заьрудняет в определении базовых понятий и формулировке основных законов химии | Имеет представление о содержании основных отдельных химических дисциплин, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках | Имеет представление о содержании освных учебных курсов по химии, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин | Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин |
| **Первый уровень** (пороговый) **(ОПК-3) – I** – приобретение базовых знаний основных разделов математики (аналитическая геометрия, линейная алгебра,математический анализ, дифференциальные уравнения) и естественнонаучных дисциплин (классическая и квантовая механика, электричество, оптика, физика твердого тела, химические основы биологических процессов), необходимых для решения задач профессиональной деятельности | Владеть:  навыками работы с учебной лимтературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин  В1 (ОПК-3) - I | Не владеет | Владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч. с использованием электронных ресурсов, частично владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин | Владеет навками воспроизведения освоенного учебного материала, в целом владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин | Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы, владеет основной терминологией и понятийным аппаратом математических базовых математических и естественнонаучных дисциплин | Владеет навыками критического анализа учебной информации, уровень владения терминологией и понятийным аппаратом позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным впоросам базовых математических и естественнонаучных дисциплин |
| Уметь:  решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин  У1 (ОПК-3-) - I | Не умеет | Умеет решать типовые задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин, но допускает отдельные ошибки | Умеет решать типовые задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин | Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин | Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов естественнонаучных дисциплин |
| Знать:  математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области имии и материаловедения  З1 (ОПК-3) - I | Не знает | Не может привести примеры использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения. | Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения, но допускает неточности в формулировках | Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения | Имеет четкое, целостное представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения |
| Знать:  основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин  З2 (ОПК-3) - I | Не знает | Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов смежных с химией естественнонаучных дисциплин | Имеет представление о содержании отдельных разделов смежных с химией естественнонаучных дисциплин, но допускает неточности в формулировках | Имеет представление о содержании основных разделов смежных с химией естественнонаучных дисциплин, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей этих областей знания | Имеет четкое, целостное представление об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения |
| (ПК-3)  владение  системой фундаментальных химических понятий | Владеть: навыками использования теоретических основ фундаментальных разделов химии прирешении конкретных химических задач | Не владеет | Имеет общее представление о возможности практического использования теоретических основ химическх дисциплин | Способен предложить примеры использования теоретических представлений основных разделов химии для решения задач | Владеет навыками моделирования теоретических моделей при интерпретации полученных результатов при решении задач | Владеет навыками применения теоретических моделей и интерпретации полученных результатов |
| Уметь:  решать типовые учебные задачи по основным разделам химии | Не умеет | Умеет решать типовые задачи из базовых курсов х, но допускает отдельные ошибки | Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии | Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов химии | Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии |
| Знать:  основные теоретические положения и законы химии и естественнонаучных дисциплин | Не знает | Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов и естественнонаучных дисциплин | Имеет представление о содержании отдельных разделов химии и естественнонаучных дисциплин, но допускает неточности в формулировках | Имеет представление о содержании основных разделов химии и естественнонаучных дисциплин, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей этих областей знания | Имеет четкое, целостное представление об общих закономерностях химии и естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач |

При изучении дисциплины «Строение вещества» студенты получают следующие знания, умения и владения в рамках освоения компетенций ОПК-1, ОПК-3, ПК-3:

З1 (ОПК-1) Знать теоретические основы теории строения атома Бора- Резерфорда, метода отталкивания электронных пар валентной оболочки (метода Гиллеспи), квантовой механики, теории поля лигандов и теории кристаллического поля.

З1 (ОПК-3) Знать теоретический аппарат смежных дисциплин: квантовая механика (волновая функция, квантовое число, плотность вероятности, уравнение Шредингера), радиохимия и ядерная физика (радиоактивность, виды радиоактивного распада), физические методы исследования химических веществ (основы спектроскопии, методика регистрации ИК и КР спектров), неорганическая химия (метод молекулярных орбиталей, теория поля лигандов), кристаллохимия (операции и группы симметрии), органическая химия (определение геометрии молекул с помощью метода отталкивания электронных пар валентной оболочки).

З2 (ПК-3): Знать основные теоретические и фундаментальные законы, а также их потенциальное применение в различных областях химии для решения качественных и количественных задач.

В1 (ОПК-1) Владеть навыками работы с учебной литературой по дисциплине «Строение вещества» (см. пункт 7).

В1 (ОПК-3) Владеть навыками работы с учебной литературой по дисциплине «Строение вещества» и основной терминологией курса (атом, молекула, нуклоны, изотопы, изотоны, изобары, ядерные изомеры, дефект масс, энергия связи, радиоактивность, спектр, стерическое число, лиганд, волновая функция, длина волны де Бройля, радиус Боровской орбиты, молекулярная орбиталь, квантовое число).  
В2 (ПК-3): Владеть приемами решения исследовательских задач фундаментальных законов химии, а также практикой обработки полученных результатов.

У2 (ОПК-1) Уметь составлять схему генезиса материи на основе полученных знаний о строении вещества, определять тип и продукты радиоактивного распада, описывать строение атома с точуки зрения строения ядра и его электронной оболочки, анализировать геометрию химических частиц на основании основных положений метода отталкивания электронных пар валентной оболочки (метода Гиллеспи), описывать электронную структуру двухатомных гомо- и гетероядерных молекул с точки зрения метода молекулярных орбиталей.

У1 (ОПК-3) Уметь решать типовые учебные задачи на определение количественно качественного состава ядра атома, расчет дефекта массы, установление типа радиоактивного распада, расчет частот электромагнитного излучения в спектрах водородоподобных ионов с помощью теории Бора-Резерфорда, установление распределения электронов в атоме по уровням, подуровням и орбиталям, определение квантовых чисел электронов, определение геометрии молекул с помощью метода отталкивания электронных пар валентной оболочки (метода Гиллеспи), построение диаграмм молекулярных орбиталей.

У2 (ПК-3): Умение использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире.

**6.2. Описание шкал оценивания**

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентами изученного материала;
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен в 1 семестре проводится в письменной форме в виде заданий теоретического курса. Студент должен дать полный и развернутый ответ.

**Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется ответ по билету на экзамене.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Превосходно | Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий поход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на практических занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы\*. |
| Отлично | Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на практических занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы. |
| Очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы. |
| Хорошо | В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент работал на практических занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы. |
| Удовлетворительно | Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос. Студент посещал практические занятия, но имеет низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы. |
| Неудовлетворительно | Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы на теоретические вопросы билета. Студент посещал практические занятия, но имеет очень низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы. |
| Плохо | Студент отказался отвечать на экзаменационный билет. |

\*информация предоставляется преподавателем, ведущим практические занятия.

**6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- ***письменные ответы*** на вопросы контрольных;

- ***устные ответы на вопросы при фронтальном опросе*** на семинарских занятиях;

*-* ***письменный ответ*** на экзамене (1 семестр)

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- ***практические контрольные задания*** (ПКЗ), включающие выполнение одной или нескольких задач.

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.**

***Примерный перечень вопросов (контрольная работа) для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-1, ОПК-3, ПК-3:***

1. Для нуклида 98Sr определить: а) число протонов и нейтронов в его составе, б) дефект массы (в а.е.м.), в) энергию связи в расчете на один нуклон (в МэВ). Масса атома равна 97.928 а.е.м. **(ОПК-1)**
2. В начальный момент времени имелся β- радиоактивный нуклид 22F. Его начальная масса m0 = 128 грамм, Т1/2 = 4,23 секунды. Определить а) сколько грамм изотопа останется через промежуток времени, равный пяти периодам его полураспада (принять, что атомная масса изотопа (г/моль) численно равна его массовому числу, б) какой нуклид образуется в результате распада? **(ОПК-1)**
3. С помощью теории Бора-Резерфорда рассчитать значения частоты электромагнитного излучения, соответствующей второй линии серии Бальмера в спектре водородоподобного иона N6+ **(ОПК-3)**
4. Для химических элементов Ta и At: а) написать распределение электронов по уровням, б) написать распределение электронов по подуровням, в) показать с помощью квантово-химических ячеек распределение на орбиталях подуровней четырех внешних уровней, г) для любых s, p, d, f электронов (из задания 4а) указать полный набор квантовых чисел **(ОПК-3)**
5. С помощью метода Гиллеспи определить для молекул ClF3 и NO2-CH2-NO2: а) конфигурацию б) оценить искажение валентных углов в) определить, полярна ли она **(ПК-3)**
6. Для частиц В2 и О2 а) показать диаграммы молекулярных орбиталей б) рассчитать кратность связи в них в) указать, какие из них диамагнитны и парамагнитны в) определить, в какой из них связь прочнее **(ПК-3)**

***Примерный перечень вопросов (экзамен)*** ***для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-1, ОПК-3, ПК-3:***

1. Напишите основные теории атомного ядра и их принципиальные отличия друг от друга, а также покажите схематично график зависимости энергии связи нуклонов в атомном ядре в расчете на один нуклон от массового числа для атомов химических элементов. Для нуклида 177W определить а) число протонов и нейтронов в его составе, б) дефект массы (в а.е.м.), в) энергию связи нуклонов в расчете на один нуклон (в МэВ). Масса атома равна 176.946620 а.е.м. **(ОПК-1)**

2. Напишите основные виды радиоактивного распада, а также закон радиоактивного распада в интегральной и дифференциальной формах. В начальный момент времени имелся β- - радиоактивный нуклид 22F. Его начальная масса m0=128 грамм, T1/2=4.23 секунд. Определить а) сколько грамм изотопа останется через 10 секунд; б) какой нуклид образуется в результате распада **(ОПК-1)**

3. Сформулируйте постулаты Н.Бора. С помощью теории Бора-Резерфорда рассчитать значения частоты электромагнитного излучения, соответствующей третьей линии серии Пашена в спектре водородоподобного иона C5+. Рассчитать радиус первой орбиты в данном ионе **(ОПК-1)**

4. Запишите уравнение Шредингера в развернутом виде. Дайте полную характеристику орбитального квантового числа. Изобразите орбиталь. Для химического элемента Ir: а) написать распределение электронов по уровням, б) написать распределение электронов по подуровням, в) показать с помощью квантовохимических ячеек распределение электронов на орбиталях подуровней четырех внешних уровней, г) для любых s, p, d, f электронов указать полный набор квантовых чисел **(ОПК-3)**

5. Какие параметры химической связи Вы знаете? Дайте определение термину “порядок химической связи”. С помощью метода Гиллеспи для молекул SOF4 и Cl2O7 а) определить конфигурацию, б) оценить искажение валентных углов, в) определить полярны ли они **(ОПК-3)**

6. Изобразите πy и πy\* орбитали. Для частиц Li2 и O2 а) показать диаграммы молекулярных орбиталей, б) рассчитать кратность связи в них, в) указать какие из них диамагнитны и парамагнитны, г) определить в какой из них связь прочнее **(ОПК-3)**

7. Указать элементы симметрии и точечные группы симметрии для следующих молекул: CO2, CH4 **(ПК-3)**

8. Указать правильные варианты ответов на следующие вопросы и кратно объяснить выбор:

1. Какие виды межмолекулярного взаимодействия зависят от температуры:

а) дисперсионное; б) все; в) ориентационное и дисперсионное; г) ориентационное; д) ориентационное и индукционное.

1. Какие виды межмолекулярного взаимодействия имеют место в смеси воды и ацетона:

а) дисперсионное; б) все; в) ориентационное и дисперсионное; г) ориентационное; д) ориентационное и индукционное.

Как изменяется энергия ориентационного взаимодействия (по модулю) в ряду HCl-HBr-HI? **(ПК-3)**

* 1. **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД
3. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Строение вещества»**

Теоретическая подготовка к промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

**7.1. Основная литература:**

1. Глинка, Н.Л. Общая химия. в 2т. Том 1: учебник для СПО / Н.Л. Глинка. – 19-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 364 с.

Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/FA6B1E60-683F-4337-A54B-0F4C13F6998E#page/1>

2. Ермаков, А.И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.И, Ермаков. – М. : Издательсство Юрайт, 2017. – 183 с.

Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/F55EE297-33DF-4B10-B7F7-E9197C0F1490#page/1>

3. Ермаков, А.И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.И, Ермаков. – М. : Издательсство Юрайт, 2017. – 402 с.

Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/6149CFF0-5AE4-4BC0-AA0D-6284AE6BCED3#page/1>

4. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. В 2 кн. Книга 1: учебник для вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – 215 с.

Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/71069235-761D-43CB-813C-E3E1FF3E2FA7#page/1>

**7.2. Дополнительная литература:**

1. Физическая химия. В 2 кн. Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика: Учеб. для вузов. / К.С. Краснов, Н,К. Воробьев, И.Н. Годнев и др.; под ред. К.С. Краснова – М.: Высш.шк., 2011. – 512 с., ил.

2. Шрайвер, Д. Неорганическая химия. В 2-х т. Т. 1. / Д. Шрайвер, П. Эткинс. – М.: Мир, 2004. – 679 с., ил.

**7.3. Рекомендуемая литература:**

1. Неорганическая химия. В 3 т. / Под ред. академика Ю.Д. Третьякова Том 1. Физико-химические основы неорганической химии. / М.Е. Тамм, Ю.Д. Третьяков; - М: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.

2. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. – М.: Мир, 2001. – 519 с., ил. (Теоретические основы химии).

**7.4. Интернет-ресурсы:**

<http://chembaby.com/stroenie-veshhestva/>

<https://ocw.mit.edu/courses/>

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии на сайте издательства «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>), доступ к которой предоставлен студентам. Сайт издательства «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>) содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Лекционная (вместимость 200 человек) и семинарская (вместимость 40 человек) аудитории, оборудованные мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, а также доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия», профиль «Химия и материаловедение».

Авторы

к.х.н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.Н. Буланов

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.Г. Черноруков

Рецензент (ы)

к.х.н. с.н.с. ФГУП "ФНПЦ

НИИИС им. Ю.Е. Седакова"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.А. Сазонов

Заведующий кафедрой,

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.В. Сулейманов

Программа одобрена на заседании методической комиссии химического факультета

от 19 мая 2016 года, протокол № 13.