

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Факультет инновационных технологий

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

С. В. Шидловский

Рабочая программа дисциплины

Химия

по направлению подготовки / специальности

27.03.05 Инноватика

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Управление инновациями в наукоемких технологиях

Форма обучения

Очная

Квалификация

инженер-аналитик/инженер-исследователь

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

О.В. Вусович

Председатель УМК

О.В. Вусович

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК 1 – Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ООПК 1.1 Знает фундаментальные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и математические законы

2. Задачи освоения дисциплины

– получить базовые знания по важнейшим разделам химии: периодический закон и система Д.И. Менделеева; теории строения атома, теории химической связи и валентности; основные законы термодинамики и кинетики; теории и законы растворов; закономерности периодической системы в химии элементов;

– приобрести навыки работы с химическими веществами с соблюдением техники выполнения лабораторных работ и норм техники химической безопасности.

– проводить химические эксперименты по предлагаемым методикам и интерпретировать полученные результаты.

- Освоить классификацию, структуры, изомерию и номенклатуру, классы органических веществ, их свойства и реакционную способность.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Первый семестр, зачет

Второй семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у учащихся в результате обучения в средней общеобразовательной школе.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 часов, из которых:

-лекции: 38 ч.

-лабораторные: 52 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Раздел Общая и неорганическая химия

Тема 1. Введение

Место химии в ряду фундаментальных наук. Предмет и задачи химии. Основные этапы развития химии.

Тема 2. Основные законы и понятия химии

Формы существования материи. Атом, молекула, химический элемент. Простое и сложное вещество. Моль – мера количества вещества. Стехиометрические законы, условия их применения. Понятие эквивалента в химии. Закон эквивалентов.

Тема 3. Строение атома

Развитие представлений о сложной структуре атома. Модели атома Резерфорда, Бора. Корпускулярно – волновые свойства микрочастиц. Уравнение волны де Бройля. Основы квантово – механической теории строения атома. Принцип неопределенности Гейзенберга. Понятие волновой функции. Волновое уравнение Шредингера. Характеристика состояния электрона в атоме набором квантовых чисел. Понятие атомной орбитали. Заполнение атомных орбиталей электронами. Принцип Паули, правило Хунда. Энергетическая диаграмма уровней, подуровней, атомных орбиталей в многоэлектронных атомах. Емкость электронных оболочек атомов.

Тема 4. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева

Периодический закон Д.И. Менделеева. Структура и форма периодической системы. Связь электронного строения атома элемента с его положением в периоде, группе, подгруппе, семействе. Электронные аналоги элементов. Периодичность в изменении свойств атомов элементов (радиусы атомов и ионов, энергия ионизации, сродство к электрону), химических свойств простых и сложных веществ как результат периодичности электронных структур атомов.

Тема 5. Химическая связь

Модель возникновения и природа химической связи. Характеристики химической связи: энергия, длина, валентные углы, кратность, полярность. Теории ковалентной связи. Метод валентных схем. Метод молекулярных орбиталей. Условия образования ковалентной связи. Свойства ковалентной связи. Ионная связь, свойства ионной связи. Образование ионной кристаллической решетки как результат ненаправленности и ненасыщаемости ионной связи. Свойства соединений с преимущественно ионным типом связи.

Металлическая связь. Понятие о зонной теории твердого тела. Металлы, полупроводники, диэлектрики.

Водородная связь. Внутри- и межмолекулярная водородная связь. Влияние водородной связи на свойства веществ. Водородная связь в белках.

Тема 6. Начала химической термодинамики

Внутренняя энергия и энтальпия вещества. Первый закон термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимические уравнения. Закон Гесса и следствия из него. Движущие силы химического процесса. Понятие об энтропии. Направление самопроизвольного протекания химических реакций. Второй закон термодинамики. Энергия Гиббса образования веществ.

Тема 7. Основы химической кинетики. Катализ

Классификация реакций в химической кинетике. Понятие средней и истинной скорости химической реакции. Основной закон химической кинетики - закон действующих масс. Понятие константы скорости химической реакции. Понятие элементарной стадии сложной реакции. Понятие о теории активированного комплекса.

Катализ. Влияние катализатора на скорость химической реакции. Катализ гомогенный, гетерогенный, ферментативный. Ингибирование.

Тема 8. Химическое равновесие

Необратимые и обратимые процессы. Понятие константы равновесия, закон действующих масс и его применение к гомогенным и гетерогенным системам. Направление смещения химического равновесия при изменении параметров системы. Принцип Ле-Шателье.

Тема 9. Окислительно-восстановительные процессы

Окислительно-восстановительные процессы в растворах. Важнейшие окислители и восстановители. Ионно-молекулярные уравнения окислительно-восстановительных реакций. Стандартные электродные потенциалы. Ряд напряжений металлов. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Понятие о гальваническом элементе. Электролиз в растворах и расплавах.

Тема 10. Растворы

Классификация растворов. Растворение как физико-химический процесс. Теории растворов. Растворимость веществ и факторы, влияющие на нее (природа и агрегатное состояние веществ, температура, давление, присутствие других веществ). Понятие о фазовых равновесиях и диаграммах состояния. Фазовая диаграмма состояния воды. Правило фаз Гиббса.

Понятие об идеальном растворе. Свойства разбавленных растворов неэлектролитов. Законы Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия. Осмос. Осмотическое давление растворов. Закон Вант-Гоффа. Осмос в природе.

Теория электролитической диссоциации. Представление о механизме электролитической диссоциации. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Применение закона действующих масс к равновесиям в растворах электролитов.

Ионные равновесия в растворах электролитов. Кислоты, основания, амфотерные электролиты. Равновесие диссоциации воды. Ион гидроксония. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН) растворов. Кислотность и щелочность почв, рН жидкостей организма. Гидролиз солей. Равновесие труднорастворимый электролит - насыщенный раствор. Произведение растворимости.

2 семестр Органическая химия

Тема 1. Введение. Способы изображения молекул органических соединений, молекулярные, структурные и электронные формулы. Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Изомерия. Основные функциональные группы и классы органических соединений.

Тема 2. Номенклатура органических соединений. Основы номенклатуры органических соединений. Заместительная номенклатура, ЮПАК. Основные принципы построения названий органических соединений, родоначальная структура, характеристические группы. Названия нефункциональных заместителей, функциональных групп, предельных и непредельных радикалов. Старшинство функциональных групп. Основные правила составления заместительных названий органических соединений, выбор и нумерация главной цепи.

Тема 3. Типы связей, промежуточные частицы в органических реакциях. Электронные эффекты.

Углерод, электронная конфигурация; гибридизация углерода в органических соединениях. Типы химических связей в органических соединениях (s,p-связь). Физические характеристики связей: энергия, длина, полярность, поляризуемость. Гомолитический, гетероциклический разрыв связей. Понятие о промежуточных частицах, строение промежуточных частиц (радикалы, карбокатионы, карбанионы). Электронные эффекты заместителей (индуктивный, мезомерный), их влияние на устойчивость радикалов, карбокатионов и карбанионов. Способы изображения индуктивного и мезомерного эффектов. Резонансные структуры. Примеры групп с +I, -I, +M, -M эффектами.

Тема 4. Кислоты и основания. Кислоты и основания (Бренстед, Льюис). Сопряженные кислоты и основания. Кислотно-основные равновесия (на примере спиртов, альдегидов, кетонов, кислот и аминов). Константа кислотности (pKa). Влияние заместителей на кислотность и основность органических соединений.

Тема 5. Стереохимия. Способы изображения пространственного строения молекул с sp³-гибридизованным углеродом: клиновидные проекции, "лесопильные козлы", проекции Ньюмена. Конформации, конформеры. Оптическая изомерия,

оптическая активность. Хиральность, условия, необходимые для возникновения хиральности. Конфигурация, отличие от конформации. Пространственная изомерия алкенов. Цис-, транс- и Z,E-номенклатура.

Тема 6. Углеводороды. Алканы. Природные источники алканов. Методы синтеза. Химические свойства. Термический и каталитический крекинг.

Алкены. Природа двойной связи. Геометрическая изомерия (цис-, транс- и Z-, E-номенклатура). Методы синтеза. Химические свойства.

Алкины. Природа тройной связи. Методы синтеза алкинов. Электрофильное присоединение к алкинам. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов.

Алкадиены. Типы диенов. Аллены, сопряженные диены. Методы синтеза. Химические свойства.

Нуклеофильное замещение. Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах, как метод создания связи углерод-углерод, углерод-азот, углерод-кислород, углерод-сера, углерод-фосфор (получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений, аминов, нитрилов, сложных эфиров и др.). Классификация механизмов реакций нуклеофильного замещения. Основные характеристики SN1, SN2 реакций. Энергетический профиль реакций. Реакции SN2-типа. Кинетика, стереохимия, вальденовское обращение.

Тема 7. Спирты и простые эфиры. Одноатомные спирты. Методы получения. Свойства спиртов. Двухатомные спирты. Методы синтеза. Свойства. Простые эфиры. Методы получения. Свойства простых эфиров.

Реакции элиминирования Реакции а - и b -элиминирования. Классификация механизмов b -элиминирования: E1, E2 и E1cb. Направление элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана.

Металлоорганические соединения. Методы синтеза: взаимодействие металла с алкил- или арилгалогенидами.

Тема 8. Ароматические соединения. Ароматичность. Ароматические углеводороды. Строение бензола. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Ароматические катионы и анионы. Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и др.. Гетероциклические пяти- и шестичленные ароматические соединения (пиррол, фуран, тиофен, индол, азолы, пиридин, хинолин). Антиароматичность на примере циклобутадиена, циклопропенил-аниона, катиона циклопентадиенилия.

Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. Нуклеофильное ароматическое замещение.

Альдегиды и кетоны. Методы получения Взаимодействие альдегидов и кетонов. Карбоновые кислоты. Методы синтеза Свойства.

Нитросоединения. Методы синтеза Реакции. Амины Методы получения аминов Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Диязосоединения. Ароматические диязосоединения. Реакции диазотирования первичных ароматических аминов. Механизм, природа нитрозирующего агента. Строение и устойчивость солей диазония.

Фенолы. Фенолы. Методы получения. Свойства: фенолы как OH-кислоты, влияние заместителей на кислотность фенолов. Реакции. Хиноны.

Тема 9. Алициклические соединения. Циклоалканы и их производные. Классификация алициклов. Строение циклопропана, циклобутана, цикlopentана, циклогексана. Методы синтеза Особенности химических свойств.

Гетероциклические соединения. Классификация гетероциклов. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, тиофен, пиррол. Синтез. Индол. Синтез производных индола из фенилгидразина и кетонов (Фишер). Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола: нитрование, формилирование,

галогенирование. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и хиолин. Синтез хиолина и замещенных хиолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру-Миллеру.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнение лабораторных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Выполнение лабораторных работ обязательно для допуска к зачету в первом семестре. Выполнение и сдача лабораторных работ во втором семестре и зачет в первом семестре обязательно для допуска к экзамену.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в первом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и две задачи. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень вопросов

Билет №1

1. Атомно-молекулярное учение. Основные понятия: атом, молекула, моль, молярная масса, простое вещество, сложное вещество, химическая реакция.
2. Гидролиз солей. Факторы, влияющие на гидролиз.
3. У какого из р-элементов пятой группы периодической системы – фосфора или сурьмы – сильнее выражены неметаллические свойства? Ответ мотивируйте строением атома этих элементов.
4. Вычислить стандартное изменение энтальпии ΔH реакции:
$$\text{C(т)} + \text{H}_2\text{O(г)} = \text{CO(г)} + \text{H}_2(\text{г})$$

Билет №2

1. Основные стехиометрические законы: закон сохранения массы и энергии, закон постоянства состава, закон кратных отношений, закон эквивалентов, законы идеальных газов.
2. Направления смещения равновесия при изменении параметров системы. Принцип Ле Шателье.
3. Для атома Ge написать:
 - электронную формулу в соответствии с тремя принципами (принцип энергетической выгодности, принцип Паули, правило Хунда);
 - полную электронную формулу;
 - краткую электронную формулу;
 - построить энергетическую диаграмму;
 - записать набор всех квантовых чисел (n, l, m, s).
1. Расставить коэффициенты в окислительно-восстановительной реакции методом ионно-электронного баланса
$$\text{SO}_3 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$$

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Максимальный балл за зачет – 60, каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

15-13. Полный безошибочный ответ с правильным применением понятий и определений, с грамотным использованием необходимых терминов и понятий.

12-10. Правильный и достаточно полный, не содержащий существенных ошибок ответ. Оценка может быть снижена за отдельные несущественные ошибки.

9-7. Недостаточно полный объем ответа, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях.

6-4. Неполный объем ответов, наличие ошибок и пробелов в знаниях.

3-0. Отсутствие необходимых знаний, отрывочный, поверхностный ответ.

Итоговая оценка определяется как суммирование баллов за ответы на 4 вопроса. Для получения зачета необходимо набрать более 30 баллов.

Экзамен во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Например Билет 1

1. Составить уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения, определить степени окисления, указать наименование класса соединений: $\text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2$
2. Непредельные углеводороды ряда этилена, общая формула состава, электронное и пространственное строение, sp_2 -гибридизация электронных облаков атома углерода, σ и p -связи. Изомерия положения двойной связи, химические свойства этилена.
3. Классификация алициклов. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Методы синтеза Особенности химических свойств.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» Ответ полный и правильный на основании изученных теорий; Материал изложен в определенной логической последовательности; Ответ самостоятельный.

«Хорошо» Ответ полный и правильный на основании изученных теорий; Материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию экзаменатора.

«Удовлетворительно» Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязный.

«Неудовлетворительно» При ответе обнаружено непонимание учащимся основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые учащийся не может исправить при наводящих вопросах учителя, отсутствие ответа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронной образовательной среде LMS «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=19805>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. СПб: Лань, 2014. 752 с.

– Мишенина Л.Н., Селюнина Л.А. Химия: учебно-методическое пособие. Томск.: Изд. Дом ТГУ, 2015, 47 с.

– Органическая химия [Электронный ресурс]: курс лекций / Т.В. Ступко, Г.Ф. Зейберт, О.В. Ступко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 237 с.

– Органическая химия. Часть 1: учебное пособие / Л.В. Тимошенко, Т.А. Сарычева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 168 с.

б) дополнительная литература:

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

– Спицын В. И., Мартыненко Л. И. Неорганическая химия, Ч.1,2. М.: МГУ, 1991, 1994, 620 с, 624 с.

– Суворов А. В., Никольский А. Б. Общая химия. СПб.: Химия, 2007. 624 с.

– Зубович И. А. Неорганическая химия. М.: Высшая школа, 1989. - 453 с.

– Гольбрайх З. Е., Маслов Е. И. Сборник задач и упражнений по химии. М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2004. 383 с.

– Угай Я. А. Общая химия. М.: Высшая школа, 2004. 528 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Электронная библиотека учебных материалов по химии МГУ: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html>

– <https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry> - лекции по органической химии онлайн (англ.) <http://ido.tsu.ru/schools/chem/lib/chem/umk/org/index.php>

- УМК «Органическая химия» для школы «Юный Химик» и студентов химических и нехимических специальностей ТГУ <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/org.html>

- учебные материалы по органической химии МГУ <http://orgchem.tsu.ru>

– онлайн-учебно-методические материалы по курсу «Органическая химия» для студентов химических и нехимических специальностей ТГУ; http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4037

– Шабаров Ю. С. Органическая химия <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000049461/000049461.djvu> - Лабораторные работы в органическом практикуме. Агрономов А. Е., Шабаров Ю. С.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных (при наличии):

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (зарубежные и отечественные журналы)

- Реферативно-библиографические базы данных ВИНТИ по естественным наукам ("Химия", "Физика", "Биология" и другие)
- Информационно-поисковая система Федерального института промышленной собственности Полные тексты российских патентов и заявок.
- Кристаллографические данные минералов (база данным MINCRYST) Института экспериментальной минералогии РАН (англ)
- Банк данных РАДЭН содержит информацию по радиационным и энергетическим параметрам двухатомных молекул
- База "Термические константы веществ"

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

- лабораторные аудитории (№ 219, 6-го учебного корпуса ТГУ).
- лабораторная аудитория (№ 324, 6-го учебного корпуса ТГУ)
- лаборатория органического синтеза (№ 323, 6-го учебного корпуса ТГУ) - лаборатория ТГУ (№ 307, 6-го учебного корпуса ТГУ)
- лаборатория Химической Экологии (№ 306, 6-го учебного корпуса ТГУ). Все лаборатории оснащены вытяжными шкафами, стеклянной и фарфоровой лабораторной посудой, измерительным инструментом (весы, термометры, pH-метры, УФ спектрофотометр и т.д.). Кроме того, в лабораториях имеется нагревательное оборудование (электроплитки и термостатирующие шкафы), оборудование для 12 фильтрации под вакуумом и роторные испарители, встряхиватели, мешалки с магнитным приводом и другое оборудование.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Вусович Ольга Владимировна, канд. хим. наук кафедра управления инновациями, доцент