

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Директор физтех-школы**  
**аэрокосмических технологий**  
**С.С. Негодяев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Введение в общую и прикладную химию
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Пучково-плазменные системы и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра логистических систем и технологий
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 75 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 45 час.

лабораторные занятия: 15 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: Т.М. Васильева, д-р техн. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры логистических систем и технологий 07.04.2023

## Аннотация

В курсе изложены основные вопросы и разделы химии в соответствии с современным состоянием науки. Курс направлен на формирование целостного восприятия химии как одной из основных наук о природе, особое внимание уделено возможностям использования химических законов в различных технологиях и новых наукоемких направлениях. Рассматриваются строение вещества, химическая связь, важнейшие положения химической термодинамики, химической кинетики, электрохимии. Обсуждаются свойства неорганических соединений и элементы органической химии. Содержание курса излагается на базе количественных зависимостей, теоретические зависимости иллюстрируются примерами.

Курс содержит в себе обсуждение базовых вопросов, разбор задач, предусматривает развитие навыков самостоятельной работы студентов.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

- формирование современных научных представлений о сущности химических явлений;
- создание прочных знаний фундаментальных понятий, законов, законов общей химии, химических свойств элементов и их соединений;
- формирование представлений о месте химии в современных наукоемких технологиях и подходов к решению многообразных частных проблем физико-химического направления;
- приобретение способности использовать полученные знания, умения и навыки в сфере профессиональной деятельности, касающейся физики и химии плазмы, аэрокосмических технологий и других областей.

### Задачи дисциплины

- формирование представлений об основных объектах химии и химических процессах, взаимосвязи состава, структуры, свойств и реакционной способности химических веществ;
- формирование знаний основных законов химии и химических свойств элементов и их соединений, понимание и применение которых позволят совершенствовать существующие и разрабатывать новые подходы в сфере аэрокосмических технологий;
- формирование представлений о взаимосвязи химических явлений, простейших методах химических исследований;
- получение знаний, основанных на конкретных представлениях об изучаемых веществах и их превращениях, понимание основ химии;
- приобретение умения анализировать химические явления, выделять их суть, сравнивать, обобщать, делать выводы, использовать законы химии при сравнении и анализе различных явлений;
- формирование умений для решения проблемных и ситуационных задач;
- приобретение навыков в применении химических законов для решения конкретных задач с проведением количественных вычислений и использовании учебной и справочной литературы;
- формирование практических умений постановки и выполнения экспериментальной работы;
- формирование навыков изучения научной химической литературы.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его реализации	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
	УК-2.4 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные понятия общей химии;
- структуру Периодической системы элементов Д.И. Менделеева и вытекающие из нее основные характеристики элемента;
- термодинамические и кинетические закономерности, определяющие протекание химических процессов;
- методы описания химических равновесий;
- теоретические основы общей химии, электронное строение атома, основы теории химической связи в соединениях разных типов;
- строение и химические свойства основных классов неорганических соединений;
- свойства воды и водных растворов сильных и слабых электролитов, способы выражения концентрации веществ в растворах;
- базовые закономерности химических процессов, применяемых в современных наукоемких технологиях и особенно в сфере аэрокосмических технологий;
- лабораторную технику эксперимента;
- технику безопасности и правила работы в химической лаборатории.

уметь:

- анализировать химические явления, выделять их суть, сравнивать, обобщать, делать выводы, использовать законы химии при исследовании и сравнении различных явлений;
- применять основные законы химической термодинамики и кинетики при решении профессиональных задач;
- предсказывать возможность протекания химических процессов и описывать их кинетику;
- определять химические свойства элементов и их соединений по положению элемента в Периодической системе;
- находить и использовать справочные данные различных физико-химических величин при решении химических или связанных с ними профессиональных задач;
- представлять данные экспериментальных исследований в виде графиков, таблиц и законченного протокола исследования.

владеть:

- методиками химических расчетов, анализа закономерностей протекания химических процессов на основе термодинамических расчетов, определения основных кинетических параметров химических реакций;
- навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- навыками безопасной работы в химической лаборатории и навыками практической работы по постановке эксперимента;
- навыками составления отчетов по итогам эксперимента.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Основные понятия и законы общей химии	4			4
2	Строение атома	4			4
3	Периодичность свойств элементов и их соединений	3			4
4	Химическая связь и строение молекул	4			4
5	Основные классы неорганических соединений		4		4
6	Основные классы органических соединений		4		4

7	Химическая термодинамика		4		4
8	Химическое равновесие		4	3	4
9	Химическая кинетика		4	4	4
10	Электрохимия и окислительно-восстановительные реакции		4	4	4
11	Коррозия и коррозионные процессы. Электролиз		4	4	4
12	Химические проблемы получения и преобразования энергии в ракетной технике		4		4
13	Физико-химические процессы в техносфере		4		4
14	Химические проблемы переработки продуктов возобновляемых природных ресурсов		4		4
15	Химические основы создания новых функциональных материалов		5		4
Итого часов		15	45	15	60
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

##### 1. Основные понятия и законы общей химии

Предмет химии. Вещества простые и сложные. Химические формулы, понятие моля. Относительная атомная масса. Основные типы химических реакций, примеры. Стехиометрия химических реакций.

##### 2. Строение атома

Основные представления об электронном строении атома: квантовые числа и атомные орбитали, формы атомных орбиталей. Электронные конфигурации атомов: правила заполнения электронных оболочек.

##### 3. Периодичность свойств элементов и их соединений

Периодичность свойств элементов и их соединений: периодическая система элементов Д.И. Менделеева, основная информация, содержащаяся в ней, связь периодической системы элементов со строением атомов. Периодичность физических свойств элементов: атомные и ионные радиусы, энергия ионизации атома и сродство к электрону. Электроотрицательность. Периодическая классификация элементов: металлы, неметаллы, металлоиды. Периодичность химических свойств элементов и их соединений: основные закономерности. Понятие о степени окисления элементов, устойчивые степени окисления.

##### 4. Химическая связь и строение молекул

Виды химической связи: ионная, металлическая, ковалентная. Механизмы образования и основные характеристики (длина, энергия, угол связи, дипольный момент связи). Специфические свойства ковалентной связи – насыщенность и направленность. Теория отталкивания электронных пар валентных орбиталей (ОЭПВО). Элементы метода валентных связей: понятие о гибридизации атомных орбиталей. Полярные и неполярные молекулы, дипольный момент молекулы.

Водородная связь и межмолекулярные взаимодействия.

Свойства веществ и материалов с различным типом химической связи.

## 5. Основные классы неорганических соединений

Оксиды, гидроксиды, кислоты, соли. Номенклатура. Свойства неорганических соединений важнейших классов. Генетическая связь между классами неорганических веществ.

## 6. Основные классы органических соединений

Основные классы органических соединений. Предельные и непредельные углеводороды. Гомологический ряд метана. Ароматические углеводороды. Основные функциональные производные и их характеристические группы. Органические полимеры. Понятия мономеров и полимеров. Реакции полимеризации. Примеры полимеров. Молекулярная масса полимеров. Основные свойства физико-химические свойства полимеров. Биополимеры и их природные сырьевые источники. Наиболее распространенные биополимеры, структура, физико-химические свойства, направления практического использования.

## 7. Химическая термодинамика

Энергетика химических процессов. I-й и II-й законы термодинамики, энтальпия химической реакции. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимические уравнения. Понятие об энтропии. Энергетические эффекты химических реакций. Закон Гесса и его применение. Стандартные энтальпии образования и сгорания химических соединений. Тепловые эффекты химических и физико-химических процессов (растворения, фазовых переходов и др.).

Самопроизвольные химические процессы, условия их протекания. Изобарно-изотермический потенциал. Уравнение Гиббса. Факторы, определяющие направление протекания химических реакций, влияние температуры. Обратимые и необратимые реакции.

## 8. Химическое равновесие

Равновесные процессы. Понятие химического равновесия, его критерии, химическое равновесие в газообразных системах и растворах. Гомогенные и гетерогенные системы, равновесие в гетерогенных системах. Изотерма химической реакции. Константа химического равновесия. Смещение химического равновесия: влияние концентрации, температуры и давления. Принцип Ле Шателье.

## 9. Химическая кинетика

Кинетика гомогенных реакций. Теория скорости химических реакций: понятие скорости химических реакций, кинетическое уравнение химической реакции, закон действующих масс. Зависимость скорости химической реакции от концентрации. Константа скорости химической реакции, порядок и молекулярность химической реакции. Методы определения порядка химической реакции. Механизмы химических реакций, простые и сложные реакции (последовательные, параллельные). Кинетика сложных реакций.

Влияние температуры на скорость химических реакций. Уравнение Аррениуса, его анализ. Энергия активации, скоростьлимитирующая стадия химической реакции. Определение энергии активации по опытным данным.

Катализаторы и катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ.

## 10. Электрохимия и окислительно-восстановительные реакции

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Сопряженные пары окислитель-восстановитель. Окислительно-восстановительные свойства элементов и их соединений в зависимости от положения элемента в периодической системе. Важнейшие окислители и восстановители. Окислительно-восстановительная двойственность. Окислительно-восстановительные реакции в электрохимических системах. Гальванические элементы. Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы, методы их определения. Термодинамика в гальванических элементах, уравнение Нернста. Расчет ЭДС гальванического элемента.

#### 11. Коррозия и коррозионные процессы. Электролиз

Коррозия металлов с позиций химической термодинамики. Химическая коррозия. Электрохимическая коррозия. Защита материалов от коррозии. Понятие электролиза и практические применения электрохимических процессов.

#### 12. Химические проблемы получения и преобразования энергии в ракетной технике

Ракетные топлива: жидкие ракетные топлива, их химический состав, основные характеристики и связанные с ними особенности конструкции ракетных двигателей. Наиболее распространенные окислители и горючие. Твердые и гибридные ракетные топлива.

Автономные химические источники тока для ракетной техники, авиации и подводного флота. Топливные элементы, виды, устройство и принцип работы на примере водородно-кислородного топливного элемента. Преимущества и сложности использования топливных элементов. Современные аккумуляторы.

#### 13. Физико-химические процессы в техносфере

Физико-химические процессы в атмосфере. Химия основных загрязнителей атмосферы, их влияние на климат планеты. Неорганические и органические компоненты атмосферы, их источники и стоки. Общие сведения о фотохимических процессах, происходящих в атмосфере и фотооксидантах. Аэрозоли: химический состав, влияние на климат планеты. Парниковый эффект, проблемы озонового слоя, кислотные дожди.

Физико-химические процессы в гидросфере. Химический состав природных вод. Антропогенное загрязнение вод мирового океана. Трансформация и опасность загрязнителей в гидросфере.

Строение, химический состав земной коры и процессы ее трансформации. Геохимия загрязнителей.

Миграция загрязнителей в биосфере. Законы жизнедеятельности биосферы - основа существования техносферы.

#### 14. Химические проблемы переработки продуктов возобновляемых природных ресурсов

Возобновляемые природные ресурсы, примеры. Химические подходы к созданию новых высокотехнологичных материалов на основе биополимеров. Химическая переработка целлюлозы и хитина: гидролиз и проблемы утилизации его отходов.

Альтернативные источники топлива. Синтетическое жидкое топливо и биотопливо, методы и высокотехнологические подходы к получению биотоплива.

#### 15. Химические основы создания новых функциональных материалов

Основные понятия: Фазовые состояние вещества, фазовые равновесия и фазовые переходы. Твердые растворы, сплавы. Жидкие кристаллы. Нестехиометрические соединения.

Функциональные материалы: систематика и классификация по составу, структуре и функциональным свойствам, принципы получения и дизайна, физические свойства и практические применения. Конструкционные материалы и композиты: отличительные особенности, основные критерии качества, механические свойства. Гибридные материалы: природные и искусственные гибридные материалы, основные подходы к получению и области применения. Наноматериалы: основные понятия, размерные эффекты, реакционная способность, углеродные наноматериалы (нанотрубки, фуллерены, графен), нанокатализаторы, нанокомпозиты. Перспективные материалы аэрокосмической техники.

## **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Лекционные занятия: специализированная аудитория, оснащенная презентационной и мультимедийной техникой, плакатами, Периодической системой элементов; комплект электронных презентаций/слайдов.

Лабораторные работы проводятся в аудиториях с вытяжной вентиляцией, оснащенных специальной мебелью и разнообразной химической посудой, наглядными таблицами. При проведении экспериментов в аудитории присутствуют преподаватели и учебный инженер. Самостоятельная работа студента обеспечивается доступностью всех учебных пособий по курсу на сайте кафедры общей химии, а также наличием учебных пособий и методической литературы в библиотеке МФТИ и в лабораторном практикуме кафедры, доступом в Интернет.

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Общая и неорганическая химия , учебник / Н. С. Ахметов. — СПб., Лань, 2021.— URL: <https://e.lanbook.com/book/153910> (дата обращения: 29.01.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)
2. Общая химия [Текст] : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова .— 18-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2012 .— 898 с.

### **Дополнительная литература**

1. Задачи и упражнения по общей химии [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. Л. Глинка .— Изд. стереотип. — М. : КНОРУС, 2011 .— 240 с.
2. Общая химия. Основной курс [Текст] / В. В. Вольхин - СПб.Лань,2008
3. Общая химия. Специальный курс [Текст] / В. В. Вольхин - СПб.Лань,2008
4. Как и почему происходят химические реакции [Текст] : Элементы химической термодинамики и кинетики : [учеб. пособие для вузов] / И. А. Леенсон .— Долгопрудный : Интеллект, 2010 .— 224 с.
5. Физико-химические процессы в техносфере [Текст] / К. И. Трифонов, В. А. Девисилов - М.Форум: Инфра-М,2011
6. Органическая химия [Текст] / А. И. Артеменко - М.Высшая школа,2000

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Massachusetts MIT OpenCourseWare <https://ocw.mit.edu/courses/chemistry/>
2. Виртуальная химическая лаборатория <https://www.labster.com/chemistry-virtual-labs/>
3. MOOC «Физическая химия» Новосибирского государственного университета <https://www.coursera.org/learn/fizicheskaya-khimiya>
4. Воробьева Л. Б., Степанова С. А. «Физико-химические процессы в техносфере». 2006. (электронный учебник) <http://www.edu.ru/modules.php/>

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**



В образовательном процессе используются дистанционные занятия и вебинары с использованием коммуникационного программного обеспечения Zoom, сервиса видеотелефонной связи Google Meet, веб-сервиса Google Класс. Привлекаются материалы, размещенные на открытых образовательных платформах Coursera, Udemu, edX, а также материалы курса, размещенные в системе LMS на портале МФТИ.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методической основой освоения курса является рабочая программа по дисциплине, которую следует использовать для подготовки к семинарским и лабораторным занятиям. Для успешного изучения дисциплины предлагается использовать разработанный комплекс учебно-методических материалов, размещенных в системе LMS на портале МФТИ и включающих:

- курс лекций в виде презентаций;
- задания для самостоятельной работы студентов;
- комплекс текущих тестовых заданий и контрольных работ в электронном и печатном виде для контроля знаний по предмету.

Лекции, читаемые преподавателем, являются основным ориентиром при изучении дисциплины. Самостоятельную работу с лекциями следует начинать с доработки конспекта, желательно в тот же день, пока время не стерло содержание лекции из памяти. С целью доработки необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой основной и дополнительной литературе и интернет-источникам, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Для закрепления материала студенту рекомендуется выполнять задания для самостоятельной работы, предложенные преподавателем.

В процессе проведения лабораторных работ, студенты овладевают техникой проведения опытов, глубже и полнее вникают в суть химических процессов, знакомятся со свойствами важнейших веществ и их способом получения. Весь процесс выполнения лабораторных работ включает в себя теоретическую подготовку (ознакомление и конспектирование работы в рабочем журнале, тщательно продумать теоретические вопросы, прочитать и усвоить лекционные записи, разобрать задания для самостоятельной работы, используя при необходимости справочники и задачки), сборку приборов, проведение опыта и измерений, наблюдений, написание уравнений химических реакций, числовую обработку результатов лабораторного эксперимента и сдачу (защиту) выполненной работы. В ходе работы необходимо строго соблюдать правила по технике безопасности; внимательно наблюдать за всеми изменениями; все измерения производить с максимальной точностью; для вычислений использовать микрокалькулятор. Все наблюдения необходимо тщательно записывать. Защита отчета по лабораторной работе предполагает обсуждение полученных студентом результатов и ответы на вопросы по теме.

При необходимости возможна организация аудиторных, он-лайн консультаций и консультаций с использованием электронной почты. При групповой консультации студентам рекомендуется конспектировать комментарии преподавателя не только к своим вопросам, но и вопросам сокурсников. Индивидуальные консультации направлены на углубление освоения основного материала, успешное написание курсовых и контрольных работ, творческих работ, заданий практики и сдаче дифференцированного зачета по дисциплине.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Пучково-плазменные системы и технологии  
Физтех-школа Аэрокосмических Технологий  
кафедра логистических систем и технологий  
**курс:** 1  
**квалификация:** магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** Т.М. Васильева, д-р техн. наук, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его реализации	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
	УК-2.4 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в общую и прикладную химию» обучающийся должен:

### знать:

- основные понятия общей химии;
- структуру Периодической системы элементов Д.И. Менделеева и вытекающие из нее основные характеристики элемента;
- термодинамические и кинетические закономерности, определяющие протекание химических процессов;
- методы описания химических равновесий;
- теоретические основы общей химии, электронное строение атома, основы теории химической связи в соединениях разных типов;
- строение и химические свойства основных классов неорганических соединений;
- свойства воды и водных растворов сильных и слабых электролитов, способы выражения концентрации веществ в растворах;
- базовые закономерности химических процессов, применяемых в современных наукоемких технологиях и особенно в сфере аэрокосмических технологий;
- лабораторную технику эксперимента;
- технику безопасности и правила работы в химической лаборатории.

### уметь:

- анализировать химические явления, выделять их суть, сравнивать, обобщать, делать выводы, использовать законы химии при исследовании и сравнении различных явлений;
- применять основные законы химической термодинамики и кинетики при решении профессиональных задач;
- предсказывать возможность протекания химических процессов и описывать их кинетику;
- определять химические свойства элементов и их соединений по положению элемента в Периодической системе;
- находить и использовать справочные данные различных физико-химических величин при решении химических или связанных с ними профессиональных задач;
- представлять данные экспериментальных исследований и виде графиков, таблиц и законченного протокола исследования.

### владеть:

- методиками химических расчетов, анализа закономерностей протекания химических процессов на основе термодинамических расчетов, определения основных кинетических параметров химических реакций;
- навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
- навыками безопасной работы в химической лаборатории и навыками практической работы по постановке эксперимента;
- навыками составления отчетов по итогам эксперимента.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

### 3. Перечень типовых вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль проводится в период аудиторной и самостоятельной работы студентов в установленные сроки по расписанию. Рубежный контроль применяется в следующих формах:

- коллоквиумы по темам Модуля 1 «Строение вещества и классификация химических соединений» и Модуля 2 «Основные принципы описания химических систем и протекания химических процессов»;
- оценка ответов на вопросы в процессе краткого (до 5 мин) выборочного устного опроса перед началом каждого практического занятия по материалам предыдущего занятия;
- оценка умения решать у доски и/или в письменном виде типовые примеры и/или задачи, рассматриваемые на практических занятиях;
- оценка активности и ответов на вопросы в соответствии с программой практических занятий;
- подготовка реферата и устных докладов и презентаций по предложенным преподавателем темам.

Текущий контроль предполагает сдачу 2 коллоквиумов, которые проводятся в течение семестра по окончании изучения Модуля 1 «Строение вещества и классификация химических соединений», Модуля 2 «Основные принципы описания химических систем и протекания химических процессов» и сдачу Модуля 3 «Прикладные аспекты химии. Физико-химические процессы в техносфере», на котором предполагается защита реферата по теме модуля и ответы на дополнительные вопросы преподавателя. Коллоквиум проводится в виде собеседования по вопросам билета и решению задач. На подготовку ответа студенту дается 1 ак. час. Для подготовки к дифференцированному зачету рекомендуется опираться на вопросы, представленные в рабочей учебной программе, и задачи, разбираемые на практических занятиях. Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой:

1. Снигирева Е.М., Зеленцова С.А. Справочник физико-химических величин. – М.: МФТИ, 2007 или аналогичными источниками.

Обучающийся должен проявить всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоить основную литературу и быть знакомым с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоить взаимосвязь основных понятий дисциплины, решать предложенные преподавателем задачи. Ответ студента на сдаче коллоквиума оценивается по критериям оценивания по устному опросу.

Формами контроля самостоятельной работы являются участие студентов в дискуссиях на семинарских занятиях, выполнение индивидуальных заданий, подготовка рефератов и выступление с докладами.

#### ***Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы и практическим занятиям и коллоквиумам:***

##### *Модуль 1 «Строение вещества и классификация химических соединений»*

1. Основные представления об электронном строении атома: квантово-механическая модель, волновая функция, вероятностный характер поведения электрона в атоме.
2. Квантовые числа: главное, орбитальное, магнитное. Возможные значения квантовых чисел, смысл квантовых чисел с точки зрения характеристики атомных орбиталей. Спин электрона.
3. Энергетические уровни и подуровни. С помощью каких квантовых чисел можно описать уровень и подуровень.
4. Атомные орбитали: определение атомной орбитали. Квантовые числа, которыми можно описать атомную орбиталь. Форма орбиталей (s, p, d, f) и их ориентация по координатным осям. Количество орбиталей на энергетическом подуровне. Максимальная емкость энергетического подуровня.
5. Правила заполнения электронных оболочек: принцип минимума энергии (*знать порядок заполнения уровней и подуровней*), правило Гунда, принцип запрета Паули. *Уметь применять эти принципы для выполнения практических заданий.* Правило Клечковского.

6. Наиболее энергетические выгодные варианты заполнения р-, d- и f-подуровней (*уметь находить такие варианты при составлении электронных конфигураций и анализе периодических свойств элементов*).
7. Проскок электрона при заполнении электронных оболочек атомов (*уметь определять такие конфигурации и объяснять, почему этот проскок происходит*).
8. Электронные конфигурации анионов и катионов (*уметь составлять, особое внимание уделить катионам d-элементов*).
9. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева, основная информация, содержащаяся в ней. Периоды, группы – главная и побочная. Формулировка периодического закона.
10. s-, p-, d- и f-элементы. Валентные электроны s-, p-, d- и f-элементов. Расположение s-, p-, d- и f-элементов в Периодической системе элементов. Почему валентность элементов 3-го периода больше валентности элементов 2-го периода.
11. Периодичность свойств элементов: атомные и ионные радиусы (радиусы катионов и анионов), закономерности изменения радиусов в периодах, главных и побочных подгруппах (*уметь объяснять нарушения закономерностей изменения*). Лантаноидное сжатие.
12. Периодичность свойств элементов: энергия ионизации атома. Определение, единицы измерения. Какие свойства элемента характеризует энергия ионизации? Закономерности изменения энергии ионизации в периодах, главных и побочных подгруппах (*уметь объяснять нарушения закономерностей изменения*).
13. Ионизационные потенциалы (*уметь использовать информацию*).
14. Периодичность свойств элементов: сродство к электрону. Определение, единицы измерения. Какие свойства элемента характеризует энергия сродства к электрону? Закономерности изменения энергии сродства к электрону в периодах, главных и побочных подгруппах (*уметь объяснять нарушения закономерностей изменения*).
15. Периодичность свойств элементов: электроотрицательность. Определение. Относительная электроотрицательность элементов по Поллингу. Закономерности изменения электроотрицательности в Периодической системе элементов. *Уметь пользоваться понятием электроотрицательности в теме Химическая связь*.
16. Периодическая классификация элементов: металлы, неметаллы, металлоиды. Свойства металлов и неметаллов, отличие металлов и неметаллов друг от друга. Закономерности изменения физических и химических свойств элементов в периодах и группах. Где находятся эти элементы в Периодической системе (*уметь объяснять закономерности изменения*).
17. Понятие о степени окисления элементов (*уметь определять степень окисления элемента в соединении*).
18. Понятие о химической связи. Термодинамика образования химической связи. Правило октета.
19. Виды химической связи: ионная, металлическая, ковалентная. Особенности организации каждого из видов связи.
20. Механизм образования ионной связи. Электростатическое приближение при описании ионной связи. Свойства ионной связи – ненаправленность и ненасыщаемость. Характерные свойства соединений с ионной связью.
21. Критерии различия ковалентной (полярной и неполярной) и ионной связей – разница электроотрицательностей элементов, образующих связь. Степень ионности. *Уметь определять тип связи в соединениях*.
22. Основные характеристики ковалентной связи: длина, энергия (уметь показать длину и энергию связи на энергетической кривой), угол связи, дипольный момент связи. Определения этих характеристик. Взаимосвязь длины и энергии связи.
23. Механизмы образования ковалентной связи: обменный механизм. *Уметь объяснять обменный механизм на конкретных молекулах и ионах*.
24. Механизмы образования ковалентной связи: донорно-акцепторный механизм. *Уметь объяснять донорно-акцепторный механизм на конкретных молекулах и ионах*.
25. Свойства ковалентной связи: направленность, насыщенность, полярность, дипольный момент связи.
26. Насыщаемость ковалентной связи, с чем связано это свойство. Особенности элементов 2-го и 3-периодов.

27. Направленность ковалентной связи:  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Кратность ковалентной связи. Кратность связи в молекулах  $N_2$  и  $CO$ . Влияние строения молекул  $N_2$  и  $CO$  на их свойства.
28. Полярность ковалентной связи. Полярные и неполярные ковалентные связи. Дипольный момент связи (*уметь сравнивать полярность связей*).
29. Теория отталкивания электронных пар валентных орбиталей (ОЭПВО) – основные положения.
30. Геометрия молекул типа  $AB_2$ ,  $AB_3$ ,  $AB_4$ ,  $AB_6$ ,  $AB_2E$ ,  $AB_3E$ ,  $AB_3E_2$ : (*уметь показать на конкретных примерах*).
31. Дипольный момент молекулы (*уметь определять дипольный момент молекулы для простейших случаев типа  $AB_2$ ,  $AB_3$ ,  $AB_4$ ,  $AB_6$ ,  $AB_2E$ ,  $AB_3E$ ,  $AB_3E_2$* ).
32. Влияние геометрии молекулы на ее полярность (*уметь предсказывать полярность молекулы для простейших случаев типа  $AB_2$ ,  $AB_3$ ,  $AB_4$ ,  $AB_6$ ,  $AB_2E$ ,  $AB_3E$ ,  $AB_3E_2$* ).
33. Влияние неподеленных электронных пар на геометрию молекулы и валентный угол между связями (*уметь выявлять такие ситуации, знать примеры с молекулами  $CH_4$ ,  $NH_3$  и  $H_2O$* ).
34. Влияние неподеленных электронных пар на дипольный момент молекулы (*уметь выявлять такие ситуации, знать примеры с молекулами  $NF_3$  и  $NH_3$* ).
35. Понятие о гибридизации атомных орбиталей. Типы гибридизации:  $sp$ -,  $sp^2$ -  $sp^3$ -. Знать тип гибридизации центрального атома для молекул  $BeCl_2$ ,  $BF_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$  и  $H_2O$ ,  $NF_3$ , уметь делать выводы о полярности молекул на основании строения молекулы).
36. Металлическая связь. Особенности организации металлической связи в кристаллах d-элементов. Влияние d-орбиталей на температуру плавления. Уметь объяснять тугоплавкость  $Cr$ ,  $Mo$  и  $W$ .
37. Водородная связь. Механизм образования. Примеры молекул, способных образовывать межмолекулярные водородные связи. Влияние водородных связей на свойства соединений (*уметь отвечать на практические вопросы*).
38. Слабые межмолекулярные взаимодействия – ион-дипольные, силы Ван-дер-Ваальса. Влияние дисперсионных сил на свойства соединений и процессы конденсации (*уметь отвечать на практические вопросы*).

#### Модуль 2 «Основные принципы описания химических систем и протекания химических процессов»

1. I-й и II-й законы термодинамики, энтальпия химической реакции. Понятие об энтропии.
2. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимические уравнения.
3. Энергетические эффекты химических реакций.
4. Закон Гесса и его применение. Стандартные энтальпии образования и сгорания химических соединений. Тепловые эффекты химических и физико-химических процессов (растворения, фазовых переходов и др.).
5. Самопроизвольные химические процессы, условия их протекания.
6. Изобарно-изотермический потенциал. Уравнение Гиббса.
7. Факторы, определяющие направление протекания химических реакций, влияние температуры. Обратимые и необратимые реакции.
8. Понятие химического равновесия, его критерии, химическое равновесие в газообразных системах и растворах. Константа химического равновесия.
9. Смещение химического равновесия: влияние концентрации, температуры и давления. Принцип Ле Шателье.
10. Понятие скорости химических реакций, кинетическое уравнение химической реакции, закон действующих масс. Зависимость скорости химической реакции от концентрации.
11. Порядок и молекулярность химической реакции. Методы определения порядка химической реакции.
12. Влияние температуры на скорость химических реакций. Уравнение Аррениуса, его анализ.
13. Энергия активации, скоростьлимитирующая стадия химической реакции.
14. Гальванические элементы на примере гальванического элемента Даниэля-Якоби.
15. Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы, методы их определения.
16. Термодинамика в гальванических элементах, уравнение Нернста.
17. Расчет ЭДС гальванического элемента.
18. Топливные элементы, виды, устройство и принцип работы на примере водородно-кислородного топливного элемента. Преимущества и сложности использования топливных элементов.

## 19. Аккумуляторы.

### Модуль 3 «Прикладные аспекты химии. Физико-химические процессы в техносфере»

1. Химические процессы и реакции в атмосфере. Фотодиссоциация. Ионизация. Реакционноспособные частицы атмосферы. Реакции ионов в атмосфере.
2. Стратосферный озон. Цикл Чепмена. Каталитические циклы разрушения стратосферного озона. Озоновый щит и озоновая дыра.
3. Природа и проблема парникового эффекта. Парниковые газы. Возможные последствия парникового эффекта.
4. Химический состав пресной и океанической воды. Газовый состав океанических вод.
5. Антропогенное загрязнение вод мирового океана. Трансформация и опасность загрязнителей в гидросфере.
6. Процессы трансформации земной коры под действием внешних и внутренних факторов.
7. Альтернативные источники топлива. Синтетическое жидкое топливо и биотопливо, методы и высокотехнологические подходы к получению биотоплива.
8. Химические основы создания новых функциональных материалов. Основные понятия: Фазовые состояние вещества, фазовые равновесия и фазовые переходы. Твердые растворы, сплавы.
9. Функциональные и конструкционные материалы: принципы получения и дизайна, физические свойства и практические применения.
10. Наноматериалы: основные понятия, размерные эффекты, реакционная способность, углеродные наноматериалы, нанокатализаторы, нанокompозиты.

### Примеры билетов для коллоквиумов:

#### Модуль 1 «Строение вещества и классификация химических соединений»

##### Вариант 1

1. Какое максимальное число электронов может содержать атом в электронном слое с главным квантовым числом  $n = 4$ ?
2. Написать электронные конфигурации:  
а) Sn,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$ ; б) Mn,  $\text{Mn}^{2+}$ ; в) Cu,  $\text{Cu}^{2+}$ ; г) S,  $\text{S}^{2-}$ .
3. Как изменяется с ростом порядкового номера значение первого потенциала ионизации у элементов второго периода?
4. Два механизма образования ковалентной связи. Объясните механизм образования частицы  $\text{BH}_4^-$ . Какой атом или ион служит донором электронной пары?
5. Используя метод ОЭПВО, определите форму молекул  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{SF}_6$ . Какой тип гибридизации соответствует  $\text{AlCl}_3$ ? Является ли эта молекула полярной?

##### Вариант 2

1. У какого элемента начинается заполняться подуровень 4f? У какого элемента завершается заполнение этого подуровня?
2. Написать электронные конфигурации:  
а) V,  $\text{V}^{3+}$ ; б) Ni,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{3+}$ ; в) Cr,  $\text{Cr}^{3+}$ ; г) N,  $\text{N}^{3-}$ .
3. Для атома углерода значения последовательных потенциалов ионизации составляют (в В):  $I_1 = 11,3$ ;  $I_2 = 24,4$ ;  $I_3 = 47,9$ ;  $I_4 = 64$ ;  $I_5 = 392$ . Объяснить: а) ход изменения потенциалов ионизации; б) чем вызван резкий скачок при переходе от  $I_4$  к  $I_5$ ?
4. Энергия диссоциации молекул  $\text{N}_2$  и CO соответственно равна 945 и 1071 кДж/моль. Объясните близость этих значений с точки зрения механизмов образования ковалентной связи в  $\text{N}_2$  и CO.
5. Используя метод ОЭПВО, определите форму молекул  $\text{SO}_2$  и  $\text{CO}_2$ . Сравните дипольные моменты этих молекул.



### Вариант 3

1. Определите число атомных орбиталей и максимальное число электронов на них, если заданы следующие значения квантовых чисел: а)  $n = 4, l = 3$ ; б)  $n = 6, l = 0$ .
2. Написать электронные конфигурации:  
а) Fe, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>; б) Zn, Zn<sup>2+</sup>; в) Cu, Cu<sup>2+</sup>; г) I, I<sup>-</sup>.
3. Какой из элементов имеет наибольшее родство к электрону: He, K, Co, S, Cl?
4. Определите тип связи в следующих соединениях: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, HCl, Na<sub>(к)</sub>, MgCl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>. Проанализируйте химические связи в соединениях HCl и MgCl<sub>2</sub>. Чем обусловлена связь между элементами в каждом из случаев?
5. Используя метод ОЭПВО, определите форму молекул BF<sub>3</sub> и NH<sub>3</sub>. В какой молекуле – BF<sub>3</sub> или NH<sub>3</sub> – значение дипольного момента больше. Ответ объясните.

### Вариант 4

1. Среди приведенных ниже электронных конфигураций укажите невозможные и объясните причину невозможности их реализации: а) 2p<sup>4</sup>; б) 3f<sup>12</sup>; в) 3p<sup>6</sup>; г) 2s<sup>2</sup>; д) 4d<sup>11</sup>.
2. Написать электронные конфигурации:  
а) Au, Au<sup>+</sup>, Au<sup>3+</sup>; б) Fe, Fe<sup>2+</sup>; в) Pb, Pb<sup>2+</sup>; г) Cl, Cl<sup>-</sup>.
3. Ограничившись только информацией о положении элементов в периодической таблице, расположите в последовательности возрастания электроотрицательности следующие элементы: Cl, P, Mg, Cs, O.
4. Определите тип связи в следующих соединениях: а) связь SiSi в Cl<sub>3</sub>SiSiCl<sub>3</sub>; б) связь SiCl в Cl<sub>3</sub>SiSiCl<sub>3</sub>; в) связь CaF в CaF<sub>2</sub>; г) связь CS в CS<sub>2</sub>. Для полярных ковалентных связей укажите направление смещения общей электронной пары. Какой величиной характеризуется полярность ковалентной связи?
5. Используя метод ОЭПВО, определите форму молекул NH<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>O. Каким типом гибридизации описывается образование этих молекул? В какой из молекул валентный угол больше?

### Модуль 2 «Основные принципы описания химических систем и протекания химических процессов»

#### Вариант 1

1. Стандартная энтальпия образования воды  $\Delta H^\circ_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})})$  равна -286 кДж/моль, а энтальпия плавления льда  $\Delta H^\circ_{\text{пл.}}(\text{H}_2\text{O}_{(\text{к})})$  равна 6,01 кДж/моль. Вычислите стандартную энтальпию образования H<sub>2</sub>O<sub>(к)</sub>.
2. Как измениться скорость реакции  $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow 2\text{NO}_{2(\text{г})}$ , если увеличить давление в системе в 3 раза?
3. Равновесие в системе  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{г})$  установилось при следующих концентрациях:  $[\text{H}_2] = 0,025$  моль/л,  $[\text{I}_2] = 0,005$  моль/л и  $[\text{HI}] = 0,09$  моль/л. Определить исходные концентрации йода и водорода.
4. Для гальванического элемента:  $(-) \text{Pt} | \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+} || \text{Ag}^+ | \text{Ag} (+)$   
 $E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0,80 \text{ В}, E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,77 \text{ В}$   
а) рассчитайте стандартную ЭДС элемента и оцените константу равновесия;  
б) вычислите ЭДС элемента и определите направление реакции, протекающей в нем, если  $a_{\text{Ag}^+} = 1 \text{ М}; a_{\text{Fe}^{3+}} = 1 \text{ М}; a_{\text{Fe}^{2+}} = 0,01 \text{ М}$

#### Вариант 2

1. Определить стандартное изменение энтальпии  $\Delta H^\circ_{298}$  реакции горения метана:  
 $\text{CH}_{4(\text{г})} + 2\text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ ,  
если энтальпии образования CO<sub>2(г)</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>(г)</sub> и CH<sub>4(г)</sub> равны соответственно -393,5, -241,8 и -74,9 кДж/моль.
2. Константа скорости реакции разложения некоторого вещества равна  $2,80 \times 10^{-3} \text{ дм}^3/(\text{моль} \times \text{с})$  при 30°C и  $1,38 \times 10^{-2} \text{ дм}^3/(\text{моль} \times \text{с})$  при 50°C. Найти энергию активации и предэкспоненциальный множитель A для данной реакции.
3. Вычислить температуру, при которой константа равновесия реакции  $2\text{NO}_{2(\text{г})} \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_{4(\text{г})}$  равна единице. Изменениями  $\Delta H^\circ$  и  $\Delta S^\circ$  с температурой пренебречь. В каком направлении сместиться равновесие при температуре более низкой, чем найденная?

$\Delta H^\circ_{\text{обр.}}(\text{NO}_{2(\text{r})}) = 33,5 \text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta S^\circ(\text{NO}_{2(\text{r})}) = 240,2 \text{ Дж/(моль}\times\text{K)}$ ,  $\Delta H^\circ_{\text{обр.}}(\text{N}_2\text{O}_{4(\text{r})}) = 9,6 \text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta S^\circ(\text{N}_2\text{O}_{4(\text{r})}) = 303,8 \text{ Дж/(моль}\times\text{K)}$ .

4. Для гальванического элемента:  $(-) \text{Pt} | \text{Sn}^{4+}, \text{Sn}^{2+} || \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+} | \text{Pt} (+)$

$$E^\circ_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 0,15 \text{ В}, E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,77 \text{ В}$$

а) рассчитайте стандартную ЭДС элемента и оцените константу равновесия;

б) вычислите ЭДС элемента и определите направление реакции, протекающей в нем, если активности всех ионов равны 1.

### Вариант 3

1. Вычислите стандартную энтальпию образования газообразного сероводорода  $\text{H}_2\text{S}_{(\text{r})}$ , если стандартные энтальпии образования  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$  и  $\text{SO}_{2(\text{r})}$  равны соответственно -242 и -297 кДж/моль, а при сгорании одного моля  $\text{H}_2\text{S}_{(\text{r})}$  с образованием  $\text{SO}_{2(\text{r})}$  выделяется 517 кДж тепла.

2. При температуре  $10^\circ\text{C}$  константа скорости реакции второго порядка:  $2\text{NOBr}_{(\text{r})} \rightarrow 2\text{NO}_{(\text{r})} + \text{Br}_{2(\text{r})}$

равна  $0,80 \text{ л/(моль}\times\text{с)}$ . Начальная концентрация  $[\text{NOBr}]_0 = 0,072 \text{ моль/л}$ . Вычислите период полупревращения NOBr и концентрацию NOBr через 22 с.

3. При температуре  $375^\circ\text{C}$  в сосуде емкостью 3,75 л в начале реакции содержалось 0,351 моль  $\text{N}_2$ ;  $3,67 \times 10^{-2}$  моль  $\text{H}_2$  и  $7,51 \times 10^{-4}$  моль  $\text{NH}_3$ . Константа равновесия  $K_c$  для реакции  $\text{N}_{2(\text{r})} + 3\text{H}_{2(\text{r})} \leftrightarrow 2\text{NH}_{3(\text{r})}$  при данной температуре равна 1,2. Определите, находится ли газовая смесь в состоянии равновесия. Если это не выполняется, предскажите направление смещения равновесия.

4. Для гальванического элемента:  $(-) \text{Ni} | \text{Ni}^{2+} || \text{Sn}^{2+} | \text{Sn} (+)$

$$E^\circ_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -0,257 \text{ В}, E^\circ_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}} = -0,137 \text{ В}$$

а) вычислите  $E^\circ$  для этого гальванического элемента;

б) вычислите  $E$  для этого гальванического элемента в следующих условиях:

$$a_{\text{Ni}^{2+}} = 1 \text{ моль/л}; a_{\text{Sn}^{2+}} = 10^{-4} \text{ моль/л}.$$

### Вариант 4

1. Определите стандартную энтальпию образования глюкозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , если стандартные энтальпии сгорания графита, водорода и глюкозы равны соответственно -394, -286 и -2600 кДж/моль.

2. Для реакции  $\text{NO}_{(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{NOCl}_{(\text{r})} + \text{Cl}_{(\text{r})}$  определены значения констант скорости при двух температурах:  $k_1 = 35,6 \text{ л/(моль}\times\text{с)}$  при  $T_1 = 280^\circ\text{C}$  и  $k_2 = 67,9 \text{ л/(моль}\times\text{с)}$  при  $T_2 = 300^\circ\text{C}$ . Вычислите энергию активации и значение константы скорости реакции  $k_3$  при  $T_3 = 290^\circ\text{C}$ .

3. Стандартное изменение энергии Гиббса для реакции  $\text{A} + \text{B} \leftrightarrow \text{AB}$  при 298 К равно -8 кДж/моль. Начальные концентрации веществ А и В равны 1 моль/л. Найти константу равновесия и равновесные концентрации А, В и АВ.

4. Гальванический элемент состоит из металлического цинка, погруженного в 0,1 М раствор нитрата цинка, и металлического свинца, погруженного в 0,02 М раствор нитрата свинца.

$$E^\circ_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76 \text{ В}, E^\circ_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,13 \text{ В}$$

а) рассчитайте стандартную ЭДС элемента и оцените константу равновесия;

б) вычислите ЭДС элемента и определите направление реакции, протекающей в нем.

### Примерные темы рефератов:

11. Химические проблемы переработки продуктов возобновляемых природных ресурсов.
12. Альтернативные источники топлива. Синтетическое жидкое топливо и биотопливо, методы и высокотехнологические подходы к получению биотоплива.
13. Ракетные топлива: типы и химический состав.
14. Функциональные материалы: систематика и классификация по составу, структуре и функциональным свойствам, принципы получения и дизайна, физические свойства и практические применения.
15. Конструкционные материалы и композиты: отличительные особенности, основные критерии качества, механические свойства.

16. Гибридные материалы: природные и искусственные гибридные материалы, основные подходы к получению и области применения.
17. Наноматериалы: основные понятия, размерные эффекты, реакционная способность, нанокатализаторы, нанокомпозиты.
18. Биофильность и технофильность химических элементов.
19. Поведение загрязнителей (ксенобиотиков) как сложный процесс химического взаимодействия их с компонентами окружающей среды.
20. Геосферы Земли. Строение, свойства, дифференциация вещества, планетарный метаболизм.
21. Законы деятельности биосферы и развития техносферы. Тотальность связей в природе и техносфере.

#### **4. Перечень типовых вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся по итогам обучения**

1. Вещества простые и сложные. Агрегатные состояния вещества. Элементы, соединения, смеси.
2. Химические формулы, понятие моля.
3. Относительная атомная масса.
4. Основные типы химических реакций, примеры.
5. Стехиометрия химических реакций.
6. Основные представления об электронном строении атома: квантовые числа и атомные орбитали, формы атомных орбиталей.
7. Электронные конфигурации атомов: правила заполнения электронных оболочек.
8. Периодичность свойств элементов и их соединений: периодическая система элементов Д.И. Менделеева, основная информация, содержащаяся в ней, связь периодической системы элементов со строением атомов.
9. Периодичность физических свойств элементов: атомные и ионные радиусы, энергия ионизации атома и сродство к электрону. Электроотрицательность.
10. Периодическая классификация элементов: металлы, неметаллы, металлоиды. Периодичность химических свойств элементов и их соединений: основные закономерности.
11. Понятие о степени окисления элементов, устойчивые степени окисления.
12. Виды химической связи: ионная, металлическая, ковалентная. Свойства веществ и материалов с различным типом химической связи.
13. Механизмы образования и основные характеристики ковалентной связи (длина, энергия, угол связи, дипольный момент связи).
14. Специфические свойства ковалентной связи – насыщенность и направленность.
15. Теория отталкивания электронных пар валентных орбиталей (ОЭПВО). Элементы метода валентных связей: понятие о гибридизации атомных орбиталей.
16. Полярные и неполярные молекулы, дипольный момент молекулы.
17. Водородная связь и слабые межмолекулярные взаимодействия.
18. Основные классы неорганических соединений: оксиды, гидроксиды, кислоты, соли.
19. Основные классы органических соединений.
20. I-й и II-й законы термодинамики, энтальпия химической реакции. Понятие об энтропии.
21. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимические уравнения. Энергетические эффекты химических реакций.
22. Закон Гесса и его применение. Стандартные энтальпии образования и сгорания химических соединений. Тепловые эффекты химических и физико-химических процессов (растворения, фазовых переходов и др.).
23. Самопроизвольные химические процессы, условия их протекания. Изобарно-изотермический потенциал. Уравнение Гиббса.
24. Факторы, определяющие направление протекания химических реакций, влияние температуры. Обратимые и необратимые реакции.

25. Понятие химического равновесия, его критерии, химическое равновесие в газообразных системах и растворах. Константа химического равновесия.
26. Смещение химического равновесия: влияние концентрации, температуры и давления. Принцип Ле Шателье.
27. Понятие скорости химических реакций, кинетическое уравнение химической реакции, закон действующих масс. Зависимость скорости химической реакции от концентрации.
28. Константа скорости химической реакции, порядок и молекулярность химической реакции. Методы определения порядка химической реакции.
29. Влияние температуры на скорость химических реакций. Уравнение Аррениуса, его анализ. Энергия активации, скоростьлимитирующая стадия химической реакции.
30. Катализаторы и катализ.
31. Важнейшие окислители и восстановители. Окислительно-восстановительная двойственность. Окислительно-восстановительные реакции в электрохимических системах.
32. Гальванические элементы на примере гальванического элемента Даниэля-Якоби. Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы, методы их определения.
33. Термодинамика в гальванических элементах, уравнение Нернста. Расчет ЭДС гальванического элемента.
34. Топливные элементы, виды, устройство и принцип работы на примере водородно-кислородного топливного элемента. Преимущества и сложности использования топливных элементов.
35. Аккумуляторы.
36. Химическая коррозия. Электрохимическая коррозия. Защита материалов от коррозии.
37. Понятие электролиза и практические применения электрохимических процессов.
38. Органические полимеры. Примеры полимеров. Молекулярная масса полимеров. Основные свойства физико-химические свойства полимеров.
39. Биополимеры и их природные сырьевые источники.
40. Структура, физико-химические свойства полисахаридов. Методы исследования структуры и свойств полисахаридов, направления практического использования.
41. Химические процессы и реакции в атмосфере. Фотодиссоциация. Ионизация. Реакционноспособные частицы атмосферы. Реакции ионов в атмосфере.
42. Стратосферный озон. Цикл Чепмена. Каталитические циклы разрушения стратосферного озона. Озоновый щит и озоновая дыра.
43. Природа и проблема парникового эффекта. Парниковые газы. Возможные последствия парникового эффекта.
44. Химический состав пресной и океанической воды. Газовый состав океанических вод.
45. Антропогенное загрязнение вод мирового океана. Трансформация и опасность загрязнителей в гидросфере.
46. Процессы трансформации земной коры под действием внешних и внутренних факторов.
47. Альтернативные источники топлива. Синтетическое жидкое топливо и биотопливо, методы и высокотехнологические подходы к получению биотоплива.
48. Химические основы создания новых функциональных материалов. Основные понятия: Фазовые состояние вещества, фазовые равновесия и фазовые переходы. Твердые растворы, сплавы.
49. Функциональные и конструкционные материалы: принципы получения и дизайна, физические свойства и практические применения.
50. Наноматериалы: основные понятия, размерные эффекты, реакционная способность, углеродные наноматериалы, нанокатализаторы, нанокомпозиты.

**Критерии оценивания:**

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе

экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных работ;

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных работ;

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных работ;

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, если он твердо знает материал экзаменационного билета, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, если он знает материал экзаменационного билета, по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе много неточностей;

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, если он знает материал экзаменационного билета, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, не допускает в ответе грубых ошибок;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, а также, если во время ответа экзаменационного билета он показал фрагментарный, характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, а также, если во время ответа экзаменационного билета он показал разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, а также, если во время ответа экзаменационного билета, он показал что не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

### ***Критерии оценивания по устному опросу***

Оценка	Критерии оценки
9-10 баллов	Выставляется, если обучающийся раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию данного предмета как учебной дисциплины; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя; успешно ответил на тестовые задания, правильно и обоснованно решил ситуационные задачи, продемонстрировал умение заполнять медицинскую документацию (отчетные и учётные формы). Возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.
7-8 баллов	Выставляется, если ответ обучающегося удовлетворяет в основном требованиям на отметку «отлично», но при этом имеет место один из недостатков: допущены одна - две неточности при

	освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух неточностей при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные по замечанию преподавателя.
4-6 баллов	Выставляется в следующих случаях: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, имеются ошибки при ответах на тесты, неточности в решении ситуационных задач, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала, определенного учебной программой дисциплины.
1-3 балла	Выставляется в случаях, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или неполное понимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены грубые ошибки при ответах на вопросы собеседования, неправильно решены ситуационные задачи, допущены ошибки в ответах на тесты, не продемонстрировано умение заполнения медицинской документации; допущены ошибки в определении понятий при использовании специальной терминологии в рисунках, схемах, выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя.

Реферат – форма изложения и интерпретации идей, содержащихся в нескольких источниках (рекомендуется использовать не менее 10), которая требует умения сопоставлять и анализировать различные точки зрения. Реферат, в отличие от конспекта, является новым, авторским текстом, что подразумевает новое изложение, систематизацию материала, особую авторскую позицию при сопоставлении различных точек зрения. Реферирование предполагает изложение какого-либо вопроса на основе классификации, обобщения, анализа и синтеза информации, полученной из нескольких литературных или интернет источников. Минимальный объем реферата 15 страниц, обязательно наличие заключения и выводов. Реферат оценивается по следующим критериям:

	Критерии	Показатели
	Авторская позиция	<ul style="list-style-type: none"> <li>- актуальность проблемы и темы;</li> <li>- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;</li> <li>- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.</li> </ul>
	Степень раскрытия сущности проблемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие плана теме реферата;</li> <li>- соответствие содержания теме и плану реферата;</li> <li>- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;</li> <li>- обоснованность способов и методов работы с материалом;</li> <li>- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;</li> <li>- наличие заключения и выводов;</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.</li> </ul>
	Обоснованность выбора источников	<ul style="list-style-type: none"> <li>- круг, полнота использования литературных источников по проблеме;</li> <li>- привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).</li> </ul>
	Соблюдение требований к оформлению	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильное оформление ссылок на используемую литературу;</li> <li>- грамотность и культура изложения;</li> <li>- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;</li> <li>- соблюдение требований к объему реферата;</li> <li>- культура оформления: выделение абзацев.</li> </ul>
	Грамотность	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических</li> </ul>

		погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.
--	--	---

### **Критерии оценивания рефератов**

Оценка	Критерии оценки
9-10 баллов	выставляется, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
7-8 баллов	выставляется, если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты; в частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
4-6 баллов	выставляется, если имеются существенные отступления от требований к реферированию; в частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
1-3 балла	выставляется, если тема реферата не раскрыта, выявлено существенное непонимание проблемы или же реферат не представлен вовсе.

Презентации должны быть подготовлены в редакторе Power Point или его аналогах и содержать не менее 10 слайдов (не включая титульный слайд), обязательным является наличие слайда с выводами. Слайды должны располагаться в логической последовательности. Информация должна быть грамотно и наглядно представлена с научной точки зрения в виде таблиц, графиков, схем и т.д., основана на объективных данных.

По итогам лабораторных работ студентом должен быть подготовлен отчет, содержащий

- тему работы;
- цель работы;
- перечень или краткое описание оборудования, использованное при проведении опытов;
- необходимые схемы, таблицы результатов измерений и расчетов;
- расчетная, графическая или расчетно-графическая части, содержащие формулы, графики, диаграммы и т.д.;
- выводы с заключением о проделанной работе.

Защита отчета по лабораторной работе выполняется в виде устного ответа на контрольные вопросы преподавателя и обсуждения проделанного эксперимента. Студент должен понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

### **Критерии оценки лабораторных работ:**

Оценка	Критерии оценки
1-2 балла	Работа выполнена полностью. Работа без защиты.
4-3 балла	Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, не способен ответить на дополнительные вопросы.
5 баллов	Работа выполнена полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по сущности рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные

	вопросы.
7-6 баллов	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
8 баллов	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
9-10 баллов	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.

##### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Дифференцированный зачет проводится по итогам текущей успеваемости: Оценка студента за дифференцированный зачет рассчитывается как среднее арифметическое всех оценок, полученных студентами в течение семестра за сдачу коллоквиумов по Модулям 1 и 2, защиту лабораторных работ, а также итоговое собеседование по всему пройденному курсу. Учитывается также работа студента на практических занятиях (подготовка презентаций и докладов) и написание реферата по заданной теме.

Дифференцированный зачет по дисциплине проводится путем организации специального опроса в устной форме по вопросам.

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 40 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном зачете не должен превышать одного астрономического часа.

Во время проведения дифференцированного зачета при подготовке ответов на билеты, обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, конспектами лекций и любой другой литературой.

Во время проведения дифференцированного зачета при ответе обучающегося на вопросы по билету он не может пользоваться конспектами лекций и любой другой литературой.