

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

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
электроники, фотоники и  
молекулярной физики**

**В.В. Иванов**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

<b>по дисциплине:</b>	Общая химия
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Геокосмические науки и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий департамент химии
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	бакалавр

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

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Количество контрольных работ, заданий: 1

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

Программа обсуждена на заседании департамента химии 04.06.2020

## Аннотация

Курс "Общая химия" предназначен для студентов 1 курса Физтех-школы Аэрокосмических Технологий, обучающихся по образовательной программам "Прикладная математика и физика" и "Информатика и вычислительная техника".

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 аэрокосмических технологий.

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.

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.

Темы и разделы:

1. Строение атома. Периодичность свойств элементов и их соединений
2. Химическая связь и строение молекул
3. Основные классы неорганических и органических соединений
4. Химическая термодинамика
5. Химическое равновесие
6. Химическая кинетика
7. Электрохимия
8. Химия в современной океанологии. Теоретические основы гидрохимии
9. Химические проблемы переработки углеводородного сырья
10. Химические проблемы переработки продуктов возобновляемых природных ресурсов
11. Химические проблемы получения и преобразования энергии в ракетной технике
12. Химические основы создания новых функциональных материалов
13. Химия экстремальных состояний вещества

Основная литература:

3. Снигирева Е.М., Зеленцова С.А. Справочник физико-химических величин. – М.: МФТИ, 2007.

Дополнительная литература:

1. Артеменко А.И. Органическая химия. – М.: Высшая школа, 2004.
2. Алекин О.А., Ляхин Ю.И. Химия океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
3. Берзин Б.Д., Берзин Д.Б. Курс современной органической химии. – М.: Высшая школа, 1999.
4. Беркут В.Д. Неравновесные физико-химические процессы в гиперзвуковой аэродинамике. – М.: Энергоатомиздат, 1994.
5. Буданов В., Ломова Т., Рыбкин В. Химическая кинетика. Вольхин В.В. Общая химия. Основной курс. – СПб.: Издательство «Лань», 2014.
6. Вольхин В.В. Общая химия. Основной курс. – СПб.: Издательство «Лань», 2008.
7. Вольхин В.В. Общая химия. Специальный курс. – СПб.: Издательство «Лань», 2008.
8. Вольхин В.В. Общая химия. Избранные главы. – СПб.: Издательство «Лань», 2008.
9. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл-пресс, 2005.
10. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – Л.: Химия, 1999.
11. Коровин Н.В. Общая химия. – М.: Высшая школа, 1998.
12. Леенсон И.А. Как и почему происходят химические реакции Элементы химической термодинамики и кинетики. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2010.
13. Пармон В.Н. Термодинамика неравновесных процессов для химиков. С приложением к химической кинетике, катализу, материаловедению и биологии. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2015.

14. Пушкарев А.И., Ремнев Г.Е. Прикладная плазмохимия. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2011.
15. Штиллер В. Уравнение Аррениуса и неравновесная кинетика. – М.: Мир, 2000.
16. Atkins P., de Paula J. Physical chemistry. – Oxford University Press, 2006.
17. Chang R. Physical Chemistry for the Biosciences. – University Science Books, 2005.
18. Fridman A. Plasma chemistry. Cambridge university press, 2011.
19. McMurry J. Fundamentals of Organic Chemistry. – Cole, Cengage Learning, 2011.

## 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 аэрокосмических технологий.

### 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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития

### 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 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.

### 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

		Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.
--	--	---

№	Тема (раздел) дисциплины	Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Строение атома. Периодичность свойств элементов и их соединений	2		2	7
2	Химическая связь и строение молекул	4		2	7
3	Основные классы неорганических и органических соединений	2		2	7
4	Химическая термодинамика	2		4	8
5	Химическое равновесие	2		2	7
6	Химическая кинетика	4		4	8
7	Электрохимия	2		2	7
8	Химия в современной океанологии. Теоретические основы гидрохимии	2		2	4
9	Химические проблемы переработки углеводородного сырья	2		2	4
10	Химические проблемы переработки продуктов возобновляемых природных ресурсов	2		2	4
11	Химические проблемы получения и преобразования энергии в ракетной технике	2		2	4
12	Химические основы создания новых функциональных материалов	2		2	4
13	Химия экстремальных состояний вещества	2		2	4
Итого часов		30		30	75
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. Строение атома. Периодичность свойств элементов и их соединений

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

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.

##### 2. 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.

### 3. Основные классы неорганических и органических соединений

Химические формулы, понятие моля. Основы номенклатуры неорганических соединений.

Оксиды, кислоты, основания, соли. Классификация, основные химические свойства. Понятие амфотерности. Генетическая связь между различными классами неорганических соединений.

Основные типы химических реакций, примеры. Стехиометрия химических реакций.

Основные классы органических соединений. Предельные и непредельные углеводороды. Гомологический ряд метана.

### 4. 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.

### 5. 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.

### 6. 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.

### 7. Электрохимия

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.

## 8. Химия в современной океанологии. Теоретические основы гидрохимии

Предмет и задачи исследований химии океана.

Вода как универсальный растворитель в биосистемах. Физико-химические свойства воды, обуславливающие ее роль в процессах жизнедеятельности. Гидраты, кристаллогидраты и сольваты.

Морская вода как раствор. Характеристика химического состава вод океана: главные компоненты (главные ионы, микроэлементы, биогенные вещества), соленость. Растворимость газов в морской воде. Способы выражения концентрации растворов.

Электролитическая диссоциация растворенных веществ. Сильные и слабые электролиты. Активность ионов в растворах. Константы кислотности и основности слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда. Ионная сила. Взаимодействие ионов в морской воде.

Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели pH и pOH. Буферные системы океана на примере бикарбонатной и фосфатной систем. Понятие о произведении растворимости.

Окислительно-восстановительные процессы в морской воде. Окислительно-восстановительный потенциал природных вод, его связь с pH. Коррозия металлов в морской воде, основные химические механизмы и термодинамика процесса коррозии. Биокоррозия. Защита металлов от коррозии.

## 9. Химические проблемы переработки углеводородного сырья

Топливная база для химической промышленности: нефть и нефтепереработка. Состав нефти. Химические методы в нефтедобыче. Первичная и вторичная (пиролиз, риформинг, крекинг) переработка нефти. Бензин и дизельное топливо. Альтернативные источники топлива. Синтетическое жидкое топливо и биотопливо, методы и высокотехнологические подходы к получению биотоплива.

## 10. Химические проблемы переработки продуктов возобновляемых природных ресурсов

Возобновляемые природные ресурсы, примеры. Биополимеры и их природные сырьевые источники: древесина, целлюлоза, хитин и хитозан. Структура, физико-химические свойства, направления практического использования, в том числе в космонавтике. Химические подходы к созданию новых высокотехнологичных материалов на основе биополимеров. Химическая переработка целлюлозы и хитина: гидролиз и проблемы утилизации его отходов.

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

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.

## 12. 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.

Высокомолекулярные соединения: классификация, строение, механизмы полимеризации. Полимеры, используемые в аэрокосмической технике. Полимерные материалы для 3D-печати.

### 13. Химия экстремальных состояний вещества

Равновесные и неравновесные процессы: основные отличия неравновесных процессов, причины возникновения неравновесных условий. Плазмохимия.

Химически активные частицы в неравновесных реакциях, радикалы. Цепные реакции, их механизмы и основные стадии. Разветвленные и неразветвленные цепные реакции.

Химия высокотемпературных процессов: кинетика, перспективы практического использования. Примеры цепных реакций в энергетике, горение водорода. Термическая плазма. Порошковая металлургия, утилизация токсичных химических соединений.

Химия, процессов, протекающих при высоких давлениях (взрыв и ударная волна).

Химия процессов, стимулированных интенсивными потоками частиц и излучений. Фотохимические реакции, происходящие в атмосфере: превращения озона под действием излучений. Радиационно-химические процессы в полимерах: полимеризация, деструкция, радикальное окисление. Плазмохимические процессы в низкотемпературной плазме. Применение низкотемпературной плазмы для получения функциональных материалов и покрытий.

## 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 [Текст] : учебник для вузов / Н. С. Ахметов .— 7-е изд., стереотип. — М. : Высшая школа, 2009 .— 743 с.
  2. Практический курс общей химии [Текст] = учеб. пособие для студентов вузов по направлению "Прикладные математика и физика" / М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) ; [В. В. Зеленцов и др.] .— 4-е изд., испр. и доп. — М. : МФТИ, 2012 .— 305 с.
- Выдается в департаменте:
3. Снигирева Е.М., Зеленцова С.А. Справочник физико-химических величин. – М.: МФТИ, 2007.

### Дополнительная литература

Выдается в департаменте:

1. Артеменко А.И. Органическая химия. – М.: Высшая школа, 2004.
2. Алекин О.А., Ляхин Ю.И. Химия океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
3. Берзин Б.Д., Берзин Д.Б. Курс современной органической химии. – М.: Высшая школа, 1999.
4. Беркут В.Д. Неравновесные физико-химические процессы в гиперзвуковой аэродинамике. – М.: Энергоатомиздат, 1994.
5. Буданов В., Ломова Т., Рыбкин В. Химическая кинетика. Вольхин В.В. Общая химия. Основной курс. – СПб.: Издательство «Лань», 2014.
6. Вольхин В.В. Общая химия. Основной курс. – СПб.: Издательство «Лань», 2008.
7. Вольхин В.В. Общая химия. Специальный курс. – СПб.: Издательство «Лань», 2008.
8. Вольхин В.В. Общая химия. Избранные главы. – СПб.: Издательство «Лань», 2008.
9. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл-пресс, 2005.
10. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – Л.: Химия, 1999.
11. Коровин Н.В. Общая химия. – М.: Высшая школа, 1998.
12. Леенсон И.А. Как и почему происходят химические реакции Элементы химической термодинамики и кинетики. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2010.
13. Пармон В.Н. Термодинамика неравновесных процессов для химиков. С приложением к химической кинетике, катализу, материаловедению и биологии. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2015.
14. Пушкарев А.И., Ремнев Г.Е. Прикладная плазмохимия. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2011.
15. Штиллер В. Уравнение Аррениуса и неравновесная кинетика. – М.: Мир, 2000.
16. Atkins P., de Paula J. Physical chemistry. – Oxford University Press, 2006.
17. Chang R. Physical Chemistry for the Biosciences. – University Science Books, 2005.
18. Fridman A. Plasma chemistry. Cambridge university press, 2011.
19. McMurry J. Fundamentals of Organic Chemistry. – Cole, Cengage Learning, 2011.

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

- 1) <http://lib.mipt.ru/catalogue/1604/?t=492> – электронная библиотека Физтеха, раздел «Общая химия».
- 2) <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
- 3) <http://chemistry.fizteh.ru/materials/>
- 4) [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org) Химия

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

- <http://lib.mipt.ru> - электронная библиотека Физтеха;
- <http://www.edu.ru> - федеральный портал "Российское образование";
- <http://benran.ru> - библиотека по естественным наукам Российской академии наук.

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

При подготовке к выполнению лабораторных работ используется учебное пособие «Практический курс общей химии», в котором рассмотрены важнейшие теоретические разделы курса в объеме, необходимом для выполнения поставленных экспериментальных задач, дано описание предлагаемых заданий и рекомендации к их выполнению, а также образцы решения типовых задач и вопросы для самоконтроля при работе с изучаемым материалом.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы. Проведение контрольных работ способствует закреплению теоретических основ курса, учит кратко излагать в письменной форме полученные знания. Проведение двух коллоквиумов по темам 1 и 2 помогает студенту логически точно, аргументированно и ясно строить устную речь, формулировать свою точку зрения, овладевать навыками ведения дискуссий, дает возможность преподавателю правильно оценить уровень знаний студента на этапе промежуточной аттестации.

В самостоятельную работу студентов входит:

- освоение теоретического материала,
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ,
- подготовка к сдаче дифференцированного зачёта.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Геокосмические науки и технологии  
Физтех-школа Аэрокосмических Технологий  
департамент химии  
**курс:** 1  
**квалификация:** бакалавр

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

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

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Общая химия» 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**

В целях текущего контроля успеваемости предусмотрен краткий опрос по теме предыдущей лекции.

### 3. Примеры контролирующих материалов

#### 3.1. Пример контрольного задания по теме растворы I

1. В каком объеме 1 М раствора содержится 114 г  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ?
2. Сколько граммов  $\text{NaSO}_3$  потребуется для приготовления 5 л 8%-го (по массе) раствора с плотностью 1,075 г/мл?
3. Плотность 15%-го (по массе) раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равна 1,105 г/мл. Вычислить: а) молярность, б) нормальность, в) моляльность раствора.
4. Сколько молей  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  надо прибавить к 10 молям воды, чтобы получить 10%-ый (по массе) раствор  $\text{MgSO}_4$ ?
5. Сколько миллилитров концентрированной соляной кислоты (плотность 1,19 г/мл), содержащей 38% (масс.)  $\text{HCl}$ , нужно взять для приготовления 1 л 2 н. раствора?

#### 3.2. Пример контрольного задания по теме растворы II

1. На сколько градусов повысится температура кипения воды, если в 100 г воды растворить 9 г глюкозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ?
2. Вычислить pH 0,1 М раствора хлорноватистой кислоты  $\text{HOCl}$  ( $K = 5 \cdot 10^{-8}$ ).
3. Вычислите активность 0,01 М раствора  $\text{HCl}$  (коэффициент активности  $\gamma = 0,90$ ).
4. Вычислить растворимость (в моль/л)  $\text{CaF}_2$  воде и в 0,05 М растворе  $\text{CaCl}_2$ . Во сколько раз растворимость во втором случае меньше, чем в первом?
5. Вычислить объем воды, необходимый для растворения при 25°C 1 г  $\text{BaSO}_4$  ( $\text{PP}(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$ ).

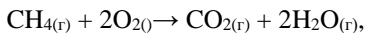
#### 3.3. Пример контрольного задания по теме энергетика химических процессов

1. Приведены термодинамические уравнения химических реакций получения  $\text{HBr}_{(г)}$ :

- а)  $\text{H}_{2(г)} + \text{Br}_{2(ж)} \rightarrow 2\text{HBr}_{(г)}, \Delta H^\circ = -72 \text{ кДж/моль};$
- б)  $1/2\text{H}_{2(г)} + 1/2\text{Br}_{2(г)} \rightarrow \text{HBr}_{(г)}, \Delta H^\circ = -21 \text{ кДж/моль};$
- в)  $\text{H}_{(г)} + \text{Br}_{(ж)} \rightarrow \text{HBr}_{(г)}, \Delta H^\circ = -336 \text{ кДж/моль};$
- г)  $1/2\text{H}_{2(г)} + 1/2\text{Br}_{2(ж)} \rightarrow \text{HBr}_{(г)}, \Delta H^\circ = -36 \text{ кДж/моль}.$

Какое из приведенных значений  $\Delta H^\circ$  можно принять в качестве стандартной энтальпии образования  $\text{HBr}_{(г)}$ ? Объясните, почему другие из указанных значений не равны искомой величине.

2. Определить стандартное изменение энтальпии  $\Delta H^\circ_{298}$  реакции горения метана:



если энтальпии образования  $\text{CO}_{2(г)}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_{(г)}$  и  $\text{CH}_{4(г)}$  равны соответственно -393,5, -241,8 и -74,9 кДж/моль.

3. Определите энтальпию гидратации  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  до  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , если при растворении первого кристаллогидрата выделяется 10,5 кДж/моль, а при растворении второго поглощается 67 кДж/моль тепла.

4. Определите энергию двойной связи  $\text{C}=\text{C}$ , если известна энтальпия реакции:



и средние энергии связей:  $E_{\text{C-H}} = 412 \text{ кДж/моль}$ ,  $E_{\text{C-C}} = 348 \text{ кДж/моль}$  и  $E_{\text{H-H}} = 430 \text{ кДж/моль}$ .

5. Дана химическая реакция:



Определите направление этой реакции при температурах 700 и 1000 °С. Если направление реакции изменяется с повышением температуры, дайте оценку температуры, при которой происходит смена направления реакции. Значения  $\Delta\text{H}^\circ_{\text{обр, 298}}$  и  $\Delta\text{S}^\circ_{\text{обр, 298}}$  для  $\text{CaCO}_{3(\text{к})}$ ,  $\text{CaO}_{(\text{к})}$  и  $\text{CO}_{2(\text{г})}$  возьмите из справочной литературы, зависимость термодинамических функций от температуры не учитывайте.

### **3.4. Пример контрольного задания по теме химическая кинетика и химическое равновесие**

1. Как изменится 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;
- уменьшить объем системы в 3 раза;
- повысить концентрацию  $\text{NO}$  в 3 раза.

2. Установлено, что для реакции  $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow 3\text{C} + \text{D}$  кинетическое уравнение реакции имеет вид  $v = k[\text{A}][\text{B}]$ . Какова размерность константы скорости реакции. Определите порядок реакции и скорости расходования/образования для веществ  $\text{A}$  и  $\text{C}$ .

3. Реакцию разложения газообразного ацетальдегида ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) проводили при температуре 518°C и начальном давлении вещества 363 Торр. После того, как прореагировало 5% вещества, скорость реакции составила 1,07 Торр/с. После того, как прореагировало 20% вещества, скорость реакции стала 0,76 Торр/с. Определите порядок реакции.

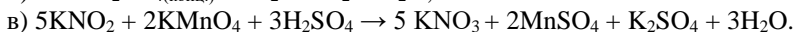
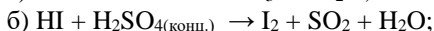
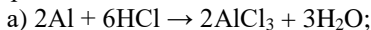
4. Константа скорости реакции разложения некоторого вещества равна  $2,80 \cdot 10^{-3} \text{ дм}^3/\text{моль} \cdot \text{с}$  при 30°C и  $1,38 \cdot 10^{-2} \text{ дм}^3/\text{моль} \cdot \text{с}$  при 50°C. Найти энергию активации и предэкспоненциальный множитель  $\text{A}$  для данной реакции.

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

### 3.5. Пример контрольного задания по теме электрохимия и окислительно-восстановительные реакции

1. Какие из перечисленных ионов могут быть восстановителями:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{4+}$ ,  $\text{Ti}^{3+}$ ,  $\text{Ge}^{4+}$ ? Ответ объясните.

2. Определите окислитель и восстановитель в следующих превращениях:



3. Для гальванического элемента:

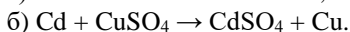
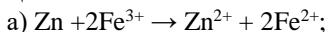


а) напишите уравнение реакций, протекающих на электродах, уравнение суммарной реакции процесса и уравнение Нернста для нее;

б) рассчитайте  $E^\circ$  элемента и оцените порядок  $K_{\text{равн}}$ ;

в) в каком направлении будет протекать процесс, если  $a_{\text{Ni}^{2+}} = 1$  моль/л,  $a_{\text{Sn}^{2+}} = 10^{-4}$  моль/л?

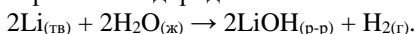
4. Составьте схемы гальванических элементов, в которых протекают реакции:



### 3.6. Пример контрольного задания по теме основные классы неорганических и органических соединений

1. Определите количество атомов бора, содержащееся в тетраборате натрия  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  массой 40,4 г.

2. Литий взаимодействует с водой с образованием гидроксида и газообразного водорода:



Сколько граммов лития необходимо, чтобы получить 7,79 г  $\text{H}_2$ ?

3. Как изменяются кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства высших оксидов и гидроксидов элементов с ростом заряда их ядер: а) в пределах периода; б) в пределах группы.

4. С каким из перечисленных соединений будет реагировать в водном растворе поваренная соль  $\text{NaCl}$ : а)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ; б)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ; в)  $\text{AgNO}_3$ ; г)  $\text{CO}_2$ .

5. Объясните причины разнообразия органических соединений. Почему структурные изомеры пентана  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  имеют разные температуры кипения? Нарисуйте два возможных структурных изомера  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ .

### 3.7. Пример контрольного задания для коллоквиума по теме строение вещества

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,  $\text{Cu}^{2+}$ ; Cr,  $\text{Cr}^{3+}$ ;

г) S,  $\text{S}^{2-}$ .

3. Как изменяется с ростом порядкового номера значение первого потенциала ионизации у элементов второго периода? Чем объяснить, что первый потенциал ионизации атома Be больше, чем у атомов Li и B?

4. Определите тип связи в следующих соединениях: а) связь CС в  $\text{H}_3\text{CCNH}_3$ ; б) связь KI в KI; в) связь NB в  $\text{H}_3\text{NBCl}_3$ ; г) связь ClO в  $\text{ClO}_2$ .

5. Описать пространственное строение неполярной молекулы  $\text{BeCl}_2$ . Какие атомные орбитали бериллия участвуют в образовании связей Be–Cl?

6. Дипольные моменты молекул  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{H}_2\text{S}$  равны соответственно 1,84 и 0,94 D. Какая молекула более полярна? Указать направления дипольных моментов связей в этих молекулах.

7. Какой вид взаимодействий между частицами приводит к переходу в конденсированное состояние He,  $\text{N}_2$ , HI,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ?

### **3.8. Пример контрольного задания по теме химия в современной океанологии. Теоретические основы гидрохимии**

1. Вычислить ионную силу и активность ионов в растворе, содержащем 0,01 моль/л  $\text{MgSO}_4$  и 0,01 моль/л  $\text{MgCl}_2$ .

2. Раствор, содержащий 0,85 г хлорида цинка в 125 г воды, кристаллизуется при температуре  $-0,23^\circ\text{C}$ . Определите степень диссоциации  $\text{ZnCl}_2$ . Криоскопическая постоянная воды равна 1,86.

3. Жесткость некоторого образца воды обуславливается только гидрокарбонатом железа. При кипячении 0,25 л воды в осадок выпадет 4,0 мг  $\text{FeCO}_3$ . Чему равна жесткость воды?

4. Механизм действия бикарбонатной буферной системы. Как изменится величина pH океанической среды, при повышении парциального давления  $\text{CO}_2$ ?

5. Провести оценку относительной вероятности проявления водородной или кислородной деполяризации при коррозии во влажном воздухе магния и железа. Среда – нейтральная.

### **3.9. Пример тестового контроля по теме химические проблемы переработки углеводородного сырья**

1. Продуктом ректификации нефти не является:

а) бензин;

б) керосин;

в) мазут;

- г) кокс.
- 2. Риформинг бензина проводят с целью:
  - а) получения алкенов;
  - б) повышения октанового числа бензина;
  - в) расщепления алканов;
  - г) получения алкадиенов.
- 3. Укажите «лишнее» понятие:
  - а) ректификация;
  - б) коксование;
  - в) термический крекинг;
  - г) каталитический крекинг.
- 4. Приведите примеры биотоплива.

### **3.10. Пример тестового контроля по теме химические проблемы переработки продуктов возобновляемых природных ресурсов**

1. Свойство целлюлозы, лежащее в основе ее химической переработки:

- а) разложение без доступа воздуха;
- б) горение;
- в) этерификация;
- г) гидролиз.

2. Какие вещества относят к гетерополисахаридам:

- а) целлюлоза;
- б) хитин;
- в) хитозан;
- г) крахмал.

3. Ацетатное волокно, получаемое химической модификацией целлюлозы, называется:

- а) натуральным;
- б) искусственным;
- в) синтетическим;
- г) природным.

4. Этанол, получаемый по цепочке превращений:

Целлюлоза → Глюкоза → Этанол  
называют:

- а) пищевым;
- б) гидролизным;
- в) синтетическим;
- г) искусственным

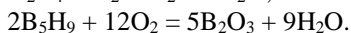
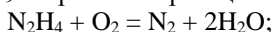
5. Гидролизом 250 кг древесных опилок, содержание целлюлозы в которых составляет 45%, было получено 62 кг глюкозы. Определите массовую долю выхода глюкозы от теоретически возможного.

- а) 98,1%;
- б) 56,7%;
- в) 49,6%;
- г) 30,5%.

6. Приведите примеры высокотехнологичных материалов на основе биополимеров, перспективных для использования в космонавтике.

### **3.11. Пример контрольного задания по теме химические проблемы получения и преобразования энергии в ракетной технике**

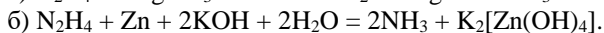
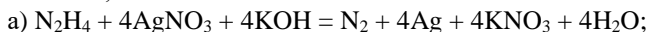
1. Какое топливо, по его энергоемкости на 1 г, лучше использовать в ракетных двигателях: жидкий гидразин  $N_2H_4$  или газообразный боран  $B_5H_9$ ? Уравнения реакций горения:



Для веществ  $N_2H_4$  (ж),  $H_2O$  (ж),  $B_5H_9$  (г),  $B_2O_3$  (кр) энтальпия образования ( $\Delta H^\circ_{обр}$ ) составляет 50,4; -241,8; 62,5; -1273,8 кДж/моль, соответственно.

2. Объем газообразных (при температуре пламени) продуктов сгорания ракетного топлива из расчета на массу топлива должен быть как можно большим. Рассчитайте объем (приведенный к н.у.) продуктов сгорания 100 г смеси  $NH_4NO_3$  и  $(CN_3H_6)NO_3$ , считая воду паром. В какую сторону измениться объем газов при температуре пламени (давление считать атмосферным)? Соотношение компонентов смеси таково, что при ее горении весь азот превращается в  $N_2$ , водород – в  $H_2O$ , а углерод – в  $CO_2$ .

3. Указать, в какой из приведенных реакций гидразин  $N_2H_4$  служит окислителем, а в какой – восстановителем:



Как изменяется в каждом случае степень окисления азота?

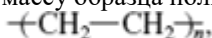
4. Водородно-кислородный топливный элемент: устройство, принцип работы, протекающие реакции.

### **3.12. Пример контрольного задания по теме химические основы создания новых функциональных материалов**

1. Дан ряд веществ:  $KBr_{(к)}$ ,  $I_{2(к)}$ ,  $Au_{(к)}$ ,  $SiC_{(к)}$ ,  $Ag_{(к)}$ . Выберите из этого ряда по одному веществу в качестве примера для иллюстрации таких свойств твердых тел как высокая электропроводность, пластичность, хрупкость, твердость, летучесть.

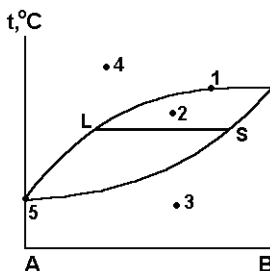
2. Чем вызвано стремление наночастиц к агрегации и взаимодействию с окружающей средой? Как это свойство наночастиц может проявиться при получении наноматериалов?

- Приведите примеры нестехиометрических соединений.
- Рассчитайте молярную массу образца полиэтилена:



где  $n = 4600$ .

- Для диаграммы:



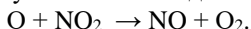
Определите:

- какова взаимная растворимость веществ;
- состав фаз (в %) для точек 1, 2, 3, 4.
- число степеней свободы для точек 1, 2, 3, 4, 5.
- соотношение твердой и жидкой фаз для точек, лежащих на изотерме LS.

### 3.12. Пример контрольного задания по теме химия экстремальных состояний вещества

1. Почему в цепной реакции  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$  зарождение цепи начинается с радикала  $\text{Cl}^\bullet$ , а не с радикала  $\text{H}^\bullet$ ? Какую роль в этой реакции играет освещение? Имеет ли значение частота света? Составить схему этой реакции.

2. В верхних слоях атмосферы происходит разложение озона в присутствии  $\text{NO}_2$ . Одна из стадий реакции выражается уравнением:



Данная стадия была исследована в экспериментальных условиях при большом избытке в реакционной смеси  $\text{NO}_2$  ( $1,0 \cdot 10^{16}$  молекул/дм<sup>3</sup>). В эксперименте определяли изменение концентрации  $\text{O}$  через определенные интервалы времени. Результаты эксперимента следующие:

$\text{CO},$ атомов/дм <sup>3</sup>	$5,0 \cdot 10^{12}$	$1,9 \cdot 10^{12}$	$6,8 \cdot 10^{11}$	$2,5 \cdot 10^{11}$
$t, \text{с}$	0	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$

Определите порядок реакции по кислороду и составьте дифференциальное уравнение скорости реакции.

3. Почему плазменно-стимулированный синтез в смеси  $\text{N}_2\text{--H}_2$  приводит главным образом к получению аммиака, а не гидразина. Какую роль играет атомарный водород в данном процессе? Какой

плазмохимический способ более эффективен для фиксации азота: синтез гидридов азота или синтез оксидов азота?

4. Характерная глубина модификации полимера  $x$  в низкотемпературной плазме описывается выражением:

$$x^2 \approx x_0^2 (\ln \sigma_{i0} N - \ln \ln K),$$

где  $\sigma_{i0}$  – эффективное сечение модификации макромолекул,  $N$  – интегральный поток электронов на поверхность полимера,  $K$  – степень модификации полимера. Используя данное выражение, оцените глубину модификации полимера при  $K = e$  (слабая модификация) и  $K = 1000$  (значительная модификация). Примите  $N = 10^{13} \text{ см}^{-2}$  и  $\sigma_{i0} \approx 10^{-9} \text{ см}^2$ .

#### 4. Критерии оценивания

Оцен-ка	Баллы	Критерии
Отлич-но	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;</li> <li>- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</li> <li>- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии (в</li> </ul>

		<p>том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</li> <li>- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;</li> <li>- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;</li> <li>- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку с позиций государственной идеологии (по дисциплинам социально-гуманитарного цикла);</li> <li>- активная самостоятельная работа на</li> </ul>

		практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
Хорошо	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;</li> <li>- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;</li> <li>- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;</li> <li>- использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;</li> <li>- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;</li> <li>- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень</li> </ul>

Удов- летво- ри- тельно		культуры исполнения заданий.
	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточные знания в объеме учебной программы;</li> <li>- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;</li> <li>- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;</li> <li>- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;</li> <li>- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;</li> <li>- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;</li> <li>- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;</li> <li>- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;</li> <li>- работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;</li> <li>- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;</li> <li>- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;</li> <li>- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
Неудовлетворительно	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;</li> <li>- знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;</li> <li>- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок;</li> <li>- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	1	- отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

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

Дифференцированный зачет по дисциплине проводится по итогам текущей успеваемости. Оценка студента определяется как среднее арифметическое от суммы баллов, полученных студентом при выполнении лабораторных и контрольных работ.

При получении дифференцированного зачета могут учитываться баллы за дополнительную самостоятельную работу студента (написание реферата по заданной теме, связанной с химическими проблемами современных аэрокосмических технологий).

Во время проведения дифференцированного зачета и защиты реферата 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.