

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Н.К. Кондрашева

Проректор по образовательной
деятельности доцент
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ
СИСТЕМ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	18.04.01 Химическая технология
Направленность (профиль):	Химическая технология органических веществ
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Е.В. Саламатова

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия органических и нефтехимических систем» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 910 от 07 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология органических веществ»

Составитель: _____ доцент каф. ХТПЭ Саламатова Е.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15 февраля 2021 г., протокол № 19.

Заведующая кафедрой ХТПЭ _____ Н.К. Кондрашева

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования,
аккредитации и контроля качества
образования

Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического
обеспечения учебного процесса

к.т.н.

А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Физическая химия органических и нефтехимических систем» является – формирование у студентов практических навыков при решении задач, связанных с особенностями технологии базовых процессов переработки твердых, жидких и газообразных природных ископаемых, обеспечивающих сырьем современный органический синтез; формирования научно-теоретического уровня мышления у студентов; подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с использованием современных методов исследования.

Основными задачами дисциплины «Физическая химия органических и нефтехимических систем» являются:

- формирование знаний по структуре и физико-химическим свойствам сырьевых материалов, особенностей технологии процессов переработки углеродного и углеводородного сырья;
- овладение методами анализа и обработки экспериментальных данных;
- формирование культуры мышления, обобщения и анализа информации, постановки цели и выбора путей её достижения;
- формирование культуры мышления, обобщения и анализа информации, постановки цели и выбора путей её достижения, готовности самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии, применять методы теоретического и экспериментального исследования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физическая химия органических и нефтехимических систем» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» и изучается в I и II и III семестрах.

Дисциплина «Физическая химия органических и нефтехимических систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Механика дисперсных сред», «Процессы массопереноса с участием твёрдой фазы», «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии».

Особенностью дисциплины является формирование знаний по структуре и физико-химическим свойствам сырьевых материалов, особенностей технологии процессов переработки углеродного и углеводородного сырья.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Физическая химия органических и нефтехимических систем» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать	ОПК-1	ОПК-1.1 Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин; основные источники и масштабы образования отходов производства; способы предотвращения и улавливания выбросов, методы очистки промышленных сточных вод, принципы работы

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
планы и программы проведения научных исследований и технических разработок		<p>аппаратов обезвреживания и очистки газовых выбросов и стоков химических производств;</p> <p>ОПК-1.2 Уметь: применять в практической деятельности фундаментальные понятия, законы естественнонаучных дисциплин, модели классического и современного естествознания, методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; анализировать и прогнозировать экологические последствия различных видов производственной деятельности;</p> <p>ОПК-1.3 Владеть: методами теоретического и экспериментального исследований в профессиональной деятельности; навыками работы получать информацию в локальных и глобальных компьютерных сетях; навыками использования компьютерных программ для поиска информации, составления и оформления документов и презентаций; навыками использования пакетов прикладных программ в области охраны окружающей среды разработки и управления проектом;</p>
Способность профессиональной эксплуатации современного оборудования, организации проведения испытаний, контролю и разработке нормативных документов	ПКС-1	<p>ПКС-1.1 Знать: стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, проведению испытаний, оформлению технической документации</p> <p>ПКС-1.2 Уметь: осуществлять контроль технической документации, разрабатывать новые и пересматривать существующие стандарты предприятия</p> <p>ПКС-1.3 Владеть: навыками контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам предприятия</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам		
		1	2	
Аудиторные занятия, в том числе:	196	48	126	22
Лекции	16	16	-	-

Практические занятия (ПЗ)	166	32	112	22
Лабораторные работы (ЛР)	14	-	14	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	128	42	72	14
Проработка конспекта лекций	8	8	-	-
Выполнение заданий поисково-исследовательского характера	30	10	20	-
Подготовка к практическим занятиям	44	10	30	4
Подготовка к лабораторным занятиям	10	-	10	-
Подготовка к контрольной работе	6	4	2	-
Подготовка к экзамену	20	10	-	10
Подготовка к диф.зачёту	10	-	10	-
Промежуточная аттестация – диф.зачет (ДЗ), экзамен (Э)	72	Э(36)	ДЗ	Э(36)
Общая трудоемкость дисциплины				
ак. час.	396	126	198	72
зач. ед.	11	3,5	5,5	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Современное состояние физической химии органических и нефтехимических систем.	62	2	32	-	28
Раздел 2. Применение спектральных методов для исследования механизма химических реакций	186	10	112	14	50
Раздел 3. Растворы органических и нефтехимических систем	76	4	22	-	50
Итого:	324	16	166	14	128

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Современное состояние физической химии органических и нефтехимических систем	Развитие физической химии как науки. Цели и задачи физической химии органических и нефтехимических систем. Классификация методов физической химии органических веществ. Первый закон термодинамики, термохимия. Второй закон термодинамики. Химическое равновесие. Фазовое равновесие. Физико-химический анализ.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Формальная кинетика, Влияние температуры на скорость химических реакций. Кинетика и механизм сложных реакций. Катализ.	
2	Применение спектральных методов для исследования механизма химических реакций	Электронная спектроскопия. Краткие основы метода. Изучение кинетики химических реакций. Определение констант равновесия процессов комплексообразования. Определение констант ионизации кислот и оснований. _Инфракрасная спектроскопия_ Краткие основы метода. Кинетика химических реакций. Исследование межмолекулярных взаимодействий. Ядерный магнитный резонанс. Основные понятия. Параметры спектров ЯМР. Кинетика химических процессов. Комплексообразование. _Хроматография и хромато-масс-спектрометрия. Физико-химические основы хроматографии, виды хроматографии, интерпретация результатов хроматографического анализа и основные хроматографические методики. Применение хроматографии для исследования физико-химических характеристик органических систем. Масс-спектрометрия. Масс-спектры отдельных классов органических соединений. Строение вещества. Расчет некоторых молекулярных характеристик. Межмолекулярные взаимодействия, конденсированные фазы.	10
3	Растворы органических и нефтехимических систем	Термодинамика растворов. Термодинамическая теория растворов неэлектролитов. Способы выражения состава растворов. Парциальные молярные величины и их значение в термодинамике растворов. Основные соотношения между парциальными молярными величинами. Методы определения парциальных молярных величин. Аналитические методы. Графические методы. Термодинамическая классификация растворов. Идеальные растворы. Предельно разбавленные растворы. Неидеальные растворы. Зависимость равновесных свойств от состава раствора. Давление насыщенного газа над раствором. Понижение температуры замерзания раствора. Осмотическое давление раствора. Летучие смеси. Законы Гиббса — Коновалова.	4
Итого:			16

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Наименование практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	Раздел 1	1.1 Введение. Классификация методов физической химии органических веществ. Обработка результатов физико-химических измерений. Применение графических методов. Решение задач.	2

		1.2 Химическая термодинамика. Первый закон термодинамики, термохимия. Идеальные и реальные газы. Решение задач.	2
		Второй закон термодинамики. Энтропия. Решение задач.	4
		Химическое равновесие. Расчет констант химического равновесия, объемного состава равновесных смесей.	4
		Фазовое равновесие. Физико-химический анализ. Решение задач.	4
		1.3. Химическая кинетика. Реакции нулевого, первого, второго порядка. Методы определения порядка и констант скорости реакций по экспериментальным данным. Решение задач.	6
		Формальная кинетика. Влияние температуры на скорость химических реакций. Решение задач.	4
		Кинетика и механизм сложных реакций. Кинетика обратимых, параллельных, последовательных, фотохимических и каталитических реакций. Решение задач.	6
2.	2	2.1. Электронная спектроскопия. Краткие основы метода. Способы изображения спектров поглощения. Приготовление образцов. Связь электронных спектров со строением органических веществ. Электронные спектры поглощения отдельных классов органических веществ. Использование электронных спектров при исследовании механизма химических реакций органических веществ. Изучение кинетики химических реакций. Определение констант равновесия процессов комплексообразования. Определение констант ионизации кислот и оснований. Определение константы комплексообразования иода с циклогексеном методом УФ-спектрофотометрии.	26
		2.2. Инфракрасная спектроскопия. Краткие основы метода. ИК-спектры поглощений органических соединений. Органические соединения с функциональными группами. Использование ИК-спектров при исследовании органических соединений. Кинетика химических реакций. Исследование межмолекулярных взаимодействий. Решение задач.	24

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
		<p>2.3. Ядерный магнитный резонанс. Основные понятия. Параметры спектров ЯМР. ПМР. Спин-спиновое взаимодействие. интенсивность сигнала. Классификация спиновых систем. способы упрощения сложных спектров. ПМР-спектры отдельных классов органических соединений. Спектроскопия магнитного резонанса ядер ^{13}C, ^{19}F, ^{31}P.</p> <p>Кинетика химических процессов. Определение константы скорости в обменных реакциях. Комплексообразование. Расчет термодинамических параметров комплексообразования с помощью ЯМР.</p>	26
		<p>2.4. Хроматография и хромато-масс-спектрометрия. Основные понятия и области применения в нефтехимии. Физико-химические основы хроматографии, виды хроматографии, интерпетация результатов хроматографического анализа и основные хроматографические методики. Применение хроматографии для исследования физико-химических характеристик органических систем. Масс-спектрометрия. Масс-спектры отдельных классов органических соединений.</p>	26
		<p>2.5. Строение вещества. Расчет некоторых молекулярных характеристик. Межмолекулярные взаимодействия, конденсированные фазы.</p>	10
3.	3	<p>3.1. Термодинамика растворов. Термодинамическая теория растворов неэлектролитов. Способы выражения состава растворов. Решение задач. Парциальные молярные величины и их значение в термодинамике растворов. Основные соотношения между парциальными молярными величинами. Решение задач.</p>	12
		<p>3.2. Методы определения парциальных молярных величин. Аналитические методы. Графические методы. Термодинамическая классификация растворов. Идеальные растворы. Предельно разбавленные растворы. Неидеальные растворы. Зависимость равновесных свойств от состава раствора. Давление насыщенного газа над раствором. Понижение температуры замерзания раствора. Осмотическое давление раствора. Летучие смеси. Законы Гиббса — Коновалова. Решение задач.</p>	10
Итого			166

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудо-емкость в ак. часах
1.	2.	Определение функциональных групп в органических соединениях нефти методом ИК-спектроскопии.	6
2	2.	Определение компонентного состава легкокипящих нефтяных фракций методом газо-жидкостной хроматографии.	8
Итого			14

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Современное состояние физической химии органических и нефтехимических систем.

1. Дайте классификацию термодинамических систем и процессов. Приведите примеры.
2. Почему нельзя привести абсолютные значения внутренней энергии?
3. Расположите в порядке увеличения работы адиабатического расширения следующие газы: SO₂, гелий, азот, метан.
4. Покажите, что закон Гесса является следствием первого закона термодинамики.

5. Приведите кинетические кривые и выражения закона действующих масс для следующих сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные.

Раздел 2. Применение спектральных методов для исследования механизма химических реакций.

1. Дать характеристику электронным спектрам 0 молекул. Электронные переходы в молекулах.
2. Законы Ламберта — Бугера и Бера. Абсорбция, коэффициент экстинкции. Метод градуировочного графика.
3. Применение ИК-спектроскопии для анализа продуктов химической реакции.
4. Исследование кинетики химической реакции методом отбора проб.
5. Природа ядерного магнитного резонанса.

Раздел 3. Растворы органических и нефтехимических систем.

1. Для каких растворов и как можно рассчитать растворимость твёрдых веществ?
2. От каких факторов зависит растворимость газов в жидкости?
3. Как изменяется растворимость с повышением температуры?
4. Каково термодинамическое условие самопроизвольного образования истинного раствора при постоянных p и T ?
5. Что называют парциальной молярной величиной? Приведите примеры таких величин.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену, (по дисциплине):

1. Сравните линейные кинетические уравнения для обратимой и необратимой реакции первого порядка.
2. Какие энергетические составляющие входят в понятие «внутренняя энергия»?
3. Какими уравнениями описывают различные энергетические составляющие внутренней энергии?
4. Как видоизменяется уравнение первого закона термодинамики применительно к закрытым системам?
5. Какие положения составляют основу молекулярно-кинетической теории теплоемкости газообразных веществ?
6. При каких внешних условиях происходит интенсивное проявление межмолекулярного взаимодействия в газах?
7. Каков состав общей системы уравнений термодинамических потенциалов?
8. Каким образом регулируют скорость цепного процесса?
9. Какова последовательность действий при экспериментальном определении характера диффузии?
10. Методы изучения кинетики быстрых химических реакций.
11. Виды колебаний в молекулах.
12. Колебательные спектры молекул.
13. Применение ИК-спектроскопии для анализа продуктов химической реакции.
14. Исследование кинетики химической реакции методом отбора проб.
15. Исследование кинетики химической реакции в кювете ИК-спектрометра.
16. Применение ИК-спектроскопии для исследования термического старения и окисления.
17. В чем суть методов хроматографии?
18. Природа ядерного магнитного резонанса.
19. Исследование кинетики медленных процессов методом ЯМР
20. Что такое адсорбция, адсорбент, адсорбат, абсорбция, абсорбент, абсорбат?
21. Классификация методов по технике и способу проведения эксперимента.
22. Какие процессы лежат в основе классификации методов по агрегатному состоянию фаз?

23. Графическое и математическое выражение изотермы адсорбции. Ее анализ.
24. Каким требованиям должен отвечать раствор, для того чтобы его можно было отнести к категории «идеальный раствор»?
25. Как влияет присутствие растворенного вещества на температуру кипения раствора?
26. Какие процессы в приводят к отклонению раствора от понятия «идеальный»?
27. Какие уравнения применяют для описания растворимости газов в жидкостях?
28. Какое математическое уравнение описывает зависимость растворимости твердых веществ в жидкостях от величины внешнего давления?
29. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах жидкость-пар
30. Какой метод применяют для разделения компонентов жидкого раствора?
31. Какие теоретические представления о равновесии в системе «газ-жидкость» составляют основу технологического процесса перегонки?
32. Какие теоретические представления о равновесии в системе «газ-жидкость» составляют основу технологического процесса ректификации?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Моль – это....	<ol style="list-style-type: none"> 1. число частиц, содержащихся в 1г любого вещества 2. число молекул в 12г любого вещества 3. число молекул, содержащихся в 22,4 л при н.у. 4. единица, которой в химии измеряют количества вещества
2.	Скорость химической реакции - это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. время, за которое полностью расходуется одно из исходных веществ; 2. время, за которое заканчивается реакция; 3. изменение количества вещества реагентов (или продуктов) в единицу времени в единице объема; 4. количество вещества продуктов реакции к моменту окончания реакции

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	Чем характеризуется газообразное состояние?	1. $V \neq \text{const}$ ни по форме, ни по величине; 2. $V \neq \text{const}$, форма постоянная; 3. $V = \text{const}$, форма постоянная; 4. $V = \text{const}$, форма переменная.
4.	Чем характеризуется твёрдое состояние?	1. $V \neq \text{const}$ ни по форме, ни по величине; 2. $V = \text{const}$; форма переменная; 3. $V = \text{const}$; форма постоянная; 4. $V \neq \text{const}$;
5.	Математическое значение 1-го закона термодинамики имеет вид (интегральная форма):	1. $\Delta U = q - A$, где A - работа, q - переход теплоты 2. $\delta A = F \cdot \Delta l$, где F - сила, l - расстояние 3. $\delta A = p \cdot \Delta V$, где p - давление, V - объём 4. $\delta A = \Delta \varphi \cdot g$ где $\Delta \varphi$ - разность потенциалов, g - заряд
6.	Уравнение, связывающее электрическую работу с экстенсивными параметрами:	1. $\Delta U = q - A$, 2. $\delta A = F \cdot \Delta l$, 3. $\delta A = p \cdot \Delta V$, 4. $\delta A = \Delta \varphi \cdot g$
7.	Для изохорного процесса характерно:	1. $V = \text{const}$ 2. $p = \text{const}$ 3. $T = \text{const}$ 4. $q = \text{const}$
8.	Укажите формулу для расчета энергии Гиббса (изобарно-изотермического потенциала).	1. $\Delta Q = \Delta U + A$; 2. $\Delta F = \Delta U + T\Delta S$; 3. $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$; 4. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$;
9.	Что такое энергия связи?	1. это работа, необходимая для удаления связанного атома на бесконечно большое расстояние; 2. энергия, которую нужно затратить для отрыва электрона от атома с превращением последнего в положительный ион; 3. это избыточная энергия, которой должны обладать молекулы для того чтобы их столкновение могло привести к образованию нового вещества; 4. это форма энергии, скрытая в веществах и освобождающаяся при химических процессах
10.	Изобарно-изотермический потенциал связан с энтальпией и энтропией следующим соотношением:	1. $\Delta G = \Delta H + T\Delta S$; 2. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$; 3. $\Delta G / T = \Delta H + \Delta S$; 4. $\Delta G = T\Delta H + \Delta S$;
11.	В каких единицах измеряется энтропия?	1. Дж/моль; 2. кДж/моль; 3. кДж/(моль · К); 4. Дж/(моль · К);

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	Уравнение $\sigma = \frac{\Delta G_{\text{адс}}}{S}$ позволяет рассчитать	1. поверхностное натяжение 2. энергию Гиббса 3. энтальпию 4. абсорбцию
13.	Количественной характеристикой гальванического элемента является	1. электродвижущая сила 2. сила тока 3. изобарно-изотермический потенциал 4. энергия связи
14.	В уравнении Бугера-Ламберта-Бера $I = I_0 \cdot (1 - e^{-\varepsilon c l})$, I – это	1. толщина поглощающего слоя 2. интенсивность падающего света 3. интенсивность поглощенного света 4. коэффициент поглощения
15.	Молярная доля выражается как:	1. $\omega = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{раствора})}$ 2. $\varphi = \frac{V(\text{компонента})}{V(\text{смеси})}$ 3. $\chi = \frac{n(\text{компонента})}{n(\text{смеси})}$ 4. $c = \frac{n(\text{компонента})}{V(\text{раствора})}$
16.	В формуле молярной концентрации эквивалента $c\left(\frac{1}{z}X\right) = \frac{n\left(\frac{1}{z}X\right)}{V(\text{раствора})}$, z - это	1. эквивалент 2. фактор эквивалентности 3. молярность 4. фактор молярности
17.	Стагмометрическим методом измеряют ...	1. поверхностное натяжение 2. массу молекулы 3. величину абсорбции 4. количества вещества
18.	Величину R в уравнении Клапейрона-Менделеева называют...	1. постоянной Авогадро; 2. константой Больцмана; 3. энергией активации; 4. универсальной газовой постоянной
19.	В уравнении Бугера-Ламберта-Бера $I = I_0 \cdot (1 - e^{-\varepsilon c l})$, ε – это	1. толщина поглощающего слоя 2. молярная концентрация вещества 3. интенсивность поглощенного света 4. коэффициент поглощения
20.	Молярность определяется как:	1. $\omega = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{раствора})}$ 2. $b = \frac{n(\text{компонента})}{m(\text{растворителя})}$ 3. $\chi = \frac{n(\text{компонента})}{n(\text{смеси})}$ 4. $c = \frac{n(\text{компонента})}{V(\text{раствора})}$

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Под нормальными условиями (н.у.) в химии подразумевают следующие значения давления и температуры:	1. $P=101,1 \text{ атм}$; $T=298\text{K}$ 2. $P=760 \text{ мм рт.ст.}$; $T=100^{\circ}\text{C}$ 3. $P=1,013 \text{ Па}$; $T=0^{\circ}\text{C}$ 4. $P=101,3 \text{ кПа}$; $T=273\text{K}$.
2.	Химическое вещество - это ...	1. химическое соединение, имеющее постоянный состав; 2. совокупность атомов и молекул, обладающая определёнными химическими и физическими свойствами; 3. любой вид материи, обладающих массой покоя; 4. совокупность атомов и молекул, взятых в стехиометрическом соотношении;
3.	Чем характеризуется жидкое состояние?	1. $V = \text{const}$; по форме и по величине; 2. $V \neq \text{const}$ ни по форме, ни по величине; 3. $V = \text{const}$; форма переменная; 4. $V = \text{const}$; форма постоянная;
4.	Уравнение, связывающее механическую работу с экстенсивными параметрами:	1. $\Delta U = q - A$, 2. $\delta A = F \cdot \Delta l$, 3. $\delta A = p \cdot \Delta V$, 4. $\delta A = \Delta \varphi \cdot g$
5.	Для изобарного процесса характерно:	1. $V = \text{const}$ 2. $p = \text{const}$ 3. $T = \text{const}$ 4. $q = \text{const}$
6.	Открытая система с внешней средой ...	1. обменивается энергией, но не обменивается веществом; 2. не обменивается ни энергией, ни веществом; 3. обменивается веществом, но не обменивается энергией; 4. обменивается и энергией, и веществом
7.	Стехиометрические коэффициенты в термохимических уравнениях указывают на ...	1. реальные количества реагирующих и образующихся веществ; 2. массы веществ; 3. скорость расходования и образования продуктов; 3. соотношение между массами реагентов.
8.	Сформулируйте первое начало термодинамики.	1. скорость химической реакции определяется энергией активации данной реакции; 2. физические величины, однозначно определяющие состояние системы, являются функциями состояния; 3. сумма изменения внутренней энергии и совершенной системой (над системой) работы равна сообщенной (выделенной ею) теплоте; 4. при одинаковых условиях в равных объемах различных газов содержится одинаковое число молекул

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9.	Идеальным газом называют газ ...	1. легко сжижаемый; 2. между молекулами которого присутствуют силы взаимного притяжения; 3. характеристики которого полностью описываются уравнением состояния идеального газа; 4. без цвета и запаха.
10.	Величину R в уравнении Клапейрона-Менделеева называют...	1. постоянной Авогадро; 2. константой Больцмана; 3. энергией активации; 4. универсальной газовой постоянной
11.	Численное значение универсальной газовой постоянной в системе СИ равно...	1. 22,4л 2. 0,082 л·атм/К 3. 8,314 Дж/моль·К 4. $6,023 \cdot 10^{23}$ моль
12.	Сталагмометрическим методом измеряют ...	1. поверхностное натяжение 2. массу молекулы 3. величину абсорбции 4. количества вещества
13.	Количественной характеристикой фотохимических реакций является	1. электродвижущая сила 2. сила тока 3. выход по току 4. квантовый выход
14.	В уравнении Бугера-Ламберта-Бера $I = I_0 \cdot (1 - e^{-\epsilon c l})$, I_0 – это	1. толщина поглощающего слоя 2. интенсивность падающего света 3. сила тока 4. коэффициент поглощения
15.	Объемная доля раствора выражается:	1. $\omega = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{раствора})}$ 2. $\varphi = \frac{V(\text{компонента})}{V(\text{смеси})}$ 3. $\chi = \frac{n(\text{компонента})}{n(\text{смеси})}$ 4. $c = \frac{n(\text{компонента})}{V(\text{раствора})}$
16.	Единица измерения молярности:	1. моль/л 2. моль/м ³ 3. моль/кг 4. безразмерная величина
17.	Молярная концентрация эквивалента выражается как:	1. $X = \frac{n(\text{компонента})}{n(\text{смеси})}$ 2. $\varphi = \frac{V(\text{компонента})}{V(\text{смеси})}$ 3. $b = \frac{n(\text{компонента})}{m(\text{растворителя})}$ 4. $c\left(\frac{1}{z} X\right) = \frac{n\left(\frac{1}{z} X\right)}{V(\text{раствора})}$,

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
18.	Уравнение, связывающее работу изменения поверхности с экстенсивными параметрами:	1. $\delta A = \sigma \cdot \Delta S$, 2. $\delta A = F \cdot \Delta l$, 3. $\delta A = p \cdot \Delta V$, 4. $\delta A = \Delta \varphi \cdot g$
19.	В уравнении Бугера-Ламберта-Бера $I = I_0 \cdot (1 - e^{-\epsilon c l})$, ϵ – это	1. толщина поглощающего слоя 2. интенсивность падающего света 3. концентрация вещества 4. коэффициент поглощения
20.	Молярная концентрация выражается:	1. $\omega = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{раствора})}$ 2. $\varphi = \frac{V(\text{компонента})}{V(\text{смеси})}$ 3. $\chi = \frac{n(\text{компонента})}{n(\text{смеси})}$ 4. $c = \frac{n(\text{компонента})}{V(\text{раствора})}$

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Закрытая система с внешней средой ...	1. обменивается энергией, но не обменивается веществом; 2. не обменивается ни энергией, ни веществом; 3. обменивается веществом, но не обменивается энергией; 4. обменивается и энергией, и веществом
2.	Укажите формулу, выражающую I следствие из закона Гесса.	1. $\Delta S_{\text{х.р.}} = \sum \Delta S_{\text{прод.}} - \sum \Delta S_{\text{исх}}$ 2. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$; 3. $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$ 4. $\Delta F = \Delta U + T\Delta S$;
3.	Важнейшим следствием термодинамического закона Гесса является утверждение, что тепловой эффект химической реакции равен...	1. сумме теплот образования исходных продуктов; 2. сумме теплот образования продуктов реакции; 3. сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ с учетом стехиометрических коэффициентов термодинамического уравнения реакции; 4. сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот образования продуктов реакции
4.	Что является признаком равновесия системы?	1. $\Delta G = 0$; 2. $\Delta H < 0$ 3. $\Delta G > 0$; 4. $\Delta G < 0$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5.	Уравнение, связывающее работу расширения газа с экстенсивными параметрами:	<ol style="list-style-type: none"> $\Delta U = q - A$, $\delta A = F \cdot \Delta l$, $\delta A = p \cdot \Delta V$, $\delta A = \Delta \varphi \cdot g$
6.	Для изотермического процесса характерно:	<ol style="list-style-type: none"> $V = \text{const}$ $p = \text{const}$ $T = \text{const}$ $q = \text{const}$
7.	Различают два состояния всех твердых веществ:	<ol style="list-style-type: none"> хрупкое и мягкое; простое и сложное; аллотропное и полиморфное; аморфное и кристаллическое
8.	В соответствии с эмпирическим правилом Вант-Гоффа, при повышении температуры реакционной смеси от 30 до 40 °С скорость химической реакции ...	<ol style="list-style-type: none"> увеличивается в 22,4 раза; уменьшается в 10 раз; увеличивается в 2-4 раза; практически не изменяется.
9.	Уравнение, связывающее работу изменения поверхности с экстенсивными параметрами:	<ol style="list-style-type: none"> $\delta A = \sigma \cdot \Delta S$, $\delta A = F \cdot \Delta l$, $\delta A = p \cdot \Delta V$, $\delta A = \Delta \varphi \cdot g$
10.	Первое начало термодинамики:	<ol style="list-style-type: none"> скорость химической реакции определяется энергией активации данной реакции; физические величины, однозначно определяющие состояние системы, являются функциями состояния; сумма изменения внутренней энергии и совершенной системой (над системой) работы равна сообщенной (выделенной) теплоте; при одинаковых условиях в равных объемах различных газов содержится одинаковое число молекул;
11.	Сколько атомов водорода содержится в 224 л бутана при н.у.?	<ol style="list-style-type: none"> $11,2 \cdot 10^{23}$; 22,4; $6,02 \cdot 10^{25}$; $6,02 \cdot 10^{23}$.
12.	Дипольный момент измеряется (СИ) в	<ol style="list-style-type: none"> Кл·м Дж/моль моль безразмерная величина
13.	Уравнение, связывающее работу химической реакции с экстенсивными параметрами:	<ol style="list-style-type: none"> $\delta A = \sigma \cdot \Delta S$, $\delta A = F \cdot \Delta l$, $\delta A = \mu \cdot \Delta n$, $\delta A = \Delta \varphi \cdot g$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Для адиабатического процесса характерно:	1. $V = \text{const}$ 2. $p = \text{const}$ 3. $T = \text{const}$ 4. $q = \text{const}$
15.	Количественной характеристикой электролиза является	1. электродвижущая сила 2. сила тока 3. выход по току 4. поверхностное натяжение
16.	Поглощение монохроматического пучка света однородной средой подчиняется закону	1. Бугера-Ламберта-Бера 2. Гесса 3. Клапейрона-Менделеева 4. Фарадея
17.	Массовая доля раствора выражается:	1. $\omega = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{раствора})}$ 2. $\varphi = \frac{V(\text{компонента})}{V(\text{смеси})}$ 3. $\chi = \frac{n(\text{компонента})}{n(\text{смеси})}$ 4. $c = \frac{n(\text{компонента})}{V(\text{раствора})}$
18.	Количественной характеристикой фотохимических реакций является	1. электродвижущая сила 2. сила тока 3. выход по току 4. квантовый выход
19.	В уравнении Бугера-Ламберта-Бера $I = I_0 \cdot (1 - e^{-\varepsilon c l})$, l - это	1. толщина поглощающего слоя 2. интенсивность падающего света 3. концентрация вещества 4. коэффициент поглощения
20.	В формуле молярной концентрации эквивалента $c\left(\frac{1}{z}X\right) = \frac{n\left(\frac{1}{z}X\right)}{V(\text{раствора})}$, X - это	1. эквивалент 2. фактор эквивалентности 3. молярная масса растворенного вещества 4. фактор молярности

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

«2» (неудовлетворительно)	Оценка		
	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства	Иногда находит решения,	Уверенно находит решения,	Безошибочно находит решения,

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
предусмотренных программой обучения заданий	предусмотренные программой обучения задания	предусмотренные программой обучения задания	предусмотренные программой обучения задания
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных, лабораторных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебник / В. Е. Коган [и др.]. - СПб. : Горн. ун-т, 2014. - 345 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=24%2E5%2F%D0%A4%2050%2D493758670<.>

2. Физическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. Е. Литвинова. - СПб. : Горн. ун-т, 2018. - 179 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D931273<.>

3. Черемисина, О. В. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. В. Черемисина. - СПб. : Горн. ун-т, 2019.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D750290<.>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Химия горючих ископаемых [Текст] : учебник / В. С. Мерчева, А. О. Серебряков, О. И. Серебряков [и др.]. - Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2014. - 334с.
https://rusneb.ru/catalog/000219_000026_RU_%D0%93%D0%9F%D0%9D%D0%A2%D0%91+%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_IBIS_0000561354/

2. Васильев В. П. Аналитическая химия [Текст] : учеб. для вузов : в 2 кн. / В. П. Васильев. - М. : Дрофа, 2009 - .Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа. - 7-е изд., стер. - 2019. - 366с.

https://portal.edu.asu.ru/pluginfile.php/415621/mod_resource/content/1/%D0%92.%D0%9F.%201.pdf

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>

3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>

4. Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>

5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>

6. Электронная библиотека IqLib: <http://www.iqlib.ru/>

7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Теория тепловой работы печей и аппаратов переработки природных энергоносителей».

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Оснащенность: стол- 19 шт., стул-38 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD – экран iiyama ProLite PL8603U.

Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий.

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan C 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8” FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 « На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)

4. MySQL Workbench v. 6.3.9 (лицензия свободная GNU GPL).

5. PHP 7.1.7 (лицензия на свободное программное обеспечение, под которой выпущен язык программирования PHP, одобрена OSI)

6. Apache 2.4.27 (свободный кроссплатформенный Web-сервер, лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation).
7. Python (свободное распространяемое ПО)