Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 10.08.2026 17:58:19
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ / А.С. Соколов /

«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

20.03.01 Техносферная безопасность

Экологическая безопасность и охрана труда

Бакалавр

Очная

Москва, 2026г.

Разработчик(и):

Профессор кафедры «ХимБиотех»,
/С.С. Иванов/



д.т.н, профессор

Согласовано:

Зав. Каф. Химбиотех

д-р с.-х. наук, доцент  Н.В. Мясищева

Содержание

1.	Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине	4
2.	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3.	Структура и содержание дисциплины	4
3.1.	Виды учебной работы и трудоемкость	4
3.2.	Тематический план изучения дисциплины	6
3.3.	Содержание дисциплины	7
3.4.	Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий	7
3.5.	Тематика курсовых проектов (курсовых работ)	7
4.	Учебно-методическое и информационное обеспечение	7
4.1.	Нормативные документы и ГОСТы	7
4.2.	Основная литература	7
4.3.	Дополнительная литература	7
4.4.	Электронные образовательные ресурсы	8
4.5.	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение	8
4.6.	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	8
5.	Материально-техническое обеспечение	8
6.	Методические рекомендации	9
6.1.	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	9
6.2.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	10
7.	Фонд оценочных средств	12
7.1.	Методы контроля и оценивания результатов обучения	12
7.2.	Шкала и критерии оценивания результатов обучения	14
7.3.	Оценочные средства	16

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины состоит

в формировании и развитии у обучающихся личностных и профессиональных качеств, позволяющих обеспечить выполнение требований ФГОС ВО с учетом особенностей научно-образовательной школы Университета и актуальных потребностей рынка труда в кадрах с высшим образованием в соответствии с направлением подготовки:

способности применять знания закономерностей физической химии в защите окружающей среды при решении профессиональных задач, умения проводить анализ и обработку научно-технической информации на основе теоретических представлений физической химии в защите окружающей среды; способности выбрать метод диагностики веществ и материалов; умения проведения стандартных измерений и обработки результатов эксперимента;

К **основным задачам** освоения дисциплины следует отнести:

- формирование у студентов навыков и умения работы с измерительными приборами, постановки и проведения количественного эксперимента, математической обработки экспериментальных данных;
- развитие способности к самостоятельной профессиональной работе с химическими реактивами, к эксплуатации современного лабораторного оборудования и научных приборов;
- развитие способности и выработка потребности к самостоятельному приобретению знаний по физической химии в защите окружающей среды.

Планируемые результаты обучения заключаются формировании у обучающегося способности к изучению, анализу, использованию биологических объектов и процессов, основываясь на знании законов и закономерностей математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях.

Обучение по дисциплине «Физико-химические методы анализа объектов окружающей среды» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-5 Проведение экологической оценки состояния территорий	ИПК-5.1 применяет знания экологического законодательства Российской Федерации; нормативно-технических и методических материалов по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов; правил и порядка учета данных и составления отчетности по охране окружающей среды; правил эксплуатации и метрологического обеспечения аналитического лабораторного оборудования; этапов мониторинга окружающей среды; основ природоохранных биотехнологий; основ бактериологии и токсикологии; правил охраны окружающей среды, промышленной безопасности; методов использования средств вычислительной техники и связи; методов экологического мониторинга; требований охраны труда, производственной санитарии и гигиены; правил применения средств пожаротушения и средств индивидуальной защиты. ИПК-5.2 умеет организовывать мероприятия по мониторингу контрольных территорий с

	применением природоохранных биотехнологий; производить забор проб воды, почвы, воздуха и биологических объектов для оценки экологического состояния территорий; проводить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; обрабатывать результаты анализа математическими и статистическими методами с учетом воспроизводимости, точности и повторяемости; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; проводить мероприятия по санитарной обработке рабочего места, стерилизацию оборудования; анализировать состояние контрольных территорий статистическими методами; составлять и формировать отчетную документацию в соответствии с требованиями экологических нормативов. ИПК-5.3 владеет навыками планирования работ, определения границ территорий и объектов мониторинга территорий; сбора информации и природных образцов с контрольной территории; обеспечения хранения природных образцов до окончания исследования; контроля проведения бактериологических исследований природных образцов; анализа результатов исследований природных образцов и их идентификации; формирования заключения об экологическом состоянии территорий и о возможности применения на них природоохранных биотехнологий

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективной части блока Б1.2.ЭД4 профессиональной образовательной программы бакалавриата.

«Физическая химия в защите окружающей среды» взаимосвязана логически, содержательно и методически со следующими дисциплинами и практиками ОПОП::

–химия

-биоэкология.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 3
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	промежуточное тестирование	22	22
2.2	решение расчетных задач по вариантам	25	25
2.3	подготовка к лабораторным работам	25	25
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	экзамен
	Итого	**108**	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	Раздел 1. Агрегатные состояния веществ						
1	Тема 1. Предмет физической химии . Основные методы физической химии . Основные агрегатные состояния веществ. Идеальный газ. Газовые законы . Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Твердое состояние . Жидкое состояние8. Физическая химия в защите окружающей среды		2				4
	Раздел 2. Основы химической термодинамики. Первый закон термодинамики.						
2	Тема 1. . Предмет, содержание и значение физической химии. Основы		2				4

	химической термодинамики. Основные понятия и определения термодинамики. Теплота и работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса . Влияние температуры на тепловой эффект. Теплоёмкость. Закон Кирхгофа						
	Раздел 3. Второй и третий законы термодинамики. Термодинамические функции.						
3	Тема 1.. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Критерии самопроизвольного течения процесса. Формулировки второго закона термодинамики. Энтропия и ее свойства. Статистическое определение энтропии и II начала термодинамики. Третье начало термодинамики. Постулат Планка. Расчет изменения энтропии при различных процессах . Термодинамические функции. Термодинамические свойства газов. Химический потенциал и общие условия равновесия систем. Термодинамика и описание стационарного состояния биотехнологических систем в окружающей среде .Теоремы Пригожина		2				4
	Раздел 4. Химическое равновесие						
4	Тема 1. .Закон действующих масс. Признаки химического равновесия. Способы выражения константы равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Термодинамическая теория химического сродства. Смещение химического равновесия.		2				4
	Раздел 5. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах						
5	Тема 1. Основные понятия фазовых равновесий. Равновесие в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния воды. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.		2				4
	Раздел 6. Термодинамика растворов						
6	Тема 1. Классификация растворов.		2				4

	Способы выражения концентрации растворов. Законы растворимости газов в жидкости. Растворимость твердых веществ в жидкости. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Распределение вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Термодинамические условия образования идеальных растворов. Закон Рауля. Реальные растворы с положительными и отрицательными отклонениями от закона Рауля. Коллигативные свойства растворов. Разбавленные растворы электролитов. Изотонический коэффициент. Бинарные растворы летучих веществ. Типы изотермических и изобарных диаграмм состояния. Разделение жидких бинарных растворов						
	Раздел 7. Химическая кинетика						
7	Тема 1. Основные понятия химической кинетики. Зависимость скорости реакции от концентрации. Порядок и молекулярность реакции. Формальная кинетика реакций различных порядков. Зависимость скорости реакции от температуры . Энергия активации. Теория Аррениуса . Теории химической кинетики . Параллельные, последовательные, обратимые и сопряженные реакции. Цепные реакции. Фотохимические реакции . Основные понятия катализа . Гомогенный катализ. Кинетика ферментативных реакций, катализ и кинетика реакций с иммобилизованными ферментами . Адсорбция и гетерогенный катализ		2				4
	Раздел 8. Растворы электролитов						
8	Тема 1. Образование ионов в водных растворах . Теория слабых электролитов С. Аррениуса . Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Понятия pH и pOH. Буферные растворы . Термодинамические свойства сильных электролитов. Абсолютная		2				4

	скорость движения ионов . Электролитическая проводимость						
	Раздел 9. Электродное равновесие . Электрохимические системы						
9	Тема 1. Электрохимическая цепь. Элемент Даниэля-Якоби. ЭДС гальванического элемента. Скачок потенциала на границе фаз. Электродный потенциал. Водородная шкала потенциалов. Зависимость потенциала электрода от концентрации потенциалопределяющих ионов. Формула Нернста. Классификация электродов по типу электродного процесса и назначению		2				4
10	Лабораторная работа №1 Кондуктометрическое титрование				2		4
11	Лабораторная работа №2 Определение водородного показателя водных растворов				2		4
12	Лабораторная работа №3 Потенциометрическое титрование				2		4
13	Лабораторная работа №4 Ионный обмен. Определение катионов меди (II)				2		4
14	Лабораторная работа №5 Электропроводимость растворов электролитов				2		4
15	Лабораторная работа №6 Набухание полимерных материалов				2		4
16	Лабораторная работа №7 Кинетика гомогенных процессов в растворах				2		4
17	Лабораторная работа №8 Растворение твердых веществ в жидкости				2		4
418	Лабораторная работа №9 Определение константы диссоциации				2		4
	Итого	**108**	**18**		**18**		**72**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Агрегатные состояния веществ

Тема 1. Предмет физической химии . Основные методы физической химии . Основные агрегатные состояния веществ. Идеальный газ. Газовые законы . Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Твердое состояние . Жидкое состояние8. Физическая химия в защите окружающей среды

Раздел 2. Основы химической термодинамики. Первый закон термодинамики

Тема 1. . Предмет, содержание и значение физической химии. Основы химической термодинамики. Основные понятия и определения термодинамики. Теплота и работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса . Влияние температуры на тепловой эффект. Теплоёмкость. Закон Кирхгофа

Раздел 3. Второй и третий законы термодинамики. Термодинамические функции.

Тема 1.. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Критерии самопроизвольного течения процесса. Формулировки второго закона термодинамики. Энтропия и ее свойства. Статистическое определение энтропии и II начала термодинамики. Третье начало термодинамики. Постулат Планка. Расчет изменения энтропии при различных процессах . Термодинамические функции. Термодинамические свойства газов. Химический потенциал и общие условия равновесия систем. Термодинамика и описание стационарного состоя биотехнологических систем в окружающей среде .Теоремы Пригожина

Раздел 4. Химическое равновесие

Тема 1. .Закон действующих масс. Признаки химического равновесия. Способы выражения константы равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Термодинамическая теория химического сродства. Смещение химического равновесия

Раздел 5. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах

Тема 1. Основные понятия фазовых равновесий. Равновесие в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния воды. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.

Раздел 6. Термодинамика растворов

Классификация растворов. Способы выражения концентрации растворов. Законы растворимости газов в жидкости. Растворимость твердых веществ в жидкости. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Распределение вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Термодинамические условия образования идеальных растворов. Закон Рауля. Реальные растворы с положительными и отрицательными отклонениями от закона Рауля. Коллигативные свойства растворов. Разбавленные растворы электролитов. Изотонический коэффициент. Бинарные растворы летучих веществ. Типы изотермических и изобарных диаграмм состояния. Разделение жидких бинарных растворов

Раздел 7. Химическая кинетика

Основные понятия химической кинетики. Зависимость скорости реакции от концентрации. Порядок и молекулярность реакции. Формальная кинетика реакций различных порядков. Зависимость скорости реакции от температуры . Энергия активации. Теория Аррениуса . Теории химической кинетики . Параллельные, последовательные, обратимые и сопряженные реакции. Цепные реакции. Фотохимические реакции . Основные понятия катализа . Гомогенный катализ. Кинетика ферментативных реакций, катализ и кинетика реакций с иммобилизованными ферментами . Адсорбция и гетерогенный катализ

Раздел 8. Растворы электролитов

Образование ионов в водных растворах . Теория слабых электролитов С. Аррениуса . Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Понятия pH и pOH. Буферные растворы . Термодинамические свойства сильных электролитов. Абсолютная скорость движения ионов . Электролитическая проводимость

Раздел 9. Электродное равновесие . Электрохимические системы

Электрохимическая цепь. Элемент Даниэля-Якоби. ЭДС гальванического элемента. Скачок потенциала на границе фаз. Электродный потенциал. Водородная шкала потенциалов. Зависимость потенциала электрода от концентрации потенциалопределяющих

ионов. Формула Нернста. Классификация электродов по типу электродного процесса и назначению/Термодинамика гальванического элемента.Уравнение Гиббса –гельмгольца.

3.4 Тематика практических и лабораторных занятий

Основы химической термодинамики

Практическое занятие №1 Расчет тепловых эффектов и влияние температуры на величину тепловых эффектов химических реакций. Понятие о тепловом эффекте энтальпии химических реакций. Стандартные изменения энтальпии образования сложных веществ. Закон Гесса и его следствие. Выполнение расчетов теплового эффекта химических реакций с использованием стандартных значений изменения энтальпии. Влияние температуры на тепловой эффект химических реакций. Закон Кирхгоффа. Выполнение расчетов с использованием закона Кирхгоффа

Практическое занятие №2 Расчет изменения энергии Гиббса химических реакциях . Оценка возможности протекания химических реакций. Расчет изменения энергии Гиббса по стандартным значениям изменения энтальпии и энтропии. Выполнение расчетов энергии Гиббса

Практическое занятие №3 Расчет изменения энтропии в различных процессах . Изменения энтропии в ходе протекания следующих процессов: . фазовые переходы , нагревание жидких и твердых тел ,. нагревание идеальных газов. Выполнение расчетов по изменению энтропии в различных процессах

Химическое равновесие

Практическое занятие №4 Расчет констант химического равновесия . Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Способы выражения константы равновесия для различных типов реакций. Выполнение расчетов по определению константы химического равновесия

Практическое занятие №5 Определение направления химической реакции по уравнению изотермы. Расчеты по уравнению изобары химической реакции. Химическое равновесие. Связь изменения энергии Гиббса с константой химического равновесия. Выполнение расчетов по нахождению свободной энергии Гиббса и определение направления химической реакции. Уравнение изобары химической реакции, его значение для расчетов химического равновесия 5. Выполнение расчетов по химическому равновесию с применением уравнения изобары химической реакции

Фазовое равновесие

Практическое занятие №6 Расчеты с использованием уравнения Клапейрона-Клаузиуса . Уравнения Клапейрона-Клаузиуса, его значение для нахождения параметров равновесия . Выполнение расчетов с использованием с уравнения Клапейрона-Клаузиуса

Растворы

Практическое занятие №7 Растворы. Способы выражения состава растворов. Законы предельно разбавленных растворов. Основные понятия и формулы для вычисления состава растворов. Законы предельно разбавленных растворов. Выполнение расчетов по определению состава растворов и законы предельно разбавленных растворов

Химическая кинетика.

Практическое занятие №8 Химическая кинетика. Односторонние реакции первого порядка. Зависимость скорости реакции от температуры. Расчет энергии активации. Химическая кинетика. Односторонние реакции первого порядка. Зависимость скорости реакции от температуры. Расчет энергии активации Решение задач

Практическое занятие №9 Электродвижущие силы электрохимических элементов . Электродвижущие силы электрохимических элементов. Уравнение Нернста . Решение задач по расчету ЭДС, определению типа электродов и уравнению Нернста. Электрохимические реакции в гальваническом элементе. Уравнение Гиббса - Гельмгольца. Расчет константы окислительно-восстановительного равновесия в гальваническом элементе.

3.4.1. Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1 Кондуктометрическое титрование
Лабораторная работа №2 Определение водородного показателя водных растворов
Лабораторная работа №3 Потенциометрическое титрование
Лабораторная работа №4 Ионный обмен. Определение катионов меди (II)
Лабораторная работа №5 Электропроводимость растворов электролитов
Лабораторная работа №6 Набухание полимерных материалов
Лабораторная работа №7 Кинетика гомогенных процессов в растворах
Лабораторная работа №8 Растворение твердых веществ в жидкости
Лабораторная работа №9 Определение константы диссоциации

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и и ГОСТы

1. ФГОС ВПО по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность , утвержденный, Минобрнауки России 25.05.2020

2.Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 №310 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по программам высшего профессионального образования- программам бакалавриата, программам специалитета ,программам магистратуры»

3. Приказ Минобрнауки от 25.08.2017 №816 «Об утверждении порядка применения организациями ,осуществляющими образовательную деятельность электронного обучения,дистационных образовательных технологий при реализации при реализации образовательных программ»

4.Нормативно-методические документы Минобрнауки России

5.Локальные нормативные акты Университета

4.2 Основная литература

1. Свиридов, В. В. Физическая химия : учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 600 с. — ISBN 978-5-8114-9174-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/187778

4.3 Доолнительная литература

1. Фролкова, А. В. Физико-химические основы процессов разделения : учебное пособие / А. В. Фролкова, А. К. Фролкова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/176520.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР не разработан.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
	Astra Linux Common Edition	ООО "РУСБИТЕХ-АСТРА"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/305783/?sphrase_id=954036
	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Профессиональный интернет ресурс , посвященный аналитической химии и химическому анализу и метрологии	http://www.anchem.ru	Доступна в сети Интернет
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая	http://webofscience.com	Доступно

	и наукометрическая (библиометрическая) база данных		

5. Материально-техническое обеспечение

Физическая химия в защите окружающей среды	Лекционная аудитория ПК 433,ПК 529. 129626, г. Москва, ул. Павла Корчагина, д.22, стр. 2	Столы учебные со скамьями, аудиторная доска, переносной мультимедийный комплекс (проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя
	Лаборатории кафедры «ХимБиотех» ПК 510, 526,529 129626, г. Москва, ул. Павла Корчагина, д.22, стр. 1	Лаборатория оснащена: вытяжными шкафами; термометрами ; термостатами; электронными аналитическими весами; весами лабораторными электронными; pH-метрами; аквадистилляторами; фотоколориметрами; кондуктометрами, кулонометром. При проведении лабораторных работ студенты используют специальную химическую посуду: мерные цилиндры, колбы конические и мерные; пипетки, бюретки, пробирки. Лабораторный практикум включает работы по кондуктометрическому и потенциометрическому титрованию.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

- чтение лекций с использованием интерактивных средств наглядности (презентации, видеофильмы с демонстрацией химического эксперимента);
- выполнение студентами индивидуальных самостоятельных работ и работ лабораторного практикума.

Предусмотрена возможность использования электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Все материалы размещаются в СДО Московского Политеха (https://online.mospolytech.ru).

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

1) контрольные вопросы,
2) индивидуальные задания,
3) подготовка и защита лабораторных работ,
4) тестовые задания в системе LMS.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра.

К экзамену допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой (промежуточные тестирования, выполнение и защита лабораторных работ, выполнение индивидуальных заданий).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 60% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности при аналитических операциях, затрудняется при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, допускаются значительные ошибки, неточности при аналитических операциях, испытывает значительные

	затрудняется при применении навыков в новых ситуациях
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Разноуровневые задачи и задания (РЗЗ) для самостоятельное работы	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	Комплект разноуровневых задач и заданий
2	Устный опрос, собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам дисциплины для допуска и защиты лабораторных работ

3	Тест (Т)	Перечень тестовых заданий для промежуточного и итогового контроля, позволяющий автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений	Фонд тестовых заданий

Примеры разноуровневых задач и заданий по теме «Расчет тепловых эффектов и влияние температуры на величину тепловых эффектов химических реакций»

Задачи для самостоятельного решения с использованием стандартных значений изменения энтальпии

Согласно варианту, выданному преподавателем, вычислите тепловой эффект химической реакции по стандартным теплотам образования при 298^0К:а) при p = const; б) при V = const. Стандарные теплоты образования участников реакции возьмите из справочника [4]

Вариант Уравнение реакции

1. $4NH_3$ (г) + $5O_2$ (г) = 4NO (г) + $6H_2O$ (г)
2. 4HCl (г) + O_2 (г) = $2H_2O$ (г) + $2Cl_2$ (г)
3. $CaCO_3$ (т) = CaO (т) + CO_2 (г)
4. Fe_3O_4 (т) + H_2 (г) = 3FeO (т) H_2O (г)
5. $Ca(OH)_2$ (т) + CO_2 (г) = $CaCO_3$ (т) + H_2O (г)
6. 2CO (г) + SO_2 (г) = S(ромб) + $2CO_2$ (г)
7. $2NO_2$ (г) + O_3 (г) = O_2 (г) + N_2O_5 (г)
8. CH_4 (г) + $2O_2$ (г) = CO_2 (г) + $2H_2O$ (ж)
9. $2AgNO_3$ (т) = 2Ag (т) + $2NO_2$ (г) + O_2 (г)
10. H_2 (г) + CO_2 (г) = H_2O(г) + CO (г)

Задачи по закону Кирхгоффа

Согласно своему варианту вычислите тепловой эффект химической реакции при указанной температуре. Стандартные теплоты образования участников реакции и коэффициенты уравнения из справочных данных [4]

Вариант Уравнение реакции Т, К

1. $CaCO_3$ (т) = CaO (т) + CO_2 (г) T= 550 K
2. Fe_3O_4 (т) + H_2 (г) = 3 FeO (т) + H_2O (г) T=480 K
3. $Ca(OH)_2$ (т) + CO_2 (г) = $CaCO_3$ (т) + H_2O (г) T=830 K
4. 2CO (г) + SO_2 (г) = S(ромб) + $2CO_2$ (г) T=740 K
5. $2NO_2$ (г) + O_3 (г) = O_2 (г) + N_2O_5 (г) T=530 K
6. $4NH_3$ (г) + $5O_2$ (г) = 4NO (г) + $6H_2O$ (г) T= 700 K
7. 4HCl (г) + O_2 (г) = $2H_2O$ (г) + $2Cl_2$ (г) T= 600 K
8. $CaCO_3$ (т) = CaO (т) + CO_2 (г) T=550 K
9. Fe_3O_4 (т) + H_2 (г) = 3 FeO (т) + H_2O (г) T=480 K
10. $Ca(OH)_2$ (т) + CO_2 (г) = $CaCO_3$ (т) + H_2O (г) T=830 K

Пример тестовых заданий по теме «Химическое равновесие »

1. **Система, способная обмениваться с окружающей средой энергией и веществом называется**
   a. закрытой
   b.изолированной
   c.открытой
2. **В изолированной системе переход самопроизвольного процесса от начального к конечному состоянию сопровождается:**
   a. стремлением энтропии к минимуму
   b.уменьшением энтропии

c.возрастанием энтропии

3. **Термодинамическая функция состояния является функцией которая**

a. определяется только начальным и конечным состоянием

b.определяется только начальным состоянием

c.зависит от пути процесса

4. **Вставьте пропущенное слово**: «Энергия не возникает из ничего и не исчезает, она может только переходить из одной формы в другую в_____ количествах»:

5. **Закончите определение: «**Степень нагретости тела, определяемая распределением молекул по энергетическим уровням, называется_____

6. **Закончите определение**: «Изобарным называется процесс, протекающий при постоянном_____

7. **Закончите формулировку**: «В изолированной системе сумма всех видов энергии_____

8. **Закончите определение**: «Отношение количества поглощённой телом теплоты к изменению температуры, вызванному этим поглощением, называется

9. **Вставьте пропущенное слово:** «Количество теплоты, затрачиваемой на нагревание одного моля вещества на один градус, называется_____теплоёмкостью»

10. **Вставьте пропущенное слово:** «Термодинамическое равновесие – это состояние системы, которое характеризуется_____значением всех параметров в любой части системы»:

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Предмет и основные понятия термодинамики. Теплота и работа. Закрытые и изолированные процессы. Параметры состояния.
2. Круговой процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые процессы.
3. Экстенсивные и интенсивные свойства чистых веществ. Влияние относительного количество компонентов (относительного состава) на интенсивные свойства растворов. Парциальные мольные величины.
4. Первый закон термодинамики. Математическое выражение первого закона термодинамики и его значение.
5. Изохорный и изобарный процессы. Связь между внутренней энергией и свободной энтальпией.
6. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости от температуры для нтервала температур от 273 до 1500 К.
7. Зависимость внутренней энергии и энтальпии от температуры.
8. Термохимия, термохимические уравнения. Стандартная энтальпия образования и растворения веществ.
9. Закон Гесса. Расчет теплоты образования, растворения и энергии химической связи.
10. Зависимость энтальпии реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа.
11. Второй закон термодинамики. Его формулировка и применение к изолированной системе.

12. Третий закон термодинамики, энтропия и вероятность.
13. Термодинамические потенциалы. Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца.
14. Изменение термодинамических потенциалов в изотермических условиях. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
15. Максимальная работа и возможность протекания химической реакции. Стандартные потенциалы образования веществ.
16. Термодинамика химического равновесия. Закон действующих масс и константа химического равновесия.
17. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.
18. Соотношение между изменением свободной энергии Гиббса и константой равновесия. Уравнение изотермы реакции.
19. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары реакции.
20. Термодинамическое равновесие в реальных газовых системах. Летучесть и активность.
21. Влияние различных факторов на скорость химических реакций. Правило Вант-Гоффа.
22. Термический анализ. Построение диаграмм состав-температура кристаллизации. Основные типы диаграмм.
23. Равновесие «жидкий раствор-пар». Диаграмма состояния чистого вещества.
24. Правило фаз Гиббса.
25. Давление пара твердых и жидких тел. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
26. Давление насыщенного пара растворителя над раствором. Первый закон Рауля.
27. Температуры замерзания и кипения разбавленных растворов. Криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные.
28. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
29. Растворы электролитов. Константа и степень диссоциации и связь между ними.
30. Растворы сильных электролитов. Активность и ионная сила раствора.
31. Электропроводимость растворов электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводимости растворов электролитов, их зависимость от концентрации.
32. Подвижность ионов и эквивалентная электропроводимость при бесконечном разбавлении. Кондуктометрический метод анализа.
33. Формальная кинетика. Основные положения и понятия. Определяющая стадия , скорость молекулярность химической реакции.
34. Вывод кинетического уравнения первого порядка.
35. Вывод кинетического уравнения второго порядка.
36. Частичный и общий порядок реакции. Способы определения порядка реакции.
37. Влияние температуры на скорость химической реакции. Энергия активации, ее смысл и графическое определение.
38. Катализ. Особенности и классификация каталитических процессов. Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализаторы и промоторы. Старение катализаторов, каталитические яды.
39. Возникновение скачка потенциала на границе раздела фаз. Двойной электрический слой и его строение. Уравнение Нернста.
40. Электрохимические элементы. Гальванический элемент. электродвижущая сила гальванического элемента. Концентрационный гальванический элемент
41. Измерение электродных потенциалов. Стандартный водородный электрод. Хлорид-серебряный и стеклянный электроды сравнения и их применение.
42. Потенциометрическое титрование. Измерение pH растворов. Активность ионов.

43. Термодинамика обратимого гальванического элемента. Расчет константы равновесия электрохимической реакции гальванического элемента.

Задачи к экзамену

1. Рассчитать массу меди, выделившейся при электролизе раствора хлорида меди (II) при пропускании тока силой 10 А в течение 30 мин. Выход по току меди равен 85%.Написать уравнения реакций на катоде и аноде.
2. Рассчитать объем водорода, выделившегося при электролизе раствора серной кислоты при пропускании тока силой 5 А в течение 1,5 час Условия электролиза: температура 273 К и давление р=101325 Па; выход по току составляет 90%. Написать уравнения реакций на катоде и аноде.
3. Вычислить степень диссоциации воды при температуре 25^0С, если удельная электропроводимость чистой воды $5,5 \cdot 10^{-6}$ $Ом^{-1} \cdot см^{-1}$ и подвижности ионов H^+ и OH^- при бесконечном разбавлении соответственно равны $\lambda_{H+}=349,8$ и $\lambda^o_{H^-}=198,0$ (размерности равны $см^2 \cdot моль^{-1}$ $Ом^{-1}$)
4. Степень диссоциации гидроксида аммония $NH_4OH=0,01$ рассчитать его константу диссоциации, если подвижности ионов NH_4^+ и OH- соответственно равны $\lambda_{NH4+}=73,4$ и $\lambda^o_{H^-}=198,0$ (размерности равны см $^2 \cdot$ моль $^{-1}$ Ом $^{-1}$).
5. Сколько времени необходимо затратить для выделения электролизом 0,75 г серебра из раствора $AgNO_3$ при силе тока 1,3 А.
6. При какой температуре замерзнет раствор хлорида магния $MgCl_2$ содержащий 2,6 г хлорида магния в 100 г воды. Криоскопическая постоянная воды $K=1,86^0$
7. Степень диссоциации α 0,001 М раствора хлорида калия KCl при 25^0С составляет 0,99. Рассчитать константу диссоциации хлорида калия.
8. Во сколько раз изменится скорость реакции получения хлорида водорода HCl

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

если молярные концентрации водорода увеличить в 2 раза и хлора в 3 раза.

9. Можно ли полностью выделить медь из раствора сульфата меди $CuSO_4$

$$Cu^{2+} + Fe \leftrightarrows Cu + Fe^{2+}$$

Стандартные значения электродных потенциалов равны

$$E^0_{Cu2+/Cu} = +0,34 \text{ В и } E^0_{Fe2+/Fe} = -0,44 \text{ В}$$

10. Вычислить максимальную работу реакции в гальваническом элементе

$$Cu^{2+} + Ni \leftrightarrows Cu + Ni^{2+}$$

$$Cu|\, CuSO_4 \,||\, Ni\, SO_4|\, Ni$$

если молярные концентрации эквивалента С ($CuSO_4$) = $C_{экв}$ (Ni SO_4)=1 моль экв/л

11. В реакции второго порядка

А+В→П (продукты)

концентрация веществ составит С (А) = 0,3 моль/л и С(В)= 0,2 моль/л. Как измениться скорость реакции, если концентрацию вещества увеличить до 0,2 моль/л, а концентрацию вещества С(В) увеличить до 0,6 моль/л.

12. Вычислить температуру кипения Тк и замерзания Тз раствора, содержащего 138 г глицерина в 816 г воды. Молярная масса глицерина $C_3H_8O_3$ равна 92, эбулиоскопическая и криоскопическая постоянные воды соответственно равны 1,86 ^{0} и $0,32^0$.
13. Период полураспада полония Ро составляет 140 дней. Вычислить константу скорости реакции распада полония, которая относится к реакциям первого порядка.

14. Период полураспада стронция Sr^{90} равен 27,7 года. Сколько потребуется времени, чтобы распалось 70% взятой массы стронция? Реакция радиоактивного распада относится к реакциям первого порядка.
15. Константа скорости химической реакции 1-го порядка при 293 и 393 К соответственно равны $3\cdot10^{-2}$ и $4\cdot10^{-1}$ с $^{-1}$. Вычислить энергию активации этой реакции и период полураспада
16. Рассчитать тепловой эффект реакции

$$CO_г+H_20_г \leftrightarrows CO_{2г}+H_{2г}$$

если стандартная энтальпии образования ΔH^0_{298} кДж/моль веществ равны С0=-110,5; H_20=-241,8; CO_2= -335,5.

В каком направлении сместится равновесие реакции при повышении давления и уменьшении температуры?

17. Рассчитать объём, занимаемый 96 г кислорода при 17 ºС и давлении 1.5 атм, универсальная газовая постоянная равна 0,082 л· атм/моль·К
18. Вычислить массу 1 $м^3$ воздуха при 20 ºС и давлении 0.9 атм, считая среднюю молекулярную массу воздуха равной 29 г/моль
19. Осмотическое давление раствора глюкозы (М=312 г/моль) при 20 ºС равно 2.46 атм. Рассчитать массу и массовую долю глюкозы в растворе.
20. Рассчитать тепловой эффект реакции $Zn+2AgCl \leftrightarrows ZnCl_2+2Ag$, если ЭДС такого гальванического элемента при 0 ºС равна 1,015 В и температурный коэффициент ЭДС

$$(\partial E/\partial T)p = - 4.02\cdot10^{-4}$$

21. Найти активности ионов K^+ и Cl^- в растворе KCl с молярной концентрацией 0,01моль/л
22. Вычислить максимальную полезную работу реакции при температуре 1227 ºС

$$2H_2+O_2 \leftrightarrows 2H_2O+484 \text{ кДж},$$

если константы равновесия Кр при температурах 1227 ºС и1278 ºС равны $6.16\cdot10^{10}$ и $2.63\cdot10^{11}$ соответственно.

23. Для реакции

$$CO_г+H_20_г \leftrightarrows CO_{2г}+H_{2г}$$

константа равновесия 1000К равна 1,36, а при температуре 1200 К равна 0,68. Определить тепловой эффект реакции в данном температурном интервале и константу равновесия при 1100 К.

24. Вычислить энергию активации и константу скорости химической при t=30 ºС, если константы скорости этой реакции при температурах 20 ºС, и 40 ºС соответственно равны $9,91\cdot10^{-1}$ мин $^{-1}$ и $43,9\cdot10^{-4}$ мин $^{-1}$.