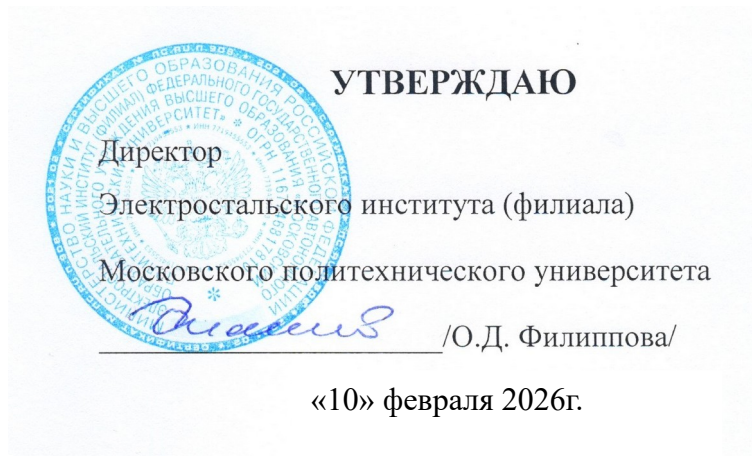


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета



Рабочая программа дисциплины

«Физическая химия»

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Профиль
«Обработка металлов и сплавов давлением»
(набор 2025 года)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь 2026

Разработчик:

Доцент, кандидат технических наук



/И.М. Таупек/

Согласовано:

Зав. Кафедрой «Машиностроительные
и металлургические технологии»

Доцент, кандидат технических наук



/Н.Г. Синельникова/

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	8

6.1	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	8
6.2	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	8
7	Фонд оценочных средств	9
7.1	Методы контроля и оценивания результатов обучения	9
7.2	Шкала и критерии оценивания результатов обучения	9
7.3	Оценочные средства	9

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

ЦЕЛЬ освоения дисциплины «Физическая химия» – дать теоретические и практические знания по основным разделам дисциплины «Физическая химия», раскрыть

смысл законов, показать возможности их применения, сформировать теоретическую базу для изучения дисциплин профессионального цикла.

ОСНОВНЫМИ ЗАДАЧАМИ являются:

- составление энергетических балансов при протекании различных процессов и химических реакций;
- определение возможности протекания химических реакций и физических процессов;
- научить количественно характеризовать состояние химического равновесия;
- изучить связь между химическими и электрическими явлениями;
- изучить свойства расплавов и растворов электролитов;
- изучить закономерности протекания во времени и механизм химических реакций, зависимость скорости реакции от различных факторов.

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном (ых) языке (ах)	ИУК-4.1. Учитывает особенности деловой коммуникации на государственном и иностранном языках в зависимости от особенностей вербальных и невербальных средств общения ИУК-4.2. Умеет вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном и иностранном языках с учетом своеобразия стилистики официальных и неофициальных писем, а также социокультурных различий в формате корреспонденции ИУК-4.3. Выполняет перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный язык РФ и с государственного языка РФ на иностранный

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Физическая химия» относится к обязательной части (Б1.1) основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Дисциплина «Физическая химия» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами:

Математика,
Физика,
Экология,
Химия;
Металлургические технологии,
Основы физико-химического анализа,

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры			
			3			
1	Аудиторные занятия	54	54			
	В том числе:					
1.1	Лекции	18	18			
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18			
1.3	Лабораторные занятия	18	18			
2	Самостоятельная работа	54	54			

3	Промежуточная аттестация					
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Э	Э			
	Итого	108	108			

3.1.2. Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры			
			2			
1	Аудиторные занятия	28	28			
	В том числе:					
1.1	Лекции	10	10			

1.2	Семинарские/практические занятия	10	10			
1.3	Лабораторные занятия	8	8			
2	Самостоятельная работа	80	80			
3	Промежуточная аттестация					
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Э	Э			
	Итого	108	108			

3.2. Тематический план изучения дисциплины

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	
1	Введение в химическую термодинамику	12	2	2	2		6
2	Первый закон термодинамики. Термохимия	12	2	2	2		6
3	Второй закон термодинамики	12	2	2	2		6
4	Термодинамические потенциалы	12	2	2	2		6

5	Понятие о фазовых равновесиях	12	2	2	2		6
6	Химическое равновесие.	12	2	2	2		6
7	Термодинамика растворов	18	3	3	3		9
8	Электрохимия.	18	3	3	3		9
Итого		108	18		18	18	54

3.2.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лек- ции	Семи- нарские/ практи- ческие занятия	Лабо- ратор- ные за- нятия	Прак- тиче- ская подгот- овка	
1	Введение в химическую термоди- намику	9	1	1	1		6
2	Первый закон термодинамики. Термохимия	9	1	1	1		6
3	Второй закон термодинамики	9	1	1	1		6
4	Термодинамические потенциалы	9	1	1	1		6
5	Понятие о фазовых равновесиях	9	1	1	1		6
6	Химическое равновесие.	9	1	1	1		6
7	Термодинамика растворов	14	2	2	1		9
8	Электрохимия.	14	2	2	1		9
Итого		108	10	10	8		54

3.3 Содержание дисциплины

№ раздела	№ лекции	Основное содержание
1	1	<u>Введение в химическую термодинамику.</u> Роль физической химии в развитии современной химической технологии. Зарождение физической химии в основополагающих трудах М. В. Ломоносова. Предмет и значение физической химии; её место в ряду естественных наук. Основные этапы развития физической химии. Разделы физической химии. Понятие о системе. Основные понятия термодинамики. Закон сохранения энергии при её превращениях. Природа теплоты и работы. Внутренняя энергия. Уравнение состояния идеальных газов. Интенсивные и экстенсивные свойства.
1	1	<u>Первый закон термодинамики. Термохимия.</u> Первый закон термодинамики, его формулировки и аналитические выражения. Первый закон термодинамики в различных условиях для идеальных газовых систем. Теплоёмкость. Тепловые эффекты химических реакций. Таблицы стандартных значений термодинамических величин. Термохимические законы. Закон постоянства суммы теплот реакции (закон Гесса). Теплоты образования и сгорания веществ. Следствия из закона Гесса. Зависимость теплоты процесса от темпе-

		ратуры (уравнение Кирхгофа).
1	2	<u>Второй закон термодинамики.</u> Второе начало термодинамики и его формулировки. Энтропия. Принцип существования и возрастания энтропии. Абсолютное значение энтропии. Изменение энтропии как критерий самопроизвольного протекания процесса. Постулат Планка и вычисление энтропии твёрдых, жидких и газообразных веществ. Статистический характер энтропии и границы применимости второго начала термодинамики. Идея тепловой смерти Вселенной. Уравнение Больцмана. Применение второго начала термодинамики к экзотермическим процессам.
1	3	<u>Термодинамические потенциалы.</u> Термодинамические потенциалы. Фундаментальное уравнение Гиббса. Изменение энергии Гиббса в химических реакциях. Характеристические функции: внутренняя энергия, энтальпия, изохорно-изотермический и изобарно-изотермический потенциалы. Термодинамические уравнения Максвелла. Уравнение максимальной работы (Гиббса – Гельмгольца). Химический потенциал.
1	4	<u>Понятие о фазовых равновесиях.</u> Правило фаз Гиббса. Фазы, число компонентов и число степеней свободы равновесной термодинамической системы. Однокомпонентные системы. Основы физико-химического анализа; диаграммы состав-свойство. Фазовые превращения индивидуальных веществ. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона, его дифференциальные и интегральные формы. Зависимость давления насыщенных паров от температуры фазового перехода. Энтропия испарения. Правило Трутона.
1	4	<u>Химическое равновесие.</u> Основные понятия. Общие условия термодинамического равновесия. Термодинамическое обоснование принципа подвижного равновесия Ле Шателье – Брауна. Гетерогенная система. Условия равновесия гетерогенной системы. Применение закона действия масс к гетерогенным системам. Гомогенное равновесие. Закон гомогенного равновесия – закон действия масс. Константы равновесия. Выражение константы равновесия через молярные концентрации, молярные доли и парциальные давления реагентов. Стандартные изохорно-изотермический и изобарно-изотермический потенциалы химической реакции и их связь с константами равновесия. Максимальная работа (изменение изохорно-изотермического потенциала) и максимальная полезная работа (изменение изобарно-изотермического потенциала) равновесной изотермической реакции. Изотерма химической реакции (уравнение Вант-Гоффа). Зависимость константы равновесия от температуры. Изобара и изохора Вант-Гоффа. Влияние температуры на равновесие. Изменение изохорно-изотермического и изобарно-изотермического потенциала при химических реакциях как функция температуры.
1	5	<u>Термодинамика растворов.</u> Основные определения, понятия и классификация. Концентрации растворов. Образование растворов. Растворимость. Раство-

		растворимость газов в газах. Растворимость газов в жидкостях. Законы растворимости газов в жидкостях. Закон Генри. Закон Дальтона. Взаимная растворимость жидкостей. Растворимость твёрдых веществ в жидкостях. Связь между составом жидкого раствора и пара. Законы Коновалова и их термодинамическое обоснование. Азеотропные растворы. Парциальные молярные величины. Растворы неэлектролитов. Давление насыщенного пара разбавленных растворов. Закон Рауля и его термодинамическое обоснование. Давление пара идеальных и реальных растворов. Отклонения от закона Рауля. Предельно разбавленные растворы. Температура кристаллизации разбавленных растворов. Криоскопическая постоянная. Температура кипения разбавленных растворов. Эбуллиоскопическая постоянная. Осмотическое давление в разбавленных растворах. Осмос. Уравнения для осмотического давления идеальных и предельно разбавленных растворов. Понятие активности растворенного вещества. Коллигативные свойства растворов. Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации. Степень диссоциации. Слабые электролиты. Константа диссоциации. Сильные электролиты. Теория Дебая-Хюккеля. Электропроводность растворов электролитов. Удельная электропроводность.
2	6	<u>Электрохимия.</u> Электрические потенциалы на фазовых границах. Двойной электрический слой. Эквивалентная электропроводность. Подвижность иона.
2	7	Гальванический элемент. ЭДС гальванического элемента. Разность потенциалов. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Концентрационный элемент.
2	8	Классификация электродов. Электроды первого рода. Электроды второго рода. Электроды сравнения. Индикаторные электроды. Окислительно-восстановительные электроды.
2	9	Явление катализа. Катализ в промышленности. Основные определения. Гомогенный и гетерогенный катализ.

3.4. Практические занятия

№ занятия	План занятия, основное содержание
1-2	Расчёт тепловых эффектов химических реакций по стандартным теплотам образования или сгорания химических соединений. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры (закон Кирхгофа). Вычисление изменения энтропии в различных процессах.
3	Вычисление изменения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца в разных процессах. Вычисление изменения энергии Гиббса химической реакции по значениям стандартных энтальпий и энтропий.
4	Вычисление константы равновесия. Вычисление состава равновесной смеси газов. Определение направления процесса по уравнению изотермы химической реакции. Расчёты по уравнениям изобары и изохоры химической реакции.

5	Термодинамика растворов. Способы выражения концентрации и взаимный пересчет. Расчет по законам предельно разбавленных растворов. Вычисление активности сильных электролитов
6-9	Гальванический элемент. ЭДС гальванического элемента. Электродный потенциал. Уравнение Нернста.

3.5. Лабораторные занятия

№ занятия	План занятия, основное содержание
1-5	Определение теплоты растворения солей.
	Определение теплоты реакции нейтрализации сильной кислоты.
6-9	Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе.
	Криоскопия.
	Определение молярной массы неэлектролита криоскопическим методом.

2 Учебно-методическое и информационное обеспечение

2.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (с изменениями и дополнениями от 27 февраля 2023г.), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 28.06.2020 №702.
3. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 6 апреля 2021 г. N 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры"

2.2 Основная литература

1. Кудряшева, Н. С. Физическая и коллоидная химия : учебник и практикум для вузов / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 452 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17490-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/582710> (дата обращения: 02.02.2026).
2. Носенко В.А., Даниленко М.В. Физико-химические методы обработки материалов: Учебное пособие. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 196с

2.3 Дополнительная литература

2.	Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия: Учебное пособие для вузов. – М.: Альянс, 2013. – 400с.
----	--

3.	Горшков В.И, И.А.Кузнецов И.А. - Основы физической химии: учебник. -
	Казин, В. Н. Физическая химия : учебник для вузов / В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. И. Русаков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11119-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/587153 (дата обращения: 02.02.2026).

2.3 Электронные образовательные ресурсы

1. Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте www.mami.ru в разделе «Библиотека Московский Политех» (<http://lib.mami.ru/ebooks/>).

2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru>);

2.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616 Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицензия № 61984042

2. Microsoft Project 2013 Standart 32- bit/x64 Russian. Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

2.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Справочно-правовая системы «КонсультантПлюс: Некоммерческая интернет-версия» <https://www.consultant.ru/online/>

2. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>

3. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru>

4. ЭБС «IPR» <https://www.iprbookshop.ru/>

5. ЭБС "Лань" <https://e.lanbook.com/>

6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Федеральный портал http://window.edu.ru](http://window.edu.ru)

7. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

8. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>

9. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/index.php>

10. ЭБС Юрайт <https://urait.ru/>

3 Материально-техническое обеспечение

№ п\п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	Учебная аудитория лекционного типа № 1508, учебно-лабораторный корпус, 144000,	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)

	Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	
	Учебная аудитория для занятий семинарского типа, лаборатория «Химия» № 2311. Лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук) Аналитические весы. Сушильный шкаф. Вытяжные шкафы. Поляриметр-сахариметр. Рефрактометр. Фотоэлектроколориметры. Иономеры. Универсальный комплекс «Химия». Дистиллятор.
	Лаборатория «Химия» № 2313. Лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, Мультимедийное оборудование, Аналитические весы. Сушильный шкаф. Вытяжные шкафы. Рефрактометр. Фотоэлектроколориметры. Иономеры. Универсальный комплекс «Химия». Криостат

4 Методические рекомендации

4.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной

деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категоричный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

4.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

При подготовке к практическим занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применение теоретических знаний к решению задач.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;

5 Фонд оценочных средств

5.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	КР УО Э	Темы 1-8

	синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки		
--	--	---	--	--

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

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 неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний,

	в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
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.

Критерии оценивания решения задачи

Оценка	Критерий оценки
Отлично	Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.
Хорошо	Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ
Удовлетворительно	Задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.
Неудовлетворительно	Задача решена неправильно, или задача не решена

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу, но затрудняется в ответах на некоторые вопросы; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, но не в полной мере отражает суть рассматриваемой проблемы, в основном умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если показаны недостаточные знания теоретического материала, основных понятий излагаемой темы, не всегда с

правильным и необходимым применением специальных терминов, понятий и категорий; анализ практического материала был нечёткий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно».

7.3 Оценочные средства

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Контрольная (самостоятельная) работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
2.	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника 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/разделам дисциплины
3.	Экзамен (Э)	Итоговая форма оценки знаний. В высших учебных заведениях проводятся во время экзаменационных сессий.	Вопросы к экзамену

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточных аттестаций

1. Теплота и работа. Внутренняя энергия системы. Формулировка 1-го закона. Вычисление работы расширения идеального газа в изотермическом, изохорном, изобарном, адиабатном процессах.
2. Термохимия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Вычисление тепловых эффектов химических реакций на основании стандартных термодинамических величин.
3. Теплоемкости веществ и соединений. Связь между величинами c_p и c_v . Температурные зависимости теплоемкостей. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнения Кирхгофа.
4. Самопроизвольные процессы. 2-й закон термодинамики: постулаты Клаузиуса и Томсона.
5. Критерий самопроизвольности процессов в изолированной системе. Современная формулировка 2-го закона термодинамики. Изменение энтропии при фазовых переходах, нагревании тел, смешении газов. Энтропия идеального газа.
6. Термодинамические потенциалы. Условие термодинамического равновесия. Определение возможности протекания процессов.
7. Статистическое толкование энтропии. Уравнение Больцмана. 3-й закон термодинамики: постулаты Нернста и Планка. Вычисление абсолютных значений энтропий.
8. Химический потенциал компонента. Общая форма условия химического равновесия. Термодинамический вывод закона действующих масс. Константа равновесия. Принцип Ле-Шателье.
9. Уравнение изотермы химической реакции. Влияние парциальных давлений (концентраций) на величину ΔG реакции. Стандартное изменение ΔG реакции.

10. Зависимость константы равновесия химической реакции от температуры. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Вычисление величин K_p .
11. Различные способы выражения концентрации растворов. Парциальные молярные величины.
12. Предельно разбавленные и идеальные растворы. Законы Генри и Рауля. Термодинамические функции образования идеальных растворов.
13. Коллигативные свойства растворов, содержащих нелетучее растворенное вещество. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов. Практическое применение эбулиоскопического и криоскопического методов исследования.
14. Реальные растворы. Причины отклонения поведения компонентов от идеального. Термодинамические функции образования реальных растворов, их зависимость от концентрации. Избыточные термодинамические величины.
15. Классификация электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации С.Аррениуса, область ее применения. Закон разведения Оствальда.
16. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов, их концентрационные зависимости. Подвижность ионов.
17. Активности компонентов растворов электролитов. Ионная сила раствора. Основные положения электростатической теории Дебая-Хюккеля. Предельный закон Дебая-Хюккеля и его приближения для нахождения коэффициентов активности компонентов электролитов.
18. Электродные процессы. Электрохимический потенциал, условие равновесия на границе электрод-раствор. Расчет ЭДС гальванического элемента. Термодинамика гальванического элемента. Уравнение Нернста.
19. Скорость химической реакции. Постулаты химической кинетики. Порядок и молекулярность реакции, способы определения реакции.
20. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Теория активных соударений, вывод уравнения для расчета константы скорости.
21. Основные закономерности протекания гетерогенных химических реакций. Диффузионная и кинетическая области гетерогенной реакции. Выражение для константы скорости гетерогенной реакции.

Текущий контроль

Вопросы для устного опроса

1. Газ, расширяясь от 10 до 16 л при постоянном давлении $p = 101,3$ кПа, поглощает $Q = 126$ Дж теплоты. Определить изменение внутренней энергии газа.
2. При полном сгорании глюкозы $C_6H_{12}O_6$ выделяется 282 кДж тепла. Написать термохимическое уравнение реакции и найти теплоту образования глюкозы с использованием стандартных термодинамических величин.
3. Зависимость теплового эффекта реакции $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ выражается уравнением: $\Delta H_T^0 = -6500 + 45 \cdot T - 31 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 + 8 \cdot 10^{-6} \cdot T^3$. Найти Δc_p для этой реакции при $T = 400$ К.
4. С использованием стандартных термодинамических величин найти тепловой эффект реакции $MnO(тв) + H_2(г) = Mn(тв) + H_2O(г)$ при $T = 750$ К.
5. С использованием стандартных термодинамических величин вычислить энтропию 10 л водорода при $T = 600$ C° и $p = 1$ атм.
6. На основании значений абсолютных энтропий найти изменение энтропии при $T = 900$ К для реакции $CH_4(г) + 2H_2O(г) = CO_2(г) + 4H_2(г)$.
7. Найти изменение энергии Гиббса при изотермическом сжатии 10 л кислорода при $T = 283$ К и $p_1 = 10$ кПа до $p_2 = 100$ кПа. Считать кислород идеальным газом.

8. Найти ΔG_T^0 для реакции $\text{CaCO}_3 (\text{тв}) = \text{CaO} (\text{тв}) + \text{CO}_2 (\text{г})$ при $T = 700 \text{ C}^0$. Может ли эта реакция протекать самопроизвольно при указанной температуре?

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу, но затрудняется в ответах на некоторые вопросы; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, но не в полной мере отражает суть рассматриваемой проблемы, в основном умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если показаны недостаточные знания теоретического материала, основных понятий излагаемой темы, не всегда с правильным и необходимым применением специальных терминов, понятий и категорий; анализ практического материала был нечёткий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно».

Контрольная работа

Вопросы и задания для контроля самостоятельной работы студента	
№ раздела	Задания
1	<u>Фазовые равновесия</u> 1. Плотности жидкого и твердого олова при $T_{пл} = 231,9 \text{ C}^0$ равны соответственно $\rho_1 = 6,980$ и $\rho_2 = 7,184 \text{ г/см}^3$. Энтальпия плавления олова $\Delta H_{пл} = 7,07 \text{ кДж/моль}$. Найти температуру плавления олова под давлением 500 атм. Молярная масса олова $M = 118,7 \text{ г/моль}$. 2. Давление пара жидкости в интервале температур 200-260 K описывается уравнением: $\ln p (\text{мм}) = 16,255 - 2502/T$. Найти энтальпию испарения $\Delta H_{исп}$ и нормальную точку кипения жидкости. 3. Построить диаграмму состояния системы Sb-Pb по прилагаемым кривым охлаждения и определить: 1) состав эвтектической смеси; 2) сколько сурьмы выделится, если 10 кг жидкого сплава, содержащего 40% Pb, охладить до 433 C^0. 4. По диаграмме состояния системы Au-Pt определить состав жидкого раствора, находящегося в равновесии с твердым раствором, содержащим 60% Pt.
2	<u>Электрохимия</u> 1. Найти молярность раствора Na_2SO_4, ионная сила которого равна 0,24 моль/кг. 2. С использованием предельного закона Дебая-Хюккеля рассчитать pH $1 \cdot 10^{-2} \text{ М}$ водного раствора HCl. 3. Удельная электропроводность 4% раствора H_2SO_4 при $T = 18 \text{ C}^0$ равна

	0,168 См·см⁻¹, плотность раствора 1,026 г/см³. Найти эквивалентную электропроводность этого раствора. 4. Рассчитать константу равновесия реакции $\text{ZnSO}_4 + \text{Cd} = \text{CdSO}_4 + \text{Zn}$ при 25 С⁰ по данным о стандартных электродных потенциалах. 5. ЭДС гальванического элемента, в котором протекает реакция $\text{Pb} + 2\text{AgI} = \text{PbI} + 2\text{Ag}$, при температуре 298 К равна 0,211 В. Температурный коэффициент ЭДС равен $-1,38 \cdot 10^{-4}$ В/К. Найти изменение энергии Гиббса, энтальпии и энтропии в ходе реакции.
--	---