

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

Авторы-составители: **Плотникова Мария Дмитриевна  
Елохов Александр Михайлович  
Коньшева Светлана Дмитриевна  
Шитоева Анастасия Дмитриевна  
Аликина Екатерина Николаевна**

Рабочая программа дисциплины  
**ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**  
Код УМК 91574

Утверждено  
Протокол №1  
от «25» февраля 2025 г.

Пермь, 2025

## **1. Наименование дисциплины**

Физическая и коллоидная химия

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в Блок « ОП » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **18.02.12** Технология аналитического контроля химических соединений  
направленность не предусмотрена

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Физическая и коллоидная химия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**18.02.12** Технология аналитического контроля химических соединений (направленность : не предусмотрена)

**ОК.1** Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам

**ПК.1.1** Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений (направленность: не предусмотрена) на базе основного общего
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	70
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	38
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Основы химической термодинамики**

Термодинамика как один из важнейших разделов физической химии рассматривает термодинамические методы для описания химических и физико-химических явлений: химических реакций, фазовых переходов и процессов, происходящих в растворах.

#### **Первый закон термодинамики**

Предмет и метод термодинамики, основные понятия. Энергия, теплота, работа. Внутренняя энергия. Энтальпия. Уравнение состояния идеального газа.

#### **Термохимия**

Закон Гесса. Стандартные теплоты образования и сгорания. Зависимость теплоты процесса от температуры. Уравнения Кирхгофа. Теплоемкость

#### **Второй закон термодинамики**

Значение второго закона термодинамики. Энтропия. Вычисление энтропии. Постулат Планка. Характеристические функции. Общие условия равновесия. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.

#### **Фазовые переходы**

Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Закон смещения равновесия.

#### **Учение о растворах**

В этом разделе физической химии рассматриваются физико-химические процессы происходящие в растворах – фазах переменного состава. Явления идеальной растворимости и зависимости растворимости от различных факторов (Т, р, фазовый состав системы).

#### **Понятие о растворах**

Теории растворов. Давление насыщенного пара бинарных растворов. Закон Рауля. Идеальные растворы. Предельно разбавленные растворы. Реальные растворы. Диаграмма равновесия жидкость-пар в бинарных системах. Законы Коновалова. Активность компонентов раствора. Растворимость газов в жидкостях.

#### **Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотическое давление**

Понижение температуры замерзания (криоскопия) и повышение температуры кипения (эбулиоскопия) растворов нелетучих веществ. Осмотическое давление и коллигативные свойства растворов.

#### **Химическое равновесие**

В этом разделе будет рассматриваться как с помощью термодинамики рассчитать равновесный состав смеси при любых условиях протекания процесса.

#### **Химическое равновесие в газах и растворах**

Закон действия масс. Различные формы выражения констант равновесия, связь между ними. Термодинамический вывод константы равновесия. Изобарный потенциал химической реакции. Стандартные изменения изобарного и изохорного потенциалов при химических реакциях, их значение и связь с константой равновесия.

## **Основные понятия электрохимии**

В данном разделе будут рассмотрены основные типы электрохимических систем и закономерности протекания электрохимических процессов, так как одна из особенностей растворов электролитов заключается в том, что многие ионные реакции сопровождаются переносом электронов.

### **Предмет электрохимии**

Особенности электрохимической реакции. Электрохимическая система. Законы Фарадея. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Закон разбавления Оствальда. Недостатки теории Аррениуса и их причины. Причины диссоциации. Активность и коэффициент активности электролитов. Ионная сила.

### **Электропроводность**

Удельная и эквивалентная электропроводность, ее зависимость от концентрации и температуры, аномальная подвижность ионов водорода и гидроксидов.

### **Электрохимические элементы. Электродвижущая сила**

Разновидности электрохимических элементов и реакции протекающие в них. Электродвижущая сила. Термодинамика гальванического элемента. Водородная шкала потенциалов. Формула Нернста. Стандартный электродный потенциал. Классификация электродов. Классификация электрохимических цепей.

## **Химическая кинетика и катализ**

В данном разделе рассматриваются закономерности протекания химических процессов во времени. Количественное описание протекания химических реакций во времени при постоянной температуре в зависимости от концентрации реагирующих веществ.

### **Скорость химической реакции. Кинетическая классификация реакций.**

Основные понятия химической кинетики. Задачи химической кинетики. Основной постулат химической кинетики. Скорость химической реакции: средняя, истинная и удельная. Двухсторонние и односторонние (обратимые и необратимые) реакции. Кинетическая классификация реакций. Молекулярность и порядок реакции. Основные различия между химической термодинамикой и кинетикой. Кинетические уравнения для необратимых реакций первого, второго, нулевого и n-го порядка.

### **Общие сведения о катализе. Гомогенный и гетерогенный катализ.**

Общие сведения о катализе. Гомогенные каталитические реакции. Основная схема расчета кинетики гомогенных каталитических реакций. промежуточное вещество Аррениуса и промежуточное вещество Вант-Гоффа.

## **Введение в физикохимию поверхностных явлений**

Раздел посвящён изучению поверхностных явлений, которые широко распространены в химической технологии – получение адсорбентов и катализаторов, очистка сточных вод, обогащение руд и т.д.

### **Основные положения термодинамики поверхностных явлений**

Признаки объектов коллоидной химии. Классификация дисперсных систем. Поверхностное натяжение. Полная поверхностная энергия. Уравнение Гиббса—Гельмгольца. Адсорбция. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Адгезия, смачивание и растекание.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная:**

1. Кудряшева, Н. С. Физическая и коллоидная химия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 379 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00447-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/450718>
2. Химия : учебник для среднего профессионального образования / Ю. А. Лебедев, Г. Н. Фадеев, А. М. Голубев, В. Н. Шаповал ; под общей редакцией Г. Н. Фадеева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 431 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-9916-7723-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/470929>

### **Дополнительная:**

1. Дерябин, В. А. Физическая химия дисперсных систем : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. А. Дерябин, Е. П. Фарафонтова ; под научной редакцией Е. А. Кулешова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 86 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05387-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/454670>



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Физическая и коллоидная химия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Пакет программ MicrosoftOffice (Excel)

Программы для научной графики и статистического анализа SigmaPlot или Grapher

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная следующим оборудованием: проектор переносной, ноутбук переносной, экран переносной, доска меловая, учебная мебель (столы, стулья).

Для проведения занятий семинарского (практического) типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – Лаборатория цеха (ОАО «СМЗ»), оснащенная специализированным оборудованием и соответствующим программным обеспечением.

Для проведения лабораторных работ - Лаборатории физико-химических методов анализа (ОАО «СМЗ»), оснащенные специализированным оборудованием и соответствующим программным обеспечением.

Для самостоятельной работы: аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ, СГПИ филиал ПГНИУ.

Помещение библиотеки СГПИ филиал ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся оснащено:

компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ПГНИУ (ЕТИС ([student.psu.ru](http://student.psu.ru))).

Библиотека оборудована: специализированной мебелью, меловой доской, проектором, экраном, компьютерами, ноутбуками, телевизором.

Все компьютеры, установленные в помещении библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice;

Kaspersky Endpoint Security for Business;

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»;

Яндекс.Браузер (свободно распространяемое ПО).

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Физическая и коллоидная химия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОК.1</b> Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам</p>	<p>Знать: - основные законы физической и коллоидной химии, а также варианты их применения для решения прикладных задач; уметь: - проводить физико-химические расчеты, на основе полученных экспериментальных данных, и графически отображать полученные зависимости; - анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований; владеть: - навыками проведения физико-химических исследований систем и процессов с применением современных методов и оборудования для физико-химического анализа.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворительно</b></p> <p>Не знает основные законы физической и коллоидной химии, а также варианты их применения для решения прикладных задач; Не умеет проводить физико-химические расчеты, на основе полученных экспериментальных данных и анализировать результаты физико-химических исследований; Не владеет навыками проведения физико-химических исследований с применением современных методов и оборудования для физико-химического анализа.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительно</b></p> <p>Имеет содержащие значительные пробелы, знания, которые позволят проводить физико-химические расчеты и умения анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований. Имеет навык применения основных законов физической и коллоидной химии для решения только простейших теоретических и прикладных задач.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания, позволяющие в целом проводить физико-химические расчеты и графически отображать полученные зависимости. Демонстрирует сформированное умение применять информацию из справочной литературы. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований. Общие, но содержащие отдельные пробелы, знания основных законов физической и коллоидной химии. В целом успешное применение навыков применения основных законов физической и коллоидной химии для решения теоретических и прикладных задач.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p><b>Хорошо</b> Демонстрирует сформированные навыки в проведении физико-химических исследований систем и процессов с использованием современных методов и приборов физико-химического анализа.</p> <p><b>Отлично</b> Знает основные законы физической и коллоидной химии, а также варианты их применения для решения прикладных задач; Умеет проводить физико-химические расчеты, на основе полученных экспериментальных данных и графически отображать полученные зависимости; пользоваться справочной литературой; Владеет навыками проведения физико-химических исследований систем и процессов с применением современных методов и оборудования для физико-химического анализа.</p>
<p><b>ПК.1.1</b> Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности</p>	<p>Знать основные правила и законы физической и коллоидной химии, используемые в экспериментальной деятельности. Уметь применять практические навыки экспериментальной работы в области физической и коллоидной химии, позволяющие эффективно работать в аналитической лаборатории. Владеть навыками обработки и интерпретации полученных экспериментальных данных.</p>	<p><b>Неудовлетворительно</b> Не знает основные правила и законы физической и коллоидной химии, используемые в экспериментальной деятельности. Не умеет применять практические навыки экспериментальной работы в области физической и коллоидной химии, позволяющие эффективно работать в аналитической лаборатории. Не владеет навыками обработки и интерпретации полученных экспериментальных данных.</p> <p><b>Удовлетворительно</b> Имеет не систематизированные знания основных правил и законов физической химии, используемых в экспериментальной лабораторной деятельности. Умеет выполнять узкий перечень экспериментальных работ в области физической и коллоидной химии. Имеет трудности как с обработкой, так и с интерпретацией полученных экспериментальных данных.</p> <p><b>Хорошо</b> Знания не охватывают в полной мере основные правила и законы физической и</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>коллоидной химии, используемые в экспериментальной деятельности в аналитической лаборатории.          Умеет выполнять ограниченный перечень экспериментальных работ в области физической и коллоидной химии.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные правила и законы физической и коллоидной химии, используемые в экспериментальной деятельности в аналитической лаборатории.          Умеет применять практические навыки экспериментальной работы в области физической и коллоидной химии, позволяющие эффективно работать в аналитической лаборатории.          Владеет навыками обработки и интерпретации полученных экспериментальных данных.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен**

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов : 100**

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОК.1</b> Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	Химическое равновесие в газах и растворах <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать основные законы химической термодинамики. Владеть навыками расчета основных термодинамических величин химических процессов. Уметь анализировать и обобщать материал, полученный на основании термодинамических расчетов. Знать основные законы теории растворов и фазовых равновесий. Уметь выполнять типовые расчеты и решать задачи по растворам и фазовым равновесиям, владеть навыками выполнения практических заданий
<b>ПК.1.1</b> Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности	Электрохимические элементы. Электродвижущая сила <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать основные особенности электрохимических систем, законы Фарадея, классификацию электродов и электрохимических цепей, определение и основные свойства гальванического элемента. Уметь решать типовые задачи на определение ЭДС и термодинамических параметров электрохимической системы. Владеть навыком расчета количества затраченного электричества и количества вещества, полученного путем электролиза по законам Фарадея.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОК.1</b> Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам <b>ПК.1.1</b> Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности	Общие сведения о катализе. Гомогенный и гетерогенный катализ. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Владеть навыком выполнения экспериментальных заданий по предоставленной методике. Уметь оформлять отчет по проделанному эксперименту, правильно строить графики и делать выводы по лабораторной работе. Знать ответы на теоретические вопросы по экспериментальной работе.
<b>ОК.1</b> Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам <b>ПК.1.1</b> Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности	Основные положения термодинамики поверхностных явлений <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знает законы основных разделов физической химии (химическая термодинамика, теория фазовых равновесий, электрохимия). Умеет производить типовые расчеты по соответствующим разделам физической химии. Владеет навыками выполнения практических и лабораторных работ по физической химии.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Химическое равновесие в газах и растворах

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задач на расчет основных термодинамических параметров химических систем (2 задачи по 5 баллов)	10
Решение задач по теме «Теория растворов. Равновесные явления» (2 задачи по 5 баллов)	10
Выполнение тестовых заданий (10 заданий, каждый правильный ответ 0,5 балла)	5

#### Электрохимические элементы. Электродвижущая сила

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Решение тестовых заданий по темам «Гальванический элемент» и «Электродвижущая сила» (5 баллов за каждое правильно выполненное задание)	15
Решение тестовых заданий по темам «Электролиз» и «Неравновесные явления в растворах электролитов» (5 баллов за каждое правильно выполненное задание)	10

#### Общие сведения о катализе. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Представление правильно оформленного отчета (12 лабораторных работ, по 1 баллу за каждый отчет). Отчет о проделанной лабораторной работе в обязательном порядке должен включать следующие разделы: цель, методика эксперимента, экспериментальные результаты, выводы.	12
Выполнение лабораторной работы (12 работ по 0,5 баллу за каждую лабораторную работу)	6
Ответ на теоретический вопрос, касающийся выполнения лабораторных работ	2

### **Основные положения термодинамики поверхностных явлений**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Тестовые задания с выбором ответа из предложенных вариантов (16 заданий по 1 баллу за каждый правильный ответ)	16
Задания с генерацией правильного ответа (7 заданий по 2 балла за каждый правильный ответ)	14