

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной (135)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 18 мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Обогащение полезных ископаемых

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Филатова Елена Геннадьевна
Дата подписания: 26.05.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 27.05.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Федотов
Константин Вадимович
Дата подписания: 26.05.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Физическая химия» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород для выбора эффективной тех-нологии переработки	ПКС-2.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.3	Способен использовать теоретические и прикладные вопросы физической химии для оценки основных свойств и характеристик минерального сырья	Знать законы химической термодинамики; закономерности наступления химического и фазового равновесия; характеристики электродных потенциалов и электродвижущих сил; основы химической кинетики Уметь выполнять термохимические расчёты, расчёты химического и фазового равновесия, равновесия в растворах; прогнозировать и определять свойства соединений и направления химических реакций Владеть физико-химическими методами анализа, навыками самостоятельной экспериментальной работы с лабораторным оборудованием

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физическая химия» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Гидрометаллургические методы переработки минерального сырья», «Математическое моделирование технологических процессов», «Обезвоживание, пылеулавливание и очистка сточных вод»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---

	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Физико-химическая термодинамика	1	6	1, 2, 3, 6	14			1, 1, 2, 3	14	Отчет по лабораторной работе
2	Химическое равновесие	2	2	4	2			1, 2, 3	10	Отчет по лабораторной работе
3	Фазовое равновесие	3	2	5	2			1, 2, 3	10	Отчет по лабораторной работе
4	Химическая кинетика	4	4	7, 8, 9, 10	10			1, 2, 3	20	Отчет по лабораторной работе
5	Электрохимические системы	5	2	11, 12	4			2, 3	6	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		32				60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Физико-химическая термодинамика	Законы термодинамики. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа. Изменения энтальпии и внутренней энергии в процессах для идеального газа. Термодинамическое обоснование закона Гесса. Теплоемкость, зависимость теплоемкости от

		<p>температуры. Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнение Кирхгофа.</p> <p>Термодинамическая обратимость и необратимость процессов. Работа и теплота обратимого процесса. Энтропия. Применение энтропии как критерия равновесия и направления самопроизвольных процессов в изолированных системах. Изменение энтропии в различных процессах.</p> <p>Термодинамические свойства газов и газовых смесей. Постулат Планка. Объединенное выражение первого и второго начал термодинамики. Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Расчеты энергии Гиббса и Гельмгольца по справочным величинам.</p>
2	Химическое равновесие	<p>Кинетическая и термодинамическая характеристики равновесного состояния системы. Константа равновесия. Способы выражения константы равновесия в гомогенных системах. Вычисление состава равновесной смеси, выхода продуктов. Уравнение изотермы химической реакции. Химическое сродство. Стандартное химическое сродство и реакционная способность. Гетерогенное равновесие. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Расчет констант равновесия по справочным термодинамическим величинам. Химическое равновесие при различных температурах (метод Темкина – Шварцмана).</p>
3	Фазовое равновесие	<p>Понятия «фаза», «компонент», «степень свободы». Правило фаз Гиббса и его применение для анализа равновесий в одно- и многокомпонентных системах. Однокомпонентные системы. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Моно- и энантиотропные фазовые переходы. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью в жидком и твердом состояниях, с образованием конгруэнтно и инконгруэнтно плавящихся химических соединений. Физико-химический анализ. Термический анализ. Расчеты по диаграммам состояния.</p>
4	Химическая кинетика	<p>Кинетическая классификация химических реакций. Понятие о скорости химической реакции, механизме реакции. Порядок и молекулярность реакции. Формальная и молекулярная кинетика. Константа скорости. Кинетически необратимые реакции первого и др. порядков. Период полураспада. Методы определения порядка и константы скорости простых реакций.</p>

		Зависимость скорости и константы скорости химической реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.
5	Электрохимические системы	Химические источники тока. Электролизеры. Равновесные электродные потенциалы. Электроды электрохимических систем и их классификация. Типы электрохимических систем: физические, концентрационные, химические. Потенциометрия. Расчет термодинамических величин на основе измеренных обратимых ЭДС. Механизм образования ЭДС и природа электродного потенциала. Скачки потенциала в электрохимических системах. Электрокапиллярные явления. Строение ДЭС.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение теплоты реакции нейтрализации	4
2	Определение теплоты образования кристаллогидратов	4
3	Определение средней теплоемкости вещества	4
4	Определение константы равновесия гомогенной химической реакции.	2
5	Определение критической температуры растворения в системе фенол – вода	2
6	Определение константы скорости восстановления йода пероксидом водорода	2
7	Определение константы скорости реакции омыления этилацетата щелочью	2
8	Изучение зависимости скорости химической реакции от температуры	4
9	Определение порядка химической реакции способом изменения относительного количества реагентов	2
10	Исследование кинетики гетерогенной реакции	2
11	Определение среднего коэффициента активности электролита	2
12	Определение стандартного редокси-потенциала ферри-ферро-электрода	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	22
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	10
3	Проработка разделов теоретического материала	28

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия является одним из видов интерактивных образовательных технологий. Представляет собой обсуждение, совместное исследование конкретной темы, задачи и явления между всеми участниками образовательного процесса. Проведение занятий-дискуссий стимулирует познавательную активность обучающихся, способствует более осмысленному освоению ими новых знаний посредством подготовки аргументации и защиты своей позиции по обсуждаемой теме.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Филатова Е.Г. Физическая химия для химиков и технологов: учебное пособие / Е.Г. Филатова, В.Г. Соболева, 2022 - 106 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Филатова Е.Г. Физическая химия : электронный курс / Е. Г. Филатова
<https://el.istu.edu/course/view.php?id=1362>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 4 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Подготовить отчет по лабораторной работе с теоретическим введением по теме выполняемой работы и решенным индивидуальным заданием.

Критерии оценивания.

При защите отчетов преподавателем проверяется: правильность и точность проведения анализа, знание теоретического и практического материала необходимого для выполнения исследования.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы)
----------------------------------	---------------------	-------------------

		оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.3	Выполняет термодинамические расчеты, расчеты химического и фазового равновесия, равновесия в растворах; владеет методами физико-химического исследования	Устное собеседование по вопросам или тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Формы проведения зачёта – устный опрос.

Вопросы опроса охватывают весь пройденный материал программы в 4 учебном семестре. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов из различных разделов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в течение до 15 минут.

Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы по программе данной учебной дисциплины из числа заданий пройденных лабораторных работ и практических занятий.

Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

Основные понятия и постулаты химической термодинамики.

Работа, теплота и внутренняя энергия. Первое начало термодинамики.

Закон Гесса и его следствия.

Теплоемкость и ее виды.

Влияние температуры на тепловой эффект (закон и дифференциальная форма уравнения Кирхгофа).

Интегральная форма уравнения Кирхгофа.

Второе начало термодинамики.

Энтропия. Неравенство Клаузиуса.

Статистическое определение энтропии.

Вычисление изменения энтропии на основании второго начала термодинамики.

Третье начало термодинамики.

Термодинамические потенциалы. Внутренняя энергия.

Термодинамические потенциалы. Энтальпия.

Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса.

Термодинамические потенциалы. Энергия Гельмгольца.

Объединенное уравнение первого и второго начала термодинамики для закрытых гомогенных систем.

Энтропия, энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерии направленности процесса.

Уравнения Гиббса-Гельмгольца.

Понятие о химическом потенциале. Уравнение Гиббса-Дюгема.

Объединенное уравнение первого и второго начала термодинамики для открытых систем.

Химический потенциал идеального и реального газов. Фугитивность.

Химический потенциал идеальных и реальных растворов. Активность.

Константа равновесия. Различные формы записи константы равновесия и связь между ними.
 Зависимость константа равновесия от температуры. Уравнение изобары-изохоры Вант-Гоффа.
 Фазовые равновесия. Основные понятия. Правило фаз Гиббса.
 Кинетический закон действующих масс. Основные понятия химической кинетики
 Кинетическая классификация химических реакций. Молекулярность и порядок реакции.
 Мономолекулярные реакции первого порядка
 Бимолекулярные реакции второго порядка
 Методы определения порядка и константы скорости. Дифференциальные методы.
 Влияние температуры на скорость химической реакции. Зависимость Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса.
 Энергия активации и предэкспоненциальный множитель. Расчет энергии активации и предэкспоненциального множителя.
 Кинетика гетерогенных реакций
 Химические источники тока. Равновесные электродные потенциалы.
 Электроды электрохимических систем и их классификация.
 Уравнение Нернста для ЭДС и электродного потенциала.

Пример задания:

1. Основные постулаты химической термодинамики.
2. Кинетическая классификация химических реакций. Молекулярность и порядок реакции.
3. Электроды электрохимических систем и их классификация.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Выполняет термохимические расчеты, расчеты химического и фазового равновесия, равновесия в растворах; владеет методами физико-химического исследования	Не выполняет термохимические расчеты, расчеты химического и фазового равновесия, равновесия в растворах; владеет методами физико-химического исследования

7 Основная учебная литература

1. Стромберг А. Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко, 2009. - 526.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Эткинс. Физическая химия Равновесная термодинамика, 2007. - 494.
2. Физическая химия : [Учеб. для вузов]: В 2кн. Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев, В. Н. Васильева, 2001. - 511.

3. Физическая химия : [Учеб. для вузов]: В 2кн. Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев, В. Н. Васильева, 2001. - 318.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office Professional Plus 2013

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Дозатор многоканальный 50-300 мкл (в компл. с наконечниками)
2. Шкаф вытяжной 1500 ШВ-2-КгО"Квадро"
3. 13394 Потенциометр Р-307
4. 312307 Колориметр КФК-2
5. Лабораторный рН-метр ИПЛ-301
6. Иономер И-160МИ
7. кондуктомер Эксперт
8. кондуктомер Эксперт
9. Фотометр (фотоэлектроколориметр) КФК-3-01
10. Анализатор жидкости "Флюорат-02-5М"
11. Шкаф вытяжной 1500 ШВ-2-КгО"Квадро"
12. Весы лабораторные ЕК300i
13. Термостат ЛТ-108а
14. кондуктомер Эксперт -002
15. фотоколориметры КФК-3
16. 12447 Иономер ЭВ-74