

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 24 » сентября 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Физическая химия
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 324 (9)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология
(код и наименование направления)

Направленность: Биотехнология (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – ознакомление студентов с основами физической химии как современной фундаментальной науки, являющейся теоретической базой биотехнологических процессов; формирование осознанной необходимости применения знаний законов, методов физической химии при решении проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- изучение закономерностей протекания химических процессов с точки зрения направления, полноты, скорости и механизма; гетерогенных взаимодействий, некоторых физико-химических методов анализа (термический анализ);
- формирование умения выполнять расчеты тепловых эффектов, полноты протекания процессов в различной области температур;
- формирование умения анализировать фазовые равновесия на основе диаграмм состояния;
- формирование умения описывать кинетику протекания химических процессов;
- формирование навыков работы на современном оборудовании и приборах при решении практических задач.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные методы физической химии;
- законы термодинамики и кинетики;
- химические процессы, гомогенные и гетерогенные взаимодействия;
- химические и фазовые равновесия.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1опк-1	Знает основные законы и закономерности протекания химических и ряда физических процессов с позиций физической химии	Знает основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-2опк-1	Умеет применять основные законы и закономерности физической химии для определения направления, полноты протекания химических процессов, проводить оценку влияния факторов на скорость и механизм превращений	Умеет изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей.	Экзамен
ОПК-1	ИД-3опк-1	Владеет способностью использовать методы физической химии для определения возможности, направления, скорости и механизма протекания химического процесса	Владеет способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием.	Защита лабораторной работы
ОПК-6	ИД-1опк-6	Знает методы физической химии для проведения экспериментальных исследований, обработки результатов эксперимента	Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы проведения экспериментальных исследований, основанные на закономерностях физики, химии, физической химии, биологии и микробиологии методы статистического анализа и обработки результатов эксперимента.	Коллоквиум
ОПК-6	ИД-2опк-6	Умеет применять расчетные и экспериментальные методы физической химии для анализа закономерностей протекания физических и химических процессов в	Умеет планировать и проводить исследования биотехнологических процессов с использованием экспериментальных физических, физико-химических, химических,	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		системах	биохимических, микробиологических методов; осуществлять статистическую обработку результатов экспериментов; формулировать выводы и заключения по проведенным экспериментам.	
ОПК-6	ИД-3опк-6	Владеет навыками проведения экспериментов с использованием методов физической химии, обработки результатов экспериментов, составления отчетов и формулировки выводов	Владеет навыками проведения экспериментальных исследований биотехнологических процессов; обработки и анализа полученных экспериментальных данных; составления отчетов по теме или по результатам проведенных экспериментов.	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	4
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	144	90	54
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	54	36	18
- лабораторные работы (ЛР)	68	34	34
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	54	54
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	72	36	36
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	324	180	144

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Введение.	1	0	0	0
Сведения о предмете и его основных задачах. Определение физической химии как науки, связь с другими разделами химии. Эволюция взглядов ученых о целях и задачах физической химии как науки. Периодизация истории и краткая характеристика основных разделов физической химии и методов исследования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Модуль 1. Основы химической термодинамики Раздел 1. Основы химической термодинамики, начала термодинамики.	12	12	6	20
Тема 1. Основы химической термодинамики, начала термодинамики. Первый закон термодинамики. Основные понятия и определения химической термодинамики. Теплота и работа - формы передачи энергии. Внутренняя энергия системы. Формулировки уравнения первого закона термодинамики. Термодинамические функции. Теплота процесса при постоянном объеме и постоянном давлении. Энтальпия. Закон Гесса. Тепловой эффект процесса. Способы вычисления тепловых эффектов химических реакций: по теплотам образования и сгорания, метод комбинирования реакций. Стандартные состояния веществ. Таблицы теплот образования из простых веществ и сгорания соединений в стандартных условиях. Теплоемкость истинная и средняя. Зависимость теплоемкости от температуры. Расчет средней теплоемкости по данным для истинной. Связь между C_p и C_v . Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнение Кирхгоффа. Тема 2. Второй закон термодинамики. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Термодинамически обратимые и необратимые процессы. Термодинамическое равновесие. Превращение теплоты в работу. Принцип адиабатической недостижимости. Энтропия. Формулировки и уравнения второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Изменение энтропии в различных процессах. Изменение энтропии в изолированной системе как критерий направления процесса. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца - критерии направления процесса и равновесия в неизолированных системах. Характеристические функции. Зависимость энергии Гиббса от температуры. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Термодинамические характеристики химической реакции. Методы расчета изменения стандартной свободной энергии Гиббса. Тема 3. Третий закон термодинамики. Постулат Планка. Тепловая теорема Нернста.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Абсолютная энтропия вещества. Вычисление абсолютных стандартных величин энтропии веществ из термодинамических данных.</p> <p>Термодинамика многокомпонентных систем.</p> <p>Химический потенциал компонента в смеси. Общее условие равновесия в многокомпонентной системе.</p>				
Раздел 2. Применение законов термодинамики к химическим процессам.	11	8	6	18
<p>Тема 4. Химическое равновесие, термодинамическая теория химического сродства.</p> <p>Закон действующих масс. Константа равновесия гомогенной химической реакции. Выражение констант равновесия через парциальные давления, концентрации, мольные доли. Влияние давления и добавок индифферентных газов на равновесный состав смеси. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа.</p> <p>Тема 5. Равновесие в гетерогенных системах. Константа равновесия гетерогенной реакции. Особенности выражения константы равновесия для гетерогенной реакции. Расчет равновесного состава реакционной смеси в идеальных и в реальных гетерогенных реакциях.</p> <p>Тема 6. Влияние внешних факторов на химическое равновесие.</p> <p>Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры реакции. Расчет равновесного состава при протекании одной или нескольких химических реакций в идеально-газовой системе. Равновесие в реальных системах.</p> <p>Особенности химического равновесия в растворах. Летучесть, активность, коэффициент активности. Методы расчета летучести.</p>				
Модуль 2. Термодинамика растворов. Фазовые равновесия. Раздел 3. Термодинамические свойства растворов.	3	4	2	4
<p>Тема 7. Термодинамические свойства растворов.</p> <p>Парциальные мольные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема. Расчет парциальных мольных величин.</p> <p>Тепловые эффекты при растворении. Идеальные, предельно разбавленные и неидеальные растворы.</p> <p>Зависимость равновесных свойств растворов (давление пара компонента над раствором,</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения, растворимость твердых веществ,) от химического потенциала и других парциальных мольных величин. Положительные и отрицательные отклонения от законов идеальных растворов. Методы определения активности компонентов раствора.				
Раздел 4. Гетерогенные равновесия.	9	10	4	12
Тема 8. Гетерогенные равновесия. Основные понятия и определения: фаза, составная часть смеси, число компонентов, термодинамическая степень свободы. Правило фаз Гиббса. Общие представления о диаграммах состояния. Применение правила фаз для анализа однокомпонентных систем. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграммы состояния воды и серы. Условия термодинамического равновесия между фазами. Связь между температурой и давлением при фазовом переходе. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Зависимость давления насыщенного пара жидкости и твердого тела от температуры. Фазовые переходы второго рода. Тема 9. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах. Растворы летучих жидкостей. Соотношение между составом раствора и составом пара, равновесного с раствором. Законы Коновалова. Азеотропы. Диаграммы состояния раствор - пар в координатах: общее давление - состав, температура кипения - состав, состав раствора - состав пара. Правило рычага. Равновесие твердое-жидкость в бинарных системах. Физико-химический анализ. Диаграммы плавкости с эвтектикой, химическими соединениями и твердыми растворами. Равновесия жидкость-жидкость. Ограниченная растворимость двух жидкостей. Распределение компонента в системе несмешивающихся жидкостей. Экстракция.				
ИТОГО по 3-му семестру	36	34	18	54
4-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Модуль 3. Кинетика химических реакций. Катализ.	6	4	0	13
<p>Раздел 5. Гомогенная кинетика.</p> <p>Скорость химической реакции. Понятия и определения. Основной постулат химической кинетики. Константа скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Кинетические уравнения необратимых реакций нулевого, первого, второго и третьего порядков. Период полуреакции. Способы определения порядка реакции. Кинетические уравнения обратимых, параллельных и последовательных реакций. Метод стационарных концентраций. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.</p> <p>Тема 11. Теории химической кинетики. Теория активных соударений. Выражение для константы скорости. Применение теории к мономолекулярным реакциям. Теория переходного состояния. Теория активированного комплекса, расчет скорости. Энтальпия и энтропия активации.</p> <p>Тема 12. Кинетика сложных гомогенных реакций фотохимических и цепных реакций. Реакции в растворах, фотохимические и цепные реакции. Роль растворителя. Применение теории переходного состояния к реакциям в растворах. Уравнение Бренстеда-Бьеррума. Влияние ионной силы на скорость реакций в растворах. Сопряженные реакции. Фотохимические реакции. Основные законы фотохимии. Квантовый выход. Типы фотохимических реакций. Цепные реакции. Особенности и классификация. Критические явления. "Полуостров воспламенения".</p>				
Раздел 6. Кинетика гетерогенных процессов.	6	14	0	16
<p>Тема 13. Диффузионная кинетика. Характерные особенности протекания гетерогенных процессов. Диффузионная, кинетическая и переходная области протекания. Диффузионная кинетика: законы Фика, кинетика диффузии при стационарном и нестационарном состоянии диффузионного потока. Коэффициент диффузии.</p> <p>Тема 14. Смешанная кинетика. Кинетическая область протекания гетерогенных реакций: кинетика разложения минералов. Топохимические реакции, особенности протекания,</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
уравнение Ерофеева-Колмогорова. Смешанная кинетика: реакции, протекающие на границе твердое тело-жидкость и газ-жидкость. Тема 15. Каталитические процессы. Катализ: определение и классификация, общие характерные особенности. Гомогенный катализ. Кинетические уравнения гомогенно-каталитических реакций. Активация гомогенно-каталитических реакций. Гетерогенный катализ. Свойства гетерогенных катализаторов. Активация гетерогенно-каталитических реакций. Оценка активности катализаторов. Теории гетерогенного катализа: промежуточных соединений, мультиплетная, активных ансамблей. Ферментативный катализ.				
Модуль 4. Основы электрохимии. Раздел 7. Равновесия в растворах электролитов.	4	8	0	11
Тема 16. Электропроводность. Транспортные свойства растворов. Электропроводность растворов. Методы измерения электропроводности. Удельная и эквивалентная электропроводность, зависимость электропроводности от концентрации раствора. Закон разведения Оствальда. Тема 17. Равновесия в растворах электролитов. Основные положения теории сильных электролитов. Электропроводность растворов сильных электролитов, эффекты релаксационного и электрофоретического торможения движения ионов. Закон независимости ионного движения. Числа переноса ионов. Уравнение Кольрауша. Равновесия в растворах электролитов.				
Раздел 8. Гальванические элементы. Термодинамическая теория ЭДС.	2	8	0	14
Тема 18. Гальванические элементы. Гальванические элементы. Скачки потенциалов на границах фаз. Уравнение Нернста. Термодинамическая теория ЭДС. Электродвижущая сила гальванического элемента. Методы измерения ЭДС. Зависимость ЭДС от температуры. Типы электродов: обратимые относительно катионов и анионов, газовые, окислительно-восстановительные. Тема 19. Элементы кинетики электрохимических реакций.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Элементы кинетики электрохимических реакций. Области протекания электродных процессов. Перенапряжение. Предельный диффузионный ток. Уравнение Тафеля.				
ИТОГО по 4-му семестру	18	34	0	54
ИТОГО по дисциплине	54	68	18	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	1-й закон термодинамики. Определение тепловых эффектов химических реакций
2	Расчет средней теплоемкости вещества по данным истинной теплоемкости. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры
3	Определение изменения энтропии для различных процессов. Расчет изменения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца для химических превращений в нестандартных условиях
4	Расчет констант равновесия для гомогенных и гетерогенных процессов. Определение полноты их протекания
5	Зависимость константы равновесия от температуры. Расчет равновесного состава химических реакций
6	Зависимость равновесных свойств растворов от химического потенциала и других парциальных мольных величин
7	Условия термодинамического равновесия между фазами. Связь между температурой и давлением в фазовом переходе. Зависимость давления насыщенного пара жидкости и твердого тела от температуры
8	Диаграммы состояния одно- и двухкомпонентных систем. Анализ протекающих в системах процессов

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение интегральных теплот растворения солей
2	Определение теплоты нейтрализации
3	Определение теплоты окислительно-восстановительной реакции
4	Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате
5	Определение константы равновесия гетерогенной реакции и ее зависимости от температуры
6	Определение равновесных параметров гомогенной реакции в растворах
7	Эбулиоскопия растворов
8	Определение коэффициента распределения вещества между двумя несмешивающимися растворителями

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
9	Изучение зависимости давления насыщенного пара от температуры
10	Изучение диаграмм жидкость-пар
11	Изучение диаграмм плавкости
12	Определение порядка реакции по методу полупревращения
13	Определение порядка реакции графическим методом
14	Изучение кинетики растворения малорастворимых химических соединений
15	Изучение кинетики разложения перманганата калия
16	Изучение кинетики разложения карбонатов металлов
17	Изучение законов роста оксидных пленок на поверхности металлов
18	Определение константы и степени диссоциации слабого электролита
19	Определение растворимости и произведения растворимости малорастворимой соли
20	Определение среднего коэффициента активности электролита методом потенциометрии
21	Определение ЭДС гальванического элемента и потенциалов отдельных электродов в зависимости от концентрации растворов
22	Изучение кинетики электродных процессов

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Виды самостоятельной работы студентов

Подготовка отчетов лабораторных работ

Подготовка к аудиторным занятиям

Изучение теоретического материала

Выполнение индивидуального задания

Самостоятельное изучение теоретического материала

Тема 1. Основы химической термодинамики, начала термодинамики. Первый закон термодинамики. Связь между CP и CV

Тема 2. Второй закон термодинамики. Характеристические функции.

Тема 3. Третий закон термодинамики. Постулат Планка. Тепловая теорема Нернста. Абсолютная энтропия вещества.

Тема 4. Химическое равновесие, термодинамическая теория химического сродства. Влияние давления и добавок индифферентных газов на равновесный состав смеси

Тема 5. Равновесие в гетерогенных системах Особенности выражения константы равновесия для гетерогенной реакции.

Тема 6. Влияние внешних факторов на химическое равновесие. Равновесие в реальных системах.

Тема 7. Термодинамические свойства растворов. Методы определения активности компонентов раствора.

Тема 8. Гетерогенные равновесия. Диаграммы состояния воды и серы.

Тема 9. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах. Разделение раствора на компоненты: фракционная перегонка. Перегонка с водяным паром.

Тема 10. Формальная кинетика.

Метод стационарных концентраций.

Тема 11. Теории химической кинетики.

Энтальпия и энтропия активации.

Тема 12. Кинетика сложных гомогенных реакций фотохимических и цепных реакций. Цепные реакции. Особенности и классификация. Критические явления. "Полуостров воспламенения".

Тема 13. Диффузионная кинетика. Кинетика диффузии при стационарном и нестационарном состоянии диффузионного потока.

Тема 14. Смешанная кинетика. Смешанная кинетика: реакции, протекающие на границе твердое тело-жидкость и газ-жидкость.

Тема 15. Каталитические процессы Ферментативный катализ.

Тема 16. Электропроводность. Закон разведения Оствальда

Тема 17. Равновесия в растворах электролитов.. Электропроводность растворов сильных электролитов, эффекты релаксационного и электрофоретического торможения движения ионов.

Тема 18. Гальванические элементы. Типы электродов: обратимые относительно катионов и анионов, газовые, окислительно-восстановительные.

Тема 19. Элементы кинетики электрохимических реакций. Уравнение Тафеля.

Темы индивидуальных заданий

Определение тепловых эффектов химических реакций. Применение закона Гесса, следствий из закона Гесса, закона Кирхгоффа.

Определение возможности, направления и полноты протекания химической реакции в стандартных

и нестандартных условиях. Применение объединенных первого и второго законов термодинамики. Химическое равновесие. Определение констант равновесия в стандартных и нестандартных условиях, влияния внешних факторов на смещение равновесия и величину константы равновесия. Определение фазового равновесия в однокомпонентных системах. Построение диаграмм состояния однокомпонентных систем. Определение фазового равновесия в двухкомпонентных системах. Построение диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Определение кинетических характеристик простых односторонних реакций, сложных последовательных реакций. Определение энергии активации и других кинетических констант химических реакций. Определение электропроводности растворов сильных и слабых электролитов. Применение законов Оствальда и Кольрауша. Определение ЭДС и других термодинамических характеристик гальванического элемента

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия : учебник для вузов. 6-е изд., стер. Москва : Высшая школа, 2006. 527 с.	70
2	Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия : учебник для вузов. 7-е изд., стер. Москва : Высшая школа, 2009. 527 с. 42,90 усл. печ. л.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Краткий справочник физико-химических величин / Барон Н. М., Пономарева А. М., Равдель А. А., Тимофеева З. Н. 10-е изд., испр. и доп. Москва : Альянс, 2019. 238 с. 15,0 усл. печ. л.	6
2	Кудряшов И. В., Каретников Г. С. Сборник примеров и задач по физической химии : учебное пособие для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. Москва : Альянс, 2017. 527 с.	11
3	Общая химия. Избранные главы. Санкт-Петербург : Лань, 2008. 378 с.	35
4	Общая химия. Специальный курс. Санкт-Петербург : Лань, 2008. 440 с.	33
5	Физическая химия. Применение расчётных методов в химической термодинамике : учебное пособие для вузов / Бахирева О. И., Соколова М. М., Пан Л. С., Ходяшев Н. Б. Пермь : ПГТУ, 2008. 219 с.	277
6	Физическая химия. Химическая термодинамика и химическое равновесие : учебное пособие / Бахирева О. И., Соколова М. М., Пан Л. С., Ходяшев Н. Б. Пермь : ПНИПУ, 2020. 235 с. 14,75 усл. печ. л.	60
2.2. Периодические издания		

	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Свиридов В. В., Свиридов А. В. Физическая химия. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 600 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-187778	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Якупов Т. Р., Зиннатов Ф. Ф. Физическая и коллоидная химия : учебно-методическое пособие. Казань : КГАВМ им. Баумана, 2023. 88 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-330551	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Бахирева О. И. Физическая химия. Термодинамика растворов. Фазовые равновесия : методические указания к лабораторным работам. Пермь : ПНИПУ, 2015. URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4592 (дата обращения: 19.09.2024).	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4592	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Соколова М. М. Физическая химия. Основы химической термодинамики и химическое равновесие. Пермь : ПНИПУ, 2011. URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4550 (дата обращения: 19.09.2024).	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4550	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Физическая химия. Электрохимия : методические указания к лабораторным работам / Бахирева О. И., Соколова М. М., Соколова Т. С., Фаустов Н. А. Пермь : ПНИПУ, 2023. URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib25164 (дата обращения: 19.09.2024).	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib25164	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Соколова М. М. Индивидуальные задания по физической химии. Пермь : ПНИПУ, 2015. URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib4648 (дата обращения: 19.09.2024).	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib4648	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Физическая химия. Применение расчетных методов в химической термодинамике : учебное пособие / Бахирева О. И., Соколова М. М., Пан Л. С., Ходяшев Н. Б. Пермь : ПНИПУ, 2008. 220 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-160956	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
ПО для обработки изображений	Adobe Photoshop CS3 Russian (ПНИПУ 2008 г.)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	https://www.elsevier.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных Wiley Journals	http://onlinelibrary.wiley.com/
База данных компании Springer Customer Service Center GmbH	http://link.springer.com/ http://www.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	https://elib.pstu.ru/
Образовательная платформа Юрайт	https://urait.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRsmart	http://www.iprbookshop.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	http://325290.inkip.ru/docs

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Весы аналитические ВАТ-150	1
Лабораторная работа	Микроманометр ЛТА-4	1
Лабораторная работа	Мост переменного тока Р5021	2
Лабораторная работа	Мультиметр АВМ-4551	1
Лабораторная работа	Насос вакуумный	2
Лабораторная работа	Перемешивающее устройство LS210	1
Лабораторная работа	Печь трубчатая СУОЛ 0,25	2
Лабораторная работа	Рефрактометр ИРФ-454 Б2М	1
Лабораторная работа	рН-метр рН-150м	3
Лабораторная работа	Термостат ЛТ-105а	2
Лабораторная работа	Учебно-лабораторный комплекс "Химия", включает модули "Термический анализ", "Термостат", "Электрохимия" и контроллеры	9
Лабораторная работа	Фотоэлектроколориметр КФК-2МП	1
Лабораторная работа	Шкаф вытяжной	2
Лекция	Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic, ноутбук Toshiba Satellite P100-257	1
Практическое занятие	Ноутбук Toshiba Satellite P100-257	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Физическая химия»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Пермь 2024

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Предусмотрены аудиторные лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине.

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и в ходе лабораторных и практических занятий, а также на экзамене. Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений проводится в форме защиты лабораторных, практических занятий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных и практических занятий

Всего запланировано 10 лабораторных работ и 9 практических занятий. Типовые темы лабораторных работ и практических занятий приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Защита практического занятия проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 4 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Основы химической термодинамики», вторая КР – по модулю 2 «Термодинамика растворов. Фазовые равновесия», третья КР – по модулю 3 «Кинетика химических реакций. Катализ», четвертая КР – по модулю 4 «Основы электрохимии».

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных

умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций


Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

ЗАДАНИЯ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
1) удельная теплоемкость 2) молярная теплоемкость 3) теплота образования 4) энтальпия образования	Теплота, которая требуется, чтобы повысить температуру одного грамма вещества на один градус, называется	ОПК-1
1) II закона термодинамики для необратимых процессов 2) II закона термодинамики для обратимых процессов 3) I закона термодинамики 4) статистического определения энтропии	Уравнение $dS = \delta Q/T$ является математическим выражением	ОПК-1
1) теплового эффекта от температуры 2) направления протекания реакции от температуры 3) скорости реакции от температуры 4) теплоемкости от температуры	Уравнение Кирхгофа характеризует зависимость	ОПК-1
энергия Гиббса	Если переменными являются давление, температура и число молей компонентов, то характеристическая функция – это	ОПК-1
температуры	Уравнение изобары химической реакции демонстрирует зависимость константы равновесия от ...	ОПК-1
-6822	При стандартной температуре для реакции $2\text{NO}_{2(\text{г})} = \text{N}_2\text{O}_{4(\text{г})}$ изменение энтальпии $\Delta H^0 = -59270$ Дж, энтропии $\Delta S^0 = -176$ Дж/К. Значение энергии Гиббса (Дж) равно	ОПК-6
2	В условиях равновесия реакции $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{CO}_{2(\text{г})} = \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + \text{CO}_{(\text{г})}$ установлены следующие равновесные концентрации веществ (моль/л): $[\text{H}_2] = 0,01$; $[\text{CO}_2] = 0,01$; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,01$; $[\text{CO}] = 0,02$. Величина K_c равна	ОПК-6
0	Энтропия индивидуального кристаллического вещества в виде идеального твердого тела при абсолютном нуле равна ... Ответ запишите числом	ОПК-1
природы реакции, температуры	Константа химического равновесия K_p зависит от ...	ОПК-1
порядок реакции	Сумма показателей степеней при концентрациях в	ОПК-1

	кинетическом уравнении называется	
1) нулевой 2) первый 3) второй 4) третий	Интегральное кинетическое уравнение $\ln c = \ln c_0 - kt$ соответствует необратимой реакции, порядок которой	ОПК-1
1) параллельной 2) обратимой 3) последовательной 4) каталитической	Кинетические кривые, изображенные на рисунке, соответствуют мономолекулярной реакции, которая является 	ОПК-1
природы реагирующих веществ	Энергия активации зависит от ...	ОПК-1
диффузионной	Если наблюдаемая скорость процесса определяется по уравнению $w_{набл} = \frac{D}{\delta} (C_{объем} - C_{поверхн})$, то это в гетерогенном процессе соответствует области	ОПК-1
топохимической	Гетерогенная реакция, в которой участвует хотя бы одно твердое исходное вещество и один твердый продукт реакции, называется	ОПК-1
125	Во сколько раз увеличится скорость элементарной необратимой реакции $2A_{(г)} + B_{(г)} \rightarrow \text{продукты}$ при увеличении концентрации А и В в 5 раз?	ОПК-6
3	Общий порядок элементарной реакции $2NO_{(г)} + Cl_{2(г)} \rightarrow 2NOCl_{(г)}$ равен	ОПК-6
81	Температурный коэффициент скорости реакции равен 3. Во сколько раз увеличится скорость реакции при увеличении температуры с 30 °С до 70 °С?	ОПК-6
2	В некоторой реакции при изменении начальной концентрации от 0,5 до 1,0 моль/л период полураспада уменьшился с 52 до 26 с. Порядок этой реакции равен	ОПК-6
1) однокомпонентной однофазной 2) однокомпонентной двухфазной 3) двухкомпонентной однофазной 4) двухкомпонентной двухфазной	Уравнение Клапейрона-Клаузиуса описывает зависимость равновесного давления от температуры для системы	ОПК-1
идеальный	Раствор, при образовании которого из компонентов выполняются следующие условия: $\Delta H_{смеш.} = 0$, $\Delta S_{смеш.} = \Delta S_{ид.}$, $\Delta V_{смеш.} = 0$, называется	ОПК-1
экстракция	Извлечение растворенного вещества из раствора при помощи другого растворителя, практически	ОПК-1

	несмешивающегося с первым, называется	
число независимых компонентов	Наименьшее число веществ, через которое выражается состав любой фазы, называется	ОПК-1
правила рычага	Соотношение между весовыми количествами сосуществующих в равновесии фаз для сплава данного состава при данной температуре определяют с помощью	ОПК-6
3	Число фаз в равновесной системе $\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{к}) = \text{NH}_3(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ равно	ОПК-6
2	Наибольшее число степеней свободы однокомпонентной системы, на которую из внешних условий влияют только температура и давление, равно	ОПК-6
0,1	Чистая вода при температуре 25°C имеет давление пара 3167 Па. Давление пара над раствором мочевины составляет 2850 Па. Молярная доля мочевины в растворе равна	ОПК-6
удельному сопротивлению	Удельная электропроводность раствора электролита – это величина, обратная	ОПК-1
149,85	В водном растворе при 298 К подвижности ($\text{См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$) катиона K^+ и аниона Cl^- равны соответственно 73,50 и 76,35. Молярная электропроводность ($\text{См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$) раствора KCl при предельном разведении равна	ОПК-6
1	Стандартный электродный потенциал – это потенциал при активности каждого участника реакции, равной	ОПК-1