

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Физическая химия
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 360 (10)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных
материалов и изделий
(код и наименование направления)

Направленность: Химическая технология полимерных композиций, порохов и
твёрдых ракетных топлив (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

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

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, к развитию своих социальных и профессиональных компетенций;
- способность на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;
- способность планировать и проводить необходимый эксперимент, корректно обрабатывать его результаты и анализировать полученные результаты.

1.2 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

- 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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

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: – начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; – методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; – термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем; – уравнения формальной кинетики; – основы кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций; – основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа.	Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных и инженерных дисциплин	Экзамен
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет: – выполнять термохимические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах; – предсказывать возможность протекания химических процессов и описывать их кинетику; – анализировать фазовые равновесия на основе диаграмм состояния; – использовать справочную литературу для выполнения расчетов.	Умеет применять, методы математического анализа и моделирования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	Расчетно-графическая работа
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет: – навыками вычисления термодинамических характеристик фазовых равновесий и химических процессов; – методами определения	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетических экспериментов.		
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает: – основные законы и понятия физической химии; – методы теоретического и экспериментального исследования реакций и процессов.	Знает технологическое и аналитическое оборудование для решения задач профессиональной деятельности; методов обработки и анализа полученных результатов	Экзамен
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Умеет: – применять основные законы и теории физической химии в экспериментальных исследованиях; – применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач; – самостоятельно оценивать результаты экспериментальных исследований.	Умеет применять технологическое и аналитическое оборудование для решения задач профессиональной деятельности.	Расчетно-графическая работа
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет: – навыками самостоятельной работы при проведении физико-химических исследований; – методами работы на основных физических приборах.	Владеет навыками использования технологического и аналитического оборудования при проведении научного и технологического эксперимента, обработки и анализа полученных результатов	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	72	72
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	52	34	18
- лабораторные работы (ЛР)	70	36	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)	144	72	72
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	72	36	36
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	360	180	180

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
Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи 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
Модуль 1. Химическая термодинамика и химическое равновесие Раздел 1. Химическая термодинамика	12	12	0	20
<p>Тема 1. Первый закон термодинамики. Термохимические расчеты Основные понятия и определения химической термодинамики. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота, работа. Формулировки и уравнения первого закона термодинамики. Закон Гесса, следствия из закона Гесса. Термохимия. Теплоемкость. Расчеты тепловых эффектов химических реакций, теплоты агрегатных превращений при различных температурах. Зависимость тепловых эффектов процессов от температуры. Вывод и анализ уравнения Кирхгофа.</p> <p>Тема 2. Второй и третий законы термодинамики. Определение направления процессов Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Термодинамически обратимые и необратимые процессы. Термодинамическое равновесие. Формулировки второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Энтропия. Применение энтропии как критерия равновесия и направления процессов в изолированной системе. Расчет изменения энтропии в различных процессах. Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Физический смысл этих величин. Применение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца в качестве критериев направленности процессов и равновесия в неизолированных системах. Фугитивность.</p> <p>Третий закон термодинамики. Постулат Планка. Тепловая теорема Нернста. Абсолютная энтропия вещества. Вычисление абсолютных стандартных величин энтропии веществ из термохимических данных. Термодинамика многокомпонентных систем. Химический потенциал компонента в смеси. Общее условие равновесия в многокомпонентной системе.</p>				
Раздел 2. Раздел 2. Химическое равновесие	6	8	0	20
<p>Тема 3. Равновесие в гомогенных и гетерогенных системах Термодинамическое условие равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия гомогенной химической реакции. Выражение констант равновесия через равновесные парциальные давления, концентрации, мольные доли. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры реакции. Расчет равновесного состава при</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
<p>протекании одной или нескольких химических реакций в идеально-газовой системе.</p> <p>Равновесие в реальных системах. Особенности химического равновесия в растворах. Летучесть, активность, коэффициент активности. Методы расчета летучести.</p> <p>Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа.</p> <p>Константа равновесия гетерогенной реакции.</p> <p>Особенности выражения константы равновесия для гетерогенной реакции.</p>				
<p>Модуль 2. Термодинамика растворов. Фазовые равновесия</p> <p>Раздел 3. Термодинамические свойства растворов</p>	6	4	0	12
<p>Тема 4. 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, 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.</p>				
<p>Раздел 4. Фазовые равновесия</p>	9	12	0	20
<p>Тема 5. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах</p> <p>Основные понятия: фаза, число независимых компонентов, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Условие равновесия компонента в двух фазах гетерогенной системы. Однокомпонентные гетерогенные системы. Общие представления о диаграммах состояния однокомпонентных систем на примерах диаграмм состояния воды и серы. Связь между температурой и давлением при фазовом переходе. Вывод и анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.</p> <p>Тема 6. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах</p> <p>Растворы летучих жидкостей. Соотношение между составом раствора и составом пара, равновесного с раствором. Законы Коновалова. Азеотропы.</p> <p>Диаграммы состояния раствор ? пар в координатах: общее давление, состав, температура кипения, состав, состав раствора, состав пара. Правило рычага.</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
Равновесие твердое – жидкость в бинарных системах. Физико-химический анализ. Термический анализ. Диаграммы плавкости с эвтектикой, химическими соединениями и твердыми растворами. Равновесия жидкость – жидкость. Ограниченная растворимость двух жидкостей. Распределение компонента в системе несмешивающихся жидкостей, закон распределения. Экстракция.				
ИТОГО по 3-му семестру	34	36	0	72
4-й семестр				
Модуль 3. Кинетика химических реакций. Катализ Раздел 5. Кинетика гомогенных реакций	8	16	8	30
Тема 7. Формальная кинетика 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 полупревращения. Способы определения порядка реакции. Кинетические уравнения обратимых, параллельных и последовательных реакций. Метод стационарных концентраций. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Тема 8. Теории химической кинетики Теория активных столкновений. Применение теории активных столкновений к мономолекулярным реакциям. Теория активированного комплекса или переходного состояния. Теория абсолютных скоростей реакций. Энтальпия и энтропия активации. Тема 9. Кинетика цепных и фотохимических реакций Основные понятия кинетики цепных реакций. Особенности и классификация цепных реакций. Основы теории цепных реакций. Горение и взрыв. Фотохимические реакции. Основные законы фотохимии. Квантовый выход. Типы фотохимических реакций. Радиационно-химические реакции.				
Раздел 6. Кинетика гетерогенных реакций. Катализ	4	8	4	13
Тема 10. Кинетика гетерогенных реакций Характерные особенности протекания гетерогенных реакций. Диффузионная, кинетическая и переходная области протекания. Диффузионная кинетика: законы Фика, кинетика диффузии при стационарном и нестационарном состоянии диффузионного потока. Коэффициент				

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>диффузии.</p> <p>Кинетическая область протекания гетерогенных реакций: кинетика разложения минералов.</p> <p>Топохимические реакции, особенности протекания, уравнение Ерофеева-Колмогорова. Смешанная кинетика: реакции, протекающие на границе твердое тело-жидкость и газ-жидкость.</p> <p>Тема 11. Каталитические процессы</p> <p>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.</p>				
<p>Модуль 4. Основы электрохимии. Раздел 7.</p> <p>Равновесия в растворах электролитов</p>	4	6	4	10
<p>Тема 12. Теории растворов электролитов.</p> <p>Электропроводность</p> <p>Основные положения электростатической теории сильных электролитов. Активность электролитов. Средний коэффициент активности сильного электролита. Транспортные свойства растворов электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводности, зависимость электропроводности от концентрации раствора для сильных и слабых электролитов. Уравнение Кольрауша. Закон разведения Оствальда. Подвижность и числа переноса ионов. Методы измерения электропроводности. Кондуктометрия.</p>				
<p>Раздел 8. Термодинамика электрохимических процессов</p>	2	4	2	19
<p>Тема 13. Гальванические элементы</p> <p>Термодинамика электрохимического элемента. Равновесный и стандартный электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Типы электродов: обратимые относительно катионов и анионов, газовые, окислительно-восстановительные. Химические цепи. Концентрационные цепи с переносом и без переноса. Электродвижущая сила электрохимического элемента. Методы измерения ЭДС. Зависимость ЭДС от температуры.</p>				
ИТОГО по 4-му семестру	18	34	18	72
ИТОГО по дисциплине	52	70	18	144

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет констант скоростей гомогенных химических реакций
2	Определение порядка реакций
3	Влияние различных факторов на скорость реакции. Закон действующих масс, уравнение Аррениуса.
4	Кинетика сложных гомогенных реакций
5	Кинетика гетерогенных процессов
6	Равновесия в растворах электролитов
7	Электропроводность растворов электролитов
8	Гальванические элементы
9	Элементы кинетики электродных процессов

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение теплоты растворения хорошо растворимых солей
2	Определение теплоты образования кристаллогидрата
3	Изучение равновесия гомогенной реакции, протекающей в водном растворе
4	Изучение химического равновесия в гетерогенной системе
5	Исследование температур кипения разбавленных растворов. Эбулиоскопия
6	Изучение зависимости давления насыщенного пара индивидуальных жидкостей от температуры
7	Изучение распределения растворенного вещества между водой и органическим растворителем
8	Изучение равновесия жидкость – пар в двухкомпонентных жидких системах
9	Построение диаграммы состояния двухкомпонентной системы (термический анализ)
10	Определение порядка реакции по времени полупревращения
11	Определение порядка реакции графическим методом
12	Изучение кинетики реакции разложения мочевины в водных растворах
13	Изучение кинетики омыления уксусноэтилового эфира щелочью
14	Изучение кинетики растворения малорастворимых химических соединений
15	Изучение кинетики разложения карбонатов металлов
16	Определение константы и степени диссоциации слабого электролита

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
17	Определение растворимости и произведения растворимости малорастворимой соли
18	Определение ЭДС гальванического элемента и потенциалов отдельных электродов в зависимости от концентрации растворов

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.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

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.

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно

1. Теория активных столкновений. Применение теории активных столкновений к мономолекулярным реакциям. Теория активированного комплекса или переходного состояния. Теория абсолютных скоростей реакций. Энтальпия и энтропия активации.

2. Особенности и классификация цепных реакций. Типы фотохимических реакций. Радиационно-химические реакции.

3. Свойства гетерогенных катализаторов. Активация гетерогенно-каталитических реакций. Оценка активности катализаторов. Теории гетерогенного катализа: промежуточных соединений, мультиплетная, активных ансамблей. Ферментативный катализ.

4. Термодинамика электрохимического элемента. Равновесный и стандартный электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Типы электродов: обратимые относительно катионов и анионов, газовые, окислительно-восстановительные. Химические цепи. Концентрационные цепи с переносом и без переноса. Электродвижущая сила электрохимического элемента. Методы измерения ЭДС. Зависимость ЭДС от температуры.

Тематика расчетно-графических работ

1. Химическая термодинамика
2. Химическое равновесие
3. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах
4. Определение порядка реакции
5. Расчет энергии активации
6. Электропроводность растворов электролитов
7. Гальванический элемент

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	Артёмов А. В. Физическая химия : учебник для вузов / А. В. Артёмов. - Москва: Академия, 2013.	15
2	Стромберг А. Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко. - Москва: Высш. шк., 2006.	76
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Избранные главы. - Санкт-Петербург: , Лань, 2008. - (Общая химия : учебное пособие для вузов : в 3 кн.; [Кн. 3]).	149

2	Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А. А. Равделя, А.М. Пономаревой. - М.: Аз-book, 2009.	58
3	Кудряшов И. В. Сборник примеров и задач по физической химии : учебное пособие для вузов / И. В. Кудряшов, Г. С. Каретников. - Москва: Альянс, 2017.	11
4	Специальный курс. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2006. - (Общая химия : учебное пособие для вузов : в 3 кн.; Кн. 2).	191
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Бахирева О. И. Физическая химия. Термодинамика растворов. Фазовые равновесия : методические указания к лабораторным работам / О. И. Бахирева, М. М. Соколова. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2014.	100
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Соколова М. М. Индивидуальные задания по физической химии / М. М. Соколова, О. И. Бахирева. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2015.	100
2	Соколова М. М. Физическая химия. Основы химической термодинамики и химическое равновесие / М. М. Соколова, О. И. Бахирева, Н. Б. Ходяшев, О. В. Нагорный. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2011.	100

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Физическая химия. Применение расчетных методов в химической термодинамике. Учебное пособие/сост. Бахирева О.И., Пан Л.С., Ходяшев Н.Б., Пермь, Изд-во Перм.нац. исслед.политехн.ун-та, 2008.	https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2770	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

Вид ПО	Наименование ПО
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 Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных Wiley Journals	http://onlinelibrary.wiley.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Весы аналитические OHAUS	1
Лабораторная работа	Дистиллятор Д – 25	2
Лабораторная работа	Мост переменного тока P5021	2
Лабораторная работа	Мультиметр АВМ – 4551	2
Лабораторная работа	Насос вакуумный	2
Лабораторная работа	Перемешивающее устройство LIOP	1
Лабораторная работа	Печь трубчатая СУОЛ 0,25	4
Лабораторная работа	Рефрактометр ИРФ–23	1
Лабораторная работа	pH – метр pH–150 м	2

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Термостат LT –105а	1
Лабораторная работа	Учебно-лабораторный комплекс «Химия» (включает модули «Термический анализ», «Термостат», «Электрохимия»)	3
Лабораторная работа	Фотоэлектроколориметр КФК–2МП	1
Лабораторная работа	Шкаф вытяжной	2
Лекция	Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic, ноутбук Toshiba Satellite P1000-257	1
Практическое занятие	Ноутбук Toshiba Satellite P1000-257	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: 18.05.01 Химическая технология
энергонасыщенных материалов и изделий

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Химическая технология полимерных
композиций, порохов и твердых ракетных
топлив

Квалификация выпускника: «Специалист»

Выпускающая кафедра: Технология полимерных материалов и
порохов (ТПМП)

Форма обучения: Очная

Курс: 2

Семестр: 3,4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 10 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 360 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 3,4 семестр

Пермь 2023

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.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (3-го и 4-го семестров учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В модулях предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные 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 (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	ТО	ИЗ	ОЛР	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
3.1 знать основы химической термодинамики, фазовых равновесий, термодинамику растворов электролитов, электрохимических систем, кинетику цепных и гетерогенных реакций, основы катализа	ТО	ИЗ		Т/КР		ТВ
3.2 знать основные законы физической химии, методы теоретического и экспериментального исследования химических реакций	ТО	ИЗ		Т/КР		ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь выполнять термохимические расчеты, расчеты химических равновесий, определять кинетические характеристики реакций, анализировать фазовые превращения	ТО	ИЗ	ЛР	Т/КР		ПЗ
У.2 уметь применять основные законы и теории физической химии в экспериментальных исследованиях, применять современные приборы и оборудование для решения практических задач, а также самостоятельно оценивать результаты экспериментов	ТО	ИЗ	ЛР	Т/КР		ПЗ

Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками вычисления термодинамических характеристик фазовых и химических процессов, методами определения констант скоростей реакций различных порядков			ЛР			КЗ
В.2 владеть навыками самостоятельной работы при проведении физико-химических исследований; методами работы на основных физических приборах			ЛР			КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ(ИЗ) – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

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. Кроме того, каждому студенту выдаются индивидуальные расчетные задания по всем четырем модулям дисциплины. Результаты по 4-бальной 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 (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ (рубежного тестирования), выполненных отчетов по лабораторным работам после изучения каждого модуля учебной дисциплины и выполнения индивидуальных расчетных заданий.

2.2.1. Рубежная контрольная работа (рубежное тестирование)

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) и 2 рубежных тестирования после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Основы химической термодинамики», вторая КР – по модулю 3 «Кинетика химических реакций». Первое рубежное тестирование по модулю 2 «Термодинамика растворов. Фазовые равновесия», второе рубежное тестирование по модулю 4 «Основы электрохимии. Равновесия в растворах электролитов».

Типовые задания первой КР:

1. Энтальпия образования жидкой воды и газообразного оксида углерода (IV) соответственно равны – 285,8 и – 393,5 кДж/моль, тепловой эффект реакции горения метана при тех же условиях – 890,3 кДж/моль. Рассчитать теплоту образования метана из элементов при условиях: 1) $P=\text{const}$; 2) $V=\text{const}$; $T=298\text{ K}$.

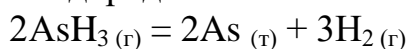
2. Истинная молярная теплоемкость оксида кальция выражается уравнением: $C_p = 48,83 + 4,519 \cdot 10^{-3}T - 6,527 \cdot 10^{-5}T^2$, Дж/(моль*К). Определить количество теплоты, необходимое для нагревания 10 кг CaO от 0 до 900 °С.

3. Вывести зависимость изменения энергии Гиббса дельта G_T° от T.

Типовые задания второй КР:

1. Константа скорости реакции первого порядка при температуре 288 и 325 К соответственно равны $2 \cdot 10^{-2}$ и $0,38\text{ с}^{-1}$. Какова константа скорости этой реакции при температуре 303 К и температурный коэффициент скорости реакции?

2. При температуре 583,2 К $\text{AsH}_{3(\text{г})}$ разлагается с образованием твердого мышьяка и газообразного водорода:



Во время реакции давление изменялось следующим образом:

Время, ч	0	5,5	6,5	8
Давление $P \cdot 10^{-5}$, Па	0,978	1,074	1,091	1,114

Определить порядок реакции и константу скорости ($V=\text{const}$).

3. Бимолекулярная реакция, для которой $C_A = C_B$, протекает за 10 мин. На 25%. Сколько времени необходимо, чтобы реакция произошла на 50% при той же температуре?

Типовые задания первого рубежного тестирования:

1. Условием равновесия между двумя фазами в однокомпонентной системе при постоянстве давления и температуры является равенство:

- (1): мольных объемов фаз**
- (2): мольных объемов компонентов в сосуществующих фазах**
- (3): мольных энтропий компонентов в сосуществующих фазах**
- (4): мольных энергий Гиббса компонентов в сосуществующих фазах**

2. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса описывает зависимость равновесного давления от температуры для:

- (1): однокомпонентной однофазной системы**
- (2): однокомпонентной двухфазной системы**
- (3): двухкомпонентной однофазной системы**
- (4): двухкомпонентной двухфазной системы**

3. Число степеней свободы системы, состоящей из K компонентов и Φ фаз, на которую из внешних условий влияют только температура и давление, равно:

- (1): $K + \Phi - 2$**
- (2): $K + \Phi + 2$**
- (3): $K - \Phi + 2$**
- (4): $K - \Phi - 2$**

4. Ниже линии солидуса в системах с неограниченной растворимостью веществ в жидком и твердом состояниях:

- (1): существуют смешанные кристаллы**
- (2): существуют твердые растворы внедрения**
- (3): существует смесь кристаллов чистых компонентов**
- (4): существуют твердые растворы замещения**

5. Молярная доля C_2H_5OH ($M = 46$ г/моль) в 40% - ном (по массе) водном растворе равна:

- (1): 0,207**
- (2): 0,400**
- (3): 0,261**
- (4): 0,793**

6. Молярная доля сахарозы в предельно разбавленном водном растворе равна 0,005. Теплота плавления льда равна 6010 Дж/моль. Температура замерзания сахарозы ($^{\circ}C$) равна:

- (1): 0**
- (2): - 0,090**
- (3): - 0,515**
- (4): - 0,301**

Типовые задания второго рубежного тестирования

1. Отношение активности компонента в растворе к его концентрации называется :

- (1): молярной долей**
- (2): фугитивностью**
- (3): коэффициентом активности**
- (4): ионной силой**

2. Ионная сила водного раствора $MgCl_2$ с концентрацией 0,2 моль/кг равна:

- (1): 0,2**
- (2): 0,4**
- (3): 0,6**
- (4): 0,8**

3. Удельная электропроводность раствора электролита – это величина, обратная:

- (1): полному сопротивлению**
- (2): удельному сопротивлению**
- (3): отношению напряжения к силе тока**
- (4): отношению сопротивления к напряжению**

4. Удельная электропроводность раствора уксусной кислоты при разведении 32 л/моль равна 0,02875 См/м. Удельное сопротивление этого раствора:

- (1): 34,78 Ом**
- (2): 34,78 кОм**
- (3): 34,78 Ом*м**
- (4): 34,78 кОм*м**

5. Максимальная полезная работа в гальваническом элементе, работающем при постоянных давлении и температуре, равна убыли:

- (1): энергии Гиббса**
- (3): энергии Гельмгольца**

(2): внутренней энергии **(4):** энтальпии

6. Для вычисления энтропии реакции, протекающей в гальваническом элементе, необходимо определить:

(1): константу равновесия

(3): потенциал анода

(2): потенциал катода

(4): температурную зависимость ЭДС

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы (рубежного тестирования) приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы (рубежного тестирования)

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы (рубежного тестирования), показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе (рубежному тестированию) оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы (рубежного тестирования), показал хорошие знания и умения, но в представленных ответах имеются неточности и замечания, есть отдельные недостатки в оформлении отчета по контрольной работе (рубежному тестированию).</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы (рубежного тестирования), но допустил существенные неточности и замечания, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, имеются недостатки в оформлении отчета по контрольной работе (рубежному тестированию).</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы (рубежного тестирования), при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также неспособен пояснить полученный результат.</i>

Результаты рубежной контрольной работы (рубежного тестирования) по 4-бальной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2.2. Защита лабораторных работ

Рубежный контроль для комплексного оценивания приобретенных умений и владений осуществляется в виде защиты лабораторных работ. Всего запланировано 10 лабораторных работ, их темы представлены в РПД. Шкалы и критерии оценки защиты лабораторных работ приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки результатов рубежного контроля в форме защиты лабораторных работ

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к лабораторной работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в лабораторной работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

Результаты рубежного контроля защиты лабораторных работ по 4-бальной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска является успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля. Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзаменов, 3-й и 4-й семестры, по билетам. Билет содержит три вопроса: первый - проверка усвоенных знаний (ТВ), второй - практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и третий - комплексное задание (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений заявленных компетенций. Билеты формируются таким образом, чтобы в них попали теоретические вопросы, практические и комплексные задания, контролирующие уровень сформированности всех формируемых частей компетенций. Форма билета представлена в приложении 1.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине «Физическая химия»

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. 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.

2. Влияние давления на равновесный состав смеси. Константа равновесия гетерогенной реакции. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары и изохоры.

3. Гетерогенные равновесия. Основные понятия и определения: фаза, составная часть смеси, число компонентов, термодинамическая степень свободы. Правило фаз Гиббса.

4. Условия термодинамического равновесия между фазами. Связь между температурой и давлением при фазовом переходе. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.

5. Кинетические уравнения необратимых реакций нулевого, первого, второго, и третьего порядков. Определение порядка реакции по половинному времени превращения.

6. Кинетическая область протекания гетерогенных реакций. Топохимические реакции, особенности их протекания. Уравнение Ерофеева.

7. Зависимость удельной и молярной электрической проводимости растворов слабых и сильных электролитов от концентрации. Выражение закона Кольрауша для этих типов электролитов.

8. Элементы кинетики электрохимических реакций. Характеристика областей протекания электродных процессов.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. 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 реакции от температуры. Уравнения Кирхгофа.
2. Энтропия. Формулировки и уравнения II закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Изменение энтропии в различных процессах. Приведите примеры.
3. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с конгруентно плавящимися химическими соединениями. Охарактеризуйте процессы, происходящие при изменении температуры.
4. Диаграммы равновесия раствор – пар в координатах: общее давление – состав, температура кипения – состав, состав раствора – состав пара и их характеристика. Правило рычага.
5. Способы определения порядка реакций. Дайте их характеристику. Требования к реализации каждого из способов.
6. Характерные особенности протекания гетерогенных процессов. Понятие лимитирующей стадии процесса. Диффузионная, кинетическая, переходная области протекания процесса и их характеристика.
7. Зависимость электрической проводимости растворов слабых электролитов от скорости движения ионов. Подвижности ионов, влияние факторов.

Числа переноса, их характеристика.

8. Гальванический элемент, его определение. Характеристика скачков потенциала на границе раздела фаз. Охарактеризуйте типы электродов, приведите соответствующие примеры и уравнения процессов.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Рассчитайте изменение энтропии при нагревании 0,5 моль хлорида натрия от 20 до 850 °С. Температура плавления хлорида натрия равна: 800 °С, теплота плавления 31,0 кДж/моль. Молярная теплоемкость хлорида натрия равна: $C_p = 45,94 + 16,32 \cdot 10^{-3} \cdot T$, Дж/моль*К ($\text{NaCl}_{(тв.)}$), и $C_p = 66,53$ Дж/моль*К ($\text{NaCl}_{(ж.)}$).

2. Рассчитайте константу равновесия K_p реакции $2\text{Mn}_3\text{O}_4(т) = 6\text{MnO}(т) + \text{O}_2(г)$ при $T=500$ °С и $P=101,3$ кПа. Разлагается ли при этих условиях оксид марганца Mn_3O_4 ? Определите температуру разложения оксида. Укажите условия (P,T), способствующие смещению равновесия реакции в сторону прямой реакции. Для расчетов используйте справочные данные.

3. Плотности жидкого и твердого висмута при температуре плавления (271°С) соответственно равны 10005 и 9637 кг/м³. Удельная теплота плавления висмута 54392 Дж/кг. Определите температуру плавления висмута под давлением $1,013 \cdot 10^7$ Па.

4. Как изменится давление пара воды в результате растворения в ней глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ в количестве 5 г на 250 г H_2O при 25 °С? Давление пара над чистой водой при 25 °С равно 3,176 кПа. Определите температуру кипения этого раствора при атмосферном давлении. Эбулиоскопическая постоянная воды равна 0,51 К*кг/моль.

5. Разложение некоторого вещества является реакцией первого порядка с энергией активации 231 кДж/моль. При 300 К разложение этого вещества происходит со скоростью 95 % в 1 час. Вычислите температуру, при которой это вещество разлагается со скоростью 0,1% в 1 мин.

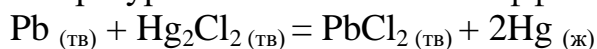
6. Разложение малоновой кислоты при нагревании протекает согласно реакции $\text{CH}_2(\text{COOH})_2(г) = \text{CO}_2(г) + \text{CH}_3\text{COOH}(г)$. При изучении реакции разложения пара малоновой кислоты были получены следующие данные:

Время, с	600	1200	2100	3360	бесконечность
Приращение P, мм.рт.ст. ...	37,0	67,0	108,0	155,0	302,0

Увеличение давления (приращение P) определяет количество разложившейся малоновой кислоты в данный момент времени. Аналитическим методом установите порядок реакции. Определите, чему равно время полураспада?

7. При температуре $t = 25$ °С удельная электропроводность масляной кислоты при разбавлении 64 л/моль равна $1,812 \cdot 10^{-4}$ ом⁻¹*см⁻¹. Ее эквивалентная электропроводность при бесконечном разбавлении равна 380 см²/(моль-эquiv*ом). Вычислите степень диссоциации, концентрацию ионов H^+ в растворе и константу диссоциации кислоты.

8. При температуре $t = 25$ °С тепловой эффект реакции



составляет 95155 Дж/моль. Температурный коэффициент ЭДС элемента, работающего за счет этой реакции, равен $(dE/dT) = 1,45 \cdot 10^{-4}$ В/град. Вычислите ЭДС элемента и изменение энтропии при стандартной температуре.

Таблица 2.3. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличное владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

2.3.3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля во время экзамена считается, что полученная оценка за компонент компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины. Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х бальной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации. Оценка освоения знаний вносится в оценочный лист как интегральный результат оценивания контрольной работы (теста) и ответов на вопросы экзаменационного билета. Оценка освоения умений вносится в оценочный лист как итог оценивания по 4-бальной шкале результатов выполнения контрольной работы (теста) и ответа на вопрос экзаменационного билета. Оценка освоения владений вносится в оценочный лист как итог оценивания результатов защиты отчетов по лабораторным работам и ответа на вопрос экзаменационного билета. По трем оценкам, внесенным в оценочный лист, вычисляется среднеарифметическое значение по 4-бальной шкале и после округления определяется отметка по дисциплине в семестре.

Оценочный лист по дисциплине «Физическая химия»

№ п/ п	Фамилия И.О.	Оценка				Итоговая оценка
		Знания (ТВ, Т/КР)	Умения (ПЗ, Т/КР)	Владения (ЛР и КЗ)	Среднее арифметическое	

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка $> 4,5$. «Хорошо» – средняя оценка $>3,7$ и $\leq 4,5$.
 «Удовлетворительно» – средняя оценка $\geq 3,0$ и $\leq 3,7$ при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.
 «Неудовлетворительно» – средняя оценка $<3,0$ или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

Полный перечень теоретических вопросов, практических заданий и комплексных заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

Министерство науки и высшего
образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)
Химико-технологический факультет

Дисциплина:
«Физическая химия»,
3 семестр

Экзаменационный билет №1

1. Основные понятия и определения физической химии. Теплота и работа – формы передачи энергии. Внутренняя энергия. Формулировки и уравнения 1 закона термодинамики.
2. Диаграммы состояния раствор – пар в координатах: общее давление – состав, температура кипения – состав, состав раствора – состав пара и их характеристика. Правило рычага.
3. Плотности жидкого и твердого висмута при температуре плавления (271 °С) соответственно равны 10005 и 9637 кг/м³. Удельная теплота плавления висмута 54392 Дж/кг. Определите температуру плавления висмута под давлением $1,013 \cdot 10^7$ Па.

_____ январь 2022 года

Зав. кафедрой ХБТ

Ходяшев Н.Б..

Министерство науки и высшего
образования Российской Федерации
ФГАОУ «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет
Химико-технологический факультет

Дисциплина:
«Физическая химия»
4 семестр

Экзаменационный билет № 9

1. Классификация химических реакций по молекулярности и порядку. В чем отличие молекулярности от порядка реакции? Дифференциальные и интегральные кинетические уравнения формально простых гомогенных реакций.

2. Гальванический элемент, его определение. Характеристика скачков потенциала на границе раздела фаз. Охарактеризуйте типы электродов, приведите соответствующие примеры и уравнения процессов.

3. Константа диссоциации гидроксида аммония равна $1,79 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Рассчитайте концентрацию NH_4OH , при которой степень диссоциации равна 0,01 и молярную электропроводность раствора при этой концентрации. Предельные подвижности NH_4^+ и OH^- равны 73,55 и 198,30 $\text{См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$, соответственно.

_____ январь 2021 год

Зав. кафедрой

Ходяшев Н.Б.