Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 13:03:22
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / С.В. Белуков /
« 30 » августа 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая химия»

Направление подготовки
18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Образовательная программа
«**Автоматизированное производство химических предприятий**»

Квалификация (степень) выпускника
Специалист

Форма обучения
Очная

Москва 2019 г.

1. Цели освоения дисциплины

К основным целям *освоения дисциплины «Физическая химия» следует отнести:*

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по направлению;
- формирование общетехнических знаний и умений по данному направлению;
- целенаправленное применение базовых знаний в области химии в профессиональной деятельности;
- формирование у студентов целостного представления о взаимосвязи и взаимных переходах химических и физических форм движения материи;
- формирование умений по усовершенствованию и разработке процессов управления для получения материалов и изделий требуемых определенных свойств.

К основным задачам освоения дисциплины «Физическая химия» следует отнести:

– изучение терминологии, определений и основополагающих физических и химических законов и закономерностей;

– приобретение навыков исследовательской работы и научной деятельности.

2.Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части базового цикла (Б1) основной образовательной программы специалитета.

Дисциплина "Физическая химия" взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП специалитета

В базовой части базового цикла (Б1):

- Высшая математика;
- Физика;
- Общая и неорганическая химия;
- Дисперсные системы и поверхностные явления;
- Материаловедение;
- Процессы и аппараты химической технологии;
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии.

В вариативной части базового цикла (Б1):

- Общая химическая технология;
- Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающиеся должны обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОК-7	Готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.	**знать**: • Основные положения современной теории энергетики и кинетики химических реакций, химической термодинамики, теории фазовых переходов, химического равновесия,

		общие свойства растворов, свойства растворов электролитов, закономерности протекания электрохимических процессов. **уметь**: • Определять направления протекания химических превращений и константы равновесия реакций, применять знания фундаментальных основ, подходы и методы физической химии при изучении других дисциплин. **владеть**: • Математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов физической химии к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности.
ОПК-1	Способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональ-ной деятельности.	**знать**: • термодинамические и кинетические закономерности процессов в газообразных, жидких и твёрдых системах; • основные понятия, законы модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы; • основные уравнения термодинамики и химической кинетики для описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; • принципы реализации физико-химических процессов при выполнении основных этапов технологии; • физико-химические модели химических процессов технологии: выделения и очистки вещества. **уметь**: • оценивать численные порядки величин для различных физико-химических процессов; • использовать основные понятия законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы к технологическим процессам; • выбирать и применять методы решения задач для моделирования и определения оптимальных параметров технологических процессов; • применять знания фундаментальных

		основ, подходы и методы химии в профессиональной деятельности. **владеть**: • законами термодинамики для анализа процессов переработки материалов; • методами расчета термодинамических и кинетических параметров, тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам переработки материалов; • навыками физико-химических расчетов в термодинамике и кинетике технологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часов (из них **72** часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Физическая химия» изучаются на 3 курсе в 5 семестре:

- Лекции - 2 часа в неделю. Всего – 36 часов.
- Лабораторные работы - 2 часа в две недели. Всего – 18 часов.
- Семинарские занятия – 2 часа в две недели. Всего – 18 часов.
- Форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Физическая химия» по срокам и видам работ отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Вводная часть

Значение физической химии как фундаментальной дисциплины, представляющей теоретическую основу для изучения методов получения и свойств материалов. Значение и задачи курса физической химии. Работы отечественных и современных ученых в области физической химии. Методы физической химии, ее связь с физикой.

Основные уравнения формальной кинетики

Основные термины и понятия химической кинетики. Скорость химической реакции и различные способы ее выражения. Основной постулат химической кинетики для простых реакций. Константа скорости реакции, ее зависимость от температуры и наличия катализатора. Порядок реакции по отдельным компонентам и общий порядок реакции. Молекулярность реакции и ее связь с общим порядком. Кинетические уравнения реакций для некоторых порядков (1, 2). Температурная зависимость скорости реакций. Правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса. Энергия активации реакции. Понятие о теории активных соударений и теории активированного комплекса.

Методы определения порядка реакции и константы скорости реакции. Методы определения энергии активации.

Кинетика сложных реакций

Параллельные реакции. Главная и побочные реакции. Последовательные реакции, лимитирующая стадия. Двусторонние (обратимые) реакции. Общая скорость двусторонних реакций, понятие о динамическом равновесии. Соотношение между константами скорости прямой и обратной реакций и константой равновесия реакции.

Гетерогенные реакции, их особенности. Диффузия, зависимость скорости диффузии от температуры. Энергия активации диффузии. Гетерогенная реакция как последовательность стадий диффузии к поверхности и химической реакции. Кинетическая и диффузионная температурные области гетерогенной химической реакции.

Каталитические реакции, их классификация. Ингибиторы. Гомогенный и гетерогенный катализ. Механизм каталитического действия. Образование промежуточных соединений.

Механизм снижения энергии активации. Роль адсорбции в гетерогенном катализе. Влияние катализатора на двусторонние реакции. Избирательное влияние катализаторов на параллельные реакции. Примеры некоторых теорий катализа. Старение и отравление катализаторов. Методы повышения активности гетерогенных катализаторов: нанесение на подложку, промоторы, смешанные катализаторы.

Расчеты тепловых эффектов химических реакций

Термодинамические функции состояния – температура, давление, объем, внутренняя энергия. Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамические процессы – конечные и бесконечно малые. Первое начало термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций. Вывод закона Гесса. Энтальпия. Теплоемкость при постоянном давлении и при постоянном объеме. Зависимость теплоемкости от температуры. Закон Кирхгоффа в дифференциальном и интегральном виде. Расчет теплового эффекта реакций при произвольной температуре.

Энтропия и метод термодинамических потенциалов

Обратимые и равновесные процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия. Третье начало термодинамики. Расчет изменений энтропии при фазовых превращениях, при нагревании при постоянном давлении, при химических реакциях. Критерии самопроизвольного протекания процессов и критерий равновесия в изолированных системах.

Объединенное уравнение 1-го и 2-го начал термодинамики. Расчет максимальной полезной работы для изобарно-изотермических и изохорно-изотермических процессов. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как термодинамические потенциалы.

Химический потенциал компонента и его зависимость от парциального давления для смеси идеальных газов.

Закон действующих масс и его применение

Термодинамический вывод закона действующих масс. Применение закона действующих масс для расчета равновесного состава реагирующей смеси. Уравнения Вант-Гоффа («максимальной полезной работы химической реакции», «изобары химической реакции» и «изохоры химической реакции»). Зависимость химического равновесия от внешних условий.

Химическое равновесие в гетерогенных химических реакциях.

Термодинамика фазовых превращений

Фаза, компонент. Правило фаз Гиббса.

Фазовая диаграмма состояния воды. Аномальная зависимость температуры плавления воды от давления.

Уравнения Клапейрона и Клапейрона-Клаузиуса. Расчет зависимости давления насыщенного пара от температуры.

Растворы нелетучих веществ в жидкостях. Закон Рауля. Следствия закона Рауля: понижение температуры замерзания раствора, повышение температуры кипения раствора, осмос. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа.

Диаграммы свойство-состав для двойных систем. Зависимость температуры фазового перехода жидкость-газ от состава жидкой и паровой фаз. Перегонка жидких двойных систем. Определение температур начала и конца кипения, состава и количеств жидкой и паровой фаз при заданной температуре. Азеотропные смеси.

Диаграммы плавления смесей. Эвтектика. Возможность очистки веществ вымораживанием.

Растворимость газов в жидкостях, зависимость от свойств компонентов. Закон Генри. Растворимость газов в жидких растворах.

Электрохимия

Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты. Закон разбавления Оствальда. Удельная электропроводность растворов электролитов, ее зависимость от концентрации растворов. Молярная и эквивалентная электропроводность, их связь с удельной электропроводностью и зависимость от концентрации раствора. Закон Кольрауша. Подвижность

ионов и ее связь с ионной эквивалентной электропроводностью. Кондуктометрический метод определения степени диссоциации.

Возникновение электрического потенциала на границе металл-раствор. Абсолютный электродный потенциал и его зависимость от свойств металла и растворителя, температуры и концентрации. Относительный электродный потенциал. Стандартный водородный электрод. Вывод уравнения Нернста. Активность и коэффициент активности ионов в растворе. Электрохимический элемент Якоби-Даниэля. Контактный и диффузионный потенциал.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Физическая химия» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- чтение лекций;
- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме контрольных работ.

Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита результатов выполнения заданий для самостоятельной работы;
- выполнение контрольных работ.

Образцы контрольных работ, экзаменационных вопросов приведены в фонде оценочных средств (ФОС), который является приложением к данной программе дисциплины.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОК-7	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.
ОПК-1	Способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональ-ной деятельности..

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ОК-7 - Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.				
знать: Основные положения современной теории энергетики и кинетики химических реакций, химической термодинамики, теории фазовых переходов, химического равновесия, общие свойства растворов, свойства растворов электролитов, закономерности протекания электрохимических процессов.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных положений современной теории энергетики и кинетики химических реакций, химической термодинамики, теории фазовых переходов, химического равновесия, общих свойства растворов, свойств растворов электролитов, закономерностей протекания электрохимических процессов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных положений современной теории энергетики и кинетики химических реакций, химической термодинамики, теории фазовых переходов, химического равновесия, общих свойства растворов, свойств растворов электролитов, закономерностей протекания электрохимических процессов. Им допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных положений современной теории энергетики и кинетики химических реакций, химической термодинамики, теории фазовых переходов, химического равновесия, общих свойства растворов, свойств растворов электролитов, закономерностей протекания электрохимических процессов. Однако им допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных положений современной теории энергетики и кинетики химических реакций, химической термодинамики, теории фазовых переходов, химического равновесия, общих свойства растворов, свойств растворов электролитов, закономерностей протекания электрохимических процессов. Он свободно оперирует приобретенными знаниями.

уметь: Определять направления протекания химических превращений и константы равновесия реакций, применять знания фундаменталь-ных основ, подходы и методы физической химии при изучении других дисциплин.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять расчеты основных термодинамических функций, определять направление химических реакций, значения констант равновесия, скорости химических реакций.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выполнять расчеты основных термодинамических функций, определять направление химических реакций, значения констант равновесия, скорости химических реакций. Им допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выполнять расчеты основных термодинамических функций, определять направление химических реакций, значения констант равновесия, скорости химических реакций. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выполнять расчеты основных термодинамиче с-ких функций, определять направление химических реакций, значения констант равновесия, скорости химических реакций. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: Математичес-ким аппаратом и навыками использования современных подходов и методов физической химии к описанию, анализу, теоретическо-му и экспери-ментальному исследованию и моделирова-	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами расчета термодинамических и кинетических характеристик химических реакций.	Обучающийся владеет методами расчета термодинамических и кинетических характеристик химических реакций в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками, по ряду показателей, обучающийся испытывает	Обучающийся владеет методами расчета термодинамических и кинетических характеристик химических реакций, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные	Обучающийся в полном объеме владеет методами расчета термодинами-ческих и кинетических характеристик химических реакций, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

нию химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности.		значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ситуации.	
ОПК-1 - Способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональ-ной деятельности..				
знать: - термодинамические и кинетические закономерности процессов в газообразных, жидких и твёрдых системах; - основные понятия, законы, модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы; - основные уравнения термодинамики и химической кинетики для описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; - принципы реализации физико-химических	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - термодинамических и кинетических закономерностей процессов в газообразных, жидких и твёрдых системах; - основных понятий, законов, моделей термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы; - основных уравнений термодинамики и химической кинетики для описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; - принципов реализации физико-химических процессов при выполнении основных этапов технологии; - физико-химических моделей химических процессов технологии: выделения и очистки	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: -термодинамических и кинетических закономерностей процессов в газообразных, жидких и твёрдых системах; - основных понятий, законов, моделей термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы; - основных уравнений термодинамики и химической кинетики для описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; - принципов реализации физико-химических процессов при выполнении основных этапов технологии; - физико-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - термодинамических и кинетических закономерностей процессов в газообразных, жидких и твёрдых системах; - основных понятий, законов, моделей термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы; - основных уравнений термодинамики и химической кинетики для описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; - принципов реализации физико-химических процессов при выполнении основных этапов технологии; - физико-	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - термодинамических и кинетических закономерностей процессов в газообразных, жидких и твёрдых системах; - основных понятий, законов, моделей термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы; - основных уравнений термодинамики и химической кинетики для описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;

процессов при выполнении основных этапов технологии; - физико-химические модели химических процессов технологии выделения и очистки вещества.	вещества.	химических моделей химических процессов технологии: выделения и очистки вещества. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	химических моделей химических процессов технологии выделения и очистки вещества. Однако допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	- принципов реализации физико-химических процессов при выполнении основных этапов технологии; - физико-химические моделей химических процессов технологии выделения и очистки вещества. Обучающийся свободно оперирует приобретенным и знаниями.
уметь: - оценивать численные порядки величин для различных физико-химических процессов; - использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы к технологическим процессам; - выбирать и применять методы решения задач для моделиро-	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - оценивать численные порядки величин для различных физико-химических процессов; - использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы к технологическим процессам; - выбирать и применять методы решения задач для моделирования и определения оптимальных параметров технологических процессов; - применять знания фундаментальных основ, подходы и методы химии в профессиональной	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - оценивать численные порядки величин для различных физико-химических процессов; - использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы к технологическим процессам; - выбирать и применять методы решения задач для моделирования и определения оптимальных параметров технологических	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - оценивать численные порядки величин для различных физико-химических процессов; - использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы к технологическим процессам; - выбирать и применять методы решения задач для моделирования и определения оптимальных параметров технологических	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - оценивать численные порядки величин для различных физико-химических процессов; - использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы к технологическим процесс-сам; - выбирать и применять

вания и определения оптимальных параметров технологических процессов; - применять знания фундаментальных основ, подходы и методы химии в профессиональной деятельности.	деятельности.	процессов; - применять знания фундаментальных основ, подходы и методы химии в профессиональной деятельности. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	процессов; - применять знания фундаментальных основ, подходы и методы химии в профессиональной деятельности. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	методы решения задач для моделирования и определения оптимальных параметров технологических процессов; - применять знания фундаментальных основ, подходы и методы химии в профессиональной деятельности. Свободно оперирует приобретеными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - законами термодинамики для анализа процессов переработки материалов; - методами расчета термодинамических и кинетических параметров, тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам переработки материалов; - навыками физико-химических расчетов в термодинами-	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: - законами термодинамики для анализа процессов переработки материалов; - методами расчета термодинамических и кинетических параметров, тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам переработки материалов; - навыками физико-химических расчетов в термодинамике и кинетике технологических процессов.	Обучающийся владеет: - законами термодинамики для анализа процессов переработки материалов; - методами расчета термодинамических и кинетических параметров, тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам переработки материалов; - навыками физико-химических расчетов в термодинамике и кинетике технологических процессов. Допускаются значительные	Обучающийся владеет: - законами термодинамики для анализа процессов переработки материалов; - методами расчета термодинамических и кинетических параметров, тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам переработки материалов; - навыками физико-химических расчетов в термодинамике и кинетике технологических процессов. Навыки освоены, но допускаются	Обучающийся в полном объеме владеет: - законами термодинамики для анализа процессов переработки материалов; - методами расчета термодинамических и кинетических параметров, тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам переработки материалов; - навыками физико-химических расчетов в

ке и кинетике технологических процессов.		ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	термодинамике и кинетике технологических процессов. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

6.2. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

6.2.1. Форма промежуточной аттестации: экзамен

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

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Физическая химия»: т.е. те студенты, которые выполнили и защитили лабораторные работы и контрольные домашние задания.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведённым в таблице показателям: оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены неточности при аналитических операциях, при переносе знаний и умений на новые нестандартные ситуации
Хорошо	Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний, умений и навыков на новые ситуации.
Удовлетворительно	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблице показателям, допускаются

	значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями.

6.2.2. Фонды оценочных средств

Представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Физическая химия. Учебник для бакалавров / Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г.- М.: Юрайт, 2012.- 340 с.

2. Физическая химия. Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Мартынова Т.В.- М.: МАМИ, 2012.- 124 с.

3. Физическая химия. Учеб. пособие / Емельянов А.А.- М.: МГОУ, 2011.- 100 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Лабораторные работы по физической химии. Методические указания /Сост.: А.И. Мишустин, К.Ф. Белоусова.– М.: МГУИЭ.- 2009.

2. Краткий справочник физико-химических величин /Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой.- С-Пб.: 1999.- 232 с.

3. Физическая химия: в 2-х кн.: Учеб. для вузов / К.С. Краснов, Н.К .Воробьев, И.Н. Годнев и др.; под ред. К.С. Краснова .- 3-е изд., испр.- М.: Высш. школа. Кн. 1: Строение вещества. Термодинамика.- 2001.- 512с.

4. Физическая химия: в 2-х кн.: Учеб. для вузов / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др.; под ред. К.С. Краснова.- 3-е изд., испр.- М.: Высш. школа. Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ.- 2001.- 320с.

5. Физическая и коллоидная химия. Учебное пособие / Кругляков П.М., Хаскова Т.Н.- М.: Высшая школа, 2005.- 320 с.

7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru/ в разделе «Библиотека» http://lib.mami.ru/. Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайте: http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории и лаборатории НОЦ «ХимБиотех» оборудованы компьютерной и мультимедийной техникой, снабжены вытяжной вентиляцией, водой и электричеством. Лекционные занятия проводятся по адресу: г. Москва, ул. Павла Корчагина 22, ауд. 411.

Для проведения лабораторного практикума на современном уровне при выполнении лабораторных работ предусмотрено использование следующего оборудования. (Лабораторные занятия проводятся по адресу: г. Москва, ул. Павла Корчагина 22, ауд. 511):

1. Аквадистиллятор.
2. Аналитические весы.
3. Технические весы.
4. Электрический полупроводниковый выпрямитель.
5. Миллиамперметры.
6. Сушильный шкаф.
7. Фторопластовые калориметры.
8. Термометры.
9. pH-метр-иономер.

10. Вытяжные шкафы.
11. Вискозиметры ВПЖ.
12. Иономеры (Эксперт).
13. Кондуктометр Эксперт.
14. Термостаты.
15. Магнитные мешалки.
16. Фотометр Эксперт.
17. Стеклянная химическая посуда (химические стаканы, колбы, мерные цилиндры, бюретки, штативы металлические).
18. Химические реактивы.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Базовая самостоятельная работа студентов включает следующие формы: изучение лекционного материала, предусматривающие проработку конспекта лекций и учебной литературы; изучение литературы и электронных источников информации; изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к лабораторным работам; подготовка к текущему контролю знаний (контрольной работе).

Дополнительная самостоятельная работа студентов направлена на углубление и закрепление знаний, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. К ней относятся: подготовка к экзамену; участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

В курсе «Физическая химия» предусмотрены: аудиторная и внеаудиторная самостоятельные работы.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданиям. Основными формами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются: текущие консультации; прием и разбор заданий (в часы лабораторных работ).

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Основными формами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к лабораторным работам ,выполнение расчетных заданий.

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершенный раздел курса.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебный заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

Лабораторные работы предназначены для приобретения опыта практической реализации основной профессиональной образовательной программы. Методические указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется перед проведением лабораторных работ.

Текущий (рубежный) контроль проводится в течение каждого модуля**,** его итоговые результаты складываются из оценок по следующими видам контрольных мероприятий: защита домашних заданий; защита лабораторных работ; контрольные работы; работа на лекциях и семинарах.

Освоение дисциплины, ее успешное завершение на стадии промежуточного контроля возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все лабораторные работы, контрольные мероприятия, иметь полный комплект подготовленных домашних заданий.

Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена. Освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний по ней, проводится при подготовке к сдаче экзамена.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Разделы дисциплины «Физическая химия» включают: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов.

Лекции по дисциплине «Физическая химия» выполняют следующие функции:

информационную;

мотивационную (стимулируют интерес к науке, убеждают в теоретической и практической значимости изучаемого предмета, способствуют развитию познавательных потребностей обучающихся);

организационно - ориентационную (ориентация в источниках, литературе, рекомендации по организации самостоятельной работы);

методологическую (формирует образцы научных методов объяснения, анализа, интерпретации, прогноза);

оценочную и развивающую (формируют знания, умения, оценку).

Чтение лекций по данной дисциплине рекомендуется проводить с использованием мультимедийных презентаций. Мультимедийная презентация, выполненная средствами программы Microsoft PowerPoint, позволяет преподавателю четко структурировать материал лекции, экономить время, затрачиваемое на создание изображений с использованием мела и доски, написание формул и других сложных объектов. Это даёт возможность увеличить объём излагаемого материала. Кроме того, презентация позволяет очень хорошо иллюстрировать лекцию не только схемами и рисунками, но и полноцветными фотографиями, рисунками, портретами ученых и т.д. Мультимедийная презентация позволяет отобразить физические и химические процессы в динамике, что позволяет значительно улучшить восприятие материала студентами.

Лабораторный практикум по дисциплине «Физическая химия» является эффективной формой учебных занятий, на которых студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием.

Успешная работа на лабораторных занятиях зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы, от состояния лабораторной базы и методического обеспечения, а также от степени подготовленности самих обучающихся, их активности на занятии.

Порядок проведения лабораторного занятия:

1. Вводная часть:
   - входной контроль подготовки студента;
   - вводный инструктаж (знакомство студентов с содержанием предстоящей работы, показ способов выполнения отдельных операций, напоминание отдельных положений по технике безопасности, предупреждение о возможных ошибках).
2. Основная часть:
   - проведение студентом лабораторной работы.
3. Заключительная часть:
   - оформление отчета о выполнении задания;
   - подведение итогов выполнения лабораторной работы.

Лабораторный практикум выполняется обучающимися самостоятельно.

Преподаватель ходе занятия должен контролировать и осуществлять научное и методическое руководство действиями обучающихся.

Лабораторные работы заканчиваются защитой результатов работы и полученных выводов. При защите лабораторной работы студент должен уметь объяснять цели, задачи, ход проведения экспериментов, их результаты, сделанные выводы.

Практические и семинарские занятия рекомендуется проводить в активных и интерактивных формах с использованием компьютерных симуляций, постановки проблемных и ситуационных заданий. Проведение занятий в активных и интерактивных формах должно быть направлено на интенсификацию учебного процесса, увеличение доступности знаний, навыков, умений, анализ учебной информации, творческий подход к усвоению учебного материала. В ходе проведения практических и семинарских занятий студенты должны учиться формулировать собственное мнение, правильно выражать мысли, строить доказательства своей точки зрения, вести дискуссию, уважать альтернативное мнение. Это должно помочь сформировать навыки, необходимые будущему специалисту в профессиональной деятельности. Реализация активных и интерактивных методов при изучении дисциплины «Физическая химия» возможна путем проведения дискуссий, диалогов, бесед, использования компьютерных симуляций, разбора конкретных ситуационных задач.

Самостоятельная работа - это наиболее важный путь освоения студентами новых знаний, умений, навыков при изучении дисциплины. Образовательная цель самостоятельной работы - освоение химической терминологии, формирование навыков химического мышления, экспериментальных умений, умений работать с учебной литературой, производить химические расчёты. Развивающая цель - развитие самостоятельности, умений анализировать явления и делать выводы. Самостоятельная работа может быть источником знаний, способом их проверки, совершенствования и закрепления знаний, умений, навыков. Этот вид деятельности студентов проходит под контролем преподавателя. При организации внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие формы: 1. Выполнение домашних заданий разнообразного характера (решение задач, изучение учебной литературы, подбор иллюстративного материала по отдельным разделам курса в интернет-сети). 2. Выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий».**

Программу составил
д.ф.-м.н., доцент А.В. Вязьмин

Программа утверждена на заседании кафедры «ХимБиотех» «___»_____ 2017 г. протокол № _____

Зав. кафедрой «ХимБиотех»
к.т.н., профессор Н.Е. Николайкина

Программа согласована:

Руководитель образовательной программы
к.т.н., доцент Н.С. Трутнев

Приложени
е № 1

Структура и содержание дисциплины «Физическая химия» по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»
специализация
«**Автоматизированное производство химических предприятий**»
(специалист)
очная форма обучения

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттес-тации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.	1. *Вводная часть..* Предмет и методы физической химии. 2. *Химическая кинетика..* Основы формальной кинетики. Скорость реакции. Основной постулат химической кинетики. Порядок реакции и ее молекулярность. Константа скорости реакции. Методы определения константы скорости и порядка реакции. Температурная зависимость скоростей реакций. Правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса. Энергия активации и пред-экспоненциальный множитель. Теория активных соударений.	5	1-2	4	2	2	8	+							
	Кинетика сложных реакций. Принцип независимости скоростей реакций. Последовательные реак-														

2.	ции. Лимитирующая стадия. Параллельные реакции. Обратимые реакции. Динамическое равновесие. Соотношение между скоростями прямой и обратной реакций и константой равновесия. Кинетика гетерогенных реакций. Диффузия, зависимость диффузии от температуры. Кинетическая и диффузионная области гетерогенной реакции.	5	3-4	4	2	2	8	+			+				
3.	Кинетика каталитических реакций. Ингибиторы. Гомогенный и гетерогенный катализ. Адсорбция. Механизм каталитического действия. Влияние катализатора на параллельные и обратимые реакции. Способы увеличения активности гетерогенных катализаторов. Старение катализаторов. Каталитические яды.	5	5-6	4	2	2	8	+							
4.	3. *Химическая термодинамика.* Термодинамические функции состояния. Теплота и работа. Первое начало термодинамики. Закон Гесса. Следствия закона Гесса. Расчет теплового эффекта химической реакции по стандартным теплотам образования веществ. Теплоемкость и ее зависимость от температуры. Закон Кирхгоффа. Метод расчета теплового эффекта реакции при произвольной температуре. Второе начало термодинамики. Самопроизвольные, обратимые и	5	7-8	4	2	2	8	+					+		

	равновесные процессы. Энтропия. Вероятностный смысл энтропии. Критерии самопроизвольного процесса и равновесия в изолированных системах. Третье начало термодинамики. Расчеты энтропии при различных процессах и химических реакциях.														
5.	Метод термодинамических потенциалов. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерии самопроизвольного протекания процесса и критерии равновесия в изобарно-изотермических и изохорно-изотермических условиях. Химический потенциал. Зависимость химического потенциала идеального газа от давления. Химическое равновесие. Термодинамический вывод закона действующих масс.	5	9-10	4	2	2	8	+			+				
6.	Различные формы констант равновесия. Правило Ле-Шателье. Обоснование принципа на основе уравнений химической термодинамики. Уравнение максимальной полезной работы реакции. Уравнение химического сродства. Роль энтропийного и энтальпийного факторов в химическом равновесии. Зависимость химического равновесия от температуры. Уравнения «изобары реакции» и «изохоры реакции» Вант-Гоффа.	5	11-12	4	2	2	8	+							

	Равновесия в растворах электролитов. Степень диссоциации и константа диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Закон разведения Оствальда..														
7.	4. *Термодинамика фазовых превращений.* Фаза, компонент, число независимых компонентов. Число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы индивидуальных веществ. Тройная точка. Критическое состояние вещества. Аномальная зависимость температуры плавления от давления. Уравнения Клапейрона и Клапейрона-Клаузиуса. Закон Рауля и его следствия. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов. Изотонический коэффициент. Криоскопия, эбуллиоскопия.	5	13-14	4	2	2	8	+					+		
8.	Термодинамика смешения идеальных газов. Зависимость давления пара от состава для идеальных и реальных смесей. Фазовые диаграммы свойство-состав двойных систем. Зависимость температуры кипения от состава. Азеотропные растворы. Термодинамика плавления и затвердевания двойных систем. Диаграммы температура плавления-состав двойной смеси (жидкой и твердой). Растворимость газов в жидкостях. Зависимость растворимости от	5	15-16	4	2	2	8	+							

	природы газа и жидкости. Закон Генри. Растворимость газов в растворах.														
9.	5. *Электрохимия*. Электропроводность растворов электролитов. Удельная, молярная и эквивалентная электропроводность, зависимость от концентрации. Подвижность ионов, связь с эквивалентной ионной электропроводностью. Закон Кольрауша. Металлические электроды. Абсолютный электродный потенциал, зависимость от свойств металла и растворителя, температуры и концентрации ионов. Относительный электродный потенциал. Стандартный водородный электрод. Уравнение Нернста для относительного электродного потенциала. Стандартный электродный потенциал металлического электрода.	5	17-18	4	2	2	8	+					+		
	Форма аттестации													+	
	Всего часов по дисциплине	5		36	18	18	72				2		3	+	

Зав. кафедрой «ХимБиотех»
к.т.н., профессор Н.Е. Николайкина

Руководитель образовательной программы
к.т.н., доцент Н.С. Трутнев

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Образовательная программа (специалитет)

«Автоматизированное производство химических предприятий»

Форма обучения: очная

Виды профессиональной деятельности: производственно-технологическая, научно-исследовательская, организационно-управленческая, проектная, экспертная

Кафедра: «ХимБиотех»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Физическая химия»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

Составитель:

д.ф.-м.н., доцент Вязьмин Андрей Валентинович

Москва, 2019

Таблица 1

- ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Физическая химия					
ФГОС ВО **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**					
В процессе освоения дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОК-7	Готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.	**знать**: ● Основные положения современной теории энергетики и кинетики химических реакций, химической термодинамики, теории фазовых переходов, химического равновесия, общие свойства растворов, свойства растворов электролитов, закономерности протекания электрохимических процессов. **уметь**: ● Определять направления протекания химических превращений и константы равновесия реакций, применять знания фундаментальных основ, подходы и методы физической химии при изучении других дисциплин. **владеть**: ● Математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов физической химии к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в	лекция, самостоятельная работа, семинар, лабораторная работа	К/Р, РГР	**Базовый уровень** - обучающийся демонстрирует полное знание по изучаемым разделам физической химии, умение решать стандартные задачи. **Повышенный уровень** - обучающийся демонстрирует полное знание по изучаемым разделам физической химии, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях

		профессиональной деятельности.			повышенной сложности.
ОПК-1	Способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.	**знать**: • термодинамические и кинетические закономерности процессов в газообразных, жидких и твёрдых системах; • основные понятия, законы модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы; • основные уравнения термодинамики и химической кинетики для описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; • принципы реализации физико-химических процессов при выполнении основных этапов технологии; • физико-химические модели химических процессов технологии: выделения и очистки вещества. **уметь**: • оценивать численные порядки величин для различных физико-химических процессов; • использовать основные понятия законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы к технологическим процессам; • выбирать и применять методы решения задач для моделирования и определения оптимальных параметров технологических процессов; • применять знания фундаментальных основ,	лекция, самостоятельная работа, семинар, лабораторная работа	К/Р, РГР	**Базовый уровень -** обучающийся демонстрирует полное знание по изучаемым разделам химии, умение проводить математические расчеты и экспериментальные измерения. **Повышенный уровень -** обучающийся демонстрирует полное знание по изучаемым разделам физической химии, умение анализировать теоретические и экспериментальные результаты.

		подходы и методы химии в профессиональной деятельности. **владеть:** • законами термодинамики для анализа процессов переработки материалов; • методами расчета термодинамических и кинетических параметров, тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам переработки материалов; • навыками физико-химических расчетов в термодинамике и кинетике технологических процессов.			

**Сокращения форм оценочных средств см. в Таблице 2.

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «Физическая химия»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС	Реализуемые компетенции
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Примеры контрольных заданий по разделам	ОК-7, ОПК-1
2	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство для проверки навыков и умений применять полученные знания для проведения практических физико-химических расчетов применительно к практической деятельности по направлению подготовки	Содержание РГР по разделам	ОПК-1

Примерные варианты контрольных работ

Вопросы к контрольной работе № 1

1. Порядок и молекулярность (определение). Когда они совпадают? Какие значения могут принимать? Общий порядок реакции и порядок по компонентам.
2. Двусторонние реакции (определение, примеры). Скорость прямой и обратной реакций, общая скорость реакции. Связь между константами скоростей и константой равновесия.
3. За 10 минут в ходе реакции первого порядка разложилось 15% исходного вещества. Рассчитать константу скорости этой реакции.

Вопросы к контрольной работе № 2

1. Вывести объединенное уравнение 1-го и 2-го начал термодинамики. Объяснить смысл знаков > и =. Для чего оно может быть использовано?

2.Удельная электропроводность растворов электролитов (определение, размерность). Её зависимость от концентрации для сильных и слабых электролитов.

3. Найти степень превращения первого вещества и процентный состав равновесной смеси при заданных условиях для экзотермической реакции: $CO + Cl_2 \Leftrightarrow COCl_2$. Исходный состав смеси в молях: 1 : 1 : 0, температура 625 К, относительное давление 0,5; константа равновесия K_p = 5,43. Указать, куда сдвинется равновесие реакции и как изменится выход продукта при изменении температуры и давления.

Вопросы к контрольной работе № 3

1. Как влияет повышение давления на температуру плавления чугуна? Ответ обосновать с помощью фазовой диаграммы.

2. Рассчитать осмотическое давление водного раствора, содержащего 10 г сахарозы в литре раствора. Молекулярная масса сахарозы равна 312 г/моль, температура 298 К.

3. Уравнение Нернста для относительного электродного потенциала металла. Физический смысл параметров этого уравнения.

Наименования лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 «Кинетика каталитической реакции разложения перекиси водорода».

Лабораторная работа № 2 «Определение степени диссоциации и константы диссоциации слабой кислоты кондуктометрическим методом».

Лабораторная работа № 3 «Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах (на примере простой эвтектики)».

Задания на самостоятельную работу (расчетно-графические работы)

Содержание самостоятельной работы 1 (химическая кинетика)

1. Расчёт константы скорости заданной реакции при заданной температуре по уравнению Аррениуса.

2. Построение графика зависимости концентрации первого исходного вещества от времени.

3. Определение времени полупревращения аналитическим и графическим методами. Расчет относительной ошибки между этими величинами.

4. Определение процента превращения и массы первого исходного вещества за определённое время. Определение масс остальных продуктов реакции к заданному моменту времени.

5. Расчёт температуры, при которой за данное время прореагирует заданная часть первого исходного вещества. Объяснить причины изменения температуры.

6. Построение кинетического графика в «спрямляющих» координатах. Определение с помощью данного графика времени полупревращения и константы скорости реакции.

7. Расчёт ускорения реакции ($k_{кат.}/k$) при использовании катализатора.

Содержание самостоятельной работы 2 (химическая термодинамика)

1. Определение теплового эффекта заданной реакции при стандартных условиях и при данной температуре. Экзо- или эндотермична данная реакция?

2. Определение изменения энтропии химической реакции при стандартной и заданной температурах.

3. Расчёт изменения энергии Гиббса реакции при стандартной и заданной температурах. Оценить возможность самопроизвольного протекания данной реакции.

4. Расчёт константы равновесия реакции при стандартной и заданной температурах.

5. Определение количества теплоты, выделенного или поглощенного в данной реакции при заданной температуре и участии в реакции указанного объема (или массы) вещества.

Экзаменационные вопросы по дисциплине «Физическая химия»

1. Формальная кинетика. Основные положения и понятия. Определяющая стадия, скорость и молекулярность химической реакции.

2. Вывод кинетического уравнения первого порядка.

3. Вывод кинетического уравнения второго порядка.

4. Частичный и общий порядок реакции. Способы определения порядка реакции.

5. Влияние температуры на скорость химической реакции. Энергия активации, ее смысл и графическое определение.

6. Катализ. Особенности и классификация каталитических процессов. Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализаторы и промоторы. Старение катализаторов, каталитические яды.

7. Предмет и основные понятия термодинамики. Теплота и работа. Закрытые и изолированные процессы. Параметры состояния.

8. Круговой процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые процессы.

9. Экстенсивные и интенсивные свойства чистых веществ. Влияние относительного количество компонентов (относительного состава) на интенсивные свойства растворов. Парциальные мольные величины.

10. Первый закон термодинамики. Математическое выражение первого закона термодинамики и его значение.

11. Изохорный и изобарный процессы. Связь между внутренней энергией и свободной энтальпией.

12. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости от температуры для интервала температур от 273 до 1500 К.

13. Зависимость внутренней энергии и энтальпии от температуры.

14. Термохимия, термохимические уравнения. Стандартная энтальпия образования и растворения веществ.

15. Закон Гесса. Расчет теплоты образования, растворения и энергии химической связи.

16. Зависимость энтальпии реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа.

17. Второй закон термодинамики. Его формулировка и применение к изолированной системе.

18. Третий закон термодинамики, энтропия и вероятность.

19. Термодинамические потенциалы. Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца.

20. Изменение термодинамических потенциалов в изотермических условиях. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

21. Максимальная работа и возможность протекания химической реакции. Стандартные потенциалы образования веществ.

22. Термодинамика химического равновесия. Закон действующих масс и константа химического равновесия.

23. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.

24. Соотношение между изменением свободной энергии Гиббса и константой равновесия. Уравнение изотермы реакции.

25. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары реакции.

26. Термодинамическое равновесие в реальных газовых системах. Летучесть и активность.

27. Влияние различных факторов на скорость химических реакций. Правило Вант-Гоффа.

28. Термический анализ. Построение диаграмм состав-температура кристаллизации. Основные типы диаграмм.

29. Равновесие «жидкий раствор-пар». Диаграмма состояния чистого вещества.

30. Правило фаз Гиббса.

31. Давление пара твердых и жидких тел. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.

32. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Система с неорганической растворимостью компонентов в твердом состоянии.

33. Зависимость давления насыщенного пара от состава. Закон Рауля. Отклонения от закона Рауля.

34. Состав пара над раствором. Законы Коновалова.

35. Диаграммы «состав - температура кипения». Перегонка и ректификация.

36. Температуры замерзания и кипения разбавленных растворов. Криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные.

37. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

38. Растворы электролитов. Константа и степень диссоциации и связь между ними.

39. Растворы сильных электролитов. Активность и ионная сила раствора.

40. Электропроводимость растворов электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводимости растворов электролитов, их зависимость от концентрации.

41. Подвижность ионов и эквивалентная электропроводимость при бесконечном разбавлении. Кондуктометрический метод анализа.

42. Возникновение скачка потенциала на границе раздела фаз. Двойной электрический слой и его строение. Уравнение Нернста.

43. Электрохимические элементы. Гальванический элемент. электродвижущая сила гальванического элемента. Концентрационный гальванический элемент

44. Измерение электродных потенциалов. Стандартный водородный электрод. Хлорид-серебряный и стеклянный электроды сравнения и их применение.

45. Потенциометрическое титрование. Измерение pH растворов. Активность ионов.

Задачи к экзамену по дисциплине «Физическая химия»

1. Рассчитать массу меди, выделившейся при электролизе раствора хлорида меди (II) при пропускании тока силой 10 А в течение 30 мин. Выход по току меди равен 85%.Написать уравнения реакций на катоде и аноде.

2. Рассчитать объем водорода, выделившегося при электролизе раствора серной кислоты при пропускании тока силой 5 А в течение 1,5 час Условия электролиза: температура 273 К и давление p=101325 Па; выход по току составляет 90%. Написать уравнения реакций на катоде и аноде.

3. Вычислить степень диссоциации воды при температуре 25^0С, если удельная электропроводимость чистой воды $5{,}5 \cdot 10^{-6}$ $Ом^{-1} \cdot см^{-1}$ и подвижности ионов H^+ и OH^- при бесконечном разбавлении соответственно равны λ_{H+}=349,8 и λo_{H^-}=198,0 (размерности равны $см^2 \cdot моль^{-1}$ $Ом^{-1}$)

4. Степень диссоциации гидроксида аммония NH_4OH=0,01. Рассчитать его константу диссоциации, если подвижности ионов NH_4^+ и OH^- соответственно равны λ_{NH4+}=73,4 и λo_{H^-}=198,0 (размерности равны см $2 \cdot моль^{-1}$ $Ом^{-1}$).

5. Сколько времени необходимо затратить для выделения электролизом 0,75 г серебра из 1 моля раствора $AgNO_3$ при силе тока 1,3 А.

6. При какой температуре замерзнет раствор хлорида магния $MgCl_2$, содержащий 2,6 г хлорида магния в 100 г воды. Криоскопическая постоянная воды K=1,86.

7. Степень диссоциации α 0,001М раствора хлорида калия KCl при 25^0С составляет 0,99. Рассчитать константу диссоциации хлорида калия.

8. Во сколько раз изменится скорость реакции получения хлорида водорода HCl

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

если молярные концентрации водорода увеличить в 2 раза и хлора в 3 раза.

9. Можно ли полностью выделить медь из раствора сульфата меди $CuSO_4$

$$Cu^{2+} + Fe \leftrightarrows Cu + Fe^{2+}$$

Стандартные значения электродных потенциалов равны

$$E^0_{Cu2+/Cu} = +0{,}34\text{В} \text{ и } E^0_{Fe2+/Fe} = -0{,}44 \text{ В}.$$

10. Вычислить максимальную работу реакции в гальваническом элементе

$$Cu^{2+} + Ni \leftrightarrows Cu + Ni^{2+}$$

$$Cu|\ CuSO_4 ||\ Ni\ SO_4|\ Ni$$

если молярные концентрации эквивалента $C(CuSO_4) = C_{экв}(Ni\ SO_4)$=1 моль экв/л.

11. В реакции второго порядка

$$A + B \rightarrow П \text{ (продукты)}$$

концентрация веществ составит C(А)=0,3 моль/л и C(В)=0,2 моль/л. Как измениться скорость реакции, если концентрацию вещества А уменьшить до 0,2 моль/л, а концентрацию C(В) увеличить до 0,6 моль/л.

12. Вычислить температуру кипения Tк и замерзания Tз раствора, содержащего 138 г глицерина в 816 г воды. Молярная масса глицерина $C_3H_8O_3$ равна 92, эбулиоскопическая и криоскопическая постоянные воды соответственно равны 1,86 и 0,32.

13. Период полураспада полония Po составляет 140 дней. Вычислить константу скорости реакции распада полония, которая относится к реакциям первого порядка.

14. Период полураспада стронция Sr^{90} равен 27,7 года. Сколько потребуется времени, чтобы распалось 70% взятой массы стронция? Реакция радиоактивного распада относится к реакциям первого порядка.

15. Константы скорости химической реакции 1-го порядка при 293 и 393 К соответственно равны $3 \cdot 10^{-2}$ и $4 \cdot 10^{-1}$ $с^{-1}$. Вычислить энергию активации этой реакции и период полупревращения.

16. Рассчитать тепловой эффект реакции

$$CO_г + H_2O_г \leftrightarrows CO_{2г} + H_{2г}$$

если стандартные энтальпии образования ΔH^0_{298} кДж/моль веществ равны CO = -110,5; H_2O = -241,8; CO_2 = -335,5. В каком направлении сместится равновесие реакции при повышении давления и уменьшении температуры?

17. Рассчитать объём, занимаемый 96 г кислорода при 17°С и давлении 1.5 атм, универсальная газовая постоянная равна 0,082 л· атм/моль·К

18. Вычислить массу 1 $м^3$ воздуха при 20°С и давлении 0.9 атм, считая среднюю молекулярную массу воздуха равной 29 г/моль.

19. Осмотическое давление раствора глюкозы (M = 312 г/моль) при 20°С равно 2.46 атм. Рассчитать массу и массовую долю глюкозы в растворе.

20. Рассчитать тепловой эффект реакции

$$Zn+2AgCl \leftrightarrows ZnCl_2 +2Ag,$$

если ЭДС такого гальванического элемента при 0°С равна 1,015 В и температурный коэффициент ЭДС $(\partial E/\partial T)p = - 4.02\cdot10^{-4}$.

21. Найти активности ионов K^+ и Cl^- в растворе KCl с молярной концентрацией 0,01моль/л

22. Вычислить максимальную полезную работу реакции при температуре 1227°С

$$2H_2 +O_2 \leftrightarrows 2H_2O +484 \text{ кДж},$$

если константы равновесия Kp при температурах 1227°С и 1278°С равны $6.16\cdot10^{10}$ и $2.63\cdot10^{11}$ соответственно.

23. Для реакции

$$CO_г+H_2O_г \leftrightarrows CO_{2г} +H_{2г}$$

константа равновесия при 1000 К равна 1,36, а при температуре 1200 К равна 0,68. Определить тепловой эффект реакции в данном температурном интервале и константу равновесия при 1100 К.

24. Вычислить энергию активации и константу скорости химической реакции при t = 30°С, если константы скорости этой реакции при температурах 20°С, и 40°С соответственно равны $9,91\cdot10^{-1}$ мин $^{-1}$ и $43,9\cdot10^{-4}$ мин $^{-1}$.

/

Аннотация
программы дисциплины «Физическая химия”

1. **Цели и задачи дисциплины**

Целью дисциплины является: подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по направлению; формирование общетехнических знаний и умений по данному направлению; целенаправленное применение базовых знаний в области химии в профессиональной деятельности; формирование у студентов целостного представления о взаимосвязи и взаимных переходах химических и физических форм движения материи; формирование умений по усовершенствованию и разработке процессов управления для получения материалов и изделий требуемых определенных свойств.

Задачами дисциплины являются: изучение терминологии, определений и основополагающих физических и химических законов и закономерностей; приобретение навыков исследовательской работы и научной деятельности.

2. **Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части базового цикла (Б1) основной образовательной программы специалитета.

Дисциплина "Физическая химия" взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП специалитета

В базовой части базового цикла (Б1):

- Высшая математика;
- Физика;
- Общая и неорганическая химия;
- Дисперсные системы и поверхностные явления;
- Материаловедение;
- Процессы и аппараты химической технологии;
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии.

В вариативной части базового цикла (Б1):

- Общая химическая технология;
- Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии.

3. **Требования к результатам освоения дисциплины.**

В результате изучения дисциплины "Физическая химия", студенты должны:

Знать:

- основные положения современной теории энергетики и кинетики химических реакций, химической термодинамики, теории фазовых переходов, химического равновесия, общие свойства растворов, свойства растворов электролитов, закономерности протекания электрохимических процессов;

- основные уравнения термодинамики и химической кинетики для описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;

- принципы реализации физико-химических процессов при выполнении основных этапов технологии;

- физико-химические модели химических процессов технологии: выделения и очистки вещества.

Уметь:

- определять направления протекания химических превращений и константы равновесия реакций, применять знания фундаментальных основ, подходы и методы физической химии при изучении других дисциплин;

- оценивать численные порядки величин для различных физико-химических процессов;

- использовать основные понятия законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы к технологическим процессам;

- выбирать и применять методы решения задач для моделирования и определения оптимальных параметров технологических процессов;

- применять знания фундаментальных основ, подходы и методы химии в профессиональной деятельности.

Владеть:

- математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов физической химии к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для использования в профессиональной деятельности.;

- законами термодинамики для анализа процессов переработки материалов;

- методами расчета термодинамических и кинетических параметров, тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам переработки материалов;

- навыками физико-химических расчетов в термодинамике и кинетике технологических процессов.

4. Объем дисциплины и виды учебной нагрузки

Вид учебной работы	Всего часов	Пятый семестр
Общая/грузоемкость	**144 (4 у.е.)**	**144**
Аудиторные занятия (всего)	**72**	**72**
В том числе	**-**	**-**
Лекции	**36**	**36**
Практические занятия	**18**	**18**
Лабораторные занятия	**18**	**18**
Самостоятельная работа	**72**	**72**
Вид промежуточной аттестации		**экзамен**