Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 14:38:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a56727427735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан машиностроительного факультета
_____/Е.В. Сафонов/
«13» сентября 2022г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая химия»

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Профиль: «Инновации в металлургии»

Форма обучения:
Заочная

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **22.03.02 «Металлургия»**, профиль подготовки **«Инновации в металлургии»**

Программа дисциплины «Физическая химия» согласована и утверждена на заседании кафедры «Металлургия»

« 31 » августа 2022 г., протокол № 11-08

Заведующий кафедрой _____/Шульгин А.В. /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **22.03.02 «Металлургия»**

_____ / Хламкова С.С. /

«01» 09 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ /А.Н. Васильев/

« 13 » 09 2022 г. Протокол: № 14-22

Присвоен регистрационный номер 22.03.02.03/29.2022

1. Цели освоения дисциплины

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

– формирование у студентов целостного представления о взаимосвязи и взаимных переходах химических и физических форм движения материи;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению 22. 03. 02 "Металлургия" в том числе формирование умений по усовершенствованию и разработке процессов получения металлов, сплавов и металлических изделий требуемого качества, а также процессов обработки, при которых изменяются их химический состав и структура для достижения 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, используемых для подготовки презентаций, докладов и рефератов.

2.Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Физическая химия» относится к числу учебных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы бакалавриата.

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

– Методы анализа и контроля веществ;
– Физико-химические методы анализа веществ;
– Защита металлов от коррозии;
– Металлургическая теплотехника;
– Металлургические технологии.

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 обучающие должны обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК – 5	Способностью решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и	– знает: проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных – умеет: решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств – имеет навыки: проведения научно-исследовательских работ в профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств

	прикладных аппаратно-программных средств	
ОПК - 6	Способностью принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	− знает: основные платформы и технологии, программно-аппаратные средства для реализации профессиональной деятельности − умеет: применять обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии − имеет навыки: владения технологиями обоснования технических решений в профессиональной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетных единицы, т.е. **72** академических часов (из них 64 часа – самостоятельная работа студентов).

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

- Лекции -4 часа
- Лабораторные работы – 4 часа
- Форма контроля - экзамен

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Пятый семестр

Введение

Предмет, цели и задачи дисциплины. Значение физической химии для обеспечения экологической безопасности окружающей среды и эффективности технологических процессов.

Основы химической термодинамики

Основные понятия термодинамики. Термодинамические системы и процессы. Уравнение состояния идеального газа. Теплота, работа и превращение энергии. Теплоёмкость газов, жидкостей и твердых тел. Зависимость теплоёмкости от температуры.

Первый закон термодинамики. Изохорный, изобарный и изотермический процессы. Внутренняя энергия и энтальпия. Термохимия, термохимические реакции, Закон Гесса. Тепловой эффект химических реакций, его связь с энтальпией реакции. Стандартная энтальпия образования веществ. Связь энтальпии реакции с внутренней энергией. Влияние температуры на тепловой эффект химической реакции. Закон Кирхгофа.

Основы химической термодинамики

Второй закон термодинамики. Энтропия, вероятностный характер энтропии. Энтропия в обратимых и необратимых процессах. Стандартные значения энтропии. Тепловая теорема Нернста, её применение для расчёта изменения энтропии химических реакций. Термодинамические потенциалы. Свободные энергии в изотермическом и изохорном процессах. Стандартное значение свободной энергии Гиббса. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал.

Термодинамика химического равновесия

Закон действующих масс, константа химического равновесия. Связь константы равновесия с изменением свободной энергии Гиббса. Уравнения изотермы и изобары химических реакций и их применение для расчётов химического равновесия. Зависимость изобарного и химического

потенциалов идеального газа от давления. Равновесие в реальных газовых системах. Летучесть и активность.

Фазовые равновесия

Фазовые равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Давление пара твердых и жидких тел. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния чистого вещества.

Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах

Термический анализ. Построение диаграмм состав-температура кристаллизации (плавления). Основные типы диаграмм. Правило рычага. Равновесие «жидкий раствор-пар». Зависимость давления насыщенного пара от состава жидкого раствора. Закон Рауля. Растворы с положительными и отрицательными отклонениями от закона Рауля. Состав пара над раствором. Законы Коновалова. Диаграммы «состав - давление пара» и «состав-температура кипения». Перегонка и ректификация.

Растворы

Классификация растворов. Разбавленные растворы неэлектролитов. Давление насыщенного пара растворителя над раствором. Температуры замерзания и кипения разбавленных растворов. Криоскопия и эбуллиоскопия. Осмос и осмотическое давление. Растворы электролитов. Причины и механизм электролитической диссоциации. Связь степени диссоциации с изотоническим коэффициентом Вант-Гоффа. Электропроводимость растворов. Удельная и эквивалентная электропроводимости растворов электролитов. Кондуктометрия. Растворы сильных электролитов. Активность и ионная сила раствора.

Формальная кинетика

Основные положения и понятия. Кинетическая классификация химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Кинетические уравнения реакций первого и второго порядков. Расчётные и графические методы определения порядка реакции.

Катализ

Влияние температуры на скорость химической реакции. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Методы определения энергии активации. Энтропия активации. Классификация каталитических процессов. Гомогенный и гетерогенный катализ. Особенности действия катализаторов в гетерогенном катализе.

Электродные равновесия

Возникновение скачка электродного потенциала и двойного электрического слоя на границе «металл-раствор электролита». Термодинамическое выражение для скачка электродного потенциала. Уравнение Нернста. Классификация электродов. Электрохимические цепи. Связь электродвижущей силы с термодинамическими характеристиками. Потенциометрия и её применение.

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:

- использование традиционных форм проведения лекционных занятий (с использованием презентаций);
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет - тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Физической химии» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. 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 средства текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

1. Устный опрос по выполненным лабораторным работам и контрольное домашнее задание по каждой теме дисциплины ;
2. Итоговая аттестация в форме экзамена в пятом семестре.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания к каждой лабораторной работе и контрольное домашнее задание по каждой теме дисциплины.

Образец контрольных вопросов и заданий приведены в каждой лабораторной работе. Образец контрольного домашнего задания для проведения текущего контроля по каждой теме дисциплины приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, вопросы и задачи к экзаменационным билетам приведены в приложении 2.

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
ОПК – 5	Способностью решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств
ОПК-6	Способностью принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

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).

ОПК-5 Научные исследования	
	Критерии оценивания

Показатель	2	3	4	5
знать: основные физические и химические законы и закономерности, типовые решения для их выявления	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие требованиям следующих знаний: основных физических и химических законов и закономерностей, типовые решения для их выявления	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие требованиям следующих знаний: основных физических и химических законов и закономерностей, типовые решения для их выявления. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных физических и химических законов и закономерностей, типовые решения для их выявления, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие требованиям следующих знаний: основных физических и химических законов и закономерностей, типовые решения для их выявления, свободно оперирует приобретенными знаниями.

уметь: выбирать и применять методы решения типовых задач в области физической химии;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выбирать и применять методы решения типовых задач в области физической химии	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выбирать и применять методы решения типовых задач в области физической химии. 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: выбирать и применять методы решения типовых задач в области физической химии. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выбирать и применять методы решения типовых задач в области физической химии Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками физико-химического анализа в области металлургических процессов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками физико-химического анализа в области металлургических процессов	Обучающийся владеет навыками физико-химического анализа в области металлургических процессов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками физико-химического анализа в области металлургических процессов. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками физико-химического анализа в области металлургических процессов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

ОПК-6 – Принятие решений				
знать: Основные понятия , законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные понятия , законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний Основные понятия , законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы. 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: основные понятия , законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные понятия , законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы, свободно оперирует приобретенным и знаниями.
уметь: Использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы в процессах металлургического производства.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы в процессах металлургического производства.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы в процессах металлургического производства. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы в процессах металлургического производства. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки,	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы в процессах металлургического производства.

		испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: Законами термодинамик и для анализа металлургичес ких процессов.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет законами термодинамики для анализа металлургических процессов.	Обучающийся владеет законами термодинамики для анализа металлургических процессов, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет законами термодинамики для анализа металлургических процессов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет законами термодинамики для анализа металлургическ их процессов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

а. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание: 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": выполнили и защитили лабораторные работы и контрольное домашнее задание.

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 незначительные ошибки, неточности, затруднения 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 нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей. 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 показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые нестандартные ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе. 7.Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. 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.:ил .
2. 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.шк. Кн. 2:Электрохимия. Химическая кинетика и катализ.-2001.-320с.:ил.

б) дополнительная литература:

1. Жуховицкий А.А. Физическая химия : учеб. для вузов . Гриф МО /А.А.Жуховицкий, Л.А.Шварцман .-3-е изд., перераб. и доп.-М. :Металлургия ,1976.-543с.
2. Краткий справочник физико-химических величин/ под редакцией Равделя А.А., Пономарёвой А.М.-СпБ: Специальная литература, 1998-198 с

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:
Программное обучение не предусмотрено.Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека» http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

1. Теоретические и практические основы физической химии: учебное пособие,Макаров А. Г., Сагида М. О., Раздобреев Д. А. с.7-30; с.86; с. 136-138 http://www.knigafund.ru/books/183555
2. Формальная кинетика: учебное пособие,Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М с. 1-7; 24-45 http://www.knigafund.ru/books/186411
3. Физическая химия. В 2 кн. Под ред. Краснова К.С.с 186 235 http://www.alleng.ru/d/chem/chem91.htm с.61-79
4. Экологическая химия Чибисова Н.В., Долгань Е.К. http://www.xumuk.ru/ecochem/1.html с.7-12
5. Физическая химия. Учебник для бакалавров Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г. https://www.biblio-online.ru/viewer/90D129B7-F226-44D2-BDDB-9C2B7E4EDBDD#page/32
6. Физическая и коллоидная химия 2-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для прикладного бакалавриата Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г https://www.biblio- online.ru/book/2DA78425-E69E-4850-91ED-390A7527473F с.15-183; 189-201;227-258
7. Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайте http://www.chem.msu.su/rus/teaching/roschina/physchembiol.pdf Рыжова О.Н.,Рощина Т.М., Новоселов А.И., Тифлова Л.А., Успенская И.А. Физическая химия для биологов в задачах, вопросах и ответах с.34-54http://i-exam.ru,http://fepo.ru http://xumuk.ru/;http://www.chem.ac.ru/; http://www.himiinet.ru/; http://chemistry.narod.ru/

Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированная учебная лаборатория НОЦ «ХимБиотех» ауд. ПК529 оборудована вытяжной вентиляцией, снабжена водой и электричеством.

Для проведения лабораторного практикума используются следующие современные приборы и оборудование:

1. Вискозиметры ВПЖ-2
2. Сталагмометр -1
3. Иономеры (Эксперт)- 2
4. Кондуктометр Эксперт-1
5. Весы ВЛР-200- 1
6. Весы ВЛТК- 500- 1
7. Термостаты – 2
8. Магнитные мешалки-3
9. Фотометр Эксперт – 1
10. Кулонометр Эксперт-1
11. Персональный компьютер Pentium-4-1
12. Стеклянная химическая посуда (химические стаканы, колбы, мерные цилиндры, бюретки, штативы металлические, химические реактивы)

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы

студентов Базовая самостоятельная работа студентов включает следующие

формы работ: 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 студента, 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.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Разделы дисциплины «Физическая химия» изучаются на 3 курсе в 5 семестре и включают: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов.

Лекция по дисциплине «Физическая химия» выполняет следующие функции:

- информационную;
- мотивационную (стимулирует интерес к науке, убеждение в теоретической и практической значимости изучаемого предмета, развитие 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 (формирование умений, чувств, отношений, оценок).

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.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **22.03.02 Металлургия**.

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: **22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ**
ОП (профиль): «Инновации в металлургии»
Форма обучения: заочная

Кафера: «ХимБиотех»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Физическая химия»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
2.1.Контрольные домашние задания
2.2.Экзаменационные вопросы
2.3.Задачи к экзаменационным вопросам
2.4. Образец экзаменационного билета

Составитель:

Иванов Сергей Сергеевич

Москва, 2022

- **ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Таблица 1

Физическая химия					
ФГОС ВО **22.03.02 «Металлургия»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональные и профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-5	Способность решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	**Знать:** основные физических и химических законы и закономерности, типовые решения для их выявления; **уметь**: • выбирать и применять методы решения типовых задач в области физической химии;	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы,	К/Р	**Базовый уровень** - воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень** - практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам
		владеть: • навыками физико-химического анализа в области металлургических процессов			

ОПК-6	Способность принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	**знать**: - основные понятия, законы модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы. **уметь**: - использовать основные понятия законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы к металлургическим процессам **владеть**: - методами расчета термодинамических и	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы,	К/Р	**Базовый уровень** - воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень** - практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным

**- 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
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Вопросы для собеседования к лабораторным работам (СЛ)	Средство для проверки навыков и умений применять полученные знания для решения практических задач по теме или разделу	Приведены к лабораторным работам

Приложение 3.1

Примерные варианты домашних контрольных работ
Пример варианта домашней контрольной работы № 1

1. Рассчитать изобарную теплоемкость газообразного водорода при температуре 200 К при известной зависимости от температуры.
2. Определить изменение теплоемкости ΔCp при протекании реакции: при температуре 400 К:

$$H_2+J_2=2HJ$$

3. Рассчитать изменение энтропии ΔS при переходе 1 моль железа при температуре фазового перехода 1808 К скрытая теплота фазового перехода 15,06 кДж/ моль.
4. Найти тепловой эффект реакции

$$Fe_3O_{4к}+ H_{2г}= 3\ FeO_к + H_2O_г$$

при температуре 300 К и известной зависимости теплоемкости ΔCp от температуры. Рассчитать тепловой эффект этой реакции при условии V = const

5. построить диаграмму фазового состояния (диаграмму плавкости) для системы Mg –Si по данным «состав- температура»

Содержание Mg, % масс.	0	4	15	23	40	61	85	100
t^0C	630	594	850	961	820	626	630	651

Определить количественный и качественный состав эвтектической смеси. Рассчитать число степеней свободы для системы содержащей 5 % Mg.

6.Для водного раствора объемом 0, 5 л , содержащего 30 г сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$ и имеющего температуру 25 ^{0} C , рассчитать :

1. давление насыщенного пара p над раствором
2. температуру кипения раствора $T_{кип}$
3. температуру замерзания раствора $T_з$
4. осмотическое давление $p_{осм}$

1. Используя справочные таблицы рассчитать активность и ионную силу раствора $CuSO_4$ с молярной концентрацией с $(CuSO_4)$=0,005 моль/л.
2. Окислительно – восстановительная реакция в гальваническом элементе

$$2FeCl_3 +SnCl_2=2FeCl_3+ SnCl_4$$

Протекает при Т =298 К и активностях ионов , равных 1.
Привести схематическую запись такого гальванического элемента.
Рассчитать свободную энергию Гиббса $\Delta G0$ и константу равновесия $К_а$ реакции
9. Для реакции

$$CO+H_2O = CO_2+ H_2$$

Константы равновесия $К_р$ при 1000 К и 1200 К соответственно равны 1,36 и 0,68
Рассчитать тепловой эффект реакции в данном температурном интервале и константу равновесия $К_р$ при температуре 1100 К.
10. удельная электропроводимость 5 % раствора уксусной кислоты CH_3COOH (ρ=1,005 г/мл) $\varkappa$=12,25·10^{-3}, ОМ $^{-1}$·см$^{-1}$
Вычислить константу диссоциации $К_д$, степень диссоциации α и pH раствора уксусной кислоты.
При какой молярной концентрации уксусной кислоты степень диссоциации станет равной 5%.
11. Константа скорости химической реакции первого порядка равна 5, 3 ·10^{-5} мин$^{-1}$
Рассчитать период полураспада и время в течение которого прореагирует 90% исходного вещества.
12.Для реакции

$$2HJ = J_2 + H_2$$

Константа скорости (мин$^{-1}$) при 280^0 С = 7, 96 ·10^{-7} при 300 ^{0} С -= 7, 96 ·10^{-6} рассчитать энергию активации, константу скорости реакции при 290 ^{0} С и температурный коэффициент скорости реакции γ.
13.Константа равновесия $К_с$ гомогенной газовой реакции

$$H_2+ Cl_2= 2HCl$$

равна 24. Исходной концентрации водорода и хлора равны 1 моль/л. Рассчитать равновесную концентрацию хлороводорода и константу равновесия $К_р$.
14.Равновесие газофазной реакции

$$N_2+ H_2=2 NH_3$$

При следующих равновесных концентрациях моль/л : $c_р(N_2)$=0,5 ; $c_р(H_2)$=0,1 и $c_р(NH_3)$=1,2
Вычислить константы равновесия Кс и Кр и концентрации исходных веществ $c_{исх}(N_2)$ и $c_{исх}(H_2)$
15. При электролизе водного раствора сульфата никеля на аноде выделилось 4,3 л кислорода при температуре 24 ^{0} С и давлении 101325 Па.
Рассчитать массу выделившегося на катоде никеля, если выход по току составил 85 %.

Приложение 3.2

Вопросы и задачи для собеседования к лабораторным работам.
Лабораторная работа
«Кинетика гомогенных химических реакций»

1. Какие реакции называются гомогенными? Привести примеры.
2. Сформулируйте закон действующих масс.
3. Какие реакции относят к мономолекулярным, двухмолекулярным и тримолекулярным?
4. Какие реакции относят к реакциям первого, второго и третьего порядков?
5. В чем заключается сущность влияния температуры на скорость химических реакций?
6. Как рассчитать энергию активации химической реакции?

7. Какие вещества называются катализаторами?

8. Какие особенности характерны для каталитических реакций?

Задача

Для реакции разложения иодоводорода $2HJ = J_2 + H_2$ константа скорости реакции при 280^0 С = 7, 96 $\cdot 10^{-7}$ при 300 ^{0} С -= 7, 96 $\cdot 10^{-6}$

Рассчитать константу скорости этой реакции при 250 ^{0} С.

Приложение 3.3

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Физическая химия» по разделу 1

1. Предмет и основные понятия термодинамики. Теплота и работа. Закрытые и изолированные процессы. Параметры состояния.
2. Круговой процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые процессы.
3. Экстенсивные и интенсивные свойства чистых веществ. Влияние относительного количество компонентов (относительного состава) на интенсивные свойства растворов. Парциальные мольные величины.
4. Первый закон термодинамики. Математическое выражение первого закона термодинамики и его значение.
5. Изохорный и изобарный процессы. Связь между внутренней энергией и свободной энтальпией.
6. Теплоёмкость. Зависимость теплоёмкости от температуры для интервала температур от 273 до 1500 К.
7. Зависимость внутренней энергии и энтальпии от температуры.
8. Термохимия, термохимические уравнения. Стандартная энтальпия образования и растворения веществ.
9. Закон Гесса. Расчет теплоты образования, растворения и энергии химической связи.
10. Зависимость энтальпии реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа.
11. Второй закон термодинамики. Его формулировка и применение к изолированной системе.
12. Третий закон термодинамики, энтропия и вероятность.
13. Термодинамические потенциалы. Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца.
14. Изменение термодинамических потенциалов в изотермических условиях. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
15. Максимальная работа и возможность протекания химической реакции. Стандартные потенциалы образования веществ.
16. Термодинамика химического равновесия. Закон действующих масс и константа химического равновесия.
17. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.
18. Соотношение между изменением свободной энергии Гиббса и константой равновесия. Уравнение изотермы реакции.
19. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары реакции.
20. Термодинамическое равновесие в реальных газовых системах. Летучесть и активность.
21. Влияние различных факторов на скорость химических реакций. Правило Вант-Гоффа.
22. Термический анализ. Построение диаграмм состав-температура кристаллизации. Основные типы диаграмм.
23. Равновесие «жидкий раствор-пар». Диаграмма состояния чистого вещества.
24. Правило фаз Гиббса.
25. Давление пара твердых и жидких тел. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.

26. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Система с неорганической растворимостью компонентов в твердом состоянии.
27. Зависимость давления насыщенного пара от состава. Закон Рауля. Отклонения от закона Рауля.
28. Состав пара над раствором. Законы Коновалова.
29. Диаграммы «состав - -температура кипения». Перегонка и ректификация.
30. Состав пара над раствором. Законы Коновалова. Диаграммы «состав - давление пара» и «состав-температура кипения». Перегонка и ректификация.
31. Давление насыщенного пара растворителя над раствором. Первый закон Рауля.
32. Температуры замерзания и кипения разбавленных растворов. Криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные.
33. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
34. Растворы электролитов. Константа и степень диссоциации и связь между ними.
35. Растворы сильных электролитов. Активность и ионная сила раствора.
36. Электропроводимость растворов электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводимости растворов электролитов, их зависимость от концентрации.
37. Подвижность ионов и эквивалентная электропроводимость при бесконечном разбавлении. Кондуктометрический метод анализа.
38. Формальная кинетика. Основные положения и понятия. Определяющая стадия , скорость молекулярность химической реакции.
39. Вывод кинетического уравнения первого порядка.
40. Вывод кинетического уравнения второго порядка.
41. Частичный и общий порядок реакции. Способы определения порядка реакции.
42. Влияние температуры на скорость химической реакции. Энергия активации, ее смысл и графическое определение.
43. Катализ. Особенности и классификация каталитических процессов. Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализаторы и промоторы. Старение катализаторов, каталитические яды.
44. Возникновение скачка потенциала на границе раздела фаз. Двойной электрический слой и его строение. Уравнение Нернста.
45. Электрохимические элементы. Гальванический элемент. электродвижущая сила гальванического элемента. Концентрационный гальванический элемент
46. Измерение электродных потенциалов. Стандартный водородный электрод. Хлорид-серебряный и стеклянный электроды сравнения и их применение.
47. Потенциометрическое титрование. Измерение pH растворов. Активность ионов.
48. Термодинамика обратимого гальванического элемента. Расчет константы равновесия электрохимической реакции гальванического элемента.

Приложение 3.4

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 25^0C, 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 λ_{OH^-}=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 λ_{OH^-}=198,0 (размерности равны см 2 · моль-1 Ом-1).

5. Сколько времени необходимо затратить для выделения электролизом 0,75 г серебра из 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 К=1,86^0
7. Степень диссоциации α 0,001 М раствора хлорида калия KCl при 25^{0}С 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

$$E0_{Cu2+/Cu}=+0,34 \text{ В и } E0_{Fe2+/Fe}=-0,44 \text{ В}$$

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 С ($CuSO_4$) = $C_{экв}$ (Ni SO_4)=1 моль экв/л

11. В реакции второго порядка

А+В→П (продукты)

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

12. Вычислить температуру кипения Тк и замерзания Тз раствора, содержащего 138 г глицерина в 816 г воды. Молярная масса глицерина $C_3H_80_3$ равна 92, эбулиоскопическая и криоскопическая постоянные воды соответственно равны 1,86 ^{0} и 0,32^0.
13. Период полураспада полония Ро 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. Константа скорости химической реакции 1-го порядка при 293 и 393 К соответственно равны $3\cdot10^{-2}$ и $4\cdot10^{-1}$ с $^{-1}$. Вычислить энергию активации этой реакции и период полураспада
16. Рассчитать тепловой эффект реакции

$$CO_г+H_20_г \leftrightarrows CO_{2г} +H_{2г}$$

если стандартная энтальпии образования ΔH^0_{298} кДж/моль веществ равны С0=-110,5;

$$H_20=-241,8; CO_2= -335,5.$$

В каком направлении сместится равновесие реакции при повышении давления и уменьшении температуры?

17. Рассчитать объём, занимаемый 96 г кислорода при 17 ºС и давлении 1.5 атм, универсальная газовая постоянная равна 0,082 л· атм/моль·К
18. Вычислить массу 1 м^3 воздуха при 20 ºС и давлении 0.9 атм, считая среднюю молекулярную массу воздуха равной 29 г/моль
19. Осмотическое давление раствора глюкозы (М=312 г/моль) при 20 ºС 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

$$2H_2 +O_2 \leftrightarrows 2H_2O +484\ кДж ,$$

если константы равновесия Kp при температурах 1227 °С и1278 °С равны $6.16\cdot10^{10}$ и $2.63\cdot10^{11}$ соответственно.

23. Для реакции

$$CO_г+H_20_г \leftrightarrows CO_{2г} +H_{2г}$$

константа равновесия 1000К 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 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 $^{-1}$.

ример
экзаменационного
билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии кафедра «ХимБиотех»
Дисциплина «Химия»
Образовательная программа **22.03.02 «Металлургия»**
Профиль «
Инновации в
металлургии»
Курс 2,
семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Корпускулярно-волновые свойства частиц. Волновое уравнение Шредингера . Атомная орбиталь

---

2. Гидролиз солей. Простой, ступенчатый и полный гидролиз. Константа и степень гидролиза. Влияние различных факторов на протекания гидролиза.

Задача Во сколько раз изменится скорость прямой реакции

$$MgO_{к} + CO_{2\,Г} \leftrightarrows Mg\,CO_3 \quad \Delta H<0$$

При уменьшении давления в системе в 3 раза? В каком направлении сместится равновесие при уменьшении температуры?

Утверждено на заседании кафедры «ХимБиотех » «___»_____ 201__ г., протокол №____.

/

Зав.кафедрой «ХимБиотех»