Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.09.2023 15:24:12
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
К.И. Лушин
«___» _____2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия»

Направление подготовки
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль подготовки
«Автоматизированные энергетические установки»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Москва 2022 г.

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Химия» следует отнести:

- теоретическое освоение обучающимися основных разделов химии, необходимых для профессиональной деятельности

- освоение методов химического эксперимента для применения в профессиональной и научно-исследовательской деятельности

К **основным задачам** освоения дисциплины «Химия» следует отнести:

- развитие практических навыков по вопросам, связанным с применением основных химических законов, закономерностей протекания химических реакций;

- формирование навыков исследования химического воздействия на промышленные объекты.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Химия» относится к числу базовых учебных дисциплин части дисциплин ООП бакалавриата по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Дисциплина «Химия» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- Физика;
- Материаловедение и ТМК;
- Теоретические основы электрохимического преобразования энергии;
- Технология конструкционных материалов;
- Безопасность жизнедеятельности.

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

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

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	**знать:** • основные законы химии; • классы неорганических соединений; • основы строения атомов и молекул; • виды и механизмы образования химической связи в соединениях различных типов; • основы химической термодинамики и кинетики; • методы описания химического равновесия в растворах электролитов, гидролиза солей; • окислительно-восстановительные реакции; • методы качественного и количественного анализа, включая методы очистки и разделения веществ. **уметь:**

		• определять принадлежность веществ к основным классам неорганических соединений, энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций, величины pH и характеристики диссоциации электролитов; • пользоваться периодической таблицей химических элементов, математическим выражением закона действующих масс • расставлять коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях методами электронного баланса и полуреакций, проводить расчеты концентраций растворов различных соединений. **владеть:** • теоретическими основами химической науки; • навыками выполнения основных химических лабораторных операций; • правилами безопасной работы в химической лаборатории.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы **(108 академических часа,** из них 72 часа – самостоятельная работа студентов) все в первом семестре. Структура и содержание дисциплины «Химия» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Лекции – 0,5 часа в неделю. Всего 9 часов.

Лабораторные работы – 1 час в неделю. Всего 18 часов.

Семинары – 0,5 часа в неделю. Всего 9 часов.

Форма контроля – экзамен.

Содержание разделов дисциплины

ОБЩАЯ ХИМИЯ

Тема 1. Основные химические понятия и законы

Закон сохранения материи, закон постоянства состава, закон эквивалентов, закон простых кратных отношений, закон простых объемных отношений Гей-Люссака, газовые законы, закон Авогадро. Атомные и молекулярные массы, количество вещества. Применение основных законов химии к количественным расчетам по уравнениям реакции.

Тема 2. Основные классы неорганических соединений

Основные классы неорганических соединений: оксиды, основания, кислоты и соли. Основы номенклатуры химических соединений. Некоторые методы их получения, особенности химических свойств.

Тема 3. Строение электронной оболочки атома. Периодический закон Д.И. Менделеева

Строение атома по Бору. Корпускулярно-волновые свойства материи. Уравнение Планка. Принцип неопределенности. Уравнение Шредингера и волновые функции электронов.

Квантовые числа. Главное квантовое число. Энергетические уровни. Основное и возбужденное состояние атома. Орбитальное квантовое число. Энергетические подуровни.

Форма атомных орбиталей. Магнитное квантовое число. Атомные орбитали. Ориентация атомных орбиталей в пространстве. Спин электрона. Спиновое квантовое число.

Правило Паули. Максимальное количество электронов на энергетическом уровне, подуровне и атомной орбитали. Порядок заполнения энергетических уровней и подуровней в многоэлектронных атомах. Правило Гунда. s-, p-, d- и f- элементы. Их расположение в периодической системе Д.И. Менделеева.

Периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева. Периоды и группы. Строение периодической системы и строение электронной оболочки атома. Электронные аналоги. Валентные электроны у s-, p-,d- и f- элементов. Атомные параметры. Атомные и ионные радиусы. Энергия ионизации (ионизационный потенциал). Сродство к электрону. Электроотрицательность. Периодичность в изменении атомных параметров и химических свойств элементов.

Тема 4. Химическая связь и строение вещества

Типы химической связи. Ковалентная химическая связь. Общая электронная пара. Метод валентных схем (ВС). Энергетическая диаграмма образования молекулы водорода. Перекрывание электронных облаков. Длина связи. Свойства ковалентной связи: насыщаемость, направленность и полярность. Дипольный момент связи. Дипольный момент молекулы. Ионная связь, как предельный случай полярной ковалентной связи. Атомные и ионные радиусы. Структура молекулы и ее зависимость от строения внешнего электронного уровня атомов. Направленность ковалентной связи. Валентные углы. Гибридизация связей. Гибридизация атомных орбиталей центрального атома типа sp, sp^2, sp^3. Кратные связи; σ- и π- связи. Донорно-акцепторная связь. Водородная связь. Особенности металлической связи.

Тема 5. Термохимия. Основы химической термодинамики.

Энергетические эффекты процессов. Системы, состояния и функции состояния. Термодинамические параметры. Внутренняя энергия, работа, тепловой эффект химической реакции. Законы термодинамики. Энтальпия, энергия Гиббса.

Закон Гесса и следствия из него. Применение их для расчета энтальпий химических реакций и фазовых превращений.

Тема 6. Химическая кинетика и равновесие. Катализ.

Скорость химической реакции. Система, фаза, компонент. Системы гомогенные и гетерогенные. Гомогенные реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. Влияние давления на скорость газовых реакций. Закон действия масс. Стадии, определяющие скорость процесса. Влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Температурный коэффициент скорости реакции Вант-Гоффа.

Гетерогенные реакции. Зависимость скорости гетерогенные реакции. Зависимость скорости гетерогенной реакции от концентрации реагирующих веществ. Влияние поверхности раздела фаз и диффузия.

Катализ гомогенный и гетерогенный. Механизм действия катализаторов. Ингибиторы. Цепные и фотохимические реакции. Реакции обратимые и необратимые.

Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных реакциях. Константа равновесия. Условия смещения равновесия. Принцип Ле- Шателье.

Тема 7. Растворы. Электролитическая диссоциация

Состав растворов. Способы выражения состава растворов. Растворимость. Растворы ненасыщенные, насыщенные и перенасыщенные. Влияние температуры на растворимость твердого вещества и жидкости. Сольватация и гидратация. Энтальпия растворения.

Электролитическая диссоциация. Растворы электролитов. Теория гидратации в процессах электролитической диссоциации. Степень электролитической диссоциации и ее зависимость от различных факторов. Сильные и слабые электролиты. Константа электролитической диссоциации слабых электролитов. Закон разведения (разбавления) Оствальда. Сильные электролиты. Кажущаяся степень диссоциации. Понятие об активности; коэффициент активности. Кислоты, основания и соли с точки зрения электролитической теории растворов. Амфотерность.

Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Концентрация протонов и ионов гидроксила в нейтральных, кислых и щелочных растворах. Водородный показатель pH. Кислотно-основные индикаторы, pH-метры.

Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Ступенчатый гидролиз. Влияние температуры и концентрации на степень гидролиза. Изменение pH раствора при гидролизе.

Тема 8. Окислительно-восстановительные реакции

Понятие о реакциях окисления-восстановления. Степень окисления. Окислительно-восстановительные свойства простых и сложных веществ. Важнейшие окислители и восстановители. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций.

Типы окислительно-восстановительных реакций. Зависимость состава продуктов окисления и восстановления от условий проведения реакции.

Тема 9. Электрохимические процессы

Взаимосвязь между электрохимическими и окислительно-восстановительными процессами. Гальванический элемент, гальваническая пара. Химические источники тока. Гальванические элементы и аккумуляторы. Топливные элементы. Коррозия металлов.

Электролиз. Законы Фарадея. Последовательность восстановления катионов и окисление анионов при сложном составе электролита. Электролиз с растворимым анодом. Применение электролиза. Стандартный электродный потенциал. Водородный электрод. Ряд напряжений. Э.Д.С. гальванического элемента. Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы и применение их для определения возможности протекания окислительно-восстановительных реакций.

Тема 10. Общие свойства металлов. Сплавы

Относительная распространенность металлов в природе и важнейшие виды руд. Основные методы получения металлов из руд: гидрометаллургические, пирометаллургические и электрометаллургические. Особенности строения и физических свойств металлических материалов. Химические свойства металлов. Взаимодействие металлов с неметаллами, водой, растворами кислот и щелочей. Химические свойства оксидов и гидроксидов металлов

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «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:

– подготовка к практическим занятиям;

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– проведение контрольных работ.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Химия» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 25% от объема аудиторных занятий.

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

Текущий контроль успеваемости проводятся по следующим критериям:

- активное участие в обсуждении результатов лабораторной работы, работа у доски;
- защита лабораторных работ;
- защита результатов выполнения заданий домашних контрольных работ;
- выполнение контрольных работ.

Образцы домашних контрольных работ, контрольных работ для текущего контроля, вопросов для подготовки к экзамену, экзаменационного билета, приведены в Приложении 3.

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 формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

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-2 - способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: •основные законы химии; •классы неорганических соединений; •основы строения атомов и молекул; •виды и механизмы образования химической связи в соединениях различных типов; •основы химической термодинамики и кинетики; • методы описания химического равновесия в растворах	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные законы химии; классы неорганических соединений основы строения атомов и молекул виды и механизмы образования химической связи в соединениях различных типов основы химической термодинамики и кинетики методы описания химического равновесия в растворах электролитов, гидролиза солей окислительно-	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные законы химии; классы неорганических соединений основы строения атомов и молекул виды и механизмы образования химической связи в соединениях различных типов основы химической термодинамики и кинетики методы описания химического равновесия в растворах электролитов, гидролиза солей окислительно-восстановительные реакции методы качественного и количественного анализа, включая методы очистки и разделения веществ. Допускаются значительные ошибки, проявляется	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные законы химии; классы неорганических соединений основы строения атомов и молекул виды и механизмы образования химической связи в соединениях различных типов основы химической термодинамики и кинетики методы описания химического равновесия в растворах электролитов, гидролиза солей окислительно-восстановительные реакции методы качественного и количественного анализа, включая методы очистки и разделения веществ, но	Обучающийся демонстри-рует полное соответствие следующих знаний: основные законы химии; классы неорганических соединений основы строения атомов и молекул виды и механизмы образования химической связи в соединениях различных типов основы химической термодинамики и кинетики методы описания

электролитов, гидролиза солей; •окислительно-восстановительные реакции; •методы качественного и количественного анализа, включая методы очистки и разделения веществ.	восстановительные реакции методы качественного и количественного анализа, включая методы очистки и разделения веществ.	недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	химического равновесия в растворах электролитов, гидролиза солей окислительно-восстановительные реакции методы качественного и количественного анализа, включая методы очистки и разделения веществ, свободно оперирует приобре-тенными знаниями.
уметь: •определять принадлежность веществ к основным классам неорганических соединений, энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций, величины pH и характеристики диссоциации электролитов; •пользоваться периодической таблицей химических элементов, математическим выражением закона действующих	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять принадлежность веществ к основным классам неорганических соединений, энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций, величины pH и характеристики диссоциации электролитов; пользоваться периодической таблицей химических элементов, математическим выражением закона действующих масс расставлять коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях методами электронного баланса	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: определять принадлежность веществ к основным классам неорганических соединений, энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций, величины pH и характеристики диссоциации электролитов; пользоваться периодической таблицей химических элементов, математическим выражением закона действующих масс расставлять коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях методами электронного баланса и полуреакций, проводить расчеты концентраций растворов различных соединений. Допускаются значительные ошибки,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: определять принадлежность веществ к основным классам неорганических соединений, энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций, величины pH и характеристики диссоциации электролитов; пользоваться периодической таблицей химических элементов, математическим выражением закона действующих масс расставлять коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях методами электронного баланса и полуреакций, проводить расчеты концентраций	Обучающийся демонстри-рует полное соответствие следующих умений: определять принадлежность веществ к основным классам неорганических соединений, энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций, величины pH и характеристики диссоциации электролитов; пользоваться периодической таблицей химических элементов, математическим выражением

масс •расставлять коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях методами электронного баланса и полуреакций, проводить расчеты концентраций растворов различных соединений.	и полуреакций, проводить расчеты концентраций растворов различных соединений.	проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	растворов различных соединений. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	закона действующих масс расставлять коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях методами электронного баланса и полуреакций, проводить расчеты концентраций растворов различных соединений. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: •теоретическими основами химической науки; •навыками выполнения основных химических лабораторных операций; •правилами безопасной работы в химической лаборатории.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет теоретическими основами химической науки; навыками выполнения основных химических лабораторных операций; правилами безопасной работы в химической лаборатории.	Обучающийся владеет теоретическими основами химической науки; навыками выполнения основных химических лабораторных операций; правилами безопасной работы в химической лаборатории. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет теоретическими основами химической науки; навыками выполнения основных химических лабораторных операций; правилами безопасной работы в химической лаборатории, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет теоретическими основами химической науки; навыками выполнения основных химических лабораторных операций; правилами безопасной работы в химической лаборатории, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

6.2. 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 данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Химия» (прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили лабораторные работы, выполнили домашние контрольные работы.)

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

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 3 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Основная литература:

1. Химия: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Т.В. Мартынова, И.В. Артамонова, Е.Б. Годунов – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 394с.

Дополнительная литература:

1. Глинка Н.Л. Общая химия. М. Юрайт, 2012. – 898с.

2. Задачи и упражнения по общей химии / Н.Л. Глинка – М.: издательство «КНОРУС», 2012. – 240с.

3. Мартынова, Т.В. Задания для самостоятельной работы: учебное пособие [Электронный ресурс]/ Т.В. Мартынова; под ред. автора.- М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 117с. – URL:http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

- http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm - книги по всем разделам химии,
- http://www.alleng.ru/edu/chem9.htm - учебный материал для студентов по химии

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

- http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm - книги по всем разделам химии,
- http://www.alleng.ru/edu/chem9.htm - учебный материал для студентов по химии

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лабораторного практикума на современном уровне при выполнении лабораторных работ предусмотрено использование следующего оборудования:

1. Фотоэлектрический калориметр.
2. Аквадистиллятор.
3. Аналитические весы.
4. Технические весы.
5. Электрический полупроводниковый выпрямитель.
6. Миллиамперметры.
7. Сушильный шкаф.
8. Фторопластовые калориметры.
9. Термометры.
10. Электролизеры.
11. pH-метр-иономеры.
12. Спектрофотометр СФ-56.
13. ИК-Фурье спектрометр с прессом ручным гидравлическим.
14. Фотометр КФК-3-01 фотоэлектрический.
15. Установка с вращающимся дисковым электродом (ВЭД-06).
16. Погружной термостат-циркулятор LOIP LT-208 и термостат циркуляционный ВТ3-2.
17. Автоматический титратор TitroLine Alpha.
18. Потенциостат марки IPC PRO-M.
19. Ноутбук с установленными средствами MS Office PowerPoint.
20. Мультимедийный проектор с переносным экраном.
21. Спектрометр атомно-абсорбционный «КВАНТ-2А»
22. Газовый хроматограф Shimadzu GC-14B.
23. Вытяжные шкафы.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой. Во время лекции студент должен вести краткий конспект. Дома самостоятельно работая с конспектом, студенту необходимо пометить материалы, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен найти ответы на вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самому не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Лабораторные работы составляют важнейшую часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Студент самостоятельно, пользуясь методическими рекомендациями, оформляет:

- заглавие, в котором указывается название лабораторной работы и ее порядковый номер;
- цель работы;
- оборудование и реактивы;
- содержание работы;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
- общие правила к оформлению лабораторной работы.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут.

При самостоятельной проработке домашних заданий и написания индивидуальных работ студентам рекомендуется пользоваться библиотечным фондом литературы (учебниками и периодическими изданиями), а также методическими указаниями по выполнению самостоятельных работ.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый интерактивный подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение лабораторных занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Химия» необходимо продумать план их проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо

увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

При этом во всех частях лекции необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

В лекционных или практических необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки бакалавров **13.03.03 «Энергетическое машиностроение».**

Программа утверждена на заседании кафедры «ХимБиотех» «30» августа 2022 г. протокол № 1.

Согласовано:

Зав. кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»
доцент, к.т.н. /Л.А. Марюшин/

Приложение №1

Структура и содержание дисциплины **«Химия»** по направлению **13.03.03 Энергетическое машиностроение**
Профиль «**Автоматизированные энергетические установки»** (бакалавр)
очная форма обучения

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Общая химия.	1													
1. Основные законы и понятия химии	1	1	1			6								
2. Основные классы неорганических соединений. Строение атома. Периодический закон и периодическая система элементов (ПСЭ) Д.И. Менделеева.	1	2	2	2		8						+		
3. Химическая связь и строение молекул.	1	3	1	1		8								
4.Термохимия.	1	4	1	1	3	10						+		
5. Кинетика и химическое равновесие. Катализ.	1	5		1	4	10						+		
6. Растворы.	1	6	2	2	4	10						+		
7. Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы.	1	7	2	2	4	10						+		
9. Общие свойства металлов.	1	8			3	10								
Форма аттестации	1												+	
Итого по курсу	**1**		**9**	**9**	**18**	**72**							**+**	

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 13.03.03 ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ
ОП (профиль): «Автоматизированные энергетические установки»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности:
научно-исследовательская; проектно-конструкторская;
производственно-технологическая; организационно-управленческая.

Кафедра «ХимБиотех»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Химия»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
Примерные варианты домашних контрольных работ
Образец контрольной работы для рубежного контроля по курсу
Вопросы для подготовки к экзамену
Пример экзаменационного билета

Москва, 2022

Таблица 1

- ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Химия					
ФГОС ВО **13.03.03 «Энергетическое машиностроение»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	**знать:** • основные законы химии; • классы неорганических соединений; • основы строения атомов и молекул; • виды и механизмы образования химической связи в соединениях различных типов; • основы химической термодинамики и кинетики; • методы описания химического равновесия в растворах электролитов, гидролиза солей; • окислительно-восстановительные реакции; • методы качественного и количественного анализа, включая методы очистки и разделения веществ. **уметь:** • определять принадлежность веществ к основным классам неорганических соединений, энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций, величины pH и характеристики диссоциации электролитов; • пользоваться периодической таблицей химических элементов, математическим выражением закона действующих масс • расставлять коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях методами электронного баланса и полуреакций, проводить расчеты концентраций растворов различных соединений.	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, семинарские занятия	К/Р	**Базовый уровень** - воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень** **-** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам

		владеть: • теоретическими основами химической науки; • навыками выполнения основных химических лабораторных операций; • правилами безопасной работы в химической лаборатории.			

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

Таблица 2

Перечень оценочных средств по дисциплине «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

Примерные варианты домашних контрольных работ

Пример варианта домашней контрольной работы № 1

1. Укажите, к какому классу принадлежат следующие неорганические соединения:
$MgSO_3$, $Ba(OH)_2$, SO_3, PbO, H_2SiO_3, $Al(OH)_3$, NaI, Li_2O. Дайте им название по систематической номенклатуре.
2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
$Li \rightarrow Li_2O \rightarrow LiOH \rightarrow Li_2SO_4 \rightarrow LiCl$.
3. Составьте полные электронные формулы элементов 51, 25. Укажите электронное семейство, приведите графическую формулу валентного слоя.
4. Рассчитайте стандартную энтальпию реакции $2NO + 3O_2 = 2NO_2$. Укажите, экзо- или эндотермической является данная реакция.
5. Рассчитайте значение потенциала Гиббса для реакции $CO_{(г)} + O_{2(г)} \rightarrow CO_{2(г)}$ и сделайте вывод о возможности протекания процесса при стандартных условиях, предварительно расставив коэффициенты. Найдите температуру равновесия этой реакции.

Пример варианта домашней контрольной работы № 2

1. Как изменится скорость химической реакции: $NO_{(г)} + O_{2(г)} \rightarrow NO_{2(г)}$, если: а) концентрацию NO уменьшить в 3 раза; б) температуру процесса повысить на 20°С ($\gamma = 3$)?
2. В какую сторону сместится равновесие химической реакции: $H_{2(г)} + O_{2(г)} \rightarrow H_2O_{(г)}$; $\Delta H < 0$, если: а) снизить температуру; б) увеличить давление; в) ввести катализатор; г) уменьшить концентрацию H_2O?
3. Найдите массу $NaNO_3$, необходимую для приготовления 150 мл 2М раствора.
4. Составьте выражения ПР AgBr, AgCl, сравните их растворимость. Рассчитайте концентрацию катионов и анионов в насыщенном растворе одного из этих веществ.
5. Рассчитайте концентрацию ионов OH^-, а также pH раствора, укажите реакцию среды при концентрация ионов H^+ равной $2{,}88*10^{-6}$ моль/л.
6. Какие из указанных солей подвергаются гидролизу: иодид лития, сульфит натрия, нитрат алюминия, карбонат аммония. Приведите молекулярные и ионные уравнения гидролиза, укажите реакцию среды и условия смещения равновесия гидролиза.

Пример варианта домашней контрольной работы № 3

1. Укажите тип ОВР для каждой из приведенных схем реакций: $Cu + H_2SO_4(к) \rightarrow CuSO_4 +$
$+ SO_2 + H_2O$; $NaNO_3 \rightarrow NaNO_2 + O_2$. Расставьте коэффициенты, пользуясь методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.
2. Расставьте коэффициенты в схеме ОВР: $HNO_3 + SO_2 + H_2O \rightarrow NO + H_2SO_4$, пользуясь методом полуреакций.
3. В приведенной схеме: $K_2CrO_4 + KCl + H_2O \rightarrow Cr(OH)_3 + KOH + Cl_2$ расставьте коэффициенты. На основании расчета ЭДС реакций определите, возможно ли ее протекание в указанном направлении при нормальных условиях.
4. Рассчитайте электродный потенциал хрома в 0,1М растворе $Cr_2(SO_4)_3$.
5. Рассчитайте ЭДС элемента, составленного из медного и свинцового электродов в 0,01 и 0,1 М растворах их солей соответственно.
6. Напишите уравнения реакций электролиза расплава NaI на инертных электродах.
7. Напишите уравнения реакций электролиза растворов BaS, KNO_3 на инертных электродах.

Образец контрольных работ для рубежного контроля

1. Допишите уравнения возможных реакций:

$Al + HCl \rightarrow$

$CaCO_3 \rightarrow (t)$

$SiO_2 + HF \rightarrow$

$Cu + HNO_3 \rightarrow$

$NH_3 + HNO_3 \rightarrow$

2. Рассчитайте энтальпию следующей реакции:

$4P_{(тв)} + 5O_{2(г)} = 2P_2O_{5(тв)}$,

если стандартные энтальпии фосфора, кислорода и оксида фосфора (V) равны: 0, 0, (-1507,2) кДж/моль, соответственно.

3. В какую сторону сместится равновесие химической реакции: $H_{2(г)} + O_{2(г)} \rightarrow H_2O_{(г)}$; $\Delta H < 0$, если: а) снизить температуру; б) увеличить давление; в) ввести катализатор; г) уменьшить концентрацию H_2O?

4. Рассчитайте концентрацию ионов OH^-, а также pH раствора, укажите реакцию среды при концентрация ионов H^+ равной $2{,}88*10^{-6}$ моль/л.

5. Укажите тип ОВР для каждой из приведенных схем реакций: $Cu + H_2SO_4(к) \rightarrow CuSO_4 +$ $+ SO_2 + H_2O$; $NaNO_3 \rightarrow NaNO_2 + O_2$. Расставьте коэффициенты, пользуясь методом электронного баланса. Укажите окислитель и восстановитель.

6. Рассчитайте ЭДС элемента, составленного из медного и свинцового электродов в 0,01 и 0,1 М растворах их солей соответственно.

Приложение 3.3

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Химия»

1. Волновая функция. Электронное облако и орбиталь. Квантовые числа, их взаимосвязь
2. Главное квантовое число. Энергетические уровни. Орбитальное квантовое число. Подуровни. Форма s- и p- орбиталей.
3. Магнитное квантовое число. Количество орбиталей в s-, p-, d- и f- подуровнях, взаимная ориентация атомных орбиталей.
4. Спиновое квантовое число. Максимальное число электронов на орбиталях, подуровнях и уровнях.
5. Принцип и последовательность заполнения электронами энергетических уровней и подуровней в многоэлектронных атомах.
6. Максимальное число электронов на орбиталях, подуровнях и уровнях.
7. Правило Паули и правило Гунда (примеры применения).
8. Периодический закон Д.И.Менделеева и периодическая система элементов с точки зрения строения электронной оболочки атомов. Современная формулировка периодического закона.
9.Периодическая система элементов. Периоды и группы элементов. Причина периодического изменения свойств элементов.
10. Радиус атома, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность (ЭО). Изменение этих параметров по периодам и группам периодической системы.
11. Основные характеристики химической связи (длина связи, энергия связи, полярность связи). Валентные углы.
12. Изменение потенциальной энергии системы при сближении двух атомов водорода. Длина и энергия связи в молекуле водорода. Изменение энергии системы при образовании химической связи.
13. Механизм образования ковалентной связи. Общая пара электронов. Ковалентность атомов. Ковалентная неполярная и полярная связь (примеры). Насыщаемость и направленность ковалентной связи.
14. σ- и π -связи. Простые и кратные связи на примере молекулы азота.
15. Механизм образования ионной связи. Правило октета. Ионная связь как предельный случай ковалентной полярной связи. Степень ионности химической связи и влияние на нее Δ ЭО взаимодействующих атомов.
16. Валентность атомов в основном и возбужденном состоянии. Гибридные орбитали, их форма. Типы гибридизации: sp, sp^2, sp^3 и расположение орбиталей в пространстве.
17. Валентные углы. Пространственная форма молекул. Линейные, угловые и пирамидальные молекулы. Схемы перекрывания валентных орбиталей в этих молекулах.
18. Дипольный момент. Дипольный момент химической связи и молекул сложного вещества.
19. Понятия "система", "фаза", "компонент" (определения). Гомогенные и гетерогенные реакции (примеры).
20. Энергетические эффекты химических реакций. Экзо- и эндотермические реакции (примеры). Энтальпия. Закон Гесса и следствия из него.
21.Охарактеризуйте энтропию как функцию состояния, являющуюся мерой неупорядоченности системы
22.Охарактеризуйте энергию Гиббса как критерий возможности протекания химической реакции.
23. Применение следствий из закона Гесса для расчета энтальпий химических реакций. Стандартные условия. Энтальпия образования сложного вещества.
24. Средняя и истинная скорость химической реакции. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции. Закон действующих масс.
25. Гомогенные химические реакции (примеры). Влияние на скорость гомогенной реакции концентрации реагирующих веществ. Закон действующих масс. Константа скорости реакции.

26. Влияние температуры на скорость химической реакции. Активные молекулы, энергия активации. Причина зависимости скорости химической реакции от температуры. Уравнение Вант-Гоффа, температурный коэффициент.
27. Гетерогенные реакции (примеры). Скорость гетерогенной реакции, влияние на нее диффузии и поверхности раздела фаз. Константа равновесия для гетерогенной реакции.
28. Катализ и катализаторы. Катализ гомогенный и гетерогенный, положительный и отрицательный. Механизм действия катализаторов. Примеры применения катализаторов в промышленности.
29. Необратимые и обратимые реакции (примеры). Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Константа равновесия.
30. Правило Ле-Шателье и применение его к равновесным системам. Влияние температуры, давления и концентрации реагирующих веществ на положение равновесия. Примеры.
31. Влияние температуры, давления и концентрации реагирующих веществ на положение равновесия. Примеры. Выбор оптимальных условий проведения химических реакций на примере синтеза аммиака: $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$; $\Delta H_{x.p.} < 0$.
32. Растворы. Способы выражения состава растворов (массовая доля, молярная и нормальная концентрации, титр). Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы. Перекристаллизация.
33. Тепловые эффекты при растворении кристаллического вещества в жидкости. Сольватация и гидратация. Энтальпия растворения. Влияние температуры на растворимость кристаллического вещества в жидкости.
34. Растворимость газов в жидкости. Зависимость растворимости газов в жидкости от давления (закон Генри) и температуры. Применение правила Ле-Шателье к процессу растворения газа в жидкости.
35. Электролиты и неэлектролиты. Теория электролитической диссоциации. Степень (α) и константа ($к_{дис.}$) диссоциации. Факторы влияющие на α и $к_{дис.}$? Сильные и слабые электролиты (примеры).
36. Диссоциация электролитов. Ступенчатая диссоциация кислот и оснований. На примерах диссоциации фосфорной кислоты (H_3PO_4) и гидроксида кобальта (II) $Co(OH)_2$. Константа электролитической диссоциации.
37. Закон разбавления Оствальда для слабого бинарного электролита (вывод). Влияние концентрации раствора слабого электролита на степень электролитической диссоциации.
38. Ионообменные реакции с образованием осадка, газа, слабого электролита или комплексного иона (примеры).
39. Произведение растворимости и применение его для вычисления концентрации насыщенного раствора и возможности выпадения осадка из раствора.
40. Электролитическая диссоциация воды. Константа диссоциации воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель (pH) растворов.
41. Концентрация ионов водорода и ионов гидроксида в нейтральных, кислых и щелочных растворах. Показатель pH и его значение в этих растворах.
42. Гидролиз солей. Ступенчатый гидролиз. Изменение pH при гидролизе. Необратимый гидролиз.
43. Степень и константа гидролиза. Влияние температуры и концентрации раствора на гидролиз.
44. Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления и валентность атомов. Окисление и восстановление.
45. Правила расстановки коэффициентов методом электронного баланса.
46. правила расстановки коэффициентов методом полу-реакций.
47. Типы окислительно-восстановительных реакций. Влияние условий проведения окислительно-восстановительных реакций (кислотность среды, температура, катализатор) на состав продуктов реакции.

48. Электролиз. Последовательность разряда ионов на электродах. Схемы процессов электролиза расплава и раствора NaCl. Законы электролиза (законы Фарадея).
49. Электролиз. Схемы процессов электролиза с инертными электродами и растворимым анодом. Применение электролиза.
50. Равновесие в системе металл-раствор его соли. Устройство и принцип действия первичного гальванического элемента Даниеля-Якоби.
51. Относительный электродный потенциал. Водородный электрод. Стандартный электродный потенциал. Ряд стандартных электродных потенциалов для пар Me/Me^{n+}(ряд напряжений) и выводы из него. Применение стандартных электродных потенциалов для определения возможности протекания окислительно-восстановительной реакции.

Приложение 3.4

Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗВАНИЯ 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 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»,
профиль «Автоматизированные энергетические установки»
Курс 1, семестр 1

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Оксиды и гидроксиды элементов IVA группы (углерод - свинец). Способы получения Физические и химические свойства.
2. Произведение растворимости и применение его для вычисления концентрации насыщенного раствора и возможности выпадения осадка из раствора.
3. Хлорид натрия → натрий → гидроксид натрия → карбонат натрия → хлорид натрия.
4. Рассчитайте концентрацию ионов OH^-, а также pH раствора, укажите реакцию среды при концентрация ионов H^+ равной $2{,}88*10^{-6}$ моль/л.

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

Зав. кафедрой «ХимБиотех» /И.В. Артамонова/
доцент, к.х.н.