

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 10 от «07» июня 2022 г.

Зав. кафедрой Ягафарова Г.А.



Согласовано:
Председатель УМК естественно-
математического факультета

Суюндуков И.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина **ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

(наименование дисциплины)

Обязательная часть

(обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений, факультатив)

программа бакалавриата

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

(указывается код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) подготовки

Биология. Химия

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

бакалавр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

доцент, к.б.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

Кужина Г.Ш.

Для приема: 2022 г.

Сибай 2022 г.

Составитель/ составители: Кужина Г.Ш., к.б.н., доцент

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры естественных наук протокол от «07» июня 2022 г. № 10.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины _____
утверждены на заседании кафедры, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / Ягафарова Г.А. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины _____
утверждены на заседании кафедры, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины _____
утверждены на заседании кафедры, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины _____
утверждены на заседании кафедры, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК 1.1. Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач	Знать теоретические основы, законы и принципы, методы физической и коллоидной химии, в объеме, необходимом для освоения химических основ биологических дисциплин, использования в преподавании данных учебных предметов.
		ИУК 1.2. Умеет: получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.	Уметь применять основы и законы, принципы, методы физической и коллоидной химии при изучении дисциплин естественнонаучного цикла
		ИУК 1.3. Владеет: навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач	Владеть навыками работы с соединениями и оборудованием; нахождения и использования справочной литературы и баз данных по составу, структуре и свойствам соединений; выполнения химических расчетов; выполнения основных операций при выполнении химического эксперимента

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана данного направления подготовки.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре по заочной форме обучения.

Цели изучения дисциплины: освоение системы знаний о фундаментальных теоретических и экспериментальных основах физической и коллоидной химии; овладение умениями характеризовать строение, физические и химические свойства веществ на основе законов химической термодинамики, кинетики, современной теории химического строения молекул; овладение экспериментальными умениями и навыками; развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе изучения физической химии; развитие логики и физико-химического мышления.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Неудовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
УК 1.1. Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач	Знать теоретические основы, законы, принципы, методы физической и коллоидной химии, в необходимом объеме, для освоения химических основ биологических дисциплин, использования в преподавании данных учебных предметов.	Не знает теоретические основы, законы, принципы, методы физической и коллоидной химии, в необходимом объеме, для освоения химических основ биологических дисциплин, использования в преподавании данных учебных предметов.	Несистематизированное знание теоретических основы, законы, принципы, методы физической и коллоидной химии, в необходимом объеме, для освоения химических основ биологических дисциплин, использования в преподавании данных учебных предметов.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы в знании теоретические основы, законы, принципы, методы физической и коллоидной химии, в необходимом объеме, для освоения химических основ биологических дисциплин, использования в преподавании данных учебных предметов.	Сформированное и систематизированное знание теоретические основы, законы, принципы, методы физической и коллоидной химии, в необходимом объеме, для освоения химических основ биологических дисциплин, использования в преподавании данных учебных предметов.
УК 1.2. Умеет: получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных	Уметь применять основы, законы физической и коллоидной химии при изучении дисциплин естественнонаучного цикла	Демонстрирует поверхностные умения применять основы, законы физической и коллоидной химии при изучении дисциплин естественнонаучного цикла	Демонстрирует частичные, фрагментарные, очень поверхностные умения применять основы, законы физической и коллоидной химии при изучении дисциплин естественнонаучного цикла	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы в умении применять основы, законы физической и коллоидной химии при изучении дисциплин естественнонаучного цикла	Показывает весь комплекс умений применять основы, законы физической и коллоидной химии при изучении дисциплин естественнонаучного цикла

задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.					
УК 1.3. Владеет: навыками исследования проблем профессиональ ной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуально й деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональ ных задач	Владеть навыками работы с соединениями и оборудованием; нахождения и использования справочной литературы и баз данных по составу, структуре и свойствам соединений; выполнения химических расчетов; выполнения основных операций при выполнении химического эксперимента	Не демонстрирует владение навыками работы с соединениями и оборудованием; нахождения и использования справочной литературы и баз данных по составу, структуре и свойствам соединений; выполнения химических расчетов; выполнения основных операций при выполнении химического эксперимента	Демонстрирует частичные навыки владения навыками работы с соединениями и оборудованием; нахождения и использования справочной литературы и баз данных по составу, структуре и свойствам соединений; выполнения химических расчетов; выполнения основных операций при выполнении химического эксперимента	Сформированное , но содержащее отдельные пробелы в навыками работы с соединениями и оборудованием; нахождения и использования справочной литературы и баз данных по составу, структуре и свойствам соединений; выполнения химических расчетов; выполнения основных операций при выполнении химического эксперимента	Демонстрирует сформированн ые навыки владения навыками работы с соединениями и оборудованием; нахождения и использования справочной литературы и баз данных по составу, структуре и свойствам соединений; выполнения химических расчетов; выполнения основных операций при выполнении химического экспериментаср еды.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
УК 1.1. Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач УК 1.2. Умеет: получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи. УК 1.3. Владеет: навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач	Знать теоретические основы, законы и принципы, методы физической и коллоидной химии, в объеме, необходимом для освоения химических основ биологических дисциплин, использования в преподавании данных учебных предметов.	Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа, экзамен
	Уметь применять основы и законы, принципы, методы физической и коллоидной химии при изучении дисциплин естественнонаучного цикла	Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа, экзамен
	Владеть навыками работы с соединениями и оборудованием; нахождения и использования справочной литературы и баз данных по составу, структуре и свойствам соединений; выполнения химических расчетов; выполнения основных операций при выполнении химического эксперимента	Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа, экзамен

Вопросы для подготовки к экзамену

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет включает в себя 3 вопроса, два из которых направлены на контроль теоретической части дисциплины. Третий вопрос носит практический характер. Все три вопроса охватывают различные модули курса.

Модуль «Физическая химия»

1. Предмет и задачи физической химии как теоретической основы современной химии. Роль физической химии в химической технологии, промышленности. Место физической химии в естествознании, биологии. Содержание курса физической химии. Ее значение в биологии. Основные этапы развития и современное состояние физической химии. Вклад в развитие науки отечественных ученых.
2. Предмет термодинамики. Термодинамические системы и их классификации. Термодинамические свойства. Интенсивные и экстенсивные параметры. Термодинамические процессы. Термическое равновесие системы. Закон транзитивности теплового равновесия. Температура. Внутренняя энергия. Теплота и работа как формы передачи энергии.
3. Первый закон термодинамики. Функция состояния. Обмен энергии в форме работы. Работа различного рода. Работа расширения идеального газа. Равновесные, обратимые и неравновесные процессы. Максимальная работа. Процессы при постоянной температуре, объеме, и давлении. Энтальпия. Адиабатный процесс.
4. Обмен энергии в форме теплоты. Теплоемкость и ее зависимость от температуры. Теория теплоемкости газов.
5. Приложение первого закона термодинамики к химии. Теплота реакции. Понятие о тепловом эффекте. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Закон Гесса и его следствия. Термохимические уравнения. Теплоты образования, сгорания, растворения. Энергии химических связей.
6. Зависимость теплового эффекта химических реакций от температуры. Уравнения Кирхгофа.
7. Второй закон термодинамики и его различные формулировки. Энтропия. Процессы равновесные и неравновесные. Уравнение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Некомпенсированная теплота Клаузиуса и работа, потерянная в необратимом процессе.
8. Изменение энтропии как критерий возможности самопроизвольного протекания процесса в изолированной системе. Изменение энтропии при химической реакции и фазовых переходах.
9. Постулат Планка. Вычисление абсолютного значения энтропии. Энтропия и вероятность. Статистическая интерпретация. Уравнение Больцмана.
10. Термодинамические потенциалы Гиббса и Гельмгольца. Физический смысл энергии Гиббса и Гельмгольца. Стандартные условия термодинамических величин. Условия самопроизвольного протекания процессов.
11. Характеристические функции. Уравнения Максвелла. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.
12. Изменение термодинамических функций в открытых системах. Химический потенциал, его определение, вычисление и свойства.
13. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Термодинамический вывод закона действующих масс. Различные виды констант (K_p , K_c , K_x) и связь между ними. Химическое равновесие в идеальных и неидеальных системах. Представление о летучести и активности.
14. Уравнения изотермы, изобары и изохоры химической реакции. Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнение Вант-Гоффа. Понятие о химическом сродстве. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье-Брауна.

15. Агрегатные состояния и их характеристика. Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Правило фаз Гиббса и его вывод. Условия равновесия между фазами.
16. Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса и его применение к различным фазовым переходам первого рода. Фазовые переходы второго рода.
17. Двухкомпонентные системы. Различные виды диаграмм состояния двухкомпонентных систем и их анализа на основе правила фаз. Диаграмма состав-температура двухкомпонентных систем.
18. Трёхкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Термодинамическая классификация растворов. Твёрдые растворы. Термический анализ.
19. Растворы различных классов. Смеси идеальных газов и их термодинамические свойства. Идеальные растворы. Растворы «жидкость-газ». Зависимость растворимости газов от давления (закон Генри), их природы и природы растворителя и температуры. Растворы летучих жидких веществ. Идеальные растворы. Закон Рауля. Давление насыщенного пара. Растворы с положительным и отрицательным отклонением от закона Рауля. Причины отклонений.
20. Термодинамика растворов. Растворы идеальные, предельно разбавленные, неидеальные. Функции смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы.
21. Растворы «летучая жидкость – нелетучее вещество». Зависимость растворимости твёрдых веществ от их природы и температуры. Свойства разбавленных растворов. Давление насыщенного пара растворителя над раствором, зависимость от температуры. Температура замерзания и кипения разбавленных растворов. Криоскопия и эбуллиоскопия. Криоскопический метод.
22. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа, его термодинамический вывод и область применимости. Осмотические и мембранные равновесия в растворах. Роль осмоса в биологических процессах.
23. Коллигативные свойства растворов электролитов. Изотонический коэффициент, его связь со степенью диссоциации. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Гидратация ионов и энергия гидратации. Константа диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда.
24. Растворы сильных электролитов. Основные положения теории сильных электролитов (теория Дебая-Гюккеля). Понятие средней активности и среднего коэффициентами активности; их связь с активностью и коэффициентами активности отдельных ионов. Ионная сила растворов. Ионная атмосфера и ассоциация ионов. Уравнения для коэффициента активности в первом, втором и третьем приближении теории Дебая-Гюккеля.
25. Электропроводность растворов электролитов. Удельная электропроводность и её зависимость от концентрации. Эквивалентная электропроводность. Числа переноса ионов. Связь электропроводности со скоростями движения ионов. Подвижность ионов. Закон Кольрауша. Аномальная подвижность ионов водорода и гидроксид-ионов. Применение кондуктометрических методов. Представление о растворимых и нерастворимых полиэлектролитах.
26. Общая характеристика электрохимических процессов, электрохимические системы. Понятие электрохимического потенциала и условие электрохимического равновесия на границе раздела фаз. Формула Нернста и уравнение Гиббса-Гельмгольца. Направленность электрохимических процессов.
27. Понятие электродного потенциала. Изменение электродного потенциала на границах раздела фаз в электрохимических системах: внутренний контактный, на границе «металл – раствор». Двойной электрический слой: его строение и роль в кинетике электродных процессов. Водородная шкала электродных потенциалов. Стандартные

электродные потенциалы. Электрохимический ряд напряжений. Роль мембранных и диффузионных потенциалов в биологических процессах.

28. Электрохимические цепи (гальванические элементы): химические и концентрационные. Измерение ЭДС. Электроды сравнения. Электрохимический метод измерения рН. Электроды для измерения рН: водородный, хингидронный, стеклянный. Потенциометрическое титрование.

29. Электрохимическая кинетика. Плотность тока как мера скорости электродного процесса. Поляризация электродов, виды поляризации. Стадии электродного процесса.

30. Механизмы массопереноса: диффузия, миграция, конвекция. Диффузионная кинетика. Уравнения диффузионной кинетики. Потенциал нулевого заряда. Полярография.

31. Электролиз. Законы Фарадея. Выход вещества по току. Перенапряжение электрохимической реакции и перенапряжение концентрации. Уравнение Тафеля. Перенапряжение восстановления водородных ионов. Особенности электролиза водных растворов и расплавов электролитов.

32. Практическое значение электрохимических процессов. Электрокристаллизация металлов. Анодное растворение металлов. Пассивность металлов. Коррозия металлов. Виды коррозии. Защита металлов от коррозии. Ингибиторы коррозии. Химические источники электрической энергии. Аккумуляторы.

33. Предмет и задачи химической кинетики. Механизмы химических реакций. Несоответствие механизмов химических реакций и их стехиометрических уравнений. Основные понятия химической кинетики. Скорость химических реакций. Гомогенные и гетерогенные реакции. Методы исследования скоростей реакций. Простые и сложные реакции. Элементарные стадии. Порядок и молекулярность реакций. Реакции переменного порядка (на примере образования HBr).

34. Кинетический закон действия масс и область его применимости. Составление кинетических уравнений для известного механизма реакции. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Зависимость скорости от температуры. Уравнение Аррениуса. «Эффективная» и «истинная» энергии активации.

35. Кинетика необратимых гомогенных реакций первого, второго и третьего порядков. Определение константы скорости, порядка реакции и вида кинетического уравнения.

36. Сложные реакции. Обратимые реакции первого порядка. Параллельные реакции. Последовательные реакции (на примере двух необратимых реакций первого порядка).

37. Цепные реакции. Элементарные процессы возникновения, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Ингибиторы цепных реакций.

38. Фотохимические и радиационно-химические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход. Сенсibilизированные реакции. Хемилюминесценция. Биолуминесценция. Значение фотохимических и радиационно-химических реакций в природе и химической промышленности.

39. Особенности кинетики гетерогенных реакций. Диффузия и адсорбция в гетерогенных процессах. Кинетическая и диффузионная области гетерогенного процесса.

40. Катализ, его определение. Особенности и классификация каталитических процессов.

41. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Кинетика специфического кислотного катализа.

42. Ферментативный катализ. Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций. Зависимость кинетических постоянных от рН среды и температуры. Уравнение Михаэлиса-Ментена. Субстратная специфичность ферментов. Активные и адсорбционные центры ферментов. Примеры ферментативных реакций и их значение.

43. Гетерогенный катализ. Скорость гетерогенной каталитической реакции. Активные центры гетерогенных катализаторов, роль адсорбции в кинетике гетерогенных

каталитических реакций. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Промотирование. Отравление катализаторов. Теория мультиплетов Баландина. Принципы геометрического и энергетического соответствия. Область применения теории мультиплетов. Другие теории гетерогенного катализа. Роль катализа в химической промышленности.

Модуль «Коллоидная химия»

1. Предмет коллоидной химии. Значение коллоидной химии для биологии, медицины. Коллоидно-химические методы исследования и анализа, используемые в биологии.
2. Гетерогенность и дисперсность как основные признаки объектов коллоидной химии. Степень дисперсности. Удельная поверхность. Формулы для расчета удельной поверхности систем со сферическими и кубическими частицами.
3. Поверхностные явления. Значение в биологии. Свободная поверхностная энергия и поверхностное натяжение, их взаимосвязь.
4. Пути уменьшения свободной поверхностной энергии дисперсных систем. Значение каждого из них для устойчивости и стабилизации.
5. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Классификация. Примеры ПАВ каждого типа.
6. Поверхностная активность и гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ) поверхностно-активных веществ. Правило Дюкло – Траубе. Примеры практического использования ПАВ с различными значениями ГЛБ.
7. Изотерма поверхностного натяжения растворов ПАВ. Уравнение Шишковского.
8. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. Типы мицелл ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Высаливание ПАВ.
9. Солюбилизация. Липосомы. Применение солюбилизированных систем и липосом в биологии.
10. Адсорбция. Величина адсорбции и поверхностный избыток. Адсорбция поверхностно-активных веществ на поверхностях раздела “жидкость – газ” и “жидкость – жидкость”. Адсорбционное уравнение Гиббса.
11. Адсорбции веществ на поверхности раздела “твердое тело – газ”. Изотерма адсорбции. Экспериментальное определение величины адсорбции.
12. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение Ленгмюра. Область применимости уравнения.
13. Физический смысл коэффициентов уравнения Ленгмюра. Принцип расчета этих коэффициентов по экспериментальным данным.
14. Адсорбционное уравнение Фрейндлиха. Область применимости уравнения. Принцип расчета коэффициентов уравнения по экспериментальным данным.
15. Молекулярная адсорбция веществ на поверхности раздела “твердое тело – жидкость”. Экспериментальное определение величины адсорбции. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Примеры.
16. Адсорбция электролитов. Влияние природы ионов и адсорбентов. Лиотропные ряды ионов. Правило Панета – Фаянса.
17. Обменная адсорбция. Иониты. Классификация. Обменная емкость ионитов.
18. Дисперсные системы. Классификация. Названия и примеры дисперсных систем каждого типа.
19. Общие принципы получения и стабилизации коллоидных систем. Сравнительные преимущества и недостатки различных методов получения.
20. Конденсационные методы получения коллоидных систем. Примеры золей, получаемых конденсационными методами.
21. Диспергационные методы получения дисперсных систем. Примеры золей и дисперсных систем, получаемых диспергационными методами.

22. Получение коллоидных систем с помощью электрических методов и пептизации. Виды пептизации. Примеры золей, получаемых этими методами.
23. Методы очистки коллоидных растворов от низкомолекулярных примесей
24. Механизм образования двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазных поверхностях. Основные положения теорий строения ДЭС (Гельмгольца - Перрена, Гуи - Чепмена, Штерна - Фрумкина). Электротермодинамический (ϕ) и электрокинетический (ζ) потенциалы.
25. Влияние разбавления и введения электролитов на толщину двойного электрического слоя и на значение ϕ - и ζ -потенциалов. Изоэлектрическое состояние коллоидных мицелл. Примеры формул мицелл золей в изоэлектрическом состоянии.
26. Строение мицеллы лиофобных золей. Правила написания формулы мицеллы. Примеры написания формул мицелл с ионами-стабилизаторами с различными зарядами.
27. Агрегативная и седиментационная устойчивость дисперсных систем. Факторы, обуславливающие каждый из этих видов устойчивости.
28. Коагуляция. Факторы, вызывающие коагуляцию. Виды коагуляции.
29. Коагуляция золей под действием электролитов. Основные положения теорий коагуляции (адсорбционной, электростатической, ДЛФО).
30. Порог коагуляции. Уравнение для его расчета. Коагулирующая способность электролита. Ряды ионов по коагулирующему действию. Правило Шульце – Гарди.
31. Особые явления, наблюдаемые при электролитной коагуляции (аддитивное, антагонистическое и синергическое действие электролитов при совместном введении, перезарядка золей и “неправильные ряды” коагуляции, “привыкание” золей, защитное действие высокомолекулярных веществ. Защитное (“золотое”) число.
32. Электрокинетические явления в дисперсных системах (электрофорез, электроосмос, эффект Дорна, эффект Квинке). Причины их возникновения. Применение.
33. Причины молекулярно-кинетических свойств. Броуновское движение и диффузия в коллоидных системах. Особенности осмотических свойств коллоидных растворов и микрогетерогенных систем по сравнению с истинными растворами.
34. Вязкость коллоидных растворов. Уравнение Эйнштейна для расчета вязкости золей.
35. Рассеяние и поглощение света в коллоидных растворах и в микрогетерогенных системах. Уравнение Рэлея для расчета интенсивности рассеянного света. Область применимости уравнения.
36. Микрогетерогенные (“грубодисперсные”) системы. Общая характеристика свойств в сравнении с коллоидными системами.
37. Суспензии и пасты. Методы получения, характерные свойства, способы стабилизации и применение в фармации.
38. Принцип седиментационного анализа суспензий. Типы седиментометров. Уравнение Стокса для скорости седиментации. Пример расчета среднего радиуса частиц с его помощью. Седиментационная кривая и кривая распределения частиц по фракциям.
39. Эмульсии. Классификация. Методы получения, характерные свойства и применение в фармации.
40. Стабилизация эмульсий. Эмульгаторы. Стабилизация высокодисперсными порошками.
41. Аэрозоли. Классификация. Методы получения, характерные свойства и применение. Аэрозольные упаковки (аэрозольные баллоны). Фреоны (хладоны).
42. Порошки. Методы получения, характерные свойства и применение в биологии. Гранулирование порошков.
43. Пены. Классификация. Методы получения, характерные свойства и применение в биологии.

44. Студни и гели. Классификация. Применение студней и гелей в фармации, значение и роль в биологии. Синерезис. Тиксотропия.
45. Полиэлектролиты. Классификация. Белки. Строение макромолекул белков как электролитов и их поведение в растворах с различным значением pH. Изoeлектрическое состояние белков.
46. Изoeлектрическая точка (ИЭТ) белков. Способы ее определения. Значение ИЭТ белков для биологии. Электрофоретическое разделение белков.
47. Выделение высокомолекулярных веществ из растворов под действием различных факторов. Высаживание, его отличие от коагуляции. Коацервация.

Примерные экзаменационные задачи:

- Коллоидная частица золя йодида серебра, находящаяся в растворе, содержащем ионы H^+ , Ag^+ , NO_3^- , K^+ , в электрическом поле ...
 - остаться неподвижной
 - совершать колебательные движения
 - притягивается к катоду
 - притягивается к аноду
- Наибольшее коагулирующее действие на золь, полученный смешением равных объемов 0,001 М раствора AgNO_3 и 0,002 М раствора KI , оказывает раствор ...
 - FeCl_3
 - CaCl_2
 - KCl
 - FeSO_4
- В коллоидной частице, образующейся согласно уравнению реакции $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{изб.}) = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$ потенциалопределяющим ионом является ...
 - H^+
 - Ba^{2+}
 - SO_4^{2-}
 - Cl^-
- Адсорбционный слой противоионов в формуле мицеллы йодида серебра записывается в виде ...
 - $(n - x) \text{K}^+$
 - $n \text{I}^-$
 - $m [\text{AgI}]$
 - $x \text{K}^+$
- Для золя йодида серебра, полученного по реакции $\text{AgNO}_3 + \text{KI} (\text{изб.}) \rightarrow \text{AgI} + \text{KNO}_3$, коагуляцию вызывают ...
 - Анионы электролита
 - Нейтральные молекулы
 - Катионы электролита
 - Катионы и анионы одновременно
- Гидрозоль хлорида железа (III) получен гидролизом FeCl_3 при кипячении раствора: $\text{FeCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3 \text{HCl}$. В результате образуется мицелла, строение которой можно выразить формулой $\{m[\text{Fe}(\text{OH})_3] n\text{FeO}^+ (n-x)\text{Cl}^-\} x\text{Cl}^-$. Укажите составляющие части мицеллы.

$$\{m[\text{BaSO}_4] n \text{Ba}^{2+} 2(n-x)\text{Cl}^-\} 2x\text{Cl}^-$$
- Мицеллы золя сульфата бария образуются при сливании равных объемов растворов BaCl_2 и K_2SO_4 при условии, что концентрация BaCl_2 _____ концентрации K_2SO_4 .
 - Выше
 - Равна
 - Значительно ниже
 - Ниже
- Гидрозоль сульфида мышьяка (III) получен пропусканием избытка сероводорода через раствор мышьяковистой кислоты: $2\text{H}_2\text{AsO}_3 + 3 \text{H}_2\text{S} = \text{As}_2\text{S}_3 \downarrow + 6 \text{H}_2\text{O}$. Определите заряд частицы.
- Коллоидные частицы золя, полученного при добавлении в разбавленный раствор AsCl_3 насыщенного раствора H_2S , имеют _____ заряд.
 - нулевой
 - Отрицательный
 - Положительный
 - Нейтральный
- Какой из перечисленных ионов обладает наибольшей способностью сжимать ДЭС в золе сульфида сурьмы (III) Sb_2S_3 , стабилизированном нитратом сурьмы?
 - Ca^{2+} ;
 - Cl^- ;
 - SO_4^{2-} ;
 - Na^+ .

Образец экзаменационного билета:

Минобрнауки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Башкирский государственный университет»

Сибайский институт (филиал) БашГУ
Естественно-математический факультет
Кафедра естественных наук

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __

по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»

Направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) программы: «Биология. Химия», 4 курс

Учебный год: 20__-20__

1. Ферментативный катализ. Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций. Зависимость кинетических постоянных от pH среды и температуры. Уравнение Михаэлиса-Ментена. Субстратная специфичность ферментов. Активные и адсорбционные центры ферментов. Примеры ферментативных реакций и их значение.
2. Диспергационные методы получения дисперсных систем. Примеры золь и дисперсных систем, получаемых диспергационными методами.
3. Наибольшее коагулирующее действие на золь, полученный смешением равных объемов 0,001 М раствора AgNO_3 и 0,002 М раствора KI , оказывает раствор ...
1. FeCl_3 2. CaCl_2 3. KCl 4. FeSO_4

Утверждено на заседании кафедры __ . __.20__, протокол № __

Заведующая кафедрой _____ ФИО
Преподаватель _____ ФИО

Критерии оценки экзамена для студентов заочной формы обучения:

- **отлично** - выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

- **хорошо** - выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- **удовлетворительно** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **неудовлетворительно** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Планы семинарских занятий

Вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях

Тема 1. Первое начало термодинамики

1. Формулировка и сущность первого начала термодинамики.
2. Применение первого начала к различным процессам.
3. Расчет количества теплоты.
4. Понятие о теплоемкости.
5. Истинная и средняя теплоемкость.

6. Теплоемкость при постоянном давлении и постоянном объеме.
7. Закон Гесса как следствие первого начала термодинамики.
8. Применение закона Гесса для расчета тепловых эффектов химических реакций.
9. Теплота образования. Теплота сгорания. Энтальпия.

Тема 2. Второе начало термодинамики

1. Формулировка и физическая сущность второго начала термодинамики.
2. Понятие об обратимых и необратимых процессах
3. Энтропия как функция состояния системы
4. Возрастание энтропии в самопроизвольных процессах.
5. Расчет энтропии в различных процессах.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличается обратимый процесс от необратимого?
2. Как определяется энтропия в классической термодинамике?
3. Как определяется энтропия в статистической термодинамике?
4. Что такое коэффициент полезного действия?
5. Почему возможны различные формулировки второго начала термодинамики?
6. Почему второе начало термодинамики имеет ограниченное применение?
7. Как изменяется энтропия в самопроизвольных процессах?
8. Как изменится энтропия при фазовом переходе?

Тема 3. Термодинамические потенциалы. Химическое равновесие. Фазовое равновесие

1. Понятие термодинамического потенциала.
2. Изохорно-изотермический и изобарно-изотермический потенциалы.
3. Условия термодинамического равновесия.
4. Изотерма, изобара и изохора химической реакции.
5. Химическое сродство.
6. Закон действующих масс.
7. Константа равновесия (K_p и K_c). Связь между ними.
8. Зависимость константы равновесия от температуры.
9. Равновесие в гетерогенных системах.
10. Правило фаз Гиббса.
11. Применение правила фаз для однокомпонентных систем.
12. Диаграмма воды.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое «термодинамический потенциал» и какие потенциалы вы знаете?
2. Каковы условия самопроизвольного перехода из одного состояния системы в другое?
3. Каковы условия равновесия?
4. Что такое «химическое равновесие» и от чего оно зависит?
5. Чему равна активность твердого вещества?
6. Что такое «фаза», «компонент», «степень свободы»?
7. Чем определяется разная форма записи уравнения Гиббса для фазовых равновесий?
8. Что такое «диаграмма состояния»?
9. Почему понадобились различные термодинамические потенциалы?
10. Что такое «химическое сродство»?

Тема 4. Кинетика химических реакций

1. Скорость и константа скорости химической реакции.
2. Зависимость скорости реакции от концентрации.
3. Кинетические уравнения для реакций первого и второго порядка.

4. Период полураспада.
5. Зависимость скорости реакции от температуры.
6. Правило Вант-Гоффа.
7. Уравнение Аррениуса.
8. Энергия активации.
9. Понятие о катализе. Виды катализа.

Вопросы для самоконтроля

1. Как изменяется концентрация реагирующих веществ во времени? Приведите графическую зависимость.
2. Как скорость химической реакции зависит от концентрации реагирующих веществ?
3. Каков физический смысл константы скорости химической реакции?
4. Рассмотрите зависимость скорости реакции от температуры (уравнение Аррениуса). Поясните смысл величин, определяющих эту зависимость.
5. Дайте определение молекулярности и порядка реакции.
6. Что такое «энергия активации»?
7. Как влияет катализатор на энергию активации?
8. Недостатки теории Аррениуса?
9. Какие типы химических реакций вы знаете?

Тема 5. Растворы неэлектролитов

1. Закон Рауля.
2. Закон Генри.
3. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов.
4. Эбулиоскопия и криоскопия.
5. Определение молекулярной массы растворенного вещества.
6. Осмос. Осмотическое давление.

Вопросы для самоконтроля

1. Почему давление насыщенного пара растворителя над раствором всегда меньше, чем над чистым растворителем?
2. Что такое «идеальный раствор»?
3. Сформулируйте и запишите математическое выражение закона Рауля.
4. В чем причина положительных и отрицательных отклонений от закона Рауля?
5. Сформулируйте закон Генри.
6. Запишите объединенный закон Рауля-Генри.
7. Дайте определение бесконечно разбавленным растворам.
8. Сформулируйте законы Коновалова.
9. Опишите способы определения молекулярной массы растворенного вещества.

Тема 6. Растворы электролитов

1. Слабые электролиты.
2. Степень диссоциации.
3. Константа диссоциации.
4. Закон разведения.
5. Сильные электролиты.
6. Ионная сила раствора.
7. Активность и коэффициент активности.
8. Водородный показатель (рН).
9. Удельная и эквивалентная электропроводность.
10. Зависимость их от концентрации раствора.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение электролита.

2. Каковы особенности электролитов?
3. Что такое «электролитическая диссоциация»?
4. Чем отличаются сильные и слабые электролиты?
5. Как связаны между собой степень диссоциации и константа диссоциации?
6. Что такое «активность» и «ионная сила раствора»?
7. Основные положения теории Дебая и Гюккеля.
8. Как связаны между собой удельная и эквивалентная электропроводность?
9. Как трактуется закон независимого движения ионов (Кольрауша)?
10. Что такое «числа переноса»?

Тема 7. Электродные потенциалы и гальванические цепи

1. Возникновение электродного потенциала на границе металл -электролит.
2. Уравнение Нернста.
3. Стандартный электродный потенциал.
4. Электроды первого и второго рода.
5. Уравнение Нернста для этих электродов.
6. Водородный электрод.
7. Гальванические цепи.
8. ЭДС гальванического элемента.

Вопросы для самоконтроля

1. Как возникает и от чего зависит электродный потенциал на границе металл - раствор?
2. Какие виды электродов вам известны?
3. Что такое «электроды сравнения»?
4. Как выглядит уравнение Нернста применительно к каждому виду электродов?
5. Что такое ЭДС?
6. Как экспериментально определяют ЭДС?
7. Чем отличается гальванический элемент от аккумулятора?
8. Где используются гальванические элементы и аккумуляторы?

Критерии оценки ответов на вопросы для студентов заочной формы обучения:

Критерии оценивания ответа	Оценка
При ответе студент демонстрирует свободное владение заявленной проблемой, умение грамотно использовать физический понятийный аппарат в рамках рассматриваемого вопроса, не использует конспект семинарского занятия как план при ответе.	5 «отлично»
Дан в целом верный ответ, однако один из элементов в структуре ответа отсутствует, неверен или противоречит верному ответу	4 «хорошо»
При ответе на вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.	3 «удовлетворительно»
При отказе от ответа и/или при отсутствии конспекта семинарского занятия. В этом случае семинарское занятие считается не зачтённым и требует повторного ответа по вопросам всего раздела.	2 «неудовлетворительно»

Решение расчетных задач

Модуль 1. Основы химической термодинамики

1. Вычислите, какое количество теплоты выделится при восстановлении 1 моля Fe_2O_3 металлическим алюминием.
2. Газообразный этиловый спирт C_2H_5OH можно получить при взаимодействии этилена $C_2H_4(g)$ и водяных паров. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив её тепловой эффект.
3. Вычислите тепловой эффект реакции восстановления оксида железа (III), исходя из следующих термохимических уравнений:
 $FeO(k) + CO(g) = Fe(k) + CO_2(g); \Delta H_1 = ?$
 $FeO(k) + H_2(g) = Fe(k) + H_2O(g); \Delta H_2 = ?$
 Сравните полученные тепловые эффекты.

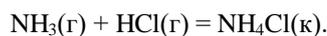
4. При взаимодействии газообразных сероводорода и диоксида углерода образуются пары воды и сероуглерод $\text{CS}_2(\text{г})$. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект.
5. Напишите термохимическое уравнение реакции между $\text{CO}(\text{г})$ и водородом, в результате которой образуется $\text{CH}_4(\text{г})$ и $\text{H}_2\text{O}(\text{г})$. Сколько теплоты выделится при этой реакции.
6. Тепловой эффект реакции равен теплоте образования NO ? Вычислите теплоту образования NO , исходя из следующих термохимических уравнений:
 $4\text{NH}_3(\text{г}) + 5\text{O}_2(\text{г}) = 4\text{NO}(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{ж}); \Delta H_1 = -1168,80 \text{ кДж}$.
 $4\text{NH}_3(\text{г}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{N}_2(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{ж}); \Delta H_2 = 1530,28 \text{ кДж}$.
7. Кристаллический хлорид аммония образует при взаимодействии газообразных аммиака и хлорида водорода. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект.
8. Тепловой эффект какой реакции равен теплоте образования метана? Вычислите теплоту образования метана, исходя из следующих термохимических уравнений:
 $\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{ж}); \Delta H_1 = -258,84 \text{ кДж}$.
 $\text{C}(\text{к}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}); \Delta H_2 = -393,51 \text{ кДж}$.
 $\text{CH}_4(\text{г}) + 2\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) + \text{CO}_2(\text{г}); \Delta H_3 = -890,31 \text{ кДж}$.
9. Тепловой эффект реакции сгорания жидкого бензола с образованием паров воды и диоксида углерода равен $-3135,58 \text{ кДж}$. Составьте термохимическое уравнение этой реакции и вычислите теплоту образования $\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж})$.
10. Вычислите, сколько теплоты выделится при сгорании 1 моля ацетилен C_2H_2 , если продуктами сгорания являются диоксид углерода и пары воды.
11. При сгорании газообразного аммиака образуются пары воды и оксид азота. Сколько теплоты выделится при этой реакции.
12. Реакция горения метилового спирта выражается термохимическим уравнением

$$\text{CH}_3\text{OH}(\text{ж}) + \frac{3}{2} \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж}); \Delta H = ?$$
- Вычислите тепловой эффект этой реакции, если известно, что мольная теплота парообразования $\text{CH}_3\text{OH}(\text{ж})$ равна $+37,4 \text{ кДж}$.
13. Реакция горения бензола выражается термохимическим уравнением

$$\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж}) + 7\frac{1}{2} \text{O}_2(\text{г}) = 6\text{CO}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{г}); \Delta H = ?$$
- Вычислите тепловой эффект этой реакции, если известно, что мольная теплота парообразования бензола равна $+33,9 \text{ кДж}$.
14. Вычислите тепловой эффект и напишите термохимическое уравнение реакции горения 1 моль этана $\text{C}_2\text{H}_6(\text{г})$, в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода.
15. Реакция горения аммиака выражается термохимическим уравнением
 $4\text{NH}_3(\text{г}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{N}_2(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{ж}); \Delta H = 1530,28 \text{ кДж}$.
- Вычислите теплоту образования $\text{NH}_3(\text{г})$.
16. Вычислите ΔG_{298}^0 для следующих реакций
 А) $2\text{NaF}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = 2\text{NaCl}(\text{к}) + \text{F}_2(\text{г})$,
 Б) $\text{PbO}_2(\text{к}) + 2\text{Zn}(\text{к}) = \text{Pb}(\text{к}) + 2\text{ZnO}(\text{к})$.
- Можно ли получить фтор по реакции (а) и восстановить PbO_2 цинком по реакции (б) при температуре 1000К ?
17. При какой температуре наступит равновесие системы
 $4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Cl}_2(\text{г}); \Delta H = -114,42 \text{ кДж}$
 Хлор или кислород в этой системе является более сильным окислителем и при каких температурах?
18. Восстановление Fe_3O_4 оксидом углерода идет по уравнению
 $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{к}) + \text{CO}(\text{г}) = 3\text{FeO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$.
- Вычислите ΔG_{298}^0 и сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания этой реакции при стандартных условиях. Чему равно ΔS_{298}^0 в этом процессе?
19. Реакция горения ацетилен идет по уравнению
 $\text{C}_2\text{H}_2(\text{г}) + 5/2 \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$.
- Вычислите ΔG_{298}^0 , ΔS_{298}^0 . Объясните уменьшение энтропии в результате этой реакции.
20. Чем можно объяснить, что при стандартных условиях невозможна экзотермическая реакция
 $\text{H}_2(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) = \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}); \Delta H = -2,85 \text{ кДж}$
 Зная тепловой эффект реакции и абсолютные стандартные энтропии соответствующих веществ, определите G_{298}^0 этой реакции.
21. Прямая или обратная реакция будет протекать при стандартных условиях в системе
 $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{г})$.

Ответ мотивируйте, вычислив G_{298}^0 прямой реакции.

22. Исходя из значений стандартных теплот образования и абсолютных значений энтропий соответствующих веществ, вычислите G_{298}^0 реакции, протекающей по уравнению

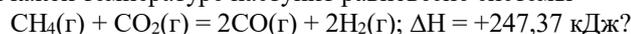


Может ли эта реакция при стандартных условиях идти самопроизвольно?

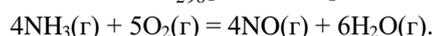
23. При какой температуре наступит равновесие системы



24. При какой температуре наступит равновесие системы

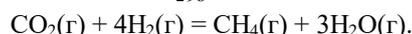


25. На основании стандартных теплот образования и абсолютных значений энтропий соответствующих веществ, вычислите G_{298}^0 реакции, протекающей по уравнению



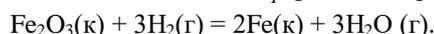
Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

26. На основании стандартных теплот образования и абсолютных значений энтропий соответствующих веществ, вычислите G_{298}^0 реакции, протекающей по уравнению



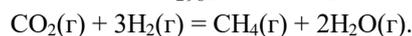
Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

27. Вычислите ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG_T^0 реакции, протекающей по уравнению



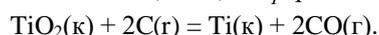
Возможна ли реакция восстановления Fe_2O_3 водородом при температурах 500 и 2000 К?

28. На основании стандартных теплот образования и абсолютных значений энтропий соответствующих веществ, вычислите G_{298}^0 реакции, протекающей по уравнению



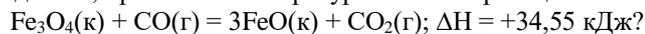
Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

29. Вычислите ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG_T^0 реакции, протекающей по уравнению



Возможна ли реакция восстановления TiO_2 углеродом при температурах 1000 и 2000 К?

30. Определите, при какой температуре начнется реакция восстановления



Модуль 2. Растворы. Фазовое равновесие.

1. Раствор (0,027 кг неэлектролита в 0,108 кг воды) при 348 К имеет давление 36009,7 Па. Вычислить молекулярную массу неэлектролита.

2. Сколько граммов этиленгликоля нужно добавить к 2,0 кг воды, чтобы понизить температуру кристаллизации до 267 К? Криоскопическая константа воды 1,86.

3. Вычислить молекулярную массу пропилового спирта, если известно, что раствор, содержащий 0,021 кг пропилового спирта в 0,250 кг этилового спирта, кипит при температуре 353 К. Эбулиоскопическая константа этилового спирта 1,16. (Температура кипения этилового спирта 351,37 К.)

4. Давление пара эфира при 303 К равно $8,64 \cdot 10^4$ Па. Сколько молей вещества надо растворить в 40 молях эфира, чтобы понизить давление пара при данной температуре на 1333 Па?

5. Давление пара раствора (0,027 кг неэлектролита в 0,108 кг воды) при 348 К равно $3,6 \cdot 10^4$ Па. Вычислить молекулярную массу неэлектролита (давление пара воды при 348 К равно $3,85428 \cdot 10^4$ Па).

6. Давление пара этилового спирта при 336 К равно 53328 Па. Вычислить понижение давления пара (при данной температуре) при растворении 0,064 кг метилового спирта в 0,8 кг этилового спирта.

7. Написать молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия следующих веществ:

нитрата бария и сульфата калия;
гидрокарбоната натрия и гидроксида натрия;
хлорида железа (III) и сульфида аммония.

8. Можно ли приготовить раствор, содержащий одновременно следующие пары веществ:

нитрат меди (II) и сульфат натрия;
хлорид бария и сульфат калия;
нитрат меди (II) и сульфид натрия;
гидроксид натрия и хлорид калия?

Ответ мотивируйте, составив уравнения реакций.

9. Раствор, состоящий из бензола и толуола, по свойствам близок к идеальным. Вычислить объемную концентрацию паровой фазы раствора при температуре 303 К. Состав раствора по весу: толуола 60 %, бензола 40 %.

10. Для желатинизации пироксилина применяют смесь жидкостей состава (по весу): этиловый спирт (44 %), диэтиловый эфир (56 %). Приготовление раствора производят при 287 К. Определить объемную концентрацию насыщенных паров данных жидкостей над раствором.
11. При температуре 293 К давление насыщенных паров метилацетата и этилацетата соответственно равно 22634,3 Па, 9704,24 Па. Определить объемную концентрацию паров над раствором, состоящим из двух объемов этилацетата и одного объема метилацетата. Плотность метилацетата 934 кг/м³; этилацетата 901 кг/м³.
12. Определение временной (гидрокарбонатной) жесткости воды по объему соляной кислоты, пошедшей на ее титрование. Найдите временную жесткость воды, если титрование 0,1 л образца воды, содержащего гидрокарбонат натрия, израсходовано $7,2 \cdot 10^{-3}$ л 0,14 н HCl.
13. Образец воды объемом 1 л содержит 48,6 мг гидрокарбоната кальция и 29,6 мг сульфата магния. Какое количество Ca²⁺ и Mg²⁺ содержится в 1 л образца воды. Чему равна общая жесткость воды?
14. Растворимость CaSO₄ при 20 °С равна 0,202 г /100 г раствора. Плотность насыщенного раствора CaSO₄ 1000 кг/м³. Вычислите жесткость этого раствора.
15. Общая жесткость волжской воды равна 6,52 ммоль/л, а временная 3,32 ммоль/л. Какую массу Ca(OH)₂ и Na₂CO₃ надо взять, чтобы устранить жесткость 5 л воды?
16. Какую массу гашеной извести надо прибавить в 2,5 л воды, чтобы устранить ее временную жесткость, равную 4,43 ммоль/л?
17. Вычислить:
- массовую долю растворенного вещества;
 - молярную долю растворенного вещества;
 - молярную концентрацию эквивалента (нормальную);
 - молярную концентрацию раствора H₃PO₄, полученного при растворении 18 г кислоты в 0,282 л воды, если его плотность 1031 кг/м³.
Чему равен титр этого раствора?
18. Какой объем раствора азотной кислоты с массовой долей HNO₃ 30 % (ρ=1180кг/м³) требуется для приготовления 20 л 0,5 М раствора этой кислоты?
19. Вычислить молярную концентрацию эквивалента (нормальную), молярную и молярную концентрации растворов, в которых массовая доля CuSO₄ равна 10 %. Плотность раствора 1107 кг/м³.
20. В какой массе эфира надо растворить 3,04 г анилина C₆H₅NH₂, чтобы получить раствор, молярность которого равна 0,3 моль/кг?
21. Какой объем 96%-ной серной кислоты, плотность которой 1840 кг/м³, потребуется для приготовления 3 л 0,4 н раствора?
22. Рассчитать молярные доли глюкозы и воды в растворе с массовой долей глюкозы 36 %.

Модуль 3. Химическая кинетика и катализ.

- Окисление серы и ее диоксида протекает по уравнениям:
А) S(к) + O₂ = SO₂(к); Б) 2SO₂(г) + O₂ = 2SO₃(г).
Как изменятся скорости этих реакций, если объемы каждой из систем уменьшить в 4 раза?
- Напишите выражение для константы равновесия гомогенной системы N₂ + 3H₂ ↔ 2NH₃. Как изменится скорость прямой реакции – образование аммиака, если уменьшить концентрацию водорода в три раза?
- Реакция идет по уравнению N₂ + O₂ = 2NO. Концентрация исходных веществ до начала реакции: [N₂]=0,049 моль/л; [O₂]=0,01 моль/л. Вычислите концентрацию этих веществ в момент, когда [NO]=0,005 моль/л.
- Реакция идет по уравнению N₂ + O₂ = 2NO. Концентрации участвующих в ней веществ: [N₂]=0,80 моль/л; [O₂]=0,5 моль/л; [NO]=0,10 моль/л. Вычислите концентрацию водорода и оксида азота, когда [N₂]=0,5 моль/л.
- Реакция идет по уравнению N₂ + I₂ = 2NI. Константа скорости этой реакции при некоторой температуре равна 0,16. Исходные концентрации реагирующих веществ: [H₂]=0,04 моль/л; [I₂]=0,05 моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и ее скорость, когда [H₂]=0,03 моль/л.
- Вычислите, во сколько раз уменьшится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, если понизить температуру от 120 до 180°. Температурный коэффициент скорости реакции равна 3.
- Как изменится скорость реакции, протекающей в газовой фазе при повышении температуры на 60°С, если температурный коэффициент скорости данной реакции 2?
- В гомогенной системе CO + Cl₂ ↔ COCl₂ равновесные концентрации реагирующих веществ: [CO]=0,2 моль/л; [Cl₂]=0,3 моль/л; [COCl₂]=1,2 моль/л. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации хлора и оксида углерода.

9. В гомогенной системе $A + 2B \leftrightarrow C$ равновесные концентрации реагирующих веществ: $[A]=0,06$ моль/л; $[B]=0,12$ моль/л; $[C]=0,216$ моль/л. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации A и B.
10. В гомогенной системе $A + 2B \leftrightarrow C + D$ равновесие установилось при концентрациях: $[B]=0,05$ моль/л; $[C]=0,02$ моль/л. Константа равновесия системы равна 0,04. Вычислите исходные концентрации A и B.
11. Константа скорости реакции разложения N_2O , протекающей по уравнению $2N_2O = 2N_2 + O_2$, равна $5 \cdot 10^{-4}$. Начальная концентрация $[N_2O]=6,0$ моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и ее скорость, когда разложится 50% N_2O .
12. Напишите выражение для константы равновесия гетерогенной системы $CO_2 + C \leftrightarrow 2CO$. Как изменится скорость прямой реакции – образования CO, концентрацию CO_2 уменьшить в 4 раза? Как следует изменить давление, чтобы повысить выход CO?
13. Напишите выражение для константы равновесия гетерогенной системы $C + H_2O(g) \leftrightarrow CO + H_2$. Как следует изменить концентрацию и давление, чтобы сместить равновесие в сторону обратной реакции – образования водяных паров?
14. Равновесие гомогенной системы
 $4HCl(g) + O_2 \leftrightarrow 2H_2O(g) + 2Cl_2(g)$
установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ: $[HCl]_p=0,02$ моль/л; $[O_2]_p=0,32$ моль/л; $[H_2O]_p=0,14$ моль/л; $[Cl_2]_p=0,14$ моль/л. Вычислите исходные концентрации хлороводорода и кислорода.
15. Вычислите константу равновесия для гомогенной системы
 $CO(g) + H_2O(g) \leftrightarrow CO_2(g) + H_2(g)$,
если равновесные концентрации реагирующих веществ: $[CO]_p=0,004$ моль/л; $[CO_2]_p=0,016$ моль/л; $[H_2O]_p=0,064$ моль/л; $[H_2]_p=0,016$ моль/л. Вычислите исходные концентрации воды и CO.
16. Константа равновесия гомогенной системы $CO(g) + H_2O(g) \leftrightarrow CO_2(g) + H_2(g)$ при некоторой температуре равна 1. Вычислите равновесные концентрации всех реагирующих веществ, если исходные концентрации: $[CO]_{исх}=0,10$ моль/л; $[H_2O]_{исх}=0,40$ моль/л.
17. Константа равновесия гомогенной системы $N_2(g) + 3H_2(g) \leftrightarrow 2NH_3(g)$ при некоторой температуре равна 1. Равновесные концентрации водорода и аммиака соответственно равны 0,2 и 0,08 моль/л. Вычислите равновесную и исходную концентрацию азота.
18. При некоторой температуре равновесие гомогенной системы $2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2$ установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ: $[NO]_p=0,2$ моль/л; $[O_2]_p=0,1$ моль/л; $[NO_2]_p=0,1$ моль/л. Вычислите константу равновесия и исходную концентрацию NO и O_2 .
19. Почему при изменении давления смещается равновесие системы $N_2(g) + 3H_2(g) \leftrightarrow 2NH_3(g)$ и не смещается равновесие системы $N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO$? Ответ мотивируйте на основании расчета скорости прямой и обратной реакций в этих системах до и после изменения давления. Напишите выражения для констант равновесия каждой из данных систем.
20. Исходные концентрации $[NO]_{исх}$ и $[Cl_2]_{исх}$ в гомогенной системе $2NO + Cl_2 \leftrightarrow 2NOCl$ составляют соответственно 0,5 и 0,2 моль/л. вычислите константу равновесия, если к моменту наступления равновесия прореагировало 20% NO.

Модуль 4. Электрохимические системы.

1. В два сосуда с голубым раствором медного купороса поместили в первый цинковую пластинку, а во второй – серебряную. В каком сосуде цвет раствора постепенно пропадает? Почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующей реакции.
2. Увеличится, уменьшится или останется без изменения масса цинковой пластинки при взаимодействии её растворами: а) $CuSO_4$, б) $MgSO_4$, в) $Pb(NO_3)_2$? Почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.
3. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС медно-кадмиевого гальванического элемента, в котором $[Cd^{2+}]=0,8$ моль/л, а $[Cu^{2+}]=0,01$ моль/л.
4. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых медь была бы катодом, а в другом – анодом. Напишите для каждого из этих элементов электронные уравнения реакций, протекающих на катоде и аноде.
5. Какой гальванический элемент называется концентрационным? Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из серебряных электродов, опущенных первый – в 0,01 н., а второй – в 0,1 н. растворы $AgNO_3$.
6. При каком условии будет работать гальванический элемент, электроды которого сделаны из одного и того же металла? Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, в котором один никелевый электрод находится в 0,001 М растворе, а другой такой же электрод – в 0,01 М растворе сульфата никеля.
7. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из свинцовой и магниевой пластины, опущенных в растворы своих солей с концентрацией $[Pb^{2+}]=[Mg^{2+}]=1$ моль/л. Изменится ли ЭДС этого элемента, если концентрацию каждого из ионов увеличить в одинаковое число раз?

8. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых никель была бы катодом, а в другом – анодом. Напишите для каждого из этих элементов электронные уравнения реакций, протекающих на катоде и аноде.
9. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из пластин кадмия и магния, опущенных в растворы своих солей с концентрацией $[Cd^{2+}] = [Mg^{2+}] = 1$ моль/л. Изменится ли ЭДС этого элемента, если концентрацию каждого из ионов понизить до 0,01 моль/л?
10. Составьте схему гальванического элемента, состоящего из пластин цинка и железа, погруженных в растворы их солей. Напишите электронные уравнения процессов, протекающих на аноде и на катоде. Определите ЭДС элемента, если $[Zn^{2+}] = [Fe^{2+}] = 0,001$ моль/л?
11. Составьте схему гальванического элемента, в основе которого лежит реакция, протекающая по уравнению $Ni + Pb(NO_3)_2 = Ni(NO_3)_2 + Pb$. Напишите электронные уравнения анодного и катодного процессов. Вычислите ЭДС этого элемента, если $[Ni^{2+}] = 0,01$ моль/л, а $[Pb^{2+}] = 0,0001$ моль/л.
12. Определите значение потенциала меди, погруженной в 0,0005 н раствора нитрата меди (II).
13. ЭДС гальванического элемента, состоящего из медной и свинцовой пластин, опущенных в одномолярные растворы соответствующих солей, равна 0,47 В. Изменится ли величина ЭДС, если взять 0,001 М растворы? Ответ подтвердите расчетом.
14. Вычислите ЭДС следующего концентрационного гальванического элемента
 $Zn \mid 2 \cdot 10^{-2} M ZnSO_4 \parallel 3,2 \cdot 10^{-3} M ZnSO_4 \mid Zn$.
15. Определите концентрацию ионов Zn^{2+} в растворе сульфата цинка, если электродный потенциал цинка равен -0,80 В.
16. Какие процессы будут проходить на электродах при работе гальванического элемента, составленного из пластинок алюминия и серебра, погруженных: первая – 0,01 М раствор сульфата алюминия, вторая – в 2 М раствор нитрата серебра? Какова будет ЭДС этого гальванического элемента?
17. Определите ЭДС концентрационного медного элемента с концентрацией ионов меди 10^{-1} моль/л у одного электрода и 10^{-3} моль/л при температуре 298 К.
18. Вычислите потенциал водородного электрода, если концентрация ионов H^+ в растворе равна $3,8 \cdot 10^{-3}$ моль/л.
19. Потенциал водородного электрода равен -0,145 В. Определите концентрацию ионов H^+ в растворе.
20. Составьте схему работы гальванического элемента, образованного железом и свинцом, погруженным в 0,005 М растворы их солей. Рассчитайте ЭДС этого элемента.
21. Потенциал марганцевого электрода составил -1,1 В. Вычислите концентрацию ионов Mn^{2+} в растворе.
22. Какова ЭДС и в каком направлении пойдет ток в гальваническом элементе $Sn \mid Sn^{2+} \parallel Pb^{2+} \mid Pb$ при концентрациях ионов $[Sn^{2+}] = 0,1$ моль/л, а $[Pb^{2+}] = 0,001$ моль/л?
23. Гальванический элемент составлен Fe, погруженным в раствор его соли с концентрацией ионов Fe^{2+} , равной 0,001 моль/л, и Cu, погруженной в раствор ее соли. Какой концентрации должен быть раствор соли меди, чтобы ЭДС стала равной нулю? Составьте схему работы этого гальванического элемента.
24. Какие процессы происходят у электродов медного концентрационного гальванического элемента, если концентрации растворов 1 моль/л и 10^{-3} моль/л? В каком направлении движутся электроны во внешней цепи? Ответ дайте исходя из величины ЭДС.

Критерии оценки решения расчетных задач для студентов очно-заочной формы обучения:

Критерии оценивания решения расчетных задач	Оценка
В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 80%;	5 «отлично»
В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 60%;	4 «хорошо»
В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 50%;	3 «удовлетворительно»

Тестовые задания

Модуль 1 «Химическая термодинамика»

- Закон, отражающий зависимость между работой, теплотой и внутренней энергией системы ...
 А) закон Гесса; Б) второй закон термодинамики; В) первый закон термодинамики; Г) закон Гиббса.
- Укажите уравнения, отражающие математическую запись первого закона термодинамики в интегральной и дифференциальной форме ...
 А) $\delta Q = \delta U + \delta A$; Б) $\delta Q = dU + \delta A$; В) $dQ = dU + \delta A$;
 Г) $Q = dU + \delta A$; Д) $\Delta Q = \Delta U + \Delta A$; Е) $Q = \Delta U + A$.
- Энтальпия образования хлора (ΔH_f°) при стандартных условиях принята равной ... кДж/моль.
 А) 8,314; Б) 273; В) 0; Г) 1.
- Тенденцию системы к достижению состояния, которому соответствует максимальная беспорядочность

- распределения частиц, отражает функция состояния ...
- А) внутренняя энергия; Б) энтальпия;
 В) энтропия; Г) энергия Гиббса.
5. При 0°C вода может находиться в трех агрегатных состояниях: твердом (лед), жидком (вода) и газообразном (пар). Минимальная энтропия для одного килограмма вещества будет у ...
- А) пара; Б) воды; В) льда; Г) одинакова.
6. Для определения направления самопроизвольных процессов, протекающих при постоянном давлении и температуре, используют величину изменения ...
- А) изобарно-изотермического потенциала, ΔG° ; Б) энтропии ΔS° ;
 В) энтальпии ΔH° .
7. Для системы, находящейся в равновесии ...
- А) $\Delta G=0$; Б) $\Delta G<0$; В) $\Delta G>0$; Г) $K_{\text{равн}} = 1$; Д) $K_{\text{равн}} < 1$; Е) $K_{\text{равн}} > 1$.
8. Тепловой эффект химической реакции не зависит от ...
- А) агрегатного состояния исходных веществ; Б) числа стадий химического процесса; В) температуры; Г) агрегатного состояния продуктов реакции.
9. Для изолированной системы ...
- А) $U = 0$; Б) $U = \text{const}$; В) $\Delta U = 0$; Г) все утверждения верны.
10. Установите соответствие ...
- | | Тип системы | Характер взаимодействия с внешней средой |
|----|---------------|--|
| 1) | Открытая | а) обменивается энергией |
| 2) | Закрытая | б) обменивается веществом и энергией |
| 3) | Изолированная | в) не обменивается ни веществом, ни энергией |
| | | г) обменивается только веществом |
- Ответ дайте в виде комбинации соответствующих цифр и букв.
11. Установите соответствие между параметрами системы ...
- | Параметры системы | Отличительные особенности |
|-------------------|---|
| 1. экстенсивные | а) зависят от агрегатного или фазового состояния вещества |
| 2. интенсивные | б) зависят от количества вещества в системе |
| | в) зависят от времени |
| | г) не зависят от количества вещества |
- Ответ дайте в виде комбинации соответствующих цифр и букв.
12. Исходя из уравнения реакции
- $$2\text{C}(\text{графит}) + 2\text{H}_2(\text{г}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \quad \Delta H^\circ_{\text{х.р.}} = 52,3 \text{ кДж, стандартная энтальпия образования этилена равна}$$
- ...
- А) -104,6 кДж/моль; Б) 52,3 кДж/моль;
 В) -52,3 кДж/моль; Г) 104,6 кДж/моль.
13. В химической термодинамике отсутствует переменная ...
- А) давление; Б) температура; В) время; Г) объем.
14. Химическая термодинамика изучает макроскопические свойства систем и их изменение при обмене с внешней средой ...
- А) энергией; Б) веществом; В) энергией или веществом.
15. При формировании сложной термодинамической системы интенсивные свойства, входящих в нее систем ...
- А) суммируются; Б) умножаются; В) выравниваются; Г) не изменяются.
16. При формировании сложной термодинамической системы экстенсивные свойства, входящих в нее систем ...
- А) суммируются; Б) умножаются; В) выравниваются; Г) не изменяются.
17. Функция состояния - функция, изменение которой зависит от ...
- А) исходного состояния системы; Б) конечного состояния системы;
 В) исходного и конечного состояния системы; Г) способа перехода из начального в конечное состояние.
18. Для получения 1132 кДж тепла по реакции $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow 2\text{NO}_{2(\text{г})}$, $\Delta H_r = 566 \text{ кДж}$ необходимо затратить кислорода в объеме (н.у.) ...
- А) 22,4 л; Б) 11,2 л; В) 5,6 л; Г) 44,8 л.
19. Функцией состояния не является ...
- А) энтальпия; Б) энтропия; В) теплота; Г) внутренняя энергия.
20. Тепловой эффект реакции зависит от ...
- А) от природы и количества веществ, участвующих в реакции; Б) агрегатного и фазового состояния веществ;
 В) условий протекания реакции; Г) всех рассматриваемых выше факторов.

Модуль 2 «Химическая кинетика»

1. Химическая кинетика изучает ...

- А) энергетические характеристики физико-химических процессов;
 Б) тепловые эффекты химических процессов;
 В) скорость и механизм химических превращений;
 Г) условия фазового и химического равновесия.
2. Скорость химических реакций зависит от ...
 А) природы и концентрации реагирующих веществ;
 Б) катализатора; В) температуры; Г) всех перечисленных факторов.
3. Константа скорости химической реакции не зависит от ...
 А) температуры; Б) природы реагирующих веществ; В) концентрации реагирующих веществ; Г) присутствия катализатора.
4. Закон действующих масс устанавливает зависимость между скоростью химической реакции и ...
 А) температурой; Б) временем; В) массой реагирующих веществ; Г) концентрацией реагирующих веществ.
5. Сумму показателей степеней при концентрациях в кинетическом уравнении называют ...
 А) молекулярностью реакции; Б) порядком реакции по веществу; В) общим порядком; Г) суммой стехиометрических коэффициентов.
6. Порядок реакции совпадает со стехиометрическими коэффициентами для реакций ...
 А) первого порядка; Б) второго порядка; В) простых; Г) каталитических.
7. Протекающая в одну стадию гомогенная реакция $A+2B \rightarrow C+D$ будет описываться закономерностями реакции первого порядка при ...
 А) $[A]_0 = [B]_0$; Б) $[A]_0 > [B]_0$; В) $[B]_0 > [A]_0$; Г) никогда.
8. Простая одностадийная реакция $A+2B \rightarrow C+D$ будет описываться закономерностями второго порядка при ...
 А) $[A]_0 = [B]_0$; Б) $[A]_0 \gg [B]_0$; В) $[A]_0 \ll [B]_0$; Г) при $t > 0$.
9. Скорость реакции, протекающей в несколько стадий, следующих одна за другой, определяется скоростью ...
 А) первой стадии; Б) заключительной стадии; В) самой медленной стадии; Г) самой быстрой стадии.
10. Температура оказывает влияние на скорость реакции, изменяя ...
 А) концентрации; Б) порядок реакции;
 В) константу скорости; Г) все названные параметры.
11. Для гомогенных реакций с повышением температуры на 10 градусов скорость реакции увеличивается ...
 А) 1,5-2 раза; Б) 2-4 раза; В) 2-6 раз; Г) 10 раз.
12. При увеличении температуры от 293 до 373 К при температурном коэффициенте $\gamma=3$ скорость реакции возрастает в ...
 А) 240 раз; Б) 24 раза; В) 6561 раз; Г) 656 раз.
13. Отметьте неверное утверждение: катализатор ...
 А) увеличивает скорость прямой и обратной реакции; Б) снижает энергию активации; В) уменьшает время достижения равновесия; Г) сдвигает равновесие в сторону продуктов реакции.
14. Концентрации реагирующих веществ (исходные концентрации А и В одинаковы) к моменту времени, когда скорость гомогенной реакции $A_{(г)} + B_{(р)} = C_{(р)}$ снизится в 100 раз, уменьшатся ...
 А) в 100 раз; Б) в 10 раз; В) 2 раза; Г) 50 раз.
15. За создание учения о цепных реакциях Нобелевская премия присуждена ...
 А) Алферову; Б) Ландау; В) Гинзбургу; Г) Семенову.
16. Катализатор ускоряет химическую реакцию благодаря ...
 А) снижению энергии активации; Б) увеличению числа активных молекул;
 В) возрастанию теплоты реакции; Г) возрастанию энтропии реакции.
17. Большинство ферментов обладает максимальной активностью при значениях рН ...
 А) близких к 7; Б) в области 1-2;
 В) в области 12; Г) в области 1-14 (т.е. любых рН).
18. Простая реакция протекает согласно уравнению:

$$A + 2B \rightarrow C + D.$$
 Если концентрация вещества А много больше концентрации вещества В, то (два ответа) ...
 А) порядок реакции равен трем; Б) порядок реакции равен единице;
 В) порядок реакции равен двум; Г) реакция мономолекулярная;
 Д) реакция бимолекулярная; Е) реакция тримолекулярная.
19. Константа равновесия для обратимой реакции равна ...
 А) отношению скоростей прямой и обратной реакции;
 Б) отношению скоростей обратной и прямой реакции;
 В) отношению констант скоростей прямой и обратной реакции;
 Г) отношению констант скоростей обратной и прямой реакции.
20. Неверным является утверждение, что ферменты ...
 А) резко снижают энергетические барьеры на реакционном пути;
 Б) катализируют химические реакции, заставляя их протекать с огромными скоростями, недостижимыми

при использовании любых искусственных катализаторов; В) обладают очень большой селективностью; Г) их ферментативная активность практически не зависит от величины рН.

Модуль 3 «Термодинамика растворов»

1. Раствор - это (не менее двух вариантов) ...
А) менее упорядоченная система, чем растворитель и растворенное вещество по отдельности; Б) более упорядоченная система, чем растворитель и растворенное вещество по отдельности; В) термодинамически устойчивая гомогенная система постоянного состава, образованная из двух и более компонентов; Г) термодинамически устойчивая гомогенная система переменного состава, образованная из двух и более компонентов.
2. Идеальный раствор – это раствор (два ответа)...
А) термодинамические свойства которого не зависят от давления и температуры; Б) идеальных (инертных) газов в жидкости; В) образование которого не сопровождается изменением объема и тепловым эффектом; Г) коллигативные свойства которого не зависят от состава раствора; Д) изменение энтропии и энергии Гиббса при образовании которого не зависят от химической природы компонентов и представляет собой функцию состава раствора.
3. Примерами растворов, близкими по свойствам к идеальным, являются растворы (два ответа) ...
А) гексана в гептане; Б) ацетона в хлороформе; В) метилового спирта в этиловом спирте; Г) этилового спирта в воде.
4. С повышением температуры растворимость в воде большинства твердых веществ ... А) увеличивается; Б) уменьшается; В) проходит через максимум; Г) не изменяется.
5. Коллигативным свойством растворов не является ...
А) осмотическое давление; Б) повышение температуры кипения; В) понижение температуры замерзания; Г) степень диссоциации.
6. Закон Рауля справедлив для ...
А) предельно разбавленных растворов; Б) концентрированных растворов;
В) растворов любых концентраций; Г) растворов неэлектролитов.
7. Гипотоническим по отношению к 0,1% раствору глюкозы является 0,1%раствор ...
А) глицерина; Б) сахарозы; В) этанола; Г) этиленгликозы.
8. Эбулиоскопические и криоскопические постоянные зависят от ...
А) природы растворенного вещества; Б) концентрации растворенного вещества; В) природы растворителя; Г) температуры.
9. Если водные растворы спиртов кристаллизуются при одинаковой температуре, то массовая доля растворённого вещества максимальна в растворе ...
А) этанола; Б) метанола; В) пропанола; Г) бутанола.
10. Молярная масса неэлектролита, раствор 11,6 г которого в 200 г воды замерзает при $-1,86^{\circ}\text{C}$ ($K(\text{H}_2\text{O})=1,86 \frac{\text{град}\cdot\text{кг}}{\text{моль}}$), равна ... г/моль.
А) 116; Б) 58; В) 232; Г) 174.
11. Изотонический коэффициент в бесконечно разбавленном растворе CaCl_2 равен ... А) 1; Б) 3; В) 2; Г) 4.
12. Раствор начинает кипеть, когда давление пара растворителя над раствором станет ...
А) равным давлению пара растворенного вещества; Б) равным внешнему давлению; В) больше давления пара растворенного вещества; Г) больше внешнего давления.
13. Температура кипения раствора нелетучего соединения ...
А) равна температуре кипения растворителя; Б) ниже температуры кипения растворителя; В) выше температуры кипения растворителя; Г) в зависимости от химической природы соединения может быть как выше, так и ниже.
14. Если водные растворы различных неэлектролитов имеют одинаковую температуру кипения, то это растворы с одинаковой ...
А) мольной долей растворённого вещества; Б) молярной концентрацией;
В) массовой долей растворённого вещества; Г) моляльной концентрацией.
15. Эбулиоскопическая постоянная численно равна ...
А) температуре кипения одномолярного раствора; Б) повышению температуры кипения насыщенного раствора; В) повышению температуры кипения одномолярного раствора; Г) повышению температуры кипения 1% раствора.
16. Осмотическое давление раствора глюкозы с концентрацией 0,1 моль/л при 25°C равно ... А) 51,6 кПа; Б) 247,6 кПа; В) 123,8 кПа; Г) 20,8 кПа.
17. Осмотическое давление крови человека составляет 790 кПа. Массовая доля в процентах хлорида натрия в растворе, имеющем такое же осмотическое давление при $\alpha=1$, равна ... А) 0,1%; Б) 0,9%; В) 0,45%; Г) 1,8%.
18. Образование раствора всегда сопровождается ... энтропии.
А) увеличением; Б) уменьшением; В) постоянством; Г) увеличением, а затем уменьшением.
19. Процесс односторонней диффузии растворителя через полупроницаемую перегородку от раствора с

меньшей концентрацией к раствору с большей концентрацией называется ...

А) диализом; Б) осмосом; В) осмотическим давлением; Г) капиллярным давлением.

20. Закон разбавления Оствальда справедлив ...

А) для слабых электролитов; Б) для слабых электролитов в разбавленных растворах; В) при определенной температуре; Г) для сильных электролитов.

Модуль 4 «Электрохимия»

1. Абсолютная скорость движения ионов - это ...

А) скорость движения ионов при бесконечном разведении; Б) скорость движения ионов при напряженности поля 1 В/м; В) молярная электрическая проводимость; Г) удельная электрическая проводимость.

2. Установите соответствие между типом проводника и носителями электрического тока ...

Тип проводника

Носители электрического тока

А) проводник I рода;

1. электроны и ионы;

Б) проводник II рода.

2. электроны;

3. ионы;

4. нейтральные молекулы.

3. Железная пластинка опущена в раствор хлорида железа (II), в котором концентрация ионов Fe^{2+} меньше, чем в металле. Пластинка при этом ...

А) зарядится положительно; Б) зарядится отрицательно; В) останется электронейтральной; Г) может зарядиться как положительно, так и отрицательно.

4. Электрод, потенциал которого зависит от концентрации анализируемого иона, называется ...

А) стандартным электродом; Б) электродом сравнения; В) индикаторным электродом; Г) водородным электродом.

5. Неверно, что согласно уравнению Нернста потенциал электрода зависит от ...

А) его массы; Б) его природы; В) температуры; Г) концентрации.

6. Согласно схеме гальванического элемента $Fe|Fe^{2+}||Ni^{2+}|Ni$...

А) в процессе работы элемента на электроде осаждается железо; Б) никелевый электрод является анодом; В) никель окисляется; Г) электроны движутся от железного электрода к никелевому.

7. Медная пластинка чернеет под действием раствора, содержащего ...

А) $Zn(NO_3)_2$; Б) HCl ; В) $NaNO_3$; Г) $Hg(NO_3)_2$.

8. Чтобы получить катодное защитное покрытие, на железо следует нанести слой ...

А) алюминия; Б) хрома; В) цинка; Г) никеля.

9. К способам защиты от коррозии не относится ...

А) нанесение анодных покрытий; Б) вакуумная защита; В) нанесение катодных покрытий; Г) электрохимическая защита; Д) протекторная защита; Ж) ионная защита.

10. Удельная электрическая проводимость с ростом разбавления ...

А) не изменяется; Б) увеличивается; В) уменьшается; Г) вначале увеличивается, затем уменьшается.

11. Молярная электрическая проводимость с ростом разбавления ...

А) стремится к максимальному значению; Б) уменьшается; В) не изменяется; Г) вначале увеличивается, затем уменьшается.

12. При сахарном диабете в моче может присутствовать глюкоза. При этом удельная электрическая проводимость мочи ...

А) не изменяется; Б) увеличивается; В) уменьшается; Г) изменяется неоднозначно.

13. При одинаковой концентрации самую высокую электрическую проводимость будет иметь водный раствор ...

А) $NaOH$; Б) NH_4OH ; В) C_2H_5OH ; Г) C_6H_5OH .

14. Резкое изменение удельной электропроводности от концентрации раствора наблюдается для электролитов.

А) сильных; Б) слабых; В) любых.

15. Согласно закону Кольрауша при бесконечном разбавлении молярная электропроводность равна ...

А) произведению ионных электропроводностей; Б) сумме подвижностей ионов; В) сумме скоростей ионов; Г) сумме чисел переноса ионов.

16. Электродные потенциалы определяют по ЭДС гальванического элемента, составленного из данного электрода и стандартного электрода.

А) водородного; Б) платинового; В) серебряного; Г) медного.

17. Электродом I рода является электрод ...

А) $Ag | AgCl, KCl$; Б) $Cu | Cu^{2+}$; В) $Hg | HgCl, KCl$; Г) $Pt | Fe^{3+}, Fe^{2+}$.

18. Электродом 2 рода является электрод ...

А) $Ag | Ag^+$; Б) $Ag | AgCl, KCl$; В) $Zn | Zn^{2+}$; Г) $Pt | Fe^{3+}, Fe^{2+}$.

19. ЭДС гальванического элемента, состоящего из медного ($E_{Cu^{2+}/Cu}^{\circ} = 0,34$ В) и железного ($E_{Fe^{2+}/Fe}^{\circ} = -0,44$ В), погруженных в 0,01 М растворы их нитратов, равна ...

А) 0,10 В; Б) 0,78 В; В) 0,36 В; Г) 1,56 В.

20. На поверхности зубного протеза, изготовленного из сплава золота и меди, корродирует ...

А) золото; Б) медь; В) оба металла; Г) ни один из металлов.

Критерии оценки для студентов очно-заочной формы обучения:

Процент правильных ответов	Критерии оценивания
85 - 100 %	5 «Отлично»
65 - 84%	4 «Хорошо»
45 - 64%	3 «Удовлетворительно»
менее 45%	2 «Неудовлетворительно»

Расчетно-графические работы

Далее студент должен выполнить **четыре расчетно-графические работы**, каждая из которых выполняется в течение одной недели. Примерные задания расчетно-графических работ выглядят следующим образом:

Работа 1 «Фазовое равновесие»

1. На основании данных о температуре начала кристаллизации двухкомпонентной системы постройте диаграмму фазового состояния (диаграмму плавкости системы А-Б)
2. Обозначьте точками: 1 – жидкий сплав, содержащий **а** % вещества А при температуре T_1 ; 2 – сплав, содержащий **а** % вещества А и находящийся в равновесии с кристаллами химического соединения; 3 – систему, состоящую из твердого вещества А в равновесии с расплавом, содержащим **б** % вещества Б; 4 – равновесие фаз одинакового состава; 5 – равновесие трех фаз.
3. Определите качественные и количественные составы эвтектик.
4. В каком физическом состоянии находятся системы, содержащие **в**, **г**, **д** % вещества А при температуре T_1 ? Что произойдет с этими системами, если их охладить до температуры T_2 ?
5. При какой температуре начнет отвердевать сплав, содержащий **д** % вещества А? При какой температуре он отвердевает полностью? Каков состав первых выпавших кристаллов?
6. При какой температуре начнет плавиться сплав, содержащий **г** % вещества А? При какой температуре он расплавится полностью? Каков состав первых капелек сплава?

Какой компонент и в каком количестве выкристаллизуется, если 2 кг сплава, содержащего **а** % вещества А, охладить до температуры T_1 до температуры T_2 ?

Данные о температурах начала кристаллизации систем

система	$T = f(A\%)$								
	А – KCl Б – MnCl ₂	A%	0	8	15	25	34	36	38
	T	923	895	865	775	745	722	735	747
	A%	50	60	65	66	75	85	100	
	T	769	731	705	701	705	925	1047	

Данные о составах систем

T_1, K	а	б	в	г	д	T_2, K
873	40	80	10	40	80	733

Работа 2 «Свойства растворов электролитов»

По удельным сопротивлениям (ρ) водных растворов слабой кислоты разной концентрации (c) при $T=298 K$:

1. Рассчитайте удельные (κ) и молярные (λ) электропроводности растворов и степени диссоциации (α);
2. Постройте графики зависимостей рассчитанных величин от концентрации электролита;
3. Определите, при какой концентрации $\alpha = 0,1$ и чему равно рН этого раствора;
4. Определите графически константу диссоциации (K_d) и молярную электропроводность при бесконечном разбавлении (λ) слабой кислоты.

Кислота НА	$\lambda_{\infty}(A^-) = 10^4 \cdot \text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$	Удельное сопротивление ρ (Ом•м) при концентрациях (моль/л)						
		0,1	0,05	0,03	0,01	0,005	0,003	0,001
HF	54	3,53	4,5	6,36	11,7	16,2	21,9	45,1

Примечание: $\lambda_{\infty}(H^+) = 350 \cdot 10^4 \cdot \text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$.

Работа 3 «Электрохимические системы»

Для окислительно-восстановительного элемента типа Pt/A, B//C, D/Pt при $T=298 K$:

1. Напишите уравнение окислительно-восстановительной реакции;

2. Вычислите электродвижущую силу элемента (E), если активности веществ в растворе равны: a_A , a_B , a_C , a_D ;
3. Вычислите константу равновесия протекающей реакции. принять $a(\text{H}_2\text{O}) = 1$, $a(\text{H}^+) = 0,2$ моль/л, ϕ^0 – стандартные электродные потенциалы.

A	a_A	B	a_B	$\phi^0_{A/B}$	C	a_C	D	a_D	$\phi^0_{C/D}$
MnO_4^-	0,02	Mn^{2+}	0,01	1,51	Sn^{4+}	0,08	Sn^{2+}	0,15	0,15

4. Определите pH соляной кислоты, если для элемента

Pt / Hg, Hg₂Cl₂/ KCl (насыщ)// хингидрон насыщ. / Pt

ϕ^0 (каломельного) = 0,243 В

ϕ^0 (хингидронного) = 0,699 В

при T = 298 К известна ЭДС (E, В):

Вариант	E, В	Вариант	E, В
1	0,301	6	0,28
2	0,25	7	0,34
3	0,368	8	0,161
4	0,309	9	0,22
5	0,397	10	0,19

Работа 4 «Химическая кинетика»

В табл. приведены константы скорости k_1 и k_2 реакции при двух различных температурах T_1 и T_2 . Вычислите энергию активации этой реакции, найдите константу скорости при T_3 и определите, сколько вещества прореагировало к моменту времени t , если начальная концентрация вещества C_0 . Определите температурный коэффициент скорости реакции и проверьте применимость правила Вант-Гоффа. Порядок реакции считать по молекулярности.

Реакция	T_1 , К	k_1	T_2 , К	k_2	T_3 , К	t, мин	C_0 , моль/л
$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	282,6	2,307	318,1	21,65	343,2	15	0,95

Примечание. Размерности констант реакций 1 порядка мин^{-1} , констант реакций 2 порядка $\text{мин}^{-1} \cdot \text{л} \cdot \text{моль}^{-1}$, констант реакций 3 порядка $\text{мин}^{-1} \cdot \text{л}^2 \cdot \text{моль}^{-2}$

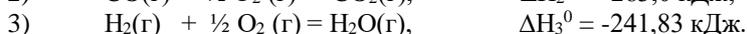
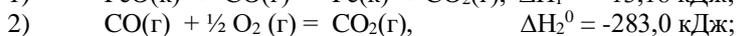
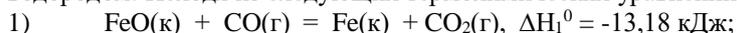
Критерии оценки расчетно-графической работы для студентов заочной формы обучения:

Критерии оценивания расчетно-графической работы	Оценка
Студент выполнил работу без ошибок и недочетов; допустил не более одного недочета	5 «отлично»
Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов;	4 «хорошо»
Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов;	3 «удовлетворительно»
Студент правильно выполнил менее половины работы	2 «неудовлетворительно»

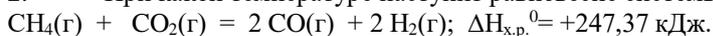
Задания для контрольной работы

Контрольная работа 1 «Основы химической термодинамики»

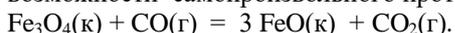
1. Вычислите стандартную энтальпию (тепловой эффект) реакции восстановления оксида железа (II) водородом. Исходя из следующих термохимических уравнений:



2. При какой температуре наступит равновесие системы



3. Вычислите ΔG_{298}^0 и $\Delta S_{\text{x.p.}}^0$, $\Delta H_{\text{x.p.}}^0$ восстановления Fe₃O₄ оксидом углерода (II) и сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания этой реакции при стандартных условиях.



Контрольная работа 2 «Химическая кинетика и катализ»

- Исходная смесь состоит из 0,3 моль/л H_2 и 0,2 моль/л N_2 . Равновесие наступит, когда прореагирует 0,24 моль/л H_2 . Вычислите константу равновесия химической реакции

$$3 H_2(g) + N_2(g) = 2NH_3(g)$$
- Напишите выражения констант равновесия для систем:
 $CO(g) + Cl_2(g) = COCl_2(g)$, $Fe_3O_4(k) + H_2(g) = 3 FeO(k) + H_2O(g)$,
 $CH_4(g) = C(k) + 2 H_2(g)$
- Реакция протекает по уравнению:
 $CO_2(g) + C(k) = 2 CO(g) - Q$
 В какую сторону сместится равновесие при повышении температуры; при увеличении давления, при уменьшении концентрации CO_2 ?

Контрольная работа 3 «Свойства растворов электролитов»

- В 200 мл раствора содержится 8 г фосфата калия. Плотность полученного раствора 1,04 г/см³. Вычислите все известные концентрации для этого раствора.
- Определите pH раствора, если концентрации ионов водорода равна: а) $4,6 \cdot 10^{-7}$ моль/л;
 б) $8,1 \cdot 10^{-3}$ моль/л;
 в) $2,7 \cdot 10^{-10}$ моль/л.
- Раствор, содержащий в литре 3,75 г формалина, обладает осмотическим давлением 2,8 ат при 0 °. Определите молекулярный вес формалина.
- Раствор, содержащий 0,32 г серы в 4 г бензола, кипит при 80,91 °С. Эбуллиоскопическая константа бензола 2,57; чистый бензол кипит при 80,1 °С.
- 68,4 г глюкозы (M=342) растворено в 1000 г воды. Рассчитайте температуру замерзания раствора.

Контрольная работа 4 «Электрохимические системы»

- Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, образованного электродом Fe/Fe²⁺ при активной концентрации ионов Fe²⁺ = 0,1 моль/л, и электродом Ag/Ag⁺ при активной концентрации ионов Ag⁺ = 0,01 моль/л.
- В два сосуда с голубым раствором сульфата меди (II) поместили: в первый – магниевую пластинку, а во вторую – золотую. В каком случае изменился цвет раствора и почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций.
- Составьте схемы устройства и работы гальванического элемента, в котором протекает реакция $3Mg + Cr_2(SO_4)_3 = 3MgSO_4 + 2Cr$.
- Электролиз раствора сульфата цинка проводили в течение 5 ч, в результате чего выделилось 6 л кислорода (н.у.). Составьте уравнения электродных процессов и вычислите силу тока.
- Электролиз нитрата серебра проводили при силе тока 2 А в течение 4 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах. Какая масса серебра выделилась на катоде и каков объем газа (н.у.), выделившегося на угольном аноде?

Критерии оценки контрольной работы для студентов заочной формы обучения:

Критерии оценивания контрольной работы	Оценка
Студент выполнил работу без ошибок и недочетов; допустил не более одного недочета	5 «отлично»
Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов;	4 «хорошо»
Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов;	3 «удовлетворительно»
Студент правильно выполнил менее половины работы	2 «неудовлетворительно»

Тестовые задания «Коллоидная химия»

- К числу поверхностных относятся явления, происходящие
 А) внутри отдельной фазы Б) в объеме истинного раствора
 В) в газовой системе Г) на границе раздела фаз
- Из перечисленных явлений относятся к поверхностным явлениям
 А) седиментация Б) смачивание В) мицеллообразование

15. Способность вещества изменять значение поверхностного натяжения, характеризующаяся величиной $(d\sigma/dC)$ при $C \rightarrow 0$, называется ...
 А) поверхностной концентрацией Б) поверхностной активностью
 В) поверхностной энергией Г) гидрофилизацией поверхности
16. Свойствами грубодисперсных и микрогетерогенных систем являются ...
 А) гомогенность Б) прозрачность, способность к опалесценции
 В) непрозрачность Г) гетерогенность
17. К методам получения дисперсных систем физической конденсацией относятся ...
 А) замена растворителя Б) тонкое измельчение твёрдого материала
 В) конденсация из паров Г) образование малорастворимого вещества
18. В зависимости от механизма образования и способности частиц дисперсной фазы взаимодействовать с частицами дисперсионной среды коллоидные растворы подразделяются на
 А) Свобододисперсные Б) Лиофильные
 В) Связнодисперсные Г) Лиофобные
19. К количественным характеристикам дисперсных систем относится ...
 А) гетерогенность Б) число частиц в единице объема
 В) масса системы Г) дисперсность
20. Характерным признаком объектов, изучаемых в коллоидной химии, является ...
 А) седиментационная неустойчивость Б) гетерогенность
 В) способность к диализу Г) агрегативная неустойчивость

Критерии оценки для студентов заочной формы обучения:

Процент правильных ответов	Критерии оценивания
85 - 100 %	5 «Отлично»
65 - 84%	4 «Хорошо»
45 - 64%	3 «Удовлетворительно»
менее 45%	2 «Неудовлетворительно»

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1. Определение поверхностного натяжения жидкости.

Цель: опытным путем определить поверхностное натяжение испытуемой жидкости, рассчитать допущенную погрешность измерений.

Оборудование и реактивы: бюретки, стеклянные стаканы, дистиллированная вода, испытуемая жидкость – глицерин.

Краткие теоретические сведения. В отличие от газов, жидкости характеризуются более сложным внутренним строением и свойствами, к важнейшим из которых можно отнести поверхностное натяжение. Поверхностная энергия, отнесенная к единице поверхности, получила название поверхностного натяжения (σ):

$$\sigma = \frac{F}{S},$$

где F – поверхностная энергия, S – площадь поверхности. В единицах системы измерения поверхностное натяжение выражается в Дж/м² или Н/м.

Поверхностное натяжение жидкости можно измерить и вычислить в момент отрыва капли от капилляра по формуле:

$$\sigma = \frac{\sigma_0 n_0 d}{n d_0},$$

где σ – поверхностное натяжение испытуемой жидкости, σ_0 – поверхностное натяжение стандартной жидкости (воды), n – количество капель испытуемой жидкости, n_0 – количество капель стандартной жидкости (воды), d – плотность испытуемой жидкости (глицерина), d_0 – плотность воды.

Порядок проведения работы

1. Укрепите бюретку в штативе. Промойте дистиллированной водой.
 2. Аккуратно заполните бюретку дистиллированной водой, выберите метку для отсчета.
 3. Начните отсчет вытекаемой воды по каплям за три метки. Опыт повторить три раза и возьмите среднее число капель.
 4. Заполните бюретку исследуемой жидкостью (раствором глицерина) до метки отсчета.
 5. Подсчитайте число капель вытекаемой жидкости по каплям за три метки. Опыт повторить три раза и возьмите среднее число капель.
 6. Зная число капель воды и исследуемой жидкости, вычислите поверхностное натяжение исследуемой жидкости по формуле:
- $$\sigma = \frac{\sigma_0 n_0 d}{n d_0},$$
7. Рассчитайте погрешность измерений по сравнению с табличным значением величины поверхностного натяжения. Сделайте выводы.

Лабораторная работа №2. Получение устойчивых эмульсий и пен

Цель: опытным путем получить пены, устойчивые эмульсии, показать роль и влияние стабилизатора.

Задача: опытным путем получить пены, измерить время их существования; получить эмульсию и провести обращение фаз эмульсий.

Оборудование и реактивы: штатив, пробирки, стеклянные стаканы, трубочки, мыло, мыльный раствор, стиральные порошки, хлорид кальция, щелочь.

1. получение пен.

В три стеклянных стаканчика насыпьте понемногу мыла и стиральных порошков, затем долейте воды до половины и осторожно продувайте -воздух через трубочку до получения пены. сравните образующиеся пены по времени существования и сделайте вывод.

2. получение эмульсии.

Налейте в пробирку воды (чуть меньше половины), затем осторожно прилейте подсолнечного масла (2-3 мл). встряхните пробирку и оставьте ее на некоторое время. опишите свои наблюдения. добавьте в пробирку несколько капель (~ 10) мыльного раствора и снова встряхните пробирку. объясните причину стабилизации эмульсии, опишите наблюдения.

3. обращение фаз эмульсий.

В стабилизированную эмульсию (м/в) добавьте немного раствора хлорида кальция, немного встряхните. новый эмульгатор, обладающий противоположным действием, вытесняет старый и обращает ее в эмульсию другого типа (в/м). если теперь в эту эмульсию ввести раствор щелочи, то образуется вновь первый эмульгатор и эмульсия становится типа м/в. такое явление взаимного превращения эмульсий называется обращением фаз эмульсий. опишите наблюдения, сделайте выводы.

Контрольные вопросы по данной работе.

1. какие дисперсные системы называются эмульсиями? любые ли жидкости могут образовывать эмульсии?
2. какие дисперсные системы называются пенами?
3. что такое пенообразователи и каков механизм их действия?
4. как классифицируются дисперсные системы в зависимости: от размера частиц; от агрегатного состояния дисперсной фазы и дисперсионной среды?
5. какие правила техники безопасности нужно соблюдать в работе?
6. какими методами получают грубодисперсные системы?
7. какие существуют способы разрушения эмульсий?
8. приведите примеры практического применения грубодисперсных систем.

Лабораторная работа №3. **Защитное действие высокомолекулярных соединений – желатина и крахмала**

Типичные коллоидные системы весьма чувствительны к действию электролитов. однако при введении в золь определенных высокомолекулярных веществ и образовании на поверхности частиц соответствующего адсорбционного слоя устойчивость системы может быть значительно повышена. такое явление получило название *коллоидной защиты*.

Веществами, способными обуславливать коллоидную защиту, являются белки, углеводы, пектины, а для систем с неводной дисперсионной средой - каучук. защитное вещество как бы придает золь свойства раствора этого вещества. в присутствии высокомолекулярных защитных веществ золи, вообще не поддающиеся концентрированию до высокого содержания дисперсной фазы, можно выпарить досуха, и затем полученный сухой остаток можно снова коллоидно растворить. электрофоретическая подвижность частиц зольей, адсорбировавших достаточное количество защитного вещества, обычно равна электрофоретической подвижности молекул полимера. наконец, защищенные золи при добавлении электролитов не подчиняются правилу Шульце – Гарди, а ведут себя как растворы защитного высокомолекулярного вещества, причем для выделения дисперсной фазы в осадок требуется то же количество электролита, что и для осаждения высокомолекулярного вещества.

Для характеристики защитного действия различных вмс предложено так называемое «золотое число». под золотым числом подразумевают число миллиграммов высокомолекулярного вещества, которое необходимо добавить к 10 мл красного золя золота для того, чтобы предотвратить его посинение при введении в систему 1 мл 10%-ного раствора NaCl . полученные таким образом золотые числа являются условными, так как на защитное действие вещества влияет ряд факторов – дисперсность золя, молекулярный вес защитного вещества, значение pH системы, при котором проводится испытание и т.д.

Иногда при определении защитного действия вмс вместо золя золота пользуются коллоидными растворами серебра, красителя конго – рубин, гидрата окиси железа и др. в этих случаях говорят соответственно о серебряном, рубиновом, железном и других числах.

Явление защиты гидрофобных зольей высокомолекулярными соединениями связано со структурно-механическим фактором стабилизации. молекулы белков или других высокомолекулярных соединений, адсорбируясь определенными концами (главным образом, своей гидрофобной частью) на поверхности частиц дисперсной фазы, образуют двухмерные структуры (пленки), обладающие повышенной механической прочностью. гидрофильные группы адсорбированных белковых молекул, расположенные снаружи, способствуют созданию гидратной оболочки, являющейся дополнительным фактором устойчивости. кроме того, белковые молекулы диссоциируют и в зависимости от pH среды создают на поверхности отрицательный или положительный заряд.

Цель работы: продемонстрировать явление защитного действия высокомолекулярных соединений, определить железное число желатина и крахмала.

Материалы и оборудование

Порядок выполнения работы

Берут два ряда по семь пробирок в каждом. в первую пробирку первого ряда наливают 2 мл свежеприготовленного 1%-ного раствора желатина. в остальные пробирки вносят по 1 мл дистиллированной воды и последовательно переносят по 1 мл раствора из первой пробирки во вторую, из второй в третью и т.д. получают ряд растворов с убывающей концентрацией желатина. из 2,5%-ного раствора крахмала приготавливают такой же ряд. в каждую пробирку того и другого ряда добавляют по 1 мл насыщенного

золя гидроксида железа, по 1 мл 10% раствора NaCl , и наблюдают, в каких из пробирок произошла коагуляция. результаты наблюдения вносят в таблицу по образцу:

высокомолекулярное соединение	концентрация ВМС (мг) в пробирках						
	1	2	3	4	5	6	7
желатина							
крахмал							

Поставить знак «+» там, где произошла защита и знак «-» там, где она отсутствует. определить железное число желатина и крахмала.

Отчет о выполненной работе

название опыта	используемый реактив	что делали?	что наблюдали?	вывод.

Контрольные вопросы по данной теме

1. понятие коллоидной защиты, вещества применяемые для нее.
2. механизм защитного действия высокомолекулярных соединений.
3. количественная характеристика защитного действия ВМС.
4. явление сенсбилизации.

Лабораторная работа №4. Влияние различных факторов на степень набухания высокомолекулярных соединений, тепловой эффект процесса набухания

Теоретическая часть

Растворение высокомолекулярных веществ с гибкими линейными молекулами, в отличие от растворения низкомолекулярных соединений, сопровождается набуханием. при набухании высокомолекулярное вещество поглощает низкомолекулярный растворитель, значительно увеличивается в массе, при этом изменяет механические свойства без потери однородности. объем высокомолекулярного вещества при набухании может увеличиваться до 1000-1500%. причиной набухания является то, что при растворении происходит не только диффузия молекул растворяемого вещества в растворитель, как это имеет место при растворении низкомолекулярных веществ, но, главным образом, диффузия молекул растворителя в высокомолекулярное вещество. последнее связано с тем, что макромолекулы в обычных аморфных ВМС упакованы сравнительно неплотно и в результате теплового движения гибких цепей между ними периодически образуются весьма малые пространства, в которые могут проникать молекулы растворителя. так как подвижность маленьких молекул растворителя во много раз больше подвижности макромолекул, сначала, главным образом, происходит диффузия молекул растворителя в полимер, что сопровождается увеличением объема последнего, и только уже затем макромолекулы, связь между которыми сильно ослабилась, отрываются от основной массы вещества и диффундируют в среду, образуя однородный истинный раствор.

Набухание далеко не всегда заканчивается растворением. одна из причин такого явления может заключаться в том, что высокомолекулярное вещество и растворитель способны смешиваться ограниченно. поэтому в результате набухания в системе образуются две фазы - насыщенный раствор полимера в растворителе (собственно раствор) и насыщенный раствор растворителя в полимере (гель, студень). такое ограниченное набухание носит равновесный характер, т.е. объем набухшего до предела высокомолекулярного вещества неограниченно долго остается неизменным, если только в системе не произойдут химические изменения.

Набухание полимера в жидкости характеризуется степенью набухания α , вычисляемой по уравнению: $\alpha = (m - m_0) / m_0$,

где m_0 и m – навеска полимера до и после набухания.

Набухание – избирательный процесс: резина набухает в бензине и не набухает в воде; белки, желатин и другие вещества набухают в воде и водных растворах. избирательность процесса набухания связана с наличием или отсутствием полярных групп в молекулах. белки, обладая большим количеством полярных групп, имеют большое сродство к воде.

На процесс набухания влияет температура, добавление электролита и рН среды. хорошо гидратирующиеся ионы электролита затрудняют процесс набухания. минимум набухания находится в области изоэлектрической точки, по ту и другую сторону, от которой степень набухания возрастает.

Цель работы: установить характер влияния электролитов и рН на степень набухания ВМС, определить тепловой эффект (поглощение, либо выделение тепла) процесса набухания.

Вопросы к работе

1. стадии растворения ВМС.
2. явление набухания ВМС (ограниченное и неограниченное). Степень набухания.
3. лиотропный ряд, влияние электролитов на степень набухания ВМС.
4. как связан процесс набухания белков с рН среды?
5. тепловые эффекты при набухании.

Порядок выполнения работы

а) влияние рН на набухание

в две мерные пробирки вносят по 0,5 г порошка желатина (высота порошка 1 см). в одну пробирку наливают 8 мл 0,1н HCl, в другую – 8 мл 0,1н NaOH. рН добавляемых растворов должен быть предварительно измерен. содержимое пробирок перемешивают и оставляют на 1 ч (в течение этого времени растворы периодически перемешивают). по истечении 1 ч измеряют высоту набухшего геля. объяснить наблюдаемую зависимость степени набухания желатины от рН ($pH_{изт}$ желатина 4,7).

б) влияние электролитов на набухание

В три пробирки насыпают по 0,5 г порошка желатины (высота порошка 1 см). в пробирки соответственно наливают по 8 мл 0,5 м растворов: K_2SO_4 , KCl, KBr. содержимое пробирок оставляют на 1 ч, в течение которого производят периодическое перемешивание. через час измеряют высоту слоя набухшей желатины. объяснить различное влияние анионов на процесс набухания.

в) выделение тепла при набухании

В стакане размешивают 5 мл воды (температуру воды предварительно измеряют) и 5 г сухого крахмала. затем в смесь погружают термометр и измеряют температуру. объяснить причины изменения температуры.

Лабораторная работа №5. Коллоидные системы

Основные вопросы по теме

1. Поверхностные явления.
2. Поверхностное натяжение.
3. Зависимость от концентрации.
4. Изотерма абсорбции Гиббса.
5. Поверхностно-активные вещества.
6. Абсорбция.
7. Теория Ленгмюра.
8. Уравнения Ленгмюра и Фрейндлиха.

9. Коллоидные системы; получение.
10. Оптические свойства коллоидов.
11. Мицелла золя; строение.
12. Электрокинетические свойства коллоидов.
13. Коагуляция; порог коагуляции.
14. Защитное число.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое «поверхностное натяжение» и от чего оно зависит?
2. Что такое «поверхностно-активное вещество»?
3. Что такое «адсорбция» и от чего она зависит?
4. Чем отличается адсорбция на границе газ - раствор от адсорбции на границе газ - твердое тело?
5. Как получают коллоидные системы?
6. В чем причина особенностей коллоидов?
7. Как устроены мицеллы зольей?
8. Сформулируйте правило Пескова - Фаянса.
9. Что такое «коагуляция»?
10. Что такое «защитное число»?

Лабораторная работа № 6-8. Микрогетерогенные системы.

Основные вопросы по теме

1. Эмульсии и пены; получение и разрушение.
2. Набухание и виды набухания. Степень набухания.
3. Гели (студни).
4. Влияние концентрации, температуры и посторонних электролитов на застудневание.
5. Синерезис и тиксотропия.
6. Аэрозоли; получение и разрушение.
7. Применение аэрозолей.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое «эмульсии» и «пены»?
2. Как получают и разрушают эмульсии и пены?
3. Что такое «полимер»?
4. Какие виды полимеров вам известны?
5. Каковы виды растворов ВМС (высокомолекулярных соединений)?
6. В чем принципиальное отличие коллоидного раствора от раствора ВМС?
7. Что такое «набухание»?
8. Что такое «гель», «студень»?
9. Что такое «синерезис»?
10. Что такое «тиксотропия»?

Лабораторная работа №9. Коллоидные системы

1. ПОЛУЧЕНИЕ ЗОЛЯ БЕРЛИНСКОЙ ЛАЗУРИ ПЕПТИЗАЦИЕЙ И МЕТОДОМ ОБМЕННОЙ РЕАКЦИИ

1. В пробирку к 6 мл 2%-ного раствора FeCl_3 прибавить 1 мл насыщенного раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, выпадает темно-синий осадок берлинской лазури $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. Осадок отфильтровать, промыть дистиллированной водой. Затем осадок с фильтровальной бумаги переставить на чистую пробирку, прилить к нему 0,1 н. раствор щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Образующиеся коллоидные частицы проходят через фильтровальную бумагу, в пробирке остается золь берлинской лазури. Золь сохранить для следующих опытов.

2. Вместо насыщенного раствора, в предыдущем опыте взять 0,5%-ный раствор $K_4[Fe(CN)_6]$. Тогда в пробирке сразу получается золь берлинской лазури.

2. ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОЗОЛЯ $Fe(OH)_3$ МЕТОДОМ ГИДРОЛИЗА

В колбу (пробирку) налить 1 мл 2%-ного раствора $FeCl_3$ и 10мл дистиллированной воды. Раствор нагреть до кипения. При этом получается раствор красно-бурого цвета – золь гидроксида железа. Убедиться в том, что действительно получен коллоидный раствор можно следующим образом: к 1/3 полученного золя прилить 1 мл 2 н. раствора Na_2SO_4 . Золь на глазах мутнеет, коагулирует, расслаивается. Оставшуюся 2/3 часть золя сохранить для следующих опытов.

3. ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОЗОЛЯ КАНИФОЛИ МЕТОДОМ Понижения РАСТВОРИМОСТИ (МЕТОД ЗАМЕНЫ РАСТВОРИТЕЛЯ)

0,5 мл 2%-ного спиртового раствора канифоли (истинный раствор) при перемешивании влить в пробирку с 10 мл дистиллированной воды. Появляется коллоидный раствор белого цвета, который в проходящем свете кажется красноватым, а при освещении сбоку – голубоватым (опалесценция).

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАКА ЗАРЯДА ЧАСТИЦ МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРИЗАЦИИ

На листочке фильтровальной бумаги наносят по 1 капле исследуемого золя – берлинской лазури из работы 1 и гидрозоля гидроксида железа из работы 2. По характеру пятна определяют знак заряда коллоидных частиц. Если гранулы заряжены положительно, то золь дает окрашенное в центре и бесцветное по краям пятно. Отрицательно заряженные золи дают равномерно до краев окрашенное пятно.

5. ПРАВИЛО ШУЛЬЦЕ-ГАРДИ

В 6 пробирок вливают из бюретки по 5 мл золя гидроксида железа, а в 6 других – по 5 мл золя берлинской лазури. Затем в пробирки каждого вида золя приливают по 1 мл раствора электролита в приведенном в таблице порядке.

Электролит	Молярная концентрация электролита	Золь гидроксида железа	Золь берлинской лазури
KCl	0,02		
KCl	3,00		
K_2SO_4	0,02		
$K_3[Fe(CN)_6]$	0,02		
$BaCl_2$	0,02		
$FeCl_3$	0,02		

Наблюдаемые эффекты через 10-15 мин. после приливания электролита отметить в таблице символами: «ПР» - прозрачный раствор, «коаг.» - коагуляция (образование хлопьев), «седим.» - седиментация (выпадение осадка). Применяя правило Шульце-Гарди определить коагулирующие ионы для каждого золя и отметить зависимость коагулирующей способности величины заряда коагулирующего иона.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГА КОАГУЛЯЦИИ

В 3 пробирки наливают из бюретки по 5 мл золя гидроксида железа. В первую пробирку с золем медленно по каплям приливают 0,001М раствор $K_3[Fe(CN)_6]$ из бюретки при тщательном перемешивании. Раствор электролита прибавляют до помутнения золя во всем объеме. Отмечают минимальный объем электролита, вызывающий помутнение золя. Величину порога коагуляции вычисляют по формуле:

где $C_{п.к.}$ – порог коагуляции, моль/л;

$V_э$ – объем прибавленного электролита, мл;

$V_з$ – объем взятого золя, мл (5 мл);

$M_э$ – молярная концентрация электролита, моль/л.

Таким же образом определить пороги коагуляции для K_2SO_4 (0,02М раствор) и KCl (3М раствор).

Контрольные вопросы

1. Какие системы называются коллоидными?
2. Какие методы получения коллоидных систем вы знаете?
3. Какие имеются факторы устойчивости коллоидных систем?
4. Что такое кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидов?
5. Чем отличаются лиофильные и лиофобные системы?
6. Расскажите о методах очистки зольей?
7. Оптические свойства коллоидных систем. Закон Рэлея.
8. Какое строение имеет мицелла лиофобного золя и каково строение частицы лиофильных зольей?
9. В чем сущность коагуляции коллоидов электролитами?
10. В чем состоят закономерности ионного обмена в коллоидных системах?
11. Правило Шульце-Гарди.
12. Что такое пептизация коллоидов?
13. Что такое порог коагуляции и коагулирующая способность?

Критерии оценки для студентов заочной формы обучения:

Критерии оценивания отчета	Критерии оценивания
Студент предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме	5 «Отлично»
Студент предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме, допуская при этом некоторые ошибки и недочеты	4 «Хорошо»
Студент предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме, допуская при этом 1-2 грубые ошибки и недочеты	3 «Удовлетворительно»
Студент не предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме	2 «Неудовлетворительно»

Расчетно-графическая работа

Далее студент должен выполнить *четыре расчетно-графические работы*, каждая из которых выполняется в течение одной недели. Примерные задания расчетно-графических работ выглядят следующим образом:

Работа 1 «Поверхностные явления»

По экспериментальным данным зависимости поверхностного натяжения (σ , мН/м) водных растворов вещества А от его концентрации (c , моль/л) при температуре (T , К) постройте изотермы поверхностного натяжения и гиббсовской адсорбции. По зависимости $c/\Gamma=f(c)$ графически определите константы уравнения Ленгмюра, площадь молекулы вещества А на поверхности (S_0) и толщину адсорбционного слоя (l), где ρ – плотность вещества А, г/мл.

А	Т, К	ρ , г/мл	σ (мН/м) = $f(c)$ моль/л					
			c	0	0,1	0,24	0,95	2,0
$C_3H_6O_2$	293	0,99	σ	73	66	60	46	39

Работа 2 «Лиофобные коллоидные растворы»

1. При медленном введении раствора вещества А в раствор вещества В образуется золя. Напишите формулу мицеллы, укажите агрегат, гранулу, потенциалопределяющие ионы и противоионы, адсорбционный и диффузный слои, заряд частицы. Какой из приведённых электролитов Д, Е, F имеет наибольшее коагулирующее действие для данного золя? Ответ обоснуйте.

А	Б	Д	Е	Ф
AgNO ₃	NaCl	NaF	CaCl ₂	FeCl ₃

2. Для коагуляции 100 мл золя потребовалось V мл электролита, имеющего концентрацию С, порог коагуляции С_{пор} и коагулирующее действие КД. Рассчитайте неизвестную величину.

Электролит	V, мл	С, моль/л	С _{пор} , моль/л	КД, моль/л
KCl	10,5	1	?	?

3. Определите размер (радиус или ребро куба) частиц золя, если при ультрамикроскопическом исследовании в объеме V подсчитано N частиц, концентрация золя С, плотность дисперсной фазы ρ.

золя	V•10 ¹¹ , м ³	N	С•10 ⁴ , кг/м ³	ρ•10 ⁻³ , кг/м ³	форма частиц
дым мартена	2,2	87	1	2	сферическая
гидрозоль золота	1,6	70	0,07	19,3	кубическая
гидрозоль серебра	0,000135	2	2000	10,5	сферическая
гидрозоль серебра	0,000135	2	2000	10,5	кубическая

Критерии оценки контрольной работы для студентов заочной формы обучения:

Критерии оценивания расчетно-графической работы	Оценка
Студент выполнил работу без ошибок и недочетов; допустил не более одного недочета	5 «отлично»
Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов;	4 «хорошо»
Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов;	3 «удовлетворительно»
Студент правильно выполнил менее половины работы	2 «неудовлетворительно»

Решение расчетных задач

1. Вычислите поверхностное натяжение толуола при 50°C , если при медленном выпускании его из сталагмометра масса 38 капель составила 1,486 г. При выпускании из того же сталагмометра воды при той же температуре масса 25 капель её оказалась равной 2,657 г. Поверхностное натяжение воды при 50°C равно $76,91 \cdot 10^{-3}$ Н/м.
2. Сравните поверхностную активность пропионовой и масляной кислот в водных растворах в данном интервале концентраций, если известно:

Кислота	$C_{\text{кислоты}}$, моль/л	$\Sigma_{\text{кислоты}}$, мН/м
Пропионовая кислота	0,0312	69,5
	0,0625	67,7
Масляная кислота	0,0312	65,8
	0,0625	60,4

Выполняется ли правило Траубе-Дюкло?

3. Поверхностное натяжение водного раствора с концентрацией пентанола 0,03 моль/л равно $55,3 \cdot 10^{-3}$ Н/м при 298 К. Оцените величину адсорбции из раствора с концентрацией бутанола 0,015 моль/л при 298 К.
4. При уменьшении концентрации новокаина в растворе с 0,2 моль/л до 0,15 моль/л поверхностное натяжение возросло с $6,9 \cdot 10^{-2}$ Н/м до $7,1 \cdot 10^{-2}$ Н/м, а у раствора кокаина с $6,5 \cdot 10^{-2}$ Н/м до $7,0 \cdot 10^{-2}$ Н/м. Сравните величины адсорбции двух веществ в данном интервале концентраций при $T = 293$ К.
5. Определите тип адсорбции при растворении в воде серной кислоты, если концентрация в воде составила 2,33 моль/л, поверхностное натяжение $73,05 \cdot 10^{-3}$ Н/м при температуре 18°C .
6. В 50 мл раствора с концентрацией уксусной кислоты 0,1 моль/л поместили адсорбент массой 2 г. И взбалтывали смесь до достижения адсорбционного равновесия. После этого раствор отфильтровали. На титрование 10 мл фильтрата пошло 15 мл титранта с концентрацией КОН, равной 0,05 моль/л. Определите величину адсорбции уксусной кислоты.
7. Степень адсорбции пропионовой кислоты из водного раствора углём массой 2 г составила 60%. Определите массу пропионовой кислоты в 1 л водного раствора до адсорбции, если удельная адсорбция равна $2,32 \cdot 10^{-3}$ моль/г.
8. Поверхностное натяжение водного раствора, содержащего поверхностно-активное вещество (ПАВ) в концентрации 0,056 моль/л при 293 К равно $4,33 \cdot 10^{-2}$ Н/м. Вычислите величину адсорбции ПАВ из раствора с концентрацией 0,028 моль/л при 293 К.
9. В 60 мл раствора с концентрацией некоторого вещества, равной 0,440 моль/л, поместили активированный уголь, массой 3 г. Раствор с адсорбентом взбалтывали до установления адсорбционного равновесия, в результате чего концентрации вещества снизились до 0,350 моль/л. Вычислите величину адсорбции и степень адсорбции (в %).
10. Рассчитайте величину адсорбции уксусной кислоты на твердом адсорбенте, если её равновесная концентрация составила 0,22 моль/л, а константы в уравнении Фрейндлиха равны $K = 0,50$ моль/л, $n = 0,45$.
11. Каково строение мицеллы золя иодида серебра, полученного добавлением к 30 мл раствора иодида калия с концентрацией 0,006 моль/л 40 мл раствора нитрата серебра с концентрацией 0,004 моль/л?
12. При электрофорезе частицы золя хлорида серебра, полученного смешиванием равных объемов раствора нитрата серебра с концентрацией 0,005 моль/л и хлорида натрия, перемещаются к катоду. В каком диапазоне находилось значение концентрации раствора хлорида натрия?
13. Коагуляция золя гидроксида железа (III) объемом 4 л наступила при добавлении 0,91 мл 10%-ного раствора сульфата магния ($\rho = 1,1$ г/мл). Вычислите порог коагуляции золя сульфат-ионами.
14. Порог коагуляции золя гидроксида алюминия дихромат-ионами равен 0,63 ммоль/л. Какой объем 10%-ного раствора дихромата калия ($\rho = 1,07$ г/мл) требуется для коагуляции 1,5 л золя?

15. Золотое число желатина равно 0,01 мг. Какой объем раствора ($\rho = 1,0$ г/мл) с массовой долей желатина равной 0,01 % следует добавить к 10,0 мл золя золота для предотвращения коагулирующего действия 1 мл раствора с массовой долей хлорида натрия 10%?

16. Пороги коагуляции некоторого золя электролитами KNO_3 , MgCl_2 , NaBr равны соответственно 5,0; 0,8; 49,0 ммоль/л. Как относятся между собой величины коагулирующих способностей этих веществ? Укажите коагулирующие ионы. Каков знак заряда коллоидной частицы?

17. Будет ли набухать желатин ($\text{pH}_{\text{ИЭТ}} = 4,7$) в ацетатном буфере, приготовленном из 100 мл раствора ацетата натрия и 200 мл раствора уксусной кислоты одинаковых концентраций при 20°C? Как можно ускорить процесс набухания? Как замедлить?

18. Полимер массой 2 г поместили в склянку с бензином. Через 20 мин полимер вынули из склянки и взвесили, масса стала 2,5 г. Рассчитайте степень набухания полимера в %.

19. Определите знак заряда коллоидных частиц золя, если при его коагуляции электролитами получены следующие пороги коагуляции (в моль/л) $C_{\text{п.к.}}(\text{KNO}_3) = 300$; $C_{\text{п.к.}}(\text{MgCl}_2) = 320$; $C_{\text{п.к.}}(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,6$.

20. Будет ли набухать желатин ($\text{pH}_{\text{ИЭТ}} = 4,7$) в ацетатном буфере с равным содержанием компонентов при 0°C? Как можно идентифицировать процесс набухания желатина?

Критерии оценки решения расчетных задач для студентов заочной формы обучения:

Критерии оценивания	Оценка
В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 80%;	5 «отлично»
В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 60%;	4 «хорошо»
В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 50%;	3 «удовлетворительно»

Задания для контрольной работы

Контрольная работа №1. Поверхностные явления

1. Охарактеризуйте отличительную особенность изотермы моно молекулярной адсорбции.

2. Какую информацию об адсорбции даёт знак удельной адсорбции в теории Гиббса? На чём основана такая интерпретация знака?

3. Объясните причину возникновения капиллярного давления при искривлении межфазной границы.

4. Дайте определение понятия «краевой угол». Объясните его назначение.

5. Объясните механизм формирования ДЭС на поверхности частиц BaSO_4 , образующихся по реакции $\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{KCl}$.

Как устроен ДЭС, если в реакции использованы растворы равных объёмов, а молярная концентрация раствора BaCl_2 была больше концентрации раствора K_2SO_4 ? Напишите формулу мицеллы.

Задача. По изотерме адсорбции азота рассчитайте удельную поверхность адсорбента, если площадь, занимаемая одной молекулой азота равна $S_0 = 1,62 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2$

P/P _s	0,02	0,04	0,08	0,14	0,16	0,18
------------------	------	------	------	------	------	------

a, моль/кг	1,86	2,31	2,72	3,07	3,12	3,23
------------	------	------	------	------	------	------

Контрольная работа №2. Лиофобные коллоидные системы

1. Приведите классификации эмульсий.
2. Обращение фаз эмульсий.
3. Эмульгаторы прямых эмульсий.
4. Выбор ПАВ для стабилизации суспензий.
5. Свойства аэрозолей.

Контрольная работа №3. Свойства растворов ВМС»

1. Классификация ПАВ по физико-химическому воздействию на поверхность раздела между фазами.
2. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Зависимость ККМ от строения ПАВ и от различных факторов.
3. Строение макромолекул полимеров. Важнейшие особенности линейных, разветвлённых и сетчатых полимеров.
4. Течение растворов полимеров. Вязкость растворов и связь вязкости с молекулярной массой полимеров.
5. Структурообразование в полимерах. Понятие о сегменте. Надмолекулярные структуры.

Контрольная работа №4. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем

1. Дайте объяснение причины электроосмоса.
2. На чем основана теория ДЛФО?
3. Объясните причину броуновского движения.
4. Какие оптические методы используют для анализа дисперсности?
5. Какой смысл вкладывают в понятие «быстрая коагуляция»?

Критерии оценки контрольной работы для студентов заочной формы обучения:

Критерии оценивания ответа на контрольный вопрос	Оценка
Студент выполнил работу без ошибок и недочетов; допустил не более одного недочета	5 «отлично»
Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов;	4 «хорошо»
Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов;	3 «удовлетворительно»
Студент правильно выполнил менее половины работы	2 «неудовлетворительно»

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Физическая химия: учебник для бакалавров / Н.С. Кудряшова, Л.Г. Бондарева. – 8-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2014. - 340 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
2. Белопухов, С.Л. Физическая и коллоидная химия: основные термины и определения: учебное пособие / С.Л. Белопухов, С.Э. Старых; Российский Государственный Аграрный Университет - МСХА им. К. А. Тимирязева. – М.: Проспект, 2016. - 256 с.: табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-392-20087-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443638>.

Дополнительная литература:

3. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: учебник. – М.: Высшая школа, 2001. – 527 с.
4. Макаров, А.Г. Теоретические и практические основы физической химии: учебное пособие / А.Г. Макаров, М.О. Сагида, Д.А. Раздобреев; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015. - 172 с.: табл., ил., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7410-1245-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364840>
5. Зуев, А.Ю. Физическая химия. Практикум: учебное пособие / А.Ю. Зуев, В.А. Черепанов, Д.С. Цветков; ред. А.Ю. Зуев. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. - 124 с. - ISBN 978-5-7996-0787-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239716>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;
- ЭБС издательства «Лань»;
- ЭБС «Электронный читальный зал»;
- www.xumuk.ru
- www.chem.msu.ru
- www.himhelp.ru

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 206	Лекции	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (26 посадочных мест).
Лаборатория общей химии	Лабораторные занятия	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (26 посадочных мест). Приборы и оборудование: установка титровальная – 3 шт., рН метр – 1 шт., центрифуга – 1 шт., весы аналитические – 1 шт., весы электронные – 1 шт., набор ареометров – 1 шт., электроплитка – 1 шт., термометры – 5 шт., лабораторная посуда, хим. реактивы. Учебно-наглядные пособия

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) БАШГУ
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ на 7 семестр
(наименование дисциплины)

ОЧНАЯ

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	21,2
лекций	8
практических/ семинарских	12
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы/курсового проекта	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	113,8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы/курсового проекта	-
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9

Форма(ы) контроля:
экзамен – 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ЛР	ПР/СЕ М	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение Предмет и задачи физической химии как теоретической основы современной химии и химической технологии. Место физической химии в естествознании, биологии. Содержание курса физической химии. Основные этапы развития и современное состояние физической химии. Вклад в развитие науки отечественных ученых	1	-	-	10,8	1-5	Вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.	Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.
2.	Краткая характеристика газов Газовые законы (Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля и Авогадро). Уравнение состояния идеального газа. Смесь идеальных газов. Некоторые сведения из кинетической теории газов «для идеальных газов». Законы распределения молекул по энергиям и скоростям. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Проблема уравнения состояния.	-	-	1	10	1-5	Вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.	Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.
3.	Основы химической термодинамики Предмет термодинамики. Термодинамические системы и их классификации. Термодинамические свойства. Термодинамические процессы. Внутренняя энергия. Теплота и работа как формы передачи энергии. Первый закон термодинамики. Процессы при постоянной температуре, объеме, и давлении. Энтальпия. Адиабатный процесс. Теплоемкость и ее зависимость от температуры. Приложение первого закона термодинамики к химии. Теплота реакции. Понятие о тепловом эффекте. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Закон Гесса и его следствия. Термохимические уравнения. Теплоты образования, сгорания, растворения. Зависимость теплового эффекта химических реакций от температуры. Уравнения Кирхгофа. Энергии химических связей. Расчет тепловых эффектов химических реакций и энергий связи. Второй закон термодинамики и его различные формулировки. Энтропия. Процессы равновесные и неравновесные. Теорема Карно-Клаузиуса и максимальный коэффициент полезного действия. Уравнение второго закона термодинамики для	1	-	2	10	1-5	Вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.	Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.

	<p>обратимых и необратимых процессов. Некомпенсированная теплота Клаузиуса и работа, потерянная в необратимом процессе. Изменение энтропии как критерий возможности самопроизвольного протекания процесса в изолированной системе. Изменение энтропии при химической реакции и фазовых переходах.</p> <p>Постулат Планка. Вычисление абсолютного значения энтропии. Энтропия и вероятность. Статистическая интерпретация. Уравнение Больцмана.</p> <p>Термодинамические потенциалы Гиббса и Гельмгольца. Физический смысл энергии Гиббса и Гельмгольца. Стандартные условия термодинамических величин. Условия самопроизвольного протекания процессов. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Характеристические функции. Изменение термодинамических функций в открытых системах. Химические потенциал, их определение, вычисление и свойства.</p>							
4.	<p>Химическое равновесие. Закон действующих масс. Термодинамический вывод закона действующих масс. Различные виды констант (K_p, K_c, K_x) и связь между ними. Химическое равновесие в идеальных и неидеальных системах. Представление о летучести и активности. Уравнения изотермы, изобары и изохоры химической реакции. Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнение Вант-Гоффа. Понятие о химическом сродстве. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье-Брауна.</p>	1	-	1	10	1-5	<p>Вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.</p>	<p>Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.</p>
5.	<p>Фазовые равновесия</p> <p>Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Правило фаз Гиббса и его вывод. Условия равновесия между фазами.</p> <p>Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса и его применение к различным фазовым переходам первого рода. Фазовые переходы второго рода.</p> <p>Двухкомпонентные системы. Различные виды диаграмм состояния двухкомпонентных систем и их анализа на основе правила фаз. Системы, образующие твердые растворы, и химические состояния конгруэнтной и инконгруэнтной точкой плавления. Эвтектическая и перитектическая точки. Диаграмма состав-температура двухкомпонентных систем. Термический анализ. Твердые растворы.</p> <p>Трёхкомпонентные системы. Треугольник Гиббса.</p>	-		1	10	1-5	<p>Вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.</p>	<p>Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.</p>

6.	<p>Термодинамика растворов. Растворы различных классов. Термодинамическая классификация растворов. Различные способы выражения состава раствора. Смеси идеальных газов и их термодинамические свойства. Идеальные растворы. Термодинамика растворов. Растворы идеальные, предельно разбавленные, неидеальные. Предельно разбавленные растворы. Парциальные молярные величины и их определением из опытных данных (для бинарных систем). Уравнение Гиббса-Дюгема и Гиббса-Дюгема-Маргулеса. Растворы – жидкость-газ. Зависимость растворимости газов от давления (закон Генри), их природы и природы растворителя и температуры. Растворы летучих жидких веществ. Идеальные растворы. Давление насыщенного пара. Растворы с положительным и отрицательным отклонением от закона Рауля. Причины отклонений. Диаграммы «состав – давление пара» и «состав – температура кипения». Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропные растворы и их свойства. Разделение веществ путём перегонки. Давление пара бинарных систем из частично смешивающихся и несмешивающихся жидкостей. Распределение третьего компонента между двумя несмешивающимися жидкостями. Коэффициент распределения. Экстрагирование. Растворы «летучая жидкость – нелетучее вещество». Зависимость растворимости твёрдых веществ от их природы и температуры. Свойства разбавленных растворов. Давление насыщенного пара растворителя над раствором, зависимость от температуры. Температура замерзания и кипения разбавленных растворов. Криоскопия и эбуллиоскопия. Криоскопический метод. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа, его термодинамический вывод и область применимости. Роль осмоса в биологических процессах.</p>	1	-	1	9	1-5	Вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.	Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.
7.	<p>Химическая кинетика Предмет и задачи химической кинетики. Механизмы химических реакций. Несоответствие механизмов химических реакций и их стехиометрических уравнений. Основные понятия химической кинетики. Скорость химических реакций. Гомогенные и гетерогенные реакции. Методы исследования скоростей реакций. Простые и сложные реакции. Элементарные стадии. Порядок и молекулярность реакций. Реакции переменного порядка. Кинетический закон действия масс и область его</p>	1	-	1	9	1-5	Вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.	Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.

	применимости. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Зависимость скорости от температуры. Уравнение Аррениуса. «Эффективная» и «истинная» энергии активации. Кинетика необратимых гомогенных реакций первого, второго и третьего порядков. Определение константы скорости, порядка реакции и вида кинетического уравнения. Сложные реакции.							
8.	Катализ Катализ, его определение. Особенность и классификация каталитических процессов. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Ферментативный катализ. Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций. Зависимость кинетических постоянных от pH среды и температуры. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Субстратная специфичность ферментов. Ингибирование ферментативных реакций (конкурентное и неконкурентное). Гетерогенный катализ. Скорость гетерогенной каталитической реакции. Активные центры гетерогенных катализаторов, роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Промотирование. Отравление катализаторов. Твердые кислоты и металлы как катализаторы. Теория мультиплетов Баландина. Принципы геометрического и энергетического соответствия. Область применения теории мультиплетов. Другие теории гетерогенного катализа. Роль катализа в биологических процессах и химической промышленности.	-	-	1	9	1-5	Вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.	Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.
9.	Электрохимия Понятие электродного потенциала. Изменение электродного потенциала на границах раздела фаз в электрохимических системах: внутренний контактный, на границе «металл – раствор». Диффузионный, адсорбционный, мембранный потенциалы. Двойной электрический слой: его строение и роль в кинетике электродных процессов. Водородная шкала электродных потенциалов. Стандартные электродные потенциалы. Электрохимический ряд напряжений. Классификация электродов. Роль мембранных и диффузионных потенциалов в биологических процессах. Электрохимические цепи (гальванические элементы): химические и концентрационные. Измерение ЭДС. Насыщенный элемент Вестона. Электроды сравнения. Электрохимический метод измерения pH. Электроды для измерения pH: водородный, хингидронный, стеклянный.	1	-	1	9	1-5	Вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.	Тесты, контрольная работа, вопросы для обсуждения на лабораторных занятиях, решение расчетных задач, расчетно-графическая работа.

	Потенциометрическое титрование. Электрохимическая кинетика. Плотность тока как мера скорости, электродного процесса. Поляризация электродов, виды поляризации.							
10.	Предмет изучения коллоидной химии. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Оптические свойства дисперсных систем. Свойства поверхностных слоев. Устойчивость дисперсных систем	1	-	1	9	1-5	Расчетно-графическая работа, решение расчетных задач, отчет по лабораторной работе	Расчетно-графическая работа, тестовые задания, решение расчетных задач, контрольная работа, сдача отчета по лабораторной работе
11.	Адсорбция на границе раствор – газ. Адсорбция на границе твердое тело – газ. Теории адсорбции на границе твердое тело - газ Адсорбция на границе твердое тело - раствор Особенности адсорбции электролитов на твердой поверхности	1	-	1	9	1-5	Расчетно-графическая работа, решение расчетных задач, отчет по лабораторной работе	Расчетно-графическая работа, тестовые задания, решение расчетных задач, контрольная работа, сдача отчета по лабораторной работе
12.	Микрогетерогенные системы. Аэрозоли. Пены. Эмульсии и суспензии. Порошки.	-	-	1	9	1-5	Расчетно-графическая работа, решение расчетных задач, отчет по лабораторной работе	Расчетно-графическая работа, тестовые задания, решение расчетных задач, контрольная работа, сдача отчета по лабораторной работе
	Всего	8	-	12	113,8			