

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра экологии и химии

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____Ю.А. Устименко
«09» сентября 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б.1.О.33 КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль): Биология, Химия

Форма обучения: очная

Курс - 2
Семестр - 4

Всего зачётных единиц — 3; часов — 108
Форма отчётности: зачёт – 4 семестр

Программу разработала
канд. химических наук, доцент Васильева С. И.

Одобрена на заседании кафедры
«02» сентября 2021 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой

М.Ю. Гильденков

Смоленск
2021

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП

Учебная дисциплина «коллоидная химия» относится к блоку Б1 обязательной части образовательной программы (Б1.О.33) по направлению подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование (уровень бакалавриата), направленность: Биология и химия.

Для освоения дисциплины Б1.О.33 «Коллоидная химия» используются компетенции, сформированные в процессе изучения дисциплин «Общая химия» «Физическая химия», «Неорганическая химия». Освоение дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин: аналитической, органической, биологической и прикладной химии.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Компетенции	Индикаторы достижения
ПК-6. Способен использовать научные знания в области химии, владеть навыками опытно-экспериментальной деятельности по химии в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: основы коллоидной химии, строение и свойства лиофильных систем; Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области химии; использовать теоретические знания на практике для обоснования химических и химико-технологических процессов; планировать, организовывать и проводить экспериментальную работу в области химии. Владеть: методами обработки, анализа и синтеза лабораторной химической информации; навыками проведения химических, физико-химических расчётов и решения химических задач всех типов и степеней сложности; методами и приемами постановки и выполнения эксперимента.

3. Содержание дисциплины

Введение

Возникновение и развитие коллоидной химии, связь её с физической химией. Коллоидно-дисперсные системы (золи) в природе и технике.

Раздел 1. Поверхностные явления и адсорбция

Общая характеристика поверхностных явлений. Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхностей раздела фаз. Поверхностное натяжение. Сорбция и её виды. Отличие химической адсорбции от физической. Удельная адсорбция. Адсорбция газов и паров на твёрдых телах. Факторы, влияющие на адсорбцию г/т. Изотермы адсорбции. Уравнение Фрейндлиха-Бедекера. Теория и уравнение Ленгмюра. Вычисление молекулярных характеристик с использованием уравнения Ленгмюра. Теории Поляни и БЭТ. Адсорбция на поверхности раздела раствор – газ. ПАВ. Уравнения Гиббса и Шишковского. Связь между уравнениями Шишковского и Ленгмюра. Поверхностные явления на границе твёрдое вещество – жидкость. Адгезия и когезия. Адсорбция на твёрдых телах из растворов (молекулярная, ионная, ионнообменная). Факторы, влияющие на адсорбцию на границе ж/т. Методы измерения адсорбции. Хроматография.

Раздел 2. Коллоидные растворы

Классификация дисперсных систем. Оптические и кинетические свойства золей. Электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал и его зависимость от концентрации. Строение коллоидных частиц. Методы получения золей.

Кинетическая и агрегативная устойчивость дисперсных систем. Коагуляция. Порог коагуляции. Правило значности. Закон Ландау. Критический потенциал. Изоэлектрическое состояние. Коагуляция смесью электролитов. Взаимная коагуляция зольей. Явление привыкания. Перезарядка зольей. Теория коагуляции. Кинетика коагуляции. Коллоидно-дисперсные системы почвы.

Раздел 3. Растворы высокомолекулярных соединений (ВМС)

Общая характеристика растворов ВМС. Белки. Влияние pH на свойства растворов белков. Денатурация, высаливание, коацервация. Лиотропные ряды. Защита зольей ВМС. Вязкость растворов ВМС. Осмотическое давление растворов ВМС. Определение молекулярной массы ВМС. Студни (гели). Классификация, строение, методы получения. Желатинирование. Факторы, влияющие на желатинирование. Набухание, факторы, влияющие на него. Набухание в природе. Тиксотропия. Синерезис. Диффузия в студнях. Реакции в студнях.

Раздел 4. Микрогетерогенные системы

Эмульсии. Классификация эмульсий и эмульгаторов. Жидкие и твёрдые эмульгаторы, обращение фаз. Теория эмульгирования. Разрушение эмульсий. Значение эмульсий.

Пены. Кратность и время жизни пен. Пенообразователи. Теория пенообразования. Моющие вещества и теория моющего действия. Пенная флотация. Разрушение пен.

Аэрозоли: общая характеристика. Туманы. Дым и пыль. Оптические, кинетические и электрические свойства аэрозолей. Методы получения и разрушения аэрозолей. Проблемы защиты атмосферы от загрязнения аэрозолями.

4. Тематический план

№ п/п	Темы	Всего (часов)	Лекц. (часов)	Лаб. зан. (часов)	Сам. раб. (часов)
1	Введение. Поверхностные явления и адсорбция	36	12	12	12
2	Коллоидные системы	38	12	12	14
3	ВМС	18	4	6	8
4	Микрогетерогенные системы	16	6	4	6
Итого:		108	34	34	40

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

Раздел 1. Введение. Поверхностные явления и адсорбция

Лекция № 1. Возникновение и развитие коллоидной химии, связь её с физической химией. Вклад отечественных учёных в развитие науки. Предмет, методы и задачи коллоидной химии. Место коллоидной химии в системе наук о природе. Коллоидно-дисперсные системы (золи) в природе и технике. Общая характеристика поверхностных явлений. Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхностей раздела фаз. Поверхностное натяжение.

Лекция № 2. Адсорбция газов и паров на твёрдых телах. Изотермы адсорбции. Уравнение Фрейндлиха-Бедекера, его недостатки, определение коэффициентов. Теория Ленгмюра.

Лекция № 3. Уравнение Ленгмюра, его анализ, определение коэффициентов. Определение молекулярных характеристик с использованием уравнения Ленгмюра. Теории Поляни и БЭТ.

Лекция № 4. Адсорбция на поверхности раздела раствор – газ. ПАВ. Правило Траубе-Дюкло. Уравнения Гиббса и Шишковского. Связь между уравнениями Ленгмюра и Шишковского.

Лекция № 5. Поверхностные явления на границе твёрдое вещество – жидкость. Смачивание. Адгезия и когезия.

Лекция № 6. Адсорбция на твёрдых телах из растворов (молекулярная, ионная, ионнообменная). Методы измерения адсорбции. Хроматография.

Раздел 2. Коллоидные растворы

Лекция № 7. Классификация дисперсных систем. Оптические свойства золей.

Лекция № 8. Молекулярно-кинетические свойства золей.

Лекция № 9. Электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал. Строение коллоидных частиц.

Лекция № 10. Методы получения золей: дисперсионный, конденсационный, пептизация. Методы очистки золей.

Лекция № 11. Кинетическая и агрегативная устойчивость дисперсных систем. Коагуляция золей электролитами. Изоэлектрическое состояние. Порог коагуляции. Правило значности. Критический потенциал.

Лекция № 12. Коагуляция смесью электролитов. Взаимная коагуляция золей. Явление привыкания. Перезарядка золей. Теория коагуляции. Кинетика коагуляции. Коллоидно-дисперсные системы почвы.

Раздел 3. Растворы ВМС

Лекция № 13. Общая характеристика растворов ВМС. Белки. Влияние pH на свойства растворов белков. денатурация, высаливание, коацервация. Лиотропные ряды. Защита золей ВМС.

Лекция № 14. Студни (гели). Классификация, строение, методы получения. Желатинирование. Факторы, влияющие на желатинирование. Набухание, факторы, влияющие на него. Набухание в природе. Тиксотропия. Синерезис. Диффузия в студнях. Реакции в студнях.

Раздел 4. Микрогетерогенные системы

Лекция № 15. Эмульсии. Классификация эмульсий и эмульгаторов. Жидкие и твёрдые эмульгаторы, обращение фаз. Теория эмульгирования.

Лекция № 16. Пены. Кратность и время жизни пен. Пенообразователи. Теория пенообразования. Моющие вещества и теория моющего действия. Пенная флотация.

Лекция № 17. Аэрозоли: общая характеристика. Туманы. Дым и пыль. Методы получения и разрушения аэрозолей. Проблемы защиты атмосферы от загрязнения аэрозолями.

Лабораторные занятия

На лабораторных занятиях студенты экспериментально определяют некоторые константы и характеристики процессов, относящихся к коллоидной химии, получают и изучают свойства коллоидных растворов, растворов ВМС и микрогетерогенных систем, выполняют коллоидно-химические расчёты. Участвуют в коллоквиумах. Выполняют контрольную работу, тестовые задания по темам.

Методика выполнения эксперимента, необходимое оборудование и реактивы, указания к обработке данных эксперимента, требования к отчёту по лабораторной работе приведены в лабораторном журнале (см. приложение 1 [1]) и пособии: Васильева С. И. Лабораторные работы по коллоидной химии. Смоленск, 1998 [2].

Раздел 1. Поверхностные явления и адсорбция.

№ 1. Особые свойства поверхностных слоёв вещества. Поверхностное натяжение.

Решение задач на определение степени дисперсности и удельной поверхности веществ, на расчёты поверхностного натяжения по заданным экспериментальным данным. Цикл задач для решения находится в лаборатории № 62.

№ 2. *Лабораторная работа 1 «Поверхностное натяжение».*

Методика выполнения эксперимента, необходимое оборудование и реактивы, указания к обработке данных эксперимента, требования к отчёту по лабораторной работе приведены в лабораторном журнале (см. приложение 1 [1]) и пособии: Васильева С. И. Лабораторные работы по коллоидной химии. Смоленск, 1998 [2].

№ 3. Зависимость адсорбции от концентрации.

Решение задач на практическое применение уравнений Фрейндлиха-Бедеккера и Ленгмюра. Определение констант в уравнениях Фрейндлиха и Ленгмюра. Вычисление величин адсорбции по уравнениям Фрейндлиха, Ленгмюра. Построение изотерм адсорбции и графиков $\Gamma=f(c)$. Цикл задач для решения находится в лаборатории № 62.

№ 4. *Лабораторная работа 2 «Изучение адсорбции».*

Методика выполнения эксперимента, необходимое оборудование и реактивы, указания к обработке данных эксперимента, требования к отчёту по лабораторной работе приведены в лабораторном журнале (см. приложение 1 [1]) и пособии: Васильева С. И. Лабораторные работы по коллоидной химии. Смоленск, 1998 [2].

Решение задач с использованием уравнений Гиббса и Шишковского. Определение молекулярных характеристик. Цикл задач для решения находится в лаборатории № 62.

№ 5. *Лабораторная работа 3 «Изучение зависимости адсорбции уксусной кислоты на угле от концентрации раствора. Определение коэффициентов в уравнении Фрейндлиха-Бедеккера».*

Методика выполнения эксперимента, необходимое оборудование и реактивы, указания к обработке данных эксперимента, требования к отчёту по лабораторной работе приведены в лабораторном журнале (см. приложение 1 [1]) и пособии: Васильева С. И. Лабораторные работы по коллоидной химии. Смоленск, 1998 [2].

№ 6. Коллоквиум по теме. Тестирование.

Вопросы для коллоквиума см. в разделе «Самостоятельная работа», образец теста — в разделе 6.1.4 «Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации».

Раздел 2. Коллоидные растворы.

№ 7. Молекулярно-кинетические, оптические и электрические свойства золей.

Решение задач на применение уравнений Эйнштейна, Смолуховского, Рэлея и др. (расчёт коэффициента диффузии, среднего квадратичного смещения частиц, седиментационного

равновесия, осмотического давления зелей). Решение задач на вычисление дзета-потенциала и потенциала течения, электрофоретической скорости частиц суспензий и зелей.

Цикл задач для решения находятся в лаборатории № 62.

№ 8. *Лабораторная работа 4* «Получение и свойства коллоидных растворов».

Методика выполнения эксперимента, необходимое оборудование и реактивы, указания к обработке данных эксперимента, требования к отчёту по лабораторной работе приведены в лабораторном журнале (см. приложение 1 [1]) и пособии: Васильева С. И. Лабораторные работы по коллоидной химии. Смоленск, 1998 [2].

№ 9. Строение и получение зелей.

Упражнения на моделирование процессов получения коллоидных растворов и составление схем мицелл. Цикл задач для решения находятся в лаборатории № 62.

№ 10. Коагуляция зелей.

Решение задач на вычисление порогов коагуляции зелей различными электролитами и практическое применение правила Шульце-Гарди и закона Ландау, Студенты сопоставляют коагулирующую способность различных электролитов для зелей разных зарядов и, исходя из порогов коагуляции, определяют заряды частиц зелей. Исследование кинетики процессов коагуляции. Цикл задач для решения находятся в лаборатории № 62.

№ 11. Коллоквиум по теме. Тестирование. Вопросы для коллоквиума см. в разделе «Самостоятельная работа», образец теста — в разделе 6.1.4 «Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации».

№ 12. Контрольная работа.

Образец контрольной работы см. в разделе программы 6.1.5.

Раздел 3. Растворы ВМС.

№ 13. Вязкость и осмотическое давление растворов ВМС.

Решение задач на вычисление вязкости растворов ВМС и применение вискозиметрического и осмометрического методов для определения молекулярной массы ВМС.

Цикл задач для решения находятся в лаборатории № 62.

№ 14. *Лабораторная работа 5* «Свойства растворов ВМС».

Экспериментальное изучение влияния различных факторов на процессы структурообразования в растворах ВМС. Экспериментальное определение ИЭТ желатина.

Методика выполнения эксперимента, необходимое оборудование и реактивы, указания к обработке данных эксперимента, требования к отчёту по лабораторной работе приведены в лабораторном журнале (см. приложение 1 [1]) и пособии: Васильева С. И. Лабораторные работы по коллоидной химии. Смоленск, 1998 [2].

№ 15. Коллоквиум по теме.

Вопросы для коллоквиума см. в разделе «Самостоятельная работа», образец теста — в разделе 6.1.4 «Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации».

Раздел 4. Микрогетерогенные системы.

№ 16. *Лабораторная работа 6* «Получение эмульсий и изучение их свойств».

Лабораторная работа 7 «Получение пен и изучение их свойств».

Студенты экспериментально получают эмульсии и пены, определяют тип полученных эмульсий и кратность пен.

Методика выполнения эксперимента, необходимое оборудование и реактивы, указания к обработке данных эксперимента, требования к отчёту по лабораторной работе приведены в лабораторном журнале (см. приложение 1 [1]) и пособии: Васильева С. И. Лабораторные работы по коллоидной химии. Смоленск, 1998 [2].

№ 17. Коллоквиум по теме. Вопросы для коллоквиума см. в разделе «Самостоятельная работа», образец теста — в разделе 6.1.4 «Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации».

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов осуществляется в процессе подготовки к лабораторным занятиям (теория по вопросам к коллоквиумам, практика — по заданиям, приведённым в лабораторном журнале по коллоидной химии (см. приложение 1) и пособию (Васильева С.И. Практикум по коллоидной химии. Смоленск, 1998); а также — ответов на контрольные вопросы и выполнении домашних самостоятельных работ, подготовке к контрольной работе.

Вопросы для проверки знаний по результатам самостоятельной работы

Раздел 1. Введение. Поверхностные явления и адсорбция.

1. Виды сорбционных процессов. Физическая и химическая адсорбция, отличия.
2. Адсорбция. Удельная адсорбция. Виды адсорбции. Адсорбент, адсорбтив.
3. Факторы, влияющие на адсорбцию на границе т/г.
4. Изотерма адсорбции.
5. Уравнение Фрейндлиха, его недостатки.
6. Определение коэффициентов в уравнении Фрейндлиха.
7. Теория Ленгмюра.
8. Вывод уравнения Ленгмюра и его анализ.
9. Определение коэффициентов в уравнении Ленгмюра.
10. Теории Поляни и БЭТ.
11. Особенности адсорбции на границе г/ж, ПАВ. ПИАВ.
12. Свойства ПАВ, ПИАВ, примеры.
13. Факторы, влияющие на адсорбцию на границе г/ж.
14. Особенности адсорбции на границе ж/т. Смачивание. Лиофильные и лиофобные адсорбенты. Молекулярная и ионная адсорбция.
15. Факторы, влияющие на адсорбцию на границе ж/т. Примеры.
16. Причины обращения правила Траубе-Дюкло.
17. Особенности ионной адсорбции. Ионообменная адсорбция. Кислотные и основные адсорбенты и красители. Амфотерные адсорбенты.
18. Иониты.
19. Методы измерения адсорбции.
20. Сущность метода хроматографии.

Раздел 2. Коллоидные растворы

1. Оптические и кинетические свойства золей.
2. Электрокинетические свойства золей.
3. Строение двойного электрического слоя. Дзета-потенциал, зависимость его от концентрации электролита.

4. Строение мицелл.
5. Методы получения золей:
 - А) физической конденсации;
 - Б) химической конденсации;
 - В) пептизации;
 - Г) диспергирования
6. Понятия о кинетической и агрегативной устойчивости золей. Коагуляция. Седиментация.
7. Коагуляция золей электролитами. Порог коагуляции. Критический потенциал. Изоэлектрическое.
8. Правило значности. Закон Дерягина-Ландау. Лиотропные ряды.
9. Теория коагуляции.
10. Взаимная коагуляция.
11. Перезарядка золей. Явление неправильных рядов.
12. Коагуляция золей смесью электролитов.
13. Явление привыкания.
14. Почвенные коллоиды.

Раздел 3. Растворы ВМС

1. Общая характеристика ВМС. Белки.
2. В чем проявляются сходство и различие растворов ВМС и золей, чем они обусловлены.
3. Характеристика растворов ВМС: поведение в растворе, высаливание, коацервация
4. Влияние pH на белки. Изоэлектрическая точка белка. Денатурация белков. Коллоидные растворы ВМС. Вязкость растворов ВМС.
5. Защита золей ВМС.
6. Свянодисперсные системы; студни, гели, их классификация. Тиксотропия. Диффузии в студнях. Реакции в студнях.
7. Факторы, влияющие на желатинирование. Объяснение.
8. Набухание. Две стадии набухания. Энтропийный и энтальпийный факторы. Специфичность. Ограниченное и неорганическое набухание. Примеры. Теплота набухания. Контракция.
9. Факторы, влияющие на набухание. Объяснение.
10. Степень набухания, методы ее определения.

Раздел 4. Микрогетерогенные системы

1. Классификация эмульсий.
2. Определение типа эмульсии.
3. Получение эмульсий. Теория эмульгирования. Практическое значение эмульсий.
4. Классификация эмульгаторов, механизм их действия. Примеры схемы расположения молекул ПАВ на границе раздела фаз.
5. Обращение фаз. Разрушение эмульсий.
6. Строение, устойчивость и получение пен.
7. Пенообразователи, их роль.
8. Теория пенообразования.
9. Значение пен. Разрушение пен.
10. Классификация аэрозолей, отличия от лиозолей.
11. Оптические и электрические свойства аэрозолей.
12. Кинетические свойства аэрозолей.
13. Получение и разрушение аэрозолей.
14. Значение аэрозолей.

Контрольные вопросы для самопроверки знаний
Раздел 1.

1. Что понимают под удельной адсорбцией? Каковы ее единицы?
2. От каких факторов зависит удельная адсорбция?
3. Как зависит удельная адсорбция от концентрации? Как объяснить наличие трех участков на изотерме адсорбции?
4. Какой вид имеет уравнение Фрейндлиха и каковы его недостатки?
5. Как найти коэффициенты в уравнении Фрейндлиха?

Раздел 2.

6. Какова степень дисперсности у различных типов дисперсных систем?
7. Какие две группы методов получения коллоидных растворов Вы знаете?
8. Охарактеризуйте: диспергационные методы получения золей, методы физической и химической конденсации, методы посредственной и непосредственной пептизации. Приведите примеры, запишите схемы строения мицелл.
9. Опишите методы диализа, ультрадиализа, электродиализа.
10. Как можно определить знак заряда частиц золя?
11. Почему золи агрегативно неустойчивы?
12. Какое явление называется коагуляцией? Как вызвать коагуляцию?
13. Что называется критическим потенциалом? Порогом коагуляции?
14. Сформулируйте правило Шульце-Гарди, приведите примеры.
15. Приведите пример перезарядки золя.
16. Объясните явление неправильных рядов.
17. Что понимают под явлением коллоидной защиты? Что называют защитным числом? Как его рассчитать?

Раздел 3.

18. Перечислите свойства, отличающие растворы ВМС от типичных коллоидных систем. Чем обусловлены эти отличия?
19. Каковы факторы устойчивости растворов ВМС?
20. Что называется высаливанием? Каков механизм высаливания?
21. По какому принципу расположены ионы в лиотропных рядах?
22. Почему ион Li обладает большей способностью гидратации чем ион Cs?
23. Каковы свойства белка в ИЭТ?
24. Каков механизм защиты гидрофобных золей ВМС?
25. Как связаны процессы набухания и застудневания белков с рН среды? С присутствием электролитов в растворе?
26. Как объяснить избирательность процесса набухания?

Раздел 4.

27. Какова причина термодинамической неустойчивости эмульсий?
28. В чем заключается стабилизирующее действие эмульгаторов?
29. Какого типа эмульсии образуются при использовании в качестве эмульгаторов: глины, сульфида цинка, гидроксида железа (III), гипса?
30. Какова причина неустойчивости пен?
 31. В чем заключается стабилизирующее действие пенообразователей?
 32. Какие количественные характеристики пен Вы знаете?

6. Критерии оценивания уровня освоения дисциплины.

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

1. Коллоквиумы

Вопросы для коллоквиумов:

I. Поверхностные явления. Адсорбция

1. Сорбция. Виды сорбционных процессов. Физическая и химическая адсорбция, отличия. Удельная адсорбция. Виды адсорбции. Адсорбент, адсорбтив.
2. Факторы, влияющие на адсорбцию на границе т/г. Изотерма адсорбции. Уравнение Фрейндлиха, его недостатки. Определение коэффициентов в уравнении Фрейндлиха.
3. Теория Ленгмюра. Вывод уравнения Ленгмюра и его анализ.
4. Определение коэффициентов в уравнении Ленгмюра. Теория Поляни и БЭТ.
5. Особенности адсорбции на границе г/ж, ПАВ. ПИАВ. Свойства ПАВ, ПИАВ, примеры. Факторы, влияющие на адсорбцию на границе г/ж.
6. Уравнение Гиббса. Уравнение Шишковского. Связь между уравнением Шишковского и Ленгмюра.
7. Адгезия и когезия. Смачивание. Лиофильные и лиофобные адсорбенты. Практическое применение смачивания.
8. Особенности адсорбции на границе твёрдое тело - раствор. Молекулярная и ионная адсорбция. Факторы, влияющие на адсорбцию на границе твёрдое тело - раствор. Примеры. Причины обращения правила Траубе-Дюкло.
9. Особенности ионной адсорбции. Ионообменная адсорбция. Кислотные и основные адсорбенты и красители. Амфотерные адсорбенты.
10. Иониты. Методы измерения адсорбции. Сущность метода хроматографии.

II. Коллоидные системы

1. Классификация дисперсных систем
2. Оптические свойства коллоидных систем.
3. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем.
4. Электрокинетические свойства зольей, объяснение электрофореза и электроосмоса; практическое применение. Потенциалы течения и седиментации.
5. Строение двойного электрического слоя. Дзета-потенциал, зависимость его от концентрации электролита. Определение дзета-потенциала. Строение мицелл.
6. Методы получения коллоидных растворов и их очистки.
7. Понятия о кинетической и агрегативной устойчивости зольей. Коагуляция. Седиментация.
8. Коагуляция зольей электролитами. Порог коагуляции. Критический потенциал. Изоэлектрическое состояние. Правило значности. Закон Дерягина-Ландау. Лиотропные ряды.
9. Теория коагуляции. Кинетика коагуляции.
10. Взаимная коагуляция. Перезарядка зольей. Явление неправильных рядов.
11. Коагуляция зольей смесью электролитов. Явление привыкания. Защита зольей ВМС.
12. Почвенные коллоиды.

III. Растворы ВМС

1. Общая характеристика ВМС. Белки.
2. В чем проявляются сходство и различие растворов ВМС и зольей, чем они обусловлены.
3. Характеристика растворов ВМС: поведение в растворе, высаливание, коацервация. Коллоидные растворы ВМС.
4. Белки. Влияние рН на белки. Изоэлектрическая точка белка. Денатурация белков. Вязкость растворов ВМС.
5. Связнодисперсные системы; студни, гели, их классификация. Тиксотропия. Диффузии в студнях. Реакции в студнях.
6. Желатинирование. Факторы, влияющие на желатинирование. Объяснение.
7. Набухание. Две стадии набухания. Энтропийный и энтальпийный факторы. Специфичность. Ограниченное и неорганическое набухание. Примеры. Теплота набухания. Контракция.
8. Факторы, влияющие на набухание. Объяснение. Степень набухания, методы ее определения.

IV. Микрогетерогенные системы

1. Коллоидные ПАВ.
2. Эмульсии. Классификация эмульсий. Определение типа эмульсии. Обращение фаз. Разрушение эмульсий
3. Получение эмульсий. Теория эмульгирования. Практическое значение эмульсий. Классификация эмульгаторов, механизм их действия. Примеры схем расположения молекул ПАВ на границе раздела фаз.
4. Строение, устойчивость и получение пен. Пенообразователи, их роль. Теория пенообразования. Значение пен. Разрушение пен.
5. Классификация аэрозолей, отличия от лиозолей. Оптические и электрические свойства аэрозолей.
6. Кинетические свойства аэрозолей. Получение и разрушение аэрозолей. Значение аэрозолей.

Критерии оценивания

- Оценка 5 «Отлично» - выставляется студентам, которые показали разносторонние системные знания программного материала, полно раскрыли его содержание в объеме поставленного вопроса; если материал усвоен осознанно и имеются навыки его практического применения; студент правильно использует коллоидно-химическую терминологию.
- Оценка 4 «Хорошо» - выставляется, если раскрыто основное содержание материала, в основном даны правильные определения понятий и использованы научные термины, ответ осознанный, но неполный, допущены несущественные ошибки при изложении материала, выводе формул, небольшие неточности при практическом использовании теоретического материала;
- Оценка 3 «Удовлетворительно» - выставляется, если основное содержание материала в объеме поставленного вопроса изложено неполно, не всегда последовательно, определения понятий недостаточно четкие или допущены ошибки при их формулировании; существенные ошибки при выводе формул, ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий;
- Оценка 2 «Неудовлетворительно» – получают студенты, у которых наблюдаются существенные пробелы в знании основного учебного материала, принципиальные ошибки при выводе формул, отражающих количественные законы коллоидной химии, ошибки в терминологии, которые не могли дать ответы на вспомогательные вопросы преподавателя.

2. Выполнение лабораторной работы

Методика выполнения эксперимента, необходимое оборудование и реактивы, указания к обработке данных эксперимента, требования к отчёту и оформлению лабораторной работы приведены в пособии (Васильева С.И. Практикум по коллоидной химии. Смоленск, 1998.) и лабораторном журнале — приложение 1.

Критерии оценивания:

- оценка 5 «отлично» выставляется, если эксперимент выполнен правильно и при его выполнении студент продемонстрировал необходимые экспериментальные навыки, умение планировать эксперимент, правильно использовать лабораторное оборудование, грамотно обрабатывать экспериментальные данные; если правильно оформлен лабораторный журнал.
- оценка 4 «хорошо» выставляется, если эксперимент выполнен правильно, но при обработке полученных данных допущены некоторые несущественные ошибки. Студент имеет экспериментальные навыки, правильно оформил лабораторный журнал.
- оценка 3 «удовлетворительно» выставляется, если студент испытывал затруднения при планировании и выполнении эксперимента, обработке полученных данных и оформлении лабораторного журнала.

- оценка 2 «неудовлетворительно» выставляется, если при выполнении эксперимента допущены существенные ошибки, студент не смог спланировать эксперимент и сделать необходимые расчёты.

3. Выполнение домашних самостоятельных работ по решению задач

Примеры заданий для домашних работ

1. Особенности поверхностных слоёв вещества. Поверхностное натяжение.

1. Красные кровяные шарики человека имеют форму диска диаметром 7,5 мкм, толщиной 1,6 мкм. Вычислите приведённый радиус кровяных шариков, их дисперсность и удельную поверхность.

2. Вычислите удельную поверхность катализатора, если для образования монослоя молекул на нём должно адсорбироваться 0,1 м³/кг азота (объём приведён к н. у.). Площадь молекулы азота в монослое равна 16,2 · 10²⁰ м².

3. Вычислите удельную поверхность суспензии каолина (плотность 2500 кг/м³), если его частицы принять шарообразными, а суспензию монодисперсной. Средний диаметр частиц 0,5 · 10⁻⁶ м.

4. Суспензия кварца содержит сферические частицы, причём 30% массы приходится на частицы, имеющие радиус 10⁻⁵ м, а масса остальных — на частицы радиуса 5 · 10⁻⁵ м. Какова удельная поверхность кварца?

5. Кристаллы сахара и сахарной пудры кубической формы имеют длину ребра (м): 2 · 10⁻³; 1 · 10⁻⁴; 6 · 10⁻⁵; 6 · 10⁻⁶; 5 · 10⁻⁷; 4 · 10⁻⁸; 7 · 10⁻⁹; Вычислите их дисперсность, удельную поверхность и количество частиц в 1 м³; плотность сахара 1600 кг/м³.

6. Определите удельную поверхность следующих частиц: а) куб с длиной ребра 1 мкм; б) шар с диаметром 1 мкм; в) цилиндр с высотой и диаметром основания по 1 мкм.

7. Во сколько раз возрастает поверхность частиц в результате дробления куба серебра с длиной ребра 5 · 10⁻³ м до частиц кубической формы с длиной ребра 5 · 10⁻⁸ м? Плотность серебра 10,5 · 10³ кг/м³.

8. Найти суммарную поверхность 2 · 10⁻³ кг платины, раздробленной на правильные кубики с длиной ребра 10⁻⁸ м при плотности её 21,4 · 10³ кг/м³. Активная площадь поверхности 1 · 10⁻³ кг силикагеля составляет 465 м². рассчитать, сколько молекул брома поглощается 1 · 10⁻⁴ м² поверхности адсорбента при адсорбции на 10⁻² кг силикагеля 5 · 10⁻⁴ кг брома.

9. Раствор коллоидной камфоры содержит в 10⁻⁶ м³ 200 млн. шариков камфоры диаметром около 10⁻⁶ м.

10. Подсчитать общую площадь поверхности частиц в 200 · 10⁻⁶ м³ такого раствора.

1. Поверхностные явления и адсорбция

1. Даны константы уравнения Шишковского (а=0,0126, в=10,4) для водного раствора валериановой кислоты при 273 К. При какой концентрации поверхностное натяжение раствора будет составлять 0,0521 Н/м, если поверхностное натяжение воды при этой температуре равно 0,07549 Н/м?

2. Вычислить адсорбцию масляной кислоты на поверхности раздела водный раствор-воздух при 273 К, используя следующие экспериментальные данные:

c, моль/л	0,00	0,021	0,050	0,104	0,246	0,489
σ 10 ³ , Н/м	74,01	69,51	64,30	59,85	51,09	44,00

3. Найти поверхностный избыток 10%-го водного раствора глицерина при 273 К, если в капилляре с радиусом 0,4 · 10⁻³ м он поднялся на высоту 30,8 · 10⁻³ м. Плотность раствора глицерина 1,022 · 10³ кг/м³. σ_{воды} = 0,07549 Н/м.

4. Раствор пальмитиновой кислоты $C_{15}H_{31}COOH$ в бензоле содержит $4,24 \text{ кг/м}^3$ кислоты. Когда раствор наносят на поверхность воды, то бензол испаряется и пальмитиновая кислота образует сплошную мономолекулярную пленку. Какой объем раствора нужно взять, чтобы таким монослоем покрыть поверхность площадью $0,05 \text{ м}^2$? Площадь, занимаемая одной молекулой пальмитиновой кислоты

5. Вычислите значение адсорбции аргона на угле при $-78 \text{ }^\circ\text{C}$, если давление аргона равно $1,72 \cdot 10^4 \text{ Па}$, $a=4,83 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{кг}$ и $1/\pi=0,6024$.

6. На основании опытных данных адсорбции бензойной кислоты из бензола на угле при $25 \text{ }^\circ\text{C}$ определите графическим методом константы в уравнении Фрейндлиха.

C, моль/л	0,006	0,025	0,059	0,118
Г, моль/кг	0,44	0,78	1,04	1,44

7. Определите графическим методом константы в уравнении Лэнгмюра для адсорбции уксусной кислоты животным углём из воды, исходя из следующих данных:

$C(CH_3COOH)$, моль/л	0,031	0,062	0,268	0,822
Г, моль/кг	0,624	1,01	1,91	2,48

8. Поверхностное натяжение водного раствора гидроксида натрия массовой долей 20% при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ равно $85,8 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$. Определите адсорбцию на поверхности раствора и сделайте вывод о поверхностной активности гидроксида натрия. Поверхностное натяжение воды при этой температуре равно $72,75 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$, а плотность раствора гидроксида натрия – $1,219 \text{ г/мл}$.

9. Используя уравнение Лэнгмюра вычислите адсорбцию пропионовой кислоты на поверхности раздела водный раствор-воздух при 293 К и концентрации $0,1 \text{ моль/л}$, если известны константы уравнения Шишковского: $a=0,01472$, $b=10,4$. $\sigma_0 = 72,75 \text{ мДж/м}^2$.

10. Определите графически адсорбцию амилового спирта из раствора с концентрацией $0,030 \text{ моль/л}$ по следующим данным:

σ , мН/м	72,0	70,4	69,2	66,7	61,7	55,3	46,6	38
c, моль/л	0	0,0019	0,0038	0,0075	0,015	0,030	0,060	0,12

11. Используя уравнение Ленгмюра, вычислите адсорбцию азота на цеолите под давлением 280 Па , если $\Gamma_\infty = 0,0389 \text{ кг/м}^3$, а $b = 0,00156$.

12. Вычислите площадь молекулы, приходящуюся на молекулу стеариновой кислоты и толщину плёнки, покрывающую поверхность воды, если известно, что $0,0001 \text{ г}$ стеариновой кислоты покрывает поверхность воды, равную $0,05 \text{ м}^2$. Молекулярная масса кислоты равна 284 , плотность 850 кг/м^3 .

2. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов.

1. Рассчитайте коэффициент диффузии коллоидного золота при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ в воде, если радиус его частиц равен 10^{-9} м , вязкость — $0,001 \text{ Н с/м}^2$.

2. Пробирка высотой $0,1 \text{ м}$ заполнена высокодисперсной суспензией кварца (плотность 2650 кг/м^3) в воде (плотность 2650 кг/м^3 , вязкость $0,001 \text{ Н/м}^2\text{с}$). Время полного оседания частиц равно 2 ч . Каков минимальный размер частиц? Принимаем, что частицы имеют сферическую форму.

3. Определить коэффициент диффузии красителя конго красный в водном растворе, если при градиенте концентрации $0,5 \text{ кг/м}^3$ за 2 часа через $0,0025 \text{ м}^2$ проходит $4,9 \cdot 10^{-7} \text{ г}$ вещества.

4. Определите радиус частиц золя иодида серебра, используя следующие данные: коэффициент диффузии равен $1,2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$, вязкость среды — $0,001 \text{ Нс/м}^2$. $T=298 \text{ К}$.

5. Рассчитайте среднее квадратное смещения аэрозольной частицы за 15 с по следующим данным: радиус частицы — 10^{-8} м , вязкость среды — $1,9 \cdot 10^{-7} \text{ Нс/м}^2$, $T=298 \text{ К}$.

6. Определите радиус частиц гидрозоля золота, если после установления диффузионно-седиментационного равновесия при $T=293 \text{ К}$ на высоте $8,56 \text{ см}$ концентрация частиц уменьшается 9 раз. Плотность золота и воды 19300 и 1000 кг/м^3 .

7. Вычислить постоянную Авогадро по данным Перрена. Им исследовалось распределение частиц гуммигута в воде при $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Диаметр частиц $0,52 \text{ мкм}$, плотность 1560 кг/м^3 . При поднятии оси горизонтального микроскопа на $6 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ число частиц уменьшается в 2 раза.

8. Определить осмотическое давление гидрозоль золота концентрации 2 кг/м^3 с диаметром частиц $6 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ и плотностью $19,81 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. $T = 293 \text{ К}$.

9. Определить, на какой высоте от поверхности Земли концентрация кислорода в атмосфере уменьшится в 2 раза.

10. Золь гумуса освещается в одном случае светом с длиной волны 4000 \AA , а в другом случае – с длиной волны 7000 \AA . В каком случае и во сколько раз интенсивность рассеяния выше?

3. Электрические свойства зольей

1. Вычислить дзета-потенциал частиц зольей гидроксида железа (III), используя следующие данные опыта: внешняя ЭДС 200 В , расстояние между электродами 22 см , смещение границы зольей происходит за 15 минут на 2 см . Диэлектрической проницаемости 81 , вязкость $0,001 \text{ Па с}$. Форму частиц считать сферической.

2. Рассчитать электрофоретическую скорость частиц зольей алюминия в этилацетате при градиенте потенциала $2 \cdot 10^3 \text{ В/м}$, если известно, что дзета-потенциал частиц алюминия равен 42 мВ . Этилацетат имеет относительную диэлектрическую проницаемость, равную 6 , а вязкость – $0,43 \cdot 10^{-3} \text{ Па с}$.

3. Электрокинетический потенциал зольей апельсинового сока равен $\zeta = 50 \text{ мВ}$. Определите скорость и электрокинетическую подвижность сферических частиц, если относительная диэлектрическая проницаемость $\epsilon_r = 54,1$, приложенная величина ЭДС 120 В , расстояние между электродами $l = 40 \text{ см}$, вязкость $\eta = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ Па с}$. Коэффициент формы частиц $f = 1/6$. Абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$.

4. Электрофорез гидрозоль тригидроксида железа проводили при разности потенциалов на электродах 150 В и расстоянии между ними 30 см . Перемещение частиц за 20 мин составило 24 мм . Диэлектрическая проницаемость воды 81 . Вязкость воды 10^{-3} Па с . Вычислить электрокинетический потенциал частиц.

5. Для суспензии аморфного кремнезёма SiO_2 с радиусом частиц 10 нм в водном растворе нитрата натрия 5 смоль/л ($\text{pH} = 4,5$) сообщалась электрофоретическая подвижность — $1,34 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2 / (\text{В с})$. Вычислить ζ - потенциал. Температура 298 К , вязкость $0,93 \text{ сПз}$, $\epsilon_r = 77,7$.

6. Определить потенциал течения, если через пористую плёнку продавливается $42,4\%$ -ный водный раствор этилового спирта под давлением 20 кПа . Электропроводность раствора равна $0,013 \text{ См/м}$, вязкость $0,9 \text{ мПа с}$, $\epsilon_r = 41,3$, $\zeta = 16 \text{ мВ}$.

7. Вычислить напряжённость электрического поля, при которой золь фторида алюминия в этилацетате покажет скорость электрофореза 15 мкм/мин , если: вязкость $0,454 \text{ мПа с}$, $\epsilon_r = 6,081$, $\zeta = 42 \text{ мВ}$.

8. Рассчитайте электрофоретическую скорость частиц зольей алюминия в этилацетате при градиенте потенциала 20000 В/м , если известно, что дзета-потенциал частиц алюминия равен 42 мВ . Свойства дисперсионной среды характеризуются следующими данными: относительная диэлектрическая проницаемость равна 6 , а вязкость — $0,43 \text{ мН с/м}^2$.

4. Получение зольей

1. Золь сульфата бария получен смешиванием равных объемов растворов нитрата бария и сорной кислоты. Одинаковы ли исходные концентрации электролитов, если в электрическом поле гранулы перемещались к аноду? Написать формулу мицеллы зольей.

2. При длительном стоянии сероводородной воды в результате окисления сероводорода кислородом воздуха образуется сера в коллоидном состоянии. Записать формулу мицеллы зольей серы и определить знак заряда ее частиц. Каким методом получен золь?

3. Золь серы был получен добавлением $5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ раствора серы в спирте к $10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ дистиллированной воды. Каким методом получен золь?

4. Золь диоксида олова образовался в результате действия небольшого количества соляной кислоты на станнат калия. Написать формулу мицеллы зольей.

5. Золь бромида серебра получен смешиванием $25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ 0,01 н раствора бромида калия и $20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ 0,002 н раствора нитрата серебра. Определить знак заряда частиц и составить формулу мицеллы золя.

6. Свежеосаждённый осадок гидроксида алюминия обработали небольшим количеством соляной кислоты, недостаточным для полного растворения осадка. При этом образовался золь гидроксида алюминия. Написать формулу мицеллы этого золя, учитывая, что в электрическом поле частицы перемещаются к катоду.

7. Золь иодида серебра получен при постепенном добавлении к $20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ 0,01 н раствора иодида калия $15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ 0,2% раствора нитрата серебра. Написать формулу мицеллы образовавшегося золя и определить направление движения частиц его в электрическом поле. Плотность раствора нитрата серебра принять равной единице.

8. Напишите схему строения мицеллы и укажите к какому из электродов будут двигаться частицы золя гидроксида алюминия, образующиеся при неполном гидролизе хлорида алюминия.

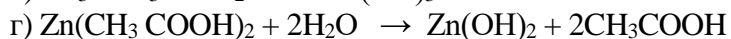
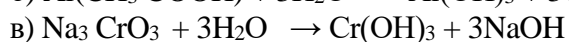
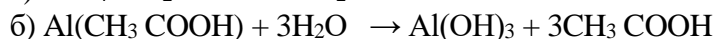
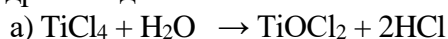
9. Золь иодида серебра получен смешением $20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ 0,01 н раствора иодида калия и $28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ 0,005 н раствора нитрата серебра. Написать формулу мицеллы получающегося золя и определить направление движения гранулы при электрофорезе.

10. В каком порядке следует сливать растворы: а) H_3AsO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; б) CdCl_2 и Na_2S ; в) H_3AsO_4 и $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; г) AgNO_3 и KI , чтобы получить коллоидную систему с частицами, несущими: 1) положительные электрические заряды; 2) отрицательные электрические заряды? Напишите формулы мицелл образующихся золей.

11. При достаточно медленном введении вещества В в разбавленный раствор вещества А возможно образование вещества С. Напишите формулу мицеллы и укажите знак электрического заряда коллоидных частиц этого золя. Какое из рекомендованных веществ является наиболее экономичным коагулятором этого золя?

№	А	В	С	Коагулятор
1	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	H_2SO_4	PbSO_4	Нитрат цинка, ацетат натрия, сульфат аммония.
2		$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	Ag_2S	Нитрат бария, ацетат кальция, нитрат калия.
3	AgNO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	Pb_2S	Нитрат кальция, ацетат натрия, нитрат алюминия.
4	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	AgNO_3	Ag_3AsO_4	Сульфат натрия, нитрат аммония, азотная кислота.
5	Na_3AsO_4	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	$\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$	Нитрат аммония, ацетат калия, уксусная кислота
4	AgNO_3			

12. При растворении некоторых веществ в воде происходит гидролиз, который при разбавлении раствора углубляется и приводит к образованию золя (иногда для этого требуется ещё и нагревание). Напишите формулы мицелл и укажите знак электрического заряда коллоидных частиц золя, если гидролиз идёт по схеме:



5. Коагуляция золей

1. Пороги коагуляции электролитов для золя иодида серебра (ммоль/л) составляют: $\text{KCl} = 256$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = 6$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 = 0,067$, $\text{KNO}_3 = 260$, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 = 7,6$. Определить знак заряда частиц золя и вычислить коагулирующую способность каждого электролита.

2. Золь иодида серебра получен смешением равных объёмов растворов иодида калия и нитрата серебра. Пороги коагуляции различными электролитами данного золя имеют следующие значения (ммоль/л): $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 315$, $\text{NaCl} = 300$, $\text{MgCl}_2 = 320$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 = 0,6$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 20$, $\text{AlCl}_3 = 330$. У какого из электролитов – иодида калия или нитрата серебра – концентрация больше?

3. В три колбы налито по 50 см^3 золя гидроксида железа (III). Чтобы вызвать коагуляцию золя, потребовалось добавить в первую колбу $5,3 \text{ см}^3$ 1 н KCl, в другую – $31,5 \text{ см}^3$ $0,01 \text{ н}$ Na_2SO_4 , в третью – $18,7 \text{ см}^3$ $0,001 \text{ н}$ $\text{Na}_3 \text{PO}_4$. Вычислить пороги коагуляции электролитов и определить знак заряда частиц золя.

4. Какой минимальный объём раствора хлорида бария с концентрацией 50 ммоль/л требуется добавить к 1 мл золя иодида серебра для его коагуляции, если известно, что порог коагуляции в данном случае составляет $2,43 \text{ ммоль/л}$?

5. Какой объём раствора нитрата бария молярной концентрацией $0,05 \text{ моль/л}$ требуется для коагуляции 1 мл золя иодида серебра?

6. Коагуляция 10 мл золя иодида серебра наблюдается при добавлении к нему 1 мл нитрата калия молярной концентрацией 1 моль/л . Используя закон Ландау, определите молярную концентрацию раствора нитрата алюминия, если известно, что для коагуляции данного золя необходимо к 10 мл золя добавить 1 мл электролита.

7. Пороги коагуляции некоторого золя равны: по нитрату натрия – 98 , по сульфату алюминия – $0,8$, по сульфату железа (II) – 12 ммоль/л . Укажите знак заряда частиц.

8. Пороги коагуляции некоторого золя равны: по хлориду калия – 62 , по карбонату натрия – 8 , по сульфату железа (II) – 6 ммоль/л . Укажите знак заряда частиц.

9. Каким из электролитов – нитратом кальция, ацетатом калия, сульфатом натрия, хлоридом алюминия экономичнее коагулировать золь $\{[\text{AgI}]_m, n\Gamma, (n-x)\text{K}^+\} x\text{K}^+$.

К какому электроду будет перемещаться золь при электрофорезе?

10. Каким из электролитов – сульфатом калия, хлоридом калия, сульфатом хрома (III), нитратом алюминия – экономичнее коагулировать золь $\{[\text{BaSO}_4]_m, n\text{SO}_4^-, 2(n-x)\text{K}^+\} 2x\text{K}^+$. К какому электроду будет перемещаться золь при электрофорезе?

11. Определите время половинной коагуляции золя, если через 40 минут его концентрация стала равной $0,6 \cdot 10^{14} \text{ 1/м}^3$. $K = 5 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3/\text{с}$.

12. Определите концентрацию золя через 20 минут, если время половинной коагуляции составляет 30 минут.

6. Растворы ВМС

1. Вычислите скорость истечения жидкости из капилляра длиной $5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ с радиусом сечения $25 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ под давлением 980 Па . Вязкость жидкости $2 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

2. Какова вязкость глицерина, если из капилляра длиной $6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ и с радиусом сечения $25 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ глицерин вытекает с объёмной скоростью $14 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3/\text{с}$ под давлением 200 Па ?

3. Вычислить молекулярную массу нитроцеллюлозы по данным вискозиметрического метода: характеристическая вязкость раствора нитроцеллюлозы в ацетоне $[\eta] = 2,04$, константы $K = 0,89 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,9$.

4. Рассчитать молекулярную массу полистирола по величине характеристической вязкости $[\eta] = 0,105$. Растворитель - толуол. Константы $K = 1,7 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,69$.

5. Вычислить средний радиус мицелл мыла сферической формы, если величина их коэффициента диффузии в воде при температуре 313 К равнялась $0,69 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/\text{с}$. Вязкость среды $\eta = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

6. Найти мицеллярную массу сульфомыла, считая форму его мицелл шарообразной, величина коэффициента диффузии в воде при 295 К равна $1,246 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$. Плотность вещества $1,136 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, вязкость $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

7. Рассчитайте молекулярную массу этилцеллюлозы в анилине, используя экспериментальные данные вискозиметрического метода

Молярная концентрация (моль/л):	1,0	1,75	2,5	3,25	4,0
Удельная вязкость раствора:	0,24	0,53	0,88	1,35	1,84
$K = 6,9 \cdot 10^{-5}$; $\alpha = 0,72$.					

8. Осмотическое давление раствора фермента лизоцима (компонент белкового вещества куриного яйца), содержащего 4,07 г его в 1 литре раствора составляет 4,43 мм. рт. ст. при 25 °С. Какова молярная масса фермента?

9. Образец вулканизата массой 17,564 г, изготовленный на основе синтетического каучука СКН-26, поместили в бензол. 24 часа выдержки при 298 К масса этого образца стала равной 53,921 г. Вычислите степень набухания.

10. Одинаковые образцы натурального каучука объёмами, равными 1,094 мл, поместили в разные растворители. Через 48 часов выдержки при 298 К объёмы образцов стали равными (мл): в толуоле 8,494; в бензоле 6,954; в ацетоне 1,244; в этиловом спирте 1,119; в воде 1,099. Рассчитайте степень набухания каучука в указанных растворителях. К какому из них каучук лиофилен, а к какому — лиофобен?

Критерии оценивания

- оценка 5 «отлично» выставляется, если все задачи решены правильно или имеют несущественные недочёты;
- оценка 4 «хорошо» выставляется, если 80 % задач решены верно;
- оценка 3 «удовлетворительно» выставляется, если правильно решены 50 - 75 % задач;
- оценка 2 «неудовлетворительно» выставляется, если правильно решены менее 50 % задач.

4. Тестирование

Примеры тестовых заданий:

Раздел 1. Поверхностные явления и адсорбция

1. Область, в которой проявляется поверхностное явление, это ...
1) межфазный поверхностный слой 2) газ 3) твёрдая фаза 4) жидкая фаза
2. К поверхностным явлениям относятся процессы, протекающие ...
1) между веществами в одной фазе 2) без изменения химического состава системы
3) с изменением химического состава системы 4) в межфазном поверхностном слое
3. На различной адсорбционной способности веществ основан метод количественного и качественного анализа, который называется ...
1) хроматографией 2) полярографией 3) термографией 4) спектроскопией
4. Для физической адсорбции характерна(о) ...
1) необратимость 2) специфичность 3) нелокализованность 4) усиление с ростом температуры
5. Химическая адсорбция от физической отличается ...
1) отсутствием теплового эффекта и обратимостью 2) более высоким тепловым эффектом и необратимостью
3) невысоким тепловым эффектом и обратимостью 4) невысоким тепловым эффектом и необратимостью
6. При адсорбции на поверхности раздела фаз концентрируется (адсорбируется) вещество, которое называется ...
1) экстрагентом 2) адсорбатом 3) адсорбентом 4) агрегатом
7. В водном растворе вещество, поверхностное натяжение меньше, чем у воды, преимущественно находится ...
1) в поверхностном слое 2) на дне сосуда 3) во всём объёме раствора 4) у стенок сосуда

- 2) желатин 3) полиакриламид 4) растворимые соли высших карбоновых кислот
9. Образование коллоидного раствора происходит путём ... частиц (2 ответа) ...
1) конденсирования 2) коагуляции 3) диспергирования 4) седиментации
10. К методам получения дисперсных систем физической конденсацией относятся (2 ответа) ...
1) образование малорастворимого вещества 2) замена растворителя
3) конденсация из паров 4) тонкое измельчение материала
11. Образование коллоидных растворов возможно в реакциях (2 ответа) ...
1) $\text{AgNO}_3 + \text{KI} = \text{AgI} + \text{KNO}_3$ 2) $\text{MgO} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3) $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{KCl}$
12. В зависимости от механизма образования и способности частиц дисперсной фазы взаимодействовать с частицами дисперсионной среды коллоидные растворы подразделяются на (2 ответа) ..
1) свободнодисперсные 2) лиофобные 3) связнодисперсные 4) лиофильные
13. В гелях дисперсная фаза ... , дисперсионная среда ...
1) твёрдая, газообразная 2) твёрдая, жидкая 3) жидкая, газообразная 4) жидкая, жидкая
14. Степень дисперсности – количественная оценка:
3) дисперсной системы 2) массы 3) состояния дисперсной фазы 4) объёма

Раздел 2. Тема: Строение коллоидных растворов

1. Коллоидная частица золя йодида серебра, находящаяся в растворе, содержащем ионы H^+ , Ag^+ , NO_3^- , K^+ , в электрическом поле ... 1) остаётся неподвижной 2) притягивается к катоду
3) совершает колебательные движения 4) притягивается к аноду
2. Коллоидная частица, образующаяся при взаимодействии гидроксида натрия с избытком раствора хлорида алюминия, в электрическом поле ... 1) находится в равновесии
2) совершает колебания 3) перемещается к катоду 4) перемещается к аноду
3. Мицелла золя сульфата бария $\{m[\text{BaSO}_4] \cdot n\text{Ba}^{2+} \cdot 2(n-x)\text{Cl}^-\} \cdot 2x\text{Cl}^-$, образуется при сливании равных объёмов растворов BaCl_2 и K_2SO_4 при условии, что концентрация BaCl_2 ____ K_2SO_4
1) выше 2) значительно ниже 3) ниже 4) равна
4. Реагентом, взятым в избытке при образовании коллоидного раствора, мицелла которого имеет вид $\{m[\text{CuS}] \cdot n\text{Cu}^{2+} \cdot 2(n-x)\text{Cl}^-\} \cdot 2x\text{Cl}^-$, являлся ... 1) хлороводород 2) сероводород
3) хлорид меди (I) 4) хлорид меди(II)
5. Суммарный заряд всех частиц, образующих мицеллу ... 1) положителен 2) отрицателен
3) равен нулю 4) является дробной величиной
6. Коллоидные частицы золя, полученного при добавлении в разбавленный раствор AsCl_3 насыщенного раствора H_2S , имеют ... заряд: 1) не скомпенсированный слоем противоионов
2) положительный 3) отрицательный 4) нулевой
7. 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 ... 1) H^+ 2) Cl^- 3) SO_4^{2-} 4) Ba^{2+}

8. При гидролизе хлорида железа (III) образуется золь его гидроксида, потенциалопределяющим ионом в котором является ион ... 1) OH^- 2) H^+ 3) Fe^{3+} 4) Cl^-
9. Потенциалопределяющим ионом коллоидной частицы (гранулы), полученной по уравнению $\text{AgNO}_3 + \text{NaI}(\text{изб.}) = \text{AgI} + \text{NaNO}_3$, является ... 1) NO_3^- 2) I^- 3) Ag^+ 4) Na^+
10. Потенциалопределяющим ионом в системе, образующейся согласно уравнению $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{изб.}) + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$, является ... 1) Ba^{2+} 2) H^+ 3) Cl^- 4) SO_4^{2-}
11. В формуле мицеллы йодида серебра курсивом выделен(-а) $\{m[\text{AgI}] \cdot n\text{I}^- \cdot (n-x)\text{K}^+\} \cdot x\text{K}^+ \dots$
 1) слой потенциалопределяющих ионов 2) коллоидная частица
 3) адсорбционный слой противоионов 3) слой противоионов
12. Адсорбционный слой противоионов в формуле мицеллы золя йодида серебра записывается в виде ... 1) $n\text{I}^-$ 2) $(n-x)\text{K}^+$ 3) $x\text{K}^+$ 4) $m[\text{AgI}]$
13. В результате нейтрализации электрического заряда и удаления гидратной оболочки коллоидных частиц происходит их ... 1) электролитическая диссоциация 2) кинетическая стабилизация 3) разрушение и коагуляция 4) гидролитическая конденсация
14. Для золя, полученного по реакции $2\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl}(\text{изб.}) = \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NaCl}$, наилучшим коагулирующим действием будет обладать ион ... 1) PO_4^{3-} 2) NO_3^- 3) Br^- 4) SO_4^{2-}
15. Для золя, полученного по реакции $3\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{H}_2\text{S}(\text{изб.}) = \text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$, наилучшим коагулирующим действием будет обладать ион ... 1) Na^+ 2) Fe^{2+} 3) Al^{3+} 4) Ca^{2+}

Раздел 2. Тема: Свойства и применение коллоидных растворов

- Эффект рассеяния света характеризует ...
 1) гомогенные системы 2) грубодисперсные гетерогенные системы
 3) окрашенные растворы 3) высокодисперсные гетерогенные системы
- Причиной возникновения конуса Тиндаля при прохождении через коллоидный раствор светового потока является ... 1) дифракционное рассеяние 2) светопоглощение
 3) флуоресценция 4) адсорбция
- При прохождении через коллоидный раствор наибольшему рассеянию подвергается световой поток ... диапазона: 1) видимого 2) ультрафиолетового 3) дальнего инфракрасного 4) ближнего инфракрасного
- В основе метода нефелометрии лежит измерение ...
 1) длины волны падающего света 2) интенсивности светорассеяния
 3) плотности дисперсионной среды 4) интенсивности падающего света
- При прохождении светового потока через коллоидный раствор наблюдается дифракционное рассеяние света, называемое ... 1) конус Тиндаля 2) эффект Рэлея
 3) конус Стокса 4) эффект Шульце-Гарди
- Интенсивность броуновского движения усиливается при ... 1) понижении температуры

- 2) уменьшении массы частиц 3) увеличении вязкости среды 4) увеличении массы частиц
7. Явление переноса частиц дисперсной фазы в постоянном электрическом поле называется ... 1) потенциал течения 2) электрофорез 3) электролиз 4) электроосмос
8. С увеличением заряда коагулирующего его коагулирующая способность ...
 1) изменяется неоднозначно 2) увеличивается
 3) не изменяется 4) уменьшается
9. Наибольшее коагулирующее действие на золь, полученный смешением равных объёмов 0,001 М раствора нитрата серебра и 0,002М раствора йодида калия, оказывается раствор ...
 1) CaCl_2 2) KCl 3) FeSO_4 4) FeCl_3
10. Наибольшее коагулирующее действие при образовании золя йодида серебра из равных объёмов 0,01М раствора нитрата серебра и 0,02М раствора йодида калия оказывается ион ...
 1) K^+ 2) Ca^{2+} 3) Cl^- 4) Al^{3+}
11. Для золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$, полученного по реакции $\text{FeCl}_3(\text{изб.}) + 3\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$, наименьшим порогом коагуляции обладает:
 1) Na_2SO_4 2) KNO_3 3) MgCl_2 4) K_3PO_4
12. Односторонняя диффузия молекул растворителя через полупроницаемую мембрану в коллоидный раствор называется ... 1) осмотическим давлением 2) диализом
 3) осмосом 4) растворением
13. Коагулирующее действие ортофосфата калия выше для золя с ... частицами:
 1) имеющими малый заряд 2) отрицательно заряженными
 3) положительно заряженными 4) незаряженными

Критерии оценивания

- оценка 5 «отлично» выставляется, если ответы на все вопросы правильные.
- оценка 4 «хорошо» выставляется, если правильные ответы приведены на 75 % и более вопросов.
- оценка 3 «удовлетворительно» выставляется, если правильные ответы приведены на 50 - 75 % вопросов.
- оценка 2 «неудовлетворительно» выставляется, если правильные ответы приведены менее, чем на 50% вопросов теста.

5. Контрольная работа

Образец контрольной работы

1. Найти поверхностную активность валериановой кислоты на границе её водного раствора с воздухом при 353 К и концентрации $0,01 \text{ кмоль/м}^3$ по константам Шишковского: $a=0,0177$ и $b=19,72$.
2. Вычислить дзета-потенциал суспензии, если электрофоретическая скорость частиц равна $0,000199 \text{ см/с}$. Падение потенциала составляет $0,57 \text{ В/см}$. Относительная диэлектрическая проницаемость равна 81, вязкость среды $0,001 \text{ Па с}$. Частицы считать цилиндрической формы.

3. Золь иодида серебра получен при постепенном добавлении к $20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ $0,01 \text{ н}$ раствора иодида калия $15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ $0,2\%$ раствора нитрата серебра. Написать формулу мицеллы образовавшегося золя и определить направление движения его частиц в электрическом поле. Плотность растворов принять равными 1 г/мл .
4. Определить время половинной коагуляции золя, если через 40 минут его концентрация стала равной $0,6 \cdot 10^{14} \text{ 1/м}^3$. $20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$. $K = 5 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3/\text{с}$.
5. Каким из электролитов: AlCl_3 , KCl , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ экономичнее коагулировать золь сульфата бария, стабилизированный сульфатом калия?
6. Пороги коагуляции для некоторого золя равны: по KCl – 62 , по Na_2CO_3 – 8 , по FeSO_4 – 6 ммоль/л . Укажите знак заряда частиц. К какому электроду будет перемещаться частица золя при электрофорезе?

Критерии оценивания

- «Отлично» - выставляется студентам, которые показали наличие знаний теоретического материала разделов: «Поверхностные явления и адсорбция», «Коллоидные растворы» (строение коллоидных частиц, электрические свойства коллоидных систем, методы получения зольей, коагуляция зольей) и умение применять эти знания на практике при составлении схем мицелл, определении порога коагуляции, а также для расчёта удельной адсорбции и поверхностной активности; дзета-потенциала данного золя, времени коагуляции и не допустили ошибок при решении задач.
- «Хорошо» - выставляется студентам, которые показали наличие знаний теоретического материала по указанным темам, не допустили принципиальных ошибок в процессе применения теоретических знаний на практике и грубых математических ошибок; при условии правильного выполнения не менее 80% предложенного задания.
- «Удовлетворительно» - выставляется студентам, которые усвоили основные теории, законы и уравнения, относящиеся к указанным разделам, однако испытывали затруднения в процессе применения их на практике и допускают математические ошибки в вычислениях, при условии, что ими выполнено $50 - 75 \%$ задания.
- «Неудовлетворительно» - выставляется студентам, у которых имеются существенные пробелы в знаниях теоретического материала разделов и которые не умеют использовать знание теории на практике; правильно выполнили менее 50% задания.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Зачёт (4 семестр)

По итогам освоения дисциплины выставляется «зачтено».

- «Зачтено» выставляется при условии знания программного материала, грамотного его изложения, правильного применения теоретических знаний на практике, выполнения всех заданий на лабораторных занятиях по дисциплине (эксперимент, обработка полученных

данных, оформление лабораторной работы) и домашних самостоятельных работ, тестовых заданий, контрольной работы с положительной оценкой.

- «Не зачтено» - невыполнение лабораторных работ, отсутствие знания программного материала, неумение применять теоретические знания на практике, неудовлетворительные оценки по результатам выполнения контрольной работы, и тестовых заданий, выполнение менее 80% домашних работ.

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Список основной литературы

1. КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ 7-е изд., испр. и доп. Учебник для академического бакалавриата Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Год 2018/ Гриф УМО ВО.
Ссылка: <https://biblio-online.ru/book/DAA9C0A4-CAC2-4226-9134-D0B7CBA3D2B7>
2. Кудряшева, Н. С. Физическая и коллоидная химия: учебник и практикум для вузов /Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 379 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7159-0. — Текст: электронный //ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449887>

7.2. Список дополнительной литературы

1. Волков В. А. Коллоидная химия. М.:МГТУ, 2001, 2 экз.
2. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1976, 20 экз.
3. Зимон А.Д. Коллоидная химия. МГУТУ. М.: Агар, 2007, 9 экз.
4. Кругляков П. М. Физическая и коллоидная химия. М.: Высшая школа, 2007, 2 экз.
5. Коллоидная химия. Учебник и практикум для академического бакалавриата Гавронская Ю.Ю., Пак В.Н. Год 2018/ Гриф УМО ВО.
Ссылка: <https://biblio-online.ru/book/AAC4C989-8819-4A50-9889-5EE188C101B9>
6. Щукин Е.Д. Коллоидная химия. М.: Высшая школа, 2006, 2007, 3 экз.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникативной сети «Интернет»

1. Химическая страничка (<http://www-windows-1251.edu.yar.ru/russian/courses/chem/>)
2. Web-квест по химии (<http://school-sektor.relarn.ru/web.quest/chemistry/Quest/index.html>).
3. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала “ChemNet” (<http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>).
4. Электронный справочник informika (<http://www.ru/text/database/chemy/START.html>)

8. Материально-техническое обеспечение

Учебные аудитории для проведения учебных занятий - корпус № 1, ауд. 61: ноутбук HP 530 CM-530, проектор Vivitek D557W, экран настенный ProScreen; ауд. 62.

Помещение для самостоятельной работы - уч. корпус № 1, ауд. 26: учебная мебель (30 посадочных мест), компьютерный класс с выходом в сеть Интернет (17 компьютеров), принтер HP Deskjet 1280, сканер EPSONGT1500 A3.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Приложение 1.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ЖУРНАЛ ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

Студент __ 2 курса ЕГФ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ТЕМА: ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

Цель работы: ознакомиться сталагмометрическим методом определения поверхностного натяжения. Установление зависимости поверхностного натяжения от длины радикала органических жидкостей одного гомологического ряда, концентрации раствора и температуры.
Требования к отчёту: Привести расчёты. Заполнить таблицы.

Методика измерения. Наиболее простой и быстрый метод определения поверхностного натяжения — сталагмометрический. Он заключается в определении массы капли, вытекающей из капилляра. В момент отрыва масса капли преодолевает силу поверхностного натяжения, которое удерживает каплю на поверхности трубки. Чем больше капля, тем больше поверхностное натяжение.

Для одинаковых объёмов двух жидкостей, вытекающих через один и тот же капилляр, справедливо уравнение: $\sigma = \sigma_0 \cdot n \cdot \rho : (n \cdot \rho_0)$ (1), где

σ и σ_0 — поверхностное натяжение исследуемой и известной (обычно - воды) жидкостей; ρ и ρ_0 - плотности исследуемой жидкости и воды; n и n_0 - число капель исследуемой жидкости и воды, образуемых из одинакового объёма жидкости.

Зависимость поверхностного натяжения воды от температуры выражается уравнением:

$$\sigma_t = \sigma_{20} [72,75 + 0,15(20 - t) \cdot 10^{-3}].$$

Опыт 1. Исследование зависимости поверхностного натяжения глицерина от температуры

Перед началом работы сталагмометр тщательно промыть и ополоснуть дистиллированной водой. Сталагмометр закрепить в штативе в вертикальном положении. Сначала опыт проводят с дистиллированной водой, для которой известно поверхностное натяжение. Через резиновую трубку, надетую на верхний конец сталагмометра, грушей засасывается жидкость так, чтобы она стояла выше верхней метки (при этом в трубке не должно быть пузырьков воздуха). При вытекании жидкости из сталагмометра, когда мениск жидкости дойдёт до верхней отметки, начинают отсчёт капель. Когда мениск дойдёт до нижней метки, прекращают счёт капель. Опыт повторяют 3 раза и подсчитывают среднее число капель. Разница между соседними отсчётами не должна превышать 1 — 2 капель. Так же определяют число капель глицерина. Опыт проводят при различных температурах. Данные заносят в таблицу 1.

Таблица 1.

Температура °С	Число капель				Поверхностное натяжение, Н/м
	1	2	3	Среднее	

10					
50					
90					

Плотность жидкости определяют пикнометрически или ареометром.

Поверхностное натяжение глицерина вычислить по уравнению (1). Недостающие для расчёта данные взять в справочнике.

На основании полученных данных построить график, откладывая по оси абсцисс значения температуры и по оси ординат величину поверхностного натяжения.

Опыт 2. Исследование зависимости поверхностного натяжения растворов от концентрации

В шести колбах готовят разбавленные растворы исследуемой жидкости (по указанию преподавателя), отмеривая из бюреток объёмы жидкостей и воды. Например:

Объём 0,5 М раствора уксусной кислоты, мл 2 4 8 12 16 20

Объём воды, мл 18 16 12 8 4 -

Концентрация раствора, моль/л 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5

В качестве исследуемой жидкости могут использоваться глицерин, уксусная кислота, предельные спирты (этиловый, пропиловый, бутиловый, изопропиловый, изобутиловый).

Для каждого раствора определяют поверхностное натяжение, как описано в опыте 1. Заполняют таблицу 2.

Таблица 2.

Концентрация раствора,	Число капель				Поверхностное натяжение, Н/м
	1	2	3	Среднее	

На основании полученных данных построить график зависимости поверхностного натяжения от концентрации раствора. Для этого откладывают по оси абсцисс значения концентрации, а по оси ординат величину поверхностного натяжения.

Изотерма поверхностного натяжения начинается из точки на оси ординат, отвечающей поверхностному натяжению воды при температуре эксперимента (0,05 Н/м).

Опыт 3. Исследование зависимости поверхностного натяжения от длины радикала органических жидкостей одного гомологического ряда.

При определении поверхностного натяжения нескольких органических жидкостей одного гомологического ряда их исследование начинают с жидкости, имеющей наименьшую длину углеводородного радикала. Измеряют поверхностное натяжение, как описано в опыте 1. Заполняют таблицу 3.

Таблица 3..

Исследуемая жидкость	Число капель				Поверхностное натяжение, Н/м
	1	2	3	Среднее	

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

В качестве исследуемых жидкостей используются карбоновые кислоты и предельные спирты.

Лабораторная работа № 2 Изучение адсорбции

Цель работы: наблюдать адсорбцию растворённого вещества на границе жидкость — газ и жидкость — твёрдое вещество; избирательность адсорбции; ионообменную адсорбцию и десорбцию.

Опыт 1. Наблюдение явлений адсорбции и десорбции.

В 5 пробирок налить по 5 мл 0,05%-ных растворов фуксина, метиленового синего, иода, нитрата свинца, дихромата калия. В каждую пробирку внести по 0,25 г растёртого активированного угля. После взбалтывания в течение 5 — 10 минут смеси отфильтровать через бумажные фильтры. Убедиться с помощью качественных реакций на ионы свинца и дихромат-ионы в отсутствии их в фильтрах.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Часть угля с фильтров, через который отфильтровывалась смесь угля с фуксином и смесь угля с иодом, перенести в пробирки с водой, другую часть — в пробирки со спиртом и взболтать.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Опыт 2. Избирательность адсорбции.

В 2 пробирки налить по 2 мл 0,05% растворов метиленового синего и эозина (или флуоресцеина). В каждую пробирку внести по 0,2 г каолина, взболтать и отфильтровать.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Опыт 3. Влияние растворителя на адсорбцию.

В одну пробирку налить 5 мл 0,05 %-го водного раствора фуксина, в другую — столько же 0,05 %-го спиртового раствора фуксина, внести по 0,1 г порошка угля, взболтать и отфильтровать.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Опыт 4. Влияние среды на адсорбцию.

В 3 пробирки налить по 10 мл 0,05 %-го раствора метиленового синего. В первую пробирку добавить 10 капель 2М раствора соляной кислоты, во вторую — 10 капель 2М раствора гидроксида натрия. В каждую пробирку внести шерстяную нитку, оставить их в растворе на 20 минут, затем вынуть нитки из раствора и промыть в воде.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Опыт 5. Ионообменная адсорбция.

В две пробирки налить по 3 — 5 мл водопроводной воды и с помощью качественных реакций (с растворами оксалата аммония и нитрата серебра) убедиться в наличии в ней ионов кальция и хлора.

Через колонки с катионитом и анионитом пропустить по 10 мл водопроводной воды и по 10 мл дистиллированной воды для промывания. Фильтраты собрать в стаканы, отобрать по 5 мл фильтратов и сделать пробы на присутствие ионов кальция и хлора.

Наблюдение: _____

Уравнения реакций поглощения ионов: _____

В оставшиеся фильтраты внести по 3 — 5 капель метилового оранжевого.

Наблюдение: _____

Уравнения реакций поглощения ионов: _____

Опыт 6. Хроматографическое разделение солей

Смесь солей (по 5 мл 1 %-ых растворов трихлорида железа, динитрата меди, динитрата кобальта) влить в хроматографическую колонку, заполненную оксидом алюминия.

Зарисовать колонку, указав порядок расположения веществ в ней при их разделении.

Вывод: _____

Опыт 7. Определение теплоты смачивания угля.

Стакан на 200 мл наполняют углём-сырцом, высыпают уголь в фарфоровую ступку и растирают в порошок. Берут 2 стакана, в 1-ый высыпают уголь, во 2-ой — наливают бензол в том же количестве. Измеряют температуру содержимого стаканов. Быстро выливают бензол в стакан с углём и, тщательно размешивая массу, следят за подъёмом температуры.

О качестве угля судят по разности температур: если она достигает 7° и более, уголь считается высококачественным, если — $4 - 7^{\circ}$, уголь среднего качества, если менее $3,5^{\circ}$ — уголь плохой.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Опыт 8. Масляная флотация

Взять 3 пронумерованные пробирки, закрытые пробками. В первые две пробирки налить поровну бензин и воду, в третью воду и бензин (хлороформ). В первую добавить 0,5 г угля, во вторую — 0,5 г глины, в третью — 0,25 г глины и 0,25 г угля. Хорошо взболтать содержимое пробирок.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Опыт 9. Применение уравнения Гиббса для расчёта теоретических величин, характеризующих адсорбцию

1. Определение константы поверхностной активности изобутилового спирта.

По полученным опытным данным измерения поверхностного натяжения изобутилового спирта рассчитать константу поверхностной активности (K) для всех $K = \frac{(\sigma_{\text{воды}} - \sigma_{\text{сп.}}) : (\sigma_{\text{воды}} - \sigma_{\text{р-ра}}) - 1}{c}$, где $\sigma_{\text{воды}}$ и $\sigma_{\text{сп.}}$ — поверхностное натяжение воды и спирта ($0,0728$ Н/м и $0,0228$ Н/м); $\sigma_{\text{р-ра}}$ — поверхностное натяжение раствора, найденное опытным путём, c — концентрация спирта.

Таблица 1.

Концентрация изобутилового спирта	$\sigma_{\text{р-ра. (оп.)}}$	$\sigma_{\text{воды}}$	$\sigma_{\text{р-ра.}}$	K	$\sigma_{\text{вычисл}}$	Γ	Γ_{∞}	S	ℓ
0,025 М									
0,050 М									
0,1 М									
0,2 М									
0,3 М									
$K_{\text{сред.}}$									

2. Теоретический расчёт поверхностного натяжения изобутилового спирта любой концентрации.

Вычислить теоретически поверхностное натяжение изобутилового спирта:

$$\sigma_{\text{вычисл.}} = \sigma_{\text{воды}} - [(\sigma_{\text{воды}} - \sigma_{\text{спирта}})c : (K + c)].$$

3. Используя $K_{\text{сред.}}$, рассчитать число молей спирта, адсорбированное на 1 см^2 поверхности раствора (удельную адсорбцию): $\Gamma = [(\sigma_{\text{воды}} - \sigma_{\text{р-ра}}) K c] : [R T(K + c)^2]$ Построить график зависимости Γ от концентрации.

4. Вычислить максимальное число молей спирта, адсорбированное на 1 см^2 раствора (Γ_{∞}). $\Gamma_{\infty} = (\sigma_{\text{воды}} - \sigma_{\text{спирта}}) : (4RT)$.

5. Вычислить площадь, занимаемую 1 молекулой изобутилового спирта:

$$S = 1 : (N_A \Gamma_{\infty})$$

6. Вычислить длину молекулы изобутилового спирта: $\ell = M \Gamma_{\infty} : \rho$, где ρ — плотность спирта (0,808 г/мл).

Лабораторная работа № 3 Изучение адсорбции уксусной кислоты активированным углём из водных растворов

Цель работы: наблюдать адсорбцию уксусной кислоты из водного раствора активированным углем и её зависимость от концентрации раствора. Построить изотерму адсорбции уксусной кислоты. Графическим способом определить константы уравнения Фрейндлиха

Методика выполнения опыта

1. Определить концентрацию исходного раствора уксусной кислоты. В коническую колбу для титрования отобрать 10 мл исходного раствора кислоты, внести 3 капли индикатора фенолфталеина и прибавлять по каплям из бюретки раствор гидроксида натрия при непрерывном перемешивании до появления слабо-розового окрашивания. Объём раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование, внести в таблицу Титрование повторить 2 раза.

Таблица 1

№ пробы	Объём кислоты, мл	Объём раствора NaOH, пошедший на титрование, мл	Среднее значение V_{NaOH} , мл	C_k , г-ЭКВ/л
1	10			
2	10			
3	10			

Концентрацию кислоты находят по формуле: $C_k V_k = C_{\text{щ}} V_{\text{щ}}$, где C_k и $C_{\text{щ}}$ – концентрации уксусной кислоты и гидроксида натрия (моль/л); V_k – объём титруемой кислоты (мл); $V_{\text{щ}}$ – объём раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование (среднее значение, мл).

2. Из исходного раствора кислоты приготовить растворы различной концентрации путём последовательного разбавления вдвое: а) в сухие плоскодонные колбы №2–6 отмерить пипеткой по 50 мл дистиллированной воды; б) в сухую плоскодонную колбу №1 внести 50 мл исходного раствора уксусной кислоты; в) к содержимому колбы №2 добавить 50 мл исходного раствора уксусной кислоты и хорошо перемешать. После этого отобрать 50 мл полученного раствора и перенести в колбу №3. Содержимое колбы №3 тщательно перемешать и отобрать 50 мл полученного раствора в колбу №4, 50 мл раствора №4 после перемешивания перенести в колбу №5, а 50 мл раствора №5 – в колбу №6. Из колбы №6 отобрать 50 мл раствора и выбросить. Взвесить 6 порций активированного угля по 1 г.
3. В каждый из шести приготовленных ранее растворов внести одновременно по 1 г угля, закрыть пробками и встряхивать в течение 25 минут одновременно все колбы.
4. Отфильтровать растворы в *сухие* конические колбы №1 – №6, используя *сухие* воронки. Первые порции фильтрата отбросить.
5. Оттитровать каждый фильтрат так, как описано в п.1. Результаты титрования занести в таблицу 2.

Таблица 2

№ колбы п/п	1	2	3	4	5	6
Объём раствора NaOH, пошедшего на титрование, мл						
Концентрация кислоты в фильтрате, C_p моль/л						

Расчёты.

Рассчитать концентрацию кислоты в фильтрате по формуле, приведённой в п.1, и результаты внести в таблицу 2. Вычислить количество вещества кислоты (в миллимолях), находящееся в 50 мл раствора до адсорбции (а) и после адсорбции (в): $a = 50 \cdot C_k$ (ммоль); $b = 50 \cdot C_p$ (ммоль) и удельную адсорбцию $\Gamma = (a - b) : m_{\text{угля}}$. Данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

№ р-ра п/п	Исходная конц. к-ты: C_k , г-экв/л.	Кол-во в-ва в 50 мл р-ра до адсорбции, а, ммоль	Кол-во Угля m, г	Конц. к-ты в фильтрате (равновесная конц.) C_p , г-экв/л	Кол-во в-ва в 50 мл фильтрата (в), ммоль	Удельная адсорбция $\Gamma = (a - b) / m$ (ммоль/г)
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Найти константы в уравнении Фрейдлиха, для этого заполнить таблицу 4

Таблица 4

№ раствора п/п	C_p , г-экв/л	Γ (ммоль/г)	$\lg C_p$	$\lg \Gamma$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Построить изотерму адсорбции $\Gamma = f(c)$. Построить график $\lg \Gamma = f(\lg c)$.

Найти $\lg a$, затем a . Найти $\operatorname{tg} \varphi = AB/CB$. $\operatorname{tg} \varphi = 1/n$.

Лабораторная работа № 4 Получение и свойства коллоидных растворов

Цель работы: Ознакомиться с некоторыми методами получения и очистки золей под действием электролитов, определением заряда золя.

Опыт 1. Получение золя канифоли.

1мл. 3% раствора канифоли приливают по каплям при энергичном взбалтывании к 10 мл дистиллированной воды. Каким методом был получен золь?

Наблюдения: Образуется золь _____

Вывод: Золь получен методом _____

Опыт 2. Получение золя гидроксида железа посредством гидролиза.

В конической колбе нагреть до кипения 50мл. дистиллированной воды. В кипящую воду добавить по каплям 5 мл. FeCl_3 (3%).

Наблюдения: Образуется золь _____ цвета.

Уравнение реакции:

Вывод: Золь получен методом _____

Стабилизатором служит хлорид оксожелеза FeOCl , образующийся по реакции: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{FeOCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

Схема строения мицеллы: _____

Золь СОХРАНИТЬ!

Опыт 3. Получение положительного и отрицательного золей иодида серебра

В колбу с 12,5 мл. KI (0.01н) вносят по каплям при сильном взбалтывании 10 мл. AgNO_3 (0,01н). В другую колбу с 12,5 мл AgNO_3 (0,01н) вносят при перемешивании (по каплям) 10мл KI (0.01н). Наблюдать взаимную коагуляцию золей. Золь, образующийся в первом случае, более устойчив. Объясняется это тем, что галогенид-ионы адсорбируются лучше, чем ионы серебра. Кроме того, KI относится к веществам, тормозящим рост кристаллов в растворе.

Наблюдения: образуются коллоидные растворы _____ цвета.

Уравнение реакции: _____

Вывод: Золь получен методом _____

Схемы строения мицелл: _____

Опыт 4. Получение золя берлинской лазури и влияние концентрации реагирующих веществ на образование коллоидных растворов

Размеры частиц дисперсной фазы, полученной при реакциях двойного обмена, зависят от концентрации реагирующих веществ. При очень высоких, концентрациях реагирующих веществ одновременно возникает очень большое число центров кристаллизации, что связано с расходом всего реагирующего вещества. Возможность дальнейшего роста частиц ограничивается. Образуется коллоидный раствор.

В случае низкой концентраций весь избыток веществ расходуется на возникновение многочисленных центров кристаллизации и дальнейший рост частиц этим исчерпывается. Образуется золь.

При средних концентрациях реагирующих веществ получается грубодисперсная система и частицы выпадают в осадок.

Проследим влияние концентрации на образование коллоидного раствора при реакции обмена:

1. Быстро смешать эквивалентные количества $K_4[Fe(CN)_6]$ 20% и $FeCl_3$ 47%, образуется густой гель берлинской лазури.
2. Размешать 1 мл. полученного геля в большом количестве воды. Образуется стойкий синий золь.
3. Разбавить концентрированные растворы $K_4[Fe(CN)_6]$ 20% и $FeCl_3$ 47% в 10 раз и попытаться приготовить золь сливанием этих растворов.
4. Разбавить концентрированные растворы $K_4[Fe(CN)_6]$ 20% и $FeCl_3$ 47% в 100 раз и смешать их. Наблюдать образование стойкого синего золя.

Наблюдения: образуется коллоидный раствор _____ цвета.

Уравнение реакции: _____

Вывод: Наиболее устойчивый золь образуется _____

Схема строения мицеллы: _____

Опыт №5. Капиллярный анализ золей.

Капиллярный анализ основан на том обстоятельстве, что фильтровальная бумага, опущенная в дистиллированную воду, приобретает отрицательный заряд. Вода поднимается по капиллярам, имеющимся в бумаге, под действием сил поверхностного натяжения.

Если частицы золя заряжены отрицательно, то они беспрепятственно поднимаются вместе с водой, если частицы заряжены положительно, то они оседают на бумаге.

Определить заряд полученных ранее золей берлинской лазури и гидроксида железа двумя способами:

а) нанести каплю испытуемого раствора на листок фильтровальной бумаги.

Частицы, заряженные положительно, адсорбируются поверхностью бумаги, образуя бесцветное пятно. Частицы, заряженные отрицательно, не адсорбируются бумагой и золь распространяется по бумаге, образуя окрашенное пятно. Сделать вывод о заряде золей.

Наблюдения: Золь берлинской лазури _____ по бумаге

Золь гидроксида железа _____ по бумаге

Вывод: Частицы золя берлинской лазури заряжены _____

Частицы золя гидроксида железа заряжены _____

б) опустить в испытуемый золь полоску фильтровальной бумаги шириной 1 см. и закрепить её. Отметить, **поднимаются** ли или нет частицы золя вместе с водой.

Наблюдения: Частицы золя гидроксида железа _____

Частицы золя берлинской лазури _____

Лабораторная работа № 5

Свойства растворов ВМС

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить свойства растворов ВМС, явления набухания и желатинирования.

Опыт 1. Влияние анионов на скорость набухания желатина.

В четыре градуированные пробирки одинакового диаметра насыпать сухого желатина столько, чтобы высота осадка составляла 1 см и прилить из бюреток по 8 мл 0,5 М растворов: в пробирку №1 - Na_2SO_4 , №2 - NaI , №3 - $NaCNS$, в пробирку №4 - 8 мл H_2O . Осторожно встряхнуть содержимое всех пробирок. Через час вновь встряхнуть осадки, дать им осесть и определить высоту набухшего осадка в каждой пробирке. Данные занести таблицу 1. Сделать вывод о влиянии электролитов на набухание.

В пробирке №4 высоту осадка измерять каждые 10 минут. Данные занести в таблицу 2. Сделать вывод о влиянии фактора времени на набухание.

Таблица 1

Электролит	H ₂ O	Na ₂ SO ₄	Nal	NaCNS
Высота осадка				

Вывод: _____

Таблица 2

Время (мин)	0	10	20	30	40	50	60
Высота осадка (мм)							

Построить график: на оси ординат отложить высоту осадка, на оси абсцисс - время. Объяснить полученную зависимость.

Вывод: _____

Опыт 2. Влияние pH на скорость набухания желатины. Определение изоэлектрической точки желатины

В пяти пронумерованных стаканчиках приготовить по 10 мл буферных смесей согласно таблице 3 (растворы CH₃COOH и CH₃COONa прилить из бюреток.). В шестой стаканчик налить 10 мл дистиллированной воды. Вычислить pH каждой смеси. В каждый стаканчик поместить заранее взвешенные пластинки желатины. Через 1 час вынуть пластины из стаканов, осушить фильтровальной бумагой и взвесить. Данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

№ пробирки	1	2	3	4	5	6
Объём 0,1 н CH ₃ COOH						
Объём 0,1 н CH ₃ COONa						
pH смеси						
Масса желатины до набухания, г						
Масса желатины после набухания, г						
Степень набухания						

Рассчитать степень набухания: $\alpha = (m_n - m_0) / m_0$. Построить график: на оси ординат откладывать степень набухания, на оси абсцисс - pH. Определить изоэлектрическую точку желатина.

Вывод: _____

Опыт 3. Влияние концентрации и температуры на желатинирование

Приготовьте 30 г 8%-ного раствора желатина. Для этого навеску желатины внести в стакан, прилить необходимое количество воды и растворить желатин при нагревании и непрерывном помешивании.

В три пробирки одинакового диаметра внести по 6 мл растворов желатина различной концентрации: 8, 4, 2%-ного (4% - 2% -ные растворы готовят из 8%-ного). Пробирки поставить в стакан с ледяной водой. Определить время, в течении которого образуется студень. Повторить опыт при температуре 10 °С, предварительно расплавив студни. Результаты опыта внести в таблицу 4.

Таблица 4

Концентрация раствора	Время желатинирования	
	При 10 °С	
2%		
4%		
8%		

Сделать вывод о влиянии концентрации и температуры на желатинирование.

Вывод: _____

Опыт 4. Влияние анионов на желатинирование,

В 4 пронумерованные пробирки одинакового диаметра внести по 3мл 8%-ного раствора желатина. В пробирку №4 добавить 3 мл воды, а в пробирки №№ 1 – 3 - по 3мл 0,5 М растворов Na₂SO₄, NaI, NaCNS, соответственно. Определить время желатинарования при 0°С. Результаты опыта внести в таблицу 5.

Таблица 5

Электролит	Na ₂ SO ₄	NaI	NaCNS	H ₂ O
Время желатинирования.				

Вывод: _____

Лабораторная работа № 6

Получение эмульсий и изучение их свойств

Цель работы: получить эмульсии методом диспергирования и методом замены растворителя. Установить тип эмульсий. Наблюдать обращение фаз эмульсии. Изучить влияние электролитов на устойчивость разбавленных эмульсий.

Опыт 1. Получение эмульсии методом диспергирования.

В две плоскодонные колбы налить по 5 мл бензола (толуола). В первую – добавить 5 мл дистиллированной воды, во вторую – 5 мл 2%-ного раствора олеата натрия. Колбы закрыть пробковыми пробками и встряхивать в течение 2 – 5 минут для получения эмульсии.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Опыт 2. Определение типа эмульсии

а) Каплю эмульсии поместить на предметное стекло и, рассматривая в микроскоп, определить, что окрашено – дисперсная фаза или дисперсионная среда:

Наблюдение: _____

Вывод: _____

б) Глазной пипеткой перенести 1 каплю эмульсии на предварительно обезжиренное стекло и на пластинку, покрытую плотным слоем парафина. Отрыв капли осуществляется лёгким прикосновением нижнего края капли к поверхности.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

в) На одно предметное стекло нанести каплю эмульсии и каплю воды (рядом), на другое – каплю эмульсии и каплю неполярной жидкости. Наклоняя стекло, наблюдать, **солятся ли капли.**

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Схема строения эмульсии: _____

Опыт 3. Обращение фаз эмульсий

Половину устойчивой эмульсии, полученной в опыте 1, перенести в чистую колбу и добавить при встряхивании по каплям 0,5 мл раствора хлорида кальция (или сульфата магния) массовой долей 30%. Тщательно встряхивать до образования устойчивой эмульсии.

Определить тип эмульсии.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Опыт 4. Разрушение эмульсий

К оставшейся части устойчивой эмульсии, полученной в опыте 1, добавить по каплям 1 н раствор соляной кислоты.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

Лабораторная работа № 7

Получение пен и изучение их свойства

Цель работы: получить пены методом диспергирования в присутствии различных пенообразователей. Определить кратность и устойчивость пен в зависимости от природы пенообразователей. Наблюдать гашение пен.

Опыт 1. Определение кратности и устойчивости пены

В два пронумерованных цилиндра на 50 мл с притёртыми пробками налить по 10 мл водных растворов пенообразователей – раствора олеата натрия (=2%) и раствора желатина (=1%) и одновременно встряхивать в течение 30 секунд. После прекращения встряхивания немедленно отметить объём образовавшейся пены в обоих цилиндрах и включить секундомер. Отметить время самопроизвольного уменьшения объёма пены в два раза (с). Устойчивость пены – время уменьшения объёма пены в два раза. Кратность пены – максимально достижимый объём пены, образующийся из данного объёма жидкости.

$K = (V_{\text{газа}} + V_{\text{жидкости}}) : V_{\text{жидкости}}$. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

ПАВ	Объём пенообразователя, мл	Объём пены, мл	Объём жидкости, затраченной на пенообразование, мл	Объём оставшейся жидкости, мл	Устойчивость пены (с)	Кратность пены (с)
Олеат натрия (2%)						
Желатин (1%)						

Вывод: _____

Опыт 2. Гашение пен

Повторным встряхиванием в течение 30 секунд восстановить пену, стабилизированную олеатом натрия, и ввести в неё 1 – 2 капли концентрированной соляной кислоты.

Наблюдение: _____

Вывод: _____

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022