

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
к лабораторным работам по дисциплине
«Коллоидная химия»

для студентов направления подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль):

Химия окружающей среды, химическая экспертиза
и экологическая безопасность

Ставрополь, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
Общие указания по технике безопасности и правила поведения в лаборатории.....	5
Лабораторная работа №1. Измерение краевого угла смачивания и размеров молекул в мономолекулярном слое.....	9
Лабораторная работа №2. Измерение поверхностного натяжения водных растворов ПАВ сталагмометрическим методом.....	16
Лабораторная работа №3. Адсорбция газов на поверхности твердых тел.....	26
Лабораторная работа №4. Исследование адсорбции ПАВ из растворов.....	34
Лабораторная работа № 5. Определение изоэлектрической точки белков...	45
Лабораторная работа № 6. Получение коллоидных систем методом химической конденсации.....	50
Лабораторная работа № 7. Получение эмульсий и определение их химических характеристик с помощью микроскопирования.....	63
Лабораторная работа № 8. Определение порога коагуляции и защитного числа золя.....	70
Лабораторная работа № 9. Определение ККМ водорастворимого коллоидного ПАВ методом измерения электрической проводимости.....	78
Лабораторная работа №10. Определение ККМ коллоидного ПАВ методом измерения вязкости.....	86

Предисловие

Лабораторные занятия - один из важнейших компонентов учебного процесса в вузе. Во время подготовки к лабораторным занятиям, и непосредственном осуществлении экспериментальных опытов, происходит формирование универсальных и общепрофессиональных компетенций студентов, вырабатывается способность анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, совершенствуется теоретическая и практическая подготовка будущего специалиста.

Методические указания «Коллоидная химия» (лабораторный практикум) предназначено для работы над формированием определенных умений и навыков: постановку и организацию экспериментов, самостоятельной оценки конечного результата эксперимента на основе соответствия его физическому смыслу, проводить математическую обработку результатов.

Лабораторные работы расположены в соответствии с программой по коллоидной химии для направления подготовки 04.03.01 Химия, включают теоретическое обоснование, детальное описание порядка выполнения работы, перечень вопросов и заданий по теме, способствующих закреплению теоретической информации и проверке степени освоения учебного материала в целом.

Общие указания по технике безопасности и правила поведения в лаборатории

Перед началом работы в новом семестре студенты проходят инструктаж по технике безопасности у ведущего преподавателя и расписываются в специальном журнале.

1. Лабораторная работа должна быть предварительно спланирована. Перед началом работы студент обязан внимательно прочитать её описание. Возникшие затруднения необходимо разрешать с преподавателем.
2. В учебной лаборатории студенту необходимо занять определенное для выполнения текущей работы место и пройти в лаборантскую для получения оборудования и реактивов.

3. Лабораторные работы выполняются студентом в застегнутом (включая рукава) хлопчатобумажном халате и включенной тяге. Волосы должны быть убраны.
4. **Запрещается** включать аппаратуру и производить химические опыты до получения инструктажа и разрешения преподавателя.
5. Собрав прибор или подготовив аппаратуру для выполнения лабораторной работы, студент должен до начала работы пригласить преподавателя или лаборанта для проверки правильности и безопасности эксплуатации собранной установки. После этого разрешается приступать к работе.
6. Запрещается прикасаться к незащищенным или поврежденным проводам и электрическим устройствам; открывать дверцы электрошкафа; прикасаться к нагревательным элементам; наступать на электрические провода, лежащие на полу; работать на неисправном оборудовании; самостоятельно производить ремонт и переделку оборудования. При всяком перерыве в подаче электроэнергии немедленно выключить оборудование. Категорически запрещается в лаборатории курить, принимать пищу, пить воду. Опыты нужно проводить только в чистой химической посуде.
7. Все лабораторные работы должны производиться в последовательности, предусмотренной в разделе **“Проведение опыта”**. Студент обязан четко выполнять распоряжения и указания преподавателя и дежурного лаборанта, касающиеся выполнения работы.
8. При работе в лаборатории необходимо соблюдать тишину и порядок, выключить мобильную связь, поддерживать чистоту на рабочем месте.
9. При использовании реактивов необходимо обращать внимание на надписи на этикетках. Слянку, из которой переливают жидкость, необходимо держать этикеткой к руке во избежание её порчи. Отмерять растворы следует отдельными пипетками. Жидкости переливать через химические воронки.
10. Химические реактивы брать только шпателем, пинцетом или ложечкой (не руками!).

11. Неизрасходованные реактивы не высыпать и не выливать обратно в те сосуды, откуда они были взяты.
12. Работу с твердыми щелочами проводить только в защитных очках и перчатках.
13. При нагревании растворов и веществ в пробирке необходимо использовать держатель. Отверстие пробирки должно быть направлено в сторону от себя и других работающих.
14. Нельзя наклоняться над сосудом, в котором происходит нагревание или кипячение жидкости.
15. При необходимости определить запах выделяющихся при реакции газов нужно легким движением ладони направить струю газа от горла сосуда к себе и осторожно вдохнуть.
16. При разбавлении концентрированных кислот и щелочей небольшими порциями приливать кислоту (или концентрированный раствор щелочи) в воду, а не наоборот.
17. Не допускать попадания кислот, щелочей, фенолов, органических растворителей, растворов солей на кожные покровы. При попадании – смыть под обильной струей воды. При попадании в глаза – промыть водой и обратиться в лечебное учреждение.
18. В лаборатории категорически запрещается употреблять пищу и напитки, курить.
19. В лаборатории категорически запрещается использовать открытое пламя, нарушать порядок проведения лабораторной работы.
20. Все манипуляции с летучими, огнеопасными, ядовитыми, остро пахнущими веществами (кислоты, органические растворители, фенолы) следует проводить только в вытяжном шкафу. Опасные продукты реакции сливать только в соответствующие банки в вытяжном шкафу.
21. После выполнения лабораторных работ студент обязан показать результаты преподавателю и привести в порядок свое рабочее место, а именно: выключить из сети электрические приборы; вымыть и ополоснуть дистиллирован-

ной водой посуду своего комплекта, тщательно помыть руки; проверить включение воды и газа; сдать свое рабочее место дежурному студенту или лаборанту.

Перед началом занятий в семестре староста группы назначает дежурных, фамилии которых преподаватель отмечает в журнале. Дежурные студенты получают у лаборанта необходимое для всей группы оборудование и литературу, а после окончания занятия – сдают их; принимают рабочие места у студентов после окончания занятия; приводят в порядок лабораторию после занятия и сдают её лаборанту.

Лабораторная работа № 1

Получение коллоидных растворов различными методами

Цель работы. Ознакомиться с различными методами получения коллоидных систем.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

Знать: Существующие методы получения дисперсных систем;

- основные отличия методов получения дисперсных систем, достоинства и недостатки.

Уметь: использовать знания о способах получения коллоидных систем на практике;

-анализировать и интерпретировать полученные результаты.

Владеть: навыками планирования работы химической направленности и использовать их для получения коллоидных систем различными методами.

Теоретическая часть

Характеристика коллоидных систем

Коллоидные растворы - двухфазные системы, где одна фаза находится в состоянии раздробления с величиной частиц менее 100 нм, и носит название дисперсной фазы. Другая фаза, в которой взвешены коллоидные частицы, называется дисперсной средой.

Коллоидные растворы являются частным случаем дисперсных систем. По степени дисперсности они занимают промежуточное положение между суспензиями и эмульсиями с одной стороны и истинными растворами с другой. В связи с этим коллоидные растворы можно получить или путем дробления веществ до коллоидных размеров, или же путем агрегации или конденсации из молекул, атомов или ионов до частиц коллоидных размеров.

Первый тип методов носит название методы диспергирования, а второй – методы конденсации.

Свойства коллоидных растворов зависят от степени дисперсности. При переходе от истинных растворов к коллоидным, многие свойства получают значительные изменения в сторону усиления или ослабления. Переход от истинных растворов к коллоидным может происходить за счет химической реакции, в ходе которой образуется труднорастворимое соединение (химическая конденсация). Коллоидный раствор состоит из коллоидных частиц, которые называются мицеллами, взвешенных в жидкости. Отличительной чертой коллоидных систем – это их неустойчивость, ведущая к выделению осадков от, например, прибавления незначительных количеств электролитов. Причиной неустойчивости золей является непостоянство их дисперсности. Способность системы сохранять степень дисперсности образующих её мицелл получила название агрегативной устойчивости. Способность системы противостоять оседанию мицелл под действием силы тяжести получила название седиментационной (молекулярно-кинетической) устойчивости. Агрегативная устойчивость объясняется, с одной стороны, наличием у коллоидных частиц одноименных зарядов, что мешает им соединяться в более крупные агрегаты. С другой стороны – агрегативную устойчивость можно объяснить тем, что вокруг коллоидных частиц могут обра-

зоваться тесно связанные с ними сольватные оболочки из молекул растворителя, что также препятствует слипанию частиц.

Переход коллоидов в истинный раствор вызывается увеличением дисперсности, в то время как противоположный процесс идёт за счёт слипания мицелл, ведущего к увеличению размера коллоидных частиц и, в конечном итоге, к потере системой агрегативной устойчивости. Последнее явление называется **коагуляцией**.

Процесс образования золь при конденсационном методе можно разложить на два параллельные идущих процесса: процесс возникновения центров конденсации зародышей и процесс роста зародышей. От отношения этих процессов зависит характер образовавшегося золя. Так, если скорость возникновения зародыша большая, а скорость их роста мала, то получают высокодисперсные золи. Если же скорость возникновения зародышей мала по сравнению со скоростью их роста, то получают низкодисперсные золи. При малой разности в скорости этих процессов получают полидисперсные золи. На отношение между скоростями этих процессов можно влиять путем изменения внешних условий опыта, употреблением различных восстановителей, введением в реактивную смесь различных веществ неодинаково влияющих на скорость роста и скорость возникновения зародышей. Исследование этих процессов представляет не только теоретический интерес, но очень важно и в практическом применении (производство стали, рубиновые стекла, ультрамарин, фотопроект).

Строение коллоидных частиц

То, что обычно называют коллоидной частицей, в действительности представляет очень сложный комплекс, носящий название коллоидной мицеллы. Мицелла состоит из ядра, окруженного адсорбционным слоем (слой Гельмгольца) и диффузным слоем (слоем Гуи). Само ядро состоит из коллоидного агрегата с адсорбированными ионами. Ядро вместе с двойным электрическим слоем Гельмгольца, образованный адсорбированными ионами и противоионами, называется коллоидной частицей, которая при наличии диффузионного слоя Гуи представляет собой коллоидный ион или гранулу.

Остальные x противоионов, слабее связанных с ядром (только электростатически), под влиянием теплового движения располагаются в жидкой фазе диффузно (т.е. размыто), почему и носят название диффузного слоя. Все это образование вместе и является мицеллой. Мицеллы золей электронейтральны.

Структуру мицеллы можно изобразить схемой (рис. 1.1) и записать в виде формулы, написанной справа от схемы мицеллы.

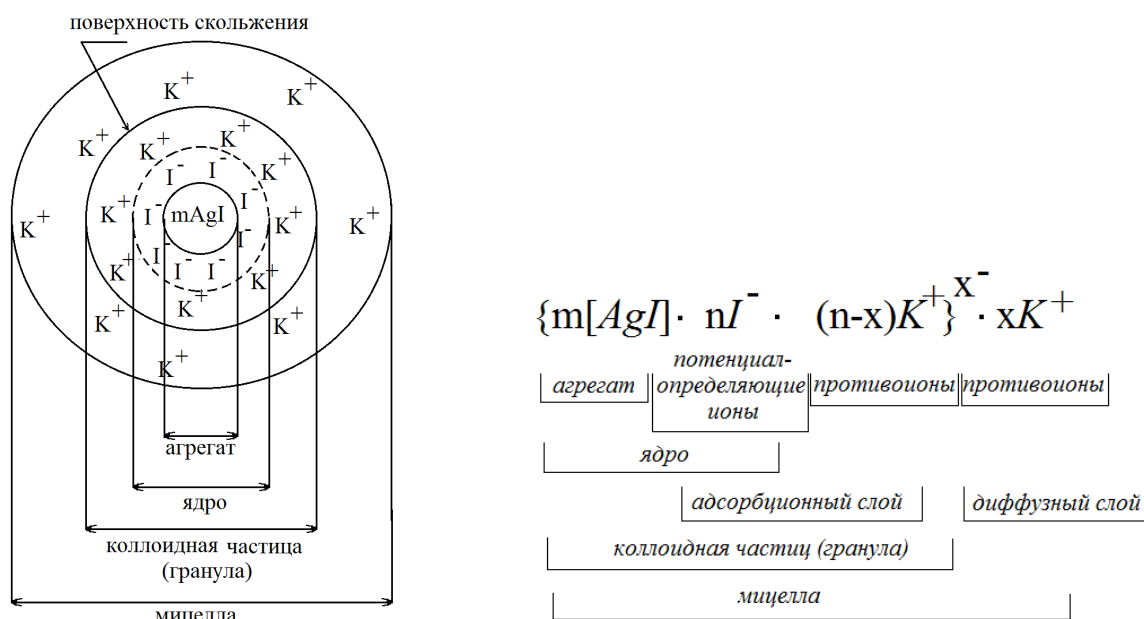


Рис. 1.1. Схема строения мицеллы золя иодида серебра с отрицательно заряженными частицами и её формула

Конденсационные методы получения коллоидных систем

Реакции восстановления. Для получения золей благородных металлов (платины, золота, серебра) применяют обычно реакции восстановления. Восстановление может проводиться с применением защитных коллоидов или без них. В качестве защитных коллоидов используют ВМВ, которые адсорбируются на поверхности коллоидных частиц и образуют защитные пленки. В фармацевтической практике в присутствии защитных коллоидов получают препарат коларгол, представляющий собой коллоидный раствор серебра, защищенный солями лизальбиновой и протальбиновой кислот.

При получении золя золота золотохлористая-водородная кислота превращается в аурат калия по реакции:

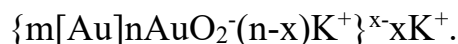


Реакция восстановления аурата калия формальдегидом протекает по уравнению:



На образующихся микрокристаллах золота адсорбируются ионы аурата, являющиеся потенциал образующими ионами. Противоионами служат ионы K^+ .

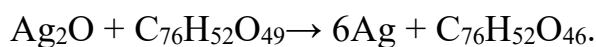
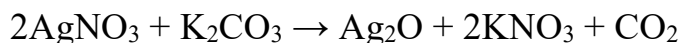
Состав мицеллы золя золота схематически можно изобразить так:



Согласно этой схеме, частицы золота имеют отрицательный заряд, равный x^- .

Золь металлического серебра можно получить, восстанавливая разбавленные растворы солей серебра в щелочной среде танином.

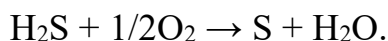
Танин (пентадигаллоилглюкоза) $\text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{46}$, окисляясь, дает нерастворимые вещества - флабофены $\text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{49}$:



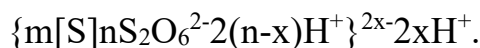
Строение мицеллы можно представить следующим образом:



Процессы окисления. Окисление применяют, в частности, для получения золей серы по реакции:



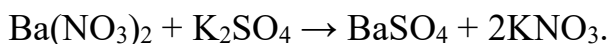
Наряду серой в реакциях окисления обычно образуются полиотионовые кислоты, главным образом пентатионовая кислота $\text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6$. Учитывая возможность стабилизации золя пентатионовой кислотой, можно записать формулу мицеллы следующим образом:



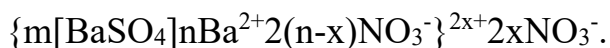
Реакции двойного обмена. Реакции двойного обмена позволяют получать многие золи труднорастворимых соединений. Например, при смешивании разбавленных растворов нитрата бария и сульфата калия при условии избытка од-

ного из реагентов сульфат бария не выпадает в осадок, а образует коллоидный раствор.

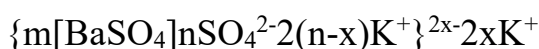
Реакция между нитратом бария и сульфатом калия протекает по схеме:



При проведении реакции в присутствии избытка нитрата бария мицелла золя будет иметь строение:



Избыток сульфата калия приводит к образованию золя с частицами другого знака заряда:



Оборудование и материалы: набор пробирок, колбы на 100-200 см³, пипетки, фильтровальная бумага, 1,5 %-й раствор KMnO₄; 2- %-й раствор FeCl₃; 20%-ный раствор K₄[Fe(CN)₆]; 2- %-й спиртовой раствор канифоли или парафина; 1 %-й раствор Na₂S₂O₃; 1% раствор Na₂S₂O₃; 10%-ный раствор перекиси водорода; 0,005 н. раствор KI, 0,005 н. раствор AgNO₃.

Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдать меры предосторожности при работе со стеклом и электроприборами.

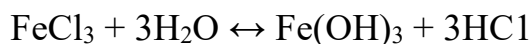
Указания по порядку выполнения работы

Опыт 1. Получение золя канифоли (парафина) методом замены растворителя.

В коническую колбу, объемом 50 см³ налейте 10-15 мл дистиллированной воды и, при интенсивном размешивании добавьте несколько капель 2% спиртового раствора канифоли или парафина. Наблюдайте образование молочно-белого золя.

Опыт 2. Получение золя гидроксида железа методом гидролиза

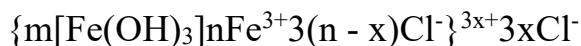
Нагреваем в колбе 150 мл дистиллированной воды до кипения. По каплям в горячую воду добавим концентрированное хлорное железо до получения темно-желтого или красного прозрачного раствора гидрата окиси железа:



Степень гидролиза возрастает с повышением температуры и с увеличением разведения.

Частицы золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ имеют положительный заряд вследствие адсорбции ионов FeO^+ , образующихся при диссоциации ферроксилхлорида FeOCl .

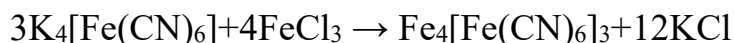
Возможны следующие схемы строения мицелл золя:



Некоторые авторы считают, что положительный заряд частиц обусловлен адсорбцией иона $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Золь сохраняют для следующей работы.

Опыт 3. Получение золя берлинской лазури методом пептизации

В пробирку наливаем 10 капель насыщенного раствора хлорида железа (III) и добавляем 3-4 капли 20% раствора желтой кровяной соли $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Образуется темно-синий осадок берлинской лазури, согласно уравнению реакции:



Осторожно сливаем жидкость над осадком, полученный осадок переносим в колбу на 100 мл, предварительно наполовину наполненную водой, перемешиваем. Образуется прозрачный, синего цвета золь берлинской лазури. При добавлении пары капель раствора FeCl_3 золь становится более интенсивного синего цвета.

Опыт 4. Получение золя диоксида марганца методом окислительно-восстановительной реакции

1) Для получения золя диоксида марганца, его соль восстанавливают гипосульфитом. В колбу на 50 мл помещают 5 мл 1,5 % раствора KMnO_4 и разбавляют водой до метки. В разбавленный раствор вводят по каплям 1,5-2 мл 1% раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Образуется вишнево-красный золь оксида марганца (IV).

Уравнение, протекающей реакции



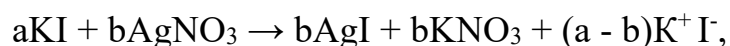
2) Данный золь можно получить, используя в качестве восстановителя перекись водорода: $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

В колбу на 50 мл помещают 5 мл 1,5 % раствора KMnO_4 и разбавляют водой до метки. В разбавленный раствор вводят по каплям 1-2 мл 10% раствора перекиси водорода. Образующийся золь оксида марганца (IV), сравнить с золем, полученным в предыдущем опыте.

Опыт 5. Получение золь йодистого серебра реакцией обмена

1) *Получение отрицательного золь йодистого серебра.*

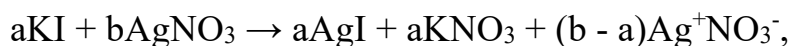
В колбу на 50 мл налить 10 мл 0,005 н. раствора йодида калия и медленно (по каплям) при взбалтывании, добавить 7,5 мл 0,005 н раствора нитрата серебра. Согласно уравнению реакции



получаем йодид серебра в качестве дисперсной фазы. Частицы золь AgI будут иметь отрицательный заряд благодаря избирательной адсорбции ионов йода, имеющегося в растворе в избытке.

2) *Получение положительного золь йодистого серебра.*

В колбу на 50 мл налить 7,5 мл раствора 0,005 н нитрата серебра и медленно (по каплям) при взбалтывании добавим 5 мл 0,001 н раствора йодида калия. Частицы золь AgI , полученного в этом случае будут иметь положительный заряд вследствие избирательной адсорбции ионов серебра, имеющихся в избытке раствора:



3) *Получение низкодисперсного осадка йодистого серебра.*

Колбу с отрицательным золем йодистого серебра будем осторожно приливать к колбе с положительным золем. При полном сливании обоих золь наблюдается выпадение грубого его осадка.

Опыт 6. Получение золь гидроксида хрома (III) реакцией обмена.

Гидроксид хрома (III) получают реакцией взаимодействия хлорида хрома (III) с карбонатом аммония. 10 мл 2% раствора CrCl_3 помещают в колбу на 100

мл и разбавляют водой до метки.. К полученному раствору прибавляют по каплям 5 мл 20 % раствора карбоната аммония (осторожно встряхивая колбу) до тех пор, пока выпадающий осадок гидроксида хрома, не будет растворяться уже с трудом. Образуется зеленоватый золь гидроксида хрома (III).

Опыт 7. Получение золя кремниевой кислоты реакцией обмена.

В колбу объемом 150 мл налить 72 мл раствора соляной кислоты, плотностью 1,19 г/см³, а затем по каплям встряхивая, добавляют 36 мл насыщенного раствора силиката натрия или калия. После смешивания указанных объемов получается золь кремниевой кислоты H₂SiO₃. Прозрачно-белый опалесцирующий на свету золь.

Содержание отчета

Отчет о выполнении работы должен содержать: название и цель работы, законспектированный ход выполнения работы, соответствующие химические уравнения, наблюдения и выводы.

Контрольные вопросы

1. Приведите определение понятия «дисперсная система» (ДС). Из каких фаз состоят дисперсные системы.
2. Назовите две группы факторов, определяющих основные свойства ДС.
3. Назовите важнейшие для коллоидной химии поверхностные явления.
4. Какими методами получают коллоидные системы?
5. На чем основаны конденсационные методы получения коллоидных систем? Приведите примеры
6. В чем сущность диспергационных методов получения коллоидных систем? Приведите примеры.
7. Чем вызвана необходимость очистки коллоидных систем?
8. В чем сущность пептизации?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Гельфман, М. И. Коллоидная химия Электронный ресурс / Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П.: учебник для вузов. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 336 с. - ISBN 978-5-8114-5699-4

2. Малов, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник Электронный ресурс / Малов В. А., Наумов В. Н. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 180 с. - ISBN 978-5-8114-4075-7

3. Лосева., М. А. Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы: учебное пособие / М. А. Лосева, Н. А. Расщепкина, С. Ю. Кудряшов. - Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы, 2026-09-20. - Электрон. дан. (1 файл). - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 164 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397

Лабораторная работа №2. Измерение краевого угла смачивания и размеров молекул в мономолекулярном слое

Цель работы. Освоить методику определения краевого угла смачивания методом «лежащей капли» и размеров молекул в мономолекулярном слое.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

Знать: основные понятия: поверхностное натяжение, поверхностная энергия, смачивание, растекание

Уметь: определять величину краевого угла смачивания; вычислять размер молекул в мономолекулярном слое; проводить расчет погрешности экспериментальных данных;

Владеть: методиками измерения краевого угла смачивания; навыками расчета размера молекул в мономолекулярном слое;

Теоретическая часть

Если на поверхность твердого тела нанесена капля жидкости, то в такой системе присутствуют три различные поверхности раздела фаз: между твердым телом и газом, жидкостью и газом, жидкостью и твердым телом с натяжениями $\sigma_{ТГ}$; $\sigma_{ЖГ}$; $\sigma_{ТЖ}$ соответственно. Линию пересечения всех трех поверхностей раздела называют *линией смачивания*, замкнутая линия смачивания образует периметр смачивания. Угол Θ между поверхностями жидкость-газ и твердое тело – жидкость называют *краевым углом смачивания*.

Знание краевых углов смачивания дает информацию о поверхностном натяжении, а также об адгезионных свойствах веществ и энергетическом состоянии атомов и молекул на межфазных границах.

Метод лежащей капли

В данном методе капля жидкости с известным поверхностным натяжением помещается на твердую поверхность с помощью шприца. Диаметр капли должен быть от 2 до 5 мм. Это гарантирует, что краевой угол не будет зависеть от диаметра. В случае очень малых капелек будет велико влияние поверхностного натяжения самой жидкости (будут формироваться сферические капли), а в случае больших капель начинают доминировать силы гравитации.

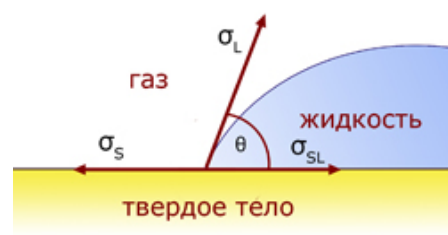


Рисунок 2.1. Геометрия капли, лежащей на твердой поверхности

В методе лежащей капли измеряется угол между твердой поверхностью и жидкостью в точке контакта трех фаз. Соотношение сил межфазного и поверхностного натяжения в точке контакта трех фаз может описываться уравнением Юнга, на базе которого можно определить краевой угол:

$$\cos \theta = \frac{\sigma_s - \sigma_{LS}}{\sigma_L} \quad (2.1)$$

Статический краевой угол

При статическом методе размер капли не меняется в течение всего измерения, но это не означает, что угол контакта всегда остается постоянным. Наоборот, воздействие внешних факторов может привести к изменению угла контакта со временем. Из-за седиментации, испарения и аналогичных химических или физических взаимодействий краевой угол будет самопроизвольно изменяться со временем.

Условие равновесия фаз на линии трех фазного контакта для системы стеарин-вода-воздух (рис. 2.2):

$$\sigma_{13} = \sigma_{23} \cos \theta + \sigma_{12} \cos \varphi. \quad (2.2)$$

где σ_{13} - поверхностное натяжение на границе вода-воздух, σ_{23} - поверхностное натяжение на границе стеарин-воздух, σ_{12} - межфазное натяжение на границе стеарин-вода.

Поверхностное натяжение на границе стеарин-воздух можно выразить через значение межфазного натяжения на границе стеарин-вода.

$$\sigma_{23} = \sigma_{12} \sin \varphi. \quad (2.3)$$

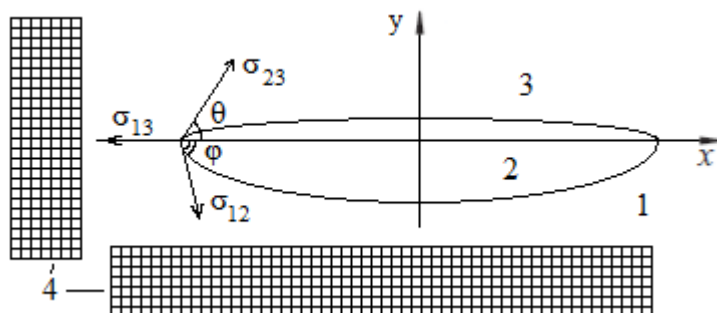


Рисунок 2.2. Схема опыта и условие равновесия трех фаз
(1 – воды, 2 – твердый стеарин, 3 – воздух, 4 – масштабные линейки)

Оборудование и материалы: термостойкий стакан, фарфоровая чаша, шприц, объемом 1 см^3 , пипетки, объемом 1 см^3 , штатив с пробирками, резиновая груша; электронные весы, стеариновая кислота, растительное масло, тальк, спиртовой раствор бриллиантового зеленого.

Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдать меры предосторожности по работе с расплавленной стеариновой кислотой и стеклянной посудой.

Указания по порядку выполнения работы

Опыт 1. Измерение краевого угла смачивания

1. Стеариновую кислоту поместить в фарфоровую чашу и расплавить. Полученный расплав (осторожно!!!) вылить в стакан с горячей водой таким образом, чтобы получающийся слой был размером примерно 1 см высотой. Дать системе постепенно охладиться, после чего снять застывший слой стеариновой кислоты.
2. Полученный слой стеариновой кислоты сфотографировать на контрастном фоне. Обработку изображений можно проводить с использованием одной из графических систем (PhotoShop, CorelDraw, CorelDrawPhotopaint и т.д.).

На полученном изображении проводится касательная к контуру капли в точке контакта трех сред (рисунок 2.2). Опускаются перпендикуляры на масштабные линейки.

С помощью масштабных линеек (полоски миллиметровой бумаги), закрепленной горизонтально и вертикально, определяются x и y . Краевые углы смачивания θ и φ определяются по формуле:

$$\cos \theta = \frac{x_1}{y_1} \quad \text{и} \quad \sin \varphi = \frac{y_2}{x_2}. \quad (2.4) \text{ и } (2.5)$$

Зная, что величину поверхностного натяжения стеарина можно оценить межфазное натяжения стеарина на границе с дистиллированной водой.

Опыт 2. Определение угла смачивания в зависимости от концентрации ПАВ и поверхностного натяжения на различных межфазных границах

1. Из исходного раствора этилового спирта, концентрацией 12,1 моль/л, окрашенного бриллиантовой зеленью, путем разбавления 1 к 1 приготовить четыре раствора.
2. На застывший слой стеариновой кислоты, полученный в опыте 1, с помощью шприца нанести капли одинакового объема (диаметром 2-5 мм). Причем первая капля представляет исходный раствор этилового спирта, а последняя – дистиллированную воду. Методом лежащей капли определить косинус угла смачивания в каждом случае. Результаты записать в таблицу 2.1.

Таблица 2.1.

Номер капли	1	2	3	4	5	6
Концентрация спирта, моль/л	12,1					0
Косинус угла смачивания						

3. Полученные на поверхности стеарина капли растворов ПАВ фотографируют на контрастном фоне. Обработка полученных изображений проводится в одной из графических систем (PhotoShop, CorelDraw, CorelDrawPhotopaint и т.д.).

Проводится касательная к контуру капли в точке контакта трех сред (рисунки 2.3).

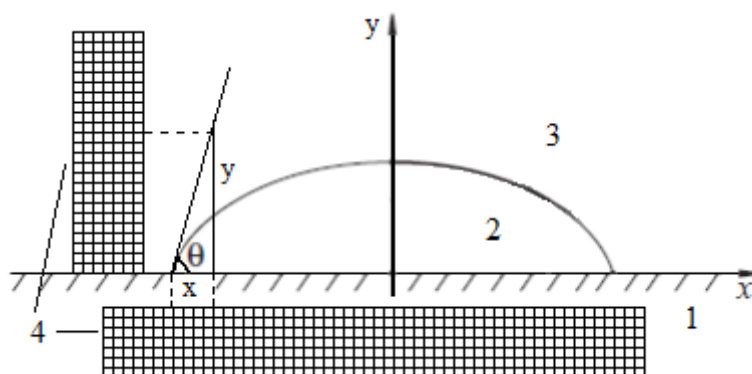


Рисунок 2.3. Схема обработки изображения: 1 – твердое тело, 2 – капля жидкости, 3 – газ (воздух), 4 – масштабные линейки

С помощью масштабных линеек (полоски миллиметровой бумаги), закрепленной горизонтально и вертикально, определяются x и y . Краевой угол смачивания определяется по формуле:

$$\cos \theta = \frac{x}{y} \quad (2.6)$$

4. Построить графики зависимости $\cos \theta - C$ и $\cos \theta - \ln C$, где C – концентрация спирта.
5. Для воды рассчитать значения работы когезии $W_K = 2\sigma$ (где σ – поверхностное натяжение данной жидкости на границе с воздухом) с учетом зависимости σ от температуры (таблица 2.2).

Таблица-2.2 Поверхностное натяжение воды в контакте с воздухом

Температура, (°C)	Поверхностное натяжение, σ , 10^{-3} (Н/м)	Температура, (°C)	Поверхностное натяжение, σ , 10^{-3} (Н/м)
10	74.2	40	69.6
20	72.8	50	67.9
30	71.2	60	66.2

6. Рассчитываем по правилу Антонова межфазное натяжение для исследованных жидкостей.

$$\sigma_{12} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\cos \theta} \quad (2.7)$$

7. Для границ раздела фаз стеарин – вода рассчитать значения работы адгезии $W_A = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_{12}$ (где σ_1 и σ_2 – поверхностное натяжение, соответственно, воды и стеарина на границе с воздухом; σ_{12} – межфазное натяжение на границе раздела стеарин – вода).

Опыт 3. Определение размеров молекул растекающейся жидкости на поверхности воды

Наливаем в пробирку 1 мл 0,3%-ного раствора стеариновой кислоты и добавляем к нему несколько крупинок красителя Судан, который необходим для того, чтобы четко видеть края пятна на водной поверхности. Помешаем пробирку в стакан с горячей водой и дожидаемся полного растворения судана.

Наполняем фарфоровую чашу водой и посыпаем ее поверхность легким слоем талька или древесного угля. На поверхность воды нанести с помощью пипетки 1 каплю окрашенного раствора стеариновой кислоты. Измерить значение двух взаимно перпендикулярных диаметров, образующегося круга.

Определяем массу одной капли кислоты следующим образом: взвесить мерный стаканчик на аналитических весах ($m_{\text{ст}}$), с помощью пипетки помешаем в него 20 капель раствора стеариновой кислоты ($m_{\text{ст с кислотой}}$) и затем снова взвешиваем. Массу одной капли находим по формуле:

$$m(\text{капли}) = \frac{m_{\text{ст}} - m_{\text{ст. с кислотой}}}{\text{количество капель}} \quad (2.8)$$

Масса стеариновой кислоты, содержащаяся в одной капле раствора составит:

$$m = \frac{0,3\%}{100\%} m_{\text{р-ра}}$$

Считаем, что в капле содержится n молекул кислоты, с поперечным сечением S_M , тогда площадь полученного круга рассчитываем по формуле:

$$S = S_M \cdot n \quad (2.9)$$

Площадь сечения одной молекулы S_M будет равна:

$$S_M = \frac{S}{n} = \frac{\pi D^2}{4n} \quad (2.10)$$

D - диаметр круга.

Число молекул в капле находим по формуле:

$$n = \frac{m_{\text{(капли)}}}{M_{\text{(кислоты)}}} N_A \quad (2.11)$$

Подставляя значение n в формулу (2.10) получаем:

$$S_M = \frac{\pi D^2 M}{4mN_A} \quad (2.12)$$

Плотность стеариновой кислоты $\rho=0,94$ г/см³, молярная масса 284 г/моль.

Рассчитайте площадь поперечного сечения молекулы.

Длину одной молекулы приближенно можно определить по формуле:

$$l = \frac{4m}{\pi D^2 \rho} \quad (2.13)$$

где m – масса кислоты в капле раствора; ρ – плотность стеариновой кислоты; D – диаметр пятна.

Содержание отчета

Отчет о выполнении работы должен содержать: название и цель работы, законспектированный ход выполнения работы, соответствующие расчетные уравнения, таблицу экспериментальных данных, результаты расчетов, графики (на миллиметровой бумаге), наблюдения и выводы.

Контрольные вопросы

1. Что называют поверхностными явлениями?
2. Поверхностная энергия Гиббса. Расчет общей поверхностной энергии.
3. Поверхностное натяжение. Определение: силовое, термодинамическое. Связь с энергией Гиббса.
4. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение.
5. Поверхностное натяжение на границе раздела двух жидкостей.
6. Правило Антонова. Правило Ребиндера.

7. Смачивание. Виды смачивания. Уравнение Юнга
8. Гидрофобность, гидрофильность поверхности.
9. Растекание. Коэффициент растекания.
10. Когезия и адгезия. Работа когезии. Работа адгезии.
11. Уравнение Дюпре. Уравнение Дюпре – Юнга.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Гельфман, М. И. Коллоидная химия Электронный ресурс / Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П.: учебник для вузов. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 336 с. - ISBN 978-5-8114-5699-4
2. Малов, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник Электронный ресурс / Малов В. А., Наумов В. Н. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 180 с. - ISBN 978-5-8114-4075-7
3. Лосева., М. А. Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы: учебное пособие / М. А. Лосева, Н. А. Расщепкина, С. Ю. Кудряшов. - Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы, 2026-09-20. - Электрон. дан. (1 файл). - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 164 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397
4. Зима, Т. М. Коллоидная химия. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. М. Зима. - Коллоидная химия. Лабораторный практикум, 2025-02-05. - Электрон. дан. (1 файл). - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 71 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-7782-3463-5

Лабораторная работа № 3

Адсорбция на границе жидкость – воздух

Цель работы. Определение поверхностного натяжения раствора спирта на границе жидкость - воздух

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

Знать: основные понятия: поверхностное натяжение, поверхностная энергия, адсорбция

Уметь: определять поверхностное натяжение на границе раздела жидкость – воздух

Владеть: методами экспериментального установления зависимости поверхностного натяжения от концентрации растворенного поверхностно – активного вещества.

Теоретическая часть

Поверхностными называются явления, которые связаны с особенностями поверхности раздела фаз. Эти особенности вызваны тем, что состояние находящихся в поверхностном слое ионов, молекул или атомов иное по сравнению с ионами, молекулами или атомами, находящимися в объеме фазы.

Поверхностное натяжение – это работа, затраченная на образование единицы поверхности (или эквивалентная ей энергия, приходящаяся на единицу поверхности).

При рассмотрении возникновения поверхностного натяжения мы сталкиваемся со стремлением физико-химических систем уменьшить свою поверхность. При этом уменьшается и энергия поверхности и уменьшается тем сильнее, чем большим поверхностным натяжением обладают фазы, входящие в эту систему. В таком случае поверхностное натяжение можно рассматривать как меру избытка поверхностной энергии, приходящейся на единицу поверхности, который возникает за счет некомпенсированности сил межмолекулярного взаимодействия у молекул поверхностного слоя.

По влиянию различных веществ на поверхностное натяжение водных растворов их подразделяют на поверхностно – активные (ПАВ), которые снижают

поверхностное натяжение, и на поверхностно - инактивные (ПИВ), которые не изменяют поверхностное натяжение или увеличивают его.

Типичные ПАВ – это органические вещества, обладающие поверхностным натяжением меньшим, чем у воды, и имеющим ассиметричные молекулы, состоящие из неполярных углеводородных радикалов, плохо взаимодействующих с водой (гидрофобных), и полярных групп – OH, – COOH, –NH₂, –SO₃H, хорошо взаимодействующие с водой (гидрофильные). Такие вещества называются также дифильными, к ним относятся: спирты, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты, простые и сложные эфиры, амины, сульфоновые кислоты и их производные, белки и нуклеиновые кислоты, липиды.

К явлениям, происходящим вследствие стремления к самопроизвольному снижению поверхностного натяжения, относится адсорбция.

Адсорбцией называется процесс самопроизвольного перераспределения вещества между поверхностным слоем и объемом фазы.

Фазу, на поверхности которой происходит адсорбция, называют адсорбентом. Вещество, которое перераспределяется, называют адсорбатом или адсорбтивом. Обратный переход вещества из поверхностного слоя в объем фазы называют десорбцией.

В зависимости от агрегатного состояния смежных фаз, которое придает определенную специфику явлению адсорбции, различают: адсорбцию газов на твердой поверхности, адсорбцию растворенных веществ на границах твердое тело – жидкость и жидкость – жидкость, а также адсорбцию на границе раствор – газ.

Оборудование и материалы: аналитические весы, 5 стаканов, объемом 10 см³, 5 мерных колб, объемом 50 см³, пипетки, бюретка, воронка для фильтрования, фильтровальная бумага, активированный уголь, 2М раствор этилового спирта, или 0,2М раствор изоамилового спирта.

Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдать меры предосторожности при работе со стеклом. Работу с органическими растворителями проводить в вытяжном шкафу.

Указания по порядку выполнения работы

Опыт 1. Определение поверхностного натяжения раствора спирта на границе жидкость - воздух

Метод, применяемый в представленной работе, основан на том, что масса капли, медленно отрывающейся под действием силы тяжести от кончика капилляра вертикальной трубки, будет тем больше, чем больше поверхностное натяжение жидкости на границе с воздухом.

Определение поверхностного натяжения проводят с использованием формулы:

$$\sigma = k \cdot m_{(\text{капли})} \quad (3.1)$$

где k - постоянная капилляра, определяемую по формуле:

$$k = \frac{\sigma_{H_2O}}{m} \quad (3.2)$$

$$\sigma_{H_2O} = 72,7 \text{ мН/м}$$

Массу капли (m) находим следующим образом: на аналитических весах взвешиваем сухой бюкс, в него переносим 10 капель раствора, после чего бюкс повторно взвешиваем. Определяем изменение массы. Найденную массу делили на 10 (по числу взятых капель).

Концентрированный раствор изоамилового спирта готовим следующим образом: в мерную колбу на 200 мл переносили 5 мл 100% изоамилового спирта, далее доводим дистиллированной водой до метки по мере растворения спирта в воде. Находим концентрация такого раствора:

$$C_{\text{конц}} = \frac{m}{MV} = \frac{\rho_1 V_1}{M_1 V} \quad (3.3)$$

где ρ - плотность изоамилового спирта (0,814 г/см³), M - молярная масса изоамилового спирта.

Готовим растворы изоамилового спирта различной концентрации, используя концентрированный раствор (таблица 3.1). Берем объем концентрированного раствора, указанный в таблице и доводим до метки в колбе на 200 мл. Проводим измерение массы капель изоамилового спирта различных концентраций. Каждое измерение массы спирта проводится три раза и в таблице указывается ее среднее значение.

Таблица 3.1 – Поверхностное натяжение раствора изоамилового спирта

№ п/п	Объем концентрированного раствора, мл	Концентрация раствора ПАВ, моль/л	Средняя масса капли, мг	Поверхностное натяжение, мН/м
1	200			
2	50			
3	20			
4	10			
5	5			
6	1			

На основании полученных данных строим график зависимости поверхностного натяжения от концентрации $\sigma = f(C)$.

Связь между избыточным количеством вещества, приходящимся на единицу поверхности, - адсорбцией Γ моль/см³ - и способностью вещества снижать поверхностное натяжение σ разбавленных растворов описывается уравнением Гиббса в следующей форме:

$$\Gamma = - \frac{c}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dc} \quad (3.4)$$

где c - концентрация моль/л; R - универсальная газовая постоянная [$8,31 \times 10^7$ эрг/(моль·К)]; T - абсолютная температура; $-d\sigma/dc$ - поверхностная активность.

Изотерма поверхностного натяжения поверхностно - активных веществ представлена на рис.3.1 (кривая 1). Если в какой-либо точке кривой, например в точке а, провести касательную к кривой, то как известно, тангенс угла наклона касательной к оси абсцисс $\text{tg } \varphi$ равен первой производной в этой точке. Из рис. 3.1 видно, что

$$z = -c_a \text{tg} \varphi = -c_a \frac{d\sigma}{dc} \quad (3.5)$$

где z - отрезок, отсекаемый на оси ординат горизонтальной прямой, проведенной через заданную точку a , и касательной к кривой в этой точке; c_a - концентрация ПАВ, соответствующая точке a .

Подставляя z в уравнение (3.5) получаем:

$$\Gamma = \frac{z}{RT} \quad (3.6)$$

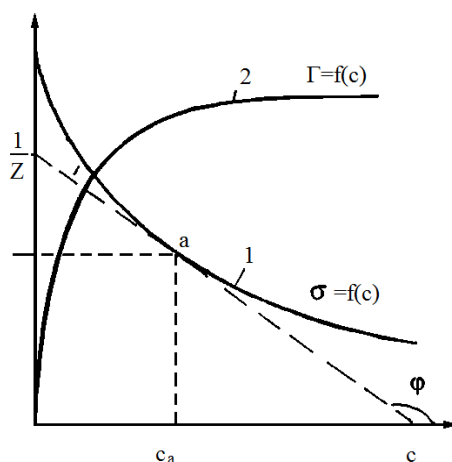


Рис. 2.3. Построение изотермы адсорбции по изотерме поверхностного натяжения: 1 - изотерма поверхностного натяжения; 2 - изотерма адсорбции.

Определив ряд точек на изотерме поверхностного натяжения отрезки z , можно по уравнению (2.6) построить изотерму адсорбции (кривая 2).

По изотерме адсорбции, пользуясь уравнением Ленгмюра:

$$\Gamma = \Gamma_{\text{макс}} \frac{kc}{1 + kc}, \quad (3.7)$$

можно вычислить предельное значение адсорбции $\Gamma_{\text{макс}}$, соответствующее образованию мономолекулярного слоя. Уравнение Ленгмюра можно преобразовать в уравнение прямой в координатах c/Γ и c :

$$\frac{c}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\text{макс}}k} + \frac{c}{\Gamma_{\text{макс}}} \quad (3.8)$$

Очевидно, что $\Gamma_{\text{макс}} = \text{ctg } \alpha$, где α - угол наклона прямой к оси абсцисс, а $1/\Gamma_{\text{макс}}k$ - отрезок, отсекаемый прямой на оси ординат. Зная $\Gamma_{\text{макс}}$ и $1/\Gamma_{\text{макс}}k$, находят значение k .

По известному значению $\Gamma_{\text{макс}}$ определяют площадь молекулы $S_{\text{мол}}$, занимаемую ею в адсорбционно - насыщенном слое, и толщину поверхностного слоя δ . Поскольку $\Gamma_{\text{макс}}$ выражает число молей, адсорбированных в монослое при предельной адсорбции, то произведение $\Gamma_{\text{макс}} \cdot N_A$ показывает число молекул, адсорбированных на поверхности 1 см². Тогда площадь молекулы $S_{\text{мол}}$ можно вычислить по уравнению

$$S_{\text{мол}} = \frac{1}{\Gamma_{\text{макс}} N_A}, \quad (3.9)$$

где N_A - число Авогадро.

Чтобы вычислить толщину поверхностного слоя δ , определяют количество вещества, адсорбированного на 1 см² поверхности. С одной стороны, это количество можно выразить как произведение значения $\Gamma_{\text{макс}}$ на массу 1 моля вещества M , с другой - как произведение объема слоя площадью 1 см² и высотой δ на плотность адсорбтива ρ .

Тогда $\delta \rho = \Gamma_{\text{макс}} M$ откуда

$$\delta = \frac{\Gamma_{\text{макс}} M}{\rho} \quad (3.10)$$

Сопоставляя вычисленное значение толщины слоя с длиной молекулы, известной из ее строения, можно сделать заключение об ориентации молекул поверхностно - активного вещества в адсорбционном слое. В большинстве случаев характерна вертикальная ориентация молекул на границе раздела фаз, и тогда толщина адсорбционного слоя δ совпадает с длиной адсорбированной молекулы.

Содержание отчета

Отчет о выполнении работы должен содержать наименование и цель работы, законспектированный ход выполнения работы, полученные экспериментальные данные, занесенные в таблицы, необходимые расчеты и используемые для этого формулы, графики и выводы.

Контрольные вопросы

1. Что называют дисперсностью? Как связаны между собой размер частиц, степень дисперсности и удельная поверхность?
2. Какой вид имеет изотерма адсорбции Ленгмюра и как можно рассчитать размеры молекул по данным адсорбции?
3. Как влияет на адсорбцию природа адсорбента, адсорбата и растворителя?
4. Поверхностные явления и адсорбция. Физическая адсорбция и хемосорбция.
5. Адсорбция на границе жидкость – газ. Поверхностно-активные вещества и их ориентация в поверхностном слое.
6. Уравнение адсорбции Гиббса.
7. Адсорбция на границе твердое тело – жидкость, твердое тело – газ. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Определение констант уравнения Ленгмюра.
8. Изотермы адсорбции Гиббса, Фрейндлиха, Ленгмюра. Их сравнительный анализ.
9. Какой вид имеют изотермы поверхностного натяжения водных растворов ПАВ?
10. Как влияют неорганические соли на поверхностное натяжение воды? Какова поверхностная активность таких веществ? Какой вид имеют изотермы поверхностного натяжения растворов таких солей?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Гельфман, М. И. Коллоидная химия Электронный ресурс / Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П. : учебник для вузов. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 336 с. - ISBN 978-5-811-5699-4
2. Малов, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник Электронный ресурс / Малов В. А., Наумов В. Н. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 180 с. - ISBN 978-5-8114-4075-7

3. Лосева,, М. А. Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы : учебное пособие / М. А. Лосева, Н. А. Расщепкина, С. Ю. Кудряшов. - Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы,2026-09-20. - Электрон. дан. (1 файл). - Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 164 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397

4. Зима, Т. М. Коллоидная химия. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. М. Зима. - Коллоидная химия. Лабораторный практикум,2025-02-05. - Электрон. дан. (1 файл). - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 71 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-7782-3463-5

Лабораторная работа № 4

Адсорбция на границе твердое тело – жидкость (адсорбция из растворов)

Цель работы. Количественное изучение адсорбции на активированном угле и определение его удельной поверхности по изотерме адсорбции.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

Знать: механизм адсорбции и количественное описание закономерностей адсорбции

Уметь: рассчитывать параметры молекул адсорбированных веществ по данным изотерм адсорбции;

определять на основании экспериментальных данных постоянные, входящие в уравнения адсорбции

Владеть: методами графического построения и интерпретации результатов экспериментов по изучению адсорбции

Теоретическая часть

Процесс поглощения одного вещества поверхностью другого называется адсорбцией, при этом вещество, которое поглощается (газ, жидкость, растворенное вещество) называется адсорбатом, а вещество-поглотитель – адсорбентом.

Взаимодействия между частицами адсорбата и адсорбента могут иметь различный характер и в зависимости от природы этого взаимодействия различают физическую адсорбцию и хемосорбцию.

Адсорбция всегда обратима и протекает самопроизвольно. Адсорбат стремится занять всю поверхность адсорбента, но этому препятствует процесс противоположный адсорбции – десорбция, вызванный стремлением к равномерному распределению вещества вследствие теплового движения. Если в системе “адсорбат – адсорбент” при заданных условиях скорость адсорбции равна скорости десорбции, то такое состояние системы называют адсорбционным равновесием.

Количественно адсорбцию выражают в молях адсорбата на единицу площади поверхности адсорбента (моль/м^2) или в молях адсорбата на единицу массы адсорбента (моль/г).

Величина адсорбции зависит от природы адсорбента, адсорбата, температуры и концентрации (или давления) адсорбата.

Для описания адсорбции используют две величины – абсолютную адсорбцию (A) или поверхностную концентрацию, которая представляет собой количество вещества в поверхностном слое, приходящееся на единицу поверхности или массы адсорбента и избыточную адсорбцию или гиббсовую адсорбцию (Γ - гамма), представляющую собой избыток компонентов в поверхностном слое на единицу поверхности по сравнению с его концентрацией в объеме фазы. При резко выраженной способности вещества к адсорбции и его малой объемной концентрации эти величины оказываются примерно равными. Для характеристики адсорбции обычно пользуются величиной Γ .

Графики зависимости величины адсорбции от равновесных концентраций $C_{\text{равн}}$ или давлений $p_{\text{равн}}$ при постоянной температуре T называют изотермой адсорбции: $\Gamma=f(C_{\text{равн}})$ или $\Gamma= f(p_{\text{равн}})$ при $T=\text{const}$ (рис. 4.1).

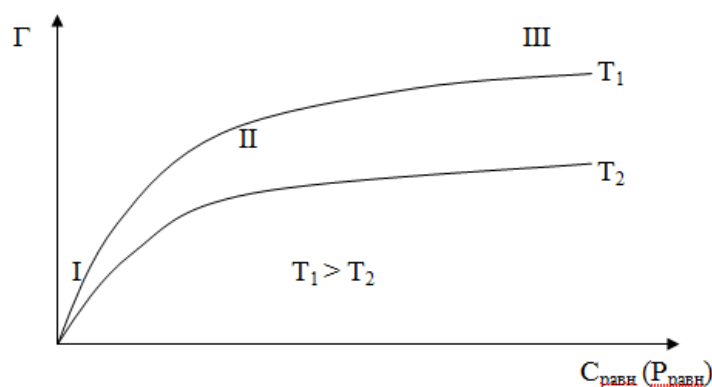


Рис. 4.1. Зависимость адсорбции от равновесной концентрации (давления).

Начальный (I) участок показывает, что при малых концентрациях (давлениях) адсорбция пропорциональна этим величинам, что отвечает почти полной свободной поверхности адсорбента. Горизонтальный участок (III), соответствующий большим концентрациям свидетельствует о полностью насыщенной адсорбтом поверхности адсорбента. Средний участок (II) соответствует промежуточным степеням заполнения поверхности адсорбента.

Изотермы адсорбции описываются уравнением, вытекающим из теории мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра.

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} b c_{\text{равн}} / (1 + b c_{\text{равн}}), \quad (4.1)$$

где Γ_{∞} - предельная мономолекулярная адсорбция, т.е. максимально возможное значение удельной адсорбции при полном заполнении активных центров (ёмкость монослоя); b – константа адсорбционного равновесия, характеризующая энергию адсорбции; $c_{\text{равн}}$ - равновесная концентрация адсорбтива в объёмной фазе.

При обработке экспериментальных данных предпочтительнее использовать уравнение Лэнгмюра в линейной форме:

$$1/\Gamma = 1/\Gamma_{\infty} + 1/\Gamma_{\infty} b c_{\text{равн}} \quad (4.2)$$

Графически $1/\Gamma = f(1/c_{\text{равн}})$ выражаются прямой (рис. 4.2), пересекающей ось ординат. Отрезок, отсекаемый на этой оси определяет величину обратную ёмкости монослоя ($1/\Gamma_{\infty}$). Тангенс угла наклона прямой (γ) позволяет найти константу адсорбционного равновесия b .

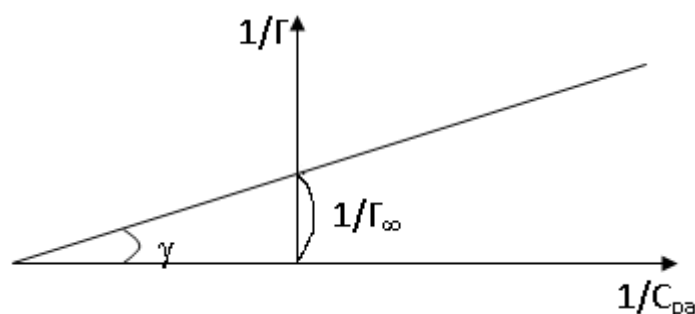


Рис.4.2. Изотерма адсорбции в координатах линейной формы уравнения Лэнгмюра.

Определив экспериментально ёмкость монослоя Γ_{∞} , можно рассчитать удельную поверхность адсорбента $S_{\text{уд.}}$, т.е. поверхность приходящуюся на единицу массы адсорбента:

$$S_{\text{уд.}} = \Gamma_{\infty} N_a S_0, \quad (4.3)$$

где N_a – число Авогадро; S_0 – площадь, занимаемая одной молекулой адсорбата в насыщенном адсорбционном слое.

Анализ уравнения Лэнгмюра показывает, что при малых концентрациях адсорбтива, в знаменателе можно пренебречь членом $b c_{\text{равн}}$ и уравнение примет вид:

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} b c_{\text{равн}}, \quad (4.4)$$

что соответствует прямолинейному участку (I) изотермы адсорбции (рис. 4.1).

При больших концентрациях адсорбтива можно пренебречь единицей в знаменателе и уравнение примет вид:

$$\Gamma = \Gamma_{\infty}, \quad (4.5)$$

что отвечает прямолинейному участку (III) изотермы адсорбции (рис. 4.1).

При низких температурах и больших концентрациях адсорбата адсорбция на твёрдой поверхности протекает с образованием нескольких слоёв. Это явление называется полимолекулярной адсорбцией. На рис. 4.1. полимолекулярная адсорбция представлена S-образной кривой.

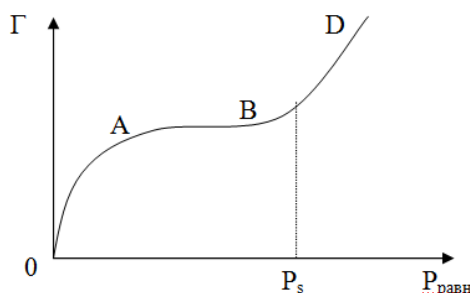


Рис.4.3. Изотерма адсорбции БЭТ

На участке ОАВ образуется мономолекулярный насыщенный слой. Однако мономолекулярный слой не полностью компенсирует поверхностную энергию и остаётся возможность влияния поверхностных сил на второй, третий и т. д. слой. В результате в области близкой к насыщению после замедления роста адсорбция начинает резко возрастать и заканчивается конденсацией пара при $P \rightarrow P_s$.

Участок ОАВ описывается теорией Лэнгмюра, но для полимолекулярной адсорбции она не применима. Более применимой в настоящее время и обобщающая все теории полимолекулярной адсорбции является теория БЭТ (Брунауэр, Эммет, Теллер).

Основные положения теории БЭТ в основном те же, что и в теории Лэнгмюра, кроме одного: адсорбированные молекулы могут быть активными центрами для новых слоёв. Основное уравнение теории БЭТ:

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{k \cdot P / P_S}{(1 - P / P_S)[1 + P / P_S(k - 1)]}, \quad (4.6)$$

где Γ_{∞} - предельная адсорбция в первом слое, k – константа, выражающая склонность молекул к адсорбции в мономолекулярном слое, P – равновесное давление в объёме, P_S – насыщенное давление в насыщенном слое.

Теория БЭТ представляет собой обобщённую теорию Лэнгмюра. Уравнение (4.6) при малых P/P_S переходит в уравнение Лэнгмюра при учёте, что $k/P = b$. Теория БЭТ имеет некоторые ограничения. При $P/P_S < 0,05$ на результатах сказывается энергетическая неоднородность поверхности, так как энергия адсорбции первых порций выше, чем средние значения. При $P/P_S > 0,5$ сказывается взаимодействие между адсорбированными молекулами.

Оборудование и материалы: электронные весы, ступка с пестиком, груша, конические колбы, объемом 100 мл, мерные колбы, объемом 50 мл, мерный цилиндр, объемом 100 мл, пипетки, объемом 10 и 20 мл, воронки для фильтров, 0,5н раствор уксусной кислоты, 1 н раствор гидроксида натрия, активированный уголь, раствор фенофталеина

Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдать меры предосторожности при работе со стеклом.

Работу с органическими растворителями проводить в вытяжном шкафу.

Указания по порядку выполнения работы

Опыт 1. Адсорбция уксусной кислоты активированным углем

Изотерма адсорбции напоминает параболу, поэтому наиболее простым уравнением изотермы адсорбции является уравнение Бедеккера-Фрейндлиха:

$$\Gamma = \beta C_{\text{равн}}^{1/n}, \quad (4.7)$$

где Γ – адсорбция, моль/г, $c_{\text{равн}}$ – равновесная концентрация адсорбтива в растворе, β и $1/n$ – константы, $1/n = 0,1 \div 0,5$ (для растворов).

Константа β представляет собой значение адсорбции при равновесной концентрации адсорбтива, равной 1 моль/л.

Определение констант уравнения Бедеккера-Фрейндлиха позволяет количественно характеризовать процесс адсорбции, а также сравнивать адсорбционную способность различных адсорбтивов и сорбционную активность разных адсорбентов.

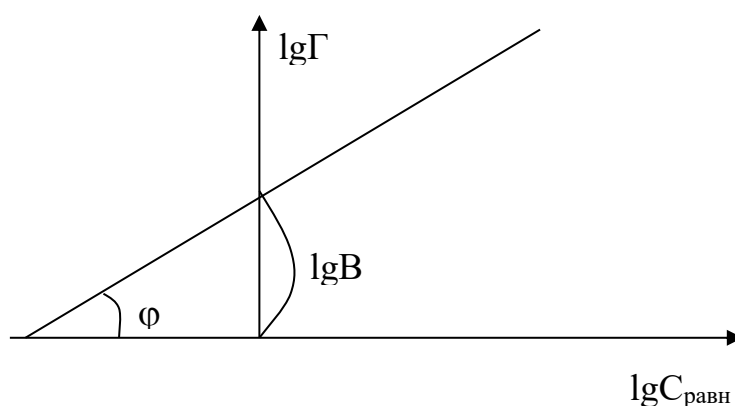


Рис. 4.4. Зависимость адсорбции от равновесной концентрации в логарифмических координатах.

Константы уравнения Бедеккера-Фрейндлиха определяются графическим способом при логарифмировании этого уравнения:

$$\lg \Gamma = \lg \beta + \frac{1}{n} \lg c_{\text{равн}}, \quad (4.8)$$

Это уравнение прямой. Логарифмируя экспериментально полученные значения Γ и $c_{\text{равн}}$ и откладывая их на осях координат, получают график приведенный на рис. 4.2. Отрезок, отсекаемый прямой на оси ординат, равен $\lg \beta$, а тангенс угла наклона (φ) прямой к оси абсцисс равен $1/n$.

Эмпирическое уравнение Бедеккера-Фрейндлиха пригодно только для интервала средних концентраций.

Навеску около 6 г активированного угля измельчают в фарфоровой ступке так, чтобы не было зерен крупнее 1 мм, и не образовывалась излишне тонкая

пыль. На весах берут 5 навесок угля по 1 г. Каждую навеску всыпают в отдельную коническую колбу на 100 см³.

В 5 мерных колб на 50 мл вливают указанные в таблице 1 количества уксусной кислоты $c = 0,5$ моль/дм³, доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают.

Каждый из приготовленных растворов переносят в одну из конических колб с навеской угля и оставляют не менее чем на 30 минут, периодически взбалтывая содержимое колб для установления сорбционного равновесия.

Пока идет процесс адсорбции, уточняют концентрацию исходного раствора уксусной кислоты. Для этого в колбу для титрования отбирают аликвотную часть исходного раствора уксусной кислоты (2 см³), приливают 10-20 см³ дистиллированной воды и титруют раствором КОН $c = 0,1$ моль/дм³ в присутствии фенолфталеина.

По истечении 30-40 минут адсорбции растворы уксусной кислоты фильтруют. В фильтрах определяют концентрацию уксусной кислоты. На титрование берут объемы фильтрата, указанные в таблице 1. Титрование каждого раствора проводят по два-три раза и берут среднее значение. Экспериментальные данные заносят в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 Экспериментальные данные адсорбции угольной кислоты углем

Номер колбы	1	2	3	4	5
Объем исходного раствора CH_3COOH $c = 0,5$ моль/ дм ³ $V_{\text{исх}}, \text{см}^3$	3	6	12	25	50
Концентрация растворов CH_3COOH до адсорбции $c_{\text{исх}},$ моль/дм ³					
Объем пробы раствора на титрование после адсорбции $V_{\text{ал}}, \text{см}^3$	10	10	5	3	2
Объем 0,1 н раствора щелочи израсходованного на титрование после адсорбции $V_{\text{щ}}, \text{см}^3$					
Концентрация CH_3COOH после адсорбции $c_{\text{равн}},$ моль/дм ³					
$\lg c_{\text{равн.}}$					
Адсорбция Γ , моль/г					
$\lg \Gamma$					

Относительная адсорбция $\Gamma_{отн}$, %					
--	--	--	--	--	--

Обработка экспериментальных данных:

1. Вычисляют количество адсорбированной кислоты Γ (в моль/г) по формуле: (4.8)

$$\Gamma = \frac{(C_{исх} - C_{равн})V}{m}$$

где $C_{исх}$ и $C_{равн}$ – исходная и равновесная концентрации раствора кислоты, моль/л; V – объём раствора кислоты (0,05 л); m – масса адсорбента (г);

2. Вычисляют относительную адсорбцию (в %) по формуле:

$$\Gamma_{отн} = \frac{(C_{исх} - C_{равн})}{C_{исх}} \cdot 100 \quad (4.9)$$

3. Находят логарифмы значений равновесных концентраций растворов и адсорбированных количеств кислоты, по полученным данным строят изотермы адсорбции в координатах « Γ - c » и « $\lg \Gamma$ – $\lg c$ »;
4. Пользуясь изотермой, построенной в координатах « $\lg \Gamma$ – $\lg c$ » определяют графически константы Бедеккера-Фрейндлиха. При нахождении тангенса угла наклона прямой следует учитывать масштаб, выбранный при построении графика, т. е. брать не абсолютные значения линии синуса и косинуса в мм или см, а соответствующие им значения величин, отложенных на осях координат.

Расчётные данные заносят в таблицу 4.1.

Опыт 2. Определение удельной поверхности активированного угля

Готовят раствор 0,1 н. уксусной кислоты (или другой по указанию преподавателя), точную концентрацию которого определяют титрованием 0,1 н. раствором щёлочи в присутствии фенолфталеина. Из приготовленного раствора кислоты отбирают мерным цилиндром по 100 мл в три конические колбы и прибавляют в них последовательно 1, 2 и 3 г активированного угля. Колбы закрывают пробками и оставляют на время не менее 30 мин., изредка взбалтывая содержимое колб для установления сорбционного равновесия. По истечении 30

мин. Растворы отфильтровывают и в фильтратах определяют концентрацию кислоты титрованием. Экспериментальные данные заносятся в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 Экспериментальные данные для определения удельной поверхности активированного угля

№ п/п	Концентрация кислоты, моль/л		Масса АУ, г	Объём CH_3COOH , л	$1/C_{\text{равн.}}$	Адсорбция Γ , моль/кг	$1/\Gamma$
	до адсорбции	после адсорбции					

По полученным данным строят изотерму адсорбции в координатах линейной формы уравнения Ленгмюра. Находят значение Γ_{∞} , и, принимая во внимание площадь молекулы уксусной кислоты $0,2 \text{ нм}^2$, определяют удельную поверхность АУ в $\text{м}^2/\text{г}$.

Содержание отчета

Отчет о выполнении работы должен содержать: название и цель работы, законспектированный ход выполнения работы, необходимые уравнения для расчета, таблицу экспериментальных данных, графики изотермы адсорбции (на миллиметровой бумаге), результаты расчетов, вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Адсорбция на границе твердое тело – жидкость, Изотерма адсорбции Фрейндлиха. Ее недостатки.
2. Адсорбция на границе твердое тело – жидкость, твердое тело – газ. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Определение констант уравнения Ленгмюра.
3. Изотермы адсорбции Гиббса, Фрейндлиха, Ленгмюра. Их сравнительный анализ.
4. Как располагаются молекулы жирных кислот на углеродных адсорбентах при адсорбции из водных растворов? Как изменится адсорбция жирных кислот из водных растворов, если в качестве адсорбента использовать силикагель?
5. Как рассчитать толщину адсорбционного слоя и «посадочную площадку» молекул ПАВ, зная зависимость адсорбции от состава раствора?

6. Каков физический смысл константы K ? От каких факторов она зависит? Как называется величина $1/n$? В каких пределах она может изменяться?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Гельфман, М. И. Коллоидная химия Электронный ресурс / Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П. : учебник для вузов. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 336 с. - ISBN 978-5-8114-5699-4
2. Малов, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник Электронный ресурс / Малов В. А., Наумов В. Н. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 180 с. - ISBN 978-5-8114-4075-7
3. Лосева,, М. А. Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы : учебное пособие / М. А. Лосева, Н. А. Расщепкина, С. Ю. Кудряшов. - Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы, 2026-09-20. - Электрон. дан. (1 файл). - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 164 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397
4. Зима, Т. М. Коллоидная химия. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. М. Зима. - Коллоидная химия. Лабораторный практикум, 2025-02-05. - Электрон. дан. (1 файл). - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 71 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-7782-3463-5
5. Коллоидная химия. Примеры и задачи Электронный ресурс : учебное пособие / Л.Н. Маскаева / Л.А. Брусницына / Т.А. Алексеева / В.Ф. Марков ; ред. В.Ф. Марков. - Коллоидная химия. Примеры и задачи, 2022-08-31. - Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 188 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-7996-1435-5
6. Коллоидная химия Электронный ресурс: практикум по адсорбции. - Тольятти: ТГУ, 2010. - 71 с.

Лабораторная работа № 5

Определение среднего размера частиц золя методом спектра мутности

Цель работы. Определение размера частиц золя с помощью Hitachi U-5100 UV/Vis.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

Знать: оптические методы анализа дисперсности

Уметь: работать на приборе Hitachi U-5100 UV/Vis.

Владеть: методиками определения размера частиц, не подчиняющихся и подчиняющихся закону Рэлея.

Теоретическая часть

Оптические методы являются наиболее распространенными методами изучения состава и структуры дисперсных систем. С их помощью можно определить дисперсность системы, форму и строение частиц дисперсной фазы, пористость, толщину и состав адсорбционных слоев.

Теоретической основой оптического метода анализа, который заключается в измерении интенсивности света, является уравнение Рэлея

$$I_p = I_0 24\pi^3 \left(\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 + 2n_0^2} \right)^2 \frac{vV^2}{\lambda^4} \quad (5.1)$$

где I_0 - интенсивность падающего света; n_1 и n_0 - показатели преломления дисперсной фазы и дисперсионной среды; v - число частиц в единице объема; V - объем одной частицы; λ - длина волны падающего света.

Нахождение размеров частиц с помощью уравнения Рэлея может быть проведено двумя методами.

Нефелометрия – метод, который заключается в измерении интенсивности света, рассеянного дисперсной системой. С его помощью можно определить и концентрация коллоидных растворов и размер частиц в них.

Определение размера частиц проводят по уравнению:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{D_2^3}{D_1^3} = \frac{r_1^3}{r_2^3} \quad (5.2)$$

Ограничением этого метода является необходимость наличия стандартного раствора с частицами известного радиуса.

Второй метод определения размера частиц – турбидиметрия, устанавливающий ослабление светового потока, проходящего через золь, вследствие его светорассеяния. Считая рассеянный свет виртуально поглощенным, можно записать уравнение, аналогичное закону Бугера – Ламберта – Бера:

$$I = I_0 e^{-\tau l} \quad (5.3)$$

где I – интенсивность прошедшего света; τ – мутность; l – толщина слоя системы. Преобразуя представленное уравнение, получим:

$$\tau = 2,3D/l \quad (5.3)$$

где $D = \lg I_0/I$ – оптическая плотность

Закон Рэлея перестает соблюдаться с увеличением размеров частиц. При соблюдении соотношения $1/10\lambda < d < 1/3\lambda$, в случае, когда показатели преломления среды и частиц не сильно отличаются можно применить уравнения Геллера:

$$D = k\lambda^{-a} \text{ и } \tau = k_1\lambda^{-a} \quad (5.4)$$

где D – оптическая плотность; τ – мутность; λ – длина волны падающего света, a – коэффициент, принимающий значения от 1 до 4 в зависимости от диаметра частиц; k и k_1 – константы, не зависящие от длины волны.

По экспериментально определенным значениям оптической плотности при различных значениях длины волны можно найти размеры частиц золя. Для этого необходимо построить зависимости $\lg D = f(\lg \lambda)$ и $\lg \tau = f(\lg \lambda)$, которые согласно уравнениям 5.4. являются прямыми:

$$\lg D = k - a \lg \lambda \quad \lg \tau = \lg k_l - a \lg \lambda \quad (5.5)$$

где $\operatorname{tg} \alpha = -a$ – тангенс угла наклона прямой.

Величина показателя степени a , в уравнениях 5.4 и 5.5, зависит от соотношения между размерами частиц и длиной волны падающего света и характеризуется параметром Z :

$$Z = \frac{8\pi \cdot r}{\lambda_{\text{ср}}} \quad (5.5)$$

$$\lambda_{\text{ср}} = \frac{\lambda_{\text{макс}} + \lambda_{\text{мин}}}{2}$$

Из таблицы 5.1 видно, что параметр Z лежит в интервале от 2 до 8.

Если $Z < 2$, использование уравнение Рэлея возможно, а при $Z > 8$ частицы уже видны в оптический микроскоп

Таблица 5.1 Показатель степени a в уравнении Геллера
в зависимости от параметра Z

a	3,812	3,868	3,573	3,436	3,284	3,121	3,060	2,807	2,659	2,533	2,457	2,379	2,329
Z	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0

Турбидиметрические измерения можно проводить с использованием любого фотоэлектрокалориметра (ФЭК) или спектрофотометра, в нашем случае Hitachi U-5100 UV/Vis (рис. 5.1)



Рисунок 5.1 – Внешний вид прибора Hitachi U-5100 UV/Vis

Оборудование и материалы: прибора Hitachi U-5100 UV/Vis, аналитические весы, канифоль, этиловый спирт, бумажный фильтр, стаканы, объемом 10, 50, 100 и 1000 см³, мерные пипетки.

Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдать меры предосторожности при работе с электроприборами.

Указания по порядку выполнения работы

Перед выполнением опытов необходимо приготовить золь канифоли. Взвешиваем на аналитических весах 0,1 г канифоли, переносим ее в стакан на 100 мл, добавляем 2,5 мл этанола, добиваемся полного растворения канифоли. Полученный раствор (по каплям) при интенсивном перемешивании добавляем в 0,5 л дистиллированной воды. Фильтруем раствор через бумажный фильтр, а полученный фильтрат разбавляем дистиллированной водой до объема 1 л. Концентрация канифоли в полученном золе составляет примерно 0,1 г/л.

Исходный раствор золя используем для получения растворов с концентрацией 0,05 г/л и 0,01 г/л.

Опыт 1. Определение оптической плотности бесцветного золя от длины волны. Измерение проводят на приборе Hitachi U-5100 UV/Vis. Порядок работы на приборе следующий:

1. Нажать кнопку пуск, подождать пока прибор пройдет инициализацию и откроет главное меню.
2. Стрелками или вводом на клавиатуре 2-Enter перейти в меню WL Scan (рис.5.2)



Рисунок 5.2 – Клавиатура прибора Hitachi U-5100 UV/Vis

3. В открывшемся окне, управляя стрелками в первом пункте открывшегося меню Meas. Param., указать в соответствующих графах следующие значения:
Data Mode: ABS, Start WL: 700, End WL: 300, Upper Scale: 4, Lower Scale: -4, Scan Speed: 200, Delay(s): 3.
4. Затем выбрать восьмой пункт Meas. Screen.
5. При выборе данного пункта прибор предложит произвести замер эталонного образца. Перед этим в барабане прибора в ячейке Autozero должна быть кювета с чистым растворителем. Для старта замера эталона Base Corr. нажать Start на клавиатуре (рис. 5.3)

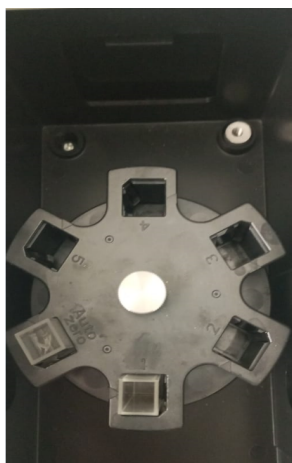


Рисунок 5.3– Барабан прибора Hitachi U-5100 UV/Vis

6. По окончании коррекции базовой линии поместите в ячейку 1 барабана кювету с измеряемым образцом и нажмите повторно Start для начала измерения.
7. По окончании измерения нажатием 1/Enter переходим в меню Data, затем 4/Enter выбираем пункт меню List. В открывшейся таблице интенсивность прошедшего света отображается в амперах. Переносим данные в отчет.
8. Для завершения процесса выполнения работы нажимаем на клавиатуре Main Menu, на вопрос системы "Сохранить ли данные?" - нажимаем 1/Enter.
9. Отключите прибор повторным нажатием кнопки Пуск.

Лабораторная работа № 6

Определение знака заряда коллоидных частиц методом бумажной хроматографии

Цель работы. Ознакомление с методом капиллярного анализа, определение знака коллоидных частиц.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

Знать: Строение мицелл, теории строения двойного электрического слоя

Уметь: получать коллоидные частицы с различным зарядом гранул

Владеть: навыками планирования работы химической направленности и использовать их для получения коллоидных систем различными методами.

Теоретическая часть

Коллоидные системы обладают огромной суммарной поверхностью раздела фаз. Особое значение для этих систем имеют процессы образования поверхностных слоев на межфазной границе, приводящие к снижению поверхностной энергии или переходу ее в другие виды энергии (например в электрическую).

Большую часть процессов, происходящих на поверхности раздела фаз в дисперсных системах, можно отнести к процессам адсорбции – это образование двойного электрического слоя, образование пленок из молекул ПАВ или макромолекул ВМС.

Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной границе происходит самопроизвольно и связано с переходом ионов из одной фазы в другую. В зависимости от того, переходят ли ионы из раствора на поверхность или с поверхности в раствор, различают два механизма образования ДЭС. Первый называют адсорбционным, второй – поверхностной диссоциацией.

Независимо от механизма образования ДЭС необходимым условием его образования является высокая плотность расположения зарядов в слое потенциалообразующих ионов. Электростатические силы притяжения такого слоя способствуют возникновению второго, компенсирующего, слоя из ионов противо-

положительного знака. Образование двойного слоя приводит к появлению определенных электрических потенциалов на границе раздела твердой и жидкой фаз.

Способы получения, природа дисперсионной среды и дисперсной фазы оказывают влияние на знак гранулы получаемой мицеллы. Если наложить внешнее электрическое поле, то электрически заряженные частицы (гранулы) будут передвигаться в дисперсионной среде к электродам: катоду и аноду. Это явление называется электрофорезом, наблюдая которое можно определить скорость движения частиц в электрическом поле и знак их заряда.

Более простой способ определения заряда частиц мицеллы – метод капиллярного анализа. Такие вещества как шелк, целлюлоза, песок и др., помещенные в воду, заряжаются отрицательно. Если полоску фильтровальной бумаги опустить одним концом в воду, то она поднимется вверх, вследствие движения по капиллярам бумаги, создаваемого силами поверхностного натяжения.

Когда в воде находятся положительно заряженные частицы мицеллы, то они не поднимаются вверх, так как притягиваются капиллярами бумаги, которые заряжены отрицательно, а оседают на ее поверхности. В случае отрицательно заряженных частиц – происходит их движение вверх (рис. 6.1.)

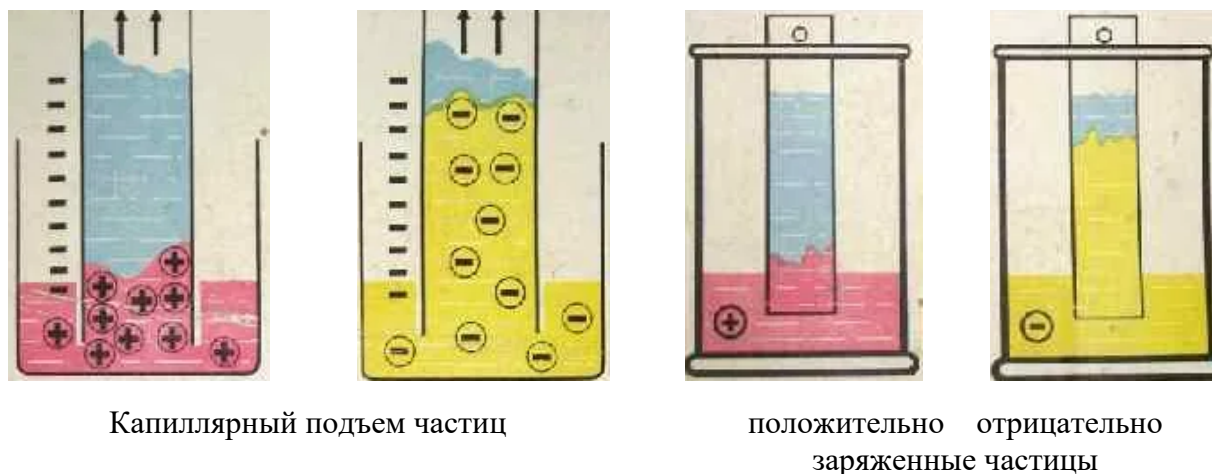


Рисунок 6.1 Метод капиллярного анализа

Этот способ можно использовать для определения знака заряда частиц золя, а также для анализа смесей окрашенных веществ.

В данном методе следует использовать рыхлую фильтровальную бумагу, так как скорость и высота подъема частиц по капиллярам зависит от ее качества.

Оборудование и материалы: пробирки, стаканы, объемом 50 мл, пипетки, фильтровальная бумага, раствор FeCl_3 , концентрацией 0,005 моль/л; раствор $\text{K}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6]$, концентрацией 0,005 моль/л; 1% -ный раствор CuSO_4 ; 1% -ный раствор AlCl_3 , раствор аммиака, 0,1 н раствор HCl ; 1%-ные растворы красителей – фуксина, бриллиантового зеленого, метиленового голубого.

Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдать меры предосторожности при работе со стеклом.

Указания по порядку выполнения работы

Перед выполнением опытов, необходимо получить положительно заряженную фильтровальную бумагу, способом обработки ее, предварительно полученным золем гидроксида алюминия.

Золь гидроксида алюминия получают следующим образом: к 30 мл 1%-ного раствора хлорида алюминия добавляем по каплям раствор аммиака. Выпавший осадок промываем теплой водой декантацией (повторить несколько раз) и затем на фильтре. Промытый осадок переносим в химический стакан на 500 мл, добавляем на $\frac{3}{4}$ стакана дистиллированной воды и доводим до кипения, прибавляя по каплям 0,1 н раствор соляной кислоты. Происходит постепенный переход осадка в золь. Фильтровальную бумагу погружаем в полученный раствор и выдерживаем в течение часа. Высушиваем бумагу на воздухе и разрезаем на одинаковые полоски.

Опыт 1. Определение знака заряда золя берлинской лазури, полученного различным соотношением реагентов.

- 1) К 3 мл раствора хлорида железа (III) приливаем 1 мл желтой кровяной соли ($\text{K}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6]$), 1 каплю полученного золя наносим на фильтровальную бумагу.
- 2) К 1 мл раствора хлорида железа (III) приливаем 3 мл желтой кровяной соли ($\text{K}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6]$), 1 каплю полученного золя наносим на фильтровальную бумагу, на расстоянии двух диаметров от первого пятна. Знак заряда коллоидных ча-

стиц определяем, учитывая, что поверхность фильтровальной бумаги при смачивании водой заряжается отрицательно.

Полученные данные заносим в таблицу 6.1. записываем в таблицу соответствующие уравнения реакций получения золей и их формулы.

Опыт 2. Определение знака заряда золя железосинеродистой меди.

К 10 мл раствора желтой кровяной соли ($K_4[Fe(CN)_6]$) приливаем 1 мл раствора сульфата меди (II), 1 каплю полученного золя наносим на фильтровальную бумагу. Определяем знак заряда золя, записываем уравнение реакции его получения, считая, что сульфат меди взят в избытке и формулу золя. Все данные заносим в таблицу 6.1.

Таблица 6.1. Данные опытов 1–2.

№ пробирки	Название золя	Реакция получения	Описание полученного пятна	Знак заряда гранул	Схема строения мицеллы
1					
2					
3					

Опыт 3. Определение знака заряда частиц красителя в их золях.

В 3 стакана отбираем по 10 мл 1%-ных растворов красителей – фуксина, бриллиантового зеленого, метиленового голубого. Опускаем в каждый стакан одинаковые по размеру полоски фильтровальной бумаги, приготовленные заранее. Необходимо расположить полоски таким образом, чтобы бумага не касалась стенок стакана, верхнюю часть полосок закрепляем на планке. Через 30 минут измеряем высоту подъема красителей и определяем знак заряда частиц красителя. Полученные данные записываем в таблицу 6.2.

Опыт 4. Определение знака заряда частиц красителя в их золях с положительно заряженной бумагой.

В 3 стакана отбираем по 10 мл 1%-ных растворов красителей – фуксина, бриллиантового зеленого, метиленового голубого. Опускаем в каждый стакан одинаковые по размеру полоски положительно заряженной фильтровальной бумаги, приготовленные заранее. Необходимо расположить полоски таким образом, чтобы бумага не касалась стенок стакана, верхнюю часть полосок закреп-

ляем на планке. Через 30 минут измеряем высоту подъема красителей и определяем знак заряда частиц красителя. Полученные данные записываем в таблицу 6.2.

Таблица 6.2. Данные опытов 3–4.

Название золя	Отрицательно заряженная бумага		Положительно заряженная бумага	
	Высота подъема красителя, мм	Знак заряда частиц красителя	Высота подъема красителя, мм	Знак заряда частиц красителя

Содержание отчета

Отчет о выполнении работы должен содержать: название и цель работы, законспектированный ход выполнения работы, соответствующие химические уравнения, заполненные таблицы 6.1 и 6.2, наблюдения и выводы.

Вопросы к защите лабораторной работы

1. Какими методами получают золи?
2. Как построена мицелла гидрофобного золя? Приведите конкретный пример.
3. Приведите конкретные примеры получения золь с положительно и отрицательно заряженными коллоидными частицами.
4. Какие существуют методы определения заряда частиц золя?
5. Золь гидроксида алюминия получен путем сливания 0,001 л 0,005 н. раствора хлорида алюминия и 0,0015 л 0,002 н раствора гидроксида натрия напишите формулы образующейся мицеллы.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Гельфман, М. И. Коллоидная химия Электронный ресурс / Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П.: учебник для вузов. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 336 с. - ISBN 978-5-8114-5699-4
2. Малов, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник Электронный ресурс / Малов В. А., Наумов В. Н. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 180 с. - ISBN 978-5-8114-4075-7

3. Лосева, М. А. Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы : учебное пособие / М. А. Лосева, Н. А. Расщепкина, С. Ю. Кудряшов. - Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы, 2026-09-20. - Электрон. дан. (1 файл). - Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 164 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397

4. Зима, Т. М. Коллоидная химия. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. М. Зима. - Коллоидная химия. Лабораторный практикум, 2025-02-05. - Электрон. дан. (1 файл). - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 71 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-7782-3463-5

5. Коллоидная химия. Примеры и задачи Электронный ресурс: учебное пособие / Л.Н. Маскаева / Л.А. Брусницына / Т.А. Алексеева / В.Ф. Марков; ред. В.Ф. Марков. - Коллоидная химия. Примеры и задачи, 2022-08-31. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 188 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-7996-1435-5

Лабораторная работа № 7.

Определение порога коагуляции и защитного числа золя

Цель работы. Определение порога коагуляции золя. Ознакомление с явлением коллоидной защиты. Определение защитного числа золя.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны:

Знать: причины и закономерности коагуляции коллоидных систем; способы повышения устойчивости коллоидных систем

Уметь: анализировать кинетическую и агрегативную устойчивость коллоидных систем

Владеть: Методами определения эффективности действия защитных коллоидов

Теоретическая часть

Коллоидные растворы обладают большим запасом свободной энергии, а потому термодинамически неустойчивы. Огромная удельная поверхность дисперсной фазы создают избыток поверхностной энергии, которая согласно второму закону термодинамики, стремится к наименьшему значению, что влечет за собой стремление к уменьшению поверхности раздела между частицами и средой. Поэтому в дисперсных системах с различной скоростью, зависящей от ряда параметров, системы и внешних факторов, происходит слияние частиц, получившее название коагуляции. Коагуляция может протекать настолько медленно, что свойства системы остаются неизменными в течении длительного времени. Такие системы называются агрегативно устойчивыми.

Ускорение коагуляции, вызванное тем или иным воздействием на систему, приводит к изменению ее свойств (оптической плотности, окраски вязкости и т.д.) или даже к разделению фаз. В агрегативно неустойчивых системах скорость коагуляции определяется частотой столкновения частиц и не зависит от интенсивности факторов, вызвавших коагуляцию. В сильно разбавленных дисперсных системах коагуляция протекает очень медленно по причине малой вероятности столкновения частиц. С повышением концентрации дисперсной фазы частота столкновения увеличивается. Для получения агрегативно устойчивых

систем требуется стабилизировать (предотвратить) слияние частиц при их случайных столкновениях.

В дисперсных системах с жидкой дисперсной средой стабилизация осуществляется введением различных веществ - стабилизаторов, к числу которых относятся электролиты, содержащие ионы, способные специфически адсорбироваться на поверхности раздела, поверхностно активные вещества (ПАВ) и высокомолекулярные соединения ВМС.

Агрегативная устойчивость дисперсных систем определяется знаком и величиной расклинивающего давления, возникающего при сближении частиц дисперсной фазы.

Расклинивающим давлением P называется разность между давлением P_1 в прослойке жидкости, разделяющей частицы, и давлением P_0 в объемной жидкой фазе, находящейся в термодинамическом равновесии с жидкостью в прослойке:

$$P = P_1 - P_0 \quad (7.1)$$

Различают следующие составляющие расклинивающего давления: молекулярную, электростатическую, структурную, адсорбционную и стерическую.

Молекулярная составляющая расклинивающего давления обусловлена Ван-дер-ваальсовым взаимодействием частиц дисперсной фазы.

Электростатическая составляющая возникает в тех случаях, когда на поверхности частиц имеется двойной электрический слой. Она обусловлена электростатическим взаимодействием частиц и проявляется при сближении на расстоянии порядка удвоенной толщины ДЭС.

Оборудование и материалы: электрическая плитка; пробирки в штативе, количеством 10 шт., колба на 250 мл – 2 штуки, пипетки на 10 см³ – 3 шт., на 5 см³ – 1 шт., на 2 см³ – 1 шт; насыщенный раствор FeCl₃; электролиты: NaCl -0,01н.; H₂SO₄ - 0,001н.; BaCl₂ – 0,001 н.

Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдать меры предосторожности при работе со стеклом и кислотами.

Указания по порядку выполнения работы

Перед выполнением опытов необходимо получить золь гидроксида железа (III). В колбе на 150 мл нагреваем дистиллированную воду до кипения и по каплям добавляем насыщенный раствор гидроксида железа (III) до получения раствора красно-коричневого цвета.

Опыт 1. Определение порога коагуляции золя различными растворами электролитов

Признаком коагуляции служит помутнение золя и дальнейшее образование осадка или изменение его окраски.

Определяется минимальное количество электролита, нужное для коагуляции золя - порог коагуляции, и минимальное количество ВМС для его защиты против коагуляции - защитное число.

Порог коагуляции относится к одному литру золя и, если для его определения было взято V_2 мл золя, то величина порога коагуляции будет равна:

$$\gamma = \frac{C \cdot V_1 \cdot 1000}{V_2} \quad (7.2)$$

где C - молярная концентрация электролита; V_2 - объем золя, мл; V_1 - объем электролита, мл.

О коагуляции судят по помутнению золя.

В 10 пробирок пипеткой вносится по 10 мл золя гидроксида железа (III) и указанные в таблице 8.1 количества электролита и воды. Содержимое пробирок тщательно перемешивают. Через несколько минут отмечают состояние золя. Помутнение отмечается знаком (+), а где его нет (-). Данные опыта вносятся в таблицу 7.1.

Допустим, что через несколько минут после взбалтывания смесей помутнение начиналось в пробирке № 5 при добавлении 2,5 мл электролита (таблица 8.1). Берут среднее значение объема электролита между пробирками №4 и №5. В данном случае $(2 + 2,5)/2 = 2,25$ на 10 мл золя. Тогда порог коагуляции с учетом формулы (7.2) и при концентрации электролита 0,0025 н в ммоль на литр золя равен

$$\gamma = \frac{0,0025 \cdot 2,25 \cdot 1000}{10} = 0,56 \text{ ммоль/л золя} \quad (7.3)$$

Таблица 8.1 Исходные данные и результаты опыта 1

Номер пробирок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Золя, мл	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Воды, мл	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5
Электролит, мл	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Помутнение										

Опыт 2. Определение защитного числа золя

Требуется найти защитные числа желатина при том же коагулирующем электролите.

Предварительно проводится испытание пригодности концентрации имеющегося раствора желатина. Две пробирки заполняем 10 мл золя, в первую добавляются 9,5 мл воды и 0,5 мл раствора желатина, а во вторую - 5 мл желатина и 5 мл воды. Затем в пробирки вводят электролит в таком объеме, который при определении порога коагуляции вызвал явное помутнение (в расчете на равный объем золя). Пусть, например, золь помутнел в обеих пробирках. Это значит, что концентрация желатина мала и ее оказалось недостаточно для защиты даже в объеме 5 мл. Тогда готовят раствор желатина более высокой концентрации, опыт повторяют. Если муть не появилась ни в одной пробирке, значит, была взята слишком высокая концентрация и раствор необходимо разбавить. Если в первой пробирке золь помутнел, а во второй остался светлым, то полученный раствор может быть применен для определения защитного числа.

Далее в каждую из 10 пробирок вносят пипетками по 10 мл исследуемого золя и указанные в таблице 7.2 переменные количества стабилизатора. Растворы тщательно перемешивают и через 10 минут во все пробирки вносят пипеткой раствор электролита в количестве, соответствующем порогу коагуляции (опыт 1) и дистиллированную воду, чтобы объем смеси в каждой пробирке был равен 20 мл. Растворы снова перемешивают и через несколько минут наблюдают состояние золя и отмечают наличие или отсутствие помутнения в таблице 7.2.

Таблица 7.2 Исходные данные и результаты опыта 2

Номера пробирок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Номера пробирок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем золя, мл	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Объем желатина, мл	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Воды, мл										
Объем электролита, мл										
Помутнение										

Защитное число рассчитывают по формуле:

$$S = V_{\text{стаб.}} \cdot c_{\text{стаб.}} \cdot 1000 / 100,$$

где $V_{\text{стаб.}}$ и $c_{\text{стаб.}}$ – объем (мл) и концентрация раствора стабилизатора (%).

Содержание отчета

Отчет о выполнении работы должен содержать: название и цель работы, законспектированный ход выполнения работы, заполненные таблицы 7.1 и 7.2, необходимые расчетные формулы, выполненные по ним расчеты, наблюдения и выводы.

Контрольные вопросы

1. Какой процесс вызывается коагуляцией?
2. Что такое порог коагуляции?
3. Понятие быстрой и медленной коагуляции.
4. Что такое порог быстрой коагуляции?
5. Что называется защитным числом золя? В каких единицах измеряется данная величина?
6. Как связаны заряд коагулирующего иона и его коагулирующая способность (правило Шульца - Гарди)?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Гельфман, М. И. Коллоидная химия Электронный ресурс / Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П. : учебник для вузов. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 336 с. - ISBN 978-5-8114-5699-4
2. Малов, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник Электронный ресурс / Малов В. А., Наумов В. Н. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 180 с. - ISBN 978-5-8114-4075-7

3. Лосева,, М. А. Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы : учебное пособие / М. А. Лосева, Н. А. Расщепкина, С. Ю. Кудряшов. - Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы,2026-09-20. - Электрон. дан. (1 файл). - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 164 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397

4. Зима, Т. М. Коллоидная химия. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. М. Зима. - Коллоидная химия. Лабораторный практикум,2025-02-05. - Электрон. дан. (1 файл). - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 71 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-7782-3463-5

5. Коллоидная химия. Примеры и задачи Электронный ресурс : учебное пособие / Л.Н. Маскаева / Л.А. Брусницына / Т.А. Алексеева / В.Ф. Марков ; ред. В.Ф. Марков. - Коллоидная химия. Примеры и задачи,2022-08-31. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 188 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-7996-1435-5

6. Коллоидная химия Электронный ресурс: практикум по адсорбции. - Тольятти: ТГУ, 2010. - 71 с.

Лабораторная работа № 8.

Приготовление эмульсии и определение типа эмульсии

Цель: Ознакомление с методом приготовления эмульсий.

Содержание работы: Получение эмульсии первого и второго рода и наблюдение за явлением обращения фаз.

Теоретическое обоснование

Эмульсии – это грубодисперсные системы, состоящие из двух несмешивающихся жидкостей.

Как и лиофобные коллоидные системы, грубодисперсные системы являются агрегативно неустойчивыми и нуждаются в стабилизации. Стабилизация эмульсий осуществляется с помощью либо высокодисперсных порошков, либо растворов ПАВ. И в том и в другом случае для стабилизации необходимо, чтобы стабилизатор имел преимущественное сродство к дисперсионной среде эмульсии, т.е. чтобы порошок избирательно смачивался дисперсионной средой, а поверхностно-активное вещество в ней растворялось.

В зависимости от характера примененного стабилизатора (эмульгатора) оказывается устойчивой эмульсия одного из двух типов: прямая, т.е. масло – вода (м/в), где капли масла распределены в воде, или обратная, т.е. вода – масло (в/м), где капли воды находятся в неполярной жидкости – масле.

Стабилизация эмульсий порошками объясняется тем, что, например, гидрофильные частицы (глина, мел) молекулярными силами притягиваются к капелькам масла. Вокруг капельки образуется слой из частиц гидрофильного порошка, на которых имеются двойные электрические слои и гидратные оболочки – факторы стабилизации, предотвращающие соприкосновение и слияние капелек масла. В результате эмульсия м/в приобретает устойчивость. Гидрофобный порошок (например, сажа) защищает от слияния капельки воды в масле благодаря образованию сольватных слоев на гидрофобных крупинках порошка.

Молекулы ПАВ, адсорбируясь на границе между маслом и водой, снижают поверхностное натяжение между фазами и несколько уменьшают термоди-

намическую неравновесность системы. Однако это обстоятельство играет в стабилизации лишь подсобную роль.

Дифильные молекулы поверхностно-активного стабилизатора, взаимодействуя с водой своими полярными группами и с маслом – углеводородными цепями, образуют по обе стороны от поверхности раздела соответственно сольватный и гидратный слои; соотношения между толщинами этих слоев определяет тип эмульсии.

Характеристикой соотношения полярной и неполярной частей молекулы ПАВ служит так называемый гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ). Его вычисляют как алгебраическую сумму групповых чисел – условных чисел, характеризующих взаимодействие с водой отдельных групп, составляющих молекулу ПАВ. Групповые числа гидрофильных групп положительны (теплота выделяется), а гидрофобных (липофильных) – отрицательны (теплота поглощается).

Стабилизаторами прямых эмульсий служат ПАВ с $\text{ГЛБ} = 8 \div 20$, для обратных эмульсий применяют ПАВ с $\text{ГЛБ} = 3 \div 6$.

К числу поверхностно-активных стабилизаторов эмульсии относятся мыла – соли жирных кислот, содержащие 12-18 углеродных атомов в молекуле (олеиновой, пальметиновой и др.) Щелочные мыла (соли одновалентных металлов), растворимые в воде, стабилизируют эмульсии (м/в), соли двух- и трехвалентных металлов являются стабилизаторами обратных эмульсий (в/м). Молекулы щелочного мыла лучше взаимодействуют с водой и, адсорбируясь на капельках масла, создают на их наружной поверхности достаточно толстый адсорбционно-сольватный слой, препятствующий соприкосновению и слиянию капелек масла. Кроме того, за счет диссоциации полярных групп стабилизатора возникает двойной электрический слой, также являющийся фактором стабилизации.

Щелочноземельные мыла, растворимые в масле и лучше с ним взаимодействующие, образуют адсорбционно-сольватный слой на наружной поверхности капелек воды, защищая их от соприкосновения и слияния.

При использовании в качестве стабилизаторов ПАВ с большой длиной цепи или высокомолекулярных веществ стабилизация эмульсий обусловлена

структурно-механическим фактором – высокой прочностью стабилизирующей оболочки.

При определенных условиях можно превратить прямую эмульсию в обратную и наоборот, т.е. произвести *обращение фаз* в эмульсии. Это происходит либо при изменении характера стабилизатора (например, при химическом превращении щелочного мыла в щелочноземельное), либо при изменении взаимодействия среды со стабилизатором. Например, нейтральная соль NaCl, добавленная к прямой эмульсии, вызывает дегидратацию полярных групп молекул щелочного мыла; в результате происходит их высаливание в неполярную жидкость. В этих условиях начинает преобладать сольватация углеводородных цепей молекул ПАВ маслом и стабилизируется эмульсия в/м.

Опыт 1. Приготовление эмульсии керосина в воде

(эмульгатор – желатин)

Цель и содержание. Получение эмульсии I-го рода. Определение рода полученных эмульсий методом микроскопирования.

Аппаратура и материалы

1. Пипетка, V - 5мл.
2. Колба с притертой пробкой, V - 50 мл.
3. Микроскоп.
4. Пробирки, V - 10 мл.
5. Метиленовая синь.
6. Желатин, 0,5% р-р.
7. Керосин.
8. Предметное стекло.
9. Покровное стекло.

Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдать меры предосторожности при работе со стеклом. Работу с органическими растворителями проводить в вытяжном шкафу. Необходимо помнить, что с красителем следует обращаться с особой аккуратностью из-за сильных красящих свойств.

Методика и порядок выполнения работы

Подогретый до 40°C раствор желатина в количестве 10 мл вводят в колбу с притертой пробкой (на 50 мл) разбавляют маленькими порциями керосина (вводят около 15 мл).

Для определения типа эмульсии поступают таким образом: небольшое количество эмульсии берут пипеткой (средний слой) помещают несколько капель этой эмульсии (1-2 капли) на предметное стекло. Затем туда добавляют несколько крупинок (1-2) красителя (метиленовой сини) и размешивают стеклянной палочкой. Покрывают препарат покровным стеклом и микроскопируют, т.е. определяют, что окрашено - капельки или окружающая жидкость.

На основе наблюдения в микроскопе, сделать выводы о типе эмульсии. Нарисовать рисунок.

Опыт 2. Получение эмульсии типа м/в и в/м (масло в воде и вода в масле).

Цель и содержание. Получение эмульсий I-го и 2-го рода. Определение рода полученных эмульсий методом микроскопирования.

Аппаратура и материалы

1. Пипетка, V - 5мл.
3. Микроскоп.
4. Пробирки, V - 10 мл.
5. Краситель Судан III.
6. Р-р NaOH, 0,1 н.
7. Р-р CaCl₂, 2 н; 0,1 н; 2 %.
8. Предметное стекло.
9. Покровное стекло.

Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдать меры предосторожности при работе со стеклом. Работу с органическими растворителями проводить в вытяжном шкафу.

Методика и порядок выполнения работы

Берут в 2 пробирки по 4 мл растительного масла и добавляют к нему несколько крупинок красителя Судан (судан необходим для того, чтобы отличать неполярную фазу от водной при наблюдении под микроскопом). После полного растворения при нагревании, охлаждают. Приливают в одну пробирку 2 мл 0,1 н раствора NaOH, а в другую 0,1 н. раствора CaCl_2 . Энергично встряхивают. Затем наносят по капле на предметное стекло и, положив на каплю покровное стекло, рассматривают в микроскоп. Эмульсия м/в видна в виде красных шариков на белом фоне, тогда как в случае эмульсии в/м видят белые шарики на красном фоне. Отобразить наблюдаемые под микроскопом объекты на рисунке.

Опыт 3. Исследование обращения фаз в эмульсиях

Цель и содержание. Получение эмульсии I-го рода и обращение ее в эмульсию II-го рода. Определение рода полученных эмульсий.

Аппаратура и материалы

1. Пипетка, V - 5мл.
2. Микроскоп.
3. Пробирки, V - 10 мл.
4. Краситель Судан III.
5. Раствор мыла 3%.
6. Р-р CaCl_2 , 2 н; 0,1 н; 2 %.
7. Предметное стекло.
8. Покровное стекло.

Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдать меры предосторожности при работе со стеклом. Работу с органическими растворителями проводить в вытяжном шкафу.

Методика и порядок выполнения работы

В пробирку наливают 3-4 мл масла, в котором растворен краситель судан. Затем в пробирку добавляют такое же количество воды и жидкость сильно встряхивают. Убеждаются в том, что образующаяся при встряхивании эмульсия неустойчива и быстро расслаивается при стоянии.

Далее в ту же пробирку добавляют 2-3 мл 3%-го раствора мыла и жидкость снова сильно встряхивают. Получается устойчивая эмульсия. Для того, чтобы убедиться в том, что полученная эмульсия представляет собой эмульсию м/в, каплю ее помещают на предметное стекло и рассматривают ее в микроскоп при небольшом увеличении.

После этого в пробирку добавляют 2-3 мл 2% раствора хлористого кальция. Жидкость сильно встряхивают и убеждаются путем микроскопирования, что в эмульсии произошло обращение фаз.

Микроскопическую картину эмульсии как м/в, так и в/м зарисовывают в тетрадь. Схематически показывают строение слоя эмульгатора на поверхности капель прямой и обратной эмульсии.

Контрольные вопросы по усвоению теоретического материала:

1. Что такое эмульсии? Приведите примеры природных и искусственных эмульсий.
2. Классификация эмульсий.
3. Методы получения эмульсий
4. Методы разрушения эмульсий

Вопросы для защиты.

1. Каковы условия образования эмульсий? Что такое эмульгатор, примеры эмульгаторов?
2. Что такое ГЛБ? Какое число ГЛБ характерно для эмульсий в/м и м/в?
3. Какие факторы устойчивости эмульсий вы знаете?
4. Охарактеризуйте методы получения и разрушения эмульсий?
5. Объясните природу обращения фаз в эмульсиях.
6. Какое явление наблюдается при сбивании сливок в масло?

Литература:

Основная литература:

1. Сумм, Б. Д. Коллоидная химия : учебник : для студ. вузов / Б.Д. Сумм. – 4-е изд., перераб. – Москва: Академия, 2013. – 238 с.

2. Гельфман, М. Коллоидная химия / М. Гельфман, О. Ковалевич, В. Юстратов. - 4-е изд., стер. - СПб.: М.; Краснодар: Лань, 2008. - 336 с.
3. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия: учебник для бакалавров / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 6-е изд. – Москва : Юрайт, 2012. – 443с.
4. Егорова, Е.В. Поленов, Ю.В. Поверхностные явления и дисперсные системы /Е.В. Егорова, Ю.В. Поленов. - Иваново: ИГХТУ, 2008. – с. 84.

Дополнительная литература:

- 1.Сафонова, Л.П. Физическая химия дисперсных систем/ Л.П. Сафонов, В.В. Королев, В.И.Савельев - Иваново: ИГХТУ, 2007. – с. 40.

Лабораторная работа № 9

Кондуктометрическое определение ККМ

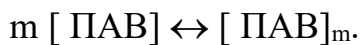
Цель и содержание работы. Освоить кондуктометрический метод определения критической концентрации мицеллообразования. Определить критическую концентрацию мицеллообразования ПАВ.

Теоретическое описание

При увеличении концентрации в растворе молекулы ПАВ начинают взаимодействовать и образовывать ассоциаты. Такие ассоциаты называют мицеллами. Мицеллообразование происходит очень быстро в отличие от образования обычных ассоциатов в растворах, когда степень ассоциации увеличивается постепенно по мере увеличения концентрации.

Способность ПАВ к мицеллообразованию зависит от длины углеводородного радикала. ПАВ с небольшими радикалами находятся в растворе только в молекулярно-дисперсном состоянии при любых концентрациях. Их называют истинно растворимыми. ПАВ способные к мицеллообразованию имеют большие углеводородные радикалы. Их часто называют коллоидными.

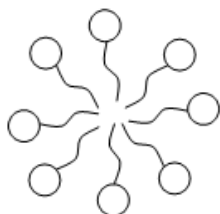
В зависимости от природы ПАВ число молекул в мицелле может достигать нескольких десятков, сотен и даже тысяч. Процесс мицеллообразования обратим. При разбавлении равновесие между растворенными молекулами и мицеллами сдвигается в сторону молекулярно растворенных ПАВ:



Мицеллы представляют собой агрегаты, в которых углеводородные цепи молекул в полярных растворителях объединяются в компактное углеводородное ядро, а полярные группы обращены наружу, образуя гидрофильную оболочку. Благодаря этой оболочке поверхностное натяжение на границе раздела мицелла-среда оказывается сниженным, что обеспечивает термодинамическую устойчивость мицеллярной системе. Значение поверхностного натяжения, при котором обеспечивается устойчивость дисперсных систем составляет сотые доли мДж/м².

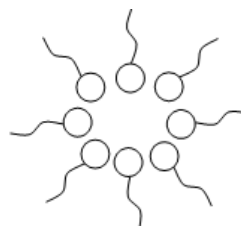
Мицеллярные растворы ПАВ являются типичными представителями лиофильных дисперсных систем.

Термодинамическая устойчивость лиофильных систем означает, что они равновесны и обратимы. Они могут образовываться как самопроизвольным диспергированием из макрофазы, так и из истинного раствора путем агрегации молекул. На рис. 9.5 представлена схема объединения молекул ПАВ в полярном растворителе.



Полярный растворитель

Рис. 9.5. Мицелла Гартли



Неполярный растворитель

Рис. 9.6. «Обратная» мицелла Гартли

В такой мицелле полярные группы экранируют углеводородное ядро от контакта с водой. Это общепринятая модель мицеллы, предложенная Гартли.

В неполярных растворах ПАВ могут образовывать мицеллы с противоположной ориентацией молекул. При формировании таких «обратных» мицелл полярные группы объединяются в гидрофильное ядро, и углеводородные радикалы образуют олеофильную оболочку, экранирующую внутреннюю гидрофильную часть мицеллы от контакта с углеводородной (неполярной) средой (рис. 9.6).

Число ассоциированных молекул в «обратных» мицеллах значительно ниже, чем в прямых, так как большие радикалы обеспечивают хорошую экранировку ядра уже при малых концентрациях.

При более высокой концентрации ПАВ увеличивается концентрация сферических мицелл, и постепенно происходит изменение их формы, образуются пластинчатые мицеллы, в которых цепи располагаются более упорядоченно. О существовании таких мицелл впервые предположил Мак-Бен, поэтому они и называются его именем (рис. 9.7 и 9.8).

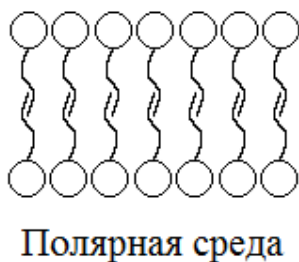


Рис. 9.7. Мицелла Мак-Бена

Рис. 9.8. «Обратная» мицелла Мак-Бена

Способностью к мицеллообразованию обладают не все ПАВ, а только те, которые имеют оптимальные соотношения между гидрофобной (углеводородный радикал) и гидрофильной (полярная группа) частями. Это определяется величиной гидрофильно-гидрофобного (липофильного) баланса (ГЛБ).

Число ГЛБ характеризует способность к мицеллообразованию. Определяются числа ГЛБ различными экспериментальными методами и рассчитываются по эмпирическим зависимостям. ГЛБ отражает прежде всего разность (различие) гидрофобности углеводородной цепи и гидрофильности полярной группы молекул ПАВ

Для мицеллообразующих ПАВ необходимо, чтобы обе эти части были достаточно ярко выражены. Например, для ПАВ, используемых в качестве моющих средств, ГЛБ = 13 – 15, ПАВ – стабилизаторы прямых эмульсий (м/в) имеют ГЛБ = 10 – 16, а ПАВ – стабилизаторы «обратных» эмульсий (в/м) имеют ГЛБ = 3 – 5.

Существует понятие критической концентрации мицеллообразования (ККМ). Это тот концентрационный предел, выше которого в растворе уже присутствует экспериментально фиксируемое количество мицелл. Как правило, чем больше размер углеводородного радикала у ПАВ, тем меньше его растворимость в полярном растворителе и тем ниже ККМ. Поверхностную активность (g) таких ПАВ можно приближенно оценить с помощью соотношения

$$g \approx \frac{\sigma_0 - \sigma_{\text{ККМ}}}{\text{ККМ}} \quad (9.1)$$

где σ_0 – поверхностное натяжение растворителя, $\sigma_{\text{ККМ}}$ – поверхностное натяжение раствора ПАВ концентрации, равной ККМ.

Возникновение в дисперсионной среде мицелл ПАВ соответствует качественному изменению системы: переходу гомогенной системы в гетерогенную. Это качественное изменение сопровождается резким изменением физико-химических свойств системы, которое выражается в появлении характерных изломов на кривых.

Зависимости физико-химических параметров от концентрации ПАВ. Например, наблюдается рост светорассеяния, повышенная вязкость системы и т.д. Значение ККМ с большой точностью можно определить, например, по точкам изломов зависимостей удельной (эквивалентной) электропроводности от концентрации ПАВ $\chi(\lambda) = f(C)$, поверхностного натяжения $\sigma = f(C)$, оптической плотности $D = f(C)$, растворимости $S = f(C)$.

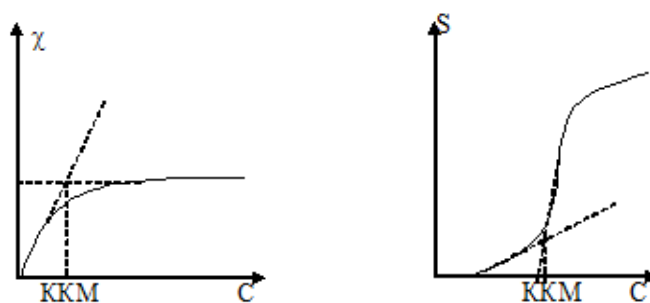


Рис. 9.9. Графическое определение ККМ по измерениям удельной электропроводности, растворимости

Количество вещества в мицеллярной форме может на несколько порядков превышать его количество в молекулярном растворе. Поэтому мицеллы являются как бы резервуарами, то есть источниками поддержания постоянства ПАВ в растворе при его расходовании.

Это обстоятельство используют при стабилизации эмульсий, суспензий, золей, а также при применении ПАВ в качестве моющих средств. Критическая концентрация мицеллообразования является важнейшим параметром, определяющим свойства мицеллярных растворов ПАВ.

Аппаратура и материалы

1. Кондуктометр
2. Мерные цилиндры на 150 мл 2 шт
3. Пипетки на 10 мл 2 шт

4. Магнитная мешалка
5. Химический стакан 4 шт
6. Груша
7. 3% мыло

Методика проведения работы

Метод основан на измерении концентрационной зависимости электропроводности χ растворов ионогенных ПАВ. В присутствии больших добавок электролитов его можно использовать и для неионогенных ПАВ (рис. 10).

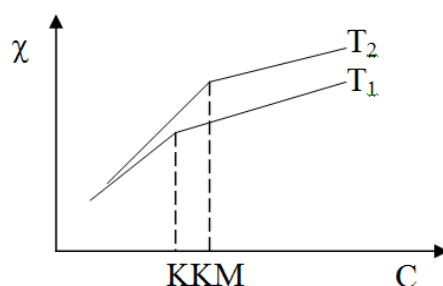


Рис. 9.10. Концентрационная зависимость удельной электропроводности растворов ПАВ при разных температурах.

Установка для проведения измерений представлена на рис. 9.11.

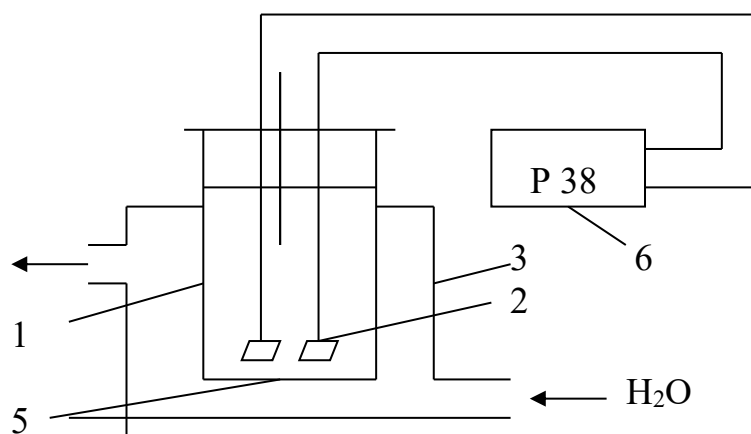


Рис. 9.11. 1- ячейка для измерений электропроводности с платинированными электродами (2); 3- терморегулируемый блок , 4- термопара, 5- магнитная мешалка, 6- мост переменного тока Р-38 или Р-5021.

Проведение измерений. В кондуктометрическую ячейку вносят 50 мл исходного раствора ПАВ (электроды должны быть полностью покрыты жидкостью). Ячейку помещают в водяной термостат, подключают электроды к клеммам реохордного моста Р-38 и измеряют сопротивление столба раствора между электродами. Пипеткой на 25 мл извлекают из ячейки половину объема заключенного в ней раствора, добавляют столько же растворителя и измеряют сопротивление вдвое разбавленного раствора. Последовательно разбавляют раствор вдвое еще 8-10 раз, каждый раз измеряя электросопротивление. После каждого разбавления, перемешав содержимое сосуда, выдерживают его 8-10 минут в термостате для установления теплового равновесия. Перемешивание производят путем 3-4-кратного засасывания части раствора в пипетку и выдавливания его обратно (не следует допускать вспенивания).

После окончания измерений ячейку и электроды тщательно промывают. Для определения константы кондуктометрической ячейки измеряют сопротивление 0,1н раствора KCl, приготовленного из дважды перекристаллизованного образца соли (объем раствора 50мл).

Обработка результатов. Рассчитывают константу ячейки К по формуле

$$K = \chi_0 R_0,$$

где R_0 - сопротивление 0,1н раствора KCl; χ_0 - его удельная электропроводность (величину χ_0 находят в справочнике).

Рассчитывают удельную электропроводность растворов (См/м) по формуле

$$\chi = K/R_x,$$

где R_x - сопротивление раствора ПАВ.

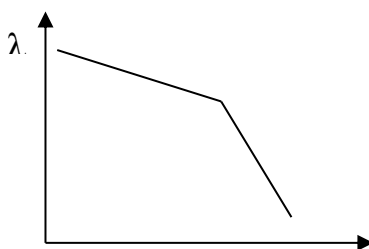
Эквивалентную электропроводность растворов находят как

отношение удельной электропроводности к концентрации ($\text{м}^2\text{См/г-экв}$):

$$\lambda = \chi / c,$$

где концентрация выражена в г-экв/ м^3 (рис. 12).

Строят график зависимости $\lambda = f(\sqrt{c})$. По излому кривой определяют ККМ. Полученное значение ККМ следует рассматривать как ориентировочное, если точка излома сильно смещена в начало или конец кривой, т.е. количество экспериментальных точек на обоих участках кривой сильно различается. В таком случае повторяют опыт, приготовив 8-10 растворов ПАВ с таким расчетом, чтобы ККМ приходилась примерно на середину охватываемого интервала концентраций (наибольшая концентрация должна быть равна 2-3 ККМ), а внутри интервала концентрации должны быть взяты через равные промежутки.



Контрольные вопросы по усвоению теоретического материала:

Рис. 9.12. Зависи-

1. Мицеллы, природа мицеллообразования
2. Типы мицелл
3. Гидрофильно-липофильный баланс
4. Кинетика мицеллообразования

Вопросы для защиты

1. ККМ.
2. Поверхностная активность.
3. Правило Дюкло-Траубэ
4. Солюбилизация.
5. Способы измерения ККМ.

Литература:

Основная литература:

1. Сумм, Б. Д. Коллоидная химия : учебник : для студ. вузов / Б.Д. Сумм. – 4-е изд., перераб. – Москва: Академия, 2013. – 238 с.
2. Гельфман, М. Коллоидная химия / М. Гельфман, О. Ковалевич, В. Юстратов. - 4-е изд., стер. - СПб.: М.; Краснодар: Лань, 2008. - 336 с.
3. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия: учебник для бакалавров / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 6-е изд. – Москва : Юрайт, 2012. – 443с.
4. Егорова, Е.В. Поленов, Ю.В. Поверхностные явления и дисперсные системы /Е.В. Егорова, Ю.В. Поленов. - Иваново: ИГХТУ, 2008. – с. 84.

Дополнительная литература:

- 1.Сафонова, Л.П. Физическая химия дисперсных систем/ Л.П. Сафонов, В.В. Королев, В.И.Савельев - Иваново: ИГХТУ, 2007. – с. 40.

Лабораторная работа №10

Определение ККМ коллоидного ПАВ методом измерения вязкости

Цель и содержание работы. Освоить метод определения критической концентрации мицеллообразования коллоидного ПАВ с помощью вискозиметра. Определить критическую концентрацию мицеллообразования ПАВ.

Теоретическое описание

Свойства мицелл и процесс мицеллообразования рассмотрены в лабораторной работе №9.

Наблюдаются зависимости физико-химических параметров растворов от концентрации ПАВ. Например, наблюдается рост светорассеяния, повышенная вязкость системы и т.д. Значение ККМ с большой точностью можно определить, например, по точкам изломов зависимостей от концентрации ПАВ вязкости $\eta=f(C)$, поверхностного натяжения $\sigma = f(C)$, оптической плотности $D = f(C)$, растворимости $S = f(C)$, электропроводности $\chi(\lambda)=f(C)$.

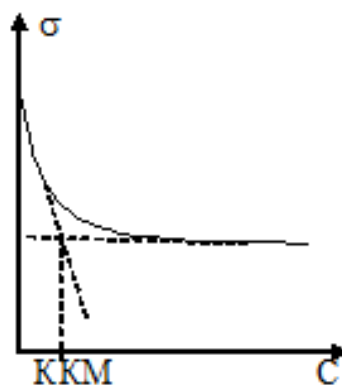


Рис. 10.1. Графическое определение ККМ по изменению поверхностного натяжения

Количество вещества в мицеллярной форме может на несколько порядков превышать его количество в молекулярном растворе. Поэтому мицеллы являются как бы резервуарами, то есть источниками поддержания постоянства ПАВ в растворе при его расходовании.

Аппаратура и материалы

1. Вискозиметр ВПЖ-1
2. Мерные цилиндры на 150 мл 2 шт
3. Пипетки на 10 мл 2 шт
4. Химический стакан 4 шт
5. Груша
6. 3% мыло

Методика проведения работы

Метод основан на измерении концентрационной зависимости вязкости растворов ПАВ с помощью стеклянного капиллярного вискозиметра типа ВПЖ-1, предназначенного для измерения вязкости прозрачных жидкостей (рис. 10.2).

Внутренний диаметр капилляра вискозиметра 0.54 мм. Вискозиметр состоит из измерительного резервуара (3), ограниченного двумя кольцевыми отметками M_1 и M_2 , резервуар переходит в капилляр (2) и резервуар (1), который соединен с изогнутой трубкой (5) и трубкой (7). Последняя имеет резервуар (8) с двумя отметками M_3 и M_4 , указывающими пределы наполнения вискози-

метра жидкостью. Жидкость из резервуара (3) по капилляру (2) стекает в резервуар (1) по стенкам последнего, образуя у нижнего конца «висячий уровень». Измерение вязкости при помощи капиллярного вискозиметра основано на определении времени истечения через капилляр определенного объема жидкости из измерительного резервуара.

Перед определением вязкости жидкости вискозиметр должен быть тщательно промыт и высушен.

Вискозиметр вначале необходимо промыть бензином, затем петролейным эфиром. После этого промыть водой и залить не менее чем на 5-6 часов хромовой смесью. После этого вискозиметр промывают дистиллированной водой и сушат. Для более быстрой сушки вискозиметр можно промыть спиртом-ректификатором или ацетоном.

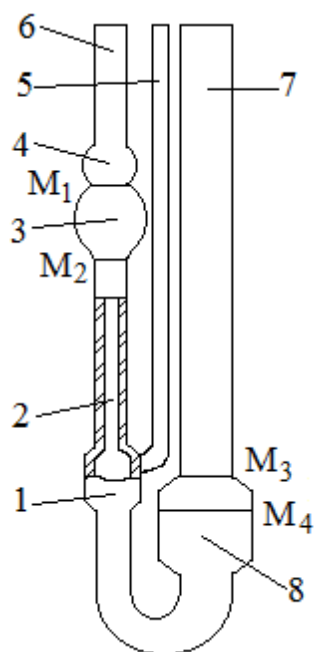


Рис. 10.2. Вискозиметр капиллярный стеклянный типа ВПЖ-1 с висячим уровнем

Порядок проведения опыта

Испытуемая жидкость заливается в чистый вискозиметр через трубку (7) так, чтобы уровень ее установился между отметками M3 и M4. На концах трубок

(5) и (6) надевают резиновые трубки, причем первая из них снабжена краном и резиновой грушей, вторая – краном.

Вискозиметр устанавливается вертикально в жидкостный термостат так, чтобы уровень воды находился на несколько сантиметров выше расширения резервуара (4).

При температуре измерения выдерживают прибор не менее 15 минут, после чего засасывают грушей при закрытой трубке (6) жидкость выше отметки M_1 примерно до половины резервуара (4) и перекрывают кран, соединенный с трубкой (5).

Если вязкость жидкости менее 500-1000 мм²/с, открывают кран на трубке (5) и освобождают зажим на трубке (6).

При более вязких жидкостях сначала открывают трубку (6), затем трубку (5).

Далее измеряют время понижение уровня в трубке (5) от отметки M_1 до отметки M_2 . Необходимо при этом обращать внимание на то, чтобы к моменту подхода уровня жидкости к отметке M_1 в резервуаре (1) образовался висячий уровень, а в капилляре не было бы пузырьков воздуха.

Кинематическая вязкость вычисляется по среднему времени истечения жидкости:

$$\eta = \frac{g}{9.807} t K, \quad (10.1)$$

g – ускорение свободного падения на высоте места проведения опыта над уровнем моря (м/с²), η – кинематическая вязкость (мм²/с), K – постоянная вискозиметра (0.008101 мм²/с²), t – время истечения жидкости (с).

Ускорение свободного падения вычисляется по приближенной формуле (см/с²):

$$g = 978.049(1 + 0.005288 \sin \varphi - 0.000006 \sin^2 2\varphi) - 0.0003086 H, \quad (10.2)$$

где H – высота над уровнем моря, φ - широта местности. Примем, что $H=670$ м, $= 45^\circ 02'$ с.ш.

Результаты измерений и расчетов заносятся в таблицу 1.

№	С,	t, с	η , мм ² /с
1			

2			
---	--	--	--

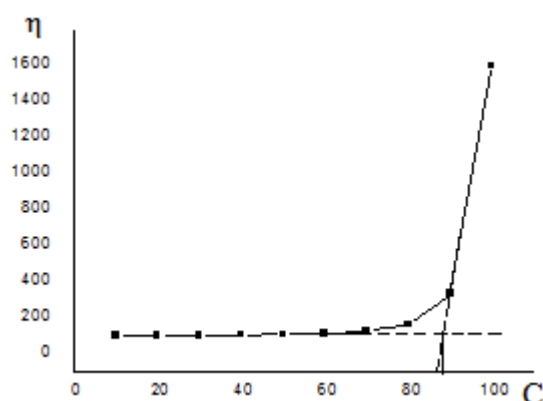


Рис. 10.3. Графическая схема нахождения ККМ по зависимости вязкости от концентрации (C – массовое содержание растворенного вещества)

Поданным таблицы 1 строят график зависимости вязкости раствора ПАВ от концентрации и находят критическую концентрацию мицеллообразования.

Контрольные вопросы по усвоению теоретического материала:

1. Мицеллы, природа мицеллообразования
2. Типы мицелл
3. Гидрофильно-липофильный баланс
4. Кинетика мицеллообразования

Вопросы для защиты

1. ККМ.
1. Поверхностная активность.
2. Правило Дюкло-Траубэ
3. Солюбилизация.
4. Способы измерения ККМ.

Литература:

Основная литература:

1. Сумм, Б. Д. Коллоидная химия : учебник : для студ. вузов / Б.Д. Сумм. – 4-е изд., перераб. – Москва: Академия, 2013. – 238 с.
2. Гельфман, М. Коллоидная химия / М. Гельфман, О. Ковалевич, В. Юстратов. - 4-е изд., стер. - СПб.: М.; Краснодар: Лань, 2008. - 336 с.

3. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия: учебник для бакалавров / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 6-е изд. – Москва: Юрайт, 2012. – 443с.
4. Егорова, Е.В. Поленов, Ю.В. Поверхностные явления и дисперсные системы /Е.В. Егорова, Ю.В. Поленов. - Иваново: ИГХТУ, 2008. – с. 84.

Дополнительная литература:

- 1.Сафонова, Л.П. Физическая химия дисперсных систем/ Л.П. Сафонов, В.В. Королев, В.И.Савельев - Иваново: ИГХТУ, 2007. – с. 40.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания для студентов по организации
самостоятельной работы по дисциплине «Коллоидная химия»

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль):
Химия окружающей среды, химическая экспертиза
и экологическая безопасность

Ставрополь, 2026

В процессе изучения дисциплины по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, студенты должны подготовить обзор пользуясь научной литературой, учебниками, учебными пособиями, а также возможно использовать материалы электронных ресурсов сети "Интернет".

Самостоятельная работа с книгой может быть успешной, если текст не только прочитан, но и законспектирован. Существует несколько **форм записей**, но любая форма записи не даст нужного результата, если не будет пробуждать мысли того, кто ее ведет, если отсутствует активная работа ума и формирование своих выводов из прочитанного.

Выбор формы записи зависит от индивидуальных особенностей человека, его образованности и опыта. При этом не меньшую роль играет назначение записей, то есть то, какие задачи ставит перед собой человек (для самообразования, для выступления на семинаре, для использования в будущем).

Введение записей мобилизует наряду со зрительной памятью, также и моторную память. Кроме того, у человека, систематически ведущего записи изучаемой литературы, создается свой фонд материалов для быстрого повторения и мобилизации накопленных знаний.

Все записи должны быть убористыми и компактными. Интервалы между строками должны быть достаточными, чтобы вписывать дополнения. Рекомендуется вести записи ручкой, а карандашом или ручкой другого цвета пользоваться для отметок и выделений при последующей работе. Полезно также датировать записи.

Записи могут носить различный характер: план, выписки, тезисы, аннотирование, конспектирование, реферирование.

1. План - наиболее краткая формой записи. Это перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. План обычно раскрывает структуру произведения, логику автора, способствует лучшей ориентации в содержании.

Так, составленным планом можно воспользоваться, чтобы вспомнить прочитанное или быстро отыскать в книге нужное место. Представление об основных пунктах плана дает оглавление книги, поэтому во многих случаях наимено-

вания глав и разделов можно использовать в качестве пунктов. Составление плана приучает логически мыслить, вырабатывать умение сжато и последовательно излагать суть вопроса в письменной и устной форме.

Существует два способа составления плана: работа над ним по ходу чтения и составление плана после ознакомления с произведением. При этом план получается более последовательным и стройным.

Трудность составления плана состоит в том, что надо выяснить для себя, прежде всего, построение изучаемого текста, ход мыслей автора и лишь затем изложить содержание работы кратко и ясно. При всей своей краткости план дает представление о содержании прочитанного. Следует учесть, что форма плана не исключает цитирования отдельных мест и обобщений. Различают простой и развернутый план. В отличие от простого плана развернутый план не только содержит перечисление вопросов, но и раскрывает основные идеи произведения, может включать выдержки из него, схемы, таблицы. Планом, особенно развернутым, необходимо пользоваться при написании выступления или статьи.

В целом развернутый план дает гораздо большее представление о произведении, его основных идеях, задачах, которые в нем решаются. Он может включать положения, замечания, собственные мысли студента.

Важно знать, что составление планов помогает вырабатывать способность к отвлеченному, абстрактному мышлению, но наибольшую пользу составление плана даст подготовленным лицам, которые бывают достаточно лишь взглянуть на перечень основных вопросов, чтобы воспроизвести содержание прочитанного.

2. Тезисы - более сложная и совершенная форма записи, чем составление плана.

Это сжатое изложение основных мыслей прочитанного произведения или подготовляемого выступления. Особенностью тезисов является их утвердительный характер.

В них сосредотачивается самое главное, только выводы и обобщения, в них меньше доказательств, иллюстрации и пояснений. Тезисы не должны по-

вторять дословно текст, но в ряде мест могут быть близки к нему, воспроизводя некоторые характерные выражения автора, важные для понимания хода его мыслей. Составление тезисов помогает глубже понять основные идеи произведения, выделить главное в нем; приучают сжато, точно и четко сформулировать свои мысли, повышает культуру речи и письма. При составлении тезисов учитывают следующее. Прежде всего, если произведение небольшое, необходимо внимательно изучать его в целом, если большое - изучать по главам и разделам. Затем, когда будут ясны основные идеи, кратко и последовательно излагать их в виде пунктов.

Различают простые и сложные, развернутые тезисы. Если записывают только утверждение чего-либо, такой тезис называют простым, а сложным тезисом будет выражение главной мысли, содержащее, кроме утверждения, еще и краткое ее доказательство.

Часто тезисы формулируются самим автором как выводы и обобщения в заключении книги или разделах книги. Нередко тезисы выделяются в тексте другим шрифтом.

Рекомендуется делать тезисные записи своими словами, причем можно записывать один абзац за другим, учитывая смысловую связь между ними. Но в большинстве случаев следует составлять сводный тезис, сложный по форме. При этом объединяется несколько утверждений, тесно связанных между собой.

Тезисы по содержанию очень близки к **конспекту**, но конспект носит более описательный характер, и его положения не столь категоричны, как в тезисах. Кроме того, конспект представляет собой более полную форму записи.

Следует отметить, что различие между формами записей условно, но в любой форме запись - важнейшая часть самостоятельной работы с книгой.

3. Выписки. Это записи текста из книги: теоретических положений, статистических данных, имеющих по мнению читателя важное значение.

Достоинство выписок состоит в точности воспроизведения текста книги, удобстве пользования записями при последующей работе, в накоплении обобщений и фактического материала. Выписки полезны для повторения, освежения

в памяти прочитанного, для быстрой мобилизации своих знаний, когда необходимо в короткий срок вспомнить материал. Выписки выделяют из текста самое главное и тем самым помогают глубже понять его. Без них трудно обойтись при подготовке доклада, реферата, выступления. Выписки следует рассматривать как составную часть тезисов и конспектов.

Выписывать текст можно и по ходу чтения и после его завершения. В последнем случае надо замечать места, которые потом будут выписаны. Необходимо каждую выписку снабжать ссылкой на источник с указанием соответствующей станицы. Это нужно, чтобы в последствии можно было быстро найти в книге соответствующее место. Целесообразно выписывать из текста только такие места, в которых содержится самое главное, суть вопроса. Выписки должны быть ориентированы на изучение произведения в целом, а не отдельных мест, поскольку положения, вырванные из общего контакта, понимаются нередко совсем не так, как этого хотел автор. Иначе говоря, отдельно взятые, лишенные пояснений выдержки могут быть не поняты или поняты неправильно.

Выписки бывают дословные (цитаты) и «свободные», когда мысли автора излагаются своими словами. Следует учесть, что большие отрывки, которые трудно цитировать, целесообразнее в краткой форме переложить своими словами, но «яркие» и важные места лучше выписывать дословно. Каждую цитату следует заключать в кавычки. Если ее берут из середины предложения, то после вводных кавычек ставят три точки. Ставят их и в конце цитаты, если из предложения опущены последние слова.

Следует знать, что какого-либо единого метода выписок, годного для всех случаев, не существует, поскольку у каждого человека свои особенности мышления и восприятия, свой подход к теме. Все это влияет на содержание и характер выписок.

Выписки рекомендуется хранить в картотеке, конвертах или папках, на которых следует обозначить общую тему.

4. Аннотация - еще одна форма записи, являющаяся кратким обобщением содержания книги. Ею удобно пользоваться, если имеется намерение вер-

нуться к изучаемому произведению. Аннотация может быть необходима и для того, чтобы не забыть о нем.

Для составления аннотации надо сначала полностью прочитать и глубоко продумать произведение. При всей своей краткости аннотация может содержать отдельные фрагменты авторского текста, а не только оценку книги или статьи.

5. Резюме очень близко к аннотации. Это запись, являющаяся краткой оценкой прочитанного материала. Различие между ними состоит в том, что аннотация сжато характеризует произведение в целом, а резюме концентрирует внимание на его выводах, главных итогах.

6. Конспект - наиболее совершенная и наиболее сложная форма записи. Слово «конспект» происходит от латинского «conspectus», что означает «обзор, изложение». В правильно составленном конспекте обычно выделено самое основное в изучаемом тексте, сосредоточено внимание на наиболее существенном, в кратких и четких формулировках обобщены важные теоретические положения.

Конспект представляет собой относительно подробное, последовательное изложение содержания прочитанного. На первых порах целесообразно в записях ближе держаться тексту, прибегая зачастую к прямому цитированию автора. В дальнейшем, по мере выработки навыков конспектирования, записи будут носить более свободный и сжатый характер.

Конспект книги обычно ведется в тетради. В самом начале конспекта указывается фамилия автора, полное название произведения, издательство, год и место издания. При цитировании обязательная ссылка на страницу книги. Если цитата взята из собрания сочинений, то необходимо указать соответствующий том. Следует помнить, что четкая ссылка на источник - неременное правило конспектирования. Если конспектируется статья, то указывается, где и когда она была напечатана.

Конспект подразделяется на части в соответствии с заранее продуманным планом. Пункты плана записываются в тексте или на полях конспекта. Писать его рекомендуется четко и разборчиво, так как небрежная запись с течением

времени становиться малопонятной для ее автора. Существует правило: конспект, составленный для себя, должен быть по возможности написан так, чтобы его легко прочитал и кто-либо другой.

Формы конспекта могут быть разными и зависят от его целевого назначения (изучение материала в целом или под определенным углом зрения, подготовка к докладу, выступлению на занятии и т.д.), а также от характера произведения (монография, статья, документ и т.п.). Если речь идет просто об изложении содержания работы, текст конспекта может быть сплошным, с выделением особо важных положений подчеркиванием или различными значками.

В случае, когда не ограничиваются переложением содержания, а фиксируют в конспекте и свои собственные суждения по данному вопросу или дополняют конспект соответствующими материалами их других источников, следует отводить место для такого рода записей. Рекомендуется разделить страницы тетради пополам по вертикали и в левой части вести конспект произведения, а в правой свои дополнительные записи, совмещая их по содержанию.

Конспектирование в большей мере, чем другие виды записей, помогает вырабатывать навыки правильного изложения в письменной форме важные теоретических и практических вопросов, умение четко их формулировать и ясно излагать своими словами.

Таким образом, составление конспекта требует вдумчивой работы, затраты времени и труда. Зато во время конспектирования приобретаются знания, создается фонд записей.

Конспект может быть текстуальным или тематическим. В **текстуальном конспекте** сохраняется логика и структура изучаемого произведения, а запись ведется в соответствии с расположением материала в книге. За основу тематического конспекта берется не план произведения, а содержание какой-либо темы или проблемы.

Текстуальный конспект желательно начинать после того, как вся книга прочитана и продумана, но это, к сожалению, не всегда возможно. В первую очередь необходимо составить план произведения письменно или мысленно,

поскольку в соответствии с этим планом строится дальнейшая работа. Конспект включает в себя тезисы, которые составляют его основу. Но, в отличие от тезисов, конспект содержит краткую запись не только выводов, но и доказательств, вплоть до фактического материала. Иначе говоря, конспект - это расширенные тезисы, дополненные рассуждениями и доказательствами, мыслями и соображениями составителя записи.

Как правило, конспект включает в себя и выписки, но в него могут войти отдельные места, цитируемые дословно, а также факты, примеры, цифры, таблицы и схемы, взятые из книги. Следует помнить, что работа над конспектом только тогда будет творческой, когда она не ограничена текстом изучаемого произведения. Нужно дополнять конспект данными из другими источников.

В конспекте необходимо выделять отдельные места текста в зависимости от их значимости. Можно пользоваться различными способами: подчеркиваниями, вопросительными и восклицательными знаками, репликами, краткими оценками, писать на полях своих конспектов слова: «важно», «очень важно», «верно», «характерно».

В конспект могут помещаться диаграммы, схемы, таблицы, которые придадут ему наглядность.

Составлению **тематического конспекта** предшествует тщательное изучение всей литературы, подобранной для раскрытия данной темы. Бывает, что какая-либо тема рассматривается в нескольких главах или в разных местах книги. А в конспекте весь материал, относящийся к теме, будет сосредоточен в одном месте. В плане конспекта рекомендуется делать пометки, к каким источникам (вплоть до страницы) придется обратиться для раскрытия вопросов. Тематический конспект составляется обычно для того, чтобы глубже изучить определенный вопрос, подготовиться к докладу, лекции или выступлению на семинарском занятии. Такой конспект по содержанию приближается к реферату, докладу по избранной теме, особенно если включает и собственный вклад в изучение проблемы.

Рекомендации по подготовке к семинарским занятиям, зачетам, экзаменам

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке СКФУ, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебнометодические пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками.

Помимо учебной, научной литературы студентами должны активно использоваться хрестоматии - сборники текстов, иллюстрирующих содержание учебника, а также словари, справочники. В хрестоматиях собраны материалы, которые позволяют расширить кругозор. При подготовке к семинарским занятиям, зачетам, экзаменам следует в полной мере использовать академический курс учебника, рекомендованного преподавателем. Они дают более углубленное представление о проблемах, получивших систематическое изложение в учебнике. Работа с хрестоматией позволит студенту самостоятельно изучить документы, фрагменты источников, другие произведения, разъясняющие сущность изучаемого вопроса.

Студентам рекомендуется самостоятельно выполнять доклады, индивидуальные письменные задания и упражнения, предлагаемые при подготовке к семинарским занятиям. Работа, связанная с решением этих задач и упражнений, представляет собой вид интеллектуальной практической деятельности. Она способствует выработке умения и привычки делать что-либо правильно, а также закреплению навыков и знаний по проблеме.

Доклад - это вид самостоятельной работы студентов, заключающийся в разработке студентами темы на основе изучения литературы и развернутом публичном сообщении по данной проблеме.

Отличительными признаками доклада являются:

- передача в устной форме информации;
- публичный характер выступления;
- стилевая однородность доклада;
- четкие формулировки и сотрудничество докладчика и аудитории;

- умение в сжатой форме изложить ключевые положения исследуемого вопроса и сделать выводы.

В ходе самостоятельной подготовки к семинарским занятиям, особенно по гуманитарным дисциплинам, студентами может использоваться, к примеру, так называемый метод контрфактического моделирования событий, который научит их самостоятельно рассуждать о минувших, а также современных событиях, покажет мотивы принятия людьми решений, причины совершенных ошибок.

Такая работа, в процессе которой студенту приходится сравнивать, сопоставлять, выявлять логические связи и отношения, применять методы анализа и синтеза, позволит успешно в дальнейшем подготовиться к зачетам, экзаменам и тестированию. Тестирование ориентировано в целом на проверку блоков проблем, способствует систематизации изученного материала, проверке качества его усвоения.

Серьезная и методически грамотно организованная работа по подготовке к семинарским занятиям, написанию письменных работ значительно облегчит подготовку к экзаменам и зачетам. Основными функциями экзамена, зачета являются: обучающая, оценочная и воспитательная. Экзамены и зачеты позволяют выработать ответственность, трудолюбие, принципиальность. При подготовке к зачету, экзамену студент повторяет, как правило, ранее изученный материал. В этот период сыграют большую роль правильно подготовленные заранее записи и конспекты. Студенту останется лишь повторить пройденное, учесть, что было пропущено, восполнить пробелы при подготовке к семинарам, закрепить ранее изученный материал.

Доклад может быть продублирован в письменной форме. Титульный лист представлен в приложении 1.

Рекомендации по написанию письменных, научно - исследовательских работ студентов

Написание письменных научно - исследовательских работ студентов решает ряд задач:

- обучение студентов самостоятельному поиску и отбору учебной и специальной научной литературы по предмету;

- привитие навыков реферирования научных статей по проблематике изучаемых дисциплин;
- выработка умения подготовки рефератов, докладов, выступлений и сообщений;
- приобретение опыта выступления с докладами на семинарских занятиях;
- систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний и навыков по изучаемым дисциплинам;
- приобщение студентов к решению проблемных вопросов по избранной теме работы;
- обучение студентов излагать материал в виде стройной системы теоретических положений, связанных логической последовательностью и подкрепленных примерами из практики.

Контрольная работа

Контрольная работа предлагается студентам для выработки умения дать полный ответ на вопрос изучаемого курса, лаконичный, аргументированный, с выводами. Как правило, она выполняется студентами, обучающимися по заочной форме обучения.

Написание ее требует самостоятельности и ответственного отношения, способности работать с литературой по проблеме, знаний истории и теории вопроса, основных теоретических постулатов.

Вариант контрольной работы выбирается студентом.

Работа должна быть грамотно оформлена, листы пронумерованы, воспроизводить структуру и последовательность заданий; содержать список использованной литературы (приводится в конце работы), ссылки на цитируемые источники, а также дату и подпись. В письменной работе необходимо оставлять поля для замечаний преподавателя и дальнейшей подготовки к собеседованию перед ее защитой. Успешное выполнение контрольной работы учитывается при выставлении экзаменационной оценки. Объем работы не должен превышать 8 - 10 страниц печатного или рукописного текста.

Контрольная работа должна быть структурирована следующим образом:

- титульный лист (Приложение 2);
 - основная часть работы;
- список использованной литературы.

Оформление контрольной работы:

Поля: сверху, снизу - 2 см, слева - 2 см, справа - 2 см.

Сноски:

Если используется цитата из журнала: автор, название статьи // название журнала, год издания, номер журнала, страницы на которых расположена статья.

Список использованной литературы оформляется в соответствии с требованиями к оформлению рефератов, курсовых, дипломных работ.

Контрольная работа может включать в себя решение задач.

При оформлении контрольной работы необходимо выписать условия задачи. Указать формулы, которые будут использоваться при решении задачи, представить условия в графической форме, если это необходимо. Затем отразить сам процесс решения с указанием ответа.

Контрольная работа может быть в форме тестовых заданий. Титул оформления контрольного опроса в тестовой форме представлен в приложении 2.

Следующим методом самостоятельной работы с книгой является **реферирование** на определенную тему. Слово реферат употребляется в двух различных значениях:

1. Краткое изложение содержания книги, научной работы;
2. Доклад за заданную тему на основе критического образа литературных источников.

Реферат

Реферат - краткое изложение содержания документа или его части, научной работы, включающее основные фактические сведения и выводы, необходимые для первоначального ознакомления с источниками и определения целесообразности обращения к ним.

Современные требования к реферату - точность и объективность в пере-

даче сведений, полнота отображения основных элементов как по содержанию, так и по форме.

Цель реферата - не только сообщить о содержании реферируемой работы, но и дать представление о вновь возникших проблемах соответствующей отрасли науки.

В учебном процессе реферат представляет собой краткое изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания книги, учения, научного исследования и т.п.

Иначе говоря, это доклад на определенную тему, освещающий её вопросы на основе обзора литературы и других источников.

Рефераты в рамках учебного процесса в вузе оцениваются по следующим основным критериями:

- актуальность содержания, высокий теоретический уровень, глубина и полнота анализа фактов, явлений, проблем, относящихся к теме;
- информационная насыщенность, новизна, оригинальность изложения вопросов;
- простота и доходчивость изложения;
- структурная организованность, логичность, грамматическая правильность и стилистическая выразительность;
- убедительность, аргументированность, практическая значимость и теоретическая обоснованность предложений и выводов.

Составление списка использованной литературы. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к реферату, докладу, необходимо составить список литературы, использованной в работе над ним.

Основные этапы работы над рефератом

В организационном плане написание реферата - процесс, распределенный во времени по этапам. Все этапы работы могут быть сгруппированы в три основные: подготовительный, исполнительский и заключительный.

Подготовительный этап включает в себя поиски литературы по определенной теме с использованием различных библиографических источников; выбор литературы в конкретной библиотеке; определение круга справочных посо-

бий для последующей работы по теме.

Исполнительский этап включает в себя чтение книг (других источников), ведение записей прочитанного.

Заключительный этап включает в себя обработку имеющихся материалов и написание реферата, составление списка использованной литературы.

Написание реферата. Определен список литературы по теме реферата. Изучена история вопроса по различным источникам, составлены выписки, справки, планы, тезисы, конспекты. Первоначальная задача данного этапа - систематизация и переработка знаний. Систематизировать полученный материал - значит привести его в определенный порядок, который соответствовал бы намеченному плану работы.

Структура реферата

Введение

Введение - это вступительная часть реферата, предваряющая текст.

Оно должно содержать следующие элементы:

- а) очень краткий анализ научных, экспериментальных или практических достижений в той области, которой посвящен реферат;
- б) общий обзор опубликованных работ, рассматриваемых в реферате;
- в) цель данной работы;
- г) задачи, требующие решения.

Объем введения при объеме реферата 10 - 15 может составлять одну страницу.

Основная часть.

В основной части реферата студент дает письменное изложение материала по предложенному плану, используя материал из источников. В этом разделе работы формулируются основные понятия, их содержание, подходы к анализу, существующие в литературе, точки зрения на суть проблемы, ее характеристики.

В соответствии с поставленной задачей делаются выводы и обобщения. Очень важно не повторять, не копировать стиль источников, а выработать свой собственный, который соответствует характеру реферируемого материала.

Заключение

Заключение подводит итог работы. Оно может включать повтор основных тезисов работы, чтобы акцентировать на них внимание читателей (слушателей), содержать общий вывод, к которому пришел автор реферата, предложения по дальнейшей научной разработке вопроса и т.п. Здесь уже никакие конкретные случаи, факты, цифры не анализируются. Заключение по объему, как правило, должно быть меньше введения.

Список использованных источников

В строго алфавитном порядке размещаются все источники, независимо от формы и содержания: официальные материалы, монографии и энциклопедии, книги и документы, журналы, брошюры и газетные статьи.

Список использованных источников оформляется в той же последовательности, которая указана в требованиях к оформлению рефератов, курсовых, дипломных работ.

Оформление титульного листа реферата представлено в Приложении 3 **Порядок**

сдачи и защиты рефератов.

1. Реферат сдается на проверку преподавателю за 1 - 2 недели до зачетного занятия.

2. При защите реферата преподаватель учитывает:

- качество;
- степень самостоятельности студента и проявленную инициативу;
- связность, логичность и грамотность составления;
- оформление в соответствии с требованиями ГОСТ.

3. Защита тематического реферата может проводиться на выделенном одном занятии в рамках часов учебной дисциплины или конференции или по одному реферату при изучении соответствующей темы, либо по договоренности с преподавателем.

4. Защита реферата студентом предусматривает

- доклад по реферату не более 5 - 7 минут
- ответы на вопросы оппонента.

На защите запрещено чтение текста реферата.

Требования к оформлению рефератов, курсовых, дипломных работ

Работа должна быть выполнена с помощью ПК через 1,5 интервала. Тексты работ печатают с соблюдением размеров полей: справа не менее 2 см, слева 3 см, снизу, сверху - 2 см, размер шрифта Times New Roman - 14.

Главы и параграфы курсовой и дипломной работ (проектов) нумеруются арабскими цифрами. Рядом с номером подраздела проставляется и номер раздела, они при этом разделяются между собой точкой, например, 2.1 (первый параграф, второй раздел). Слово «раздел» можно и не писать, введение и заключение не нумеруются. Номер соответствующего раздела или подраздела ставится в начале заголовка. Каждый раздел работы должен начинаться с нового листа, а новые подразделы продолжаются на той же странице, на которой закончен предыдущий подраздел. Заголовки глав печатаются прописными буквами по центру, заголовки подразделов - строчными. Если заголовок включает несколько предложений, то их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются. В конце заголовка точки не ставятся. Полужирный шрифт не используется. Расстояние между заголовками и текстом должно быть в одну пустую строку. Абзацы начинаются отступами в 1,5 см.

Страницы нумеруются арабскими цифрами, нумерация страниц должна быть сквозной. Титульный лист включается в общую нумерацию, однако номер на нем не ставится. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, а также все приложения включают в общую нумерацию страниц работы. Номер страницы проставляется вверху посередине.

Иллюстрации (графики, схемы, диаграммы) располагаются непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все иллюстрации обозначаются словом «Рисунок» и в тексте на них делаются ссылки. Иллюстрации нумеруются арабскими цифрами или двумя цифрами (напр. 2.1), где 1-я цифра указывает номер главы, 2-я - номер рисунка, но сквозной нумерацией в пределах всей работы. Если ссылки приводятся в

конце страницы, используются знаки сносок, как правило, цифры, в том месте, где заканчивается мысль автора.

Цифровой материал рекомендуется оформлять в виде таблиц, каждую из которых размещают после упоминания о ней. Таблица должна иметь номер (арабскими цифрами) и заголовок, написанный с заглавной буквы. Слово «Таблица» помещается с красной строки с номером, затем ставится пробел, тире, пробел и заголовок таблицы с прописной буквы без кавычек.

Тексты желательно иллюстрировать графиками, диаграммами, рисунками. При ссылке на таблицы и рисунки указывают их полный номер.

Список использованных источников оформляется в определенной последовательности. Вначале приводятся: 1. Федеральные законы, указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, нормативные материалы, изданные органами власти и управления различных уровней. 2. Монографии, научные сборники, журнальные статьи в алфавитном порядке, с указанием ф.и.о. авторов; названия; года издания; издательства; номеров журналов, номеров страниц начала и окончания статьи. Для научной и учебной литературы - общее число страниц.

Поиск информации в Интернете лучше всего начинать с работы в **Интернет- каталоге**.

Один из наиболее полных и хорошо систематизированных каталогов в русскоязычном секторе Интернета. Есть много других Интернет-каталогов: www.yandex.ru, www.list.ru, www.rambler.ru (русскоязычные), www.altavista.com (англоязычный) и др. Выбор каталога зависит от вкусов пользователя, степени проработанности его тематической структуры, скорости доступа к ресурсам каталога и т.д.

2. Чтобы попасть на эту страничку, вам надо вписать ЦКЕ(адрес) данного сайта в адресную строку вашего Интернет-обозревателя (браузера), которая находится в верхней части окна.

3. Перед вами откроется главная страница поисковой системы, например «Апорт».

4. Находим на этой странице ссылку на подкаталог «Наука и образование» и кликаем на ней мышью. Теперь мы попадаем на следующую страницу каталога, где пользователю предлагается выбрать интересующую его рубрику.

5. Ищем на этой странице ссылку на рубрики. Кликаем на нее. Загружается следующая страница, на которой будут ссылки на подрубрики. Под списком рубрик появятся ссылки на конкретные Интернет-ресурсы. Вы выбираете интересующий вас ресурс (при этом можно пользоваться краткой аннотацией, рейтингом популярности сайта, информацией о времени его последнего обновления) и кликаете на его ссылке. Откроется новое окно браузера, в которое будет загружен выбранный вами сайт.

Помимо **тематического поиска** в любом Интернет-каталоге есть **контекстный поиск**. Попробуем по Интернет-каталогу найти **ссылки** на газету «Наотехнологии».

1. Набираем в окне браузера адрес любого из русскоязычных каталогов.

2. В появившемся поисковом окне набираем целиком словосочетание, например «газета Нанотехнологии», если система может работать со словосочетаниями, или слово «газета», а потом во втором поиске «нанотехнология», если такой функции в системе не предусмотрено. Не забудьте только при втором поиске напротив поискового окна поставить галочку «Искать в найденном».

3. Через несколько секунд на экране вашего компьютера появятся первые десять или двадцать ссылок на Интернет-страницы, где поисковая система нашла указанные вами слова. При необходимости после просмотра первой порции ссылок на Интернет-ресурсы можно перейти к следующим. Ссылки на них вы найдете внизу экрана.

4. Для сохранения интересующих вас Интернет-страниц достаточно кликнуть мышкой на меню «файл» (оно находится в самой верхней части браузера) и выбрать пункт «сохранить как».

5. Появится диалоговое окно, где вам нужно будет указать папку для сохранения данной страницы, вписать имя, под которым она будет сохранена (по умолчанию страница сохраняется под тем же именем, что она имеет в Интере-

те).

6. Если все указано правильно, смело нажимайте на «ОК», в противном случае выбирайте «Отмену».

Часто бывает так, что всю страницу сохранять необязательно, так как интерес вызывают лишь отдельные ее элементы. Текстовая часть страницы без графики и средств мультимедиа сохраняется как файл языка HTML. Часто имеет смысл сохранять только текст, так как любые графические объекты занимают много места на дискетах и жестких дисках компьютера.

Если вам необходимо сохранить только графические элементы страницы (рисунки, фотографии и т.д.), достаточно кликнуть на интересующей вас картинке правой клавишей мыши. Появится диалоговое окно, в котором следует выбрать пункт «Сохранить рисунок как».

Следует помнить, что вы не сможете редактировать составленные в формате HTML Интернет-страницы. В случае если вам по каким-то причинам нужно **внести** в них **правку**, дополнить своими материалами, включить в готовый текстовый документ, то нужно:

1. Выделить мышью в окне браузера необходимый фрагмент текста (весь текст выделяется после нажатия на команды меню «правка» и «выделить все»);
2. Копировать его (команда «копировать» на вкладке «Правка» / «edit»);
3. Вставить в нужный текстовый файл в программе Word (команда «Вставить» / «Paste»).

Вы также можете **распечатать** нужные вам страницы:

1. Одновременно нажмите клавиши ctrl и P или выберите команду «Печать» / «Print» на вкладке «Файл».
2. Если вам не нужно распечатывать всю страницу, то вы можете распечатать ее фрагмент. Для этого вы выделяете интересующий участок страницы мышью, а в диалоговом окне печати, указывая диапазон печати, выберите пункт «Выделенный фрагмент».

3. Если вы хотите вернуться на предыдущую страницу, достаточно кликнуть мышкой кнопку «Назад», которая находится в левом верхнем углу окна вашего браузера. Обратный шаг можно сделать, нажав на стрелку «Вперед».

Для того чтобы в следующий раз точно попасть на нужную вам страницу Интернета, совсем не обязательно переписывать ее адрес, часто громоздкий и сложный. Достаточно всего лишь добавить ссылку на страницу в папке «Избранное» (она расположена вверху экрана, на рабочей панели браузера).

Если вы хотите запомнить много страниц и к тому же систематизировать их, то направляйтесь на специальный сайт www.zakladki.ru, где вы сможете сохранить гиперссылку на любую Интернет-страницу. В этом случае вы сможете работать не только со ссылками, подобранными вами, но и другими пользователями (при условии, что доступ к ним не закрыт паролем).

В первую очередь нужно обращать внимание на собственно научные труды признанных авторов, которые посоветовали вам преподаватели. Нередко в Интернете выкладываются материалы конференций. Полезным будет поискать специализированные Интернет-журналы и электронные библиотеки. Отсутствие фамилии автора у материала и грамматические ошибки в статье должны насторожить. Используйте подобные материалы как вспомогательные и иллюстративные, но не как основные.

Оформление Интернет-информации:

Как и другие источники информации, сайты обязательно должны быть указаны в списке использованной литературы.

Согласно принятым стандартам оформляется Интернет-источник таким образом:

Ссылка на ресурс (не общая ссылка на портал, а именно на страницу с использованным текстом); фамилия и инициалы автора; заглавие статьи, эссе или книги.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гельфман, М. Н. Коллоидная химия Электронный ресурс / Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П. : учебник для вузов. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 336 с. - ISBN 978-5-8114-5699-4
2. Малов, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник Электронный ресурс / Малов В. А., Наумов В. Н. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 180 с. - ISBN 978-5-8114-4075-7
3. Лосева,, М. А. Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы : учебное пособие / М. А. Лосева, Н. А. Расщепкина, С. Ю. Кудряшов. - Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы, 2026- 09-20. - Электрон. дан. (1 файл). - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 164 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397
4. Зима, Т. М. Коллоидная химия. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. М. Зима. - Коллоидная химия. Лабораторный практикум, 2025-02-05. - Электрон. дан. (1 файл). - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 71 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-7782-3463-5
5. Коллоидная химия. Примеры и задачи Электронный ресурс: учебное пособие / Л.Н. Маскаева / Л.А. Брусницына / Т.А. Алексеева / В.Ф. Марков ; ред. В.Ф. Марков. - Коллоидная химия. Примеры и задачи, 2022-08-31. - Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 188 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-79961435-5
6. Коллоидная химия Электронный ресурс: практикум по адсорбции. - Тольятти: ТГУ, 2010. - 71 с.
7. Салищева, Коллоидная химия Электронный ресурс / Салищева О. В., Тарасова Ю. В., Молдагулов Н. Е. - Кемерово : КемГУ, 2017. - 112 с. - ISBN 979-5-89289-140-9.