

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»**

О.В. НЕЁЛОВА

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

для студентов направления подготовки

19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Профиль: Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий

Профиль: Технология бродильных производств и виноделие

19.03.03 Продукты питания животного происхождения

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения - очная

Владикавказ 2019

Учебно-методическое пособие «Лабораторные работы по коллоидной химии» составлено в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами по направлениям 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья и 19.03.03 Продукты питания животного происхождения в соответствии с учебными планами подготовки бакалавра, утвержденными Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 28.05.2019 г., протокол № 10.

Составитель: доцент кафедры общей и неорганической химии, к.х.н. Неёлова О.В.

Пособие предназначено для студентов 2-ых курсов направлений бакалавриата 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья и 19.03.03 Продукты питания животного происхождения для подготовки обучающихся к лабораторным работам по дисциплине «Физическая и коллоидная химия», выполнению самостоятельной работы и подготовки к рубежным аттестациям и зачету по дисциплине. В пособии представлены лабораторные работы и контрольные вопросы по основным разделам курса коллоидной химии.

Учебно-методическое пособие обсуждено и утверждено на заседании кафедры общей и неорганической химии (протокол № 15/18-19 от «28» июня 2019 г.).

Зав. кафедрой _____ Кубалова Л.М.

Одобрено советом факультета химии, биологии и биотехнологии
(протокол № 12/18-19 от «01» июля 2019 г.)

Председатель _____ Агаева Ф.А.

ПЛАН
лабораторного практикума по коллоидной химии

- 1. Лабораторная работа № 1.** Получение лиофобных и лиофильных коллоидных растворов.
- 2. Лабораторная работа № 2.** Получение эмульсий и пен и изучение их свойств.
- 3. Лабораторная работа № 3.** Поверхностные явления и поверхностное натяжение. Определение полной поверхностной энергии жидкостей.
- 4. Лабораторная работа № 4.** Исследование мицеллообразования в растворах ПАВ. Определение критической концентрации мицеллообразования (ККМ) по изменению поверхностного натяжения растворов ПАВ.
- 5. Лабораторная работа № 5.** Адсорбция. Адсорбция уксусной кислоты на поверхности активированного угля.
- 6. Лабораторная работа № 6.** Высокомолекулярные соединения и их свойства. Исследование процесса набухания твердых полимеров.
- 7. Лабораторная работа № 7.** Реология дисперсных систем. Измерение вязкости жидкостей капиллярным вискозиметром.
- 8. Лабораторная работа № 8.** Дисперсионный анализ низкодисперсных порошков методом седиментации в гравитационном поле. Седиментационный анализ суспензий.
- 9. Лабораторная работа № 9.** Электрические свойства дисперсных систем. Электрофорез. Электрофоретическое определение электрокинетического потенциала.
- 10. Лабораторная работа № 10.** Устойчивость и разрушение лиофобных дисперсных систем. Синтез гидрозоля гидроксида железа, изучение его коагуляции и стабилизации.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для оформления лабораторных работ

1. Составить подробное описание хода лабораторной работы.
2. Привести рисунки приборов и установок, если они используются в работе.
3. Выполнить необходимые измерения и результаты внести в таблицы или в раздел «Экспериментальные данные».
4. Произвести необходимые расчеты, представить их после описания хода работы и в случае необходимости внести в таблицы.
5. В случае необходимости построить графики зависимостей на миллиметровой бумаге и произвести необходимые построения и расчеты. Результаты представить в разделе «Расчеты».
6. Сделать выводы по выполненной лабораторной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИОФОБНЫХ И ЛИОФИЛЬНЫХ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

1. Получение лиофобных коллоидных растворов методом конденсации.
 - А. Метод физической конденсации.
 1. Получить гидрозоль серы.
 2. Получить гидрозоль канифоли.
 - Б. Метод химической конденсации.
 1. Получить золь гидроксида железа реакцией гидролиза.
 2. Получить золь иодида серебра реакцией двойного обмена.
 3. Получить гидрозоль серы реакцией окисления–восстановления.
2. Получение лиофобных коллоидных растворов методом диспергирования.
 1. Получить золь гидроксида железа путем адсорбционной пептизации.
 2. Получить золь гидроксида алюминия посредством пептизации соляной кислотой.
3. Получение лиофильных золей.
 1. Получить золь крахмала.
 2. Получить золь желатина.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

1. Назовите виды устойчивости дисперсных систем в соответствии с классификацией Пескова. В чем заключается различие между лиофильными и лиофобными коллоидными системами?
2. Чем обусловлена агрегативная неустойчивость лиофобных дисперсных систем? Какие процессы самопроизвольно происходят в этих системах?
3. Какими методами получают лиофобные дисперсные системы? Приведите примеры.
4. На что затрачивается работа при дроблении и измельчении материалов? Каким образом можно уменьшить работу измельчения и повысить дисперсность измельчаемого материала?

ХОД РАБОТЫ

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИОФОБНЫХ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ КОНДЕНСАЦИИ

А. МЕТОД ФИЗИЧЕСКОЙ КОНДЕНСАЦИИ

1. Получение гидрозоля серы.

В пробирке к 2–3 мл дистиллированной воды прибавляют по каплям насыщенный раствор серы в этиловом спирте при взбалтывании. Наблюдают образование синевато–белого опалесцирующего золя.

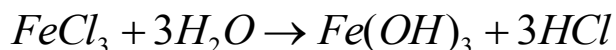
2. Получение гидрозоля канифоли.

В пробирке к 2–3 мл дистиллированной воды прибавляют 1 каплю 2%-ного спиртового раствора канифоли, содержимое пробирки взбалтывают и наблюдают образование молочно–белого золя.

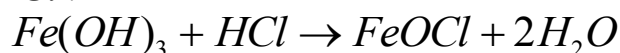
Б. МЕТОД ХИМИЧЕСКОЙ КОНДЕНСАЦИИ

1. Получение золя гидроксида железа реакцией гидролиза.

В стакане 20–30 мл дистиллированной воды нагревают до кипения. Затем в кипящую воду по каплям добавляют 2–3 мл 2%-ного раствора $FeCl_3$. Наблюдают образование коллоидного раствора гидроксида железа $Fe(OH)_3$ интенсивного красно–коричневого цвета. Реакция получения $Fe(OH)_3$ идет по схеме:



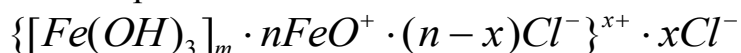
Поверхностные молекулы агрегата $Fe(OH)_3$ вступают в химическое взаимодействие с HCl :



Молекулы $FeOCl$ диссоциируют:



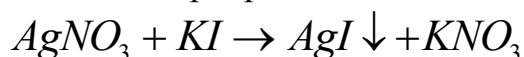
Частица $Fe(OH)_3$ адсорбирует на своей поверхности ионы FeO^+ – потенциалопределяющие ионы, а противоионы Cl^- входят и в адсорбционный слой, и в диффузный. Строение мицеллы золя $Fe(OH)_3$ схематично можно изобразить:



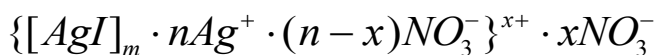
Сделать вывод о заряде частицы $Fe(OH)_3$.

2. Получение золя иодида серебра реакцией двойного обмена.

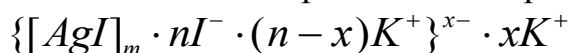
Реакция образования иодида серебра:



а) В пробирке к 2–3 мл 0,01 М раствора $AgNO_3$ прибавляют при взбалтывании 1–2 капли 0,01 М раствора KI . Наблюдают образование желтоватого цвета опалесцирующего золя AgI . Частицы золя заряжены положительно, т.к. при избытке в дисперсной системе $AgNO_3$ избирательно адсорбируют ионы Ag^+ :

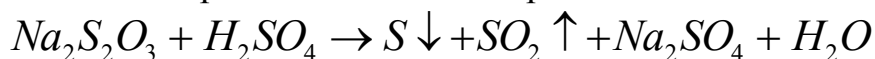


б) В пробирке к 2–3 мл 0,01 М раствора KI прибавляют при взбалтывании 1–2 капли 0,01 М раствора $AgNO_3$. Наблюдают образование золя AgI . Частицы золя заряжены в этом случае отрицательно, т.к. при избытке в дисперсной системе KI избирательно адсорбируют ионы I^- :



3. Получение гидрозоля серы реакцией окисления–восстановления.

В стакане растворяют 0,5–1 г тиосульфата натрия $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ в 5–10 мл дистиллированной воды. К раствору добавляют 2–3 мл серной кислоты, разбавленной (1:1). Через 1–2 минуты наблюдают образование молочно–белого золя серы в соответствии с реакцией:



ПОЛУЧЕНИЕ ЛИОФОБНЫХ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

1. Получение золя гидроксида железа путем адсорбционной пептизации.

В пробирке к 2–3 мл 2%-ного раствора $FeCl_3$ прибавляют 2–3 мл 2 М раствора NH_4OH . Осадок $Fe(OH)_3$ промывают дистиллированной водой и пептизируют 2%-ным раствором $FeCl_3$. Для этого в пробирку с 2–3 мл раствора $FeCl_3$ прибавляют небольшими порциями при взбалтывании осадок $Fe(OH)_3$. Наблюдают диспергирование осадка $Fe(OH)_3$ за счет адсорбции на его поверхности ионов Fe^{3+} и образование коричнево–красного золя. Написать уравнение реакции образования осадка $Fe(OH)_3$ и указать пептизатор при его диспергировании.

2. Получение золя гидроксида алюминия путем пептизации соляной кислотой.

В пробирке к 2–3 мл 1%-ного раствора $AlCl_3$ прибавляют 2–3 мл 2 М раствора NH_4OH . Осадок $Al(OH)_3$ промывают дистиллированной водой, переносят в стаканчик, прибавляют 10–15 мл воды и нагревают до кипения. Затем прибавляют несколько капель 0,1М раствора HCl в качестве пептизатора. Наблюдают образование золя $Al(OH)_3$. Написать уравнение реакции образования осадка $Al(OH)_3$ и указать пептизатор при его диспергировании.

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИОФИЛЬНЫХ ЗОЛЕЙ

1. Получение золя крахмала.

В стакане 0,2–0,3 г крахмала перемешивают с 10 мл дистиллированной воды, добавляют еще 20–30 мл воды, перемешивают и нагревают смесь до кипения, постоянно ее помешивая. Получают опалесцирующий золь крахмала.

2. Получение золя желатина.

В стакане 0,2–0,3 г желатина перемешивают с 20–30 мл дистиллированной воды и оставляют на 6–8 часов для набухания. Затем добавляют еще 20–30 мл воды, и смесь нагревают при перемешивании до полного растворения набухшего желатина. Получают золь желатина.

Делают выводы по результатам выполненной лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ПОЛУЧЕНИЕ ЭМУЛЬСИЙ И ПЕН И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Получение эмульсии, определение ее типа и изучение ее устойчивости; получение обратной эмульсии. Получение пены и изучение влияния ПАВ на ее устойчивость.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

1. Как классифицируют эмульсии?
2. Какие вещества используют в качестве стабилизаторов прямых и обратных эмульсий?

3. При рассмотрении эмульсий в/м и м/в трудно определить, какая из двух жидкостей является дисперсной фазой. Каким методом можно это сделать?
4. Как осуществить обращение фаз эмульсий?
5. В чем заключается механизм стабилизации пен с помощью ПАВ?
6. Какими параметрами характеризуют устойчивость пен?
7. Какое практическое значение имеют эмульсии и пены?

ХОД РАБОТЫ

ПОЛУЧЕНИЕ ЭМУЛЬСИЙ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

1. Получение эмульсии бензола в воде и определение ее типа.

В мерный цилиндр с пробкой вместимостью 20 мл наливают 5 мл воды и добавляют 1 мл бензола, энергично взбалтывают и дают постоять. Эмульсия не образуется – быстро наступает расслоение жидкости. Затем добавляют 1 мл 2%-ного раствора мыла в этиловом спирте и энергично взбалтывают. Образуется эмульсия бензола в воде, стабилизированная эмульгатором олеатом натрия $C_{17}H_{33}COONa$. Определяют тип этой эмульсии с помощью трех методов:

- а) метода разбавления;
- б) метода нанесения капли на фильтровальную бумагу;
- в) метода окрашивания.

Привести описание этих методов.

2. Получение обратной эмульсии бензола в воде.

Для проведения обращения фаз эмульсии к 5 мл полученной прямой эмульсии бензола в воде прибавляют 5 мл 0,5 М раствора $MgCl_2$ и энергично взбалтывают. Наблюдают образование обратной эмульсии и определяют ее тип тремя методами. Привести описание этих методов.

При добавлении раствора $MgCl_2$ образуется эмульгатор олеат магния $(C_{17}H_{33}COO)_2Mg$, стабилизирующий обратную эмульсию. Написать уравнение реакции обращения фаз эмульсии.

3. Получение эмульсии подсолнечного масла в воде и определение ее типа.

Растворяют 0,3–0,5 г буры $Na_2B_4O_7$ в 10 мл дистиллированной воды при нагревании. Полученный раствор наливают в мерный цилиндр с притертой пробкой, добавляют 0,2–0,3 мл подсолнечного масла и энергично взбалтывают. Получают устойчивую эмульсию. Определяют ее тип.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕН И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

В мерный цилиндр вместимостью 100 мл наливают 10 мл воды и 1 мл шампуня или жидкого мыла. Встряхивают эту смесь в течение 15 с и сразу же включают секундомер, одновременно отмечая объем образовавшейся пены. Наблюдают изменение объема пены во времени, результат измерений вносят в таблицу.

Рассчитывают кратность пены в момент ее образования, результат вносят в таблицу.

Содержимое цилиндра переносят в стакан и определяют время жизни пены. Для этого в раствор погружают медное проволочное кольцо. Кольцо осторожно вынимают из жидкости и по секундомеру отмечают время с момента образования пленки до ее разрушения. Измерение повторяют 3 раза и вычисляют среднее значение величины времени жизни пены. Результаты вносят в таблицу 1.

Таблица 1

Концентрация пенообразователя							
C ₁		$C_2 = \frac{C_1}{2}$		$C_3 = \frac{C_1}{4}$		$C_4 = \frac{C_1}{8}$	
Время, мин.	V пены, мл	Время, мин.	V пены, мл	Время, мин.	V пены, мл	Время, мин.	V пены, мл
0		0		0		0	
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
Кратность пены							
Время жизни пены, с							

Строят следующие графики: 1. Изменение объема пены от времени для всех концентраций пенообразователя; 2. Зависимость максимального объема образовавшейся пены от концентрации пенообразователя; 3. Зависимость времени жизни пены от концентрации пенообразователя. Делают выводы по результатам выполненной лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ ЖИДКОСТЕЙ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Измерение поверхностного натяжения жидкостей, определение зависимости поверхностного натяжения чистых жидкостей от температуры, расчет полной поверхностной энергии и ее составляющих.

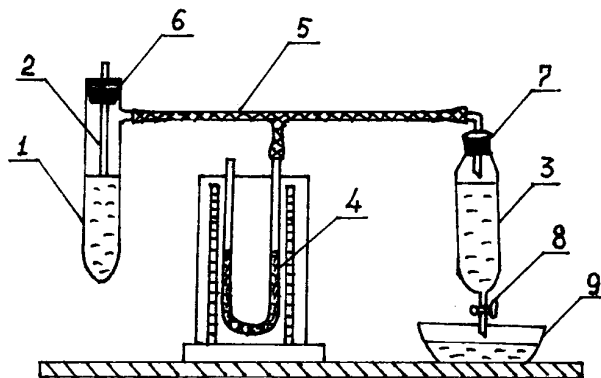
ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

1. Что такое поверхностное натяжение и в каких единицах оно измеряется?
2. Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия)?
3. Какие методы используются для определения поверхностного натяжения жидкостей?
4. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом капиллярного поднятия, методом наибольшего давления пузырька воздуха (метод Ребиндера), методом отрыва кольца и сталагмометрическим методом?
5. Как и почему зависит поверхностное натяжение тел от температуры?
6. По какому уравнению можно рассчитать полную поверхностную энергию? Какие данные необходимы для такого расчета?
7. Как влияет температура на теплоту и энтропию образования единицы поверхности и на полную поверхностную энергию жидкостей?

ХОД РАБОТЫ

Поверхностное натяжение исследуемой жидкости – этилового спирта определяют методом максимального давления в пузырьке (методом Ребиндера). Метод основан на измерении давления ΔP_{\max} , при котором происходит отрыв пузырька газа (воздуха), выдуваемого в жидкость через капилляр.

На рисунке приведена установка Ребиндера для определения величины ΔP_{\max} .



Прибор состоит из измерительной ячейки 1 с капилляром 2, аспиратора 3, с помощью которого создают внешнее давление, и манометра 4. Измерительную ячейку и аспиратор закрепляют в штативе. Манометр 4 представляет собой стеклянную U-образную трубку, заполненную подкрашенной водой и закрепленную на подставке с градуированной шкалой.

Измерение величины ΔP_{\max} проводят следующим образом. Исследуемую жидкость наливают в ячейку 1 и закрывают пробкой 6, в отверстие которой вставляют стеклянный капилляр 2 таким образом, чтобы кончик капилляра только касался поверхности жидкости. Ячейку соединяют резиновыми шлангами с аспиратором 3, который плотно закрывают пробкой 7, и манометром 4. Аспиратор 3 наполняют водой и под него подставляют чашку 9. Перед началом измерений жидкость в обоих коленах манометра должна находиться на одинаковом уровне. Открывают кран 8 аспиратора 3. В установке создается разрежение, и на конце капилляра 2 образуется пузырек воздуха, который при достижении ΔP_{\max} пробивает поверхностный слой и лопаается. Давление ΔP_{\max} измеряют по манометру по максимальной разности уровней жидкости в коленах U-образной трубки в миллиметрах водяного столба. Время образования и отрыва пузырьков воздуха регулируют изменением скорости вытекания воды из аспиратора.

Чем больше поверхностное натяжение жидкости σ , тем большее давление требуется для отрыва пузырька воздуха:

$$\sigma = K \cdot \Delta P_{\max},$$

где K – постоянная прибора, зависящая от радиуса капилляра.

Величину K рассчитывают, измеряя ΔP_{\max} для стандартной жидкости – дистиллированной воды, поверхностное натяжение которой при определенной температуре находят в справочной таблице (приложение 2):

$$K = \frac{\sigma_{H_2O}}{\Delta P_{\max H_2O}}.$$

Измеряют поверхностное натяжение этилового спирта при следующих температурах: 20°C (комнатной), 35°C и 55°C. Для нагревания жидкости

измерительную ячейку погружают в большой стакан с водой, в котором поддерживают требуемую температуру.

Строят график зависимости $\sigma_{C_2H_5OH} = f(T)$ и по тангенсу угла наклона полученной прямой находят значение температурного коэффициента $d\sigma / dT$.

Для каждого значения температуры рассчитывают теплоту образования единицы поверхности Q_s и полную поверхностную энергию U_s по следующим уравнениям:

$$Q_s = -T \cdot \left(\frac{d\sigma}{dT} \right)_p ; U_s = \sigma + q_s.$$

Делают вывод о влиянии температуры на термодинамические параметры поверхностного слоя жидкости. Результаты измерений и расчетов оформляют в виде таблицы 2.

Таблица 2

Температура, K	ΔP_{\max} , мм вод. ст.	$\sigma_{C_2H_5OH}$, мДж/м ²	$d\sigma / dT$, мДж/м ² ·K	Q_s , мДж/м ²	U_s , мДж/м ²

Делают выводы по результатам выполненной лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЯ В РАСТВОРАХ ПАВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЯ (ККМ) ПО ИЗМЕНЕНИЮ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСТВОРОВ ПАВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Исследование влияния ПАВ на поверхностное натяжение жидкостей и определение ККМ поверхностно–активных веществ методом измерения поверхностного натяжения (метод Ребиндера).

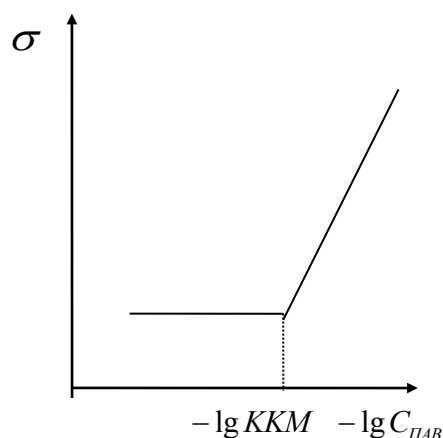
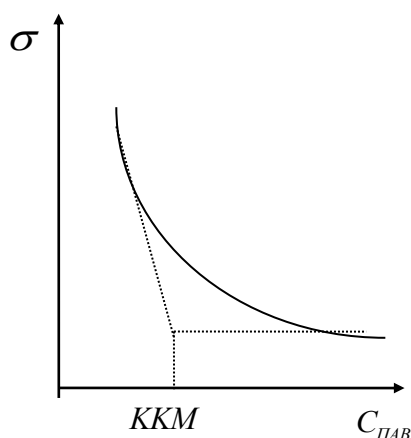
ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

1. Какие вещества называются поверхностно–активными, каково строение их молекул?
2. Как классифицируют ПАВ?
3. Чем отличаются коллоидные ПАВ от истинно растворимых? Что называют ККМ?
4. Какие существуют методы определения ККМ?

5. Почему при концентрациях, превышающих ККМ, поверхностное натяжение растворов ПАВ практически не изменяется?
6. Какие факторы влияют на ККМ ?
7. Как и почему влияет длина углеводородного радикала на ККМ в разных по полярности растворителях?
8. Каким образом ориентируются молекулы ПАВ в мицеллах, образующихся в полярной и неполярной средах?
9. Какое явление называют солюбилизацией? Чем обусловлено это явление?
10. Расскажите о практическом применении ПАВ. На чем основано использование ПАВ в качестве стабилизаторов дисперсных систем?
11. В чем заключается механизм моющего действия растворов ПАВ?

ХОД РАБОТЫ

Определение ККМ основано на нахождении точки излома экспериментальной изотермы поверхностного натяжения.



Проводят измерение поверхностного натяжения раствора ПАВ в зависимости от концентрации ПАВ. Величину σ измеряют методом максимального давления пузырька (методом Ребиндера).

В качестве исходного раствора ПАВ используют 2% раствор олеата натрия $C_{17}H_{33}COONa$. Из исходного раствора ПАВ путем последовательного разбавления вдвое готовят 10 растворов. Для предотвращения гидролиза растворы готовят непосредственно перед измерением поверхностного натяжения. Измерение σ начинают проводить с наиболее разбавленного раствора.

Результаты измерений и расчетов представляют в таблице 3.

Таблица 3

$C_{C_{17}H_{33}COONa}$, МОЛЬ/Л	ΔP_{\max} , ММ ВОД. СТ.	σ , МДЖ/М ²	$\lg C$

По полученным данным строят графики зависимостей $\sigma = f(C_{ПАВ})$, $\sigma = f(\lg C_{ПАВ})$ и по излому кривой находят величину ККМ. Делают выводы по результатам выполненной лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

АДСОРБЦИЯ. АДСОРБЦИЯ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ НА ПОВЕРХНОСТИ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Провести адсорбцию на границе жидкой и твердой фаз. Построить изотерму адсорбции. Найти значения коэффициентов β и n в уравнении Фрейндлиха.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

1. Дайте определение понятия адсорбции. Что такое Гиббсовская адсорбция? Что такое изотерма, изопикна и изостера адсорбции?
2. Напишите фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса и частные его случаи.
3. Адсорбция и поверхностная активность. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Уравнение Шишковского. Правило Дюкло–Траубе.
4. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Напишите уравнение изотермы адсорбции и объясните физический смысл входящих в него величин.
5. Экстраполяционные следствия из уравнения Лэнгмюра. Закон Генри. Каков физический смысл константы Генри?
6. Адсорбционное уравнение Фрейндлиха. Как определить константы в уравнении Фрейндлиха?
7. Как ориентированы молекулы уксусной кислоты при адсорбции из водных растворов на поверхности активированного угля?

ХОД РАБОТЫ

Готовят растворы уксусной кислоты различной концентрации путем разбавления водой исходного 2 М раствора CH_3COOH в трех мерных колбах вместимостью 250 мл (колбы предварительно нумеруют). Объем 2 М раствора CH_3COOH , необходимый для получения соответствующей концентрации раствора, приведен в таблице (для трех вариантов работы). Раствор CH_3COOH отмеряют с помощью мерной пробирки или мерного цилиндра. Точное содержание уксусной кислоты до адсорбции определяют титрованием 0,1 М раствором гидроксида натрия с индикатором фенолфталеином. Аликвота при титровании каждого из растворов приведена в таблице, ее необходимо брать с помощью пипетки требуемой вместимости. Результаты титрования вносят в таблицу.

Процесс адсорбции проводят в конических колбах вместимостью 250 мл, предварительно пронумеровав их. В каждую колбу вносят по 3 г активированного угля и по 100 мл соответствующего раствора CH_3COOH , колбы закрывают резиновыми пробками, и содержимое тщательно взбалтывают, придерживая пробку, в течение 10 мин. Затем растворы фильтруют через бумажный фильтр, следя за тем, чтобы частицы угля не попали в фильтрат.

Концентрацию уксусной кислоты после установления адсорбционного равновесия определяют титрованием такой же аликвоты, что и при титровании исходных растворов, отбирая пипеткой растворы из полученных фильтратов. Результаты титрования вносят в таблицу 4.

РАСЧЕТЫ

Концентрацию CH_3COOH до адсорбции C и после адсорбции C_1 рассчитывают по формулам:

$$C = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH \text{ до адс.}}}{V_{CH_3COOH}},$$
$$C_1 = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH \text{ после адс.}}}{V_{CH_3COOH}}.$$

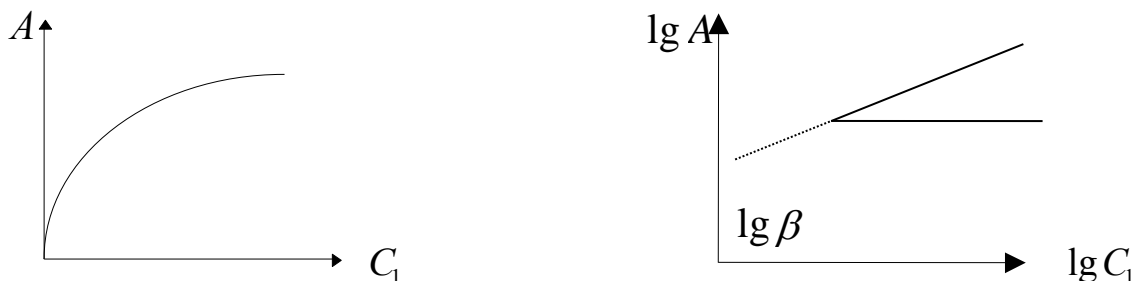
Величину адсорбции A в моль/г рассчитывают по формуле:

$$A = \frac{(C - C_1) \cdot V}{m},$$

где V – объем раствора, из которого проводят адсорбцию, л;

m – масса адсорбента, г.

Рассчитывают значения $\lg C_1$ и $\lg A$ и все вычисленные величины вносят в таблицу. По полученным экспериментальным и расчетным данным строят графики зависимостей: $A = f(C_1)$ и $\lg A = f(\lg C_1)$.



Находят значения коэффициентов $\lg \beta$ и $1/n$ в уравнении Фрейндлиха:
 $A = \beta \cdot C_{\text{равн.}}^{1/n}$.

Все результаты расчетов вносят в таблицу 4.

Таблица 4

Наименование параметров	1 вариант			2 вариант			3 вариант		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Концентрация CH_3COOH , моль/л	0,025	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,012	0,05	0,4
2. Объем 2 М CH_3COOH , мл	3,1	12,5	50	6,3	12,5	25	1,6	6,3	50
3. Аликвота при титровании, мл	50	25	5	50	25	10	50	50	5
4. V_{NaOH} до адсорбции, мл									
5. V_{NaOH} после адсорбции, мл									
6. C , моль/л									
7. C_1 , моль/л									
8. A , моль/г									
9. $\lg C_1$									
10. $\lg A$									

Делают выводы по результатам выполненной лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (ВМС) И ИХ СВОЙСТВА. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАБУХАНИЯ ТВЕРДЫХ ПОЛИМЕРОВ

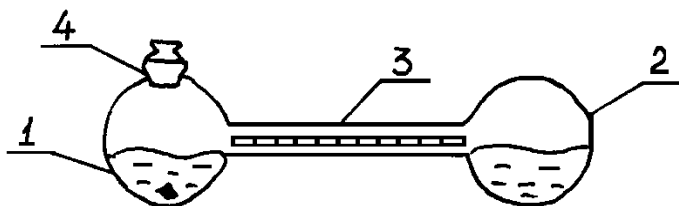
ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучение степени набухания твердых полимеров на примере желатина.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

1. Что называют ВМС? Каково строение и основные свойства ВМС?
2. Какие вещества относят к полиэлектролитам? Каковы особенности строения белков? Что такое изоэлектрическая точка?
3. Что такое набухание? Какими явлениями сопровождается процесс набухания?
4. Как классифицируют полимеры в зависимости от способности к набуханию? Что называется степенью набухания?
5. Влияет ли pH среды на набухание? Какое влияние оказывают катионы и анионы на степень набухания?
6. Что называют высаливанием ?
7. Что называется желатинированием (застудневанием) ? От каких факторов оно зависит? Как влияет на процесс застудневания концентрация растворов ВМС и pH?
8. Что называется синерезисом? Каковы причины его вызывающие? Какие факторы влияют на синерезис?

ХОД РАБОТЫ

1. ИЗМЕРЕНИЕ СТЕПЕНИ НАБУХАНИЯ ЖЕЛАТИНА В ВОДЕ ПРИ ПОМОЩИ ПРИБОРА ЛГУ



Прибор ЛГУ (Ленинградский государственный университет) для определения объема жидкости, поглощенной сухим ВМС, состоит из двух шаров 1 и 2, соединенных градуированной трубкой 3. В шар 1, имеющий отверстие 4, наливают дистиллированную воду таким образом, чтобы при переливании ее в шар 2 уровень жидкости находился примерно посередине шкалы, проградуированной в миллилитрах. Отмечают уровень воды по шкале. Затем снова переливают воду в шар 1 и устанавливают прибор на столе. Предварительно

спрессованный в виде таблетки и взвешенный на аналитических весах кусочек желатина помещают в шар 1, закрывают его резиновой пробкой и оставляют для набухания в воде в течение 1 часа. По истечении времени воду из шара 1 осторожно переливают в шар 2 таким образом, чтобы кусочек набухшего желатина остался в шаре 1, а весь объем воды оказался в шаре 2. Отмечают уровень воды по шкале и определяют объем воды, поглощенный желатином в миллилитрах. Учитывая, что при 20°C плотность воды равна 1,0 г/мл, то можно определить массу воды в г, поглощенной желатином, которая численно равна объему воды в мл.

Степень набухания по массе α в % рассчитывают по формуле:

$$\alpha = \frac{m_{H_2O}}{m_o} \cdot 100,$$

где m_{H_2O} – масса воды, поглощенная желатином, г;

m_o – масса сухого желатина, г.

2. ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СТЕПЕНИ НАБУХАНИЯ ЖЕЛАТИНА ОТ pH РАСТВОРА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЖЕЛАТИНА

В шесть сухих градуированных предварительно пронумерованных пробирок насыпают по 1 мл сухого порошка желатина. В каждую из первых пяти пробирок помещают определенные объемы 0,1 М раствора CH_3COOH и 0,1 М раствора CH_3COONa (буферную смесь) (см. табл. 1). Концентрацию ионов водорода и pH буферных растворов рассчитывают по следующим формулам:

$$[H^+] = K_{CH_3COOH} \cdot \frac{C_{CH_3COOH}}{C_{CH_3COONa}},$$

$$K_{CH_3COOH} = 1,75 \cdot 10^{-5},$$

$$pH = -\lg[H^+].$$

Рассчитанные значения вносят в таблицу 5.

В шестую пробирку наливают 10 мл дистиллированной воды.

Таблица 5

Наименование параметров	Номер пробирок					
	1	2	3	4	5	6
1. Объем 0,1 М CH_3COOH , мл	9	7	5	3	1	–
2. Объем 0,1 М CH_3COONa , мл	1	3	5	7	9	–
	–	–	–	–	–	10

3. Объем H_2O , мл						
4. $[H^+]$, моль/л						
5. pH						
6. Объем желатина до набухания, мл (V_0)						
7. Объем желатина после набухания, мл (V)						
8. Степень набухания по объему К, %						
$K = \frac{(V - V_0)}{V_0} \cdot 100$						

Содержимое пробирок перемешивают стеклянной палочкой таким образом, чтобы растворитель полностью смочил зерна желатина. Через 1 час измеряют объем набухшего желатина. Результаты измерений вносят в таблицу 1. Рассчитывают объемную степень набухания K и строят зависимость степени набухания от pH раствора. По положению минимума полученной кривой находят значение pH изоэлектрической точки желатина.

3. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА СТЕПЕНЬ НАБУХАНИЯ ЖЕЛАТИНА

В три градуированные пронумерованные пробирки насыпают по 1 мл сухого порошка желатина. В каждую из пробирок наливают по 10 мл растворов электролитов, указанных в таблице 6, и содержимое пробирок перемешивают стеклянной палочкой.

Таблица 6

Наименование параметров	Номер пробирки, электролит		
	7 1 М раствор KNO_3	8 1 М раствор KCl	9 1 М раствор KI
1. Объем желатина до набухания V_0 , мл 2. Объем желатина после набухания V , мл 3. Степень набухания К, % $K = \frac{(V - V_0)}{V_0} \cdot 100$			

Через 1 час измеряют объем набухшего желатина и вычисляют степень набухания. Результаты вносят в таблицу и делают вывод о влиянии электролитов на степень набухания желатина.

Делают выводы по результатам выполненной лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

РЕОЛОГИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ. ИЗМЕРЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТЕЙ КАПИЛЛЯРНЫМ ВИСКОЗИМЕТРОМ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Измерение вязкости лиофильных и лиофобных коллоидных растворов. Изучение зависимости вязкости лиофильных дисперсных систем от концентрации дисперсной фазы, температуры, введения электролитов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

1. Дайте характеристику следующим понятиям: реология, деформация, напряжение сдвига, скорость деформации. Напишите уравнение Гука и уравнение Ньютона.
2. Что такое вязкость, в каких единицах она измеряется (в системе СИ и СГС)? Как классифицируют жидкости по зависимости вязкости от приложенного напряжения сдвига?
3. Напишите уравнение Пуазейля и уравнение Эйнштейна. Укажите границы применимости уравнения Эйнштейна.
4. Охарактеризуйте типы структур, возникающих в дисперсных системах.
5. Охарактеризуйте вязкость структурированных систем. Напишите уравнение Бингама – Шведова для пластического течения. Что такое предел текучести? Начертите реологические кривые и отметьте на графике величину P_T .
6. Приведите реологические кривые для реальных коллоидных систем по Ребиндеру, а также соответствующую кривую в координатах вязкость – напряжение сдвига. Дайте характеристику трем участкам этих кривых.

ХОД РАБОТЫ

Вязкость жидкостей определяют с помощью капиллярного вискозиметра, представленного на рисунке. Капиллярный вискозиметр представляет собой две сообщающиеся стеклянные трубки 1 и 2. Трубка 1 имеет расширение 3, переходящее в капилляр 4. На трубке 1 выше и ниже расширения 3 имеются метки 5 и 6. Через трубку 2 жидкость заливают в нижнюю часть вискозиметра и с помощью груши через трубку 1 засасывают жидкость через капилляр до уровня выше метки 5. С помощью секундомера измеряют время истечения жидкости от метки 5 до метки 6.

Вязкость исследуемой жидкости определяют по времени протекания одинаковых объемов испытуемой и стандартной жидкостей через один и тот же

капилляр. В качестве стандартной жидкости для водных растворов обычно используют дистиллированную воду. Вязкость исследуемой жидкости η в сП рассчитывают по формуле:

$$\eta = \eta_{H_2O} \cdot \frac{\rho \cdot t}{\rho_{H_2O} \cdot t_{H_2O}},$$

где η_{H_2O} – вязкость воды, равная 1 сП;

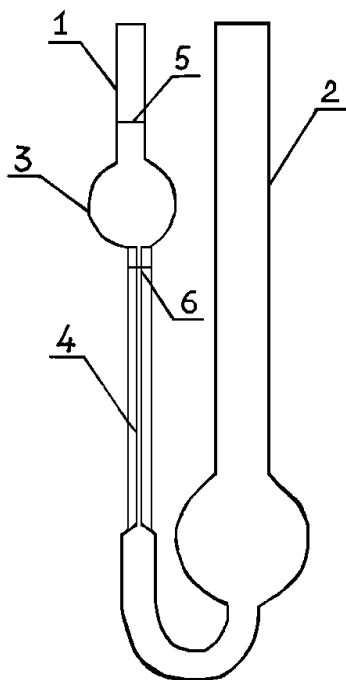
ρ – плотность исследуемой жидкости, г/см³;

ρ_{H_2O} – плотность воды, равная 1,0 г/см³;

t – время истечения исследуемой жидкости, с;

t_{H_2O} – время истечения воды, с.

Измерение времени истечения жидкости производят два раза и берут среднее значение.



1. ИЗМЕРЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЗОЛЕЙ ГИДРОКСИДА ЖЕЛЕЗА И ЖЕЛАТИНА. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА ЖЕЛАТИНА НА ВЯЗКОСТЬ

Перед началом измерений вискозиметр промывают испытуемой жидкостью. Измеряют время истечения воды и золя гидроксида железа. Рассчитывают вязкость золя гидроксида железа. Для изучения влияния концентрации раствора желатина на вязкость готовят серию растворов разбавлением исходного 1% золя желатина согласно таблице 7.

Таблица 7

Наименование параметров	Номер раствора			
	1	2	3	4
Объем 1% золя желатина, мл	40	30	10	4
Объем воды, мл	0	10	30	36
Концентрация золя желатина, %				
Время истечения, с				
Вязкость, сП				

Измеряют вязкость полученных растворов желатина, начиная с четвертого. Результаты вносят в таблицу 7 и строят график зависимости вязкости золя желатина от его концентрации. Делают вывод о влиянии концентрации на вязкость лиофобных и лиофильных золей.

2. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВЯЗКОСТЬ ЛИОФИЛЬНЫХ ЗОЛЕЙ

Готовят 0,5% золь желатина из 1% золя и измеряют его вязкость при различных температурах согласно таблице 8.

Таблица 8

Наименование параметров	Температура, °С		
	20	40	60
Время истечения, с			
Вязкость, сП			

Строят график зависимости вязкости золя желатина от температуры и делают вывод.

3. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ВЯЗКОСТЬ ЗОЛЯ ЖЕЛАТИНА

В три пробирки наливают по 10 мл 1% золя желатина, затем в первую пробирку приливают 10 мл 1 М раствора KI , во вторую – 10 мл 1 М раствора

K_2SO_4 , а в третью – 10 мл дистиллированной воды. Тщательно перемешивают содержимое пробирок и через 15–20 минут измеряют вязкость. Результаты измерений и расчетов вносят в таблицу 9 и делают вывод о влиянии электролитов на вязкость золя желатина.

Таблица 9

Наименование параметров	Температура, °С		
	KI	K_2SO_4	H_2O
Время истечения, с			
Вязкость, сП			

Делают выводы по результатам выполненной лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ НИЗКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ МЕТОДОМ СЕДИМЕНТАЦИИ В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ. СЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СУСПЕНЗИЙ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Получение кривых седиментации, позволяющих установить относительное содержание частиц в заданных интервалах радиусов, т.е. фракционный состав системы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

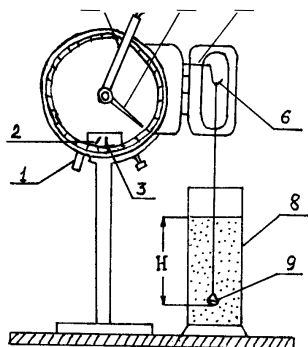
1. Что такое броуновское движение, чем оно обусловлено в дисперсных системах?
2. В каких системах возможно броуновское движение?
3. Какие известны вам методы дисперсионного анализа? Укажите области их применения. Для каких дисперсных систем применяется седиментационный анализ в гравитационном поле и в центробежном поле?
4. Напишите уравнение Стокса для скорости седиментации в гравитационном поле. Каков физический смысл входящих в него величин? Изменением каких параметров системы можно изменять скорость осаждения частиц?
5. Каковы условия соблюдения закона Стокса при седиментации? От чего зависит скорость седиментации? Выведите основное уравнение для седиментационного анализа.
6. Как определить содержание частиц для данного интервала размеров

по интегральной кривой седиментации?

7. Для каких систем применяется седиментационный анализ в центробежном поле? В чем его особенности?

ХОД РАБОТЫ

Для проведения седиментационного анализа в гравитационном поле используют торзионные весы, с помощью которых определяют массу частиц, оседающих на чашечку весов, помещенную в суспензию исследуемого порошка.



Чашечка 9 подвешивается на крючок 6, которым заканчивается коромысло весов 7. Для проведения измерений арретир 1 перемещают в крайнее правое положение, при этом стрелка циферблата 5 должна находиться на нулевом делении шкалы. Стрелка весов 2 при

взвешивании отклоняется влево от риски 3. Поворотом рычага 4 против часовой стрелки совмещают стрелку 2 с риской 3. Отсчитывают показания в мг по положению стрелки 5.

Перед работой наполняют сосуд 8 дисперсионной средой (дистиллированной водой) до верхней метки. Чашечку весов, прикрепленную с помощью нитки к крючку, опускают в центр сосуда с водой на расстояние 2–3 см от дна. С помощью груза (в виде колец медной проволоки), помещаемого на коромысло весов, и винта на задней стенке весов добиваются показания весов, отвечающее массе пустой чашечки m_0 нулевой отметке по шкале прибора. С помощью линейки измеряют глубину погружения чашечки H в см. Затем чашечку вынимают из сосуда с водой, воду сливают и наполняют сосуд до верхней метки исследуемой суспензией (концентрация ее на должна превышать 1%). С помощью стеклянной палочки суспензию тщательно перемешивают до тех пор, пока весь порошок не распределится равномерно по всему объему воды, и быстро опускают в центр сосуда чашечку, одновременно включая секундомер и поворачивая арретир торсионных весов.

Производят измерение массы осевших частиц вначале через каждые 10 с от начала опыта, затем с интервалом в 30 с, а затем в 60 с, внося результаты измерений в таблицу. Заканчивают измерения, достигнув значения максимальной массы осадка m_{\max} , т. е. массы, не изменяющейся в течение последних 2–3 мин.

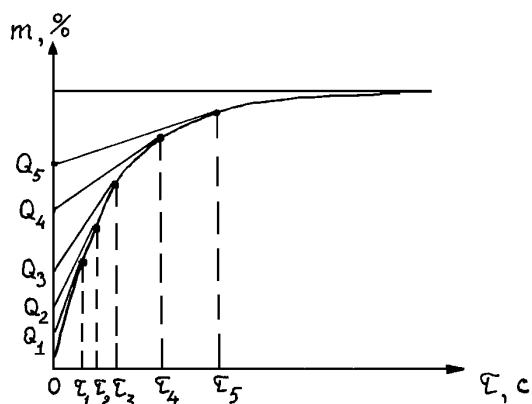
Рассчитывают массовую долю частиц в осадке в % и вносят значения в таблицу 10.

Таблица 10

Время оседания, τ , с	Масса осадка на чашечке m , мг	m , % $m, \% = \frac{m}{m_{\max}} \cdot 100$
10		
20		
30		
40		
50		
60		
90		
120		
150		
180		
240		
300		
360		
...		

Строят седиментационную кривую в координатах $m, \% = f(\tau)$. В монодисперсной системе масса осевших частиц прямо пропорциональна времени оседания. В полидисперсной системе частицы различных радиусов оседают одновременно, но с разными скоростями.

Кривая седиментации такой системы представлена на рисунке. Эту кривую можно представить как наложение бесконечного числа кривых седиментации монодисперсных систем. В качестве прямолинейных участков при этом можно рассматривать бесконечно малые отрезки касательных, проведенных к кривой седиментации в той или иной точке.



Если к нескольким точкам на седиментационной кривой, соответствующим разному времени оседания ($\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5$), провести касательные, то они отсекут на оси ординат отрезки (Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5), равные массе фракций частиц, оседающих за соответствующие промежутки времени.

Q_1 — это массовая доля частиц во фракциях, нацело выпавших к моменту времени τ_1 .

Радиус частиц, прошедших за время τ_1 всю высоту суспензии H , рассчитывают по формуле:

$$r_1 = K \cdot \sqrt{\frac{H}{\tau_1}}, \text{ где } K = \sqrt{\frac{9\eta}{2g(\rho - \rho_0)}};$$

η – вязкость воды, равная 10^{-2} П; $g = 981 \text{ см/с}^2$;

$\rho_{ZnO} = 5,7 \text{ г/см}^3$; $\rho_{Al_2O_3} = 3,96 \text{ г/см}^3$; $\rho_{CaCO_3} = 2,7 \text{ г/см}^3$; $\rho_0 = 1,0 \text{ г/см}^3$.

Поэтому Q_1 – это массовая доля частиц системы с $r \geq r_1$.

Аналогично Q_2 – это массовая доля частиц порошка с $r \geq r_2 = K \cdot \sqrt{\frac{H}{\tau_2}}$ и т. д.

Определив графически значения Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 и рассчитав соответствующие значения радиусов r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 в см, делают следующие выводы о фракционном составе порошка:

1. $Q_1, \%$ – фракция частиц с $r \geq r_1$;
2. $Q_2 - Q_1 \%$ – фракция частиц с $r_1 \geq r \geq r_2$;
3. $Q_3 - Q_2 \%$ – фракция частиц с $r_2 \geq r \geq r_3$;
4. $Q_4 - Q_3 \%$ – фракция частиц с $r_3 \geq r \geq r_4$;
5. $Q_5 - Q_4 \%$ – фракция частиц с $r_4 \geq r \geq r_5$;
6. $100 - Q_5 \%$ – фракция частиц с $r \leq r_5$.

Делают выводы по результатам выполненной лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ. ЭЛЕКТРОФОРЕЗ. ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучение явления электрофореза, ознакомление с методом определения скорости движения и знака заряда коллоидных частиц, определение электрокинетического потенциала гидрозоля

гидроксида железа.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

1. Каковы причины возникновения двойного электрического слоя на межфазной поверхности? Приведите примеры механизмов образования двойного электрического слоя в различных дисперсных системах.
2. Дайте характеристику строения двойного электрического слоя на поверхности раздела фаз. Как изменяется потенциал с расстоянием от поверхности? Что понимают под толщиной диффузной части двойного электрического слоя? Чем определяется толщина плотной и диффузной частей двойного электрического слоя?
3. Перечислите электрокинетические явления и объясните, чем они обусловлены.
4. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на дзета-потенциал?
5. Напишите уравнение Гельмгольца–Смолуховского для скорости электрофореза? При каких условиях применимо это уравнение? Как практически определить скорость движения частиц при макроэлектрофорезе?

ХОД РАБОТЫ

Для определения электрокинетического потенциала (дзета-потенциала) экспериментально находят скорость перемещения заряженных частиц дисперсной фазы в электрическом поле. При микроэлектрофорезе измеряют скорость перемещения индивидуальной частицы дисперсной фазы под микроскопом. При макроэлектрофорезе (или просто электрофорезе) определяют скорость перемещения границы раздела золь – контактная жидкость, в качестве которой используется либо дисперсионная среда золь, либо раствор электролита, электропроводность которого равна электропроводности золя.

Определив сдвиг a границы раздела золь – контактная жидкость за время τ , рассчитывают электрофоретическую подвижность:

$$u_{эф.} = \frac{a}{\tau \cdot E} = \frac{a \cdot L}{\tau \cdot V},$$

где E – напряженность электрического поля;

L – расстояние между электродами;

V – приложенная разность потенциалов.

Электрокинетический потенциал ξ рассчитывают по формуле:

$$\xi = \frac{\eta \cdot u_{эф.}}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0},$$

где η – вязкость дисперсной системы;
 ε_0 – электрическая постоянная;
 ε – диэлектрическая проницаемость.

Для изучения электрофореза используют золь гидроксида железа, полученный методом химической конденсации по реакции гидролиза.

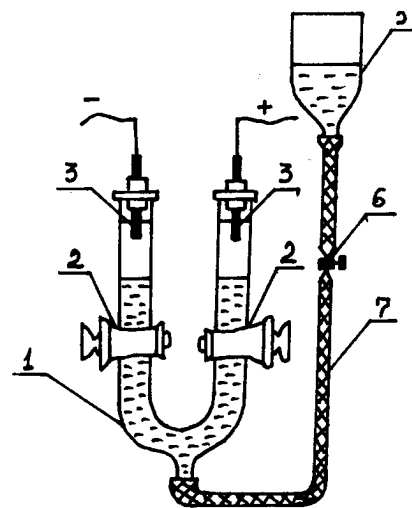
Электрофорез проводят в U –образной градуированной стеклянной трубке 1, снабженной двумя кранами 2, диаметры каналов которых равны диаметру трубки. Резиновым шлангом 7 трубка соединена с сосудом 5, в который наливают исследуемый золь. Внешняя разность потенциалов подается к металлическим электродам 3, изготовленным из платины или графита.

Для изучения электрофореза используют золь гидроксида железа, полученный методом химической конденсации по реакции гидролиза.

Электрофорез проводят в U –образной градуированной стеклянной трубке 1, снабженной двумя кранами 2, диаметры каналов которых равны диаметру трубки. Резиновым шлангом 7 трубка соединена с сосудом 5, в который наливают исследуемый золь. Внешняя разность потенциалов подается к металлическим электродам 3, изготовленным из платины или графита.

Для изучения электрофореза используют золь гидроксида железа, полученный методом химической конденсации по реакции гидролиза.

Электрофорез проводят в U –образной градуированной стеклянной трубке 1, снабженной двумя кранами 2, диаметры каналов которых равны диаметру трубки. Резиновым шлангом 7 трубка соединена с сосудом 5, в который наливают исследуемый золь. Внешняя разность потенциалов подается к металлическим электродам 3, изготовленным из платины или графита.



ПОРЯДОК РАБОТЫ С ПРИБОРОМ

Трубку тщательно промывают дистиллированной водой, открывают краны 2 и зажим 6 и укрепляют вместе с сосудом 5 на штативе. Поднимают электрофоретическую трубку так, чтобы верхняя ее часть была приблизительно на одном уровне с сосудом 5. В сосуд 5 наливают 50 мл золя, при этом золь заполняет резиновый шланг и поднимается на некоторую высоту в трубке 1. Чтобы получить четкую границу раздела золь–контактная жидкость, необходимо удалить пузырьки воздуха, которые остаются в соединительных шлангах и около кранов. Для этого сначала продавливают резиновый шланг 7 в нескольких местах, затем опускают электрофоретическую трубку настолько, чтобы в нее почти полностью перешел золь из сосуда 5. После этого трубку приподнимают так, чтобы после обратного перетекания части золя в сосуд 5 в коленях трубки осталась жидкость, уровень которой был бы на 1–2 см выше кранов 2. Операцию подъема и опускания трубки повторяют 3–4 раза. Краны поворачивают на 180° и аналогично несколько раз перемещают трубку вверх и вниз до полного удаления пузырьков воздуха.

Выбрав такое положение трубки, чтобы над кранами находилось немного золя (1–2 см), закрывают краны 2 и зажим 6. Золь, оставшийся над кранами, выливают в колбу, тщательно промывают оба колена водой и соответствующей контактной жидкостью и закрепляют электрофоретическую трубку в штативе.

В оба колена трубки наливают такое количество контактной жидкости – 0,1 М раствора HCl , чтобы она заполнила каждую трубку над кранами 2 на $\sim 3/4$ ее высоты. Добавляя пипеткой некоторое количество контактной жидкости, добиваются равного уровня ее в коленях трубки.

Устанавливают электроды. Открывают медленно и поочередно оба крана 2, затем осторожно приоткрывают зажим 6 настолько, чтобы уровни жидкости медленно поднимались в электрофоретической трубке. После того, как электроды погрузятся в контактную жидкость, закрывают зажим 6. Граница между золем и контактной жидкостью должна быть четкой, без размывов.

Отмечают положение границ раздела «золь – контактная жидкость» в обоих коленах трубки и подключают ячейку к сети постоянного тока. Для определения напряженности электрического поля E измеряют подаваемое напряжение и расстояние от одного электрода до другого вдоль трубки.

Электрофорез проводят в течение 1 ч, после чего отмечают изменившееся положение границы раздела «золь – контактная жидкость» и находят значение величины a . Все измеряемые и справочные величины переводят в единицы измерения системы СИ: a и L – [м], V – [В], τ – [с], $\eta_{H_2O} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$, $\varepsilon_{H_2O} = 81$, $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$.

Рассчитывают по вышеуказанным формулам электрофоретическую подвижность и электрокинетический потенциал. Делают выводы по

результатам выполненной лабораторной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗРУШЕНИЕ ЛИОФОБНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ. СИНТЕЗ ГИДРОЗОЛЯ ГИДРОКСИДА ЖЕЛЕЗА, ИЗУЧЕНИЕ ЕГО КОАГУЛЯЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

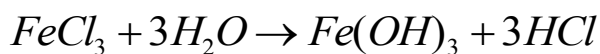
Синтез гидрозоля гидроксида железа конденсационным методом; определение порога электролитной коагуляции золя и изучение зависимости его от заряда коагулирующего иона; определение защитного числа стабилизатора.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

1. Какой процесс называют коагуляцией? Чем завершается процесс коагуляции? Какими способами можно вызвать коагуляцию?
2. Что называют быстрой и медленной коагуляцией? Теория коагуляции Смолуховского. Какие параметры дисперсной системы влияют на скорость коагуляции частиц в соответствии с теорией Смолуховского? Чем отличаются константы скорости быстрой и медленной коагуляции?
3. Основы теории устойчивости лиофобных дисперсных систем – теории ДЛФО. Какова взаимосвязь между скоростью коагуляции и видом потенциальной кривой взаимодействия частиц?
4. Каково различие между нейтрализационной и концентрационной коагуляцией лиофобных золь-электролитами? Как влияет заряд коагулирующего иона на порог коагуляции?
5. Действием каких факторов обеспечивается агрегативная устойчивость лиофобных дисперсных систем? Какие вещества используют в качестве стабилизаторов этих систем?

ХОД РАБОТЫ

Получают гидрозоль гидроксида железа $Fe(OH)_3$ методом конденсации с помощью реакции гидролиза хлорида железа при температуре $100^{\circ}C$:



Образовавшийся золь красно-коричневого цвета охлаждают до комнатной температуры.

1. ИССЛЕДОВАНИЕ КОАГУЛЯЦИИ ЗОЛЯ $Fe(OH)_3$ ЭЛЕКТРОЛИТАМИ KCl , K_2SO_4 , $K_3[Fe(CN)_6]$

В 12 чистых больших пробирок наливают по 5 мл золя гидроксида железа, воду и растворы электролитов: 1 М раствор KCl , 0,01 М раствор K_2SO_4 и 0,001 М раствор $K_3[Fe(CN)_6]$ в объемах, указанных в таблице 11.

Таблица 11

Реагенты.	1 М раствор KCl				0,01 М раствор K_2SO_4				0,001 М раствор $K_3[Fe(CN)_6]$			
Результат наблюдения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Объем золя $Fe(OH)_3$, мл	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Объем воды, мл	4,5	4	3	1	4,5	4	3	1	4,5	4	3	1
Объем электролита, мл	0,5	1	2	4	0,5	1	2	4	0,5	1	2	4
Результат наблюдения коагуляции												

Содержимое пробирок хорошо перемешивают. Через 20 минут отмечают, в каких пробирках наблюдается коагуляция, и визуально оценивают ее протекание (помутнение, выпадение осадка). Наблюдения вносят в таблицу 11.

Рассчитывают порог коагуляции для каждого из электролитов C_K в моль/л по формуле:

$$C_K = \frac{C_{эл.} \cdot V_K}{V},$$

где $C_{эл.}$ – концентрация введенного электролита, моль/л;

V_K – пороговый объем электролита, при котором протекает коагуляция, мл;

V – общий объем золя, мл.

Делают вывод о коагулирующей способности исследуемых ионов электролитов.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ЗОЛЯ $Fe(OH)_3$ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАЩИТНОГО ЧИСЛА ПОЛИМЕРА–СТАБИЛИЗАТОРА

В шесть чистых больших пробирок наливают по 5 мл золя гидроксида железа, воду и 0,01%-ный раствор желатина в качестве стабилизатора в

объемах, указанных в таблице 12. Содержимое пробирок перемешивают.

Таблица 12

Реагенты. Результат наблюдения	Номер пробирки					
	1	2	3	4	5	6
Объем золя $Fe(OH)_3$, мл	5	5	5	5	5	5
Объем воды, мл	4	3,5	3	2,5	2	1,5
Объем 0,01% р-ра желатина, мл	0	0,5	1	1,5	2	2,5
Объем 0,01 М р-ра K_2SO_4 , мл	1	1	1	1	1	1
Результат наблюдения коагуляции						

Через 10 минут в каждую пробирку добавляют 1 мл 0,01 М раствора K_2SO_4 и перемешивают. Через 20 минут отмечают, в каких пробирках раствор желатина вызвал стабилизацию золя.

Защитное число S желатина в г/л вычисляют по формуле:

$$S = \frac{C_{ст} \cdot V_{защ}}{V},$$

где $C_{ст}$ – концентрация раствора стабилизатора, г/л;

$V_{защ}$ – объем раствора стабилизатора, необходимый для
предотвращения стабилизации золя, мл;

V – общий объем золя, мл.

Делают выводы по результатам выполненной лабораторной работы.

ЗАДАНИЯ

к проведению 1-ой рубежной аттестации

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Коллоидная химия как наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Основные понятия в коллоидной химии: дисперсная фаза, дисперсионная среда, гетерогенность и дисперсность, удельная поверхность.
2. Классификация дисперсных систем (IV типа).
3. Поверхностное натяжение и поверхностная энергия.
4. Внутренняя удельная поверхностная энергия. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Зависимость поверхностного натяжения от температуры.
5. Процессы самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии.
6. Адсорбция. Основные понятия и определения.
7. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Гиббсовская адсорбция для растворов и газов.
8. Поверхностная активность. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
9. Классификация ПАВ и их применение. Строение и размер молекул коллоидных ПАВ. Мицеллообразование.
10. Солюбилизация в растворах коллоидных ПАВ. Механизм моющего действия.
11. Адсорбция ПАВ. Уравнение Шишковского. Правило Дюкло-Траубе.
12. Уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха. Расчет констант в уравнении.
13. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра.
14. Следствия из уравнения Ленгмюра. Расчет величин A_{∞} и K . Определение удельной поверхности порошков.
15. Закономерности и особенности молекулярной адсорбции из растворов. Правило уравнивания полярности Ребиндера. Ориентация молекул ПАВ на границе раздела фаз.
16. Ионная адсорбция и её закономерности. Лиотропные ряды. Правило Панета-Фаянса.
17. Ионообменная адсорбция и её закономерности. Уравнение Никольского. Природные и синтетические иониты.
18. Применение процессов молекулярной, ионной и ионообменной адсорбции. Принцип хроматографии.
19. Устойчивость дисперсных систем по Пескову. Термодинамические основы устойчивости. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы.
20. Способы получения дисперсных систем: физическая и химическая конденсация, диспергирование и пептизация. Эффект Ребиндера.
21. Очистка коллоидных систем: диализ, электродиализ и ультрафильтрация.

22. Эмульсии, их классификация. Типы эмульгаторов. Механизм стабилизации прямых и обратных эмульсий с помощью ПАВ.
23. Число ГЛБ для ПАВ. Обращение фаз эмульсий. Применение эмульсий.
24. Пены, их получение и свойства. Механизм образования пен. Флотация. Применение пен.

II. ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Получение лиофильных коллоидных растворов. Примеры.
2. Получение лиофобных коллоидных растворов методом физической конденсации. Примеры.
3. Получение лиофобных коллоидных растворов методом химической конденсации. Примеры.
4. Получение лиофобных коллоидных растворов методом диспергирования, в том числе, методом пептизации. Примеры. Эффект Ребиндера.
5. Эмульсии. Получение устойчивых эмульсий. Примеры.
6. Эмульсии. Определение типа эмульсий. Обращение фаз эмульсий. Примеры.
7. Пены. Получение пен и изучение их свойств. Примеры.
8. Измерение поверхностного натяжения жидкостей методом Ребиндера.
9. Измерение поверхностного натяжения жидкостей методом капиллярного поднятия.
10. Измерение поверхностного натяжения жидкостей методом отрыва кольца.
11. Измерение поверхностного натяжения жидкостей сталагмометрическим методом.
12. Определение теплоты образования поверхности и полной поверхностной энергии жидкостей (на примере C_2H_5OH).
13. Определение ККМ в растворах ПАВ (на примере олеата натрия).
14. Изучение адсорбции уксусной кислоты на поверхности активированного угля. Расчет коэффициентов в уравнении Фрейндлиха.

ЗАДАНИЯ к проведению 2-ой рубежной аттестации

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Структурно-механические свойства дисперсных систем. Основные понятия
2. реологии. Законы Гука и Ньютона. Вязкость и классификация жидкостей.
3. Уравнение Оствальда-Вейля. Уравнение Пуазейля. Уравнение Эйнштейна и условия его применения.
4. Структурообразование в дисперсных системах. Коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры, условия их образования и свойства.

5. Вязкость структурированных систем. Уравнение Шведова-Бингама. Предел текучести. Реологические кривые структурированных жидкостей по Ребиндеру.
6. Двойной электрический слой и механизмы его образования. Примеры.
7. Строение двойного электрического слоя. Распределение потенциала в ДЭС. Факторы, влияющие на толщину ДЭС. Строение коллоидных мицелл лиофобных дисперсных систем на примере золя AgI .
8. Электрокинетические явления.
9. Электрокинетический потенциал. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского и условия его применения.
10. Коагуляция лиофобных дисперсных систем. Теория коагуляции Смолуховского. Быстрая и медленная коагуляции. Константы скорости коагуляции.
11. Основы теории ДЛФО. Потенциальная кривая сил отталкивания и притяжения между частицами.
12. Термодинамические и кинетические факторы устойчивости дисперсных систем.
13. Закономерности коагуляции гидрофобных дисперсных систем электролитами. Правило Шульце-Гарди. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция. Явление неправильных рядов. Антагонизм и синергизм электролитов.
14. Адгезия и когезия. Уравнение Дюпре. Механизм процессов адгезии.
15. Смачивание. Краевой угол смачивания. Закон Юнга. Уравнение Дюпре-Юнга.
16. Гидрофильные и гидрофобные поверхности при смачивании жидкостями твердых тел. Влияние ПАВ на смачивание. Растекание жидкости.
17. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение и его молекулярно-кинетическая природа. Средний квадратичный сдвиг.
18. Диффузия в дисперсных системах. Коэффициент диффузии. Уравнение Эйнштейна. Уравнение Эйнштейна – Смолуховского.
19. Осмотическое давление золь, его расчет, его особенности.
20. Седиментационно-диффузионное равновесие. Уравнение Лапласа-Перрена. Основы седиментационного анализа. Уравнение Стокса и условия его применения. Расчет радиусов частиц дисперсной фазы суспензий.
21. Оптические свойства коллоидных систем: рассеяние света, эффект Тиндаля. Уравнение Рэлея и его анализ.
22. Оптические методы исследования дисперсных систем: ультрамикроскопия, электронная микроскопия, нефелометрия, турбидиметрия.
23. Аэрозоли, их классификация, получение, свойства.
24. Методы разрушения аэрозолей. Практическое значение аэрозолей. Взрывы аэрозолей.

25. Порошки и их свойства: течение, распыление, флуидизация, гранулирование.
26. Высокомолекулярные соединения, их получение и основные физико-химические свойства. Эластичность и пластичность полимеров, их вулканизация. Примеры.
27. Высокомолекулярные электролиты, их классификация, свойства. Изoeлектрическое состояние белков.
28. Взаимодействие полимеров с растворителем: набухание, высаливание, студнеобразование, синерезис.

II. ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Устройство капиллярного вискозиметра и расчет вязкости ньютоновских жидкостей по уравнению Пуазейля.
2. Измерение вязкости жидкостей с помощью капиллярного вискозиметра.
3. Вязкость лиофильных и лиофобных дисперсных систем. Зависимость вязкости лиофильных дисперсных систем от концентрации дисперсной фазы, температуры и присутствия электролитов.
4. Изучение коагуляции золя гидроксида железа электролитами: KCl , K_2SO_4 , $K_3[Fe(CN)_6]$. Определение порогов коагуляции электролитов.
5. Изучение стабилизации золя гидроксида железа с помощью раствора желатина. Защитное число стабилизатора.
6. Основы седиментационного анализа. Определение радиусов частиц дисперсной фазы суспензий.
7. Экспериментальное определение фракционного состава порошков методом седиментационного анализа в гравитационном поле.
8. Изучение электрофореза гидрозоля гидроксида железа.
9. Определение электрокинетического потенциала методом электрофореза.
10. Определение степени набухания ВМС по массе и объему.
11. Определение изoeлектрической точки амфотерного полиэлектролита.
12. Зависимость степени набухания полимера от pH среды и присутствия электролитов.

Примеры тестовых заданий для контроля знаний, подготовки к рубежным аттестациям

Выберите один правильный ответ

Леофобные коллоидные растворы – это

обратимые системы, образующиеся в результате самопроизвольного диспергирования частиц дисперсной фазы в дисперсионной среде
необратимые системы, для образования которых требуется затрата работы
необратимые системы, образующиеся в результате самопроизвольного диспергирования частиц дисперсной фазы в дисперсионной среде
обратимые системы, для образования которых требуется затрата работы

В лиофильных коллоидных растворах взаимодействие между частицами дисперсной фазы и дисперсионной средой

ярко выражено

отсутствует

не имеет значения

выражено незначительно.

Пептизация – это

растворение солей в растворителе с помощью пептизатора

образование геля

диспергирование свежеполученных осадков с помощью пептизатора;

механическое диспергирование с помощью специальных устройств

Конденсационный метод получения коллоидных растворов - это

получение гетерогенной системы из гомогенной в результате ассоциации

молекул, атомов или ионов в более крупные агрегаты

механическое измельчение частиц дисперсной фазы

растворение твердых, жидких или газообразных веществ в жидкой среде

осторожное выпаривание жидкости и получение сухого остатка

Гетерогенная система, состоящая из жидкой дисперсной фазы и газообразной дисперсионной среды, называется

эмульсией

пенной

суспензией

аэрозолем

Седиментация – это

взаимодействие частиц с образованием крупных агрегатов

отталкивание частиц друг от друга

способность частиц находиться во взвешенном состоянии

оседание частиц под действием силы тяжести

При увеличении температуры величина поверхностного натяжения жидкостей

увеличивается

уменьшается

не изменяется

жидкости не обладают поверхностным натяжением

При увеличении температуры величина полной поверхностной энергии жидкостей

увеличивается

уменьшается

не изменяется

жидкости не обладают полной поверхностной энергией

Уравнение Гиббса-Гельмгольца позволяет рассчитать

поверхностное натяжение

полную поверхностную энергию

теплоту образования поверхности

температурный коэффициент поверхностного натяжения

Единица измерения величины поверхностного натяжения в системе СИ

Дж/м

Н/м²

Дж/м²

Дж/К·моль

Потеря агрегативной устойчивости в лиофобных дисперсных системах вызвана

недостатком поверхностной энергии на границе раздела фаз

избытком поверхностной энергии на границе раздела фаз

высокой поверхностной активностью частиц

высокой дисперсностью частиц дисперсной фазы

Метод Ребиндера, используемый для определения поверхностного натяжения жидкостей, основан на измерении

максимального давления пузырька воздуха, пробивающего поверхностный слой жидкости

силы отрыва проволочного кольца от поверхности жидкости

высоты поднятия жидкости в капилляре

числа капель жидкости, вытекающих из сталагмометра

Сталагмометрический метод, используемый для определения поверхностного натяжения жидкостей, основан на измерении

максимального давления пузырька воздуха, пробивающего поверхностный слой жидкости

силы отрыва проволочного кольца от поверхности жидкости

высоты поднятия жидкости в капилляре

числа капель жидкости

Измеряя высоту поднятия жидкости в капилляре, можно определить

величину адсорбции

величину адгезии

полную поверхностную энергию

поверхностное натяжение

Поверхностно-активным веществом по отношению к воде является

аминоуксусная кислота
бутиламин
глицерин
сахароза

Молекулы ПАВ – это органические соединения, состоящие
из двух лиофобных частей
из двух лиофильных частей
из гидрофобной и гидрофильной частей
любые органические молекулы

Критическая концентрация мицеллообразования — это
максимальная концентрация ПАВ в растворе
концентрация ПАВ, при которой все молекулы находятся в объеме фазы
концентрация ПАВ, при которой все молекулы находятся в поверхностном слое
минимальная концентрация ПАВ в растворе, при которой образуются мицеллы

Уравнение Шишковского выражается

$$\sigma = \sigma_0 - a \cdot \ln(1 - b \cdot c)$$

$$\sigma = \sigma_0 + a \cdot \ln(1 + b \cdot c)$$

$$\sigma = \sigma_0 - a \cdot \ln(1 + b \cdot c)$$

$$\sigma = \sigma_0 + a \cdot \ln(1 - b \cdot c)$$

Согласно правилу Дюкло-Траубе, поверхностная активность с
увеличением длины углеводородного радикала на одну CH_2 - группу
увеличивается в 3,2 раза
уменьшается в 3,2 раза
не изменяется
изменяется не закономерно

По отношению к воде не является поверхностно-активным веществом
масляная кислота
гексанол-1
6-аминогексановая кислота
олеат натрия

В системе «полярный адсорбент – неполярный растворитель – ПАВ»
молекулы адсорбата
обращены полярной частью к поверхности адсорбента
обращены неполярной частью к поверхности адсорбента
ориентированы произвольно на поверхности адсорбента
обращены полярной частью к растворителю

Изотерма адсорбции Ленгмюра характеризуется уравнением

$$A = A_{\infty} \cdot K \cdot c / 1 + K \cdot c$$

$$A = K \cdot c$$

$$A = \beta \cdot c^{1/n}$$

$$A = (c - c_1) \cdot V / m$$

Изотерма адсорбции Фрейндлиха характеризуется уравнением

$$A = A_{\infty} \cdot K \cdot c / 1 + K \cdot c$$

$$A = K \cdot c$$

$$A = \beta \cdot c^{1/n}$$

$$A = (c - c_1) \cdot V / m$$

Изотерма адсорбции – это зависимость

величины адсорбции от температуры при постоянном давлении

величины адсорбции от концентрации вещества в растворе или давления газа при постоянной температуре

концентрации вещества в растворе от температуры при постоянной величине адсорбции

давления газа от температуры при постоянной величине адсорбции

Константа адсорбционного равновесия в уравнении Ленгмюра характеризует

энергию взаимодействия адсорбата со средой

емкость адсорбционного монослоя

энергию взаимодействия адсорбата с адсорбентом

энергию взаимодействия адсорбента со средой

Лиотропные ряды – это

ряды ионов, составленные в порядке возрастания их способности связывать среду

ряды ионов, составленные в порядке уменьшения их способности связывать среду

ряды ионов, составленные в порядке возрастания их зарядов

ряды ионов, составленные в порядке уменьшения их способности к адсорбции

К какому электроду будут перемещаться частицы белка при электрофорезе в 0,001 М растворе гидроксида натрия, если рН изоэлектрической точки равен 4,6

к катоду

к аноду

вначале к катоду, а затем к аноду

не перемещается

Процесс застудневания ускоряется при

$pH < pI$ изоэлектрической точки
 $pH > pI$ изоэлектрической точки
 $pH = pI$ изоэлектрической точки
величина pH не влияет

Набухание, которое заканчивается растворением полимера, называется
синерезисом
тиксотропией
ограниченным
неограниченным

Если в молекуле белка больше карбоксильных групп, чем аминных, то
 pI изоэлектрической точки данного белка находится
в кислой среде
в щелочной среде
в нейтральной среде
ИЭТ не зависит от количества карбоксильных и аминных групп в молекуле
белка

Вязкость жидкостей – это
напряжение сдвига, приводящее к течению жидкостей
коэффициент пропорциональности в уравнении Эйнштейна для жидкостей
деформация жидкостей
коэффициент пропорциональности в уравнении Ньютона для течения
жидкостей

Уравнение Пуазейля позволяет вычислить
радиус частиц золя
скорость движения частиц золя
электрический потенциал на частицах золя
вязкость золя

Вязкость жидкостей измеряют с помощью
калориметра
вискозиметра
сталагмометра
ареометра

Реология изучает
деформацию твердых тел и течение жидкостей
электрокинетические явления
устойчивость дисперсных систем
мицеллообразование в растворах ПАВ

Вязкость жидкостей измеряется в системе СГС в

$P_a \cdot c$

P

P_a

$H \cdot c$

К оптическим свойствам коллоидных систем относят

седиментацию

опалесценцию

диффузию

осмотическое давление

Рассеивание света в коллоидных системах и наблюдающееся при этом изменение окраски коллоида называется

седиментацией

флуидизацией

опалесценцией

Флуоресценцией

Эффект Тиндаля заключается в

движении частиц золя в электрическом поле

коагуляции частиц золя

седиментации частиц золя

рассеянии света частицами золя

Уравнение Рэлея устанавливает связь между

интенсивностью рассеянного света и частичной концентрацией золя, вязкостью среды и температурой

интенсивностью рассеянного света и частичной концентрацией золя, объемом частицы и длиной световой волны

интенсивностью рассеянного света и длиной световой волны, вязкостью и показателем преломления среды

интенсивностью рассеянного света и радиусом и показателем преломления частицы дисперсной фазы и температурой

Средний квадратичный сдвиг является

количественной характеристикой устойчивости коллоидной системы

количественной характеристикой броуновского движения

количественной характеристикой межмолекулярных взаимодействий в коллоидных системах

количественной характеристикой электростатических взаимодействий в коллоидных системах

Угол смачивания рассчитывают по

уравнению Дюпре

закону Юнга

уравнению Рэлея
закону Генри

Молекулярное притяжение между поверхностями двух соприкасающихся фаз называется

когезией
смачиванием
адгезией
адсорбцией

Притяжение атомов, молекул, ионов внутри отдельной фазы называется

когезией
адгезией
адсорбцией
поверхностным натяжением

Краевой угол смачивания можно вычислить по закону

Юнга
Вант-Гоффа
Рауля
Фика

Электрокинетический потенциал – это

потенциал течения
потенциал оседания
потенциал диффузного слоя
потенциал на плоскости скольжения

Ионы, первыми адсорбирующиеся на поверхности твердой фазы при образовании ДЭС, называются

ионами диффузного слоя
противоионами
ионами адсорбционного слоя
потенциалоопределяющими ионами

Дзета-потенциал не зависит от

температуры
диэлектрической проницаемости среды
введения электролитов
радиуса частиц коллоидной системы

Двойной электрический слой образуется в результате

воздействия электрического поля на дисперсные системы
процесса поверхностной ионизации или избирательной адсорбции ионов
диффузии ионов

процесса коагуляции при введении электролитов

К электрокинетическим свойствам дисперсных систем относят

опалесценцию

диффузию

потенциал течения

электродиализ

Правило Кёна используется для

определения толщины ДЭС

расчета электрокинетического потенциала

определения знака заряда поверхностей соприкасающихся фаз при

образовании ДЭС расчета потенциала диффузного слоя

Частицы глины при контакте с водой заряжены

положительно по правилу Кёна

отрицательно по правилу Кёна

электронейтральны

положительно по теории Штерна

Электрофорез – это

перемещение среды в электрическом поле относительно неподвижной дисперсной фазы

перемещение дисперсной фазы в электрическом поле относительно неподвижной дисперсионной среды

перемещение в электрическом поле дисперсной фазы и дисперсионной среды одновременно

возникновение разности потенциалов при осаждении частиц дисперсной фазы

Электроосмос – это

перемещение среды в электрическом поле относительно неподвижной дисперсной фазы

перемещение дисперсной фазы в электрическом поле относительно неподвижной дисперсионной среды

перемещение в электрическом поле дисперсной фазы и дисперсионной среды одновременно

возникновение разности потенциалов при течении жидкости через пористое тело

Коагулирующим действием обладает ион электролита

заряд которого противоположен заряду коллоидной частицы

одного и того же знака с зарядом коллоидной частицы

радиус которого больше

радиус которого меньше

Коагулирующее действие иона-коагулянта тем больше, чем
меньше его заряд
больше его заряд
больше его радиус
меньше его радиус

Коагулирующее действие электролитов определяется правилом
Панета – Фаянса
Шульце – Гарди
Ребиндера
Дюкло – Траубе

Чем завершается процесс быстрой коагуляции?
выпадением осадка из частиц дисперсной фазы
стабилизацией коллоидной системы
обращением фаз
образованием двойного электрического слоя на частицах дисперсной фазы

Для повышения устойчивости золя гидроксида железа к коагуляции добавляют
раствор сильного электролита
раствор слабого электролита
раствор высокомолекулярного соединения
этиловый спирт

ЛИТЕРАТУРА

а) основная литература:

1. Физическая и коллоидная химия. В 2 ч. Часть 2. Коллоидная химия: учебник для вузов / В.Ю. Конюхов [и др.]; под редакцией В.Ю. Конюхова, К.И. Попова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 309 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06720-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454487>
2. Зимон А.Д. Коллоидная химия. М: ВЛАДМО, 2007. - 320 с.
3. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. М: Альянс, 2014. - 464 с.
4. Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П. Коллоидная химия. — СПб: Издательство «Лань», 2008. — 336 с.
5. Практикум по коллоидной химии: учеб. пособ. / под ред. М.И. Гельфмана. - СПб: Лань, 2005. — 256 с.
6. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии./ Под ред. Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского. — М.: Химия, 1986. — 216 с.

б) дополнительная литература

7. Основы коллоидной химии: учебное пособие / Сумм, Борис Давидович. - М.: Академия, 2006. – 240 с.
8. Коллоидная химия (в том числе и наночастиц): учебник / Зимон, Анатолий Давыдович. - Изд. 5-е, испр. и доп. - М.: Агар, 2007. – 344 с.
9. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.
10. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1976. – 512 с.
11. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия: учебник для вузов / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 444 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01191-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449926>
12. Гавронская, Ю.Ю. Коллоидная химия: учебник и практикум для вузов / Ю.Ю. Гавронская, В.Н. Пак. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 287 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02502-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450851>

в) современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, электронные образовательные ресурсы

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (требуется регистрация в библиотеке СОГУ):

1. Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ) (<https://dvs.rsl.ru>).
2. ЭБС «Университетская библиотека online» (<https://biblioclub.ru>).
3. ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» (<http://elibrary.ru>).
4. Универсальная баз данных East View (<https://dlib.eastview.com>). Логин: Khetagurov; Пароль: Khetagurov
5. ЭБС «Консультант студента». <http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям (www.biblio-online.ru)
7. Информационно-правовой портал «Гарант» (<http://www.garant.ru/>).
8. Справочная правовая система Консультант Плюс (<http://www.consultant.ru/>).

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КУРСЕ КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

I. Величины, обозначаемые буквами греческого алфавита.

Буква	Название буквы	Наименование величины
α	альфа	степень набухания
Γ	гамма	Гиббсовская адсорбция
γ	гамма	относительная деформация
$\dot{\gamma}$	гамма с точкой	скорость деформации
Δ	дельта	смещение (сдвиг) по выбранному направлению
δ	дельта	толщина адсорбционного слоя
ϵ	эпсилон	относительная диэлектрическая проницаемость
ϵ_0	эпсилон нулевое	электрическая постоянная
ξ	дзета	электрокинетический потенциал
θ	тета	краевой угол смачивания; время половинной коагуляции
λ	лямбда	толщина диффузной части двойного электрического слоя; длина волны
μ	мю	химический потенциал
ν	ню	частичная концентрация
π	пи	осмотическое давление
ρ	ро	плотность
σ	сигма	поверхностное натяжение
τ	тау	время
φ	фи	потенциал; объемная доля

II. Величины, обозначаемые буквами латинского алфавита

Буквы	Наименование величины
<i>A</i>	абсолютная адсорбция
<i>a</i>	поперечный размер частицы; активность
<i>B</i>	коэффициент трения
<i>c</i>	концентрация
<i>D</i>	дисперсность, коэффициент диффузии
<i>E</i>	напряженность электрического поля; потенциальный барьер
<i>F</i>	сила
<i>G</i>	энергия Гиббса; модуль упругости
<i>g</i>	поверхностная активность, ускорение свободного падения
<i>H</i>	энтальпия
<i>h</i>	расстояние
<i>I</i>	сила тока; ионная сила; интенсивность света
<i>K</i>	константа адсорбционного равновесия
<i>k</i>	постоянная Больцмана
<i>L</i>	расстояние между электродами
<i>M</i>	относительная молекулярная масса
<i>m</i>	масса
<i>N_A</i>	число Авогадро
<i>n</i>	показатель преломления
<i>P</i>	напряжение сдвига; стерический множитель
<i>p</i>	давление
<i>q</i>	теплота; поверхностный заряд; количество электричества
<i>R</i>	универсальная газовая постоянная; расстояние между частицами
<i>r</i>	радиус
<i>S</i>	энтропия
<i>s</i>	площадь поверхности
<i>T</i>	температура по Кельвину
<i>t</i>	время; температура по Цельсию
<i>U</i>	энергия
<i>u</i>	линейная скорость
<i>u_{эф.}</i>	электрофоретическая подвижность
<i>V</i>	объем; разность потенциалов
<i>v</i>	объемная скорость; объем частицы
<i>z</i>	заряд иона

**ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ ВОДЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
ТЕМПЕРАТУРАХ**

$t, ^\circ C$	σ , мДж/м ²	$t, ^\circ C$	σ , мДж/м ²	$t, ^\circ C$	σ , мДж/м ²
10	74,22	17	73,19	24	72,13
11	74,07	18	73,05	25	71,97
12	73,93	19	72,90	26	71,82
13	73,78	20	72,75	27	71,66
14	73,64	21	72,59	28	71,50
15	73,49	22	72,44	29	71,35
16	73,34	23	72,28	30	71,18