

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Я. В. Денисова, М. Е. Сторожева

ХИМИЯ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ

Часть 2. Коллоидная химия

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано Дальневосточным региональным учебно-методическим центром (ДВ РУМЦ) в качестве учебно-методического пособия для студентов направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профили «Бурение нефтяных и газовых скважин», «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки», «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства» вузов региона.

Южно-Сахалинск
СахГУ
2019

УДК 544.77(075.8)
ББК 24.6я73
Д332

Печатается по решению учебно-методического совета
Сахалинского государственного университета, 2018 г.

Рецензенты:

Квеско Н. Г., и. о. заведующего кафедрой разработки
и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений
Института нефти и газа Сибирского федерального университета,
д-р техн. наук, старший научный сотрудник;
Мелкий В. А., д-р техн. наук, профессор,
зав. кафедрой геологии и нефтегазового дела
Технического нефтегазового института СахГУ.

Д332 **Денисова, Я. В. Химия в нефтегазовом деле** : учебно-методическое
пособие : в 2-х частях. – Ч. 2: Коллоидная химия / Я. В. Денисова,
М. Е. Сторожева. – Южно-Сахалинск, 2019. – 68 с.
ISBN 978-5-88811-573-2

Учебно-методическое пособие предназначено для проведения ла-
бораторных занятий, выполнения самостоятельной работы и контроля
знаний по основным разделам дисциплины «Коллоидная химия» для
студентов направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» очного и заочного
обучения. Пособие включает пояснительный текст, задания, контроль-
ные вопросы для каждой темы лабораторных работ. Усвоение материала
упрощается наличием в пособии глоссария и тестовых заданий.

Учебно-методическое пособие может использоваться студентами
высших учебных заведений нехимических направлений подготовки,
в которых изучается курс «Коллоидная химия».

УДК 544.77(075.8)
ББК 24.6я73

ISBN 978-5-88811-573-2

© Денисова Я. В., 2019
© Сторожева М. Е., 2019
© Сахалинский государственный
университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»	6
РАЗДЕЛ 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»	10
ЗАНЯТИЕ № 1. Изучение адсорбции уксусной кислоты на поверхности угля в зависимости от концентрации при постоянной температуре	10
ЗАНЯТИЕ № 2. Избирательность адсорбции. Влияние растворителя на адсорбцию	16
ЗАНЯТИЕ № 3. Хроматография бумажная. Качественный анализ смеси катионов Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} методом осадочной хроматографии на бумаге	23
ЗАНЯТИЕ № 4. Получение лиофобных коллоидных растворов	26
ЗАНЯТИЕ № 5. Влияние концентрации реагирующих веществ на процесс образования коллоидных растворов	33
ЗАНЯТИЕ № 6. Получение гидрофильных золь и их свойства	37
ЗАНЯТИЕ № 7. Коагуляция. Определение порога коагуляции золь гидроксида железа (III) визуальным методом	42
ЗАНЯТИЕ № 8. Получение и свойства эмульсий	47
РАЗДЕЛ 3. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»	54
ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	56
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	57
ГЛОССАРИЙ	58

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Коллоидная химия» входит в блок естественнонаучных дисциплин и читается для студентов вузов, обучающихся по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело». Данный курс направлен на изучение физико-химических закономерностей процессов и явлений, происходящих на границе раздела фаз, а также свойств дисперсных систем.

Основное содержание учебно-методического пособия представлено в трех разделах. **В первом** разделе приведено содержание основных тем программы по дисциплине «Коллоидная химия», а также раскрываются цель изучения дисциплины, перечень общепрофессиональных и профессиональных компетенций, формируемых у студентов в соответствии с ФГОС ВО по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело» (2018 г.). Данный раздел позволит студентам систематизировать лекционный материал, раскрывающий основные вопросы по классификации и общей характеристике дисперсных систем, термодинамике поверхностных процессов, основным закономерностям адсорбции, электрическим, оптическим, молекулярно-кинетическим свойствам дисперсных систем, методам получения и очистки дисперсных систем, свойствам ПАВ и ВМС.

Второй раздел пособия включает описание восьми лабораторных занятий. Выполнение их позволит студентам закрепить теоретический материал, сообщаемый в лекциях. Для выполнения заданий необходимо изучить теорию вопроса и решить ряд задач, предлагаемых преподавателем. Студент должен знать все специальные термины, встречающиеся в работе, уметь объяснять законы, использованные при решении поставленных задач. Итогом решения задач должен быть не только численный ответ, но и разносторонний анализ его химического смысла. В конце каждого лабораторного занятия приводятся контрольные вопросы и тестовые задания, которые могут быть использованы студентами для самопроверки уровня усвоения материала.

Для повышения эффективности и оптимизации процесса из-

учения курса «Коллоидная химия» в конце пособия представлен **гlossарий**, включающий специальную терминологию и основные понятия. Кроме этого, в начале каждого лабораторного занятия содержится список необходимых терминов и понятий, которые должен освоить студент в ходе изучения темы.

Список литературы включает подборку научных теоретических и справочных источников по коллоидной химии. Приведенный список литературы может быть полезен студентам и читателям при написании рефератов, учебно-исследовательских работ, курсовых, выпускных квалификационных работ.

Авторы признательны и выражают благодарность за участие в подготовке пособия и ценные рекомендации рецензентам: Квеско Наталье Геннадьевне, и. о. заведующего кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Института нефти и газа Сибирского федерального университета, доктору технических наук, старшему научному сотруднику, и Мелкому Вячеславу Анатольевичу, доктору технических наук, профессору, зав. кафедрой геологии и нефтегазового дела Технического нефтегазового института Сахалинского государственного университета.

РАЗДЕЛ 1.

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»

Целью курса является изучение физико-химических закономерностей процессов и явлений, происходящих на границе раздела фаз, а также свойств дисперсных систем. Данные знания необходимы студентам для их профессиональной подготовки и формирования целостного естественнонаучного мировоззрения.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих универсальных и общепрофессиональных компетенций:

УК-1: способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ОПК-1: способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и инженерные знания;

ОПК-4: способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

ТЕМЫ

Тема 1. Общая характеристика дисперсных систем.

Предмет и содержание курса коллоидной химии. Краткая история развития коллоидной химии. Отличительные признаки объектов коллоидной химии: гетерогенность и дисперсность. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсной среды, по концентрации частиц дисперсной фазы, по среднему размеру частиц дисперсной фазы, по фракционному составу частиц дисперсной фазы, по

характеру взаимодействия дисперсной фазы и дисперсионной среды (лиофильные и лиофобные системы), по характеру распределения фаз.

Тема 2. Поверхностное натяжение.

Граница раздела фаз, ее силовое поле. Удельная свободная поверхностная энергия и поверхностное натяжение как характеристики этого поля. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение. Способы определения поверхностного натяжения (по углу смачивания, капиллярное поднятие, метод отрыва капли).

Тема 3. Основные закономерности адсорбции.

Адсорбция как поверхностное явление. Причины и виды адсорбции. Физическая, химическая адсорбция, ионный обмен. Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса. Поверхностное натяжение ПАВ. Эмпирические уравнения Генри и Фрейндлиха. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Теория полимолекулярной адсорбции Поляни.

Тема 4. Получение, стабилизация и очистка дисперсных систем.

Диспергационные методы (пептизация, встряхивание, перемешивание, ультразвук, распыление через мелкие отверстия, барботирование и др.). Конденсационные методы (физическая конденсация, метод замены растворителя, химические конденсационные методы). Методы стабилизации дисперсных систем. Методы очистки дисперсных систем (диализ, электродиализ, ультрафильтрация).

Тема 5. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.

Вязкость, броуновское движение и диффузия в коллоидных системах. Закон Фика. Седиментационно-диффузное равновесие дисперсных систем.

Тема 6. Оптические свойства дисперсных систем.

Классификация явлений, наблюдаемых при прохождении света через дисперсную систему. Рассеяние и поглощение света. Опалесценция и флуоресценция. Оптические методы определения размеров частиц золя и исследования свойств дисперсных

систем: турбидиметрия, нефелометрия, ультрамикроскопия.

Тема 7. Электрокинетические свойства дисперсных систем.

Электрокинетические явления в дисперсных системах: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Механизмы образования и строение двойного электрического слоя на границе раздела фаз. Электрокинетический потенциал. Мицеллообразование в дисперсных системах, строение мицеллы. Влияние электролитов на электрический потенциал. Специфическая адсорбция, перезарядка поверхности, изоэлектрическое состояние. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского. Практическое использование электрокинетических явлений.

Тема 8. Устойчивость дисперсных систем.

Агрегативная и седиментационная устойчивость дисперсных систем. Процессы, нарушающие агрегативную устойчивость: коагуляция, коалесценция. Кинетика быстрой и медленной коагуляции. Современная теория коагуляции лиофобных золь электролитами (теория ДЛФО). Правила Шульце-Гарди. Коагуляция электролитами, ее основные закономерности.

Тема 9. Коллоидная химия высокомолекулярных соединений (ВМС).

Особенности строения молекул ВМС. Свойства растворов ВМС. Зависимость вязкости растворов ВМС от концентрации. Определение вязкости растворов ВМС. Важнейшие природные и синтетические ВМС.

Тема 10. Особенности отдельных представителей дисперсных систем.

А. Системы с жидкой дисперсной средой.

Суспензии и золи, их сходство и различия. Устойчивость и коагуляция золь в технологических процессах и в природе, использование в процессах водоочистки. Пасты как структурированные системы.

Эмульсии прямые и обратные. Способность к самопроизвольному образованию. Стабилизаторы эмульсий. Обращение фаз в эмульсиях. Значение эмульсий для жизнедеятельности живых организмов. Применение эмульсий. Деэмульгирование.

Пены. Строение, свойства и особенности пен. Устойчивость пен. Методы разрушения. Получение и применение пен.

Б. Системы с газообразной дисперсионной средой.

Аэрозоли. Образование, особенности строения, свойства. Практическое значение аэрозолей. Аэрозоли и охрана окружающей среды. Методы разрушения и улавливания аэрозолей. Борьба с загрязнением атмосферы.

Твердые пены.

Тема 11. Коллоидные поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Особенности и классификация коллоидных ПАВ. Примеры природных и синтетических ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования, ее определение. Механизм моющего действия. Мицеллообразование и солубилизация. Применение коллоидных ПАВ.

РАЗДЕЛ 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»

ЗАНЯТИЕ № 1 ИЗУЧЕНИЕ АДСОРБЦИИ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ НА ПОВЕРХНОСТИ УГЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Цель работы: количественно изучить характер зависимости адсорбции уксусной кислоты на поверхности угля; по экспериментальным данным построить изотерму адсорбции.

Основные термины и понятия:

- адсорбент;
- адсорбтив;
- адсорбция;
- изотерма адсорбции;
- поверхностное натяжение;
- правило уравнивания полярности Ребиндера;
- теплота смачивания.

Оборудование и реактивы:

- аппарат для встряхивания растворов в колбах;
- весы;
- конические колбы вместимостью 250 мл;
- мерные колбы вместимостью 100 мл (6 шт.);
- две бюретки вместимостью 25 мл;
- пипетка вместимостью 25 и 10 мл;
- воронки для фильтрования;
- фарфоровая ступка;
- бумажные фильтры;
- стеклянная палочка;

- березовый активированный уголь марки БАУ или таблетки карболена;
- 0,8 М раствора уксусной кислоты;
- 0,1 М гидроксида натрия;
- раствор фенолфталеина;
- дистиллированная вода.

Ход работы:

1. Из исходного раствора уксусной кислоты готовят растворы с молярной концентрацией (моль/л): 0,2 М; 0,1 М; 0,05 М; 0,025 М; 0,0125 М; 0,00625 М.

2. Для этого из бюретки, предварительно промытой водой и исходной кислотой, отберите в пронумерованные мерные колбы на 100 мл следующие объемы растворов 0,8 М уксусной кислоты: 25 мл; 12,5 мл; 6,2 мл; 3,1 мл; 1,55 мл; 0,78 мл (с точностью 0,05 мл).

3. Проверьте правильность указанных объемов вычисления.

4. В колбу добавляют дистиллированную воду и доводят объемом раствора до метки, раствор тщательно перемешивают.

5. В четыре конические колбы отмеряют по 50 мл приготовленного раствора кислоты, в каждую добавляют по 1 г предварительно растворенного в ступке угля. Растворы с углем тщательно перемешивают или помещают на качалку для встряхивания на 15–20 минут, затем оставляют стоять примерно на 30 минут, периодически встряхивая для ускорения достижения адсорбционного равновесия.

6. Пока идет процесс адсорбции, определяют концентрацию исходного раствора уксусной кислоты ($C_{\text{исх.}}$). Для этого в конические колбы для титрования отмеряют по 10 мл исходного раствора и титруют раствором NaOH с концентрацией 0,1 моль/л в присутствии фенолфталеина. Определяют средний объем щелочи, пошедший на титрование, и рассчитывают исходную концентрацию кислоты:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{CH}_3\text{COOH}}}$$

7. По истечении времени абсорбции суспензию угля отфильтровывают в конические колбы через фильтры, предварительно промытые водой. Первые порции фильтров (5–10 мл) отбрасывают, так как в них концентрация кислоты может быть ниже за счет абсорбции кислоты фильтровальной бумагой.

8. Равновесную концентрацию кислоты $C_{\text{равн}}$ в фильтровальном растворе определяют так же, как и исходную концентрацию кислоты. Результаты титрования заносят в таблицу.

Таблица

Изменение концентрации уксусной кислоты в результате адсорбции

№ раствора	Состав исходного раствора		Молярная концентрация эквивалента СНЗСООН, моль/л			
	Объем 0,8 М раствора СНЗСООН, мл	Молярная концентрация эквивалента кислоты, моль/л	до адсорбции		после адсорбции	
			объем NaOH, пошедший на титрование, мл	исходная концентрация кислоты, моль/л	объем NaOH, пошедший на титрование, мл	равновесная концентрация кислоты, моль/л
1	25	0,2				
2	12,5	0,1				
3	6,2	0,5				
4	3,1	0,025				
5					

Исходную и равновесную концентрацию раствора уксусной кислоты в растворе (до и после адсорбции) рассчитать по формуле:

$$C_{\text{СНЗСООН}} = \frac{C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{СНЗСООН}}}$$

Затем находят удельную адсорбцию кислоты для каждого раствора кислоты:

$$\Gamma = \frac{v_x}{m} = \frac{C_{\text{изх}} - C_{\text{равн}}}{m} \cdot V_{\text{раств}} \cdot 10^3, \frac{\text{ммоль}}{\text{г}}$$

где $C_{\text{изх}}$ и $C_{\text{равн}}$ – исходная и равновесная концентрация уксусной кислоты (до и после адсорбции), моль/л; m – масса угля, $V_{\text{раств}}$ – объем раствора, из которого адсорбировали кислоту, л.

На основе результатов опыта и расчетов, представленных в таблице, строят график изотермы адсорбции $\Gamma = f(C_{\text{равн}})$.

Контрольные вопросы:

1. Назовите особенности протекания адсорбции на границе «твердое тело – раствор» по сравнению с адсорбцией на границе «твердое тело – газ».
2. Как отсорбируются неэлектролиты и электролиты?
3. От чего зависит адсорбционная способность?
4. Почему при адсорбции из раствора молекулы адсорбтива и растворителя являются конкурентами?
5. Что является критерием адсорбируемости вещества?
6. Какие адсорбтивы лучше адсорбируют неполярные и полярные адсорбенты?
7. Верно ли утверждение: «Чем больше разность полярностей между растворимым веществом и растворителем, а, следовательно, меньше растворимость вещества, тем лучше оно будет адсорбироваться, и, наоборот, чем лучше растворитель растворяет адсорбтив, тем хуже в этой среде протекает его адсорбция»?
8. Как изменяется адсорбция из раствора с увеличением температуры?
9. Возрастает или убывает способность адсорбироваться с увеличением молярной массы вещества?
10. Как влияет на адсорбционную способность увеличение числа двойных связей и гидроксильных групп?
11. Приведите примеры практического применения адсорб-

ционных явлений в нефтегазовой промышленности.

12. Перечислите наиболее часто используемые промышленные адсорбенты.

Тестовые задания:

1. Адсорбционная способность зависит от:

- а) природы растворителя;
- б) природы адсорбента и адсорбтива;
- в) температуры и концентрации;
- г) а+б+в.

2. Выберите правильное утверждение:

А. Чем хуже адсорбируется растворитель на адсорбенте, тем лучше будет адсорбироваться растворенное вещество.

Б. Чем больше поверхностное натяжение самой среды (растворителя), тем меньше молекулы растворителя способны к адсорбции на твердом теле и тем лучше на нем адсорбируется растворенное вещество (ПАВ):

- а) верно только А;
- б) верно только Б;
- в) верно А и Б;
- г) А и Б неверно.

3. Выберите правильное утверждение:

А. Если взятый растворитель плохо смачивает твердую поверхность адсорбента, то адсорбция растворенного вещества из такого растворителя будет велика.

Б. Неполлярные адсорбенты, как правило, лучше адсорбируют полярные адсорбтивы, а полярные адсорбенты – неполярные адсорбтивы:

- а) верно только А;
- б) верно только Б;
- в) верно А и Б;
- г) А и Б неверно.

4. Выберите правильное утверждение:

А. Чем больше разность полярностей между растворимым веществом и растворителем, а, следовательно, меньше раство-

римость вещества, тем лучше оно будет адсорбироваться.

Б. Чем лучше растворитель растворяет адсорбтив, тем хуже в этой среде протекает его адсорбция:

- а) верно только А;
- б) верно только Б;
- в) верно А и Б;
- г) А и Б неверно.

5. Выберите правильное утверждение:

А. С увеличением температуры адсорбция из раствора увеличивается.

Б. С увеличением молярной массы способность адсорбироваться уменьшается:

- а) верно только А;
- б) верно только Б;
- в) верно А и Б;
- г) А и Б неверно.

Литература:

1. Брянский, Б. Я. Коллоидная химия : учеб. пособие / Б. Я. Брянский. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – С. 14, 85.
2. Письменко, В. Т. Коллоидная химия / В. Т. Письменко, Е. Н. Калюкова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – С. 18–25.
3. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин. – М. : Высшая школа, 2007. – С. 72.

ЗАНЯТИЕ № 2 ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ АДСОРБЦИИ. ВЛИЯНИЕ РАСТВОРИТЕЛЯ НА АДСОРБЦИЮ

Цель работы: наблюдение адсорбции из растворов, содержащих смеси веществ. Сравнить адсорбционную способность катионов тяжелых и легких металлов. Усвоить понятие селективности адсорбции и чем оно определяется.

Основные термины и понятия:

- адсорбент полярный и аполярный;
- адсорбенты специфичные;
- адсорбтив;
- адсорбция избирательная;
- адсорбция ионная;
- адсорбция обменная;
- адсорбция эквивалентная;
- лиотропные ряды (или ряды Гофмейстера);
- селективность адсорбента;
- элюотропный ряд Траппе.

Оборудование и реактивы:

- штатив с кольцами и лопаткой;
- штатив для пробирок;
- шесть пробирок, из них две с корковыми пробками;
- теххимические весы;
- шесть конических колб 200–300 мл;
- три колбы на 100 мл;
- промывалка с дистиллированной водой;
- бюретка на 25 мл с делениями в 0,1 мл;
- пипетка на 20, 10 и 2 мл;
- три воронки диаметром 5–7 см;
- фильтровальная бумага;

- восковой карандаш для стекла;
- белые шерстяные нитки;
- животный уголь;
- ацетон;
- раствор 0,1н CH_3COOH ;
- раствор 0,1 и 2 н NaOH ;
- раствор 0,1 н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- раствор 0,02 н CaCl_2 ;
- раствор 0,1 н $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$;
- раствор 0,05 % $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;
- раствор 0,05 % метиленового синего;
- каолин (глина);
- этиловый спирт.

Работа № 1

Вытеснение с поверхности адсорбента одного вещества другим

Ход работы:

1. В три пронумерованные конические колбы вместимостью 200–300 мл наливают пипеткой по 20 мл 0,1 Н раствора уксусной кислоты. В колбу № 1 и 2 добавляют по 20 мл дистиллированной воды, а в колбу № 3 – 20 мл ацетона.

2. Колба № 1 – контрольная. В колбы № 2 и 3 вносят точно 1,0 г животного угля и взбалтывают жидкость в каждой колбе 5 минут.

3. За первыми тремя пронумерованными колбами с растворами ставят также предварительно пронумерованные три пустые колбы с воронками и сухими фильтрами и отфильтровывают в них содержимое колб первого ряда (из первой колбы первого ряда в первую колбу второго ряда и т. д.).

4. Убирают три первые колбы первого ряда (из которых фильтровали) в сторону, на их место ставят три маленькие пустые чистые колбы (№ 1, № 2, № 3) и пипеткой вносят в них по

10 мл фильтрата (из первой в первую и т. д.). Наливают в бюретку 0,1 мл раствора гидроксида натрия. В каждую из трех колб с 10 мл фильтрата вносят по две капли фенолфталеина и титруют уксусную кислоту.

5. Отмечают число миллилитров раствора едкого натра, пошедшее на каждое титрование.

Таблица

Экспериментальные расчеты и данные

Содержимое колб	№ колбы		
	1	2	3
Объем 0,1 Н раствора уксусной кислоты, мл	20	20	20
Объем добавленной воды, мл	20	20	–
Объем добавленного ацетона, мл	–	–	20
Масса угля, г	–	1	1
Израсходовано на титрование 0,1 Н раствора гидроксида натрия, мл			
Число мл 0,1 Н раствора едкого натра, отвечающее адсорбированной углем кислоте (по разности между первой и остальными колбами)			
Количество адсорбированной уксусной кислоты в колбах № 2 и 3 (за 100 % принимается число миллилитров гидроксида натрия, пошедшее на титрование кислоты в колбе № 1)			

Работа № 2

Абсорбция из растворов, содержащих ионы кальция и свинца

Ход работы:

1. В пробирку наливают примерно 5 мл 0,05 % раствора нитрата свинца.

2. К двум-трем каплям раствора, взятым из пробирки, добавляют две-три капли раствора хромата калия, при этом образуется желтый осадок $PbCrO_4$.

3. К оставшемуся раствору в пробирке прибавляют около 0,14 активированного угля, закрывают ее пробиркой и после трехминутного встряхивания отфильтровывают раствор в чистую пробирку и убеждаются (проба с K_2CrO_4) в отсутствии ионов Pb^{2+} в растворе.

4. Аналогично проводят эксперимент с 0,02 Н раствора нитрата кальция. Ионы кальция обнаруживают качественной реакцией с оксалатом аммония.

Работа № 3

Влияние растворителя на абсорбцию (избирательность абсорбции)

Ход работы:

1. В одну пробирку приливают 5 мл слабоокрашенного водного раствора фуксина, в другую – 5 мл так же слабоокрашенного спиртового раствора фуксина, вносят по 0,1 г угля (порошка).

2. Взбалтывают и фильтруют.

3. Из спиртового раствора фуксин не абсорбируется. Почему?

Работа № 4

Избирательная абсорбция кислых и основных красок каолином

Ход работы:

1. В одну пробирку вливают примерно 2 мл разбавленного раствора эозина (или флюоресцеина), а в другую – метиленового синего.

2. В каждую пробирку вносят около 0,2 г каолина, взбалтывают и фильтруют.

3. Метиленовый синий адсорбируется, а эозин (или флюоресцеин) не адсорбируется каолином. Почему?

Работа № 5 **Избирательная абсорбция кислых и основных красок каолином**

Ход работы:

1. В одну пробирку вливают примерно 2 мл разбавленного раствора эозина (или флюоресцеина), а в другую – метиленового синего.

2. В каждую пробирку вносят около 0,2 г каолина, взбалтывают и фильтруют.

3. Метиленовый синий адсорбируется, а эозин (или флюоресцеин) не адсорбируется каолином. Почему?

Работа № 6 **Окрашивание шерсти**

Ход работы:

1. В пробирку приливают по 3 мл 0,05 % раствора метиленового синего.

2. Во вторую пробирку приливают пять капель 2 н раствора HCl и в третью – пять капель 2 н раствора NaOH.

3. В каждую пробирку вносят несколько белых шерстяных ниток, оставляют на 20–30 минут, после чего вливают растворы и тщательно промывают нитки холодной водой.

4. Шерсть интенсивно окрасилась в щелочном растворе, слабо – в нейтральном и не окрасилась в кислом растворе. Какой электрический заряд имеет шерсть (белок) в кислом и щелочном растворах? Окрасится ли шерсть в кислом и щелочном растворе «кислой» краской, например эозином? Проверьте.

Контрольные вопросы:

1. Катионы каких металлов – легких или тяжелых – адсорбируются лучше и почему?

2. В чем принцип избирательной абсорбции?

3. Каковы состав и структура полярных и неполярных адсорбентов? Приведите примеры адсорбентов.

4. Сформулируйте первое правило К. Фаянса, Ф. Панета и Н. П. Пескова.

5. Что такое лиотропные ряды (или ряды Гофмейстера)? Приведите примеры лиотропных рядов ионов.

6. Какие адсорбенты относятся к специфичным? Приведите примеры.

7. Что такое селективность адсорбента?

8. Что такое элюотропный ряд Траппе?

Тестовые задания:

1. Выберите правильное утверждение:

А. Абсорбция зависит не только от природы поглотителя, но и от природы поглощаемого вещества.

Б. Катионы тяжелых металлов адсорбируются хуже, чем катионы такой же валентности легких металлов:

а) верно только А;

б) верно только Б;

в) верно А и Б;

г) А и Б неверно.

2. Аллюмосиликаты и уголь являются соответственно:

а) полярным и неполярным адсорбентами;

б) неполярным и полярным адсорбентами;

в) полярным и неполярным адсорбентами;

г) неполярным и полярным адсорбентами.

3. Выберите правильное утверждение:

А. Согласно первому правилу, сформулированному К. Фаянсом, Ф. Панетом и Н. П. Песковым, на твердой поверхности адсорбента преимущественно адсорбируются ионы, входящие

в состав адсорбента или имеющие общую с данной поверхностью атомную группировку.

Б. Согласно второму правилу, сформулированному К. Фаянсом, Ф. Панетом и Н. П. Песковым, микроучастки поверхности адсорбента, несущие определенный заряд, адсорбируют противоположно заряженные ионы электролита:

- а) верно только А;
- б) верно только Б;
- в) верно А и Б;
- г) А и Б неверно.

4. Выберите правильную запись лиотропного ряда:

- а) $Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$;
- б) $Mg^{2+} > Ca^{2+} > Sr^{2+} > Ba^{2+}$;
- в) $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$;
- г) $Br^- < Cl^- < OH^- < I^- < CNS^-$.

Литература:

- 1. Письменко, В. Т. Коллоидная химия / В. Т. Письменко, Е. Н. Калюкова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – С. 32–37.
- 2. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин. – М. : Высшая школа, 2007. – С. 155.

ЗАНЯТИЕ № 3

ХРОМАТОГРАФИЯ БУМАЖНАЯ. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СМЕСИ КАТИОНОВ Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} МЕТОДОМ ОСАДОЧНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ НА БУМАГЕ

Цель работы: определить качественный состав смеси и установить порядок расположения зон соответствующих ионов. Разделить смесь катионов на компоненты методом бумажной хроматографии.

Основные термины и понятия:

- гель-хроматография;
- хроматография;
- электрофорез.

Оборудование и реактивы:

- фильтровальная бумага марки «синяя лента»;
- кружок диаметром 70–100 мм;
- пульверизатор или мягкая кисточка;
- раствор осадителя Na_2SiO_3 (пятипроцентный раствор);
- раствор аммиака (десятипроцентный раствор);
- раствор проявителя (рубеноводородная кислота – диамид дитиошавелевой кислоты – $H_2NC(S) - C(S)NH_2$) (0,2 г в 100 мл этилового спирта).

Ход работы:

1. Кружок фильтровальной бумаги диаметром 70–100 мм пропитывают раствором силиката натрия с массовой долей 5 % и высушивают в воздухе.
2. В центр подготовленной таким образом бумаги помещают одну каплю исследуемого раствора. Дав впитаться этой капле, наносят три-четыре капли воды, причем каждая капля должна предварительно впитаться.

3. В центр наносят две капли раствора аммиака, после чего бумагу сушат на воздухе.

4. После высушивания в центр бумаги наносят несколько капель раствора проявителя. При этом отчетливо проявляется концентрически расположенные зоны:

- ближайшая к центру оливкового – зеленая зона (зона меди);
- в середине – желтая зона (зона кобальта);
- наиболее дальняя – синяя зона (зона никеля).

5. По окраске и порядку их расположения проводится качественный анализ смеси.

Контрольные вопросы:

1. В чем сущность метода хроматографии?
2. Какие физические процессы лежат в основе хроматографии?
3. Что такое электрофорез и гель-хроматография?
4. В чем преимущества осадочной хроматографии?
5. Объясните сущность проявительного метода хроматографии.
6. Что представляет собой хроматографическая разделительная колонка?
7. От чего зависит чувствительность и точность хроматографической колонки?

Тестовые задания:

1. Все методы хроматографии основаны на следующем (их) процессе(ах):

- а) молекулярная адсорбция;
- б) ионный обмен;
- в) распределение между жидкими фазами;
- г) а+б+в.

2. Выберите правильное утверждение:

А. Для разделения веществ, сходных по структуре, используют хроматографию, электрофорез на бумаге, гель-хроматографию.

Б. Для анализа и разделения смеси веществ, установления

индивидуальности вещества используют колончатую хроматографию и хроматографию на бумаге:

- а) верно только А;
- б) верно только Б;
- в) верно А и Б;
- г) А и Б неверно.

3. Метод хроматографии, в ходе которого молекулы веществ разделяются по размеру за счет их разной способности проникать в поры неподвижной фазы, – это метод...

- а) гель-хроматография;
- б) электрофорез на бумаге;
- в) молекулярная адсорбция;
- г) ионный обмен.

Литература:

1. Письменко, В. Т. Коллоидная химия / В. Т. Письменко, Е. Н. Калюкова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – С. 43–44.
2. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин. – М. : Высшая школа, 2007. – С. 130.

ЗАНЯТИЕ № 4 ПОЛУЧЕНИЕ ЛИОФОБНЫХ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ

Цель работы: приготовить золи различными способами (методом конденсации и диспергирования) и изучить оптические свойства полученных коллоидных растворов.

Основные термины и понятия:

- гидролиз;
- диспергирование;
- дисперсная система;
- золь;
- лиофобный коллоидный раствор;
- метод диспергирования;
- метод конденсации;
- мицелла;
- опалесценция;
- пептизатор;
- пептизация;
- реакция ионного обмена;
- стабилизатор;
- эффект Тиндаля.

Работа № 1

Получение золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ посредством гидролиза

Оборудование и реактивы:

- электроплита;
- асбестированная сетка;
- коническая колба на 150 мл;
- капельная пипетка;
- 2 % р-р FeCl_3 ;
- дистиллированная вода.

Ход работы:

1. 50 мл дистиллированной воды нагреть до кипения в конической колбе.
2. В кипящую воду по каплям добавить 5 мл 2-процентного раствора FeCl_3 . В результате наблюдать получение коллоидного раствора гидроксида железа (III) интенсивно красно-коричневого цвета (чайной заварки).
3. Записать уравнение реакции гидролиза хлорида железа (III).
4. Записать уравнение реакции химического взаимодействия поверхностных молекул агрегата $\text{Fe}(\text{OH})_3$ с HCl до FeOCl .
5. Написать диссоциацию молекул FeOCl .
6. Записать схему строения мицеллы золя гидроксида железа (III).

Работа № 2

Получение золя йодида серебра методом конденсации

Оборудование и реактивы:

- пробирка высокая;
- пипетка;
- раствор 0,01N KI;
- раствор 0,01N AgNO_3 .

Ход работы:

1. В пробирку на $1/2$ налить раствор KI и прилить к нему по каплям при встряхивании раствор AgNO_3 до появления опалесцирующего золя AgI (легкой светящейся мути).
2. Записать реакцию взаимодействия KI с AgNO_3 .
3. Записать схему строения мицеллы.

Работа № 3

Получение гидрозоль серы и канифоли методом конденсации

Оборудование и реактивы:

- мерный цилиндр на 100 мл;

- две плоскодонные колбы на 100 мл с пробками;
- двухпроцентный раствор канифоли в этиловом спирте;
- насыщенный раствор серы в этиловом спирте;
- дистиллированная вода;
- раствор $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;
- раствор H_2SO_4 .

Ход работы:

1. К 5 мл дистиллированной воды при энергичном взбалтывании добавить одну-две капли двухпроцентного спиртового раствора канифоли или насыщенного раствора серы в этиловом спирте.
2. Наблюдать появление молочно-белого опалесцирующего золя.
3. К раствору $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($1/2$ пробирки) прилить четыре-пять капель раствора H_2SO_4 . При стоянии полученного раствора медленно образуется опалесцирующий золь серы.
4. Написать уравнение реакции взаимодействия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с H_2SO_4 .
5. Написать схему строения мицеллы.

Работа № 4

Получение золя гексацианоферрата (II) меди методом конденсации

Оборудование и реактивы:

- раствор $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
- пробирка высокая;
- пипетка;
- раствор CuSO_4 .

Ход работы:

1. К раствору $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ($1/2$ пробирки) прилить по каплям при встряхивании раствор CuSO_4 до образования золя красно-коричневого цвета.
2. Написать уравнение химической реакции.
3. Написать схему строения мицеллы.

Работа № 5

Получение золя гидроксида алюминия посредством пептизации (метод диспергирования)

Оборудование и реактивы:

- дистиллированная вода;
- пипетка;
- колба на 100 мл;
- 20 % раствор AlCl_3 ;
- 10 % раствор $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

Ход работы

1. К 20 мл воды добавить 15 капель раствора AlCl_3 .
2. При энергичном перемешивании по каплям добавлять раствор $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ до тех пор, пока выпадающий осадок гидроксида алюминия станет растворяться с трудом.
3. Пептизатором служит избыток хлорида алюминия, не вступающего в реакцию. Напишите уравнение реакции взаимодействия хлорида алюминия с раствором карбоната аммония.
4. Напишите схему строения мицеллы золя гидроксида алюминия.

Работа № 6

Изучение оптических свойств полученных коллоидных растворов

Оборудование и реактивы:

- аппарат Тиндаля;
- золь $\text{Fe}(\text{OH})_3$;
- золь AgI ;
- золь серы;
- золь канифоли;
- золь гексацианоферрата (II) меди;
- золь $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Ход работы:

1. Пробирки с полученными коллоидными растворами по очереди испытайте аппаратом Тиндаля на эффект Тиндаля.
2. Сделайте схематический рисунок опыта.
3. Полученные в работах 1–5 результаты оформите в виде таблицы.

Коллоидный раствор	Метод получения и тип реакции	Внешний вид золя (цвет, опалесценция)	Наличие конуса Тиндаля
Золь Fe(OH) ₃			
Золь AgI			
Золь серы			
Золь канифоли			
Золь гексацианоферрата (II) меди			
Золь Al(OH) ₃			

4. Сделайте общий вывод о методах получения дисперсных систем и их оптических свойствах.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение терминам «дисперсная система», «коллоидный раствор», «золь».
2. Охарактеризуйте нефтяной шлам как дисперсную систему. Учтите тот факт, что дисперсная фаза может быть минерального и органического происхождения.
3. Какими методами можно получить лиофобные коллоидные растворы?
4. В чем отличие методов диспергирования от конденсационных методов?
5. Что такое стабилизатор?
6. Какие способы получения коллоидных систем относятся к методам конденсации?

7. Каковы основные условия образования золь методом химической конденсации?
8. Что такое опалесценция?
9. Объясните, почему цвет опалесценции золь преимущественно голубой.

Тестовые задания:

1. Лيوфобный золь – это...

- а) термодинамически устойчивые системы, их частицы с течением времени склонны к агрегации и осаждению;
- б) гидрофильные золи;
- в) термодинамически неустойчивые системы, их частицы с течением времени склонны к агрегации и осаждению;
- г) системы, частицы дисперсной фазы которых интенсивно взаимодействуют с дисперсионной средой.

2. К методам конденсации относятся следующие способы получения коллоидных систем:

- а) конденсация молекул испаряющегося вещества, соединяющихся в мелкие частицы при охлаждении;
- б) изменение среды, при котором вещество из растворимого становится нерастворимым или малорастворимым (замена растворителя);
- в) химическая конденсация, происходящая в результате химических реакций в растворе, сопровождающихся образованием труднорастворимых соединений в данной дисперсионной среде;
- г) все перечисленные выше методы.

3. Основными условиями образования золь методом химической конденсации являются:

- а) маленькие концентрации исходных растворов;
- б) большие концентрации исходных растворов;
- в) недостаток одного из реагентов по сравнению с другим, обеспечивающий формирование двойного ионного слоя на поверхности кристаллических частичек;
- г) нагревание исходных веществ.

4. Такие методы, как истирание, раздавливание, раскатывание, распыление, барботаж (пропускание струи воздуха через жидкость), встряхивание, взрыв, действие звуковых и ультразвуковых волн, относятся к:

- а) электрическому диспергированию;
- б) физико-химическому диспергированию;
- в) химическому диспергированию;
- г) механическому диспергированию.

5. Цвет опалесценции золь преимущественно:

- а) розовый;
- б) желтый;
- в) голубой;
- г) белый.

6. Выберите правильное утверждение:

- а) истинные растворы способны рассеивать свет, в результате чего наблюдается опалесценция;
- б) золи способны рассеивать свет, в результате чего наблюдается конус Тиндаля;
- в) высокодисперсный коллоидный раствор внешне отличается от истинного (молекулярного) раствора;
- г) золи не способны рассеивать свет.

Литература:

1. Брянский, Б. Я. Коллоидная химия : учеб. пособие / Б. Я. Брянский. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – С. 87.
2. Коллоидная химия : учеб. пособие / Н. Н. Францева [и др.]. – Ставрополь : Ставропольский гос. аграр. ун-т, Параграф, 2013. – С. 15.
3. Письменко, В. Т. Коллоидная химия / В. Т. Письменко, Е. Н. Калюкова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – С. 46–51.
4. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин. – М. : Высшая школа, 2007. – С. 234, 284.

ЗАНЯТИЕ № 5 ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕАГИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ

Цель работы: выявить влияние концентраций реагирующих веществ на образование коллоидных растворов.

Основные термины и понятия:

- гель;
- золь;
- коллоидный раствор.

Размер дисперсных частиц при реакции двойного обмена, в результате которого получаются нерастворимые продукты, зависят от концентрации реагирующих веществ. При очень высоких и очень низких концентрациях получаются высокодисперсные (коллоидные) системы. В первом случае это объясняется возникновением одновременно очень большого количества центров кристаллизации (зародышевых центров), что связано с расходом всего реагирующего вещества. Возможность дальнейшего роста частиц ограничивается.

В случае низких концентраций весь возможный избыток веществ расходуется на возникновение сравнительно небольшого числа центров кристаллизации и дальнейший рост частиц тем самым исчерпывается. При средних концентрациях реагирующих веществ получается грубодисперсные частицы, выпадающие в осадок.

Оборудование и реактивы:

- три стакана на 100 мл;
- пробирки;
- бюретки на 25 мл;
- насыщенный раствор FeCl_3 ;
- раствор 0,005 н FeCl_3 ;

- раствор 0,05 Н FeCl₃;
- раствор 0,005 Н K₄[Fe(CN)₆];
- раствор 0,05 Н K₄[Fe(CN)₆];
- насыщенный раствор K₄[Fe(CN)₆].

Работа № 1

Получение золя берлинской лазури

Ход работы:

1. В пробирку наливают 1 мл 0,005 Н раствора хлорида железа (III) и добавляют 1 мл 0,005 Н раствора желтой кровяной соли K₄[Fe(CN)₆].

2. Раствор переливают в стакан и разбавляют полученный раствор примерно 25 мл дистиллированной воды. Получается прозрачный коллоидный раствор берлинской лазури Fe₄[Fe(CN)₆]₃.

Работа № 2

Получение осадка берлинской лазури

Ход работы:

1. В пробирку наливают 1 мл 0,05 Н раствора хлорида железа (III) и добавляют 1 мл 0,05 Н раствора желтой кровяной соли K₄[Fe(CN)₆]. Из мутного раствора выпадает осадок берлинской лазури.

2. Отметить цвет осадка.

Работа № 3

Получение геля берлинской лазури

Ход работы:

1. В пробирку помещают две-три капли насыщенного раствора хлорида железа (III) и две-три капли насыщенного раствора желтой кровяной соли. Образуется студнеобразный осадок.

2. Часть полученного осадка переносят в стакан со 100 мл

дистиллированной воды и размешивают. Получается устойчивый золь берлинской лазури.

Контрольные вопросы:

1. Объясните особенности влияния концентрации реагирующих веществ на образование золя, осадка и геля берлинской лазури.

2. Какие системы образуются при средних концентрациях реагирующих веществ?

3. При каких концентрациях получают коллоидные системы?

4. Что такое «бингамовская жидкость»?

5. Какими свойствами должны обладать гелевые поршни, применяемые для очистки трубопроводов?

Тестовые задания:

1. Высокодисперсные (коллоидные) системы получают в результате:

а) только при очень высоких концентрациях реагирующих веществ;

б) только при очень низких концентрациях реагирующих веществ;

в) при очень высоких и очень низких концентрациях реагирующих веществ;

г) концентрация реагирующих веществ не влияет на получение.

2. При средних концентрациях реагирующих веществ получают:

а) грубодисперсные системы;

б) коллоидные системы;

в) истинные растворы.

3. При взаимодействии 1 мл 0,005 Н раствора хлорида железа (III) и 1 мл 0,005 Н раствора желтой кровяной соли K₄[Fe(CN)₆] образуется:

а) осадок берлинской лазури;

- б) гель берлинской лазури;
- в) золь берлинской лазури;
- г) раствор берлинской лазури.

Литература:

1. Коллоидная химия : учеб. пособие / Н. Н. Францева [и др.]. – Ставрополь : Ставр. гос. аграр. ун-т, Параграф, 2013. – С. 17.
2. Письменко, В. Т. Коллоидная химия / В. Т. Письменко, Е. Н. Калюкова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – С. 51.

ЗАНЯТИЕ № 6 ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОФИЛЬНЫХ ЗОЛЕЙ И ИХ СВОЙСТВА

Цель работы: опытным путем получить некоторые лиофильные золи и ознакомиться с их свойствами.

Основные термины и понятия:

- высокомолекулярные вещества;
- гель;
- гидрофильный золь;
- лиофильный золь;
- тиксотропия.

Оборудование и реактивы:

- штатив с пробирками;
- ступка с пестиком;
- фарфоровая чашка;
- песчаная баня;
- технические весы;
- мерные колбы вместимостью 100 и 50 мл;
- химические стаканы вместимостью 100 и 200 мл;
- бюретка вместимостью 50 мл;
- крахмал;
- пищевой желатин (листочки);
- казеин в порошке;
- куриное яйцо или альбумин в порошке;
- раствор 0,1N NaCH₃COO;
- золь берлинской лазури Fe₄[Fe(CN)₆]₃;
- насыщенный раствор Al₂(SO₄)₃.

Работа № 1 Получение золя крахмала

Ход работы:

1. 0,5 г крахмала тщательно растирают в фарфоровой ступ-

ке, переносят в стакан и перемешивают с 10 мл дистиллированной воды.

2. Добавляют еще 90 мл воды.

3. Затем при постоянном перемешивании доводят полученную смесь крахмала в воде до кипения. После нескольких вскипаний получается 0,5 % опалесцирующий золь крахмала.

Работа № 2 **Получение золя желатина**

Ход работы:

1. 0,5 г разрезанного на кусочки листового желатина вносят в стакан вместимостью 200 мл, заливают 50 мл дистиллированной воды и оставляют на 6–8 часов для набухания.

2. После набухания добавляют в стакан еще 50 мл воды и нагревают на водяной бане при температуре 40–50° до полного растворения набухшего желатина.

3. В полученный золь желатина добавляют несколько капель формальдегида (для консервирования).

Работа № 3 **Получение золя яичного альбумина**

Ход работы:

1. В мерную колбу вместимостью 100 мл вносят 5 г предварительно растертого в ступке яичного альбумина (порошка) или небольшую часть белка куриного яйца.

2. Заливают белок 40–50 мл холодной дистиллированной воды и взбалтывают до полного растворения.

3. Затем доливают в колбу воды до метки. Получается золь белка.

Работа № 4 **Получение золя казеина**

Ход работы:

1. В мерную колбу вместимостью 50 мл наливают 0,1 н рас-

твора ацетата натрия, 10 мл воды и добавляют 0,2 г порошка казеина.

2. Нагревают раствор до 40–50° при перемешивании до растворения казеина.

3. Охлаждают раствор и доливают в колбу дистиллированной воды до метки. Получают слегка опалесцирующий раствор казеина.

Работа № 5 **Устойчивость гидрофильных растворов к нагреванию и электролитам**

Ход работы:

1. В четыре пробирки наливают по 5 мл полученных растворов гидрофильных золь и нагревают до кипения. Отмечают, какой из испытуемых золь является устойчивым к нагреванию.

2. В одну пробирку наливают 5 мл золя берлинской лазури, полученного в предыдущей работе. В четыре другие пробирки наливают по 5 мл гидрофильных золь: крахмала, желатина, яичного альбумина и казеина.

3. В каждую из пяти пробирок капают по каплям из бюретки насыщенного раствора сульфата алюминия до коагуляции коллоидного раствора, отмечая количество электролита, необходимое для коагуляции каждого раствора.

4. Полученные результаты записывают в таблицу 1.

Таблица 1

Устойчивость гидрофильных золь к электролитам

№	Золь	Количество капель (или мл) $Al_2(SO_4)_3$, вызывающее коагуляцию золя
1.	Берлинская лазурь	
2.	Крахмал	
3.	Яичный альбумин (белок)	
4.	Казеин	

Контрольные вопросы:

1. Какими способами можно получить лиофильные золи?
2. Какими свойствами обладают лиофильные золи?
3. Что является условием перехода лиофильных растворов в гели?
4. Что такое тиксотропия?

Тестовые задания:

1. Для гидрофильных золь характерно(ы) следующее (ие) свойство(а):

- а) неспособность частиц проходить через полупроницаемые мембраны;
- б) способность коагулировать и пептизироваться под воздействием внешних факторов;
- в) очень малые скорости диффузии;
- г) все перечисленные выше признаки.

2. Примерами гидрофильных золь являются:

- а) золь крахмала и золь желатина;
- б) золь яичного альбумина и золь гидроксида железа (III);
- в) золь казеина и золь берлинской лазури;
- г) золь берлинской лазури и золь гидроксида железа (III).

3. К специфическим особенностям лиофильных золь или ВМС относятся:

- а) высокая степень устойчивости;
- б) обратимость происходящих в них процессов;
- в) самопроизвольное образование растворов ВМС;
- г) все перечисленные выше особенности.

4. Процесс коагулирования гидрофильных коллоидов называют:

- а) стабилизацией;
- б) высаливанием;
- в) гелеобразованием;
- г) адсорбцией.

Литература:

1. Брянский, Б. Я. Коллоидная химия : учеб. пособие / Б. Я. Брянский. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – С. 87.
2. Письменко, В. Т. Коллоидная химия / В. Т. Письменко, Е. Н. Калюкова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – С. 52–54.
3. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин. – М. : Высшая школа, 2007. – С. 234.

ЗАНЯТИЕ № 7

КОАГУЛЯЦИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГА КОАГУЛЯЦИИ ЗОЛЯ ГИДРОКСИДА ЖЕЛЕЗА (III) ВИЗУАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: ознакомиться с методом коагуляции гидрофобных и гидрофильных зелей. Приготовить золь и провести коагуляцию электролитами, содержащими ионы-коагуляторы различной величины заряда. Вычислить порог коагуляции для каждого электролита, содержащего противоионы различной валентности. Проверить выполнение правила Шульце-Гарди.

Основные термины и понятия:

- агрегативная устойчивость;
- валентность;
- диффузный слой;
- ион-коагулятор;
- коагуляция;
- мицелла;
- молекулярно-кинетическая устойчивость;
- порог коагуляции;
- потенциалопределяющие ионы;
- правило Шульце-Гарди;
- противоионы;
- седиментация;
- сольватация коллоидных частиц;
- электролит;
- явление перезарядки зелей.

Оборудование и реактивы:

- двенадцать пробирок;
- раствор 1Н КСl;
- раствор 0,01Н K₂SO₄;
- раствор 0,001Н K₃[Fe(CN)₆];
- золь гидроксида железа (III) Fe(OH)₃.

Ход работы:

1. В девять чистых пробирок наливают по 5 мл золя гидроксида железа и указанное количество дистиллированной воды и раствора электролита (раствор электролита берется по указанию преподавателя).
2. Содержимое пробирок хорошо перемешивают и через 30 мин. отмечают, в каких пробирках наблюдается явная коагуляция (помутнение) и последующая седиментация. При помутнении раствора в таблице ставят знак «+».

Таблица

Результаты опыта по определению порога коагуляции

Номер пробирок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем золя, мл	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Объем воды, мл	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1,0	0,5
Объем электролита, мл	0	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3	3,5	4	4,5
Общий объем смеси, мл	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Помутнение через 30 мин.										

Контрольные вопросы:

1. Какие методы коагуляции гидрофобных и гидрофильных зелей вам известны?
2. Что такое агрегативная и молекулярно-кинетическая устойчивость? От чего они зависят?
3. Что такое коагуляция и порог коагуляции?
4. От чего зависит коагулирующая способность электролитов?
5. Объясните явление «седиментация».
6. Какие факторы определяют высокую устойчивость гидрофильных коллоидов?
7. Объясните сущность стадий медленной и быстрой коагуляции.
8. Объясните явление перезарядки зелей.

9. При очистке сточных вод применяется коагуляция, то есть вводятся коагулянты (соли аммония, железа, меди, шламовых отходов). Объясните сущность происходящих физико-химических процессов.

Тестовые задания:

1. Отличительная черта коллоидных систем – это их неустойчивость, ведущая во многих случаях к выделению осадков от прибавления незначительных количеств электролитов. Следствием неустойчивости зольей может быть:

- а) их стабилизация;
- б) постоянство их дисперсности;
- в) непостоянство их дисперсности;
- г) их агрегативная устойчивость.

2. Профессор Н. П. Песков ввел в науку о коллоидных системах понятия агрегативной и молекулярно-кинетической устойчивости:

А. Агрегативная устойчивость зависит от способности системы в той или иной мере сохранять степень дисперсности образующих ее мицелл.

Б. Кинетическая устойчивость зависит от способности диспергированных частиц, не меняя степени своей дисперсности, противостоять действию силы тяжести или центробежной силы, стремящихся вызвать выделение мицелл из золя:

- а) верно только А;
- б) верно только Б;
- в) верно А и Б;
- г) А и Б неверны.

3. Агрегативная устойчивость:

А. Объясняется наличием у коллоидных частиц разноименных зарядов, что мешает им соединяться в более крупные агрегаты.

Б. Объясняется тем, что вокруг коллоидных частиц могут образоваться тесно связанные с ними сольватные оболочки из молекул растворителя:

- а) верно только А;
- б) верно только Б;
- в) верно А и Б;
- г) А и Б неверны.

4. Коагуляция – это...

- а) объединение мелких диспергированных частиц в бóльшие по размеру агрегаты;
- б) процесс поглощения вещества из раствора поверхностным слоем жидкости или твёрдого тела;
- в) явление резкого усиления рассеяния света чистыми жидкостями и газами при достижении критической точки, а также растворами в критических точках смешения;
- г) оседание частиц дисперсной фазы в жидкости или газе под действием гравитационного поля или центробежных сил.

5. Седиментация – это...

- а) объединение мелких диспергированных частиц в бóльшие по размеру агрегаты;
- б) процесс поглощения вещества из раствора поверхностным слоем жидкости или твердого тела;
- в) явление резкого усиления рассеяния света чистыми жидкостями и газами при достижении критической точки, а также растворами в критических точках смешения;
- г) оседание частиц дисперсной фазы в жидкости или газе под действием гравитационного поля или центробежных сил.

6. Коагуляция может наступить при действии на коллоидную систему таких факторов, как:

- а) длительный диализ, механическое воздействие (размешивание или встряхивание);
- б) сильное охлаждение или нагревание, действие лучистой энергии;
- в) добавление растворов неэлектролитов и электролитов;
- г) все факторы, перечисленные выше.

7. Порог коагуляции – это...

- а) минимальная концентрация электролита, при которой начинается коагуляция;

б) оседание частиц дисперсной фазы в жидкости или газе под действием гравитационного поля или центробежных сил;

в) способность некоторых дисперсных систем обратимо разжижаться при достаточно интенсивных механических воздействиях (перемешивании, встряхивании) и отвердевать (терять текучесть) при пребывании в покое;

г) явление перемещения частиц дисперсной фазы (коллоидных или белковых растворов) в жидкой или газообразной среде под действием внешнего электрического поля.

8. Правило значности (правило Шульце-Гарди) звучит:

а) коагулирующее действие определяется валентностью того иона, который имеет заряд, одноименный по знаку заряду коллоидной частицы;

б) коагулирующее действие определяется валентностью того иона, который имеет заряд, противоположный по знаку заряду коллоидной частицы;

в) коагулирующее действие определяется валентностью того иона, который имеет заряд, одноименный по знаку заряду мицеллы;

г) коагулирующее действие определяется валентностью того иона, который имеет заряд, противоположный по знаку заряду мицеллы.

Литература:

1. Брянский, Б. Я. Коллоидная химия : учеб. пособие / Б. Я. Брянский. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – С. 93.

2. Коллоидная химия : учеб. пособие / Н. Н. Францева [и др.]. – Ставрополь : Ставр. гос. аграр. ун-т, Параграф, 2013. – С. 28.

3. Письменко, В. Т. Коллоидная химия / В. Т. Письменко, Е. Н. Калюкова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – С. 54–60.

4. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин. – М. : Высшая школа, 2007. – С. 368.

ЗАНЯТИЕ № 8 ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ЭМУЛЬСИЙ

Цель работы: опытным путем получить эмульсии, определить их тип, объяснить их строение и устойчивость.

Основные термины и понятия:

- коалесценция;
- обратная эмульсия;
- обращение фаз эмульсий;
- ПАВ;
- прямая эмульсия;
- эмульсия.

Оборудование и реактивы:

- микроизмельчитель с регулятором напряжения;
- гомогенизатор;
- стаканы вместимостью 50–100 мл;
- колбы вместимостью 50–100 мл;
- мерный цилиндр с притертой пробкой вместимостью 100 мл;
- бюретка вместимостью 50 мл;
- градуированная пипетка вместимостью 5–10 мл;
- пробирки;
- предметное стекло;
- фильтровальная бумага;
- толуол;
- подсолнечное масло;
- раствор ПАВ с концентрацией 0,1 моль/л (олеата или додецилсульфата натрия);
- 2 % спиртовой раствор мыла;
- кристаллическая бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$;
- краситель метиленовый синий.

Работа № 1
Получение эмульсии толуола

Ход работы:

1. В цилиндр с пробкой наливают около 50 мл воды и добавляют 10 мл толуола.
2. Энергично взбалтывают. Дают подняться.
3. Эмульсия не образуется, быстро наступает расслоение жидкости. Отметьте время расслоения.
4. Добавить 10 мл 2 % раствора мыла и энергично взболтать. Образуется эмульсия толуола.
5. Добавить 10 мл эмульсии в пробирку и определить время расслоения.

Работа № 2
Получение эмульсии подсолнечного масла

Ход работы:

1. Отвешивают 4–5 г буры и растворить ее при нагревании в 95 мл дистиллированной воды.
2. Полученный раствор наливают в мерный шприц с притертой пробкой, добавить 2–3 мл подсолнечного масла и сильно взболтать.
3. 10 мл эмульсии из цилиндра переливают в пробирку и определяют время расслоения.

Работа № 3
Получение эмульсии типа м/в с применением электрической мешалки и определение ее устойчивости

Ход работы:

1. Готовят раствор ПАВ объемом 40 мл путем разбавления исходного раствора ПАВ водой в соответствии с таблицей:

Таблица

Растворы ПАВ различной концентрации

Номер колбы	1	2	3	4
Объем раствора ПАВ, мл	40	30	20	10
Объем воды, мл	–	10	20	30

2. С помощью гомогенизатора получают эмульсию. стакан вместимостью 50–100 мл устанавливают таким образом, чтобы мешалка находилась по центру и могла свободно вращаться.

3. В стакан наливают 12,5 мл раствора ПАВ из колбы 1. Этот раствор служит дисперсионной средой эмульсии. Включают мотор и из бюретки в стакан наливают 37,5 мл масла (диспергируемой жидкости) в течение 10 минут.

4. После введения масла продолжают перемешивать еще 10 минут.

5. Таким образом готовят эмульсии с другими растворами ПАВ. Сразу же после получения эмульсии 10 мл ее переливают из цилиндра в пробирку для определения времени расслоения ее на две фазы.

6. Определить тип эмульсии.

7. Полученные данные заносят в таблицу.

Таблица

Экспериментальные результаты определения типа эмульсии и ее устойчивости

Концентрация ПАВ, моль/л	Концентрация эмульсии, % (об.)	Время расслоения, мин.	Тип эмульсии

Работа № 4
Определение типа эмульсии

Ход работы:

1. Каплю эмульсии и каплю воды помещают на предметное стекло, стекло наклоняют так, чтобы капли пришли в соприкосновение. Если капли сольются, то дисперсной фазой является вода, если не сольются – масло.

2. На фильтровальную бумагу наносят каплю эмульсии. Если средой является вода, то капля сразу впитывается бумагой, на которой останется жирное пятно. Капля эмульсии в/м не всасывается.

3. Эмульсию наливают в пробирку и добавляют несколько капель красителя метиленового синего, растворимого в воде. Эмульсия м/в окрашивается в синий цвет, эмульсия в/м не окрашивается.

4. Сопоставьте свойства типичных взвесей, зелей и истинных растворов, заполнив таблицу. Напишите схемы образования коллоидных систем.

Таблица

Свойства дисперсных систем

№ п/п	Свойства	Грубая взвесь	Коллоидный раствор	Истинный раствор
1.	Средний размер частиц			
2.	Способность проходить через фильтровальную бумагу			
3.	Способность проходить через полупроницаемые мембраны (животный пузырь, пергамент, пленку из коллодия и др.)			
4.	Оптические свойства			

Продолжение таблицы

№ п/п	Свойства	Грубая взвесь	Коллоидный раствор	Истинный раствор
5.	Можно ли частицу обнаружить при помощи микроскопа, ультрамикроскопа			
6.	Осмотическое давление			

Контрольные вопросы:

1. Назовите особенности строения и свойств эмульсий.
2. Какими методами можно получить эмульсии?
3. Какие типы эмульсий известны?
4. В чем сущность явления обращения фаз эмульсий или инверсии?
5. Приведите примеры ПАВ, оказывающих стабилизирующее действие на эмульсии.
6. Что такое коалесценция?
7. Где и при каких условиях начинается образование эмульсии нефти и пластовой воды в условиях промысла?
8. Приведите примеры природных эмульгаторов.
9. Перечислите несколько методов разрушения эмульсий.
10. Объясните понятия «флокуляция», «сепарация». Приведите примеры этих процессов в условиях добычи и подготовки продукции нефтяных скважин.
11. Для чего воду, закачиваемую в нефтяной пласт, обрабатывают ПАВ?

Тестовые задания:

1. Эмульсия – это...
 - а) смесь веществ, где твердое вещество распределено в виде мельчайших частиц в жидком веществе во взвешенном (неосевшем) состоянии;
 - б) дисперсная система, состоящая из микроскопических ка-

пель жидкости (дисперсной фазы), распределенных в другой жидкости (дисперсионной среде);

в) дисперсная система с газовой дисперсной фазой и жидкой или твердой дисперсионной средой;

г) дисперсная система, состоящая из взвешенных в газовой среде (дисперсионной среде) мелких частиц (дисперсной фазы).

2. Различают два основных типа эмульсий – дисперсии масла в воде (м/в) – прямая эмульсия и дисперсии воды в масле (в/м) – обратная эмульсия. Соотнесите примеры с типами эмульсии:

1. Прямая эмульсия.

2. Обратная эмульсия:

а) в пластовой воде диспергированы капельки нефти;

б) нефть, добытая контактным способом;

в) нефть, добытая газлифтным способом;

г) нефть, поступившая на НПЗ.

Ответы:

А	Б	В	Г

3. Эмульсии можно получить:

а) методом прерывистого встряхивания;

б) гомогенизированием;

в) механическим диспергированием;

г) всеми перечисленными выше методами.

4. Эмульсии можно получить:

а) методом прерывистого встряхивания;

б) гомогенизированием;

в) механическим диспергированием;

г) всеми перечисленными выше методами.

5. Устойчивость эмульсии повышают введением в систему:

а) электролита;

б) ПАВ;

в) высокомолекулярных соединений;

г) всеми перечисленными выше методами.

6. Коалесценция – это...

а) полное разрушение эмульсии (слипание капелек), приводящее к выделению в чистом виде обеих фаз жидкости;

б) всплывание или оседание капель дисперсной фазы;

в) превращение эмульсии одного типа в другой путем добавления к ней большого количества эмульгатора другого рода при энергичном перемешивании;

г) нет правильного ответа.

Литература:

1. Брянский, Б. Я. Коллоидная химия : учеб. пособие / Б. Я. Брянский. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – С. 100.

2. Коллоидная химия : учеб. пособие / Н. Н. Францева [и др.]. – Ставрополь : Ставроп. гос. аграр. ун-т, Параграф, 2013. – С. 36.

3. Письменко, В. Т. Коллоидная химия / В. Т. Письменко, Е. Н. Калюкова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – С. 61–66.

4. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин. – М. : Высшая школа, 2007. – С. 354.

РАЗДЕЛ 3.
ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»

1. Сорбционные процессы разделения компонентов нефти.
2. Исследование адсорбции порошковыми сорбентами серо-содержащих соединений из дизельной фракции нефти.
3. Анализ эффективности использования нефтесорбентов при аварийных разливах нефти на почву.
4. Нефтесорбенты: разнообразие и эффективность использования.
5. Использование пеностекла и полимерных материалов в качестве эффективных нефтесорбентов.
6. Ресурсо- и энергосберегающая технология получения нефтесорбента.
7. Нефтегазовые нанотехнологии – виды, область использования.
8. Поверхностно-активные вещества в нефтегазовом деле.
9. Наноявления и нанотехнологии в добыче нефти и газа.
10. Влияние капиллярного гистерезиса на макродispersность пластовых нефтяных систем.
11. Влияние пластовых электрических зарядов на диспергирование нефти.
12. Глинодиспергация: понятие, процесс.
13. «Умные наножидкости» в добыче нефти.
14. Анализ уровней дисперсности пластовых систем «газ–вода–порода».
15. Применение пенных барьеров на газовых залежах.
16. Газогидраты – неисчерпаемые ресурсы углеводородов.
17. Газогидраты – наноструктурированные углеводороды.
18. О роли метония в образовании газогидратов.
19. Транспорт газа в газогидратном состоянии.
20. Применение наноструктурированных материалов в нефтегазовом комплексе.

21. Цинк-силикатные покрытия. Активная защита от коррозии.
22. Порошковые материалы для антикоррозионной защиты трубопроводов.
23. Сухие смеси при цементировании нефтегазовых скважин.
24. Исследование сорбционных свойств природного материала на основе оксида кремния.

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Занятие № 1. Изучение адсорбции уксусной кислоты на поверхности угля в зависимости от концентрации при постоянной температуре							
1	2	3	4	5			
г	в	а	в	г			
Занятие № 2. Избирательность адсорбции. Влияние растворителя на адсорбцию							
1	2	3	4				
а	в	в	в				
Занятие № 3. Хроматография бумажная. Качественный анализ смеси катионов Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} методом осадочной хроматографии на бумаге							
1	2	3					
г	в	а					
Занятие № 4. Получение лиофобных коллоидных растворов							
1	2	3	4	5	6		
в	г	а	г	в	б		
Занятие № 5. Влияние концентрации реагирующих веществ на процесс образования коллоидных растворов							
1	2	3					
в	а	в					
Занятие № 6. Получение гидрофильных золей и их свойства							
1	2	3	4				
г	а	г	б				
Занятие № 7. Коагуляция. Определение порога коагуляции золя гидроксида железа (III) визуальным методом							
1	2	3	4	5	6	7	8
в	в	б	а	г	г	а	б
Занятие № 8. Получение и свойства эмульсий							
1	2	3	4	5	6		
б	а-1 б-2 в-2 г-2	г	г	г	а		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брянский, Б. Я. Коллоидная химия : учеб. пособие / Б. Я. Брянский. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 104 с.
2. Коллоидная химия. Примеры и задачи : учеб. пособие / В. Ф. Марков [и др.]. – Екатеринбург : Урал. фед. ун-т, 2015. – 188 с.
3. Глазачева, Е. Н. Коллоидная химия. Методические указания к выполнению лабораторных работ : учеб. пособие / Е. Н. Глазачева, М. В. Успенская. – СПб. : Университет ИТМО, 2015. – 62 с.
4. Коллоидная химия : учеб. пособие / Н. Н. Францева [и др.]. – Ставрополь : Ставроп. гос. аграр. ун-т, Параграф, 2013. – 52 с.
5. Кругляков, П. М. Физическая и коллоидная химия / П. М. Кругляков, Т. Н. Хаскова. – М. : Высшая школа, 2007. – 320 с.
6. Медведева, Ч. Б. Прикладная химия. Химия и технология подготовки нефти : учеб. пособие / Ч. Б. Медведева, Т. Н. Качалова, Р. Г. Тагашева. – Казань : Казан. нац. исслед. техн. ун-т, 2012. – 81 с.
7. Письменко, В. Т. Коллоидная химия / В. Т. Письменко, Е. Н. Калюкова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 76 с.
8. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин. – М. : Высшая школа, 2007. – 444 с.

ГЛОССАРИЙ

Агрегативная устойчивость – это способность дисперсной системы сохранять неизменной во времени степень дисперсности, то есть размеры частиц и их индивидуальность.

Адсорбент – высокодисперсное природное или искусственное вещество с большой удельной поверхностью, на которой происходит адсорбция веществ из соприкасающихся с ней газов или жидкостей. Адсорбенты применяют при переработке нефти, при аварийных разливах нефти на почве и воде, для очистки воды от металлов и примесей, в противогазах, в качестве носителей катализаторов, для очистки газов, спиртов, масел, для разделения спиртов и пр. Самыми распространенными видами адсорбентов являются: активированные угли, активированные оксиды алюминия, силикагели, кремнеземы (диоксиды кремния) и др.

Адсорбент полярный – адсорбенты, как правило, лучше адсорбируют полярные адсорбтивы. Полярными адсорбентами являются кремнезем либо оксиды металлов. Кремнийсодержащими материалами являются силикагель, фуллерова земля, диатомитовые земли, кизельгур и синтетические цеолиты.

Адсорбент аполярный – адсорбенты, как правило, лучше адсорбируют неполярные адсорбтивы. Неполярные адсорбенты – активные угли, графитированная сажа, кизельгур, или диатомит.

Адсорбенты специфичные – адсорбенты, которые адсорбируют ионы одного вида.

Адсорбтив – вещество, молекулы которого поглощаются адсорбентом в процессе адсорбции.

Адсорбция – процесс поглощения вещества из раствора поверхностным слоем жидкости или твердого тела.

Адсорбция избирательная – это процесс фиксации на твердой поверхности ионов одного знака заряда при сохранении подвижности ионов противоположного знака. Процесс подчиняется правилам Панета и Фаянса.

Адсорбция ионная – адсорбция из растворов сильных электролитов. В этом случае растворенное вещество адсорбируется в виде ионов.

Адсорбция обменная – это процесс обмена ионов между раствором и твердой фазой – адсорбентом.

Адсорбция эквивалентная – эквивалентное поглощение и катионов, и анионов (молекулы поглощаются целиком), характерна для слабых электролитов.

Валентность – способность атомов химических элементов образовывать определенное число химических связей.

Высокомолекулярные вещества – химические вещества, молекулярные массы которых составляют величину от нескольких сотен до десятков миллионов углеродных единиц.

Гель – дисперсная система с жидкой дисперсионной средой, в которой частицы дисперсной фазы образуют пространственную структурную сетку.

Гель-хроматография – разновидность хроматографии, в ходе которой молекулы веществ разделяются по размеру за счет их разной способности проникать в поры неподвижной фазы. При этом первыми выходят из колонки наиболее крупные молекулы (большой молекулярной массы), способные проникать в минимальное число пор стационарной фазы. Последними выходят вещества с малыми размерами молекул, свободно проникающие в поры.

Гидролиз – это разложение веществ водой.

Гидрофильный золь – см. *лиофильный золь*.

Диспергирование – тонкое измельчение твердых тел или жидкостей, в результате чего получают порошки, суспензии, эмульсии.

Дисперсная система – образования из двух или большего числа фаз (тел), которые практически не смешиваются и не реагируют друг с другом химически. В типичном случае двухфазной системы первое из веществ (дисперсная фаза) мелко распределено во втором (дисперсионная среда).

Диффузный слой – это часть двойного электрического слоя, в котором концентрация ионов меняется под воздействи-

ем электродного потенциала от величины ее в адсорбционном слое (гельмогельцевский слой, толщина которого равна ионному радиусу) до равновесной концентрации в глубине электролита.

Золь – высокодисперсная коллоидная система (коллоидный раствор) с жидкой (лиоозоль) или газообразной (аэрозоль) дисперсионной средой, в объеме которой распределена другая (дисперсная) фаза в виде капелек жидкости, пузырьков газа или мелких твердых частиц, размер которых лежит в пределе от 1 до 100 нм (10^{-9} – 10^{-7} м).

Изотерма адсорбции – изотерма адсорбции, изотерма сорбции – зависимость количества адсорбированного вещества (величины адсорбции) от парциального давления этого вещества в газовой фазе (или концентрации раствора) при постоянной температуре. Экспериментальные изотермы адсорбции являются наиболее распространенным способом описания адсорбционных явлений.

Ион-коагулятор – это ион, заряд которого всегда противоположен заряду гранулы мицеллы.

Коагуляция – объединение мелких диспергированных частиц в большие по размеру агрегаты. Коагуляция в лиозолях приводит к образованию сетчатой структуры (застудневание) или вызывает выпадение коагулята – хлопьевидного осадка.

Коалесценция – слияние частиц (например, капель или пузырей) внутри подвижной среды (жидкости, газа) или на поверхности тела. В жидкой дисперсионной среде коалесценции часто предшествует коагуляция.

Коллоидный раствор – это высокодисперсная двухфазная система, состоящая из дисперсионной среды и дисперсной фазы, причем линейные размеры частиц последней лежат в пределах от 1 до 100 нм. Как видно, коллоидные растворы по размерам частиц являются промежуточными между истинными растворами и суспензиями и эмульсиями. Коллоидные частицы обычно состоят из большого числа молекул или ионов. Коллоидные растворы иначе называют золями. Их получают дисперсионными и конденсационными методами.

Лиотропные ряды (или ряды Гофмейстера) – ряды ионов,

расположенных в порядке усиления или ослабления их влияния на свойства растворителя (вязкость, поверхностное натяжение, растворяющая способность и др.), а также на скорость и глубину химических реакций и физико-химических процессов в данном растворителе (например ионообменная способность). При изменении состава растворителя, значения водородного показателя (рН), температуры последовательность ионов в ряду может меняться вплоть до полного обращения ряда.

Лиофильный золь – это золь, интенсивно взаимодействующий с водой.

Лиофобный коллоидный раствор – состоит из двух частей: мицелл и интермицеллярной жидкости. Лиофобные коллоиды являются гетерогенными высокодисперсными коллоидными системами. К ним принадлежат большей частью системы из неорганических веществ в водной дисперсионной среде. Типично лиофобные коллоиды при выделении дисперсной фазы образуют осадки, порошкообразные по структуре и не содержащие значительных количеств дисперсионной среды.

Метод диспергирования – методы получения коллоидов, основанные на раздроблении частиц вещества. К методам диспергирования относятся:

– механическое диспергирование – осуществляется под действием внешней механической работы. Способы: истирание, раздавливание, раскалывание, распыление, барботаж (пропускание струи воздуха через жидкость), встряхивание, взрыв, действие звуковых и ультразвуковых волн. Таким методом получают муку, сахарную пудру, какао-порошок, пряности, молотый кофе и другие. Размер частиц, получаемых этим методом, не менее 100 нм. Оборудование: ступки, мельницы, дробилки различных типов, жернова.

Для повышения эффективности механическое диспергирование проводят в жидкой среде. Жидкости (растворы ПАВ, электролитов), смачивающие твердое тело, адсорбируются на нем и снижают прочность при механической обработке. Это называется адсорбционное понижение прочности твердых тел, или эффект Ребиндера (обосновано в 1982 г. П. А. Ребиндером);

– электрическое диспергирование – основано на образовании вольтовой дуги между электродами из распыляемого металла, помещенными в охлаждаемую ДС. Металлы при температуре вольтовой дуги испаряются, а затем в холодной ДС конденсируются. Таким методом получают в основном гидрозолы металлов (дисперсионной средой является вода), например серебра, золота и платины;

– диспергирование ультразвуком – основано на воздействии при помощи ультразвуковых колебаний с частотой выше 20 тыс. в 1 с, не улавливаемых человеческим ухом, эффективно лишь для веществ с небольшой прочностью. К ним относят серу, графит, крахмал, каучук, желатин и др.

К физико-химическому диспергированию относится метод пептизации. Он заключается в переводе свежеприготовленных рыхлых осадков в коллоидный раствор под действием специальных стабилизирующих добавок (пептизаторов – электролиты, растворы ПАВ). Действие пептизатора заключается в том, что частицы осадка отделяются друг от друга и переходят во взвешенное состояние, образуя золь. Таким методом можно получить, например, гидрозоль гидроксида железа (III). Метод пептизации можно применять только для свежеприготовленных осадков, так как в процессе хранения происходят процессы рекристаллизации и старения, приводящие к сращиванию частиц друг с другом. Размеры частиц, получаемых данным методом, около 1 нм.

Метод конденсации – методы, связанные с агрегацией молекул или ионов в более крупные частицы. При физической конденсации дисперсная фаза образуется в результате конденсации из газообразной или жидкой фазы (метод замены растворителя, конденсация из паров, конденсация пара в жидкости). При химической конденсации дисперсная фаза образуется в результате химической реакции, например, методом химического восстановления, электролиза, радиационно-химическим методом и фотохимическим методом.

Мицелла – частица дисперсной фазы золя, окруженная слоем молекул или ионов дисперсионной среды.

Молекулярно-кинетическая устойчивость – способность

коллоидов не изменяться во времени при постоянных условиях хранения (концентрация раствора однородна по всему объему системы). Иначе это устойчивость коллоидных систем к оседанию.

Обращение фаз эмульсий – изменение типа эмульсии от в/м к м/в и наоборот. На инверсию влияют объемное соотношение фаз, природа, концентрация и гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ) эмульгаторов, температура, способ изготовления эмульсии.

Опалесценция – оптическое явление резкого усиления рассеяния света чистыми жидкостями и газами при достижении критической точки, а также растворами в критических точках смешения.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) – химические соединения, которые, концентрируясь на поверхности раздела термодинамических фаз, вызывают снижение поверхностного натяжения.

Пептизатор – вещество, способствующее переходу осадка в золь.

Пептизация – процесс получения золь из студней или рыхлых осадков при действии на них некоторых веществ, способных хорошо адсорбироваться на поверхности коллоидных частиц и таким путем сообщать им способность перехода в золь.

Поверхностное натяжение – термодинамическая характеристика поверхности раздела двух находящихся в равновесии фаз, определяемая работой обратимого изотермокинетического образования единицы площади этой поверхности раздела при условии, что температура, объем системы и химические потенциалы всех компонентов в обеих фазах остаются постоянными.

Порог коагуляции – это минимальная концентрация электролита, при которой начинается коагуляция (ммоль/л). Порог коагуляции зависит от природы дисперсной системы, концентрации дисперсной фазы, а также от скорости прибавления электролита, интенсивности перемешивания, присутствия в системе других электролитов и неэлектролитов.

Потенциалопределяющие ионы – это ионы раствора, которые адсорбирует на своей поверхности агрегат мицеллы в силу большой своей адсорбционной способности.

Правило уравнивания полярности Ребиндера – вещество может адсорбироваться на поверхности раздела фаз в том случае, если его адсорбция приводит к выравниванию полярностей этих фаз, то есть по полярности это вещество должно занимать промежуточное положение между веществами, составляющими эти фазы.

Правило Шульце-Гарди – коагулирующим действием обладают ионы, имеющие заряд, противоположный заряду гранулы (потенциалопределяющих ионов) и одинаковый по знаку с противоионами.

Противоионы – это ионы двойного электрического адсорбционного слоя, имеющие заряд, противоположный заряду потенциалопределяющих ионов, и располагающиеся между слоем потенциалопределяющих ионов и диффузным слоем.

Реакция ионного обмена – один из видов химических реакций, которая характеризуется выделением в продукты реакции воды, газа или осадка.

Седиментация – оседание частиц дисперсной фазы в жидкости или газе под действием гравитационного поля или центробежных сил.

Селективность адсорбента – избирательная активность некоторых сорбентов в отношении поглощения газов или растворенных веществ.

Сольватация – электростатическое взаимодействие между частицами растворенного вещества и растворителя, а также между коллоидными частицами и частицами суспензий или эмульсий и молекулами дисперсионной среды.

Стабилизатор – это вещество, добавление которого в дисперсную систему повышает ее агрегативную устойчивость. В роли стабилизатора могут быть электролиты или некоторые другие вещества, не имеющие электролитной природы, например высокомолекулярные соединения (ВМС) или поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Теплота смачивания – это энергия, которая выделяется или поглощается в виде тепла при смачивании образца жидкостью; соответствует разнице между теплотой адсорбции пара и тепло-

той конденсации его в жидкость в чистом состоянии. Теплота смачивания характеризует степень дисперсности твердого тела и природу его поверхности. Большее количество тепла выделяется при смачивании той жидкостью, которая лучше смачивает твердую поверхность. Поэтому отношение теплот смачивания жидкости может служить термической характеристикой смачиваемости этой поверхности.

Тиксотропия – способность некоторых дисперсных систем обратимо разжижаться при достаточно интенсивных механических воздействиях (перемешивании, встряхивании) и отвердевать (терять текучесть) при пребывании в покое.

Хроматография – метод разделения и анализа смесей веществ, а также изучения физико-химических свойств веществ. Основан на распределении веществ между двумя фазами – неподвижной (твердая фаза или жидкость, связанная на инертном носителе) и подвижной (газовая или жидкая фаза, элюент). Колонка содержит хроматографический сорбент, выполняет функцию разделения смеси на индивидуальные компоненты. Элюент – подвижная фаза (растворитель или смесь растворителей): газ, жидкость или (реже) сверхкритический флюид. Неподвижная фаза – твердая фаза или жидкость, связанная на инертном носителе, в адсорбционной хроматографии – сорбент. Хроматограмма – результат регистрирования зависимости концентрации компонентов на выходе из колонки от времени.

Электролит – вещество, которое проводит электрический ток вследствие диссоциации на ионы, что происходит в растворах и расплавах, или движения ионов в кристаллических решетках твердых электролитов. Примерами электролитов могут служить кислоты, соли и основания и некоторые кристаллы (например, йодид серебра, диоксид циркония).

Электрофорез – это электрокинетическое явление перемещения частиц дисперсной фазы (коллоидных или белковых растворов) в жидкой или газообразной среде под действием внешнего электрического поля. Впервые было открыто профессорами Московского университета П. И. Страховым и Ф. Ф. Рейссом в 1809 году.

Элюотропный ряд Траппе – это ряд растворителей, расположенных по возрастанию элюирующей силы растворителя. Знание элюотропных рядов позволяет снизить потери основного продукта, а также применять возможно меньшие количества адсорбента. Например, для оксида алюминия элюотропный ряд имеет вид: бензол – хлороформ – ацетон – диоксан – ацетонитрил – этанол – метанол. Для активированного угля и графитовой сажи, которые адсорбируют преимущественно неполярные молекулы, элюотропный ряд имеет обратный порядок – элюирующая способность в этом ряду от воды к бензолу возрастает.

Эмульсия – дисперсная система, состоящая из микроскопических капель жидкости (дисперсной фазы), распределенных в другой жидкости (дисперсионной среде). Эмульсии могут быть образованы двумя любыми несмешивающимися жидкостями; в большинстве случаев одной из фаз эмульсий является вода, а другой – вещество, состоящее из слабополярных молекул (например, жидкие углеводороды, жиры). Одна из первых изученных эмульсий – молоко. В нем капли молочного жира распределены в водной среде. Эмульсии относятся обычно к грубодисперсным системам, поскольку капельки дисперсной фазы имеют размеры от 1 до 50 мкм. Эмульсии низкой концентрации – неструктурированные жидкости. Высококонцентрированные эмульсии – структурированные системы. Скважинная продукция представляет собой смесь газа, нефти и воды. Вода и нефть при этом образуют эмульсии. Нефтяные эмульсии чаще всего представляют собой эмульсии типа вода в нефти, в которых дисперсной средой является нефть, а дисперсной фазой – вода. Такая эмульсия гидрофобна: в воде она всплывает, а в бензине или других растворителях равномерно распределяется. Нефтяные эмульсии характеризуются вязкостью, дисперсностью, плотностью, электрическими свойствами и стойкостью. Вязкость нефтяной эмульсии изменяется в широких диапазонах и зависит от собственной вязкости нефти, температуры образования эмульсии, соотношения количеств нефти и воды и температуры эмульсии. Свойства нефтяных эмульсий влияют на технологические процессы добычи нефти, внутрипромыслового

транспорта, сепарации, предварительного обезвоживания, деэмульсации (разрушения эмульсий), очистки и подготовки нефтепромысловых сточных вод.

Эмульсия прямая, эмульсия типа «масло в воде» – это эмульсии с каплями неполярной жидкости в полярной среде. Для эмульсий типа «масло в воде» хорошими эмульгаторами могут служить растворимые в воде мыла (натриевые и калиевые соли жирных кислот). Молекулы этих соединений, адсорбируясь на поверхности раздела фаз, не только снижают поверхностное натяжение на ней, но благодаря закономерной ориентации в поверхностном слое создают в нем пленку, обладающую механической прочностью и защищающую эмульсию от разрушения.

Эмульсия обратная, эмульсия типа «вода в масле» – это эмульсии с каплями полярной жидкости в неполярной среде. Для эмульсии типа «вода в масле» хорошими эмульгаторами могут быть нерастворимые в воде мыла (кальциевые, магниевые и алюминиевые соли жирных кислот). Изменение состава эмульсий или внешнее воздействие могут привести к превращению прямой эмульсии в обратную или наоборот.

Эффект Тиндаля, рассеяние Тиндаля, – рассеяние света при прохождении светового пучка через оптически неоднородную среду. Обычно наблюдается в виде светящегося конуса (конус Тиндаля), видимого на темном фоне. Характерен для растворов коллоидных систем (например, золей металлов, разбавленных латексов, табачного дыма), в которых частицы и окружающая их среда различаются по показателю преломления. На эффекте Тиндаля основан ряд оптических методов определения размеров, формы и концентрации коллоидных частиц и макромолекул. Эффект Тиндаля назван по имени открывшего его Дж. Тиндаля.

Явление перезарядки золей – это явление, когда при добавлении к золям электролитов, содержащих многозарядные ионы со знаком заряда, противоположным заряду коллоидных частиц, может наблюдаться не коагуляция, а, наоборот, стабилизация и перемена знака дзета-потенциала.

Учебное издание

**ДЕНИСОВА Янина Вячеславовна,
СТОРОЖЕВА Мария Евгеньевна**

ХИМИЯ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ
Часть 2. Коллоидная химия

Учебно-методическое пособие

Корректор В. А. Яковл.жева.
Верстка Г. С. Артюхова.

Подписано в печать 04.04.2019.
Бумага «IQ Allround». Гарнитура «Times New Roman».
Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Объем 3,95 усл. п. л.
Тираж 500 экз. (1-й завод 1–100 экз.). Заказ № 759-18.

Сахалинский государственный университет
693008, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290, каб. 32.
Тел. (4242) 45-23-16, факс (4242) 45-23-17.
E-mail: izdatelstvo@sakhgu.ru,
polygraph@sakhgu.ru