

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-ОСЕТИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Кафедра химии и физики

Методические материалы

по коллоидной химии

Основной профессиональной образовательной программы высшего образования-
программы специалитета по специальности 33.05.01 Фармация, утвержденной
31.08.2020г.

ОСНОВЫ КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

**Учебно-методическое пособие для аудиторной и
внеаудиторной работы студентов II курса фармацевтического факультета**

Специальность 33.05.01 фармация
III семестр

Рассмотрено и одобрено на заседании ЦКУМС
от «23» мая 2019 г., протокол № 5

Разработчики:

Зав.кафедрой, д.х.н. Калагова Р.В.,
доц. кафедры, к.х.н. Закаева Р.Ш.

Владикавказ, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Большинство реальных систем существует в коллоидном состоянии. Тело человека содержит гели и растворы высокомолекулярных соединений, а кровь представляет собой коллоидный раствор, содержащий макромолекулы и капли эмульсий. Многие биологические процессы, протекающие в клетке, тканях и органах, происходят с веществами, находящимися в коллоидном состоянии. Характерные изменения коллоидных систем (коагуляция, пептизация и др.) постоянно происходят в организме. Они тесно связаны с обменом веществ и проявлением функций живых тканей. Знание и понимание особенностей коллоидного состояния помогает понять сущность процессов в условиях нормального физиологического функционирования организма (пищеварение, дыхание, сокращение мышц, сохранение постоянства осмотического давления, реакции среды и т.д.), а также их изменения в условиях патологии.

Изучение основ коллоидной химии является необходимым звеном в подготовке будущего фармацевта.

Цели изучения этого важного раздела химии: формирование основных понятий дисциплины, приобретение знаний основ коллоидной химии, их систематизация, интеграция; формирование понимания процессов, протекающих на границе раздела фаз, с участием коллоидных систем, ВМС, ценностного отношения к получаемым знаниям и умениям, как профессионально значимым.

В результате изучения дисциплины:

Студент должен знать:

- . причины возникновения свободной поверхностной энергии;
- . суть и виды сорбции, теоретические основы адсорбции;
- . суть хроматографического анализа;
- . структурные единицы лиофобных и лиффильных коллоидов;
- . особенности лиофобных и лиффильных коллоидов, их биологическую роль;
- . механизм коагуляции, биологическое значение, принцип коллоидной защиты;
- . принцип строения ПАВ, их биологическую роль;
- . особенности строения ВМС, их классификацию;
- . свойства растворов биополимеров (осмос, осмотическое и онкотическое давление; набухание, застудневание, вязкость, денатурация, высаливание, ИЭС, ИЭТ- рI).
- . свойства биологических жидкостей и тканей организма как дисперсных систем.

Студент должен уметь:

- . используя соответствующий математический аппарат рассчитывать величину адсорбции, порог коагуляции, вязкость раствора ВМС, молекулярную массу полимера, степень набухания ВМС, защитное число, осмотическое давление, ИЭТ;

- . объяснять поведение молекул белка в среде с разным значением pH, направление движения при электрофорезе;
- . составлять формулу мицеллы лиофобного золя;
- . описывать наблюдения эксперимента и представлять результаты наблюдений лабораторных опытов в виде таблиц, графиков, делать выводы из результатов эксперимента и оформлять отчет по лабораторной работе.

Студент должен владеть:

- . навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой, вести информационный поиск и делать обобщающие выводы;
- . соблюдать элементарные правила техники безопасности и правила работы в химических лабораториях, с лабораторной посудой.

ЛИТЕРАТУРА

УЧЕБНИКИ

1. Физическая и коллоидная химия. Под ред. Б.П. Беляева - М.: ГЭОТАР, 2008. - 701 с.
2. Мушкамбаров Н.Н. Физическая и коллоидная химия. М.: ГЭОТАР, 2001.
3. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия. М., "Высшая школа", 1990.
4. Красовский И.В., Вайль Е.И., Безуглый В.Д. Физическая и коллоидная химия. Киев, "Вища школа", 1983.
5. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Учебник для мед. спец. вузов /А. Берлянд, Ю. Ершов, А. Книжник.— М., Высшая школа, 2007. — 560 с.
6. Попков В.А., Пузаков С.А. Общая химия. Электронный учебник для вузов. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2007.— 976 с. (печатный вариант, 2009.—976 с.).
7. Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.Н. Коллоидная химия. — СПб.: «Лань», 2003. — 336 с.
8. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Коллоидная химия: Учебник для вузов. —М.: АГАР, 2001.—320 с.

ПРАКТИКУМЫ

1. Практикум по физической и коллоидной химии. Под ред. Евстратовой К.И. М., "Высшая школа", 1990.
2. Бalezин С.А. Практикум по физической и коллоидной химии. М., "Просвещение", 1980.
3. Дулицкая Р.И., Фельдман Р.И. Практикум по физической и коллоидной химии. М., "Высшая школа", 1978.
4. Практикум по коллоидной химии. Под ред. Лаврова И.С. М., "Высшая школа", 1983.

ЗАДАЧНИКИ

9. Ахметов Б.В. Задачи и упражнения по физической и коллоидной химии. Л., "Химия", Ленингр. отд., 1989.

10. Гамеева О.С. Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии. М., "Высшая школа", 1980.

11. 1000 тестов по общей химии для студентов медицинских вузов Учебное пособие. Гриф УМО МЗ и СР / Т.Н. Литвинова [и др.]. –Изд.2-е,

12. Литвинова Т.Н. Сборник задач по общей химии. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью: учебное пособие для студентов медицинских вузов.– 3-е изд., перераб. Гриф УМО МЗ и СР//– М.: ООО «Изд-во Оникс»: ООО «Издательство «Мир и образование», 2007 – 224 с.– (Высшее образование).

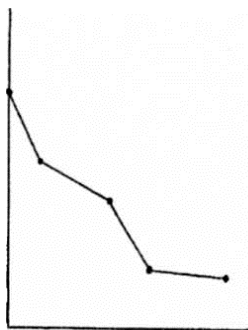
ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ

В большинстве лабораторных работ по физической коллоидной химии для получения необходимых для расчетов величин используется графический метод. Поскольку точность численных величин, определяемых этим методом, зависит от правильности построения графика, рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

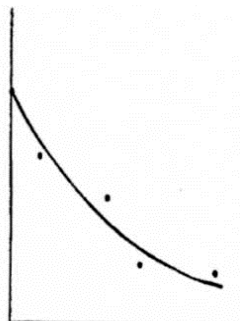
- график строится, как правило, на миллиметровой (координатной) бумаге.
- для обозначения осей координат должны использоваться общепринятые обозначения величин с обязательным указанием их размерности (если она имеется). Значение независимой переменной откладывается по оси абсцисс, зависимой - по оси ординат.
- масштаб выбирается так, чтобы изображение (собственно график) по возможности занимало все координатное поле.
- на осях координат ставятся через равные промежутки отметки, соответствующие кратным масштабным числам. Во избежание неточностей при отсчете и загромождения графика на осях координат не отмечаются точки, соответствующие экспериментальным данным.
- экспериментальные точки наносятся на координатное поле остро заточенным карандашом. Они должны быть ясно видны, даже если на них накладывается линия. При необходимости точки, принадлежащие разным функциям, могут быть выделены цветом, конфигурацией (например, ■, о) и т. п. Как правило, точки не соединяются посторонними линиями с осями координат.

Если это специально не оговорено или не диктуется характером исследуемой зависимости, экспериментальные точки соединяются плавными усредняющими кривыми, проводимыми с помощью лекал, или усредняющими прямыми, проводимыми по линейке. Если есть возможность, то при достаточном числе точек линия может быть проведена с помощью обработки данных на ЭВМ.

Пример построения графика зависимости поверхностного натяжения раствора от концентрации поверхностно-активного вещества (изотерма поверхностного натяжения):

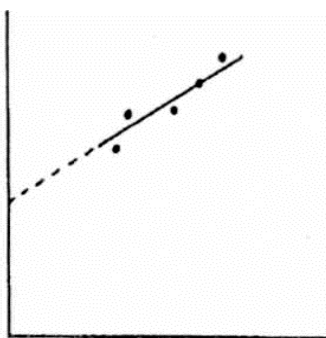


неправильно

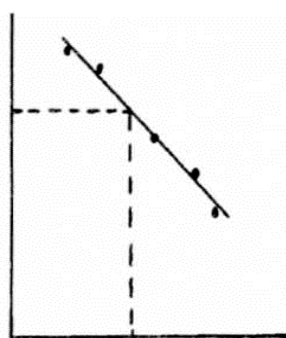


правильно

Если искомая величина находится *экстраполяцией* прямолинейного графика, то линия продолжается до пересечения с осью координат по линейке пунктиром. Если она определяется *интерполяцией*, то исходная и искомая точки соединяются с графиком также пунктиром.



экстраполяция



интерполяция

ТЕМА 1. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Цели изучения: получение представления о поверхностных явлениях, их биологическом значении; физико-химической основе адсорбционной терапии; хроматографическом методе анализа, возможностях его применения в медико-биологических и санитарно-гигиенических исследованиях; приобретение знаний о причинах возникновения поверхностной энергии; сути и видах сорбции, теоретических основах адсорбции; формирование умения пользоваться математическим аппаратом для расчета величины адсорбции; выработка ценностного отношения к получаемым знаниям и умениям как профессионально значимым.

Вопросы базового уровня:

1. Основы химической термодинамики. Системы гомогенные и гетерогенные. Фаза. Энергия Гиббса.
2. Химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье. Константа химического равновесия.
3. Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение и методы его определения (из курса физики).
4. Способы выражения концентрации вещества в растворе.
5. Гетерогенность и дисперсность как основные признаки объектов коллоидной химии. Размеры частиц, степень дисперсности, удельная поверхность системы и их взаимосвязь.
6. Поверхностные явления и их значение в фармации. Свободная поверхностная энергия и поверхностное натяжение.

Изучив данную тему и выполнив лабораторные работы, относящиеся к ней, **студент должен знать:**

- строение поверхностного слоя и его отличительные особенности;
- строение молекул поверхностно-активных веществ (ПАВ), влияние ПАВ на поверхностное натяжение растворов;
- основы теории адсорбции на поверхностях раздела «жидкость - газ», «жидкость - жидкость», «твердое тело - газ», «твердое тело - жидкость»;
- уравнения Шишковского, Гиббса, Ленгмюра, Фрейндлиха и их применение;
- расчетные формулы используемых экспериментальных методов;
- значение адсорбции для хроматографии;
- устройство и принцип действия приборов для измерения поверхностного натяжения.

Студент должен уметь:

- проводить измерения с помощью сталагмометра Траубе и прибора Ребиндера;
- рассчитывать поверхностное натяжение, поверхностную активность, величину адсорбции и поверхностного избытка ПАВ, размеры их молекул;
- определять концентрацию растворов ПАВ.

Студент должен приобрести или закрепить навыки:

- приготовления, разбавления и отмеривания растворов;
- расчета концентрации веществ в растворах;
- фильтрования;
- титрования;

- табулирования величин, построения и анализа графиков;
- пользования справочной литературой.

Лабораторная работа №1

«Качественные опыты по адсорбции и хроматографии»

Оборудование и реактивы:

- штатив для пробирок, пробирки,
- мерные пробирки на 10 мл,
- пробки,
- груши,
- бумага хроматографическая;
- пипетки на 1 и 5 мл;
- активированный уголь;
- концентрированные растворы фуксина в воде и фуксина в этаноле;
- хроматографическая колонка;
- сухие соли: сульфата меди CuSO_4 , хлорида железа(III) FeCl_3 , хлорида кобальта CoCl_2 ;
- растворы: нитрата свинца $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, иодида калия KI , концентрированный раствор $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
- концентрированные растворы конго красного и индиго кармина.

Опыт № 1. Адсорбция ионов из раствора углем

1. Налейте в первую пробирку 1 мл раствора нитрата свинца(II) и добавьте к нему 4-5 капель раствора иодида калия. Что наблюдается? Напишите молекулярное и ионное уравнения реакции, укажите е. признаки.

2. В другую пробирку налейте 5 мл раствора соли свинца(II) и добавьте к нему 2 ложечки активированного угля, закройте пробкой. Содержимое пробирки встряхивайте в течение 5 мин. Дайте отстояться.

3. Осторожно слейте недостающую жидкость в другую пробирку и добавьте к ней 5 капель иодида калия. Что наблюдается? Сравните с первой пробиркой.

4. Сделайте вывод об адсорбции ионов свинца из раствора активированным углем.

Опыт № 2. Влияние природы растворителя на адсорбцию

1. Налейте в первую пробирку 3 мл водного раствора фуксина.

2. В другую пробирку налейте такой же объем спиртового раствора фуксина.

3. В обе пробирки добавьте по две ложечки активированного угля, закройте пробками и взболтайте в течение 5 минут. Дайте отстояться. Что наблюдается?

4. Сделайте вывод и объясните влияние природы растворителя на адсорбцию растворенного вещества. Дайте название данному виду адсорбции.

Опыт № 3. Хроматографическое разделение ионов Cu^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+}

1. Налейте в пробирку по 5 капель растворов солей меди, железа и кобальта.
2. Внести 5-7 капель приготовленной смеси солей в хроматографическую колонку, заполненную оксидом алюминия. Что наблюдается?
3. Налейте в колонку раствор проявителя ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$), после того как основной раствор солей пройдет колонку.
3. Нарисуйте колонку и изобразите последовательность адсорбции ионов.
4. Сделайте вывод и объясните полученную последовательность адсорбции катионов. Дайте название данному виду адсорбции.

Опыт № 4. Хроматография на бумаге

1. Налейте в пробирку по три капли конго красного и индиго кармина, перемешайте.
2. Нанесите пипеткой одну каплю смеси на хроматографическую бумагу и 1 каплю дистиллированной воды. Что наблюдается?
3. Сделайте вывод и объясните наблюдаемое явление. Дайте название данному виду адсорбции и хроматографии.

Лабораторная работа № 2

«Адсорбция уксусной кислоты на активированном угле».

Цель работы: Экспериментально определить зависимость величины и степени адсорбции уксусной кислоты на твердом адсорбенте от ее концентрации в растворе и выполнить качественные реакции по адсорбции и хроматографии.

Оборудование и реактивы:

- бюретки на 25 мл, колбы конические, пробки,
- воронки диаметром 30 мм,
- пипетки на 5 мл, груши,
- бумага фильтровальная,
- растворы уксусной кислоты CH_3COOH с концентрациями: 0,1н.; 0,2н.; 0,3н.; 0,4н.;
- раствор с концентрацией гидроксида натрия 0,1моль/л,
- активированный уголь.

Опыт № 1: Адсорбция уксусной кислоты активированным углем

1. В 4 пронумерованные колбы (1, 2, 3, 4) внесите по 1 г измельченного активированного угля.
2. Соответственно в каждую колбу налейте по 25 мл CH_3COOH следующих концентраций: 0,1н; 0,2н; 0,3н; 0,4н. Закройте колбы пробками и периодически встряхивайте их в течение 20 минут.
3. Растворы из каждой колбы отфильтруйте через сухие фильтры в отдельные пронумерованные колбы (1', 2', 3', 4').
4. Отберите из каждой колбы пипеткой по 5 мл фильтрата, перенесите его в колбу для титрования, добавьте 2 капли фенолфталеина и оттитруйте 0,1н. раствором щелочи до появления бледно-розового окрашивания. Титрование повторите не менее трех раз, результаты титрования с точностью до сотых долей миллилитра запишите в таблицу (преварительно рассчитайте средний объем).
5. Рассчитайте равновесную концентрацию уксусной кислоты в растворе после адсорбции для каждой колбы по формуле: $c_p \cdot V_k = c_{\text{щ}} \cdot V_{\text{щ}}$.
6. Рассчитайте количество адсорбированной кислоты CH_3COOH 1г угля для каждой колбы по формуле:

$$\Gamma = \frac{(c_n - c_p) \cdot V}{m} \quad \text{или} \quad \Gamma = \frac{\Delta c \cdot V}{m}, \quad \text{где}$$

Γ – величина адсорбции, моль/г;

m – навеска адсорбента (угля), г;

c_n – начальная (исходная) концентрация уксусной кислоты, моль/л;

c_p – равновесная (конечная) концентрация уксусной кислоты, моль/л;

V – объем исследуемого раствора CH_3COOH , л

7. Выразите степень адсорбции в % по формуле:

$$h = \frac{\Delta c \cdot 100\%}{c_n}$$

Данные опыта и произведенные расчеты занести в таблицу.

Таблица

№ колбы	Объем 0,1н NaOH ($V_{\text{ср}}$), мл	Концентрация раствора CH_3COOH до адсорбции (c_n), моль/л	Концентрация раствора CH_3COOH после адсорбции (c_p), моль/л	Величина адсорбции (Γ), моль/г	Степень адсорбции (h), %
1		0,1			
2		0,2			
3		0,3			
4		0,4			

8. Постройте изотерму адсорбции, откладывая на оси абсцисс значение c_n , а на оси ординат величину адсорбции (Γ).

9. Сделайте вывод о зависимости величины и степени адсорбции от концентрации растворенного вещества.

Лабораторная работа № 3

«Изотерма поверхностного натяжения и адсорбции изоамилового спирта на твердом адсорбенте».

Цель работы: Научиться сталагмометрическим методом (метод счета капель) определять поверхностное натяжение. Изучить зависимость поверхностного натяжения ПАВ и адсорбции на границе раздела раствор-воздух от концентрации ПАВ.

Приборы, оборудование и реактивы:

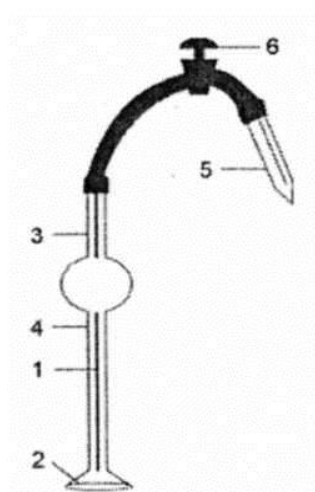
- сталагмометр,
- воронки, колбы на 50 мл,
- бюретки на 25 мл,
- фильтровальная бумага,
- навески активированного угля по 1 г,
- изоамилового спирта следующих концентраций: 0,005М; 0,01М; 0,02М; 0,1М.

Для определения поверхностного натяжения применяется прибор сталагмометр. Он представляет собой стеклянную трубку с расширением в середине, сверху и снизу которого имеется 2 метки. Нижняя часть прибора заканчивается капиллярным отверстием, через которое вытекает жидкость по каплям.

Прибор хрупкий! Обращайтесь осторожно! Перед работой тщательно помойте мундштук водой и промокните кусочком бумажной салфетки!

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СТАЛАГМОМЕТРА ТРАУБЕ

Рис 1.



При медленном вытекании жидкости из капилляра 1 (рис. 1) на его нижнем конце образуется капля. Для увеличения размера капли служит шероховатое расширение 2 стенок капилляра. На растущую каплю действует сила тяжести, стремящаяся оторвать её от конца капилляра, и сила поверхностного натяжения, стремящаяся сжать каплю и вернуть её в капилляр. В тот момент, когда эти две силы станут равными друг другу, происходит отрыв капли.

Таким образом, чем больше поверхностное натяжение жидкости, тем крупнее при прочих равных условиях будет капля в момент отрыва и тем меньше капель будет содержаться в объёме, заключенном между метками 3 и 4.

Измерения с помощью сталагмометра сводятся к следующему:

1. Исследуемая жидкость набирается в сталагмометр резиновой грушей, надеваемой на стеклянный патрубок 5, так, чтобы её уровень был выше метки 3.

2. Резиновая груша убирается и жидкости предоставляется возможность самопроизвольно вытекать из сталагмометра в подставленный сосуд.

ВНИМАНИЕ! Жидкость должна не литься струей, а капать со скоростью, позволяющей считать капли. Для регулировки скорости вытекания служит зажим.

3. Подсчитывается число капель, оторвавшихся от сталагмометра за время прохождения уровня жидкости от метки 3 до метки 4. Для получения статистически достоверного результата

следует провести измерения для каждой исследуемой жидкости несколько раз и взять среднее арифметическое.

Опыт № 1.

1. Промойте сталагмометр дистиллированной водой. Для этого опустите в стакан с водой нижнюю часть прибора и при помощи резиновой груши засосите воду выше верхней метки, затем грушу снимите. После этого дайте воде стечь, остатки ее выдуйте из прибора с помощью груши. Стакан промойте, налейте в него до метки дистиллированной воды и снова засосите ее в прибор как описано выше. Зажмите трубку рукой и медленно выпускайте воду из прибора. Как только мениск жидкости достигнет верхней метки, разожмите руку и начинайте считать капли свободно вытекающей жидкости. Закончите счет, когда мениск жидкости достигнет нижней метки. Повторите опыт 3 раза и рассчитайте среднее число капель.

После определения числа капель воды, таким же образом определите число капель изоамилового спирта следующих концентраций: 0,005 М; 0,01 М; 0,02 М; 0,1 М.

2. По данным эксперимента рассчитайте поверхностное натяжение изоамилового спирта для всех концентраций по формуле:

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

где σ – поверхностное натяжение изоамилового спирта, Н/м;

σ_0 – поверхностное натяжение воды, Н/м (значение взять из приложения);

n_0 – число капель воды;

n – число капель изоамилового спирта.

3. Для каждой концентрации изоамилового спирта рассчитайте величину адсорбции (Γ) по уравнению Гиббса:

$$\Gamma = - \frac{c}{RT} \cdot \frac{\Delta\sigma}{\Delta c}; \text{ практически: } \Gamma = - \frac{(\sigma_{p-pa} - \sigma_{воды})}{RT}, \text{ где}$$

Γ – величина поверхностной адсорбции, моль/м²;

$\Delta\sigma$ – изменение поверхностного натяжения, соответствующее изменению концентрации;

c – молярная концентрация растворенного вещества, моль/л;

σ – поверхностное натяжение, Н/м;

T – абсолютная температура, К;

R – газовая постоянная, 8,314 Дж/К·моль.

Данные опыта и результаты расчетов занесите в таблицу:

Таблица

Исследуемая жидкость	Концентрация (с), моль/л	Число капель	Поверхностное натяжение (σ), Н/м	Адсорбция (Γ), моль/м ²
Вода	0,000			
Изоамиловый спирт	0,005			
Изоамиловый спирт	0,01			
Изоамиловый спирт	0,02			
Изоамиловый спирт	0,1			

4. Постройте изотерму поверхностного натяжения изоамилового спирта, отражающую зависимость поверхностного натяжения от концентрации. На оси абсцисс отложите концентрацию c (моль/л), а на оси ординат – величину поверхностного натяжения (σ). За начало координат по оси y следует взять не ноль, а наименьшее значение поверхностного натяжения, полученного в опыте.

5. Постройте изотерму адсорбции изоамилового спирта, откладывая на оси ординат величину поверхностной адсорбции (Γ), моль/м², а на оси абсцисс – концентрацию (c), моль/л.

6. Исходя из изотерм поверхностного натяжения и адсорбции, сделайте вывод о зависимости поверхностного натяжения и адсорбции от концентрации ПАВ.

Лабораторная работа № 4

«Изучение адсорбции ПАВ на твердом адсорбенте из водных растворов»

Цель работы: Исследовать зависимость адсорбции ПАВ на гидрофобном адсорбенте от концентрации растворов, экспериментально определить минимальную концентрацию ПАВ, при которой достигается величина предельной адсорбции. Рассчитать удельную поверхность адсорбента.

Приборы, оборудование и реактивы:

- сталагмометр,
- колбы на 50 мл,
- воронки, бюретки на 25 мл,
- фильтровальная бумага,
- навески активированного угля по 1 г,
- раствор ПАВ (0,125 М раствор олеата натрия $C_{17}H_{33}COONa$),
- дистиллированная вода.

Поверхностно-активные вещества, имеющие дифильную природу, например, соли жирных кислот, желчные кислоты, играют важную роль при переваривании жиров в организме. Они эмульгируют триацилглицериды (нейтральные жиры) в тонком кишечнике, что является необходимым условием усвоения не только этих жиров, но также и жирорастворимых витаминов: А, Д, Е, К. Уголь, как и триацилглицериды, является гидрофобным веществом, поэтому адсорбцию ПАВ на угле можно рассматривать как модель адсорбции ПАВ на жирах.

Опыт № 1.

Из исходного раствора ПАВ приготовьте путем разбавления 5 водных растворов в соответствии с данными:

Номер колбы	1	2	3	4	5
Объем исходного раствора ПАВ, мл	50	40	30	20	10
Объем добавляемой воды, мл	0	10	20	30	40

2. Растворы ПАВ разделите на 2 равные части по 25 мл.

3. Одну серию растворов используйте для измерения поверхностного натяжения и построения калибровочной изотермы $\sigma = f(c(\text{ПАВ}))$.

Измерение поверхностного натяжения производите методом счета капель на сталагмометре, начиная с растворов с минимальной концентрацией ПАВ.

4. В растворы второй серии внесите навески адсорбента и оставьте на 45 минут, периодически взбалтывая для установления адсорбционного равновесия в системе.

5. Затем раствор отфильтруйте и измерьте поверхностное натяжение фильтрата.

6. По калибровочной кривой определите равновесные концентрации ПАВ в фильтрате после адсорбции.

7. Для каждого раствора рассчитайте значения адсорбции (Γ) по формуле:

$$\Gamma = \frac{(c_n - c_p) \cdot V}{m}, \text{ где}$$

c_n – начальная концентрация раствора ПАВ;
 c_p – равновесная концентрация раствора ПАВ;
 V – объем раствора ПАВ;
 m – масса адсорбента.

8. Полученные результаты занесите в таблицу.

Таблица

№ колбы	До адсорбции			После адсорбции			Γ , моль/л	$1/\Gamma$	$1/c$
	c_n моль/л	число каплеь	σ , ж/г Н/м	c_p моль/л	число каплеь	σ , ж/г Н/м			

9. По полученным данным постройте изотерму адсорбции $\Gamma = f(c_p)$. Предположив, что процесс адсорбции адекватно описывается уравнением Ленгмюра:

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{c}{\alpha + c}, \text{ использовать его в линейной форме:}$$

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty}} + \frac{\alpha}{\Gamma_{\infty}} \cdot \frac{1}{c}$$

10. Постройте зависимость $1/\Gamma = f(1/c)$, которая должна представлять собой прямую линию пересекающую ось ординат. Отрезок, отсекаемый от оси ординат, определяет величину, равную $1/\Gamma_{\infty}$.

11. По найденному значению Γ_{∞} . рассчитайте $S_{уд}$ - удельную поверхность адсорбента по формуле:

$$S_{уд} = \Gamma_{\infty} N_A S_0,$$

где $S_{уд}$ – удельная поверхность адсорбента ($\text{м}^2/\text{г}$);

Γ – предельная адсорбция (моль/г);

N_A – число Авогадро, $6,02 \cdot 10^{23}$ 1/моль;

S_0 – площадь, занимаемая одной молекулой ПАВ в насыщенном адсорбционном слое. Для олеата натрия $S_0 = 2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$.

12. Сделайте вывод из результатов эксперимента.

Тестовый контроль по теме: «Поверхностные явления»

1. Поглощение вещества поверхностью сорбента называется:

- 1) адсорбцией
- 2) сорбцией
- 3) абсорбцией
- 4) десорбцией

2. При адсорбции ПАВ на границе раздела фаз величина поверхностной активности (g) и величина адсорбции (Γ) имеют следующие значения:

- 1) $g < 0$, $\Gamma < 0$
- 2) $g > 0$, $\Gamma > 0$
- 3) $g < 0$, $\Gamma > 0$
- 4) $g > 0$, $\Gamma < 0$

3. При адсорбции из бензольных растворов на силикагеле стеарат натрия ориентируется в сторону силикагеля:

- 1) гидрофобным концом
- 2) карбоксильной группой
- 3) углеводородным радикалом
- 4) гидрофильным концом

4. На поверхности фермента лучше адсорбируется:

- 1) субстрат
- 2) их адсорбция идет в равной степени
- 3) продукты распада субстрата

5. Ионы электролитов лучше адсорбируются на:

- 1) полярных адсорбентах
- 2) неполярных адсорбентах
- 3) полярность значения не имеет
- 4) в одинаковой степени

6. При данной температуре из раствора ПАВ с концентрацией 0,2 моль/л адсорбируется некоторым адсорбентом $2,96 \cdot 10^{-3}$ моль/г вещества. Определите адсорбционную емкость адсорбента (в моль/г), если константа $\beta = 0,07$ моль/л.

- 1) 4 ммоль/г
- 2) 0,004 моль/г
- 3) 400 моль/г
- 4) 40 моль/г

Контрольные вопросы:

1. Поверхностные явления. Основные определения: фаза, межфазная граница, свободная поверхностная энергия, поверхностное натяжение. Примеры поверхностных явлений, их медико-биологическое значение.
2. Особенности энергетического состояния молекул в поверхностном слое и объеме жидкости.
3. Сорбция и ее виды. Основные понятия: сорбент, сорбтив, сорбционный комплекс, сорбционное равновесие. Использование сорбции для детоксикации организма.
4. Адсорбция на подвижной поверхности раздела фаз. Уравнение Гиббса. Положительная и отрицательная адсорбция.
5. Поверхностноактивные (ПАВ) и поверхностноинактивные (ПИВ) вещества, их строение и ориентация на границе раздела фаз. Изотермы поверхностного натяжения для ПАВ и ПИВ.
6. Понятие о поверхностной активности. Правило Траубе-Дюкло.
7. Биологическая роль ПАВ.
8. Абсорбция в системах газ/жидкость, жидкость/жидкость, твердое/жидкость. Законы Генри и Сеченова. Роль абсорбции в жизнедеятельности организма.
9. Адсорбция на неподвижной поверхности раздела фаз. Удельная адсорбция. Уравнения Фрейндлиха и Ленгмюра для расчета величины адсорбции. Изотерма адсорбции.
10. Адсорбция из растворов, ее особенности. Молекулярная и ионная адсорбция. Правило Панета-Фаянса, лиотропные ряды электролитов.
11. Ионообменная адсорбция, иониты, их классификация. Применение ионитов в медицине, санитарно-гигиенической практике.
12. Понятие о хроматографии и ее видах. Применение хроматографии в медицине, медико-биологических исследованиях.
13. Применение адсорбции в медицине, санитарно-гигиенической практике.

Задачи и упражнения:

1. Как ориентируются молекулы изоамилового спирта на границе раздела вода-воздух, бензол-воздух? Изобразите схематично.
2. Как графически будут располагаться относительно друг друга изотермы поверхностного натяжения растворов спиртов: этанола, бутанола, пропанола?
3. Оцените размеры экологической катастрофы при аварии нефтеналивного танкера: рассчитайте площадь океана, покрытую мономолекулярной пленкой нефти, образованной за счет попадания в океан из танкера 20 тонн нефти ($\sigma_{\text{нефти}} = 35 \cdot 10^{-3}$ н/м; $M_{\text{нефти}} = 84$ г/моль; $\sigma_{\text{H}_2\text{O}} = 72,75 \cdot 10^{-3}$ н/м; $t = 20^\circ\text{C}$) (Ответ: $1,535 \cdot 10^4$ км²).
4. Какие ионы Na^+ , K^+ , NO_3^- , Br^- будут адсорбироваться ионитом, содержащим группы –COOH?
5. Какие ионы K^+ , Cu^{2+} , Br^- , SO_4^{2-} , HPO_4^{3-} , Fe^{3+} адсорбируется на поверхности кристалла бромида серебра?

Литвинова Т.Н. Сборник задач по общей химии. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью. Учебное пособие для студентов медицинских вузов.– 3-е изд., перераб. Гриф УМО МЗСР РФ//– М.: ООО «Изд-во Оникс»: ООО «Издательство «Мир и образование», 2007. стр. 180-190.

ТЕМА II. ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ

Лабораторная работа № 5

«Получение и свойства лиофобных коллоидных растворов»

Цель работы: Экспериментально освоить методы получения лиофобных коллоидных растворов, научиться интерпретировать наблюдения, полученные результаты.

Изучив данную тему и выполнив лабораторные работы, относящиеся к ней, **студент должен знать:**

- главные условия, необходимые для получения коллоидных растворов;
- особенности адсорбции электролитов на твердых поверхностях;
- правило Панета - Фаянса;
- механизм возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на твердых поверхностях, в том числе на коллоидных частицах;
- строение ДЭС;
- строение мицеллы лиофобных золей;
- основные закономерности электролитной коагуляции;
- правило Шульце - Гарди;
- общие принципы стабилизации дисперсных систем вообще и коллоидных растворов в частности.

Студент должен уметь:

- получать коллоидные растворы методами пептизации, замены растворителя, различными типами химических реакций;
- находить признаки образования коллоидных растворов (например, опалесценцию), а также их коагуляции;
- экспериментально определять порог коагуляции и коагулирующую способность электролитов;
- применять правила Панета-Фаянса и Шульце - Гарди к исследуемым золям;
- составлять формулы мицелл золей.

Студент должен получить или закрепить навыки:

- отмеривания растворов с использованием различной мерной посуды (бюретки, пипетки, мерные пробирки, капельницы и др.);
- декантации, фильтрования;
- табулирования данных;
- расчетов с использованием микрокалькуляторов.

I. Конденсационный метод получения золей (химическая конденсация)

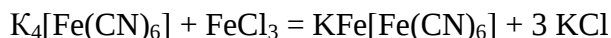
Оборудование и реактивы:

- пробирки на 20 мл,
- мерные пробирки на 10 мл и 20 мл,

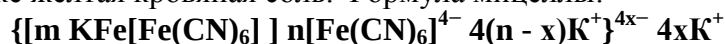
- растворы: 0,1%-ный раствор $K_4[Fe(CN)_6]$, 2%-ный и насыщенный растворы $FeCl_3$, 0,1%-ный раствор KI ; 0,1%-ный раствор $AgNO_3$, 0,05н. раствора тиосульфата натрия, 0,1 н. раствора перманганата калия, 0,01%-ного раствора нитрата серебра,
- разбавленный раствора фосфорной кислоты, 0,1%-ного раствора таннина, 1%-ного раствор карбоната натрия,
- электроплитка,
- колба плоскодонная емкостью 50 мл или 100 мл,
- дистиллированная вода

Опыт № 1. Получение золей берлинской лазури реакцией двойного обмена

1. 1-ая пробирка: к 5 мл 0,1%-ного раствора $K_4[Fe(CN)_6]$ прибавьте при энергичном взбалтывании 2-3 капли 2%-ного раствора $FeCl_3$. Что Вы наблюдаете?
2. 2-ая пробирка: к 5 мл 2%-ного раствора $FeCl_3$ прибавьте при энергичном взбалтывании 2-3 капли 0,1%-ного раствора $K_4[Fe(CN)_6]$. Что Вы наблюдаете?
3. Для полученных золей напишите формулы мицелл, дайте объяснения наблюдаемым явлениям и сделайте вывод о влиянии избытка реагента на строение мицеллы.



получается коллоидный раствор с глубокой синей окраской. Стабилизатором является присутствующая в избытке жёлтая кровяная соль. Формула мицеллы:

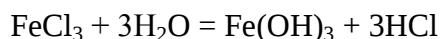


Опыт № 2. Получение золя гидроксида железа(III) реакцией гидролиза

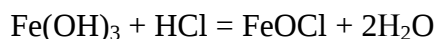
1. В колбу емкостью 50 мл налейте 25 мл дистиллированной воды и нагрейте до кипения.
2. К кипящей воде прибавьте небольшими порциями 2-3 капли насыщенного раствора $FeCl_3$. Несколько минут кипятите. Что Вы наблюдаете?

ВНИМАНИЕ! При быстром приливании раствора возможно прекращение кипения из-за временного охлаждения. В таком случае следует прекратить добавление раствора и дождаться возобновления кипения. Только после этого можно добавлять остаток раствора.

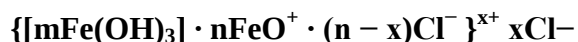
В результате реакции:



образуется красно-бурый золь. Стабилизатором служит оксохлорид железа (III), образующийся при реакции:

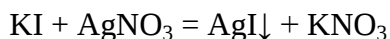


Формула мицеллы золя:



Опыт № 3. Получение золя иодида серебра (демонстрационно)

В пробирку внесите 2 мл раствора KI, к которому по каплям, тщательно перемешивая, добавьте раствор AgNO_3 до образования белого золя AgI . Как можно наблюдать опалесценцию золя? Чем объясняется это явление? Составьте формулу мицеллы полученного золя. Сделайте общий вывод о том, какие методы получения зольей являются конденсационными.



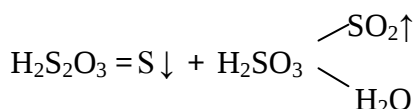
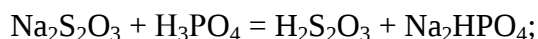
образуется золь иодида серебра. Его интенсивная опалесценция смешивается с жёлтой окраской раствора и выглядит жёлто-зелёной. Стабилизатором служит реактив, взятый в избытке (в первой пробирке - нитрат серебра, во второй - иодид калия).

Формулы мицелл:

- 1) $\{[m \text{ AgI}] n \text{ Ag}^+ (n - x) \text{ NO}_3^-\}^{x+} x \text{ NO}_3^-$ («положительный» золь)
- 2) $\{[m \text{ AgI}] n \text{ I}^- (n - x) \text{ K}^+\}^{x-} x \text{ K}^+$ («отрицательный» золь)

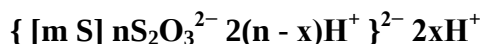
Опыт № 4. Золь серы (реакция обмена с последующим окислением)

1. Отмерить в пробирку 10 мл 0,05н. раствора тиосульфата натрия.
2. По каплям добавить 3 мл разбавленного раствора фосфорной кислоты. В результате реакций



образуется опалесцирующий золь серы. Стабилизатором его является сернистая кислота.

Формула мицеллы:



В результате постепенного укрупнения частиц из-за скрытой коагуляции оттенок опалесценции со временем изменяется от желтоватого через оранжевый, красный и фиолетовый до голубого. Наблюдать это изменение можно при сопоставлении нескольких пробирок с таким золем, полученным в разное время.

МЕТОД ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

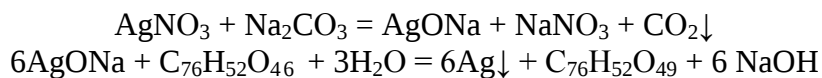
Метод основан на получении труднорастворимых соединений, образующих дисперсную фазу, с помощью химических реакций различных типов (обмена, гидролиза, окисления-

восстановления и др.). Механизм образования центров кристаллизации - тот же, что и в методе замены растворителя. Стабилизатором обычно служит один из исходных электролитов (тот, который был взят в избытке). Варьируя количества исходных реактивов, можно получать золи одного и того же вещества, но имеющие различный заряд ядра.

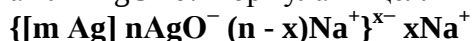
Опыт № 5. Золь серебра (реакция восстановления)

1. В пробирку отмерить 2 мл 0,01%-ного раствора нитрата серебра и довести объём дистиллированной водой до 10 мл.

2. Прилить 1-2 капли 0,1%-ного раствора таннина и затем 1-2 капли 1%-ного раствора соды. В результате реакций:



получается гидрозоль серебра. Признаком его образования служит появление желто-коричневого окрашивания. Процесс ускоряется при слабом нагревании. Стабилизатором может служить продукт окисления таннина или AgONa. Формула мицеллы в этом последнем случае:

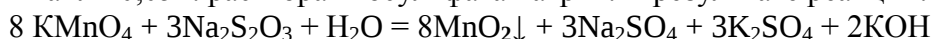


ВНИМАНИЕ! После окончания работы золь выливается в банку для серебросодержащих отходов.

Опыт № 6. Золь диоксида марганца (реакция восстановления)

1. Отмерить в пробирку 1 мл 0,1 н. раствора перманганата калия и разбавить дистиллированной водой до 10 мл.

2. Внести 1 - 2 капли 0,05н. раствора тиосульфата натрия. В результате реакции:



образуется вишнёво-красный золь диоксида марганца. Стабилизатором служит избыток перманганата калия. Формула мицеллы:



Опалесценция данного золя, как и полученного в предыдущем опыте золя серебра, маскируется интенсивной окраской, но может быть обнаружена при боковом освещении в виде появления «металлического налёта» на стенках пробирки.

II. Дисперсионный метод получения золей

Оборудование и реактивы:

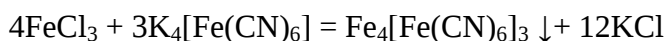
- пробирки на 20 мл, фильтры,
- 2 колбы на 50 мл,
- мерные пробирки на 10 мл,
- растворы: 20%-ный раствор $K_4[Fe(CN)_6]$; 2%-ный раствор $FeCl_3$, 0,1%-ный раствор $H_2C_2O_4$, 20%-ный раствор хлорида алюминия, 10%-ный раствор карбоната аммония, 0,1%-ным раствором щавелевой кислоты,
- дистиллированная вода.

МЕТОД ПЕПТИЗАЦИИ

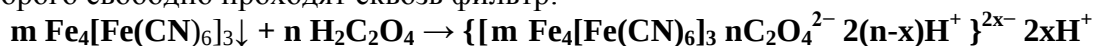
Пептизацией называется переход осадков в коллоидный раствор. Пептизация может происходить в результате промывания осадка (с удалением избытка электролита-коагулятора) или под действием специально вводимых веществ - пептизаторов. Пептизаторами могут быть поверхностно-активные вещества или низкомолекулярные электролиты. Пептизатор адсорбируется частицами осадка, что ведет к образованию двойного электрического слоя, а также сольватной оболочки на их поверхности - главных факторов агрегативной устойчивости. Пептизации подвергаются, как правило, свежеприготовленные и рыхлые осадки; при этом обычно не наблюдается стехиометрических соотношений между количествами пептизатора и осадка, перешедшего в раствор.

Опыт № 7. Получение золя берлинской лазури методом пептизации

1. В пробирку внесите 5 мл 2%-ного раствора $FeCl_3$, затем прибавьте 1мл 20%-ного раствора $K_4[Fe(CN)_6]$.
2. Осадок отфильтруйте и промойте дистиллированной водой.
3. После того как отфильтруется вода, обработайте осадок на фильтре 3 мл 0,1%-ным раствором щавелевой кислоты обратите внимание на цвет фильтрата.



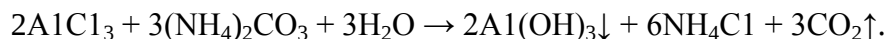
В результате пептизации образуется интенсивно окрашенный синий золь берлинской лазури, частицы которого свободно проходят сквозь фильтр:



Опыт № 8. Получение золя гидроксида алюминия посредством пептизации

А) К 20 мл воды добавляют 15 капель раствора $AlCl_3$, затем по каплям при энергичном перемешивании добавляют раствор $(NH_4)_2CO_3$ до тех пор, пока выпадающий осадок гидроксида алюминия станет растворяться с трудом.

Укажите способ получения и химизм процесса получения золя, составьте формулу мицеллы, отмечая цвет золя. Пептизатором служит избыток хлорида алюминия, не вступившего в реакцию.



В) При смешивании растворов в обратном порядке образуется золь, имеющий другой заряд. 5 мл раствора $(NH_4)_2CO_3$ разбавляют в четыре раза и добавляют к полученному разбавленному раствору при встряхивании 2 капли раствора $AlCl_3$. Осадок $Al(OH)_3$ пептизируется образовавшимся при реакции NH_4OH .

Укажите способ получения и химизм процесса получения золя, составьте формулу мицеллы, отмечая цвет золя. Сделайте вывод о том, какие методы получения золь являются дисперсионными.

Лабораторная работа № 6

«Устойчивость и коагуляция лиофобных коллоидных растворов. Коллоидная защита»

Цель работы: научиться экспериментально, определять порог коагуляции, защитное число лиофильных коллоидов и применять на практике правило Шульце-Гарди.

Оборудование и реактивы:

- металлический штатив с набором держателей,
- штатив для пробирок,
- бюретка на 25 мл,
- коническая колба на 100 мл,
- стеклянный стакан на 100-150 мл,
- центрифужные пробирки на 10 мл с делением,
- золь гидроокиси железа(III),
- растворы 1,00М KBr, 0,10М K₂SO₄, 0,01М K₃[Fe(CN)₆]
- пипетки на 2 мл и 1 мл,
- 0,5% раствор желатина.

Опыт № 1. Определение порога коагуляции

1. Для определения порога коагуляции в колбу для титрования с помощью центрифужной пробирки перенесите 10 мл золя Fe(OH)₃.
2. Бюретку заполните раствором KBr, удалите воздух из носика бюретки, установите уровень раствора на нулевое деление и приступите к титрованию.
3. По мере вытекания раствора из бюретки содержимое колбы необходимо непрерывно перемешивать плавными круговыми движениями. Титрование прекратите при легком помутнении золя, что свидетельствует о наступлении явной коагуляции. Титрование повторите три раза.
4. Аналогично проводят титрование растворами K₂SO₄ и K₃[Fe(CN)₆].
5. Титрование считается законченным, если результаты трех титрований расходятся не более чем на ±0,10.
6. Результаты титрования записывают в таблицу.

Таблица

Раствор электролита	Концентрация электролита, моль/л	Vэл, мл	Спк, ммоль/л	γ, л/ммоль
KBr				
K ₂ SO ₄				
K ₃ [Fe(CN) ₆]				

7. Рассчитайте средний объем электролита по результатам титрования:

$$V_{\text{эл}} = V_1 + V_2 + V_3 / 3, \text{ мл}$$

8. Порог коагуляции и коагулирующую способность электролитов рассчитайте по формулам:

$$C_{\text{пк}} = C_{\text{эл}} \cdot V_{\text{эл}} / V_{\text{золя}} + V_{\text{эл}} \text{ (моль/л) или}$$

$$C_{\text{пк}} = C_{\text{эл}} \cdot V_{\text{эл}} \cdot 1000 / V_{\text{золя}} + V_{\text{эл}} \text{ (ммоль/л)},$$

где $C_{\text{эл}}$ – концентрация электролита, моль/л;

$V_{\text{эл}}$ – объем электролита, добавленный к коллоидному раствору, мл;

$V_{\text{золя}}$ – объем коллоидного раствора, мл.

Коагулирующая способность (γ) – это величина, обратная порогу коагуляции: $\gamma = 1/C_{\text{пк}}$, л/моль.

9. В выводе укажите влияние знака и величины заряда коагулирующего иона на коагуляцию.

Опыт № 2. Определение «железного числа» для желатина

1. Для определения защитного числа приготовьте 6 пробирок с убывающей концентрацией желатина. Для этого в 1-ю пробирку налейте 2 мл 0,5%-ного раствора желатина, а в следующие 5 пробирок по 1 мл дистиллированной воды. Отберите из 1-ой пробирки 1 мл раствора желатина и перенесите его во 2-ю пробирку. Перемешайте смесь во 2-ой пробирке путем встряхивания. Перенесите из 2-ой пробирки в 3-ю 1 мл смеси, перемешайте и т.д. до 6-ой пробирки. Из 6-ой пробирки 1 мл смеси вылейте в стакан для слива.

2. Во все пробирки прилейте по 10 мл золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Периодически встряхивайте содержимое пробирок в течение 8-10 мин.

3. Через 10 минут в пробирки 1-6 прилейте раствор коагулянта K_2SO_4 в количестве соответствующему порогу коагуляции (из опыта № 1), перемешайте смесь и через 3 мин. отметьте состояние золя.

4. Результаты опыта занести в таблицу.

Таблица

№ пробирки	1	2	3	4	5	6
Количество мл 0,5%-ного раствора желатина	1,00	0,5	0,25	0,125	0,063	0,031
Коагуляция (+ или –)						

Наличие помутнения в пробирке означает, что данного количества стабилизатора недостаточно для защиты золя. Отмечают то количество раствора стабилизатора, при котором наступает коллоидная защита. Взяв среднее значение между этим количеством стабилизатора и тем количеством, при котором еще не происходит защита (в предыдущей пробирке) и учитывая концентрацию стабилизатора в растворе, рассчитывают «железное число» для желатина.

«Железное число» – это минимальная масса сухого гидрофильного коллоида, которая проявляет защитное действие в отношении 1 л гидрофобного коллоидного раствора гидроокиси железа(III).

Примерный расчет: Допустим, что 0,125 мл желатина не проявили защитных свойств, а 0,25 мл уже обладали этим свойством. Следовательно, для расчета нужно исходить из средней величины, т.е. $0,125 + 0,25 / 2 = 0,18$ мл 0,5% - ного раствора желатина защищает 10 мл золя, в 1 л будет защищен $0,18 \cdot 100 = 18$ мл 0,5% - ного желатина.

Так как «железное число» должно быть выражено в мг сухого вещества, то определяют его массу в 18 мл 0,5% - ного желатина. 100 мл 0,5% - ного желатина ($\rho = 1$ г/мл) содержат 500 мг сухого вещества, а 1 мл содержит 5 мг.

«Железное число» желатина:

$$m(\text{желатина}) = \frac{\omega\%(\text{желатина}) \cdot V_{\text{р-ра}}(\text{желатина}) \cdot \rho_{\text{р-ра}}}{100\%} \cdot \frac{1000}{10} \cdot 100, \text{ мг}$$
$$m = 18 \cdot 5 = 90 \text{ мг.}$$

5. Сделайте вывод о зависимости защитного действия от величины защитного числа.

СВОЙСТВА МИКРОГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ

Значение темы для фармации определяется тем, что многие лекарственные формы представляют собой микрогетерогенные системы (эмульсии, суспензии, пасты, пены, аэрозоли, порошки).

Будучи принципиально термодинамически неустойчивыми, эти системы требуют особого внимания к стабилизации, обеспечивающей не только устойчивость к коагуляции и коалесценции, но и восстановление равномерного распределения их частиц по всему объёму при встряхивании (после оседания при длительном стоянии).

Структурно-механические, а также фармакологические и потребительные свойства этих систем зависят главным образом от степени дисперсности частиц. Поэтому исследуя, например, скорость седиментации, можно получить информацию о сроках расслоения эмульсий и суспензий, об их фракционном составе и удельной поверхности фракций. (Последнее относится и к порошкам, так как при смешивании порошков с жидкостями получают суспензии, которые можно исследовать теми же методами). Разновидностью седиментационного анализа является широко применяемый клинический анализ крови на СОЭ (скорость оседания эритроцитов).

Определение степени дисперсности получаемых и используемых дисперсных систем необходимо в технологии лекарственных форм (как аптечной, так и заводской), поскольку от нее зависят не только время получения лекарственных веществ и их практический выход, но и способность порошков к таблетированию и гранулированию, сроки годности суспензий, паст, эмульсий, их товарный вид, потребительные и фармакологические свойства.

Изучив данную тему и выполнив лабораторные работы, относящиеся к ней, **студент должен знать:**

- классификацию дисперсных систем;
- способы получения и стабилизации эмульсий, правило Бан-крофта для подбора эмульгатора;
- принципы и способы обращения фаз эмульсий;
- устройство и принцип действия различных видов седиментометров;
- принцип седиментационного анализа.

Студент должен уметь:

- получать эмульсии и суспензии с заданными свойствами;
- определять тип полученной эмульсии методами окрашивания, смачивания гидрофобной поверхности и др.;
- проводить седиментационный анализ порошков и суспензий и на основе его данных определять размеры частиц, фракционный состав и удельную поверхность;
- определять гидрофильность или гидрофобность порошков методом смачивания водой.

Студент должен получить или закрепить навыки:

- пользования торсионными весами;
- растирания порошков в ступке;
- построения графиков и интерпретации графических данных;
- расчетов по уравнениям с использованием микрокалькуляторов;
- табулирования экспериментальных и расчетных данных;
- пользования справочной литературой.

Лабораторная работа № 7
«Получение и свойства эмульсий»

Цель работы: Научиться экспериментально получать эмульсии, определять тип эмульсий, изучить их некоторые свойства.

Оборудование и реактивы:

- микроскоп,
- пробирки мерные на 10 мл; пробирки на 20 мл,
- стеклянные палочки и капилляры;
- предметные стекла (чистые, обезжиренные);
- предметные стекла, покрытые парафином,
- фильтровальная бумага,
- краситель судан III;
- растворы: 2% раствор олеата натрия ($C_{17}H_{33}COONa$); 1М раствор $NaCl$; 1М раствор $MgCl_2$; 1М раствор $AlCl_3$, 30% раствор $MgCl_2$.
- оливковое масло.
- метиленовый синий.

Опыт № 1. Получение эмульсии без эмульгатора и с эмульгатором

1. В две пробирки налейте по 5 мл масла, окрашенного красителем суданом III в ярко-красный цвет.
 2. В первую пробирку добавьте 5 мл дистиллированной воды.
 3. Во вторую – 5 мл 2%-ного водного раствора олеата натрия.
 4. Пробирки плотно закройте пробками и интенсивно встряхивайте до получения эмульсии (2-3 мин.).
- Что наблюдаете? Результаты наблюдения занесите в таблицу.

Таблица

№ пробирки	Вещества	Наблюдение	Вывод
I	масло–вода		
II	масло–олеат натрия		

Сделайте соответствующие выводы: каким методом получены эмульсии? Что является признаком устойчивой эмульсии? Какова причина различной устойчивости полученных эмульсий? Чем объясняется стабилизирующее действие эмульгатора?

Опыт № 2. Установление типа эмульсии методом смешивания

На два предметных стекла нанесите стеклянной палочкой по капле эмульсии, полученной в присутствии стабилизатора.

Рядом с ними нанесите на одно стекло – каплю воды, на другое – каплю масла. Наклоняя стекло, приведите капли в соприкосновение и наблюдайте, сольются ли обе капли в одну.

С какой жидкостью смешивается капля эмульсии?

Какая жидкость: полярная или неполярная, является дисперсионной средой эмульсии?

В выводе укажите тип исследуемой эмульсии.

Опыт № 3. Определение типа эмульсии

1а. Нанесите одну каплю эмульсии, полученную в присутствии стабилизатора, на предварительно обезжиренную поверхность предметного стекла. Другую каплю эмульсии нанесите на предметное стекло, покрытое ровным слоем парафина. Отрыв капли необходимо осуществлять легким прикосновением нижнего края капли к поверхности стекла.

На какой поверхности – стекла или парафина – капля растекается, а на какой сохраняет сферическую форму? Зарисуйте вид капель сбоку на стекле и парафине.

Какая жидкость: полярная или – неполярная является дисперсионной средой эмульсии?

2а. На фильтровальную бумагу нанесите по капле эмульсий, полученных в первом опыте.

Что наблюдаете? Если средой является вода, то капля сразу всасывается бумагой, на которой остается жирное пятно. Капли эмульсии в/м не всасываются.

3а. Эмульсии, полученные в первом опыте, налейте в две пробирки и добавьте несколько капель красителя метиленового синего, растворимого в воде.

Что наблюдаете? Произошло ли окрашивание эмульсий?

Эмульсия м/в окрашивается в синий цвет, эмульсия в/м – не окрашивается.

В выводе укажите тип исследуемых эмульсий.

Опыт 4. Разрушение эмульсии растворами электролитов NaCl , MgCl_2 , AlCl_3

Оставшуюся эмульсию, полученную в первом опыте, разлейте в 4 пробирки поровну. Одну из них оставьте для следующего опыта, а в три – добавьте в каждую по каплям 1М растворы: в первую пробирку – раствор NaCl , во вторую – раствор MgCl_2 , в третью пробирку – раствор AlCl_3 .

Определите число капель каждого раствора, необходимое для разрушения эмульсии и результаты наблюдения занесите в таблицу.

№ пробирки	Количество эмульсии, мл	Добавленный электролит, 1М раствор	Количество капель, вызывающее разрушение эмульсии
1	2	NaCl	
2	2	MgCl_2 ,	
3	2	AlCl_3	

4. По какому признаку можно судить о разрушении эмульсии?

Как объяснить разрушение эмульсии в присутствии электролитов и различное число капель растворов электролитов, пошедшее на разрушение?

Сделайте соответствующие выводы.

Опыт № 5. Обращение фаз эмульсий

1. На предметное стекло нанесите 1 каплю эмульсии и с помощью микроскопа определите тип эмульсии (по окрашиванию дисперсионной среды и дисперсной фазы).
2. Затем к 2 мл исследуемой эмульсии, стабилизированной олеатом натрия, добавьте при встряхивании 1-2 капли 30%-ного раствора $MgCl_2$.
3. Тщательно встряхивайте до образования устойчивой эмульсии. Каплю полученной эмульсии нанесите на предметное стекло, и с помощью микроскопа определить ее тип (по окрашиванию дисперсионной среды и дисперсной фазы).
4. Дайте объяснение наблюдаемым явлениям, сделайте вывод.

Тестовый контроль по теме: «Лиофобные коллоидные растворы»

1. Вставьте пропущенное слово. Правило Шульце-Гарди: коагулирующее действие иона коагулянта тем больше, чем _____ его заряд.

2. При инъекциях электролитов в мышечную ткань или кровь, его необходимо вводить:

- 1) быстро, можно струйно
- 2) медленно, чтобы не вызвать локальную коагуляцию
- 3) сначала быстро, потом медленно
- 4) скорость введения не имеет значения

3. К веществам, способным обуславливать коллоидную защиту относят:

- 1) электролиты
- 2) белки
- 3) полисахариды
- 4) ПАВ

(дайте определение понятию коллоидная защита)

4. Установите соответствие между структурой частицы и ее названием и дайте пояснение:

Структура:

Название:

- | | |
|--|------------|
| 1) гранула + диффузионный слой | А) мицелла |
| 2) агрегат + адсорбционный + диффузионный слой | Б) гранула |
| 3) агрегат + адсорбционный слой | В) ядро |
| 4) ядро + связанные противоионы | Г) агрегат |

5. Зо́ль гидроксида магния, полученный по реакции: $\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$, при электрофорезе перемещается к катоду. Напишите формулу мицеллы. В избытке какого реагента он получен?

- 1) MgCl_2
- 2) NaOH
- 3) $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- 4) NaCl .

6. Порог коагуляции золя сульфида золота ионами кальция равен 0,69 ммоль/л. Какой объем раствора с концентрацией хлорида кальция 0,5 моль/л требуется для коагуляции 100 мл золя?

- 1) 0,15 л
- 2) 0,15 мл
- 3) 15 мл
- 4) 1,5 л

Контрольные вопросы:

1. Дисперсные системы, их классификации. Применение различных дисперсных систем в медицине и фармации.

2. Понятие о суспензиях и аэрозолях. Применение их в медико-биологической практике. Смог.
3. Эмульсии, порошки и пены, их свойства. Медико-биологическая роль и применение в медицине и фармации.
4. Лиофобные коллоиды, условия их получения. Строение мицеллы. Межфазный (ϕ_{mf}) и электрокинетический (ξ - дзета) потенциалы коллоидных частиц. Применение в медицине.
5. Строение мицеллы на примере золя $BaSO_4$, полученного по реакции $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2HCl$. Понятие о ξ - потенциале как факторе устойчивости.
6. Методы получения и очистки коллоидных растворов. Диализ. Принцип АИП.
7. Методы очистки коллоидных растворов. Представление о диализе, вивидиализе. Принцип АИП.
8. Молекулярно-кинетические и оптические свойства коллоидных растворов.
9. Понятие об электрокинетических явлениях. Электроосмос. Электрофорез. Биологическое значение. Потенциалы течения, седиментации.
10. Устойчивость дисперсных систем (седиментационная и агрегативная). Устойчивость коллоидных растворов. Суть теории ДЛФО.
11. Коагуляция и факторы е. вызывающие. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Значение процессов коагуляции для жизнедеятельности организмов.
12. Механизм и кинетика электролитной коагуляции. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция.
13. Коагуляция смесями электролитов (аддитивность, антагонизм, синергизм). Гетерокоагуляция. Примеры. Биологическая роль.
14. Коллоидная защита, ее роль в жизнедеятельности. Флокуляция. Пептизация, биологическая роль.
15. Лиофильные коллоидные растворы. Мицеллы ПАВ. Понятие о ККМ и ГЛБ. Липосомы. Биологическая роль.
16. Конденсационные методы получения микрогетерогенных систем (метод химической реакции, метод замены растворителя).
17. Диспергационные методы получения (растирание в ступке, измельчение в шаровой и коллоидной мельницах и др.).
18. Общая характеристика микрогетерогенных систем, их отличие от коллоидных.
19. Суспензии, пасты, их получение и стабилизация. Применение в фармации.
20. Седиментационная устойчивость. Седиментация. Уравнение Стокса. Седиментометры.
21. Седиментационный анализ суспензий. Седиментационная кривая. Кривая распределения частиц по фракциям.
22. Эмульсии. Классификация, методы получения и стабилизации. Коалесценция. Эмульгаторы. Правило Банкрофта.
23. Методы определения типа эмульсии. Обращение фаз эмульсий. Применение эмульсий в фармации.
24. Порошки. Методы получения. Применение в фармации. Слёживаемость, распыляемость, сыпучесть. Гранулирование порошков.

Задачи и упражнения:

1. Золя бромида свинца(II) получили при смешивании ацетата свнца и бромида кальция. Коагулирующая способность нитрата магния по отношению к этому золю больше коагулирующей способности сульфата аммония. Каков заряд гранулы? Напишите формулу мицеллы этого золя. (Ответ: гранула заряжена отрицательно, бромид-ионы - потенциалопределяющие).

2. К 5 мл золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ для начала явной коагуляции необходимо добавить один из следующих растворов: 4 мл 3М KCl ; 0,5 мл 0,01М K_2SO_4 ; 3,9 мл 0,0005М $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Вычислите пороги коагуляции и определите какой из электролитов имеет максимальную коагулирующую способность. (Ответ: 1,33; $9,1 \cdot 10^{-4}$; $2,19 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$).

3. Пороговые концентрации электролитов для золя BaSO_4 оказались равными: $c(\text{KCl}) = 256$ ммоль/л, $c(\text{KNO}_3) = 260,0$ ммоль/л, $c(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 6,0$ ммоль/л, $c(\text{Sr}(\text{NO}_3)_2) = 7,0$ ммоль/л, $c(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 0,067$ ммоль/л. Определите знак заряда частиц данного золя? Какой из реагентов $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ или H_2SO_4 взят в избытке при получении золя? (Ответ: заряд отрицательный, избыток H_2SO_4)

4. Для коагуляции 0,125 л золя оксида мышьяка(III) добавили 8 мл раствора AlCl_3 . Порог коагуляции золя оксида мышьяка хлоридом алюминия равен 0,093 ммоль/л. Рассчитайте молярную концентрацию хлорида алюминия в исходном растворе. (Ответ: 0,015 моль/л)

Литвинова Т.Н. Сборник задач по общей химии. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью. Учебное пособие для студентов медицинских вузов. – 3-е изд., перераб. Гриф УМО МЗСР РФ//– М.: ООО «Изд-во Оникс»: ООО «Издательство «Мир и образование», 2007. стр.190-196.

ТЕМА III. РАСТВОРЫ ВМС

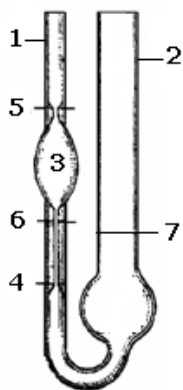
Лабораторная работа № 8

«Вискозиметрическое определение молекулярной массы полимера»

Цель работы: Научиться определять относительную вязкость растворов ВМС различных концентраций, графически определять характеристическую вязкость; рассчитывать молекулярную массу ВМС.

Приборы, оборудование и реактивы:

- вискозиметр Оствальда;
- секундомер; стеклянный стаканчик на 100 мл;
- резиновая груша.
- реактивы: растворы поливинилового спирта следующих концентраций: 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 моль/л,
- дистиллированная вода.



Описание прибора: прибором для измерения относительной вязкости служит вискозиметр Оствальда, который представляет собой две сообщающиеся стеклянные трубки 1 и 2.

Трубка 1 имеет расширение 3, переходящее в капилляр 4; через трубку 2 исследуемая жидкость протекает под влиянием собственной тяжести в трубку 1.

В трубке имеются метки 5, 6 и 7. Объем расширенной части трубки равен 3–4 мл. Рис. Вискозиметр Оствальда

Опыт № 1.

1. Внесите в широкое колено вискозиметра из химического стакана воду по верхнюю метку (7).

2. Грушей передавите жидкость из широкого колена вискозиметра в узкое выше метки, выньте грушу, дайте жидкости свободно вытекать. При прохождении жидкости через верхнюю метку (5) включите секундомер, при прохождении ее через нижнюю метку (6) секундомер выключите. Повторите измерения 2-3 раза, добиваясь, чтобы расхождения в параллельных измерениях составляли не более 0,5–1 с. Для расчетов берите среднее значение времени истечения чистого растворителя.

3. Определите время истечения из вискозиметра растворов полимера следующих концентраций (г/100 мл H₂O): 0,05; 0,1; 0,15; 0,2. Измерения выполняйте как в п.2. Повторите измерения 2-3 раза. Измерения начинайте с наименее концентрированного раствора. Переходя к более высокой концентрации, необходимо тщательно с помощью груши удалить из вискозиметра прежний раствор и промыть вискозиметр раствором следующей концентрации.

4. Рассчитайте удельную вязкость ($\eta_{\text{уд.}}$) раствора по уравнению:

$$\eta_{\text{уд.}} = \tau - \tau_0 / \tau_0,$$

где τ — время истечения раствора, с;

τ_0 – время истечения воды, с.

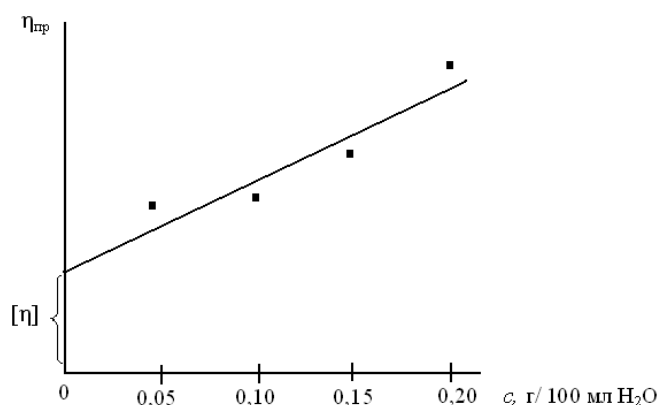
5. Рассчитайте приведенную вязкость ($\eta_{пр.}$) раствора по уравнению:

Результаты эксперимента и расчетные данные внесите в таблицу.

Таблица

Концентрация полимера в растворе, с, г/ 100 мл растворителя (H ₂ O)	Время истечения из вискозиметра τ , с	Удельная вязкость, $\eta_{уд.}$	Приведенная вязкость, $\eta_{пр.}$
0,00 (вода)			
0,05			
0,10			
0,15			
0,20			

6. Постройте график зависимости приведенной вязкости от концентрации ВМС в растворе. По графику определите характеристическую вязкость. Отрезок на оси ординат, отсекаемый прямой, соответствует характеристической вязкости $[\eta]$.



7. Рассчитайте относительную молекулярную массу (ОММ) полимера по уравнению Марка-Хаувинка

$$[\eta] = KM^{\alpha}; \quad M^{\alpha} = \frac{[\eta]}{K}; \quad \lg M = \frac{\lg [\eta] / K}{\alpha}$$

Значения констант в уравнении Марка-Хаувинка для поливинилового спирта и ОММ представлены в табл. 10 приложения.

8. Сделайте вывод о соответствии полученного результата $M(\text{ВМС})$ справочным данным.

Лабораторная работа № 9

«Набухание ВМС»

Цель работы: Научиться экспериментально определять величину, степень набухания и изоэлектрическую точку желатина, изучить влияние различных факторов на набухание.

Оборудование, химическая посуда и реактивы:

- бюретки на 25 мл,
- штатив для пробирок,
- пробирки на 20 мл,
- мерные пробирки на 10 мл,
- стеклянные палочки,
- желатин,
- пробки,
- дистиллированная вода,
- растворы: 0,1 н. раствор CH_3COOH ; 0,1 н. раствор CH_3COONa ; 0,1н. (рН = 1) раствор HCl , 0,1н. (рН = 13) раствор NaOH , буферный раствор с рН = 4,7; 0,1М раствор K_2SO_4 , 0,1М раствор KI ;
- бензол.

Опыт № 1. Влияние рН на набухание и определение изоэлектрической точки желатина

1. В 5-ти пробирках составьте буферные смеси согласно таблице:

Таблица

№ пробирки	Состав буферной смеси, мл		рН смеси		Объем желатина до набухания V_1 , мл	Объем желатина после набухания V_2 , мл	Величина набухания ΔV , мл	Степень набухания $\alpha = \Delta V/V_1 \cdot 100\%$
	0,1 н. CH_3COOH	0,1 н. CH_3COONa	рассчитанная	измеренная				
1	9	1						
2	7	3						
3	5	5						
4	3	7						
5	1	9						

2. Рассчитайте рН буферных растворов по уравнению Гендерсона-Гассельбаха:

$$\text{pH} = \text{pK} + \lg \frac{c(\text{CH}_3\text{COONa}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COONa})}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH})}, \text{ где } \text{pK}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75.$$

3. Измерьте значение рН каждой буферной смеси с помощью рН-метра.

4. В 5 сухих мерных пронумерованных пробирок внесите по 1 г порошка желатина и добавьте в каждую приготовленные буферные растворы. Содержимое пробирок перемешайте палочкой, которую затем удалите.

5. Через 30 минут определите объем набухшего желатина и рассчитайте изменение объема желатина и степень набухания.

6. Результаты занесите в таблицу.

7. Постройте график зависимости величины набухания от pH среды. По графику определите ИЭТ желатина.

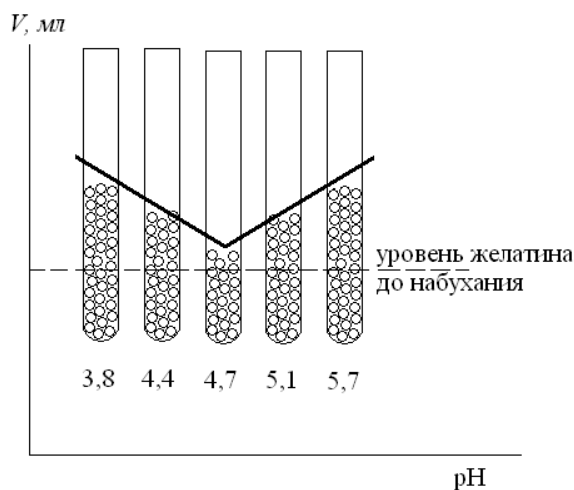


Рис. Степень набухания желатина в средах с различным значением pH

8. Сделайте вывод о влиянии pH на набухание. Объясните, почему белок минимально набухает в ИЭТ? Что такое изоэлектрическая точка?

Опыт № 1-А. Влияние рН на набухание

1. В пять сухих мерных пробирок внесите до метки 1 мл порошка желатина, добавьте до метки 10 мл указанных растворов с различным значением рН. Содержимое каждой пробирки перемешайте отдельной стеклянной палочкой, которую затем удалите.

2. Через 30 минут определить объем набухшего желатина, рассчитайте степень набухания. Результаты занесите в таблицу.

Таблица

Растворы	рН среды	Объем желатина до набухания V_1 , мл	Объем желатина после набухания V_2 , мл	Степень набухания $\alpha = \frac{V - V_0}{V_0} \cdot 100\%$
HCl	1			
Буферный	4,7			
NaOH	13			

3. Постройте график зависимости величины степени набухания от рН среды. По графику определите рI желатина.

4. Сделайте вывод о влиянии рН на степень набухания.

Опыт № 2. Влияние электролитов на набухание

1. В три сухие мерные пробирки внесите по 1 г порошка желатина и добавьте по 10 мл растворов:

1) K_2SO_4 ; 2) H_2O ; 3) KI.

Содержимое пробирок перемешайте палочкой.

2. Через 30 минут определите объем набухшего желатина.

Результаты занесите в таблицу.

Таблица

Электролиты	Объем желатина до набухания V_1 , мл	Объем желатина после набухания V_2 , мл	Величина набухания ΔV , мл	Степень набухания, $\alpha = \Delta V/V_1 \cdot 100\%$
K_2SO_4				
H_2O				
KI				

3. Сделайте вывод о влиянии природы ионов на набухание. По какому принципу электролиты располагают в лиотропные ряды?

Опыт № 3. Влияние природы растворителя на степень набухания

1. В две сухие мерные пробирки внесите порошок желатина до метки 1 мл и добавьте до метки 10 мл воды и бензола. Содержимое каждой пробирки перемешайте отдельной стеклянной палочкой, закройте пробирки пробками.

2. Через 30 мин определите объем набухшего желатина, рассчитайте степень набухания. Результаты занесите в таблицу.

Таблица

Растворитель	Объем желатина до набухания V_o , мл	Объем желатина после набухания V , мл	Степень набухания $V - V_o$ $\alpha = \frac{V - V_o}{V_o} \cdot 100\%$
H_2O			
Бензол			

Сделайте вывод о влиянии природы растворителя на степень набухания.

Тестовый контроль по теме: «Свойства ВМС и их растворов»

1. Набухание – это самопроизвольный процесс:

- 1) увеличения массы и объема ВМС
- 2) поглощение ВМС растворителем
- 3) диффузии растворителя в объем полимера
- 4) взаимное проникновение ВМС и растворителя друг в друга

2. Способность растворов ВМС осаждаться под действием электролитов называется:

- 1) высаливание
- 2) коацервация
- 3) тиксотропия
- 4) синерезис

3. Получение раствора ВМС состоит из следующих стадий:

- 1) набухание
- 2) застудневание
- 3) растворение
- 4) высаливание

4. Установите соответствие между свойством ВМС и его характером.

Свойство ВМС:

Характер свойств:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1) коллоидная защита | А) общие с истинными |
| 2) способность к застудневанию | Б) общие с коллоидными |
| 3) электрические свойства | В) специфические |
| 4) отсутствие способности к диализу | |
| 5) мембранное равновесие Доннана | |

5. В растворе находится смесь белков: глобулин ($pI=7$), альбумин ($pI=4,8$) и коллагена ($pI=4,0$). При каком значении pH можно электрофоретически разделить эти белки? Ответ поясните.

- 1) 7
- 2) 4,8
- 3) 4
- 4) < 7

Контрольные вопросы:

1. Растворы ВМС. Набухание и растворение ВМС. Факторы, влияющие на набухание. Биологическое значение набухания.

2. Классификация ВМС, примеры биополимеров, их биологическая роль, полимеры в фармации.

3. Свойства растворов ВМС (набухание, застуднение, вязкость, осмотическое давление). Факторы, влияющие на набухание и застуднение. Биологическое значение набухания, студней.
4. Нарушение устойчивости растворов ВМС: высаливание, денатурация, коацервация. Значение этих явлений в биологии и медицине.
5. Понятие о мембранном равновесии Доннана. Биологическая роль.
6. Особенности вязкости растворов ВМС. Аномальная вязкость. Особенности осмотического давления растворов биополимеров. Осмотическое давление плазмы крови.
7. Застуднение (желатинирование) растворов ВМС. Факторы, влияющие на застуднение. Биологическая роль.
8. Нарушение устойчивости растворов ВМС: высаливание, денатурация, коацервация. Значение этих явлений в биологии и медицине.
9. Белки как полиамфолиты. Изоэлектрическая точка (ИЭТ). Изоэлектрическое состояние. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразующие и поверхностные свойства белков.

Задачи и упражнения:

1. Образец вулканизата массой 1,7564 кг, изготовленный на основе синтетического каучука СКН-26, поместили в бензол. Через 24 ч выдержки при 298 К масса этого образца стала равной 5,3921 кг. Рассчитайте степень набухания этого вулканизата в бензоле при указанных условиях. (Ответ: 207 %)

2. Идет ли процесс набухания желатина (ИЭТ = 4,7) в ацетатном буфере, приготовленном смешиванием равных объемов ацетата натрия ($c = 0,01$ моль/л) и уксусной кислоты ($c = 0,05$ моль/л) при комнатной температуре? $pK(CH_3COOH) = 4,76$. (Ответ: желатин набухает).

3. Постройте кинетическую кривую набухания полимера в координатах степень набухания – время набухания, если масса полимера до набухания равна 10 г. Экспериментальные данные представлены в таблице.

Время набухания (час)	1	4	8	12
Масса набухшего полимера (г)	19,0	44,0	56,0	56,0

Сделайте вывод по анализу кривой.

4. Желатин с ИЭТ = 4,7 помещен в раствор при температуре 25°C, в котором концентрация $[H^+]$ в 10000 раз больше, чем в чистой воде. Каков знак заряда макромолекулы желатина в этом растворе? Ответ поясните. (Ответ: положительный)

Литвинова Т.Н. Сборник задач по общей химии. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью. Учебное пособие для студентов медицинских вузов. – 3-е изд., перераб. Гриф УМО МЗСР РФ//– М.: ООО «Изд-во Оникс»: ООО «Издательство «Мир и образование», 2007. стр.193-196.

Теоретические вопросы «Основы коллоидной химии»

1. Поверхностные явления (коалесценция, коагуляция, адсорбция, смачивание, адгезия, когезия), дать им определения. Применение в медицине.
2. Особенности энергетического состояния молекул в поверхностном слое и объеме фазы. Свободная поверхностная энергия, зависимость величины свободной поверхностной энергии от удельной свободной поверхностной энергии (поверхностное натяжение) и площади поверхностного раздела фаз.
3. Дайте определения понятия: сорбция, сорбент, сорбтив, сорбционный комплекс, физическая и химическая адсорбция, абсорбция, десорбция.
4. Абсорбции газов. Законы Генри и Сеченова. Медико-биологическая роль абсорбции.
5. Поверхностноактивные (ПАВ) и поверхностноинактивные (ПИВ), их строение и ориентация на границе раздела фаз, биологическая роль. Правило Траубе-Дюкло. Изотермы поверхностного натяжения для ПАВ и ПИВ, понятие о ГЛБ.
6. Адсорбция на твердых адсорбентах из растворов, ее особенности. Молекулярная и ионная адсорбция. Правило Панета-Фаянса, лиотропные ряды. Применение в медицине.
7. Адсорбция газов и паров на твердых адсорбентах, факторы, влияющие на этот процесс. Зависимость адсорбции от природы адсорбента и поглощаемого газа или пара, температуры, концентрации. Биологическая роль.
8. Удельная адсорбция. Изотерма Ленгмюра и Фрейндлиха.
9. Особенности адсорбции из растворов на твердом адсорбенте. Влияние температуры и концентрации растворенного вещества на процесс его адсорбции из раствора. Применение данного вида адсорбции в медицине. Молекулярная адсорбция.
10. Адсорбция ионов из растворов (ионная и ионообменная адсорбция). Особенности ионной адсорбции. Лиотропные ряды ионов. Правило Панета-Фаянса.
11. Адсорбция на подвижной поверхности раздела фаз. Уравнение Гиббса, поверхностная активность. Адсорбция положительная и отрицательная.
12. Дифильное строение ПАВ. Правило Траубе-Дюкло. Биологические ПАВ.
13. Ионообменная адсорбция. Катиониты, аниониты, амфолиты. Использование ионообменной адсорбции в медицине.
14. Основы хроматографии, ее виды. Применение хроматографии в медицине.
15. Дисперсные системы, их классификации. Применение различных дисперсных систем в медицине и фармации.
16. Понятие о суспензиях и аэрозолях. Применение их в медико-биологической практике. Смог.
17. Эмульсии, порошки и пены, их свойства. Медико-биологическая роль и применение в медицине и фармации.
18. Лиофобные коллоиды, условия их получения. Строение мицеллы. Межфазный (ϕ_{mf}) и электрокинетический (ξ - дзета) потенциалы коллоидных частиц. Применение в медицине.
19. Строение мицеллы на примере золя $BaSO_4$, полученного по реакции $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2HCl$. Понятие о ξ - потенциале как факторе устойчивости.
20. Методы получения и очистки коллоидных растворов. Диализ. Принцип АИП.

21. Методы очистки коллоидных растворов. Представление о диализе, вивидиализе. Принцип АИП.
22. Молекулярно-кинетические и оптические свойства коллоидных растворов.
23. Понятие об электрокинетических явлениях. Электроосмос. Электрофорез. Биологическое значение. Потенциалы течения, седиментации.
24. Устойчивость дисперсных систем (седиментационная и агрегативная). Устойчивость коллоидных растворов. Суть теории ДЛФО.
25. Коагуляция и факторы е. вызывающие. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Значение процессов коагуляции для жизнедеятельности организмов.
26. Механизм и кинетика электролитной коагуляции. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция.
27. Коагуляция смесями электролитов (аддитивность, антагонизм, синергизм). Гетерокоагуляция. Примеры. Биологическая роль.
28. Коллоидная защита, ее роль в жизнедеятельности. Флокуляция. Пептизация, биологическая роль.
29. Лиофильные коллоидные растворы. Мицеллы ПАВ. Понятие о ККМ и ГЛБ. Липосомы. Биологическая роль.
30. Конденсационные методы получения микрогетерогенных систем (метод химической реакции, метод замены растворителя).
31. Диспергационные методы получения (растирание в ступке, измельчение в шаровой и коллоидной мельницах и др.).
32. Общая характеристика микрогетерогенных систем, их отличие от коллоидных.
33. Суспензии, пасты, их получение и стабилизация. Применение в фармации.
34. Седиментационная устойчивость. Седиментация. Уравнение Стокса. Седиментометры.
35. Седиментационный анализ суспензий. Седиментационная кривая. Кривая распределения частиц по фракциям.
36. Эмульсии. Классификация, методы получения и стабилизации. Коалесценция. Эмульгаторы. Правило Банкрофта.
37. Методы определения типа эмульсии. Обращение фаз эмульсий. Применение эмульсий в фармации.
38. Порошки. Методы получения. Применение в фармации. Слёживаемость, распыляемость, сыпучесть. Гранулирование порошков.
39. Растворы ВМС. Набухание и растворение ВМС. Факторы, влияющие на набухание. Биологическое значение набухания.
40. Классификация ВМС, примеры биополимеров, их биологическая роль, полимеры в фармации.
41. Свойства растворов ВМС (набухание, застудневание, вязкость, осмотическое давление). Факторы, влияющие на набухание и застудневание. Биологическое значение набухания, студней.
42. Нарушение устойчивости растворов ВМС: высаливание, денатурация, коацервация. Значение этих явлений в биологии и медицине.
43. Понятие о мембранном равновесии Доннана. Биологическая роль.
44. Особенности вязкости растворов ВМС. Аномальная вязкость. Особенности осмотического давления растворов биополимеров. Онкотическое давление плазмы крови.
45. Застудневание (желатинирование) растворов ВМС. Факторы, влияющие на застудневание. Биологическая роль.

46. Нарушение устойчивости растворов ВМС: высаливание, денатурация, коацервация. Значение этих явлений в биологии и медицине.

47. Белки как полиамфолиты. Изоэлектрическая точка (ИЭТ). Изоэлектрическое состояние. Кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразующие и поверхностные свойства белков.

Темы реферативных докладов

1. Адсорбция, применение сорбционных процессов в медицине.
2. Физико-химические основы гемосорбции.
3. Адгезия и когезия, биологическая роль.
4. Роль адгезии и когезии для характеристики стоматологических материалов.
5. Применение хроматографических методов анализа в медицине.
6. Хроматографические методы анализа, применение их в медикосанитарной практике для контроля окружающей среды.
7. Значение процессов коагуляции и пептизации для жизнедеятельности организма.
8. ПИВ и ПАВ, их биологическая роль.
9. Применение микрогетерогенных систем в качестве лекарственных препаратов, стоматологических материалов.
10. Аэрозоли промышленного происхождения – причина возникновения некоторых заболеваний легких (силикоз, антракоз, алюминоз). Смог.
11. Роль коллоидных систем в живом организме.
12. Свойства и применение в медицине коллоидных растворов ПАВ.
13. Электроосмос и электрофорез. Их применение в медицине и фармации.
14. Биологическая роль и применение ВМС.
15. Вязкость крови и других биологических жидкостей.
16. Полимеры в медицине.
17. Полимеры в стоматологии.
18. Биологическое значение процессов набухания и застудневания.
19. Кислотно-основные свойства белков, ИЭС, ИЭТ (pI).
20. Синтетические моющие средства и окружающая среда.
21. Очистка природных и сточных вод.
22. Способы ликвидации нефтяных разливов в океане.
23. Влияние выхлопных газов автотранспорт на загрязнение окружающей среды.
24. Явления адсорбции, коагуляции и седиментации в основе очистки окружающего воздуха от загрязняющих аэрозолей.

Список использованной литературы

1. Физическая и коллоидная химия: учебник для вузов / А. П. Беляев [и др.]; под ред. А.П. Беляева. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 701 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Учебник для мед. спец. вузов /А. Берлянд, Ю. Ершов, А. Книжник.– М., Высшая школа, 2007. – 560 с.

3. Попков В.А., Пузаков С.А. Общая химия. Электронный учебник для вузов. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2007.– 976 с. (печатный вариант, 2009.–976 с.)
4. Врублевский Э., Киреев В., Недзвецкий В., Сосновцев В. Нанотехнология - путь в будущее или бренд для финансирования. - Нано- и микросистемная техника. 2007, № 12, с. 6 – 20.
5. Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.Н. Коллоидная химия. – СПб.: «Лань», 2003. – 336 с.
6. Горбачук В.В., Загуменнов В.А., Сироткин В.А., Суслов Д.А., Никитин Е.В. Практическое руководство к лабораторным работам по коллоидной химии. – Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 2001.– 83 с.
7. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1990. – 487 с.
8. Ельцов С. В., Водолазкая Н. А. Физическая и коллоидная химия. Электронное учебное пособие. – Харьков.: Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, 2005.– 240 с.
9. Зайцев О.С. Учебная книга по химии. <http://him1september.ru>
10. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Коллоидная химия: Учебник для вузов. – М.: АГАР, 2001. – 320 с.
11. Ким Н.М. Поверхностные явления и дисперсные системы. Коллоидная химия: Учебное пособие.– Кемерово: ГУКузГТУ, 2005.– 84 с.
12. Литвинова Т.Н. Сборник задач по общей химии. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью: учебное пособие для студентов медицинских вузов.– 3-е изд., перераб. Гриф УМО МЗ и СР//– М.: ООО «Изд-во Оникс»: ООО «Издательство «Мир и образование», 2007 – 224 с.– (Высшее образование).
13. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. - Л.: Химия, 1984. –368 с.
14. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1982. – 400 с.
15. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.
16. 1000 тестов по общей химии для студентов медицинских вузов Учебное пособие. Гриф УМО МЗ и СР / Т.Н. Литвинова [и др.]. –Изд.2-е, испр. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2007.– 429 с.

Интернет – ресурсы

1. IQlib – электронная Интернет-библиотека образовательных и просветительских изданий, в коллекции которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия, общеобразовательные и научные издания.
2. <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru> Левченков С.И. Лекции по курсу «Физическая и коллоидная химия», конспект лекций для студентов биофака ЮФУ (РГУ).
3. www.twirpx.com/file/18897/

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Основные единицы измерения физических величин

Величина	Единица измерения в СИ	Связь с другими величинами
Масса (m)	килограмм (кг)	$1 \text{ кг} = 10^3 \text{ г} = 10^6 \text{ мг}$ $1 \text{ г} = 10^3 \text{ мг} = 10^{-3} \text{ кг}$
Температура (T)	кельвин (К)	$1 \text{ К} = 1^\circ\text{C}$ $T = 273,15 + t$
Длина (l)	метр (м)	$1 \text{ м} = 10^2 \text{ см} = 10^3 \text{ мм} = 10^6 \text{ мкм} = 10^9 \text{ нм} = 10^{10} \text{ Å}$ $1 \text{ мм} = 10^3 \text{ мкм} = 10^{-1} \text{ см} = 10^{-2} \text{ дм} = 10^{-3} \text{ м}$
Площадь (S) или (A)	метр ² (м ²)	$1 \text{ м}^2 = 10^4 \text{ см}^2$; $1 \text{ см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$
Объем (V)	метр ³ (м ³)	$1 \text{ м}^3 = 10^3 \text{ л} = 10^6 \text{ мл} = 10^6 \text{ см}^3$ $1 \text{ л} = 10^3 \text{ мл} = 10^3 \text{ см}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$ $1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$; $1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3$
Давление (p)	паскаль (Па)	$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па} = 0,987 \text{ атм} = 750 \text{ Торр}$ $1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па} = 101,325 \text{ кПа} = 760 \text{ Торр}$ $1 \text{ Торр} = 1 \text{ мм рт. ст.} = 133,32 \text{ Па}$
Энергия (U, H, G, F)	джоуль (Дж)	$1 \text{ Дж} = 10^3 \text{ мДж} = 10^{-3} \text{ кДж} = 10^{-6} \text{ МДж}$ $1 \text{ Дж} = 0,2390 \text{ кал}$; $1 \text{ кал} = 4,184 \text{ Дж}$
Плотность (ρ)	килограмм на кубический метр (кг/м ³)	$1 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ г/дм}^3 = 1 \text{ г/л} = 10^{-3} \text{ г/см}^3 = 10^{-3} \text{ г/мл}$ $1 \text{ г/см}^3 = 1 \text{ г/мл}$

2. Основные физические постоянные

Величина	Символ	Значение	Размерность
Постоянная Авогадро	N_A	$6,022137 \cdot 10^{23}$	моль ⁻¹
Газовая постоянная	R	8,314510	Дж/(моль·К)
Постоянная Фарадея	F	96485,31	Кл /моль
Постоянная Планка	h	$6,626075 \cdot 10^{-34}$	Дж · с
Константа Больцмана	k_B	$1,380658 \cdot 10^{-23}$	Дж/К
Стандартное ускорение свободного падения	g	9,80665 (точно)	м/с ²

3. Метрическая система мер

Меры длины или линейные	Меры массы
1 километр (км) = 1000 метров (м) 1 метр (м) = 10 дециметр (дм) = 100 сантиметров (см) 1 дециметр (дм) = 10 сантиметров (см) 1 сантиметр (см) = 10 миллиметров (мм)	1 тонна (т) = 1000 килограммов (кг) 1 центнер (ц) = 100 килограммов (кг) 1 килограмм (кг) = 1000 граммов (г) 1 грамм (г) = 1000 миллиграммов (мг) $1 \text{ кг} = 1 \cdot 10^3 \text{ г} = 1 \cdot 10^6 \text{ мг}$ $1 \text{ г} = 1 \cdot 10^3 \text{ мг} = 1 \cdot 10^6 \text{ мкг}$ $1 \text{ г} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ $1 \text{ мг} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ г}$ $1 \text{ мкг} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ г}$
Меры площади	Меры объема
$1 \text{ км}^2 = 1\,000\,000 \text{ м}^2$ $1 \text{ м}^2 = 100 \text{ дм}^2 = 10\,000 \text{ см}^2$ $1 \text{ см}^2 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$	$1 \text{ м}^3 = 1\,000 \text{ дм}^3 = 1\,000\,000 \text{ см}^3$ $1 \text{ дм}^3 = 1000 \text{ см}^3$ $1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3$ $1 \text{ м}^3 = 1\,000 \text{ л} = 1\,000\,000 \text{ мл}$ $1 \text{ м}^3 = 1 \cdot 10^3 \text{ л} = 1 \cdot 10^6 \text{ мл}$ $1 \text{ л} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ $1 \text{ мл} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ л}$

4. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их обозначения

Множитель, на который умножается основная единица	Наименование	Обозначение	Множитель, на который умножается основная единица	Наименование	Обозначение
10^{12}	тера	Т	0,1	деци	д
10^9	гига	Г	10^{-2}	санти	с
10^6	мега	М	10^{-3}	милли	м
10^3	кило	к	10^{-6}	микро	мк
10^2	гекто	г	10^{-9}	нано	н
10	дека	да	10^{-12}	пико	п

5. Плотность ПАВ в жидком состоянии

№	ПАВ	Плотность, г/см ³
1.	Изоамиловый спирт	0,810
2.	Бутанол-1	0,810
3.	Пентанол-2	0,810

6. Зависимость поверхностного натяжения воды от температуры

$t, ^\circ\text{C}$	$\sigma \cdot 10^3, \text{Н/м}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\sigma \cdot 10^3, \text{Н/м}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\sigma \cdot 10^3, \text{Н/м}$
10	77,22	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

7. Поверхностное натяжение жидкостей при 293 К

Вещество	$\sigma \cdot 10^3, \text{Н/м}$	Вещество	$\sigma \cdot 10^3, \text{Н/м}$
Ацетон	23,70	Метанол	22,61
Анилин	43,20	Муравьиная кислота	37,58
Бензиловый спирт	42,76	Уксусная кислота	27,80
Бензол	28,88	Пентан	16,00
Вода	72,75	Пиридин	38,00
Гексан	18,42	Толуол	28,53
Гептан	20,86	Этиленгликоль	46,1
Глицерин	59,40	Этанол	22,03
Диэтиловый эфир	17,00		

8. Зависимость адсорбции газов на древесном угле от их физических свойств

Газ	М (г/моль)	T _{кип}	T _{критич}	V _{газа} (см ³)/1г угля(15°C)
SO ₂	64	263	430	379,7
NH ₃	17	240	405	180,9
N ₂ O	44	183	309	54,2
C ₂ H ₂	26	189	308	48,9
CO ₂	44	195	242	47,6
CO	28	81	134	9,3
N ₂	28	77	126	8,0
H ₂	2	20	33	4,7

9. Золотые числа

(масса в мг для защиты 10 мл золя с массовой долей золота, равной 0,0006%, от коагуляции при добавлении 1 мл 10%-ного раствора NaCl)

Вещество	Золотое число, мг	Вещество	Золотое число, мг
Желатин	0,01	Казеинат натрия	0,01
Гемоглобин	0,03 – 0,07	Гуммиарабик	0,5
Альбумин (яичный)	2,5	Декстрин	20

10. Критические концентрации мицеллообразования для некоторых мыл

Мыло	ККМ (моль/л) при 50°C (*25°C)
Лаурат натрия C ₁₁ H ₂₃ COONa	2,8 · 10 ⁻² *
Пальмитат натрия C ₁₅ H ₃₁ COONa	2,1 · 10 ⁻³
Пальмитат калия C ₁₅ H ₃₁ COOK	2,2 · 10 ⁻³
Стеарат натрия C ₁₇ H ₃₅ COONa	1,8 · 10 ⁻⁴
Стеарат калия C ₁₇ H ₃₅ COOK	5,0 · 10 ⁻⁴
Олеат натрия C ₁₇ H ₃₃ COONa	1,1 · 10 ⁻³ *
Олеат калия C ₁₇ H ₃₃ COOK	1,2 · 10 ⁻³ *

11. Значения констант в уравнении Марка-Хаувинка и ОММ полимеров

Полимер	Растворитель	$K \cdot 10^4$	α	M
Поливиниловый спирт	Вода	5,60	0,67	5000-200000
Поливинилацетат	Ацетон	2,80	0,67	10000-60000
Натуральный каучук	Толуол	5,02	0,67	10000-1000000
Полистирол	Толуол	3,70	0,62	50000-200000
Ацетилцеллюлоза	Ацетон	1,49	0,82	25000-115000
Метилцеллюлоза	Вода	2,80	0,62	10000-250000
Оксиэтилцеллюлоза	Вода	3,70	0,80	50000-750000

12. Критическая концентрация мицеллообразования ПАВ в водных растворах

ПАВ	Формула	ККМ, моль/л	Метод определения
Анионные ПАВ			
Деканоат натрия	C ₉ H ₁₉ COONa	9,4·10 ⁻²	Удельная электропроводность
Додеканоат натрия	C ₁₁ H ₂₃ COONa	9,5·10 ⁻²	Поверхностное натяжение
		2,5·10 ⁻²	Удельная электропроводность
		2,3·10 ⁻²	Поверхностное натяжение
		2,4·10 ⁻²	Солюбилизация красителя
Миристат натрия	C ₃ H ₂₇ COONa	6,9·10 ⁻³	Удельная электропроводность
Олеат натрия	C ₇ H ₃₃ COONa	1,1·10 ⁻³	То же
		2,1·10 ⁻³	Поверхностное натяжение
Додецилсульфат натрия	C ₁₂ H ₂₅ SO ₄ Na	8,1·10 ⁻³	Удельная электропроводность
Тетрадецилсульфат натрия	C ₁₄ H ₂₉ SO ₄ Na	8,3·10 ⁻³	Поверхностное натяжение
		2,1·10 ⁻³	Удельная электропроводность
		9,8·10 ⁻³	Поверхностное натяжение
		1,2·10 ⁻³	Удельная электропроводность
Додецильсульфонат натрия	C ₁₂ H ₂₅ SO ₃ Na		
п-Додецилбензолсульфонат натрия	C ₁₂ H ₂₅ C ₆ H ₄ SO ₃ Na		
Катионные ПАВ			
Додециламмонийхлорид	C ₁₂ H ₂₅ NH ₃ Cl ⁻	1,5·10 ⁻²	Удельная электропроводность
Тетрадециламмонийхлорид	C ₁₄ H ₂₉ NH ₃ Cl ⁻	2,8·10 ⁻³	Удельная электропроводность
Додецилметиламмонийхлорид	C ₁₂ H ₂₅ (CH ₃)NH ₂ Cl ⁻	1,5·10 ⁻²	Удельная электропроводность
Додецилдиметиламмонийхлорид	C ₁₂ H ₂₅ (CH ₃) ₂ NHCl ⁻	1,6·10 ⁻²	Удельная электропроводность
Додецилтриметиламмонийхлорид	C ₁₂ H ₂₅ (CH ₃) ₃ NCl ⁻	2,0·10 ⁻²	Поверхностное натяжение
Додецилпиридинийхлорид	C ₁₂ H ₂₅ NC ₅ H ₅ Cl ⁻	1,5·10 ⁻²	

Неионогенные ПАВ			
Додециловый эфир тетраэтиленгликоля	$C_{12}H_{25}O(C_2H_4O)_4H$	$4 \cdot 10^{-5}$	Поверхностное натяжение
Додециловый эфир гексаэтиленгликоля	$C_{12}H_{25}O(C_2H_4O)_6H$	$8,7 \cdot 10^{-5}$	Поверхностное натяжение
Додециловый эфир октаэтиленгликоля	$C_{12}H_{25}O(C_2H_4O)_8H$	$8,3 \cdot 10^{-5}$	Солюбилизация красителя
Додециловый эфир додекаэтиленгликоля	$C_{12}H_{25}O(C_2H_4O)_{12}H$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	Поверхностное натяжение
<i>n</i> - <i>m</i> <i>рет</i> -Октилфениловый эфир триэтиленгликоля	$C_8H_{17}C_6H_4O(C_2H_4O)_3H$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	Поверхностное натяжение
<i>n</i> - <i>m</i> <i>рет</i> -Октилфениловый эфир пентаэтиленгликоля	$C_8H_{17}C_6H_4O(C_2H_4O)_5H$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	Поверхностное натяжение
<i>n</i> - <i>m</i> <i>рет</i> -Октилфениловый эфир гептаэтиленгликоля	$C_8H_{17}C_6H_4O(C_2H_4O)_6H$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	Поверхностное натяжение