

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

(ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга

(РЭТЭМ)

И.А. Екимова

СПЕЦКУРС ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ

(ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ.

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ)

**Методические указания к лабораторному практикуму для студентов
направления подготовки “Техносферная безопасность”**

Томск 2014

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой РЭТЭМ, д.т.н.
_____ В.И. Туев
«___» _____ 2014 г.

СПЕЦКУРС ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ
(ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ.
КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ)

Методические указания к лабораторному практикуму для студентов
направления подготовки “Техносферная безопасность”

Разработчик:
Доцент каф. РЭТЭМ, к.х.н.
_____ И.А. Екимова
«___» _____ 2014 г.

Екимова И.А. Спецкурс выпускающей кафедры (Поверхностные явления и дисперсные системы. Коллоидная химия): методические указания к лабораторному практикуму для студентов направления подготовки «Техносферная безопасность» / И.А. Екимова. – Томск: ТУСУР, 2014. – 19 с.

Лабораторный практикум по спецкурсу выпускающей кафедры (Поверхностные явления и дисперсные системы. Коллоидная химия) предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Техносферная безопасность». Включает описание пяти лабораторных работ по основным разделам курса. В описании работ содержатся необходимые теоретические аспекты и методика выполнения. Ко всему циклу лабораторных работ прилагается общий список рекомендованной литературы.

ВВЕДЕНИЕ

Коллоидная химия – это наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах: она выполняет роль теоретических основ гетерогенных процессов, в которых главное значение имеют поверхностные, межфазные явления. Поверхностные явления сильнее всего проявляются в системах с большой межфазной поверхностью (дисперсных системах), придавая им особые объемные свойства и определяя условия протекания происходящих в этих системах процессов. Дисперсные системы являются типичными объектами коллоидной химии, что является ее главным отличием от физической химии, которая изучает однородные объемные фазы.

Лабораторные работы преследуют цель усвоения и закрепления материала по соответствующим темам, а также привитие студентам необходимого минимума практических навыков в постановке и выполнении коллоидно-химических экспериментов и обработке результатов.

Лабораторные работы студент выполняет по основным разделам курса на листах формата А-4 или в лабораторном журнале. Перед выполнением лабораторной работы студент проходит инструктаж по технике безопасности и собеседование по основным этапам работы.

ТЕМА №1 – КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ

Коллоидная (от греч. *colla* – клей, *lidos* – вид) химия – наука, изучающая состав, внутреннее строение, превращения и свойства дисперсных систем.

Предметом изучения являются кроме коллоидных растворов (размер частиц дисперсной фазы $10^{-5} - 10^{-7}$ см), системы более низкой дисперсности – суспензии, пены, ВМС, растворы поверхностно-активных веществ.

По взаимодействию между частицами дисперсной фазы и дисперсионной среды различают:

а) лиофобные коллоиды, в которых частицы дисперсной фазы не взаимодействуют или слабо взаимодействуют с дисперсной средой. Их получают с затратой энергии, они устойчивы в присутствии стабилизатора.

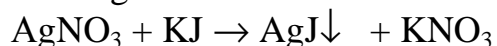
б) растворы высокомолекулярных соединений (ВМС), которые называли раньше лиофильными коллоидами. Они образуются самопроизвольно, благодаря сильному взаимодействию дисперсной фазы с дисперсной средой, являются гомогенными и могут сохранять агрегативную устойчивость без стабилизатора.

ЛИОФОБНЫЕ КОЛЛОИДЫ

Элементарной частью коллоидной системы является нейтральная **мицелла**. Исходя из ее строения, можно определить знак заряда иона □ стабилизатора и коллоидной частицы. Зная знак заряда коллоидной частицы, можно предсказать влияние электролитов на коагуляцию, возможность взаимной коагуляции зольей, условия пептизации.

Схему строения мицеллы гидрофобного золя, полученного в реакции обмена, составляют следующим образом:

1. Написать уравнение реакции, приводящей к получению золя, например, для золя AgJ :



2. Установить состав ядра мицеллы. Это малорастворимое вещество AgJ . Состав ядра □ $mAgJ$.

3. Определить, какое из исходных веществ было в избытке. Например, если взято 10 мл 0,01 н $AgNO_3$ и 5 мл 0,01 н KJ , то в избытке □ $AgNO_3$.

4. Определить состав потенциалопределяющего слоя. Для этого нужно сравнить ионы вещества, находящегося в растворе в избытке, с ионами, входящими в состав ядра.

ядро □ AgJ

вещество в избытке □ $Ag^+NO_3^-$

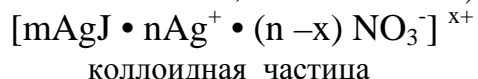
Ионы из раствора могут адсорбироваться на поверхности твердой частицы (AgJ), при этом из смеси ионов адсорбируются преимущественно ионы, входящие в состав кристаллической решетки или близкие по химической природе. Они образуют потенциалопределяющий слой, являются

ионами стабилизаторами (в данном примере это nAg^+), заряд образующейся системы \square положительный.

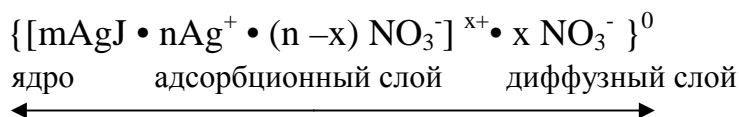
5. К потенциалоопределяющему слою из раствора электростатически притягиваются противоположно заряженные ионы (в данном примере \square $(n-x)NO_3^-$), образуя слой противоионов.

6. Зафиксируем знак заряда полученной системы \square коллоидной частицы

(в данном примере \square положительный, т. к. $n > n-x$):



7. Завершаем запись строения мицеллы, указав диффузный слой, который состоит из остальных противоионов, но находящихся на значительном расстоянии от ядра и обеспечивающих электронейтральность мицеллы:



ОСОБЕННОСТИ ЛИОФОБНЫХ КОЛЛОИДОВ

1. Малая растворимость дисперсной фазы в дисперсной среде, т.е. низкая концентрация и гетерогенность.
2. Небольшое и стабильное осмотическое давление.
3. Небольшая вязкость, близкая к вязкости дисперсионной среды.
4. Устойчивость достигается наличием стабилизатора.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ПОЛУЧЕНИЕ И ОЧИСТКА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ»

По размеру частиц дисперсной фазы ($10^{-5} - 10^{-7}$ см) золи занимают промежуточное положение между истинными растворами и суспензиями. Поэтому они могут быть получены либо путем **соединения** отдельных молекул или ионов растворенного вещества в агрегаты (конденсационный метод), либо путем **диспергирования** (измельчения) сравнительно больших частиц (дисперсионный метод).

Особо от этих методов стоит **метод пептизации**, который заключается в переводе в коллоидный раствор осадков, первичные частицы которых уже имеют коллоидные размеры.

Основные условия получения зольей:

1. Малая растворимость дисперсной фазы в дисперсионной среде (для лиофобных зольей)
2. Наличие стабилизатора, обеспечивающего агрегативную устойчивость коллоидных частиц.

Пептизацией называют переход в коллоидный раствор осадков, образовавшихся при коагуляции. Пептизация может происходить в результате промывания осадка, а также под действием специальных веществ □ пептизаторов. В первом случае из осадка удаляются коагулирующие ионы, во втором пептизатор адсорбируется коллоидными частицами осадка, что ведет к образованию двойных электрических слоев или сольватных оболочек вокруг коллоидных частиц и к преодолению, благодаря им, сил сцепления между частицами. Частицы, ставшие свободными, под влиянием теплового движения распределяются равномерно по всему объему жидкости, т.е. пептизация является процессом, обратным коагуляции.

Коллоидные растворы, полученные с помощью различных методов, как правило, содержат низкомолекулярные примеси, которые возникают в результате загрязненности реагирующих веществ или в ходе химических реакций, протекающих в самих коллоидных растворах. Примеси отрицательно влияют на качество коллоидных растворов, т.к. понижают их агрегативную устойчивость.

Очистку коллоидных растворов осуществляют разными методами: диализ, электродиализ, ультрафильтрация, электроультрафильтрация, диализ при низких давлениях и т.д.

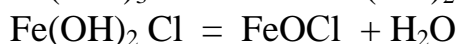
Диализ □ удаление низкомолекулярных примесей из коллоидных систем и растворов ВМС путем диффузии через полупроницаемую перегородку □ мембрану.

ОПЫТ 1. Получение гидрозоля гидроксида железа (III) конденсационным методом.

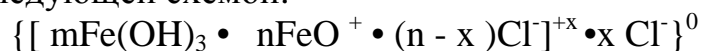
В стакане нагревают до кипения около 50 мл дистиллированной воды и прибавляют в нее отдельными порциями 10 мл концентрированного раствора FeCl₃. Раствор окрашивается в кирпично-красный цвет вследствие гидролиза хлорида железа (III) и образования гидрозоля Fe(OH)₃.



Одновременно идет реакция:



Молекулы трудно растворимого гидроксида железа образуют ядро мицеллы. Молекулы хлороксида железа, подвергаясь диссоциации, образуют ионы FeO⁺ и Cl⁻. Ионы FeO⁺, в соответствии с правилом Пескова-Фаянса, адсорбируются на поверхности ядра мицеллы, а ионы хлора служат противоионами. Строение мицеллы золя гидроксида железа может быть представлено следующей схемой:



Числа m, n и x могут широко изменяться в зависимости от условий приготовления и очистки золя.

ОПЫТ 2. Получение гидрозоля серы и канифоли методом замены растворителя.

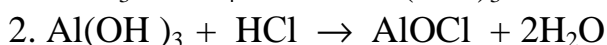
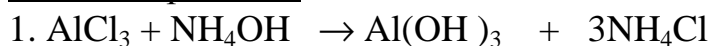
Сера и канифоль растворяются в этиловом спирте, образуя истинные растворы. В воде же они практически нерастворимы. Поэтому при добавлении воды к их спиртовому раствору молекулы этих веществ объединяются в более крупные агрегаты.

В пробирку с 10 мл дистиллированной воды по каплям добавляют спиртовый раствор канифоли. Как и в предыдущем случае, образуется молочно-белый опалесцирующий золь канифоли.

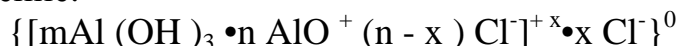
ОПЫТ 3. Получение золя гидроксида алюминия методом пептизации.

К 10–20 мл 1 % раствора $AlCl_3$ по каплям добавить раствор аммиака. Выпавший осадок промыть на фильтре и перенести в химический стакан. В стакан добавить 500 мл дистиллированной воды и по каплям 0,1 н HCl . Осадок постепенно распадается и исчезает.

Химизм процесса:



Соль $AlOCl$ диссоциирует на ионы, которые формируют адсорбционный и диффузный слои мицелл гидроксида алюминия: $AlOCl \leftrightarrow AlO^+ + Cl^-$. Вследствие этого мицелла гидроксида алюминия имеет следующее строение:



ОПЫТ 4. Очистка золя гидроксида железа путем диализа.

Очистка полученного золя от электролитов основана на различных размерах коллоидных частиц и ионов.

В сосуд с пергаментным дном (диализатор) наливают полученный золь $Fe(OH)_3$ и погружают его в другой сосуд, наполненный дистиллированной водой. Через 15–20 минут берут пробу воды из внешнего сосуда и проверяют на присутствие в ней ионов хлора, добавляя несколько капель $AgNO_3$.

ОПЫТ 5. Получение эмульсий масла в воде.

К 1 мл дистиллированной воды добавить 6 капель растительного масла и встряхивать в течение 1 минуты образуется неустойчивая эмульсия. К полученной неустойчивой эмульсии добавить 10 капель раствора мыла, встряхивать 1 минуту. Теперь образовалась устойчивая эмульсия.

Объясните, почему повышается устойчивость эмульсии при добавлении к ней раствора мыла.

ОПЫТ 6. Получение золя почвенных частиц по методу перитизации.

1. Укрепить стеклянную воронку в штативе, вложить в нее фильтр, насыпать в него чернозема, предварительно измельчив его. Почву нужно насыпать так, чтобы она не доходила до верхнего края на 1,5–2 см.

2. Налить на почву 4 н раствор NaCl слоем толщиной приблизительно 2 см, дать ему профильтроваться через нее и стечь в приемник. Операцию повторить 3–4 раза. При такой обработке в результате обменной адсорбции почти все двухвалентные катионы почвенного поглощающего комплекса (главным образом, катионы кальция) будут замещены одновалентными ионами натрия.

3. Фильтрат отбросить. Промыть почву от избытка хлорида натрия примерно таким же количеством дистиллированной воды, следя за изменением окраски фильтрата. Вначале он будет бесцветным и прозрачным, а по мере уменьшения концентрации хлорида натрия начнет окрашиваться в желтый, а затем в черно-бурый цвет. Это является признаком развивающегося процесса перехода почвенных частиц, в том числе гуминовых кислот, из грубодисперсного в коллоидно-дисперсное состояние.

УСТОЙЧИВОСТЬ И КОАГУЛЯЦИЯ ЛИОФОБНЫХ КОЛЛОИДОВ

Между частицами дисперсной фазы при их сближении действуют одновременно силы притяжения и силы отталкивания. Степень устойчивости системы определяется соотношением этих сил. Различают **кинетическую** и **агрегативную** устойчивость.

Кинетическая устойчивость – это свойство дисперсных частиц удерживаться во взвешенном состоянии.

Агрегативная устойчивость – это способность системы сохранять определенную степень дисперсности, препятствовать «слипанию» частиц.

Причиной **агрегативной** устойчивости является оболочка из сольватированных противоионов диффузного слоя.

Чем больше в диффузном слое сольватированных противоионов, тем плотнее сольватная оболочка. Тем стабильнее золь. Чем выше ξ потенциал, тем выше степень **агрегативная устойчивость** системы. Сжатие двойного электрического слоя уменьшает степень сольватации ионов. Когда ξ -потенциал равен нулю (изоэлектрическое состояние), сольватная оболочка возле ядра мицеллы настолько тонка, что не защищает мицеллу от слипания при столкновении, в результате начинается агрегация частиц.

Процесс слипания коллоидных частиц с образованием более крупных агрегатов называется коагуляцией. При коагуляции система теряет вначале

агрегативную, а затем и кинетическую устойчивость. Коагуляция может произойти при:

1. прибавлении электролита,
2. резком изменении температуры,
3. механическом воздействии,
4. высокочастотных колебаниях,
5. ультрацентрифугировании.

Осадок, полученный при коагуляции, называют коагелем.

Наиболее важным и распространенным фактором коагуляции является действие электролитов.

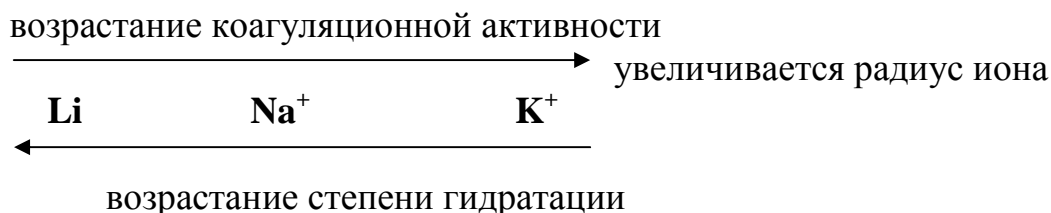
ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОАГУЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОЛИТАМИ

1. Коагулирующим действием обладает тот ион электролита, заряд которого противоположен заряду потенциалопределяющих ионов мицеллы.

2. Коагулирующая способность иона тем выше, чем выше его заряд (правило Шульце – Гарди). Минимальная концентрация электролита, которая вызывает коагуляцию, называется **порогом коагуляции**. Величина, обратная порогу коагуляции, называется **коагулирующей способностью**.

3. В ряду органических ионов коагулирующее действие возрастает с повышением адсорбционной способности.

4. В ряду неорганических ионов одинаковой зарядности их коагулирующая активность возрастает с уменьшением степени гидратации.



Чем меньше радиус иона, тем выше степень гидратации.

5. К началу коагуляции значение ξ -потенциал уменьшается до 0,03 В.

Механизм обеспечения агрегативной устойчивости лиофобных и лиофильных коллоидных растворов различен, поэтому различен и механизм их коагуляции.

Агрегативная устойчивость лиофобных коллоидных систем связана с наличием заряда у коллоидных частиц. Коагуляция происходит при нейтрализации заряда. Поэтому при добавлении *небольших* количеств электролита происходит уменьшение толщины диффузионного слоя, величины ξ -потенциала, а значит, и уменьшение агрегативной устойчивости. Значение электрокинетического потенциала, при котором начинается коагуляция, называют **критическим**.

Величину порога (C_K) коагуляции можно рассчитать по формуле:

$$C_K = \frac{C_Э \cdot V_Э}{V_Э + V_З},$$

где $C_Э$ – начальная концентрация электролита, ммоль/л; $V_Э$ – объем израсходованного электролита, мл; $V_З$ – объем золя, мл.

ТЕМА №2 □ РАСТВОРЫ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (ВМС)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТВОРОВ

На первых этапах развития коллоидной химии растворы высокомолекулярных соединений (ВМС) были отнесены к золям, т.е. псевдорастворам, имеющим мицелярное строение. Близость некоторых свойств лиофобных коллоидов и растворов ВМС привели к тому, что они были неудачно названы лиофильными золями. Показано, что растворы ВМС не имеют мицелярного строения, а по образованию и поведению они не могут считаться золями.

В настоящее время собственно коллоидными растворами называют лиофобные коллоидные системы, а к лиофильным относят растворы ВМС, иначе их называют молярными коллоидами.

ВМС (или полимерами) называют соединения, с молекулярной массой не менее 10 000 – 15 000, вследствие чего молекулярный вес их составляет сотни тысяч и даже миллионы.

Свойства ВМС и их растворов зависят не только от размера и формы молекул, но и от химического строения. Размеры молекул приближаются к размерам мицелл зольей (1–100 нм), что обуславливает их сходство с лиофобными золями.

Сходство с лиофобными коллоидами:

1. Не способны проходить через полупроницаемые мембраны.
2. Малая скорость диффузии.
3. Имеют сходные молекулярно-кинетические, оптические и электрохимические свойства.

Особенности растворов ВМС:

1. Отсутствие поверхности раздела.

Растворы ВМС представляют собой гомогенные системы, являясь истинными растворами, где взвешенные частицы не содержат ядер (как в лиофобном коллоиде), а представлены макромолекулами.

2. Растворение ВМС □ самопроизвольный процесс, сопровождающийся уменьшением свободной энергии. Поэтому являются термодинамически устойчивыми равновесными системами, способными существовать без стабилизатора неограниченное время при достаточно больших концентрациях

3. ВМС могут образовывать и типично лиофобные золи, если ВМС нерастворима в данном растворителе. В этом случае добавка стабилизатора приводит вещество во взвешенное состояние и обуславливает все свойства, характерные для лиофобного золя. Растворы ВМС нельзя считать типичными коллоидными системами.

4. Растворению предшествует набухание □ **самопроизвольный процесс**, при котором надмолекулярные структуры распадаются до отдельных макромолекул. Частицы ВМС взаимодействуют с растворителями.

5. В растворах молекулы ВМС могут объединяться в ассоциаты. При высокой концентрации и низкой температуре они не устойчивы и создают новую фазу.

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТВОРОВ ВМС

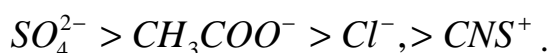
Растворы ВМС являются молекулярными растворами и их устойчивость аналогична устойчивости истинных растворов. Так как нет поверхности раздела, то слипание молекул ВМС не может обусловить уменьшение запаса поверхностной энергии системы.

Мицелла неорганического золя имеет два слоя □ адсорбционный и диффузный. Частица же ВМС в растворе, кроме, этих двух слоев, имеет сольватную или гидратную оболочку, которая защищает частицу от небольшого числа молекул коагулянта. Поэтому частицы ВМС обладают высокой устойчивостью к коагуляции.

Коагуляцию можно вызвать двумя способами:

1. Понизить электрический заряд, прибавляя электролиты;
2. Разрушить сольватную оболочку, добавляя десольватизирующие вещества (этанол, ацетон), а для водных растворов □ концентрированные растворы электролитов.

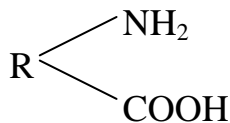
При этом действие электролитов существенно отличается от их коагулирующего действия на гидрофобные коллоиды: разрушающее действие проявляется в десольватизации и уменьшении растворимости ВМС в концентрированном растворе электролита и начинается при более высоких концентрациях, чем для лиофобных зелей. Это явление выпадения дисперсной фазы из растворов ВМС при действии солей электролитов, называют высаливанием. Высаливающая способность электролитов характеризуется, как правило, анионами, которые образуют следующий лиотропный ряд:



Заряд частицы ВМС возникает по следующим причинам:

1. Поверхность ВМС может иметь собственный заряд, обусловленный расположенными на ней анионными и катионными группами.
2. Поверхность ВМС связывает ионы растворителя и другие имеющиеся в растворе ионы.

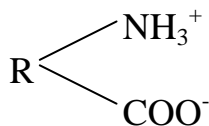
Белки и нуклеионовые кислоты составляют особую группу ВМС, характеризующуюся спиральной формой. По химическому составу белки представляют собой полипептидные цепи, состав которых можно выразить общей формулой:



Молекула белка проявляет амфотерные свойства, т.е. может диссоциировать как по типу кислоты, так и по типу основания.

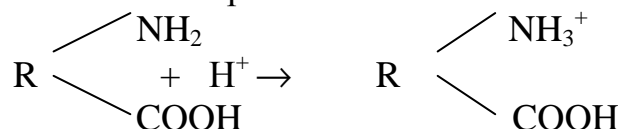
Состояние, в котором как кислотные, так и основные свойства проявляются в одинаковой степени, называется **изоэлектрическим**.

Амфоген в изоэлектрическом состоянии выражается формулой:

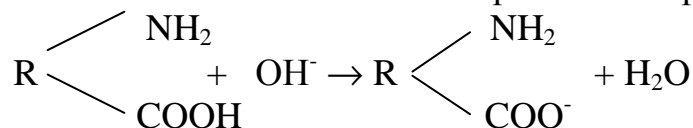


pH, при котором белок находится в изоэлектрическом состоянии, называется **изоэлектрической точкой**.

В кислой среде (при pH меньше, чем pH изоэлектрического состояния) белок ведет себя, как основание и заряжается положительно:



В щелочной среде (при pH больше, чем pH изоэлектрического состояния), белок проявляет кислотные свойства и заряжается отрицательно:



Концентрацию ионов водорода в изоэлектрической точке вычисляют по формуле:

$$C_H^+ = 10^{-7} \sqrt{\frac{K_K}{K_{OCH}}},$$

где K_K константа диссоциации белка, как кислоты; K_{OCH} – константа диссоциации белка, как основания.

В изоэлектрической точке (ИЭТ) частички белка имеют иные свойства, чем в обычном состоянии. В ИЭТ белки не обладают электрофоретической подвижностью, имеют минимальную устойчивость, растворимость, гидратацию, вязкость, осмотическое давление, электропроводность, степень набухания, удельное оптическое вращение, мембранный потенциал.

В ИЭТ происходит наибольшая коагуляция белковых растворов и наибольшая скорость желатинирования.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЖЕЛАТИНА»

Существует ряд методов определения ИЭТ.

а) по минимуму вязкости

1. На технических весах взять навески 1,5 г сухой желатины и растворить ее при нагревании до 45° С на водяной бане в 50 мл воды.
2. Пронумеровать 7 пробирок.
3. Приготовить в пронумерованных пробирках по 10 мл буферных растворов, указанных в таблице.
4. К каждому раствору добавить по 5 мл еще теплого раствора желатины. Растворы тщательно перемешать.
5. Вычислить рН буферных растворов:

$$[H^+] = K \frac{[кислота]}{[соль]} \quad pH = pK + \lg \frac{[соль]}{[кислота]}.$$

$$K_{CH_3COOH} = 1,8 \cdot 10^{-5}, \quad pK = 4.75$$

$$[CH_3COOH] = [CH_3COONa] = 0,1 \text{ н}$$

№ пробирки	1	2	3	4	5	6	7
CH ₃ COOH, мл	0,2	1,0	2,0	5,0	7,0	8,5	9,8
CH ₃ COONa, мл	9,8	9,0	8,0	5,0	3,0	1,5	0,2
T, сек							
η, сПз							
рН							

6. Определить вязкость растворов η вискозиметрическим методом.

$$\eta = \eta_{H_2O} \cdot (t / t_{H_2O}),$$

где η_{H_2O} □ вязкость воды при 25°С $\eta_{H_2O} = 1 \text{ сПз}$; t_{H_2O} □ время истечения воды, t – время истечения желатины через капилляр.

7. Построить график зависимости: рН = f(V).

Минимум на этом графике соответствует ИЭТ желатины.

б) по степени помутнения раствора

Приготовьте буферные растворы в соответствии с данными таблицы. В каждую пробирку из бюретки прилейте 1 мл 0,5% раствора желатины, перемешайте раствор, добавьте по 4 мл спирта из бюретки, хорошо перемешайте. Через 5 минут оцените степень помутнения в каждой пробирке. Определите ИЭТ желатины, которая характеризуется максимальным помутнением раствора.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «КОАГУЛЯЦИЯ ГИДРОФОБНЫХ И ЛИОФИЛЬНЫХ КОЛЛОИДОВ»

Опыт 1. Коагуляция лиофильного золя, гидрозоля желатина (раствор ВМС) при действии дегидратирующих веществ.

В две пробирки отмерить по 2 мл 0,5% гидрозоля желатины. Затем из бюретки по каплям до появления мути прибавить: в первую пробирку этиловый спирт, а во вторую – насыщенный раствор сульфата аммония. Отметить количества реактивов, вызывающих коагуляцию. Пробирки с содержимым оставить до конца занятия.

Опыт 2. Коагуляция лиофобного золя гидрозоля $Fe(OH)_3$.

В пробирку отмерить 2 мл гидрозоля $Fe(OH)_3$ и добавить из бюретки по каплям насыщенный раствор сульфата аммония до появления мути. Отметить количество реактива, вызывающего коагуляцию и сравнить его с количеством, вызвавшим коагуляцию золя желатины. Выяснить возможность использования этого различия для дифференциации лиофобных и лиофильных коллоидов.

Опыт 3. Обратимость лиофильных коллоидов.

В две пробирки с коагелем желатины (из опыта 1) добавлять из бюретки дистиллированную воду до исчезновения мути. Такое же количество воды добавить в пробирку с коагелем $Fe(OH)_3$. Выяснить, какой коагель является обратимым. Результаты представить в таблице:

Раствор	Объем, мл			Обратимость коагеля
	$(NH_4)_2SO_4$	C_2H_5OH	H_2O	
Желатина				
Гидрозоль $Fe(OH)_3$				

Опыт 4. Проверка правила Шульце-Гарди.

В пробирки отмерить по 5 мл золя $Fe(OH)_3$ и затем из бюретки добавлять по каплям, перемешивая до помутнения следующие электролиты: $NaCl$, Na_2SO_4 , $K_3[Fe(CN)_6]$.

Появление помутнения свидетельствует о начале коагуляции. Определить объем электролита ($V_{\text{Э}}$), пошедшего на коагуляцию, рассчитать порог коагуляции (C_K), сделать вывод о выполнении правила Шульце-Гарди.

Электролит	4M NaCl	0,1M Na_2SO_4	0,1 M $K_3[Fe(CN)_6]$
$V_{\text{Э}}$			
C_K			

Порог коагуляции:

$$C_K = \frac{C_э \cdot V_э}{V_э + V_з} \cdot 1000 \text{ ммоль/л}$$

$C_э$ – концентрация электролита, ммоль/л; $V_з$ – объем золя, мл.

Приближенное соотношение порогов коагуляции в зависимости от величины заряда иона-коагулятора при выполнении правила Шульце-Гарди должно быть:

$$C_1 : C_2 : C_3 = 500 : 10 : 1,$$

где цифры 1, 2, 3 – заряд иона-коагулятора.

ЗАЩИТА МИЦЕЛЛ ГИДРОФОБНЫХ ЗОЛЕЙ

Повышение устойчивости гидрофобных золь по отношению к электролитам и другим факторам коагуляции при добавлении к ним гидрофильных коллоидов называют **коллоидной защитой**.

Защитное действие объясняется адсорбцией лиофильных частиц ВМС поверхностью лиофобных.

Защитное действие ВМС проявляется лишь при определенной его концентрации в защищаемом золе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЖЕЛАТИНА»

В две пробирки отмерить по 5 мл берлинской лазури $K_4[Fe(CN)_6]$. В первую пробирку прибавить из бюретки 1 мл дистиллированной воды, а во вторую пробирку – 1 мл свежеприготовленного 0,5% раствора желатины, перемешать. Затем в каждую пробирку добавить по 1 мл 0,02 М раствора нитрата алюминия, взболтать и наблюдать за явлением коагуляции в первой пробирке.

Объяснить причину разной устойчивости содержимого двух пробирок к коагуляции. Нарисовать схему строения обеих коллоидных частиц.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ:

1. В чем заключается кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных систем?
2. Какие факторы влияют на устойчивость коллоидных систем?
3. Что называется коагуляцией, пептизацией?
4. Как происходит коагуляция лиофобных коллоидов под действием электролитов, смеси электролитов?
5. В чем суть взаимной коагуляции коллоидов, защитного действия коллоидов?
6. Как изменяется ξ -потенциал при коагуляции?
7. Как возникает двойной электрический слой?
8. Каково строение мицеллы лиофобных коллоидов?
9. Что представляет собой коллоидная частица?

10. Где возникает электрический потенциал?
11. Что такое электрофорез и электроосмос?

ТЕМА №3 □ ГЕЛИ

Гели (*gelo* – застываю, лат.) – студнеобразные или твердые коллоидные системы, состоящие из дисперсионной среды, заключенной в пространственную структуру (каркас), образованную соединенными между собой частицами дисперсной фазы.

Наличие в геле пространственной структуры придает ему свойство твердых тел: обладают определенной формой, которая может изменяться только под действием внешних сил, а также определенной прочностью.

Гелями являются различные биологические мембраны (наружная плазматическая мембрана, ядерная оболочка, эндоплазматический ретикулум), хлеб, сыр, простокваша, кисели, мармелад, кремниевая кислота и др.

Для гелей характерно явления **техсотропии** (изменение при касании, греч.), т.к. при механическом воздействии гель превращается в золь или раствор ВМС, а при прекращении такого воздействия происходит обратный процесс:

гель \Leftrightarrow золь; гель \Leftrightarrow раствор ВМС.

Гели образуются из золь и растворов ВМС при определенных условиях: температура, рН, концентрации дисперсной фазы, степени сольватации. Различают два пути образования гелей: желатинирование и набухание, желатинирование или застудневание. Это процесс переход золя или раствора ВМС в гель.

Со временем часто происходит самопроизвольное уменьшение объема студня с выделением двух микрофаз: жидкой и студнеобразной. Это явление называют **синерезисом** (сжатие, уменьшение, греч.). Причиной его являются процессы. Происходящие в студне и ведущие к состоянию равновесия: раскристаллизация. Химические взаимодействия и др.

Набухание – это процесс образования геля путем поглощения раствора геля сухим веществом (ксерогелем), сопровождающийся увеличением объема и массы системы.

Степень набухания α :

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m} \cdot 100\%; \quad \alpha = \frac{V - V_0}{V_0} \cdot 100\%,$$

где m_0 , m – массы исходного и набухшего ВМС; V_0 , V – объем исходного и набухшего ВМС.

С явлением набухания связаны многие технологические процессы и процессы жизнедеятельности растений, животных, человека. Набуханию принадлежит ведущее значение в процессе произрастания зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химия. - Л.: Химия. - 1984.- II-е изд. - 368 с.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. - М.: Химия. - 1988.- 464 с.
3. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химия. - Л.: Химия.- 1974.- I-е изд. - 351 с.
4. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. - М.: Химия .- 1976.- 512 с.
5. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. / Под ред. Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского. -М.: Химия.-1986.-215 с.
6. Практикум по коллоидной химии./Под ред. И.С. Лаврова. - М.: Высшая школа.-1983.-215 с.
7. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высш. шк., 1992. 416 с.
8. Шелудко А. Коллоидная химия / Под ред. Б.В. Дерягина, Е.Д. Щукина. М.: Мир,1984. 320 с.
9. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М.: Мир, 1979.568 с.
10. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. М.: Наука. 1978. 368 с.
11. Физико-химическая механика. М.: Наука 1979. 380 с.
12. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества, свойства и применение. Л.: Химия,1981. 304 с.