

Занятие № 8

Тема: Растворы ВМС. Свойства биополимеров

1. Теория*

1. Свойства растворов ВМС. Осмотическое давление растворов биополимеров. Уравнение Галлера. Онкотическое давление плазмы крови.
2. Механизм набухания и растворения ВМС. Факторы, влияющие на набухание: температура, рН, электролиты.
3. Полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка (ИЭТ). Методы определения ИЭТ белка.
4. Устойчивость растворов биополимеров. Высаливание биополимеров из растворов: определение, механизм и факторы процесса (температура, электролиты, неэлектролиты).
5. Застудневание растворов ВМС: механизм и факторы процесса (форма макромолекул, температура, концентрация, рН, электролиты). Процессы синерезиса в организме человека.

2. Задачи

1. ИЭТ альбумина = 4,64.
Объясните, как заряжаются молекулы альбумина плазмы крови при $\text{pH} < 4,64$ и при $\text{pH} > 4,64$.
Напишите соответствующие схемы реакций.
2. ИЭТ альбумина плазмы крови равна 4,64.
Определите знак заряда частиц альбумина в миллимолярном растворе HCl.
Укажите направление перемещения частиц альбумина при электрофорезе в данных условиях.
3. ИЭТ гемоглобина и альбумина плазмы крови соответственно равны 6,8 и 4,64.
Укажите направление перемещения указанных ВМС при электрофорезе в буферной системе с $\text{pH} = 5,1$.
4. Желатин помещен в 0,01М раствор HCl.
Определите знак заряда молекул ВМС, если ИЭТ = 4,7.

Примечания:

1. Задания, отмеченные звездочкой (вся теоретическая часть), оформляются в отдельной тетради (для обязательной самостоятельной внеаудиторной работы).
2. Ход выполнения самостоятельной работы контролируется преподавателем.
3. Контроль знаний по данным вопросам осуществляется на рубежном контроле и на экзамене.
4. Задачи № 3, 4 необязательны для решения (бонусные).

3. Лабораторные работы

1. ВЛИЯНИЕ рН НА НАБУХАНИЕ ВМС

Цель работы: Изучить набухание ВМС при действии реагентов с различными значениями рН среды.

Теоретическая часть. На набухание амфотерных веществ большое влияние оказывает рН среды. Влияние рН на набухание хорошо изучено для белков и белковых веществ. Кривая набухания как функция рН проходит через минимум, который лежит в области ИЭТ. Например, для желатина он находится при рН = 4,7. Появление опухолей при ожоге крапивой или укусе муравья объясняется повышением набухания тканей вследствие локального изменения рН.

Ход работы: в три мерные пробирки поместить по 0,5 г порошка желатина (высота порошка 1 см), в 1-ю – прилить 8 мл 0,1 М раствора НСl, во 2-ю – 8 мл 0,1 М р-ра СН₃СООН, в 3-ю – 4 мл 0,1 М раствора СН₃СООНа. Содержимое пробирок тщательно перемешать и оставить на час. Через час измерить высоту набухания желатина. Результаты записать в лабораторный журнал по форме:

№ пробирки	Высота слоя сухого желатина, h ₁	Добавляемый реактив	Время набухания, мин	Высота слоя набухшего желатина, h ₂	Набухание, Δh = h ₂ - h ₁	рН
1	1 см	НСl	60			
2	1 см	NaOH	60			
3	1 см	СН ₃ СООН+ СН ₃ СООНа	60			

Вывод:

2. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА НАБУХАНИЕ ВМС

Цель работы: Изучить влияние анионов на процесс набухания желатина.

Теоретическая часть.

Влияние электролитов на набухание ВМС хорошо изучено для белков и белковых веществ. На процесс набухания наибольшее влияние оказывают анионы. По интенсивности влияния на набухание анионы можно расположить в лиотропный ряд:



Ионы, стоящие слева от Cl⁻, усиливают набухание, расположенные справа – тормозят этот процесс.

Ход работы. В четыре пробирки поместить по 0,5 г желатина (высота желатина 1 см). В 1-ю – прилить 6 мл 0,5 М раствора К₂SO₄, во 2-ю – 8 мл 0,5 М раствора КСl, в 3-ю – 8 мл 0,5 М раствора КBr, в 4-ю – 8 мл 0,5 М раствора NH₄CNS. Содержимое пробирок тщательно перемешать и оставить на час. Через час измерить высоту набухания желатина. Результаты записать.

Вывод:

3. ВЛИЯНИЕ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ НА ЗАСТУДНЕВАНИЕ

Цель работы: Изучить скорость застудневания раствора желатина при действии кислот и щелочей.

Теоретическая часть. На застудневание растворов оказывает влияние рН раствора, легче всего оно протекает при рН, отвечающем изоэлектрическому состоянию.

ХОД РАБОТЫ: в три пробирки налить по 5 мл теплого 3%-го желатина и прилить в 1-ю – 1 мл дистиллированной воды, во 2-ю – 1 мл 0,1 М раствора HCl, в 3-ю – 1 мл 0.1 М раствора NaOH. Содержимое пробирок перемешать, пробирки поместить в кружку с водой, температура которой 40 °С, затем охладить их до 10 °С и отметить время застудневания. Результаты измерений записать в журнал:

№ пробирки	Исследуемый раствор	Добавляемый раствор	Время застудневания	pH
1	Желатин	Дист. вода		
2	Желатин	HCl		
3	Желатин	NaOH.		

Вывод:

4. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ЗАСТУДНЕВАНИЕ

Цель работы: Изучить влияние различных электролитов на застудневание желатина.

Теоретическая часть. Электролиты оказывают существенное влияние на скорость застудневания. Ионы одних электролитов ускоряют, других – замедляют процесс застудневания. Действие ионов на застудневание связано с их расположением в лиотропном ряду: чем выше гидратирующая способность иона, тем сильнее он ускоряет застудневание:



Ионы расположены в порядке усиления их действия на застудневание.

Ход работы. В пять пробирок отмерить по 2,5 мл теплого 6%-го раствора желатина и прилить в них по 2,5 мл 1 молярных растворов: в 1-ю - K₂SO₄, во 2-ю – KCl, в 3-ю – KI, в 4-ю - NH₄CNS, в 5-ю (для сравнения) – дистиллированной воды. Наблюдать за процессом застудневания постоянно. Результаты записать в журнал:

№ пробирки	Исследуемый раствор	Добавляемый раствор	Время застудневания
1	Желатин	K ₂ SO ₄	
2	Желатин	KCl	
3	Желатин	KI	
4	Желатин	NH ₄ CNS	
5	Желатин	дистиллированная вода	

Вывод:

4. Литература

1. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; Под. ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 560 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
2. Ершов Ю.А., Попков А.А., Берлянд А.С. и др. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Под. ред. Ю.А. Ершова – М.: Высшая школа, 1993. С. 526-541, 543-545.

3. Равич-Щербо М.И., Новиков В.В. Физическая и коллоидная химия. М.: Высшая школа, 1975. С. 196-224.

Сводные вопросы к контролю модуля № 2 «Биологически важные химические элементы и соединения. Физико-химия дисперсных систем»

1. Теория

1. Координационная теория Вернера. Структура комплексных соединений.
2. Константы нестойкости и устойчивости комплексных частиц.
3. Пространственное строение комплексных частиц.
4. Зависимость между распространенностью химических элементов в природе (кларками) и их содержанием в организме человека. Биологическое концентрирование.
5. Классификация биогенных элементов по их содержанию в организме и по функциональной роли.
6. Получение коллоидных растворов. Дисперсионные методы: механический, ультразвуковой, пептизации. Конденсационные методы: физические (замены растворителя), химические (гидролиза, двойного обмена).
7. Устойчивость дисперсных систем. Виды устойчивости коллоидных растворов: кинетическая (седиментационная), агрегативная и конденсационная. Факторы устойчивости.
8. Коагуляция. Виды коагуляции: скрытая и явная, медленная и быстрая. Порог коагуляции, пороговая концентрация. Седиментация.
9. Полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка (ИЭТ). Методы определения ИЭТ белка.
10. Застудневание растворов ВМС: механизм и факторы процесса (форма макромолекул, температура, концентрация, рН, электролиты). Процессы синерезиса в организме человека.

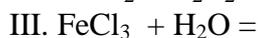
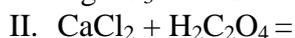
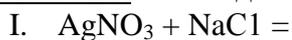
2. Задачи

1. При взаимодействии хлорида железа (II) с цианидом калия образуется комплексное соединение с координационным числом комплексообразователя равным шести.
Составьте соответствующее уравнение реакции.
Напишите уравнения реакций первичной и вторичной диссоциации полученного комплексного продукта.
Напишите выражение константы нестойкости.
Рассчитайте координационное число комплексообразователя.
2. Определите заряд комплексообразователя и его координационное число в комплексном ионе $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_2(\text{OH})_2]^{3-}$.
Изобразите пространственное строение комплекса.
Составьте уравнение реакции его диссоциации.
Напишите выражение константы нестойкости.
3. Напишите структурную формулу трилона Б.
Объясните причину проявления им дентатности равной 4 и 6.
Приведите примеры ионов, с которыми реализуется каждый вид дентатности.

Напишите уравнение реакции взаимодействия трилона Б с катионом кальция.

Укажите медицинское значение данного процесса.

4. Напишите коллоидно-химические формулы мицелл золей, полученных по реакциям:



Приведите их строение.

Назовите методы их получения.

Примечание:

- 1) В вариантах I – II необходимо написать формулы мицелл в избытке каждого из исходных веществ.

5. Имеются 3 коллоидных раствора: гидроксида железа (III), полученного гидролизом FeCl_3 , иодида серебра, полученного в избытке KI, и иодида серебра, полученного в избытке AgNO_3 .

Предложите два варианта взаимной коагуляции.

Объясните, используя формулы мицелл.

6. Пороговая концентрация $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ для коллоидного раствора гидроксида алюминия равняется 0,63 ммоль/л.

Рассчитайте объем 0,01М раствора дихромата калия, вызывающего видимую коагуляцию 200 мл золя.

Установите заряд гранулы, учитывая, что коагулирующим действием обладает дихромат-анион.

Объясните, используя формулы мицелл.

7. ИЭТ альбумина = 4,64.

Объясните, как заряжаются молекулы альбумина плазмы крови при $\text{pH} < 4,64$ и при $\text{pH} > 4,64$.

Напишите соответствующие схемы реакций.

8. ИЭТ гемоглобина равна 6,8.

Укажите направление перемещения указанного ВМС при электрофорезе в буферной системе с $\text{pH} = 5,1$.

4. Литература

1. Ершов Ю. А., Попков А. А., Берлянд А. С. и др. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Под. ред. Ю.А. Ершова – М.: Высшая школа, 1993. – 560 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. Л.: Химия. 1979 (и далее).
3. Равич-Щербо М.И., Новиков В.В. Физическая и коллоидная химия. М.: Высшая школа, 1975. – 254 с.
4. Ленский А.С. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию. М.: Высшая школа, 1989. – 256 с.