

ТЕМА 17. Физическая химия дисперсных систем и растворов биополимеров(продолжение). Растворы биополимеров.

Цель занятия:

Формирование системных знаний о закономерностях процесса растворения ВМС, свойствах их растворов и роли в жизнедеятельности организма; приобретение навыков экспериментального определения величины набухания и изоэлектрической точки белков.

Задачи занятия:

- 1) Сформировать знания о:
 - свойствах растворов ВМС
- 2) Сформировать умения:
 - определять И.Э.Т. белка по минимуму набухания.
- 3) Развить практические умения обращаться с лабораторным оборудованием, проводить химический эксперимент, соблюдая правила техники безопасности.
- 4) Воспитать ценностное отношение к химическим объектам.

Мотивационная характеристика необходимости изучения темы:

ВМС, к которым относятся биологически активные вещества: белки, нуклеиновые кислоты и гликоген, являются основным строительным материалом протоплазмы и ядер клеток. Эти соединения играют важную роль в процессах жизнедеятельности организмов. К примеру, белки защищают гидрофобные коллоиды в крови и других биологических жидкостях от коагуляции, обеспечивают буферное действие, онкотическое давление, распределение воды и минеральных веществ между кровью и тканями. При изменении содержания белков в крови и нарушении их защитных функций наблюдаются различные патологические изменения в организме, которые будут рассматриваться при изучении патофизиологии, терапии, хирургии и других дисциплин.

Знание основных закономерностей набухания и обезвоживания белков необходимо для понимания физиологических и биохимических процессов при регенерации тканей, ожогах, образовании отеков, очагов воспаления и старении организма. В диагностических целях все шире внедряются иммунологические исследования, которые проводятся в студнях, свойства которых и сущность иммунодиффузии изучаются на данном занятии.

Важным является изучение процесса высаливания и изоэлектрического состояния белков, поскольку эти вопросы лежат в основе выделения белков с целью их изучения и приготовления лечебных сывороток. На знании И.Э.Т. основан и метод окрашивания клеток ткани при гистохимических исследованиях.

В медицине широко используются лечебно-диагностические устройства из полимеров: катетеры, зонды, шприцы, системы для взятия,

переливания и консервации крови, аппараты для замещения функций жизненно важных органов (сердце, печень, почки) и т.д.

Некоторые полимеры обладают свойствами продлевать действие лекарственных веществ в организме, выступать в качестве кровезаменителей (поливиниловый спирт, декстран, желатин и др.). По разному модифицированную целлюлозу применяют для изготовления бинтов и ваты с кровоостанавливающими и антимикробными свойствами.

Для успешного применения полимеров в медицинской практике, исключения их побочного действия, лучшей адаптации их к действиям биологической среды важно знать как физико-химические свойства используемых полимеров, так и биополимеров нашего организма.

Вопросы для самоподготовки:

Решить задачи:

- а) При $pH = 4,64$ альбумин сыворотки крови находится в изоэлектрическом состоянии. К какому электроду будет передвигаться альбумин, если его поместить в буферный раствор, приготовленный из 5мл 0,1 М раствора аммиака и 5 мл 0,1 М раствора хлорида аммония. Константа ионизации аммиака равна $1,8 \cdot 10^{-8}$.
- б) Рассчитайте молекулярную массу белка, если характеристическая вязкость его раствора равна 0,105. Константы уравнения Штаудингера: $K = 1,7 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,69$.
- в) Будет ли происходить набухание белка ($IЭТ = 4,7$) в ацетатном буфере, приготовленном из 10мл 0,1 М раствора CH_3COONa и 20 мл раствора CH_3COOH той же концентрации при $25^\circ C$? Как можно ускорить процесс набухания? Как замедлить? Ответ объясните.

Вопросы для аудиторного контроля знаний:

Растворы биополимеров. Классификация биополимеров. Химическое строение и пространственная форма макромолекул. Понятие о структуре биополимеров: белков, нуклеиновых кислот, полимерных углеводов, липидов, их комплексов. Типы связей в биополимерах. Спектральные методы изучения структуры биополимеров и их водных растворов: инфракрасная спектроскопия, спектроскопия кругового дихроизма, спектрофлуориметрия, рамановская спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, ядерно-магнитный резонанс.

Механизм набухания и растворения биополимеров, влияние различных факторов на степень набухания. Вязкость растворов биополимеров. Уравнение Штаудингера и Марка-Хаувинка-Куна. Вязкость крови и других биологических жидкостей как диагностический показатель.

Понятие о полиэлектролитах, изоэлектрическая точка биополимера, методы ее расчета и измерения. Коллигативные свойства растворов высокомолекулярных соединений (ВМС). Уравнение Галлера.

Устойчивость растворов биополимеров и факторы, ее определяющие. Застудневание. Высаливание. Коацервация. Студни. Диффузия в студнях. Свойства студней: синерезис и тиксотропия.

Электрофорез белков и нуклеиновых кислот, фокусирование изоэлектрической точки. Применение электрофореза в диагностике гемоглобинопатий, в качественном и количественном анализе протеомов.

Тесты для проверки уровня знаний:

1. Определите знаки изменения энергии Гиббса и энтропии при растворении белка рибонуклеазы в воде в стандартных условиях.
а) $\Delta G^{\circ}_{298} > 0$, $\Delta S^{\circ}_{298} > 0$; б) $\Delta G^{\circ}_{298} < 0$, $\Delta S^{\circ}_{298} > 0$;
в) $\Delta G^{\circ}_{298} = 0$, $\Delta S^{\circ}_{298} > 0$; г) $\Delta G^{\circ}_{298} < 0$, $\Delta S^{\circ}_{298} < 0$.
2. Как называется процесс увеличения объема полимера в результате избирательной адсорбции низкомолекулярного растворителя?
а) растворение; б) желатинирование;
в) набухание; г) осаждение.
3. Для раствора какого вещества (условия одинаковы) будет наблюдаться большой относительный рост осмотического давления с увеличением температуры?
а) мочевины; б) NaCl; в) полиэтилен; г) альбумин.
4. К какому электроду будет перемещаться в электрическом поле в нейтральном растворе инсулин ($pH_{изт} = 5,4$)?
а) катоду; б) аноду;
в) перемещения не будет; г) ответ невозможен.
5. Рассчитать относительную вязкость водного раствора рибонуклеазы ($\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$), если время на истечение этого раствора и время на истечение дистиллированной воды равны соответственно 22,1 и 12,3 сек. (условия одинаковы).
а) 1,89; б) 0,89; в) 0,585; г) 1,71.

Учебно-исследовательская работа (УИРС): «Влияние pH на величину набухания желатина»

Цель работы: изучить влияние pH на набухание и научиться определять изоэлектрическую точку желатина по минимуму набухания.

Выполнение эксперимента:

1. В 3 пробирки внесите по 0,5 г порошка желатина. С помощью полоски миллиметровой бумаги измерьте высоту слоя сухого желатина (h_0).

2. В пробирки налейте соответственно: в первую 6 мл 0,1 М HCl; во вторую 6 мл 0,1 М NaOH; в третью - 3 мл 0,1 М CH₃COOH ($K=1,8 \cdot 10^{-5}$) и 3 мл 0,1М CH₃COONa.
3. Содержимое пробирок перемешайте и оставьте на 20 мин.
4. Через 20 мин измерьте высоту слоя набухшего желатина (h), рассчитайте степень набухания и pH растворов.
5. Результаты измерений занесите в таблицу.
6. Объясните наблюдаемую зависимость степени набухания желатина от pH.
7. Для определения ИЭТ желатина постройте график зависимости $h = f(pH)$.

ИЭТ найдите, опустив из точки минимума на кривой перпендикуляр на ось абсцисс.

Задания для самостоятельной работы:

1. Каков механизм растворения ВМС? С чем связаны особенности растворения ВМС в сравнении с растворением НМС?
2. Приведите и проанализируйте график зависимости степени набухания ВМС от pH.
3. Как можно увеличить степень набухания? Расположите галогенид-ионы в лиотропный ряд по их способности усиливать процесс набухания.
4. Какое из приведенных веществ обладает большим высаливающим действием: KCl, KCNS, KBr, K₂SO₄ К чему сводится их действие на белки? Приведите и дайте объяснение схемы Кройта.
5. Для чего в медицине определяется ИЭТ белков? Назовите методы ее определения. Объясните сущность каждого метода.
6. Расположите катионы щелочных металлов по способности их ускорять застудневание. Объясните, почему различные ионы оказывают неодинаковое влияние на скорость застудневания.
7. Отличаются ли диффузия и химические реакции в студнях от аналогичных явлений в растворах НМС? Приведите примеры практического применения студней в медицине.
8. Приведите график и напишите формулы, используемые при вискозиметрическом методе определения М полимеров.
9. Напишите и проанализируйте уравнение для вычисления осмотического давления биополимеров. Сравните с аналогичным уравнением для НМС.
10. Чем объясняется аномальная вязкость растворов ВМС?
11. Что называется онкотическим давлением и какова его биологическая роль?
12. В чем заключается биологическая роль явления коллоидной защиты?
13. Как присутствие белка влияет на распределение ионов электролитного фона организма по разные стороны клеточной мембраны?

Список литературы:

Основная:

1. Общая химия: учебное пособие / С.В.Ткачёв, В.В.Хрусталёв. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – гл.21.
2. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учеб. для студентов мед., биол., агрон., ветеринар., экол. вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; под ред. Ю. А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2014. -гл.13.

Дополнительная:

1. Болтromeюк, В.В. Общая химия: пособие для студентов обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело», 1-79 01 05 «Медико-психологическое дело», 1-79 01 06 «Сестринское дело» / В.В. Болтromeюк. – Гродно: ГрГМУ, 2020. – 576 с.