

ТЕМА: Растворы высокомолекулярных соединений (ВМС).

Медико-биологическое значение: 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 жизненноважных 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.

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.

К занятию необходимо:

1. **ИЗУЧИТЬ** следующие программные вопросы: Особенности растворения ВМС как следствие их структуры. Форма макромолекул. Механизм набухания и растворения ВМС. Зависимость величины набухания от различных факторов. Аномальная вязкость растворов ВМС. Уравнение Штаудингера. Вязкость крови и других биологических жидкостей. Осмотическое давление растворов биополимеров. Уравнение Галлера. Полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка и методы ее определения. Мембранное равновесие Доннана. Онкотическое давление плазмы крови.

Устойчивость растворов биополимеров и факторы ее определяющие. Высаливание биополимеров из раствора. Застудневание растворов ВМС. Свойства студней: синерезис и тиксотропия.

2. **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.

3. **ПОДГОТОВИТЬСЯ** к выполнению учебно-исследовательской работы.

Литература:

Общая химия: учебное пособие / С.В.Ткачѳв, В.В.Хрусталѳв. – Минск: Вышѳйшая школа, 2020. – гл.21.

Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учеб. для мед. спец. вузов /Ю.А.Ершов, В.А. Попков, А.С.Берлянд и др.; под ред. Ю.А.Ершова. - М.: Высш.шк.,1993.-гл.13;

Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учеб.пособие для студентов медицинских спец. вузов /Ю.А.Ершов, А.М.Кононов, С.А.Пузаков и др., под. ред. Ю.А.Ершова, В.А.Попкова. - М.:Высш.шк.,1993. - гл.10 (10.1).

Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия. Москва. «Высшая школа», 1990 г. - гл.29;

М.И. Равич-Щербо, В.В. Новиков. Физическая и коллоидная химия. М., 1975. - часть 2, гл.V-VI.

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 CH_3COOH ($K=1,8 \cdot 10^{-5}$) и 3 мл 0,1М CH_3COONa .
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 $h = f(\text{pH})$.

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

**Вопросы для самоконтроля подготовленности
к занятию и защиты 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, K_2SO_4 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 M 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?