

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ БІОПОЛІМЕРІВ

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів I курсу з дисципліни
«Медична хімія»

«Затверджено»
Вченою радою Харківського
національного медичного
університету
Протокол №11
від 27 листопада 2014 р.

Харків 2014

Властивості розчинів біополімерів: Метод. вказ. для студентів 1-го курсу / уклад. Г.О. Сирова, Є.Р. Грабовецька, Л.Г. Шаповал, В.М. Петюніна, В.О. Макаров, С.В. Андрєєва, Л.В. Лук'янова, С.М. Козуб, С.А. Наконечна, Т.С. Тішакова, Р.О. Бачинський, О.Л. Левашова, О.В. Савельєва, Н.В. Копотєва, Н.М. Чаленко. – Харків: ХНМУ, 2014. – 18 с.

Укладачі:

Г.О. Сирова

Є.Р. Грабовецька

Л.Г. Шаповал

В.М. Петюніна

В.О. Макаров

С.В. Андрєєва

Л.В. Лук'янова

С.М. Козуб

С.А. Наконечна

Т.С. Тішакова

Р.О. Бачинський

О.Л. Левашова

О.В. Савельєва

Н.В. Копотєва

Н.М. Чаленко

ТЕМА ЗАНЯТТЯ «ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ БІОПОЛІМЕРІВ»

1. Кількість годин 2

2. Матеріальне та методичне забезпечення теми.

Таблиці:

1. Графологічна структура теми.
2. Будова молекул білка.
3. Гідратація полярних груп.
4. Ізоелектрична точка деяких білків.
5. Застигання полімерів.
6. Синерезис.
7. Мембранна рівновага Доннана.

Навчально-методична література:

1. Медична хімія : підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, Г.О. Сирова, В.І. Галинська та ін.; за ред. проф. В.О. Калібабчук. – К.: ВСВ «Медицина», 2013. – 336 с. (Затверджено Міністерством освіти і науки України (лист МОН України №1/11-1152 від 05.02.13) та Міністерством охорони здоров'я України як базовий підручник для студентів вищих навчальних закладів IV рівня акредитації (напрями «Лікувальна справа» та «Стоматологія»).

2. Завгородній І.В., Сирова Г.О., Ткачук Н.М. та ін. Медична хімія. Навчальний посібник рекомендований МОЗ та МОН України як навчальний посібник для самостійної роботи студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації, Харків, ХНМУ, 2010. – 268 с.

3. Завгородній І.В., Ткачук Н.М., Петюніна В.М. та ін. Навчальний посібник для самостійної роботи студентів медичного факультету по курсу «Медична хімія» Модуль 2: «Рівновага в біологічних системах на межі розподілу фаз», Харків, ХНМУ, 2008. – 116 с.

4. Робочий зошит для самостійної роботи студентів з курсу «Медична хімія» Харків, ХНМУ, 2013. – 72 с.

5. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з курсу «Медична хімія» за темою «Властивості розчинів біополімерів».

6. Конспект лекції

Лабораторний посуд та реактиви для проведення лабораторної роботи «Захист колоїдних розчинів від коагуляції розчинами високомолекулярних сполук» з вивчення впливу полімерів на стійкість золю (штатив із пробірками, бюретка, піпетки, золь гідроксиду феруму(III), 0,1% розчин крохмалю, розчин сульфату натрію, $C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,05$ моль/л).

3. **Обґрунтування теми.** Високомолекулярні природні сполуки – біополімери – є структурною основою всіх живих організмів і відіграють важливу роль в процесах життєдіяльності. До біополімерів відносяться білки, полісахариди, нуклеїнові кислоти. Біополімери утворюються в процесі біосинтезу в клітинах і беруть участь в протіканні життєво важливих процесів. Так, білки складають матеріальну основу життєдіяльності клітки. Серед них розрізняють ферменти, гормони, структурні, транспортні, захисні білки. Тваринний крохмаль – глікоген виконує енергетичну функцію, будучи джерелом глюкози в організмі. Нуклеїнові кислоти відіграють головну роль в передачі генетичної інформації і управлінні процесом біосинтезу білка. Таким чином, знання будови і властивостей біополімерів є необхідним для пізнання суті найважливіших біологічних процесів, воно дозволить зрозуміти явища, що відбуваються в організмі (запалення, набряки та ін.).

4. Мета заняття:

- загальна: навчитися інтерпретувати фізико-хімічні властивості біополімерів у зв'язку з їх біологічною функцією.

- конкретна: інтерпретувати фізико-хімічні властивості білків, що є структурними компонентами всіх тканин організму; робити висновки щодо заряду розчинених біополімерів на підставі їх ізоелектричної точки;

а) **знати:** класифікацію ВМС, склад найважливіших біополімерів, механізм набухання білків і фізіологічне значення цього явища, процес формування і фізико-хімічні властивості гелів.

б) **вміти:** визначити ізоелектричну точку білків, ступінь набухання, стійкість ВМС до електролітів, захисну дію розчинів ВМС, застосувати

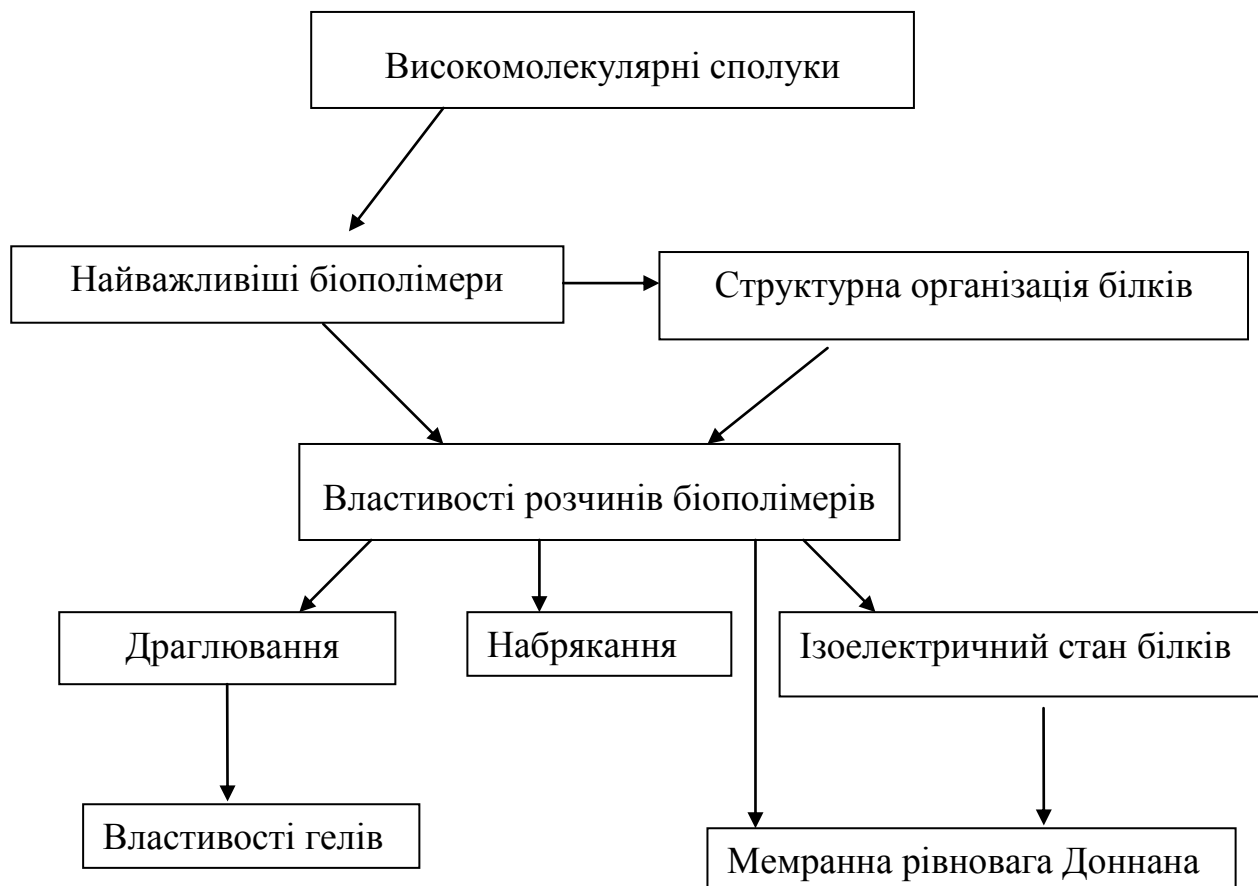
мембранну рівновагу Доннана для оцінки розподілу електролітів в живих системах.

в) практичні навички.

- визначати ізоелектричну точку білків, ступінь набухання, стійкість ВМС до електролітів, захисну дію розчинів ВМС;

- застосовувати мембранну рівновагу Доннана для оцінки розподілу електролітів в живих системах.

5. Графологічна структура теми.



6. Орієнтована карта роботи студентів.

№ з.п	Етапи	Час у хв.	Навчальні й наочні приладдя	Місце проведення
1.	Відповіді на питання студентів	10	Навчальний посібник	Навчальна кімната
2.	Самостійна робота студентів з методичною літературою, рішення навчальних завдань, заповнення робочого зошиту	39	Методичні вказівки для студентів, тексти лекцій, навчальний посібник для самостійної роботи студентів, довідкові дані, таблиці	
3.	Виконання лабораторної роботи, оформлення протоколу	20	Реактиви, посуд	
4.	Контроль знань	15		
5.	Аналіз і підведення підсумків заняття	5		
6.	Домашнє завдання	1		

7. Завдання для самостійної роботи:

- перелік питань, що підлягають вивченню:

На практичному занятті слід розглянути наступні теоретичні питання:

1. Класифікація розчинів ВМС.
2. Природні високомолекулярні сполуки.
3. Структурна організація біополімерів.
4. Набухання і розчинення полімерів.
5. Властивості розчинів ВМС.

6. Ізоелектричний стан білків.
7. Драгливання. Властивості гелів.
8. Мембранна рівновага Доннана.

1. Класифікація розчинів ВМС

По походженню полімери класифікують як:

- природні (біополімери) – білки, вуглеводні, нуклеїнові кислоти і т.п.
- синтетичні – поліетилен, поліпропілен, синтетичні волокна – найлон, поліакрил і т.п.
- штучні – каучук, гутаперча, ацетат целюлози.

По способу одержання:

- полімеризаційні – поліетилен ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$)_n.
- конденсаційні – наприклад, білок є конденсаційним біополімером, оскільки при взаємодії карбоксильної та аміногрупи утворюється пептидний зв'язок з виділенням молекули води.

По хімічному складу:

- гомополімери;
- сополімери.

По просторовій будові:

- лінійні – (каучук, целюлоза)
- розгалужені – (фракція крохмалю – амілопектин, деякі синтетичні волокна).
- сітчасті або просторові – (глікоген, глобулярні та фібрилярні білки).

2. Природні високомолекулярні сполуки

До високомолекулярних сполук (ВМС) відносяться речовини, які складаються з макромолекул з молекулярною масою не менш 10^5 а. о. м. Вони утворюються з низькомолекулярних речовин шляхом полімеризації, або поліконденсації й, таким чином, є полімерами. Розмір макромолекул у сотні або тисячі разів більший, ніж у звичайних молекул. Найважливішими полімерами, що знаходяться в організмі, є білки, полісахариди й нуклеїнові кислоти.

Молекули білків утворюються шляхом поліконденсації α -амінокислот,

з'єднаних пептидними зв'язками. В організмі людини є близько 5 мільйонів різних білків, що відрізняються послідовністю сполучення амінокислот, а також просторовою будовою ланцюгів.

Полісахариди утворюються при поліконденсації моносахаридів, в основному глюкози й деяких її похідних. У печінці й м'язах знаходиться тваринний крохмаль – глікоген, мономером якого є α -глюкоза. Важливу роль в організмі відіграють гетерополісахариди сполучної тканини (гіалуронова кислота, гепарин, хондроїтин-сульфат), утворені із залишків різних похідних глюкози.

Нуклеїнові кислоти є полімерами нуклеотидів, які у свою чергу складаються з нуклеїнової основи (урацил, тимін, цитозин, аденин, гуанін), одного із двох моносахаридів – рибози або дезоксирибози та фосфорної кислоти. Якщо до складу молекул полімеру входить рибоза, утворюються рибонуклеїнові кислоти (РНК), а якщо дезоксирибоза – дезоксирибонуклеїнові кислоти (ДНК).

3. Структурна організація біополімерів

Розрізняють кілька типів структурної організації полімерів. *Первинна* структура визначається послідовністю розташування залишків молекул мономерів у полімерному ланцюзі.

Просторове розташування полімерного ланцюга визначає *вторинну* структуру ВМС. У формуванні вторинної структури білків основну роль відіграють водневі зв'язки. Якщо вони виникають між пептидними зв'язками одного ланцюга, утвориться спіраль, а якщо різних – структура складчастого аркуша, близька до плоского.

За формою макромолекул і розчинності у воді білки діляться на два великих класи – глобулярні й фібрилярні. Такий розподіл склався історично й продовжує використовуватись дотепер.

Для глобулярних білків більше характерна спіральна структура, і ланцюги їх вигнуті в просторі так, що макромолекула здобуває форму, близьку до сферичної. Глобулярні білки розчиняються у воді. Приклади глобулярних

білків – альбумін (яєчний білок), глобін (білкова частина гемоглобіну), міоглобін.

Фібрилярні білки мають структуру складчастого аркуша. Вони мають як правило волокнисту будову, не розчиняються у воді. До них відносяться широко розповсюджені білки – α -кератин (волосся, рогова тканина), міозин (мускульна тканина).

Поліпептидний ланцюг з елементами тієї або іншої вторинної структури здатний здобувати певну просторову будову, тобто утворювати *третинну* структуру. При цьому у взаємодію вступають радикали α -амінокислотних залишків, що є у поліпептидному ланцюзі, і зближені в просторі за рахунок його вигинів. Поряд з водневими зв'язками, що беруть участь у стабілізації як вторинної, так і третинної структури, велике значення мають іонні й ковалентні зв'язки, а також гідрофобна взаємодія.

Декілька окремих поліпептидних ланцюгів здатні утворити більш складні комплекси. При цьому кожний окремий ланцюг, зберігаючи характерну для нього первинну, вторинну або третинну структуру виступає в ролі субодиниці цього комплексу. При взаємодії декількох субодиниць утворюється *четвертинна* структура білка. Ця взаємодія здійснюється за рахунок водневих зв'язків і гідрофобної взаємодії.

4. Набухання і розчинення полімерів

Набуханням (набряканням) називається збільшення об'єму полімеру при поглинанні ним розчинника. Цей процес відбувається у дві стадії. На першій з них при поміщенні полімеру у воду відбувається гідратація його полярних груп. Ця стадія характеризується виділенням тепла й упорядкуванням розташування диполів води біля макромолекул, у результаті чого послабляються зв'язки між окремими полімерними ланцюгами. На другій стадії поглинається багато рідини без виділення теплоти. Причиною набрякання є те, що при розчиненні відбувається не тільки дифузія молекул речовини, що розчиняється, у розчинник, але й дифузія молекул розчинника у високомолекулярну речовину. При цьому молекули води заповнюють простір

між макромолекулами в пухкій структурі полімеру й послабляють міжмолекулярні зв'язки. Щілини, що утворюються, заповнюються новими молекулами розчинника. Відстань між макромолекулами збільшується, що приводить до збільшення об'єму й маси полімеру.

Якщо полімер добре розчинний у воді, то його набрякання закінчується розчиненням. Таке набрякання називають необмеженим. Якщо ж розчинність полімеру невелика, відбувається обмежене набрякання, при якому поглинається певна кількість розчинника, після чого об'єм перестає збільшуватися. Обмежене набрякання закінчується утворенням *гелю*.

На процес набухання впливають ряд факторів: форма частинок, рН середовища, температура. Речовини зі сферичними молекулами набухають дуже слабо. Наприклад тваринний крохмаль-глікоген, що складається із глобулярних молекул не набухає, тоді як рослинний крохмаль, що містить амілозу з молекулами у формі спіралі, помітно набухає.

Найменше набухання білків має місце в ізоелектричному стані, оскільки в цьому випадку ступінь сольватації їхніх іонізованих груп мінімальна.

Вплив температури на процес набухання проявляється на першій стадії. Оскільки при гідратації відбувається виділення теплоти, підвищення температури зменшує набрякання (принцип Ле-Шательє).

В організмі набрякання має місце при всіляких процесах: регенерації тканин, запаленні, утворенні набряків, кислотних опіках, укусах комах. Основною причиною набрякання в цих випадках є зміна в тканинах рН середовища.

5. Властивості розчинів ВМС

Розчини високомолекулярних сполук являють собою істинні розчини, термодинамічно стійкі й зворотні, що не потребують стабілізатора. Частинки, що знаходяться в таких розчинах, складаються не з безлічі малих молекул або іонів, як у колоїдів, а є окремими молекулами. Однак розміри таких молекул наближаються, а в деяких випадках перевершують розміри колоїдних частинок, що обумовлює подібність їх молекулярно-кінетичних і оптичних

властивостей до колоїдів.

Загальними для розчинів колоїдів і ВМС у порівнянні із істинними розчинами є:

- мала швидкість дифузії;
- мале значення величин, що характеризують колігативні властивості розчинів (депресія, осмотичний тиск і ін.);
- погана проникність через напівпроникні мембрани, що дозволяє очищати їх від низькомолекулярних речовин методом діалізу;
- здатність до світлорозсіювання (ефект Тіндалля).

Так само як колоїдам, деяким біополімерам (білки, нуклеїнові кислоти) властиве явище електрофорезу, обумовлене наявністю в них у водному середовищі електричного заряду. Однак цей заряд виникає не внаслідок наявності в частинках дифузійного шару, а в результаті дисоціації полярних груп молекул у водному розчині.

За допомогою електрофорезу можна виділити й дослідити окремі фракції білків плазми крові. Цей метод використовується для діагностики багатьох захворювань, при яких змінюється білкова сполука крові.

При зіткненні молекул ВМС внаслідок теплового руху між окремими ділянками різних макромолекул утворюються зв'язки, що приводять до виникнення асоціатів. Ці зв'язки обумовлені різними взаємодіями: це можуть бути іонні, ковалентні, водневі зв'язки, а також гідрофобна взаємодія.

Асоціати не існують постійно: вони виникають в одному місці, потім розпадаються й знову утворюються в іншому. Утворення асоціатів є основною причиною аномальної в'язкості розчинів ВМС: вона набагато більша, ніж у істинних і колоїдних розчинів.

Великий вплив на в'язкість має форма молекул. У лінійних молекул в'язкість більша, ніж у сферичних. Якщо лінійні частинки розташовані поперек потоку, вони чинять найбільший опір потоку рідини. При збільшенні зовнішнього тиску, частинки орієнтуються уздовж потоку й в'язкість зменшується.

В'язкість розчинів полімерів залежить від їхньої молекулярної маси, тому вимір в'язкості використовують для визначення молекулярних мас ВМС.

На відміну від колоїдних розчинів розчини ВМС термодинамічно стійкі, вони утворюються мимовільно й мають значно більшу стійкість, ніж колоїдні розчини.

При додаванні великих кількостей електролітів спостерігається виділення високомолекулярних речовин з розчину. Оскільки як електроліти зазвичай використовують солі, процес називається висолюванням. Висолювання пояснюється зменшенням розчинності речовин у концентрованому розчині електроліту за аналогією з подібними явищами в розчинах низькомолекулярних речовин. При додаванні великих кількостей електролітів відбувається руйнування гідратної оболонки молекул ВМС і вони виділяються з розчину. Висолювання лежить в основі одного з методів фракціонування високомолекулярних речовин, зокрема білків, оскільки їхня здатність виділятися з розчину різко зростає зі збільшенням молекулярної маси. Застосовуючи солі в різних концентраціях, можна висолювати різні фракції білків: при малій концентрації солей осаджуються найбільш важкі частинки з найменшим зарядом, при підвищенні концентрації випадають більше стійкі фракції. Процес висолювання часто оборотний: після видалення солі з осадженого білка його знову можна перевести в розчин. На цьому принципі засноване приготування лікувальних сироваток і розчину γ -глобуліну. В розчинах ВМС може спостерігатися *коацервація* – злиття водних оболонок декількох частинок без об'єднання самих частинок. Виникнення коацерватів з білкових молекул є важливим елементом теорії походження життя на Землі.

6. Ізoeлектричний стан білків

Заряд білкової молекули у водному розчині обумовлений наявністю в розчинах деяких амінокислот аміногруп (аргінін, лізин) або карбоксильних груп (аспарагінова й глутамінова кислоти): якщо в молекулі білка знаходиться двохосновних кислот більше, ніж діамінокислот, у водному розчині вона буде

аніоном, у протилежному випадку – катіоном. Заряд білкової молекули залежить від величини рН розчину, у якому знаходиться білок. При зменшенні рН збільшується позитивний, а при збільшенні – негативний заряд: стан, у якому число позитивно й негативно заряджених груп у білковій молекулі однакове й, отже, сумарний заряд молекули дорівнює нулю, називається ізоелектричним станом, а відповідне значення рН – ізоелектричною точкою (ІЕТ) білка. В ізоелектричному стані молекули білка не переміщуються в електричному полі.

7. Драгливання. Властивості гелів

Розчини ВМС, а також деякі колоїдні розчини за певних умов втрачають плинність і переходять у гелі (студні). Раніше вказувалося, що гелі утворюються при обмеженому набряканні полімерів. Однак гель може утворитися й з розчину при збільшенні його концентрації, зниженні температури, додаванні електролітів.

Раніше вказувалося на можливість утворення зв'язку між окремими ділянками різних макромолекул з утворенням асоціатів. Якщо період існування зв'язків між макромолекулами стає більшим (наприклад, при вповільненні теплового руху або збільшенні числа зіткнень), то утвориться сітчаста структура, осередки якої заповнені розчинником.

Процес драгливання залежить від форми макромолекул, концентрації розчину, температури, рН розчину. Легше всього гелі утворять полімери з різко вираженою асиметрією частинок.

Зі збільшенням концентрації розчину збільшується число зіткнень і, отже, можливість утворення зв'язків між макромолекулами з утворенням гелів.

Підвищення температури приводить до посилення теплового руху молекул, що перешкоджає драгливанню.

Драгливання розчинів білків легше всього йде при значенні рН, що відповідає ІЕТ, тому що при цьому по всій довжині молекулярного ланцюга розташоване однакове число протилежно заряджених груп. Зі зміною рН (в обидва боки від ІЕТ) макромолекули здобувають однойменний заряд, що

перешкоджає утворенню зв'язків між ними.

Більшість гелів при перемішуванні можуть розріджуватися, а потім у стані спокою знову драгливатись. Це явище називається *тиксотропією* (від грецьких слів *tixis* – струшування й *trope* – зміна). Тиксотропні перетворення можуть бути повторені багато разів і протікають при постійній температурі.

Із часом кількість зв'язків між полімерними ланцюгами в гелях збільшується. Структурна сітка гелю стискається й з нього виділяється частина розчинника, що містить незначну кількість розчиненого полімеру. Процес старіння гелю з утворенням більше щільного холодно й розведеного розчину полімеру називається *синерезисом* (від грецького *sinereiso* – стягати). Вплив різних факторів на процес синерезису такий ж, як на драгливання.

Синерезис має місце в процесі старіння організму. Встановлено, що з віком відбувається поступова зміна просторової будови (третинної структури) і зменшення гідратації білкових молекул. В результаті тканини стають більше твердими й менш еластичними.

8. Мембранна рівновага Доннана

Раніше вказувалося, що частинки ВМС набагато гірше проникають через напівпроникні мембрани, ніж іони низькомолекулярних електролітів. Однак наявність розчинених білків істотно впливає на розподіл електролітів по обидві сторони мембрани.

Якщо клітину, в якій у розчиненому стані перебувають білки й низькомолекулярні електроліти, помістити в розчин електроліту, що не містить білка, то деяка частина іонів перейде через мембрану, після чого встановиться рівновага. Виходячи з термодинамічного розгляду процесу, Доннан встановив, що в стані рівноваги має місце наступне співвідношення:

$$x = \frac{C_n^2}{C_b + 2C_n}$$

де x – кількість електроліту, що перейшов у розчин білка;

C_n – концентрація електроліту в зовнішній рідині;

C_b – концентрація електроліту всередині клітини.

Наведене співвідношення називають мембранною рівновагою Доннана.

Якщо C_B значно перевищує C_H , тобто якщо концентрація електроліту в зовнішній рідині невелика, то в наведеному рівнянні в чисельнику буде мала величина. При розподілі одержимо ще меншу частку, тобто в цьому випадку низькомолекулярний електроліт переважно буде перебувати в зовнішній рідині.

Если $C_H \gg C_B$, те в знаменнику величиною C_B можна зневажити й тоді:

$$x = \frac{C_i^2}{2\tilde{N}i} = \frac{\tilde{N}i}{2}$$

Тобто, у клітку перейде половина електроліту, що перебуває в зовнішній рідині.

При $C_B = C_H$

$$x = \frac{C_H^2}{C_H} + 2C_H = \frac{C_H}{3C_H} = \frac{C_H}{3}$$

тобто, у цьому випадку в клітину переміститься третя частина іонів електроліту, що перебувають зовні.

Отже, якщо вміст електроліту усередині клітини й у зовнішній рідині відрізняються незначно, деяка кількість електроліту перейде в клітину.

Наприклад, при $C_B = 0,5C_H$

$$x = \frac{C_H^2}{0,5C_H} + 2C_H = \frac{C_H}{2,5C_H} = \frac{C_H}{2,5} = 0,4C_H$$

тобто, у клітку перейде 0,4 від електроліту, що знаходиться в зовнішній рідині. Це приведе до збільшення осмотичного тиску й сприятиме підтримці тургору клітин навіть у гіпотонічних розчинах.

Оскільки осмотична рівновага встановлюється при нерівномірному розподілі іонів по обидві сторони мембрани, у системі повинна виникати різниця потенціалів по обидві сторони мембрани – мембранний потенціал.

- перелік робіт, що підлягають вивченню:

Лабораторна робота «Захист колоїдних розчинів від коагуляції розчинами високомолекулярних сполук»

Алгоритм лабораторної роботи

1. Приготування колоїдних розчинів гідроксиду заліза з додаванням різних об'ємів розчину желатину.
2. Вивчення коагуляції отриманих розчинів при додаванні електроліту.
3. Розрахунок порога коагуляції при відсутності й при наявності полімеру.

Методика проведення експерименту

У шість пробірок наливають по 5 мол золю гідроксиду заліза (III) або берлінської лазурі з позитивним зарядом. Потім у першу пробірку наливають 0,2 моль 0,1%-го розчину желатину або 0,5% розчину крохмалю, а в кожную наступну – на 0,2 мол більше. У шосту пробірку полімер не додають, вона є контрольною. Через 2–3 хв. у кожную пробірку по краплях при збовтуванні додають із бюретки розчин сульфату натрію із $C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,05$ моль/л до настання коагуляції.

Результати роботи занести в таблицю:

Номер пробірки	Об'єм полімеру, мол	Об'єм розчину Na_2SO_4 , мол	Поріг коагуляції, ммоль/л

Поріг коагуляції, ммоль/л, розрахувати по формулі

$$C_k = C_{\text{електр}} \cdot V_{\text{електр}} \cdot 1000 / (V_{\text{золю}} + V_{\text{електроліту}})$$

Порівняти отримані результати й зробити висновок про вплив полімерів на стійкість золів. Написати формулу міцели золю.

- перелік практичних навичок, якими необхідно оволодіти.

Після розгляду теми треба вміти визначати ізоелектричну точку білків, ступінь набухання, стійкість ВМС до електролітів, захисну дію розчинів ВМС; застосовувати мембранну рівновагу Доннана для оцінки розподілу електролітів в живих системах.

8. Ситуаційні задачі для визначення кінцевого рівня знань.

1. Основним чинником термодинамічної стійкості розчинів ВМС є:
 - А. Велика молярна маса
 - Б. Ліофільність
 - В. Ліофобність
 - Г. Просторова будова
 2. Дія високих концентрацій нейтральних солей на розчині ВМС викликає їх:
 - А. Коагуляцію
 - Б: Коацервацію
 - В: Висолювання
 - Г: Флокуляцію
 3. Здатність розчинів ВМС відновлювати структуру гелю після механічного перемішування називається:
 - А. Синерезис
 - Б. Тиксотропія
 - В. Коацервація
 - Г. Висолювання
- Еталони відповідей: 1 - Б; 2 - В; 3 - Г.

9. Рекомендації до оформлення результатів роботи.

Алгоритми вирішення навчальних питань аудиторної та самостійної роботи і результати занести у робочий зошит. Оформити протокол лабораторної роботи, зробити висновки, щодо впливу полімерів у якості захисних речовин на стійкість колоїдних розчинів.

10. Література.

а) основна:

1. Медична хімія : підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, Г.О. Сирова, В.І. Галинська та ін.; за ред. проф. В.О. Калібабчук. – К.: ВСВ «Медицина», 2013. – 336 с. (Затверджено Міністерством освіти і науки України (лист МОН України №1/11-1152 від 05.02.13) та Міністерством охорони здоров'я України як базовий підручник для студентів вищих навчальних закладів IV рівня

акредитації (напрями «Лікувальна справа» та «Стоматологія»).

2. Завгородній І.В., Сирова Г.О., Ткачук Н.М. та ін. Медична хімія. Навчальний посібник рекомендований МОЗ та МОН України як навчальний посібник для самостійної роботи студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації, Харків, ХНМУ, 2010. – 268 с.

б) допоміжна:

1. Садовнича Л.П., Хухрянский В.Г., Цыганенко А.Я. Биофизическая химия. – Киев: «Вища школа», 1986. – 272с.

2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2003. – 464с.

3. Зеленин К.Н. Химия. – Санкт-Петербург: «Специальная Литература», 1997. – 688с.

4. Чанг Р. Физическая химия с приложениями к биологическим системам. – Москва, «Мир», 1980.