

Колігативні властивості розчинів

1. Актуальність теми

Колігативні властивості розчинів обумовлюють найважливіші аспекти життєдіяльності організму. Осмотичний тиск обумовлює розподіл води й поживних речовин між різними органами й тканинами організму. Механізм осмосу залежить від природи мембран. За рахунок вибіркової проникності мембран відбувається перенесення поживних речовин і виведення продуктів метаболізму. Вивчення осмотичних явищ показало, що в середині клітини осмотичний тиск більший, ніж у позаклітинній рідині. Знання колігативних властивостей розбавлених розчинів дає можливість аналізувати такі явища як дифузія, осмос, тургор, перехід речовини через біологічні мембрани, йонообмін організму, гемоліз, мембранна рівновага. Методи осмометрії, кріометрії та ебуліометрії використовуються для дослідження біологічних рідин, визначення їх осмоляльності, середньої молекулярної маси білка та молекулярних мас інших фізіологічно активних сполук.

Компетентності навчання, формуванню яких сприяє дисципліна.

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність вчитися і бути сучасно навченим.

Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

Здатність спілкуватися рідною мовою як усно, так і письмово.

Здатність до вибору стратегії спілкування; здатність працювати в команді; навички міжособистісної взаємодії.

Здатність до здійснення саморегуляції та ведення здорового способу життя, здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань.

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Здатність до оцінювання результатів лабораторних та практичних досліджень.

Здатність розв'язувати типові задачі та вирішувати практичні проблеми у процесі навчання.

2. Конкретні цілі:

Аналізувати взаємозв'язок між колігативними властивостями та концентрацією розчинів

Готувати ізотонічні розчини

3. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція)

Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
1. Хімія та фізика (шкільний курс)	Знати суть поняття «осмос» Мати уявлення про розчини електролітів, неелектролітів та їх дисоціацію Теорія електролітичної дисоціації
2. Медична і біологічна фізика	Мати уявлення про дифузію та швидкість дифузії
3. Медична біологія	Мати уявлення про осмотичний та онкотичний тиск, тургор
4. Українська мова за професійним спрямуванням	Володіти знаннями рідної мови. Бути здатним спілкуватися рідною мовою як усно, так і письмово.

4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття та на занятті.

4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття:

Термін	Визначення
1. Колігативні властивості розведених розчинів	Це такі властивості, які залежать тільки від числа частинок у розчині, а не від їх природи, розмірів, форми, маси.
2. Закон Рауля	Відносне зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином нелеткого неелектроліту дорівнює мольній частці розчиненої речовини.
3. Осмос	Одностороння дифузія молекул розчинника крізь напівпроникну мембрану з розчину з меншою концентрацією у розчин з більшою концентрацією.
4. Осмотичний тиск	Надлишковий гідростатичний тиск у посудині з розчином, при якому встановлюється осмотична рівновага.
5. Закон Вант-Гоффа	Осмотичний тиск розчину прямо пропорційний його молярній концентрації та абсолютній температурі.
6. Ізотонічний розчин	Ізотонічні розчини – це розчини з однаковим

	осмотичним тиском.
7. Гіпотонічний розчин	Осмотичний тиск гіпотонічного розчину менший, ніж осмотичний тиск іншого.
8. Гіпертонічний розчин	Осмотичний тиск гіпертонічного розчину більший, ніж осмотичний тиск іншого.
9. Осмотичний тиск плазми крові	7,7 – 8,1 атм.
10. Онкотичний тиск	Тиск, що створюється високомолекулярними біологічно активними сполуками (0,03 – 0,04 атм).
11. Плазмоліз	Явище зморщування еритроцитів при введенні у плазму крові гіпертонічних розчинів.
12. Гемоліз	Явище руйнування оболонки еритроцитів при введенні у плазму крові гіпотонічних розчинів, що супроводжується виходом гемоглобіну в плазму.

4.2. Теоретичні питання до заняття:

- Колігативні властивості розведених розчинів неелектролітів:
 - відносне зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином. Закон Рауля;
 - підвищення температури кипіння та зниження температури замерзання розчину, в порівнянні з розчинником.
 - використання осмометрії та криометрії у медико-біологічних та лабораторно – діагностичних дослідженнях.
 - осмос; осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Гемоліз та плазмоліз.
- Колігативні властивості розведених розчинів електролітів:
 - Ізотонічний коефіцієнт.
 - Гіпо-, гіпер- та ізотонічні розчини в медичній практиці.
 - Роль осмосу в біологічних системах.
- Властивості напівпроникних мембран.
- Онкотичний тиск плазми крові.

Зміст теми:

1. Колігативні властивості розведених розчинів неелектролітів:

Колігативні властивості розведених розчинів – це такі властивості, які залежать тільки від числа частинок у розчині, а не від їх природи, розмірів, форми, маси. До колігативних властивостей розведених розчинів неелектролітів належать такі:

- а) зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином, порівняно з тиском насиченої пари над чистим розчинником;
- б) підвищення температури кипіння розчину в порівнянні з розчинником;
- в) зниження температури замерзання розчину в порівнянні з розчинником;
- г) осмос, осмотичний тиск;
- д) дифузія.

а) Відносне зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином.
Закон Рауля.

Одна з головних властивостей – це перша властивість.

- а) зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином, порівняно з тиском насиченої пари над чистим розчинником

Тиск насиченої пари – це тиск тієї частини пари, яка перебуває у рівновазі з рідиною за даної температури.

Закон Рауля:

Відносне зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином пропорційне мольній частці розчиненої речовини.

$$\Delta p / p_0 = \chi,$$

де Δp – зниження тиску насиченої пари над розчином;

p_0 – тиск насиченої пари над розчинником;

χ – мольна частка розчиненої речовини.

- б) Підвищення температури кипіння та зниження температури замерзання розчину в порівнянні з розчинником. Ебуліометрія та кріометрія.

- підвищення температури кипіння розчину в порівнянні з чистим розчинником.

Температура кипіння рідини – це температура, за якої тиск насиченої пари розчинника над рідиною дорівнює атмосферному тиску (101,3 кПа).

Різниця між температурою кипіння розчину і температурою кипіння розчинника (води) називається **підвищенням температури кипіння розчину (ΔT_k)**: $\Delta T_k = T_{k \text{ р-ну}} - T_{k \text{ води}}$.

Другий закон Рауля:

Підвищення температури кипіння розчину прямо пропорційне молярній концентрації розчиненої речовини:

$$\Delta T_k = K_e \cdot C_m$$

Ебуліометрія – це метод дослідження, що ґрунтується на вимірюванні підвищення температури кипіння розчину, порівняно з температурою кипіння чистого розчинника.

- зниження температури замерзання розчину в порівнянні з чистим розчинником

Температура замерзання рідини – це така температура, за якої тиск насиченої пари над рідиною дорівнює тиску пари над твердою фазою.

Різниця між температурою замерзання розчинника (води) і розчину називається **зниженням температури замерзання розчину (ΔT_z)**:

$$\Delta T_z = T_{z \text{ води}} - T_{z \text{ р-ну}}$$

Другий закон Рауля:

Зниження температури замерзання розчину прямо пропорційне молярній концентрації розчиненої речовини:

$$\Delta T_z = K_z \cdot C_m$$

Кріометрія – це метод, дослідження, що ґрунтується на вимірюванні зниження температури замерзання розчину, порівняно з температурою замерзання чистого розчинника.

в) Осмос. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Гемоліз та плазмоліз.

Осмос – це одностороння дифузія молекул розчинника крізь напівпроникну мембрану з розчину з меншою концентрацією у розчин з більшою концентрацією.

Осмос можна спостерігати в приладі, який називають осмометром.

Надлишковий гідростатичний тиск у посудині з розчином, , при якому встановлюється осмотична рівновага, називають **осмотичним тиском**.

Закон Вант-Гоффа:

Осмотичний тиск розчину прямо пропорційний його молярній концентрації та абсолютній температурі

Математичний вираз закону:

$$\pi = CRT,$$

де π – осмотичний тиск розчину;

C – молярна концентрація розчину;

R – універсальна газова стала (8,31 Дж/моль·К);

T – абсолютна температура.

Явище руйнування оболонок еритроцитів при введенні в плазму крові розчинів з меншим осмотичним тиском, що супроводжується виходом гемоглобіну в плазму, називається **гемолізом**.

Якщо клітину помістити в розчин з більшим осмотичним тиском, ніж всередині клітини, то в концентрованому розчині солі, навпаки, відбуватиметься зменшення клітини в об'ємі, зморщування клітини – **плазмоліз**.

2. Колігативні властивості розведених розчинів електролітів.

Колігативні властивості розбавлених розчинів електролітів Вант-Гофф визначав експериментально. Він виявив, що всі виміряні ним величини значно більші, ніж обчислені за відповідними рівняннями. Для того, щоб відповідні рівняння залишались придатними для обчислення Вант-Гофф увів в них коефіцієнт i – **ізотонічний коефіцієнт**.

Ізотонічний коефіцієнт Вант-Гоффа дозволяє врахувати вплив на колігативні властивості розчинів збільшення кількості частинок у розчинах електролітів, що відбувається внаслідок їх дисоціації.

Числове значення ізотонічного коефіцієнту залежить від природи електроліту та його концентрації в розчині.

коефіцієнт i залежить від ступеня дисоціації електроліту α та числа йонів n , на які дисоціює електроліт:

$$i = 1 + \alpha(n - 1).$$

Розчини з однаковим осмотичним тиском називають **ізотонічними**.

Гіпертонічний розчин має більший осмотичний тиск, ніж інший розчин.

Гіпотонічний розчин має менший осмотичний тиск, ніж інший розчин.

У медичній практиці ізотонічними є розчини, осмотичний тиск яких дорівнює осмотичному тиску плазми крові, тобто 7,7 – 8,2 атм. Це розчин з масовою часткою натрій хлориду 0,9% або глюкози 4,5 – 5 %.

3. Властивості напівпроникних мембран.

Одна з основних властивостей біологічної мембрани – це її вибіркова проникність (напівпроникність) – одні речовини проходять через неї важко, інші легко і навіть у бік більшої концентрації. Так, для більшості клітин концентрація йонів Натрія всередині клітини значно нижча, ніж у навколишньому середовищі. Для йонів Калія характерне протилежне співвідношення: їхня концентрація всередині клітини вища, ніж зовні. Через це йони Натрія завжди намагаються проникнути в клітину, а йони Калія – вийти назовні. Вирівнюванню концентрацій цих йонів перешкоджає дія особливої системи клітинної мембрани, яка виконує роль насоса, що відкачує йони Натрія із клітини і одночасно накачує йони Калія всередину (так званий натрій-калієвий насос).

4. Онкотичний тиск плазми крові.

Всі біологічні рідини – це водні розчини неорганічних та органічних речовин. Вони мають певний осмотичний тиск, який підтримується на сталому рівні. **Осмотичний тиск плазми крові** людини 770 – 821 кПа (7,7 – 8,2 атм). Близько 60% осмотичного тиску крові створюють йони Na^+ і Cl^- , а меншу частину зумовлюють білки. Тиск, що створюється високомолекулярними біологічно активними сполуками, називають **онкотичним тиском**. Він становить 0,5% від загального осмотичного тиску (3,04 – 4,05 кПа або 0,03 – 0,04 атм) і зумовлений альбумінами.

Матеріали для самоконтролю:

А. Завдання для самоконтролю:

- Ізотонічний коефіцієнт Вант-Гоффа залежить від
 - природи розчинника
 - зовнішнього тиску

- в) молярної концентрації розчину
г) моляльної концентрації розчину розчиненої речовини
д) природи розчиненої речовини
2. В якому випадку перший розчин є гіпертонічним по відношенню до другого:
- а) розчин сахарози (5 моль/л) і розчин сечовини (5 моль/л);
б) розчин глюкози (1 моль/л) і розчин сахарози (0,1 моль/л);
в) розчин сахарози (0,1 моль/л) і розчин калій нітрату (0,08 моль/л);
г) розчин калій нітрату (0,1 моль/л) і розчин кальцій хлориду (0,8 моль/л).
3. Із наведених нижче розчинів гіпертонічним є:
- а) 10 % NaCl
б) 5 % р-н глюкози
в) 0,1 % NaCl
г) 0,9 % NaCl
4. Що відбувається з еритроцитами, вміщеними в 1%-ний розчин глюкози?
- а) гемоліз
б) плазмоліз
в) ендоосмос
г) дифузія
5. При введенні внутрішньовенно гіпертонічного розчину спостерігається:
- а) плазмоліз еритроцитів
б) дифузія еритроцитів
в) гемоліз еритроцитів
г) тургор еритроцитів

Б. Задачі для самоконтролю:

1. Розчин, що містить у 500 мл води 18 г розчиненої речовини, має осмотичний тиск при 0°C 0,0456 МПа. Розрахувати молярну масу розчиненої речовини.

2. Осмотичний тиск плазми крові людини при 37°C складає 0,77 МПа. Яку масу сахарози треба взяти для приготування 0,5 л розчину, ізотонічного крові?

Література

Основна:

1. Медична хімія: підручник для ВНЗ / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін.; за ред. проф. В.О. Калібабчук – К. ВСВ «Медицина», 2013

– 328с. (С. 93 – 104).

2. Медична хімія / В.О. Калібабчук, Л.І. Грищенко, В.І. Галинська, С.М. Гождзінський, Т.О. Овсянікова, В.А. Самарський. – К. «Інтермед», 2006, – 460с. (С. 119 – 133).

3. Харченко С. В. Медична хімія. – Полтава:Полтавський літератор, 2014. – 212 с. (С. 69 – 76).

Додаткова:

1. Музиченко В.П. Медична хімія. Медицина (Київ). – 2010. – 496 с.

2. Миронович Л.М. Медична хімія: Навчальний посібник. – Київ: Каравела, 2008. – 159 с. (С. 52 – 58).

3. Миронович Л. М. Медична хімія : навч. посібник / Л. М. Миронович, О. О. Мардашко. - К. : Каравела, 2007. - 168 с. (С. 50 – 56).

4. Порецький А.В., Баннікова-Безродна О.В., Філіппова Л.В. Медична хімія: Підручник. — К.: ВСВ “Медицина”, 2012. — 384 с.

5. Мороз А.С. Медична хімія : підручник / , Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська. - Вінниця : Нова книга, 2006. - 776 с. (С. 111 – 126).

Інформаційні ресурси:

1. https://vk.com/topic-99110031_32698780

(1. Медична хімія: Підр. для вузів / В.О. Калібабчук, Л.І. Грищенко, В.І. Галинська та ін.; Під ред. В.О. Калібабчук. – К.: Інтермед, 2006, – 460 с. (С. 119 – 133)

2. Мороз А.С. Луцевич Д.Д., Яворська Л.П. Медична хімія/ Видання друге, стереотипне/– Вінниця: НОВА КНИГА, 2008. – 776 с. (С. 111 – 126)).

2. www.umsa.edu.ua

(веб-сторінка Української медичної стоматологічної академії).

Методичну вказівку підготувала

науковий ступінь, вчене звання
прізвище, ім'я, по батькові

підпис