

2020-2021 н.р.

Розчини. Електролітична дисоціація

Тема: Вчення про розчини. Рівновага в розчинах електролітів

План

1. *Роль води і розчинів у біології та медицині. Загальні відомості про розчини.*
2. *Механізм процесу розчинення. Розчинність речовин. Розчинність газів, рідин та твердих речовин у рідинах.*
3. *Колігативні властивості розчинів.*
4. *Розчини електролітів та їхні властивості. Електроліти в організмі людини.*
5. *Йонний добуток води Водневий показник рН. Буферні розчини.*
Способи вираження кількісного складу розчинів (СРС). Гідроліз солей (СРС).

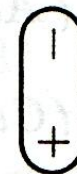
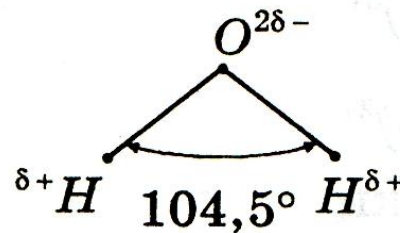
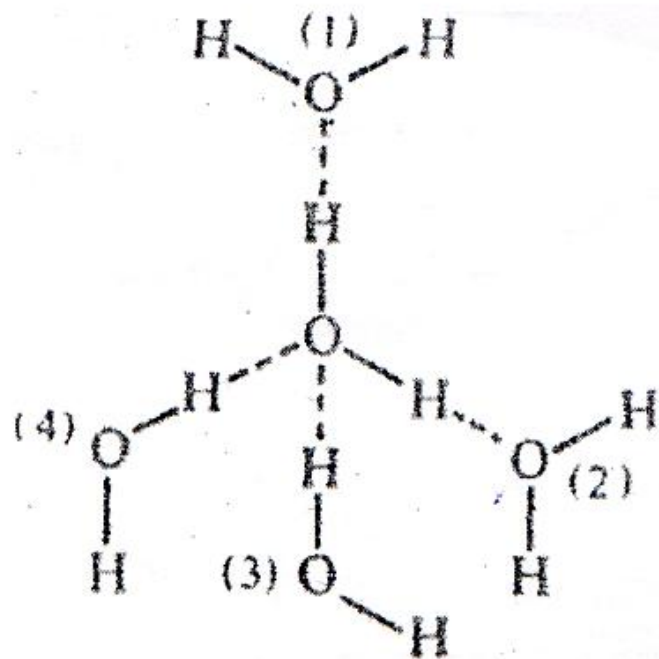
Розчинами є плазма крові, лімфа, сеча, спинномозкова рідина, шлункові та кишкові соки, міжклітинні рідини та інші важливі фізіологічні рідини організму.



З віком вміст води в організмі людини змінюється: якщо в ембріоні він становить 97%, у новонародженого-77%, то у зрілому віці-50-60%. Добова потреба у воді дорослої людини становить у середньому 2,5 дм³. Мінімальна добова потреба води 1500-1700 мл.

Вміст води в %

Кістки	22	Серце	79
Хрящі	55	Сполучна тканина	80
Спинний мозок	70	Нирки	83
Головний мозок(біла речовина)	70	Плазма крові	91- 93
Головний мозок(сіра речовина)	85	Шлунковий сік	99,5
Шкіра	72	Сльози	98,5
М'язи	76	Сеча	83
Легені	79	Слина	99,5
Лімфа	90	Піт	99,5



ДИПОЛЬ

Розчин - це гомогенна(однорідна) термодинамічна, фізико-хімічна система змінного складу, що складається з розчинника та розчинених речовин і продуктів їх взаємодії.

Класифікація розчинів.

1. За агрегатним станом розчини поділяють на - газуваті, рідкі і тверді.
2. За природою розчинника р-ни бувають водні, спиртові, гліцеролові, бензенові, ефірні тощо.
3. За природою розчиненої речовини розрізняють р-ни електrolітів і неелектrolітів.
4. За вмістом р.р. розчини поділяють на концентровані і розбавлені.

5. За співвідношенням між розчинником і розчиненою речовиною розрізняють розчини:

насичені

перенасичені

ненасичені

Розчин, у якому к-сть речовини, що переходить у р-н за одиницю часу, = к-сті речовини, що виділяється у вигляді твердої фази наз.

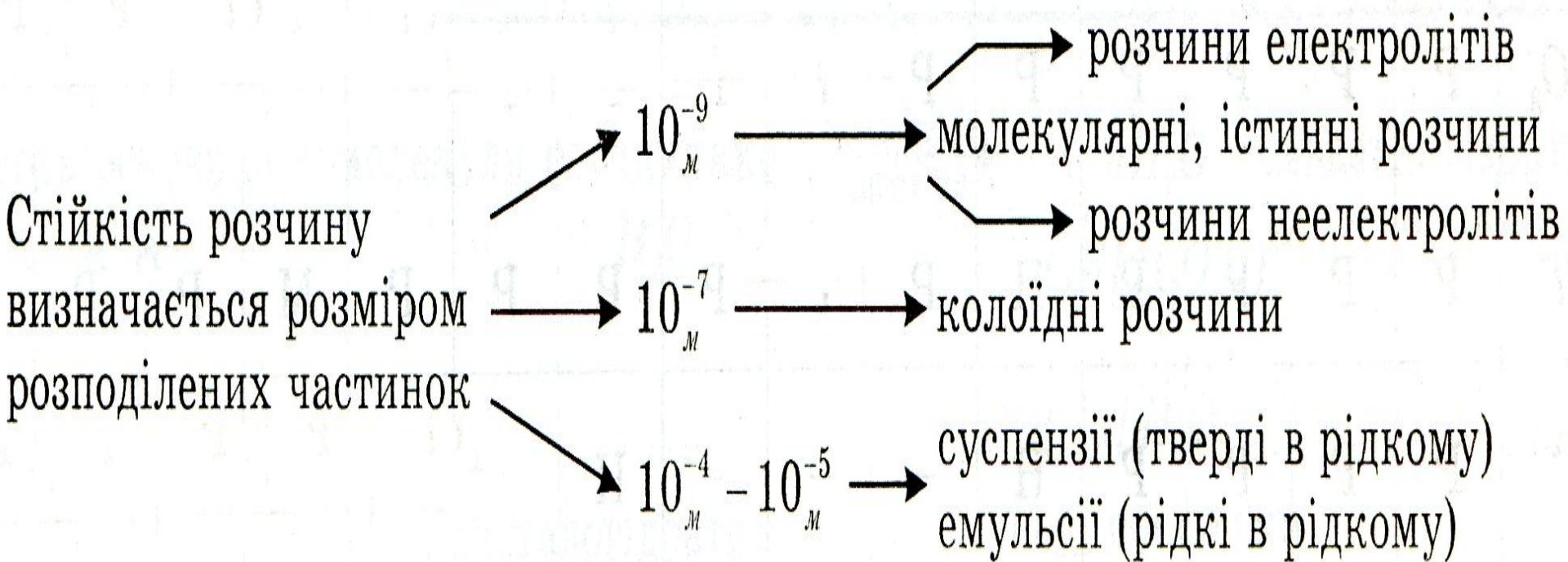
насиченим.

$AB \rightleftharpoons AB$

тверда фаза розчин

Розчин у якому речовина ще може розчинитися за даної температури, в даній кількості розчинника називається **ненасиченим.**

Пересичений - розчин, в якому за певної температури розчиненої речовини більше, ніж у насиченому розчині.



Процес розчинення

розчинення

(H₂SO₄)

розчинена речовина -----> речовина в розчині ±Q

← кристалізація

(NH₄Cl)

Рівновага – насичений розчин.

Екзотермічний процес - + Q, (ΔH<0).

Ендотермічний процес - - Q, (ΔH>0)

ΔH-кількість тепла, що виділяється або поглинається під час розчинення одиниці маси речовини, кДж/моль.

Процес розчинення – це складний фізико-хімічний процес.

Сучасна теорія розчинів розглядає розчинення як сукупність таких процесів:

1) руйнування структури розч.речовини, руйнування кристалічних ґраток-йонізація;

2) взаємодія розчинника з частками розч. речовини- сольватація(гідратація)

3) розподіл сольватованих часток у об'ємі розчинника-дифузія.

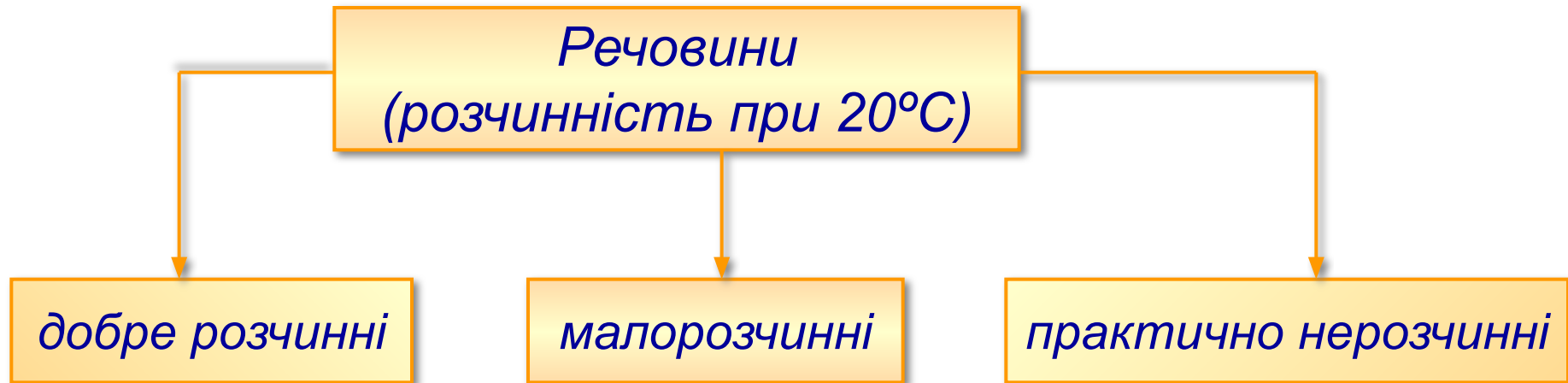
Перший процес ендотермічний ($- Q$), другий - екзотермічний($+ Q$)

Сумарний тепловий ефект під час розчинення є алгебраїчною сумою цих теплот:

$$Q_{\text{розч.}} = Q_{\text{сольв.}} + (- Q_{\text{гр.}}).$$

Розчинність - це властивість речовини розчинятися в воді або іншому розчиннику з утворенням гомогенних систем.

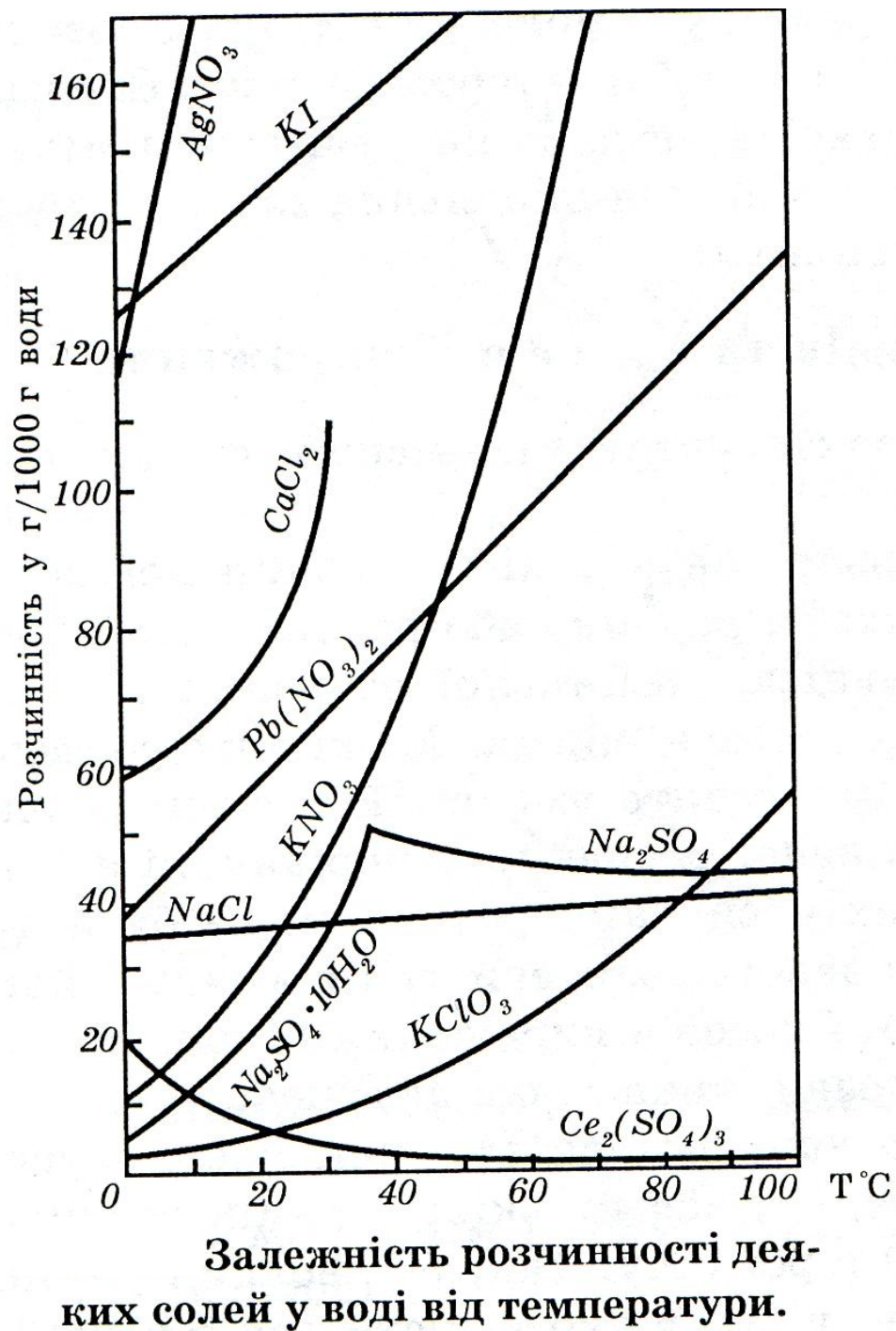
За розчинністю у воді речовини поділяють на три групи:



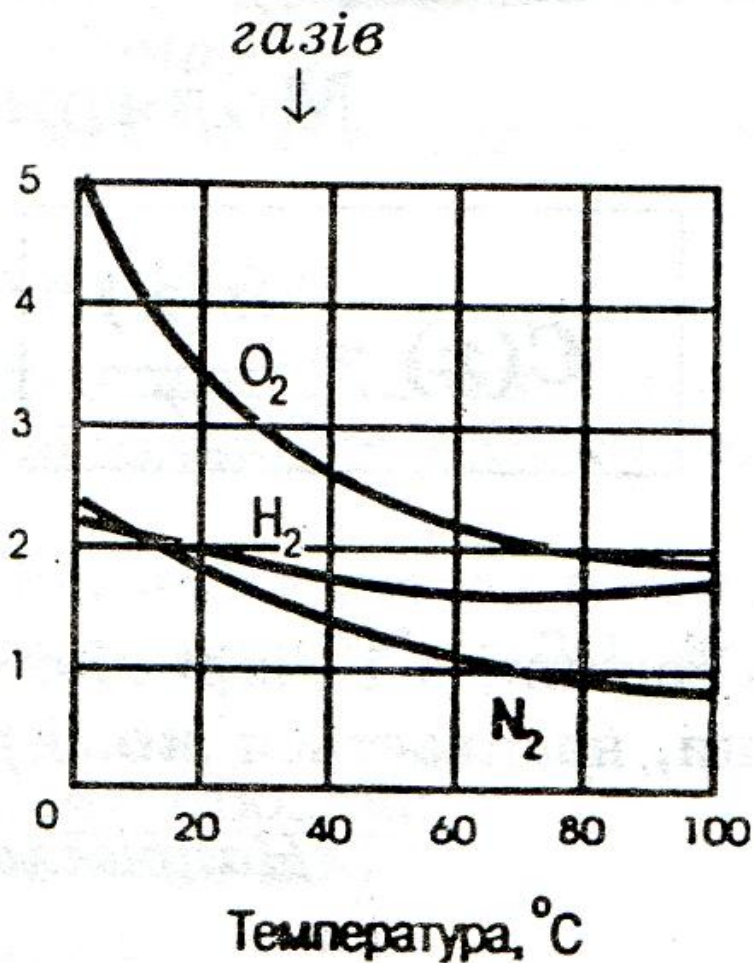
Розчинність залежить від природи реагуючих речовин, температури і тиску.

Залежність розчинності від природи реагуючих речовин можна описати правилом-подібне розчиняється в подібному.

Розчинність більшості твердих і рідких речовин зростає з підвищенням температури.



Розчинність, $\text{м}^3/100 \text{ г води}$



Розчинність газів у воді-це екзотермічний процес.

Тому розчинність газів при підвищенні температури зменшується і зростає при зниженні температури.



Тиск впливає лише на розчинність газів.

Згідно принципу Ле-Шательє зростання тиску та пониження температури сприяє розчинності газів у рідинах.

Залежність розчинності газу від тиску виражається законом Генрі-Дальтона:

Розчинність газу в рідині при постійній температурі прямо пропорційна його парціальному тиску.

$$C_p = K P,$$

де C_p -концентрація газу в розчині;

K -коефіцієнт пропорційності, (або стала Генрі), що залежить від природи газу, розчинника та температури, але не залежить від тиску;

P -парціальний тиск газу .

Тобто при підвищенні парціального тиску розчинність газів зростає.

Зміна розчинності газів під впливом тиску здатна викликати важку патологію людського організму.

Кесонна хвороба – патологічний стан зумовлений утворенням в тканинах організму, лімфі і крові вільних пухирців газу в зв'язку з переходом людини із середовища з підвищеним тиском в середовище з низьким тиском. Виділення пухирців газу веде до закупорки судин і здавлювання тканин та загибелі людини.

Розчинність газів у розчинах електролітів менша , ніж у чистому розчиннику– Закон Сєченова

Властивості розчинів нелетких речовин, які залежать тільки від числа частинок у розчині, а не від їх природи, розмірів, форми, маси називаються **колігативними**. До них належать-дифузія і осмос.

Дифузія – процес самовільного вирівнювання концентрації розчину внаслідок теплового руху частинок розчиненої речовини і розчинника.

Дифузія відбувається з розчину більшої концентрації р.р. у розчин з меншою концентрацією цієї речовини.

Дифузія відіграє важливу роль у життєдіяльності організмів і є одним із механізмів пасивного перенесення речовин крізь клітинні мембрани.

*Процес односторонньої дифузії молекул розчинника через напівпроникну мембрану з розчину з меншою концентрацією в розчин з більшою концентрацією називається **ОСМОСОМ**.*

***Осмотичний тиск** - надлишковий гідростатичний тиск у посудині з розчином, при якому встановлюється осмотична рівновага.*

*Перегородки, крізь пори яких проникають тільки молекули розчинника і затримуються частинки розчиненої речовини наз. **напівпроникними**.*

Такі властивості характерні для стінок клітин живих організмів - кишечника, сечового міхура, шкіри, протоплазми.

Явище осмосу має велике значення для біологічних систем. Кров, лімфа, а також всі тканинні рідини живих організмів мають певний осмотичний тиск(ізоосмія).

Осмотичний тиск плазми крові людини досить постійний. При 37⁰С (310K) він досягає величини **770-821 кПа**, або 7,6-8,1 атм. Основною сіллю, яка зумовлює сталість осмотичного тиску крові є NaCl, конц.якого в плазмі становить ~ 6 г/л.

Осмотичному тиску крові людини відповідає осмомолярна концентрація розчинених в плазмі речовин, яка становить **0,287- 0,303 моль/л.**

Тиск,що створюється ВМС, переважно білками становить 0,5% загального тиску крові. Частину осмотичного тиску, обумовлену білками крові, наз.

ОНКОТИЧНИМ ТИСКОМ, величина якого сягає **3,04-4,05 кПа.**

Прилад для вимірювання осмотичного тиску

називається осмометром.

Розчин з осмотичним тиском, що дорівнює осмотичному тиску розчину, прийнятого за стандарт називають **ізотонічним** розчином.

В медичній практиці ізотонічними наз. розчини з осмотичним тиском, що дорівнює осмотичному тиску плазми крові. Таким розчином є 0,85-0,9 % розчин натрію хлориду.

Ізотонічним є також розчин глюкози 4,5-5 % (0,3 моль/л).

Розчин з осмотичним тиском вищим за стандарт, наз. **гіпертонічним**, а нищим - **гіпотонічним**.

Ці розчини не викликають будь-яких змін у клітинах і тому наз. **фізіологічними**.

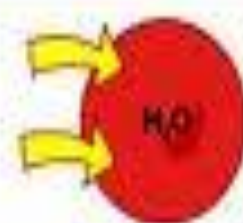
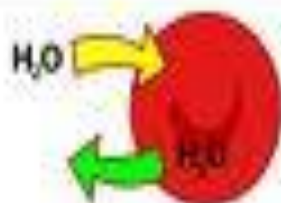
Стінки еритроцитів непроникні для NaCl , але проникні для води.



Гіпертонічний

Ізотонічний

Гіпотонічний



Концентрація розчинів та способи її вираження

Концентрація (C) - визначається кількістю розчиненої речовини що міститься в одиниці об'єму або маси розчину.

Масова частка розчиненої речовини - це відношення маси розчиненої речовини до маси розчину.

Масова частка (масова, процентна концентрація) - величина, що показує скільки г розч. р-ни міститься в 100г розчину

$$W = \frac{m \text{ розч.р-ни}}{m \text{ розчину}}; \quad W(\%) = \frac{m \text{ р.р.}}{m \text{ р-ну}} \cdot 100\% ;$$

W виражають в частках одиниці , в відсотках або проміле

(1‰ = 0,1%)

$$m(\text{р.р.}) = W \cdot m \text{ р-ну} ; \quad m(\text{р-ну}) = \frac{m \text{ р.р.}}{W} ; \quad m \text{ р-ну} = m \text{ р-ка} + m \text{ р.р.}$$

ОБ'ЄМНА КОНЦЕНТРАЦІЯ

Молярна концентрація (молярність) - показує кількість речовини в молях, що міститься в 1 дм³, 1л розчину. Молярність позначається символом C_M .

$$C_M = \frac{\nu}{V} \text{ (моль/л)}$$

де ν - число моль розчиненої речовини
 V - об'єм розчину, дм₃

Розчини, що містять в 1л 0,5М, 0,1М, 0,01М речовини мають назви відповідно: напівмолярний, децимолярний, сантимольарний.

Наприклад: 1М(NaOH)- це р-н в 1л якого міститься 1 моль речовини
або $1 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 40 \text{ г NaOH}$

Електролітична дисоціація – розпад електроліту на йони під час розчинення його в воді або розплавлення

Речовини

Електроліти

водні розчини або розплави проводять електричний струм(солі, луги, кислоти); мають йонний або сильно полярний ковалентний зв'язок.

Неелектроліти

водні розчини або розплави не проводять електричний струм (кисень, водень, орг.сполуки); мають ковалентний неполярний або малополярний зв'язок.

Вміст йонів у фізіологічних рідинах організму (ммоль/дм³)

Катіони і аніони	Плазма крові*	Проміжна рідина*	Внутрішньоклітинна рідина
Na ⁺	142	147	35
K ⁺	5	4	115
Ca ²⁺	5	2,5	5
Mg ²⁺	2	2	27
Cl ⁻	103	114	25
HCO ₃ ⁻	27	30	10
H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	2	2	80
SO ₄ ²⁻ , HSO ₄ ⁻	1	1	20
Аніони орг. кислот	5	7,5	—
Макроіони білків	16	1	47
Σ катіонів і Σ аніонів	154	155,5	182

Електролітний склад позаклітинної та внутрішньоклітинної рідин неоднаковий, але дотримується принцип електронейтральності, тобто **сумарна концентрація катіонів = загальній концентрації аніонів і становить близько 310 ммоль/дм³.**

Процес дисоціації електроліту складу KtAn :



Кількісно процес електролітичної дисоціації характеризується ступенем електролітичної дисоціації α та константою дисоціації K_d .

Ступінь дисоціації – це відношення кількості молекул, що розклались на йони (n) до загального числа молекул електроліту (N).

$$\alpha = n / N,$$

або

$$\alpha = C_{\text{дис}} / C_0,$$

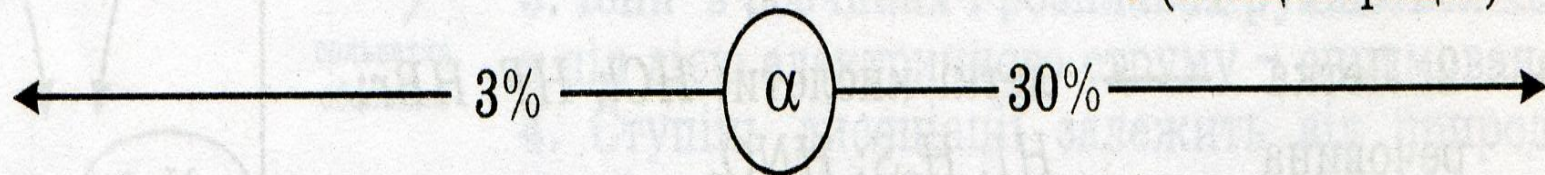
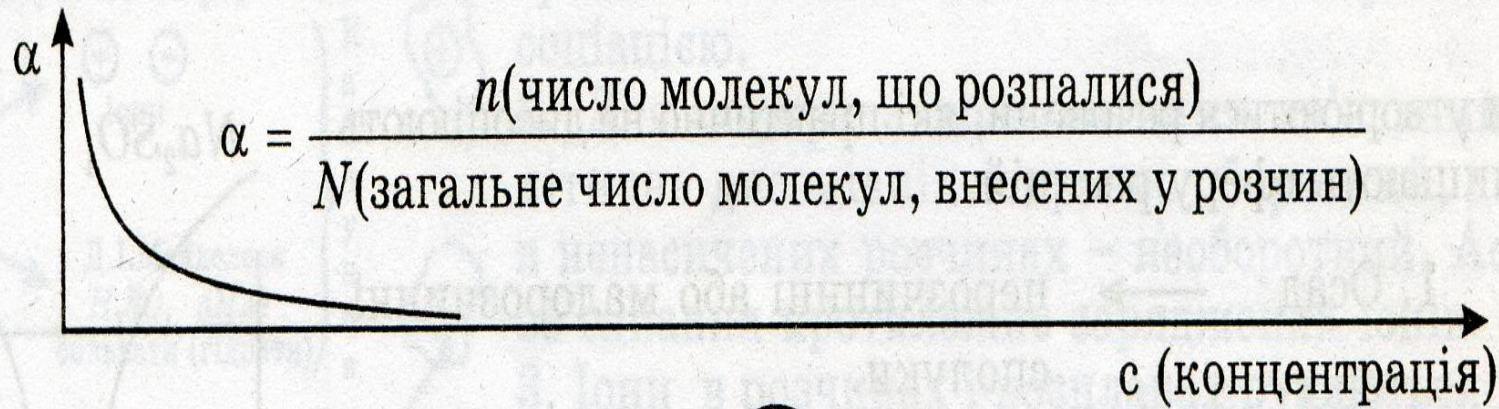
де n – число дисоційованих молекул,

N – загальне число молекул електроліту,

$C_{\text{дис}}$ – концентрація молекул, що розпались на йони,

C_0 – вихідна концентрація електроліту (моль/дм³).

Ступінь дисоціації залежить від природи електроліту та розчинника, концентрації речовини та температури.



Слабкі електроліти

Дисоціюють на іони частково.

1) Кислоти H_2CO_3 ; H_2S ; HNO_2 ; $HClO$; HCN ; H_2SiO_3 .

2) Основи, нерозчинні у воді, а також NH_4OH .

Середньої сили електроліти

H_2SO_3 ; H_3PO_4

Сильні електроліти

Дисоціюють на іони повністю.

1) H_2SO_4 ; HNO_3 ; HCl ; HI ; HBr ; $HClO_4$; $HMnO_4$.

2) Луги – гідроксиди лужних і лужно-земельних металів.

3) Розчини майже усіх солей.

Дисоціація одноосновних кислот:



Математичний вираз константи рівноваги процесу дисоціації:

$$K_{\text{д}} = \frac{[\text{H}^+][\text{An}^-]}{[\text{HAn}]}.$$

Чим більше значення константи дисоціації, тим сильніший електроліт.

Зв'язок між константою дисоціації, ступенем дисоціації і молярною концентрацією розчину встановив В.

Оствальд.

$$K_d = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}.$$

Це рівняння є математичним виразом **закону розбавлення В.Оствальда**, який справедливий для розведених розчинів слабких бінарних електролітів.

Для слабких електролітів, у розчинах яких $\alpha < 1\%$, величиною α в знаменнику можна знехтувати, тоді :

$$K_d = \alpha^2 C,$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_d}{C_m}}.$$

звідки

Водневий показник - рН

В 1л води за $t^0 25^0$ С дисоціює 10^{-7} моль води, утворюється 10^{-7} моль/л йонів H^+ , 10^{-7} моль/л йонів OH^- .



$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ моль/л}$$

$$K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}$$

Величина K_w називається **йонним добутком води**.

$$pH = - \lg [H^+]$$

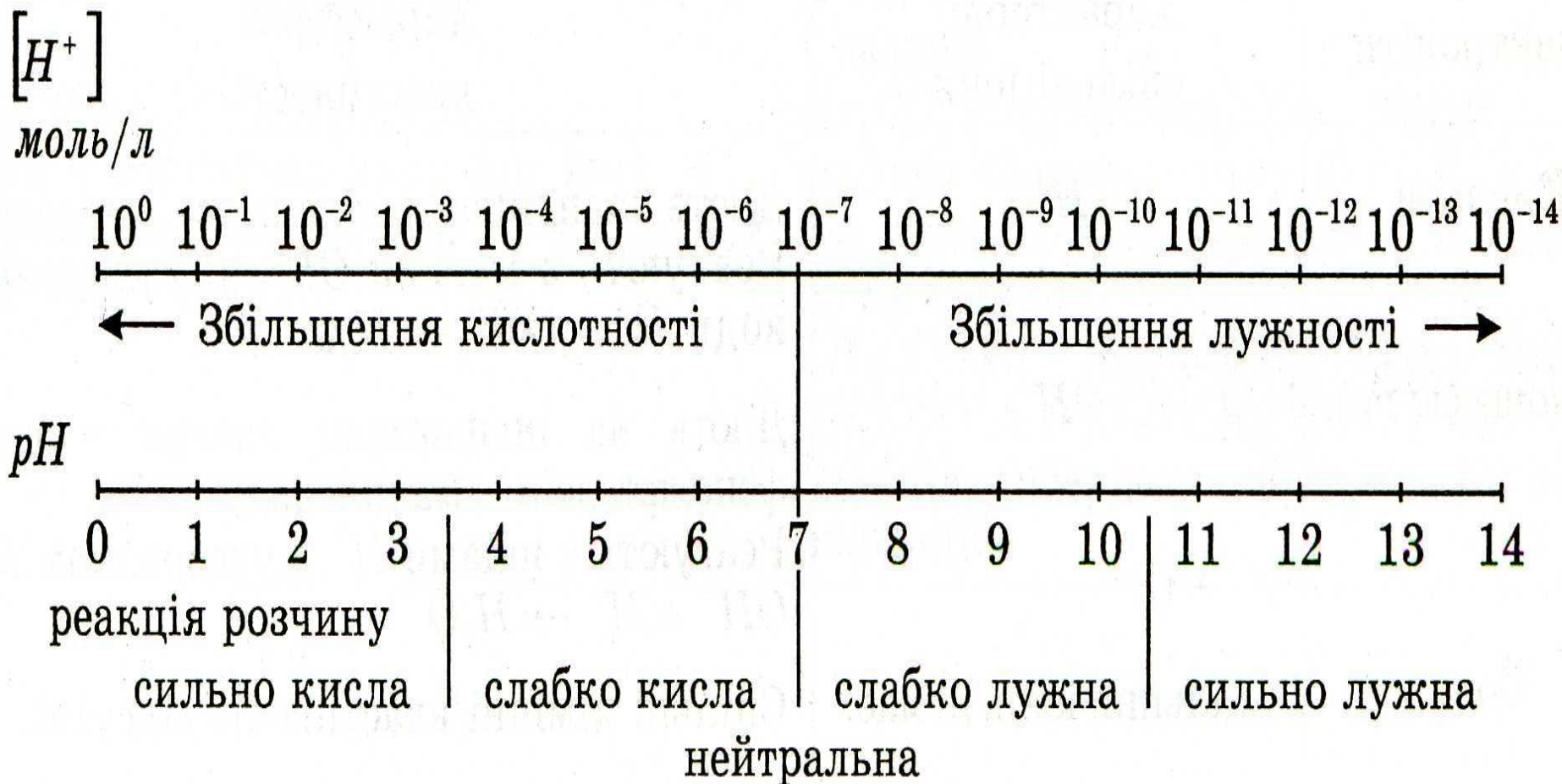
Водневий показник-це від'ємний десятковий логарифм молярної концентрації(моль/л) йонів Гідрогену(гідроксонію).

Від'ємний логарифм концентрації гідроксид-іонів називають гідроксильним показником рОН.

$$pOH = - \lg [OH^-], \quad pK_{\text{води}} = pH + pOH = 14$$

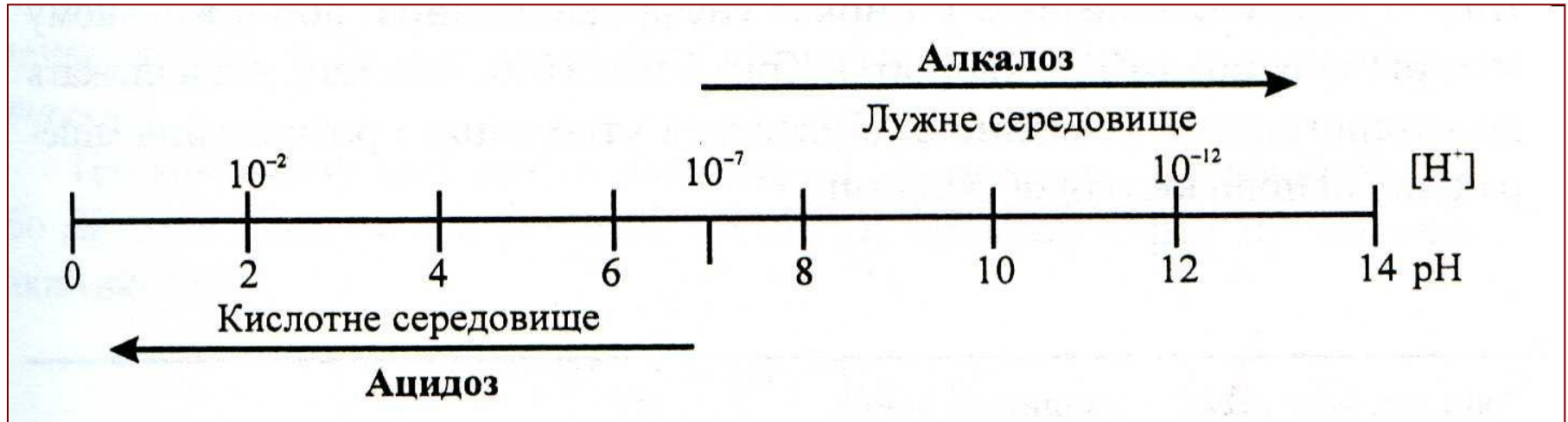
Співвідношення між реакцією середовища, концентраціями йонів і значенням рН мають вигляд:

нейтральне середовище $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$, $pH = 7$
кисле середовище $[H^+] > [OH^-] > 10^{-7}$, $pH < 7$
лужне середовище $[H^+] < [OH^-] < 10^{-7}$, $pH > 7$

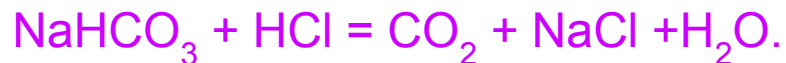


Кисотно-основний стан крові

Зміщення кислотно-основного стану крові в напрямку підвищення концентрації йонів гідроксонію, називають **ацидозом**, а в напрямку зниження їх концентрації **-алкалозом**



Для корегування КОС при ацидозах використовують розчин NaHCO_3 (питна сода), $w = 4,0 \%$, який вводять внутрішньо.



При алкалозах на першому етапі вводять аскорбінову к-ту ($w(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 5,0\%$), а потім застосовують комплекс різних терапевтичних засобів.

Різні фізіологічні рідини людини мають різні значення рН.

Значення рН деяких фізіологічних рідин організму

Середовище	Значення рН	Можливі коливання
Шлунковий сік	1,65	0,9 – 2,0
Сеча	5,8	5,0 – 6,5
Слина	6,75	5,6 – 7,9
Жовч	7,35	6,2 – 8,5
Плазма крові	7,36	7,25 – 7,44
Спинномозкова рідина	7,6	7,35 – 7,80
Сік підшлункової залози	8,8	8,6 – 9,0
Сльозова рідина	7,7	

Сталість рН в організмі підтримується за допомогою
буферних систем

До біологічних буферних систем належать чотири типи буферних
розчинів:

гідрогенкарбонатний

фосфатний

білковий

гемоглобіновий.

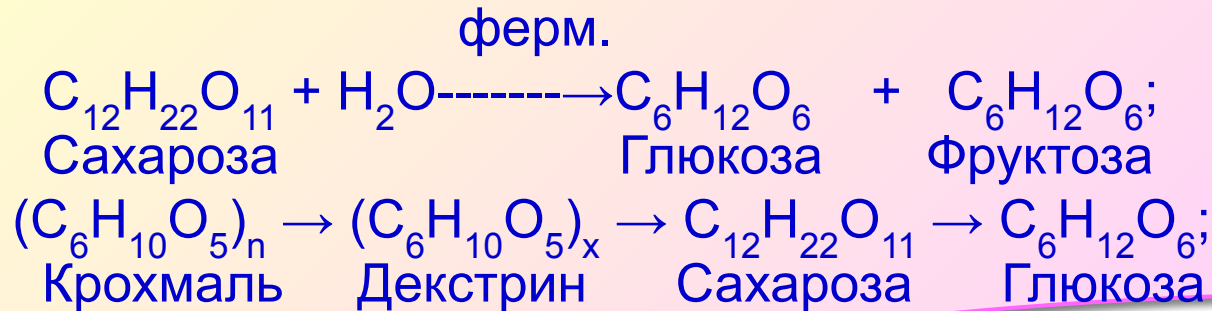
Кров відіграє значну роль у підтриманні кислотно-лужного гомеостазу.
Стала концентрація йонів Гідрогену є необхідною умовою життя організму. Це
явище називається **ізогідрією**.

Головним джерелом йонів Гідрогену в організмі є CO_2

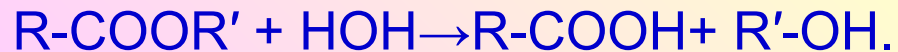


Організм людини постійно зазнає навантаження надлишку йонів
Гідрогену. Вважають, що фізіологічні коливання рН відбуваються в
межах **0,05-0,07**.

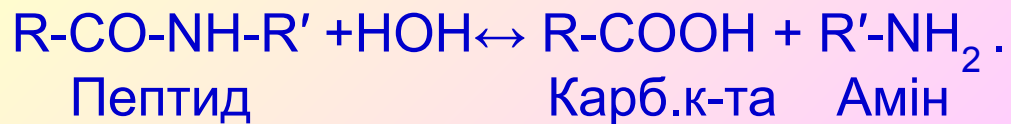
Біологічно активні речовини(вуглеводи, жири, білки) в організмі гідролізують під дією ферментів, які називають **гідролазами**.



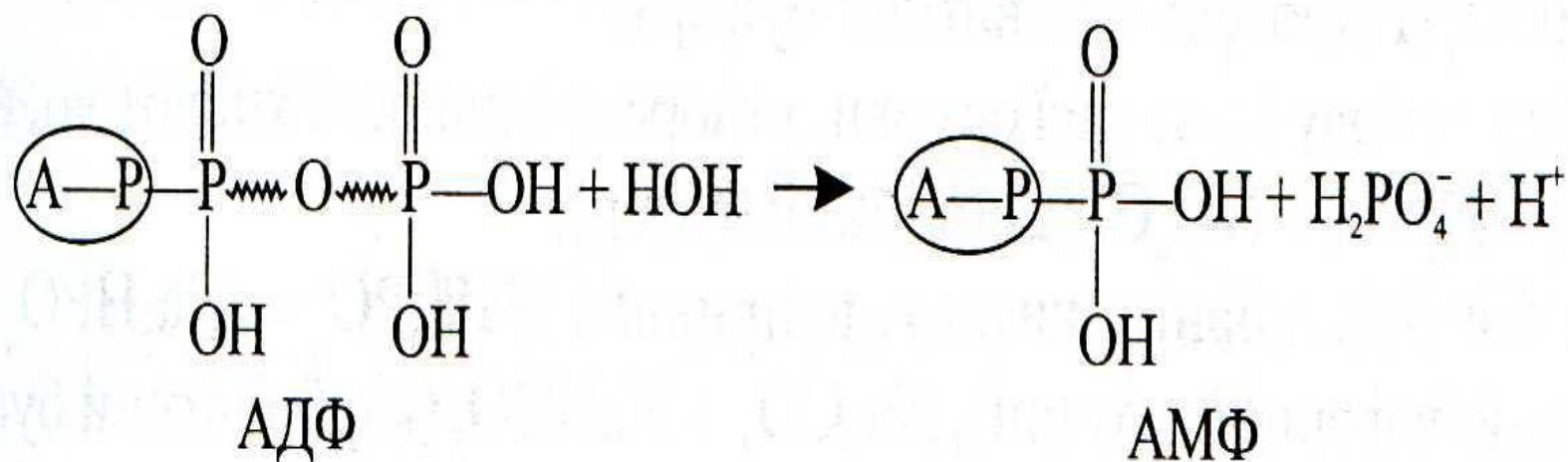
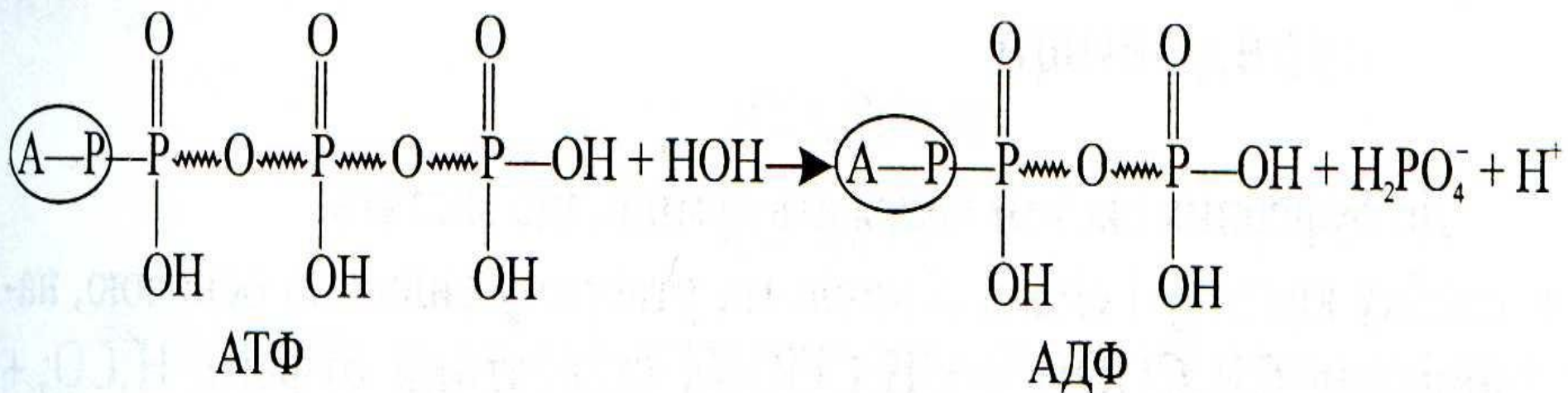
Жири гідролізують з утворенням гліцерину і карбонових кислот:



Макромолекули білків розкладаються на пептиди, а вони, в свою чергу,- на АК, які гідролізують до утворення карбонових кислот і амінів:



Важливою для функціонування живих організмів є реакція гідролізу АТФ.



Електролітний (йонний) склад, рН і осмотичний тиск - основні параметри рідин організму, які підтримуються постійними за допомогою регуляторних механізмів, а при їх відхиленні за межі фізіологічної норми розвиваються патологічні зміни в організмі.

Хімічний склад крові є вираженням загального стану організму і важливим засобом діагностики та лікування хвороб.

Буферними системами називають розчини, які здатні зберігати стале значення pH середовища при додаванні до них невеликих кількостей сильної кислоти чи лугу, або при їх розведенні.

Здатність буферної системи зберігати постійне значення pH називається буферною дією.

Найпоширенішими є водні кислотно-основні буферні розчини.
Буферні системи - це суміші, що містять:

слабкі кислоти та їх солі, утворені сильними основами:

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ - ацетатний буфер,
 $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ - гідрогенкарбонатний (бікарбонатний) буфер;

слабкі основи та їх солі, утворені сильними кислотами:

$\text{NH}_4\text{OH} (\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + \text{NH}_4\text{Cl}$ - амонійний буфер;

солі багатоосновних слабких кислот:

$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$ – фосфатний буфер,

Білкові буферні системи



сильна або слабка кислота(кислотний компонент) і
гліцин – $\text{HCl} + \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

луг (основний компонент) і гліцин –
 $\text{NaOH} + \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$.

Гемоглобінова буферна система – $\text{HHb} + \text{HHbO}_2$

Завдання додому:

Музиченко В.П. та ін. Медична хімія. С.23-74

Методматеріали для ПСРС.

Дайте відповіді на питання:

1. Виберіть вид частинок, що завжди містяться в водних розчинах основ:

- A. Катіони
- B. Гідроксид-йони
- C. Йони гідроксонію
- D. Йони кислотних залишків
- E. Аніони

2. Виберіть йон, який зумовлює кисле середовище водних розчинів:

- A. H_3O^+
- B. OH^-
- C. Cl^-
- D. Na^+
- E. SO_4^{2-}

3. Укажіть ряд, у якому наведено тільки катіони, що входять до складу плазми крові:

- A. Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-
- B. HCO_3^- , HPO_4^{2-} , Na^+ , SO_4^{2-}
- C. Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
- D. Zn^{2+} , Cu^{2+} , Al^{3+} , K^+
- E. NH_4^+ , Ba^{2+} , Ag^+ , SO_4^{2-}

4. Укажіть ряд, у якому наведено тільки аніони, що входять до складу плазми крові:

- A. Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-
- B. HCO_3^- , HPO_4^{2-} , Na^+ , SO_4^{2-}
- C. Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
- D. Zn^{2+} , Cu^{2+} , Al^{3+} , K^+
- E. NH_4^+ , Ba^{2+} , Ag^+ , SO_4^{2-}

5. Яка мінімальна добова потреба води для організму людини?

- A. 630 мл
- B. 750 мл
- C. 1000-1200 мл
- D. 1500-1700 мл
- E. 2500-3000 мл

6. Сумарна концентрація йонів у фізіологічних рідинах організму людини складає:

- A. 142 ммоль/дм³
- B. 154 ммоль/дм³
- C. 155,5 ммоль/дм³
- D. 182 ммоль/дм³
- E. 310 ммоль/дм³