

4. Устанавіце адпаведнасць паміж хімічным элементам і яго біялагічнай функцыяй:

- | | |
|------------|--|
| 1) кальцый | а) удзельнічае ў сінтэзе гармонаў раслін, уваходзіць у састаў інсуліну |
| 2) магній | б) уваходзіць у састаў гармонаў шчытападобнай залозы |
| 3) кобальт | в) з'яўляецца кампанентам хларафілу |
| 4) ёд | г) уваходзіць у састаў гемацыянінаў некаторых беспазваночных жывёл |
| 5) цынк | д) неабходны для мышачнага скарачэння і згусання крыві |
| 6) медзь | е) уваходзіць у састаў вітаміну B ₁₂ |

5*. На аснове матэрыялу пра біялагічную ролю макра- і мікраэлементаў і ведаў, атрыманых пры вывучэнні арганізма чалавека ў 9-м класе, растлумачце, да якіх наступстваў можа прывесці недахоп тых ці іншых хімічных элементаў у арганізме чалавека.

6*. У табліцы паказана ўтрыманне асноўных хімічных элементаў у зямной кары (па масе, у %). Параўнайце састаў зямной кары і жывых арганізмаў. Якія факты дазваляюць зрабіць выснову пра адзінства жывой і нежывой прыроды? У чым заключаюцца асаблівасці элементарнага саставу жывых арганізмаў і як іх можна растлумачыць?

Элемент	Утрыманне, %	Элемент	Утрыманне, %	Элемент	Утрыманне, %
Кісларод	49,13	Натрый	2,4	Вуглярод	0,35
Крэмній	26	Магній	2,35	Хлор	0,2
Алюміній	7,45	Калій	2,35	Фосфар	0,125
Жалеза	4,2	Вадарод	1	Сера	0,1
Кальцый	3,25	Тытан	0,61	Азот	0,04



«ГУМАНЫЯ» КОСЦІ
ДАПАМОГА РАСЛІНАМ

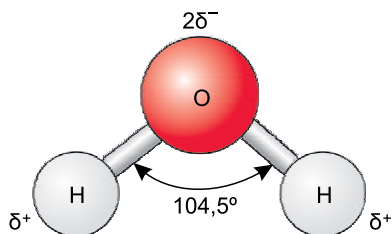


§ 2. Хімічныя злучэнні ў жывых арганізмах. Неарганічныя рэчывы

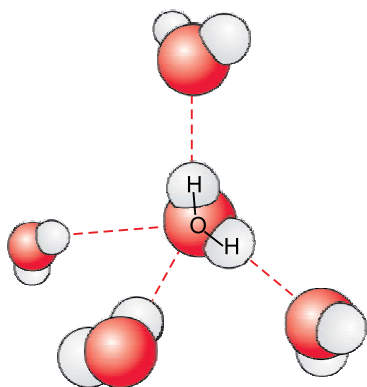
У састаў жывых арганізмаў уваходзяць разнастайныя хімічныя злучэнні, утвораныя атамамі розных элементаў. Ключавую ролю ў ажыццяўленні працэсаў жыццядзейнасці адыгрываюць *арганічныя* рэчывы — бялкі, вугляводы, ліпіды, нуклеінавыя кіслоты і інш., якія ў нежывой прыродзе практычна не сустракаюцца. Аднак не ўсе злучэнні, уласцівыя арганізмам, спецыфічныя толькі для жывой прыроды. Такія *неарганічныя* рэчывы, як вада, неарганічныя (мінеральныя) солі і кіслоты, шырока распаўсюджаны і ў нежывой прыродзе.

Вада. У колькасных адносінах першае месца сярод рэчываў, якія ўваходзяць у састаў жывых арганізмаў, займае вада. Яе масавая доля ў арганізмах у сярэднім складае 65—80 %. Колькасць вады неаднолькавая ў розных тканках і органах. Так, у сакавітых пладах раслін можа змяшчацца да 98 % вады, а ў зярняўках злакаў, насенні сланечніку, лёну, бабовых яе масавая доля складае 7—14 %. Плазма крыві, лімфа, тканкавая вадкасць, сакрэты большасці залоз жывёл больш чым на 90 % складаюцца з вады. У шкілетных мышцах чалавека масавая доля вады складае каля 76 %, а ў тлушчавай тканцы — прыблізна 30 %. З узростам утрыманне вады ў арганізме паступова зніжаецца.

З курса хіміі вы ведаеце, што ў малекуле вады (H_2O) два атамы вадароду злучаны з атамам кіслароду кавалентнымі палярнымі сувязямі. Сувязі $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ размешчаны пад вуглом $104,5^\circ$ адна да адной. Кісларод валодае большай электраадмоўнасцю, чым вадарод, таму атам кіслароду прыцягвае да сябе агульныя электронныя пары і набывае частковы адмоўны зарад. Атамы вадароду набываюць частковы дадатны зарад, г. зн. малекула вады з'яўляецца **палярнай** (мал. 2).



Мал. 2. Будова малекулы вады



Мал. 3. Вадародныя сувязі паміж малекуламі вады

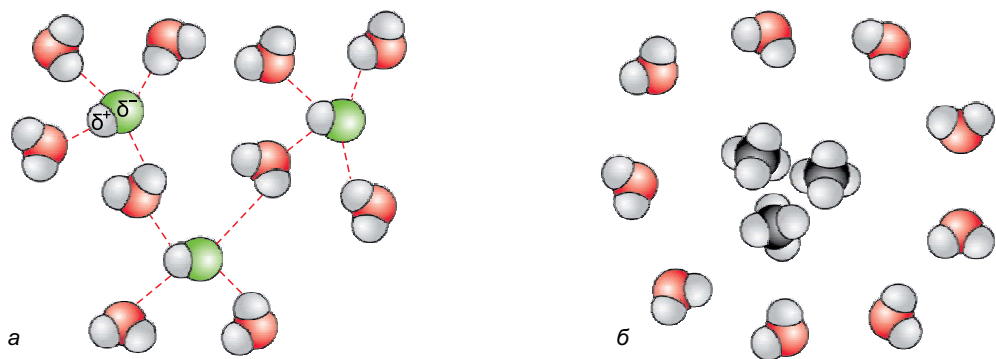
Паміж атамам кіслароду адной малекулы вады і атамам вадароду другой малекулы ўзнікае электростатычнае прыцягненне. Такое ўзаемадзеянне, больш слабае, чым іонная сувязь, называецца **вадароднай сувяззю**. Кожная малекула вады прыцягвае да сябе за кошт утварэння вадародных сувязей яшчэ чатыры малекулы (мал. 3).

Такім чынам, малекулы вады звязаны адна з адной. Таму вада пры тэмпературах ад 0°C да 100°C можа захоўваць вадкі аграгатны стан, у той час як падобныя ёй вадародныя злучэнні (напрыклад, H_2S , NH_3 , HF) з'яўляюцца газами.

Роля вады ў жывых арганізмах звязана з яе ўласцівасцямі, перш за ўсё з малымі памерамі малекул, іх палярнасцю і здольнасцю ўтвараць вадародныя сувязі паміж сабой і з іншымі злучэннямі.

Дзякуючы палярнасці малекулы вады здольныя фарміраваць так званыя *гідратныя абалонкі* вакол іонаў і палярных малекул. Гэта спрыяе адсабленню часціц і перашкаджае іх склейванню адна з адной, што асабліва важна, напрыклад, для бялковых малекул.

Палярнасць малекул і здольнасць утвараць вадародныя сувязі робіць ваду **ўніверсальным растваральнікам для палярных рэчываў**, лепшым, чым большасць вадкасцей. У залежнасці ад ступені ўзаемадзеяння з малекуламі вады злучэнні дзеляць на гідрафільныя і гідрафобныя. **Гідрафільнымі** з'яўляюцца палярныя рэчывы, якія актыўна ўзаемадзейнічаюць з малекуламі вады за кошт утварэння шматлікіх вадародных сувязей, што і абумоўлівае іх добрую растваральнасць (мал. 4, а). Да гідрафільных злучэнняў належаць ніжэйшыя спірты і карбонавыя кіслоты, монацукрыды, дыцукрыды і інш. Непалярныя рэчывы з'яўляюцца **гідрафобнымі**, яны не фарміруюць вадародных сувязей з малекуламі вады і не раствараюцца ў ёй (мал. 4, б). Гэта вышэйшыя карбонавыя кіслоты, тлушчы і некаторыя іншыя злучэнні.



Мал. 4. Утварэнне вадародных сувязей паміж малекуламі вады і гідрафільнага рэчыва (а); адсутнасць такога ўзаемадзеяння з гідрафобным рэчывам (б)

Растварэнне рэчываў спрыяе павышэнню іх рэакцыйнай здольнасці, бо малекулы ці іоны атрымліваюць магчымасць больш свабодна перамяшчацца і ўзаемадзейнічаць адна з адной. Большасць хімічных рэакцый у жывых арганізмах працякае менавіта ў водных растворах. Такім чынам, у якасці растваральніка вада з'яўляецца асноўным асяроддзем працякання працэсаў абмену рэчываў — **метабалізму**. Акрамя таго, вада служыць сродкам транспарту раствораных у ёй рэчываў. Гэту функцыю яна выконвае, напрыклад, у саставе крыві, лімфы, тканкавай вадкасці, мачы і сакрэтаў залоз жывёл, у праводзячых тканках раслін.

Вада з'яўляецца ўдзельнікам многіх біяхімічных працэсаў, напрыклад фотасінтэзу. Кісларод, які вылучаецца ў ходзе фотасінтэзу, утвараецца пры расшчапленні малекул вады. Працэсы расшчаплення складаных арганічных рэчываў (бялкоў, поліцукрыдаў, ліпідаў і інш.) да больш простых злучэнняў з'яўляюцца рэакцыямі *гідролізу*, г. зн. працякаюць пры непасрэдным удзеле вады.

Вада практычна нескіскальная, што важна для падтрымання пругкасці клетак і тканак. Яна вызначае аб'ём клетак і **тургарны ціск** — ціск унутранага змесціва клеткі на яе абалонку. Нескіскальнасць вады дазваляе ёй выконваць функцыю гідрашкілета ў круглых і кольчатых чарвей.

Добрыя змазвальныя ўласцівасці вады спрыяюць памяншэнню трэння ў розных частках арганізма (успомніце ролю вадкасцей, якія змяшчаюцца ў плеўральнай поласці, калясардэчнай сумцы, поласцях сустаўных сумак чалавека).

Вада валодае *высокай цеплаёмкасцю*. Гэта значыць, што пры паглыннанні ці вылучэнні вялікай колькасці цеплаты тэмпература самой вады змяняецца нязначна. Таму нават рэзкія тэмпературныя ваганні ў навакольным асяроддзі не прыводзяць да істотнага змянення тэмпературы ўнутры арганізма.

Пры пераходзе вадкай вады ў стан пары адбываецца разбурэнне ўсіх вадародных сувязей паміж яе малекуламі, а гэта патрабуе значных выдаткаў энергіі. Таму выпарэнне вады суправаджаецца ахаладжэннем і выкарыстоўваецца жывымі арганізмамі для аховы ад перагрэву (потавадзяленне ў млекакормячых, транспірацыя ў раслін).

Вада мае адносна *высокую* для вадкасцей *цеплаправоднасць*. Рух вады (цыркуляцыя крыві ў жывёл, узыходны і сыходны ток раствораў у раслін і г. д.) у спалучэнні з высокай цеплаправоднасцю спрыяе раўнамернаму размеркаванню цеплаты ў арганізме.

Найважнейшыя біялагічныя функцыі вады паказаны ў табліцы 2.

Табліца 2. Асноўныя функцыі вады ў жывых арганізмах

Функцыя	Тлумачэнне
Структурная	Уваходзіць у састаў усіх клетак, міжклетачнага рэчыва, унутранага асяроддзя арганізма, сакрэтаў залоз і г. д., надае пругкасць клеткам і тканкам, у некаторых жывёл выконвае функцыю гідрашкілета
Метабалічная	З'яўляецца асяроддзем працякання і ўдзельнікам біяхімічных рэакцый

Працяг

Функцыя	Тлумачэнне
Транспартная	Спрыяе ўсмоктванню раствараных рэчываў, іх перамяшчэнню ў арганізме і вывадзенню канчатковых прадуктаў абмену рэчываў
Тэрмарэгулятарная	Удзельнічае ў рэгуляцыі цеплавога рэжыму арганізмаў

Неарганічныя (мінеральныя) солі і кіслоты, як і вада, уваходзяць у састаў усіх жывых арганізмаў. Іх агульнае ўтрыманне ў арганізмах параўнальна невялікае і звычайна не перавышае 1—1,5 %, аднак гэтыя рэчывы выконваюць важныя біялагічныя функцыі.

Нерастваральныя солі прымаюць удзел у пабудове розных апорных структур жывых арганізмаў, забяспечваючы іх трываласць. Напрыклад, карбанат кальцыю (CaCO_3) з'яўляецца важным кампанентам ракавін малюскаў, панцыраў ракападобных, шкарлупін яек, шкілетаў каралавых паліпаў і інш. Фасфаты кальцыю складаюць аснову міжклетачнага рэчыва касцявой тканкі пазваночных жывёл. Цвёрдасць зубной эмалі абумоўлена наяўнасцю мінеральных солей, у састаў якіх уваходзіць кальцый, магній, фосфар і фтор. Шкілет некаторых пратыстаў утвораны сульфатам стронцыю (SrSO_4).

Растваральныя солі пры ўзаемадзеянні з вадой дысацыруюць, таму ў жывых арганізмах яны змяшчаюцца ў выглядзе іонаў. Утрыманне пэўных катыёнаў і аніёнаў унутры клетак, як правіла, значна адрозніваецца ад іх канцэнтрацыі ў пазаклетачным асяроддзі. Так, у клетках назіраецца дастаткова высокая канцэнтрацыя катыёнаў калію (K^+) і нізкая — натрыю (Na^+), а ў пазаклетачным асяроддзі — наадварот. Прычым утрыманне K^+ у клетках і Na^+ за іх межамі неаднолькавае. Гэта прыводзіць да ўзнікнення рознасці электрычных патэнцыялаў паміж унутраным і знешнім бакамі цытаплазматычнай мембраны, што неабходна для ўзбуджэння клетак, генерацыі і перадачы нервовых імпульсаў.

Запомніць асаблівасць размеркавання іонаў калію і натрыю дапаможа наступная фраза: «Калій ідзе ў Клетку, а НАтрый — НАадварот».

Некаторыя іоны ўваходзяць у састаў ферментаў, вітамінаў і іншых біялагічна актыўных рэчываў. Напрыклад, іон Co^{2+} — структурны элемент вітаміну B_{12} , Mg^{2+} — хларафілу, Fe^{2+} уваходзіць у састаў гемаглібіну і г. д. Катыёны Ca^{2+} і Mg^{2+} уплываюць на актыўнасць шэрага ферментаў і, значыць, адыгрываюць важную ролю ў рэгуляцыі абмена рэчываў. Іоны NO_3^- і NH_4^+ з'яўляюцца крыніцамі атамаў азоту, іон SO_4^{2-} — атамаў серы, якія неабходны аўтатрофным арганізмам для сінтэзу амінакіслот.

Неарганічныя кіслоты таксама адыгрываюць важную біялагічную ролю. Напрыклад, саяная кіслата (HCl), якая ўваходзіць у састаў страўнікавага соку пазваночных жывёл, стварае ў страўніку кіслае асяроддзе. Гэта спрыяе знішчэнню хваробатворных мікраарганізмаў і актывацыі ферментаў страўнікавага соку. Астаткі фосфарнай кіслаты ўваходзяць у састаў фосфаліпідаў, нуклеатыдаў, АТФ. Фосфарная і вугальная кіслоты, а таксама аніёны гэтых кіслот удзельнічаюць у падтрыманні пэўнай кіслотнасці ўнутры клетак і ў пазаклетачным асяроддзі.

Кіслотнасць асяроддзя. Магчымасць працякання біяхімічных рэакцый, іх хуткасць і вынік шмат у чым залежаць ад **кіслотнасці асяроддзя**, г. зн. ад канцэнтрацыі іонаў вадароду (H^+). Колькасна гэту велічыню выражаюць пры дапамозе **вадароднага паказчыка рН** (пэ-аш).

У водных растворах велічыня рН звычайна прымае значэнні ад 0 да 14. Нейтральнае асяроддзе характарызуецца значэннем $pH = 7$, у шчолачным асяроддзі рН больш за 7, у кіслым — менш за 7. Чым больш велічыня рН адрозніваецца ад 7, тым больш кіслым або шчолачным з'яўляецца раствор.

У цытаплазме клетак, як правіла, падтрымліваецца нейтральнае або слабашчолачнае асяроддзе ($pH = 7,0—7,4$). Па-за клеткамі асяроддзе звычайна слабашчолачнае. Напрыклад, у плазме крыві чалавека велічыня рН у норме складае $7,36—7,44$. Аднак у розных частках арганізма, у розных біялагічных вадкасцях гэты паказчык можа моцна вар'іраваць.

У страўніку чалавека рэакцыя асяроддзя кіслая, а ў кішэчніку — шчолачная. У здаровых людзей пры нармальным пітным рэжыме і збалансаваным харчаванні рН мачы складае 5—6, але пры цяжкай фізічнай працы ці ўжыванні вялікай колькасці мясной ежы гэты паказчык зніжаецца. Малочна-раслінная дыета, наадварот, прыводзіць да таго, што рэакцыя мачы робіцца шчолачнай.



Сярод неарганічных рэчываў у саставе жывых арганізмаў найважнейшая роля належыць вадзе. Яе асноўнымі біялагічнымі функцыямі з'яўляюцца структурная, метабалічная, транспартная і тэрмарэгулярная. Мінеральныя солі і кіслоты таксама адыгрываюць важную ролю ў працэсах жыццядзейнасці арганізмаў. На працяканне біяхімічных рэакцый уплывае канцэнтрацыя іонаў H^+ — кіслотнасць асяроддзя.



1. Якія неарганічныя рэчывы ўваходзяць у састаў жывых арганізмаў?
2. Якія рэчывы называюць гідрафільнымі? Гідрофобнымі? Прывядзіце прыклады.
3. Ахарактарызуйце біялагічную ролю мінеральных солей і кіслот.

4. Колькі вады змяшчаецца ў жывых арганізмах і ад чаго гэта залежыць? Чаму расліны пры недахопе вады вянуць?

5. Як вы думаеце, чаму большасць палярных рэчываў добра раствараюцца ў вадзе, а непальярныя, як правіла, у ёй нерастваральныя?

6. Якія функцыі выконвае вада ў жывых арганізмах?

7*. Як фізічныя і хімічныя ўласцівасці вады звязаны з яе біялагічнымі функцыямі?

8*. Аніёны фосфарнай кіслаты забяспечваюць падтрыманне адносна пастаяннай канцэнтрацыі іонаў вадароду ўнутры клетак. У пазаклетачным асяроддзі гэту функцыю выконваюць вугляная кіслата і гідракарбанат-іон. Чаму гэтыя злучэнні дазваляюць падтрымліваць пэўную кіслотнасць асяроддзя, у той час як азотная і сяляная кіслоты, а таксама іх аніёны, не валодаюць такімі ўласцівасцямі?



САМАРОВНЫ РН-ІНДЫКАТАР



§ 3. Арганічныя рэчывы. Амінакіслоты. Бялкі

Нізкамалекулярныя і высокамалекулярныя арганічныя рэчывы. Неад'емным складальнікам усяго жывога з'яўляюцца арганічныя рэчывы, назва якіх паходзіць ад слова «арганізм». Гэтыя злучэнні забяспечваюць працяканне найважнейшых працэсаў жыццядзейнасці, і жыццё на Зямлі без іх удзелу немагчыма. Арганічныя рэчывы складаюць у сярэднім 20—30 % масы жывых арганізмаў. Іх малекулы складаюцца, галоўным чынам, з атамаў вугляроду, вадароду і кіслароду. У састаў многіх біялагічна важных арганічных злучэнняў уваходзяць і іншыя элементы. Напрыклад, малекулы бялкоў таксама змяшчаюць азот і серу, нуклеінавыя кіслоты — азот і фосфар.

Нізкамалекулярныя арганічныя рэчывы характарызуюцца параўнальна невялікай малекулярнай масай і адносна прастай будовай. Гэта амінакіслоты, монацукрыды, нуклеатыды, карбонавыя кіслоты, спірты і да т. п. Складаныя па структуры злучэнні, малекулярная маса якіх складае ад некалькіх тысяч да мільёнаў, называюць **высокамалекулярнымі**. Да іх належаць бялкі, поліцукрыды і нуклеінавыя кіслоты. Малекулы гэтых рэчываў складаюцца з мноства звёнаў, якія паўтараюцца, — **манамераў**. Манамеры могуць быць аднолькавымі ці адрознівацца па саставе. З курса хіміі вы ведаеце, што такія злучэнні называюцца **палімерамі**. Манамерамі бялкоў з'яўляюцца амінакіслоты, манамерамі поліцукрыдаў — монацукрыды, малекулы нуклеінавых кіслот пабудаваны з нуклеатайдаў (мал. 5, с. 18).