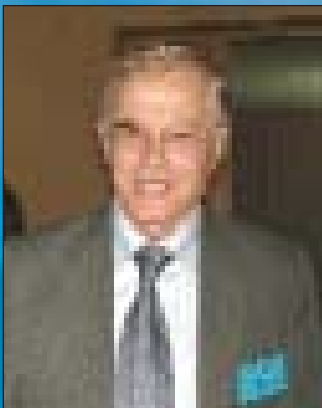


ВОДА

ДИВОВИЖНА ТА ЗАГАДКОВА СУБСТАНЦІЯ

Вода — одна із найдивовижніших, унікальних і загадкових речовин на Землі. Вода — дорогоцінний дар природи. Вона широко розповсюджена у навколишньому середовищі і відіграє ключову роль у перебігу різноманітних геологічних процесів на Землі, в існуванні та життєдіяльності живих організмів. Зараз вже одержано чимало підтверджень справедливості наукової гіпотези про те, що життя зародилось і його найпростіші форми виникли саме у водному середовищі. Отже можна вважати, що вода є першоджерелом життя.

На перший погляд, вода — проста речовина, тому до кінця XVIII століття усі були переконані, що вона — неподільний елемент. Понад 200 років тому завдяки працям багатьох дослідників, серед яких відомі учені — *О. Гумбольдт, Ж. Л. Гей-Люссак, Г. Кавендиш, А. Лавуазьє*, — було встановлено, що вода є сполукою атомів водню й кисню у певній їх пропорції. Подальші дослідження показали, що за невидливою хімічною формулою H_2O приховується речовина, яка володіє унікальною структурою й не менш унікальними властивостями. Дослідники, що намагалися протягом сторіч розкрити таємниці води, часто потрапляли в глухий кут. Та й зараз учені розуміють, що вода залишається важким об'єктом для досліджень, її властивості дотепер не завжди до кінця прогнозовані.



Степан Кучмій
доктор хім. наук,
член-кореспондент
НАН України,
зав. відділу фотохімії
Інституту фізичної хімії
ім. Л.В. Писаржевського
НАН України,
м. Київ

Як виникла вода, і скільки її на нашій планеті

Людина не може прожити без води і декількох днів. Однак протягом довгих століть загадкою була не тільки природа води, але і те як вона виникла на планеті, і скільки її на Землі.

У багатьох ділянках Всесвіту астрономи виявили хмари, до складу яких входять молекули води та її фрагменти — гідроксидні радикали. Розміри цих хмар величезні — їхня протяжність в десятки разів перевищує віддаль від Землі до Сонця.

Отже можна думати, що мільярди років тому у холодній газо-пиловій хмарі, з якої утворювались планетозималі, вже містилась вода. Протягом існування Землі на її поверхню нерідко падали залишки комет, поверхні яких містять льодові утворення із включеннями газів — метану, аміаку, а також мінеральних частинок. Вага уламків комет, що досягають Землі або інших планет, може становити сотні кілограмів.

Багаторічними дослідженнями геологічних процесів, які відбуваються на нашій планеті, встановлено, що саме вода та її складові елементи відігравали визначальну роль у

геологічній історії Землі. Згідно з однією із геохімічних моделей планети, її кора, що складається з окислених порід, є своєрідним кисневим каркасом, а ядро утворюють гідриди декількох металів та, частково, карбід заліза. У зонах високих тисків та температур, що розвиваються на великих глибинах завдяки перебігу фізико-хімічних процесів, відбувається синтез водню та вуглеводнів. Далі від центра планети ці речовини взаємодіють з окисленими породами з утворенням водяної пари та вуглекислого газу, які виходять на поверхню через тріщини, розломи земної кори та жерла діючих вулканів.

За виконаними оцінками, за всю історію існування Землі на її поверхню виділилось понад $3 \cdot 10^9$ км³ води. За сучасними підрахунками гідросфера — океани, моря, ріки, озера, болота та атмосферна волога — містить близько $1,385 \cdot 10^9$ км³ води, або $1,4 \cdot 10^9$ т.

Загалом, це дуже велика кількість, однак основну частину водного потенціалу Землі (97, 75%), становить вода океанів і морів, яку не можна ні пити, ні безпосередньо використовувати у промисловості, сільському господарстві та побуті. Решта 2,25% — прісна вода, однак половина її утворює гігантські льодяні щити Антарктиди, Арктики, Гренландії та міститься у льодовиках високих гірських масивів планети. Приблизно таку ж кількість становлять підземні води. Таким чином, об'єм доступної води нараховується уже не мільйонами, а тисячами кубічних кілометрів. Якщо зважити на те, що дуже стрімко зростає потреба у воді, й усе більшу кількість її використовують у виробництві та побуті (за оцінками, у 2000 р. споживання води досягло 6000 км³), то вже явно стала відчутною вичерпність земних запасів води, що не може не викликати серйозну стурбованість людства.

Ізотопний склад води

Через те, що у природі існують два стійкі ізотопи водню — легкий протій ¹H і вдвічі важчий дейтерій — ²H (їх позначають H і D) і три ізотопи кисню ¹⁶O, ¹⁷O і ¹⁸O, відомо дев'ять стійких різновидів води :

H ₂ ¹⁶ O	HD ¹⁶ O	D ₂ ¹⁶ O
H ₂ ¹⁷ O	HD ¹⁷ O	D ₂ ¹⁷ O
H ₂ ¹⁸ O	HD ¹⁸ O	D ₂ ¹⁸ O

Основна маса природної води — понад 99% — це так звана протієва вода H₂¹⁶O. Форм води, що містять у своєму складі важкі ізотопи кисню, значно менше: H₂¹⁸O становить десяті, а H₂¹⁷O — соті частки відсотка від загальної кількості вод у природі. Кількість важкої води D₂O не перевищує мільйонних часток відсотка, однак води складу HDO у природних водах значно більше. Це пов'язано з тим, що атоми водню у воді здатні до дуже швидкого обміну один з одним у різних молекулах, тому, зважаючи на великий вміст протієвої форми у природній воді, ймовірність утворення HDO є найвищою.

Окрім названих різновидів молекул води, побудованих на основі стійких ізотопів водню та кисню, у природі існує також надважка вода, що утворюється за участю радіоактивного ізотопу водню — тритію, атомна маса якого втричі більша, ніж у протію. Тритій виникає у верхніх шарах атмосфери як продукт природних ядерних реакцій, що перебігають за участю високоенергетичних нейтронів космічного випромінювання. Важка вода — дуже важлива речовина, що використовується в атомній енергетиці як ефективний сповільнювач швидких нейтронів, у перспективі її розглядають як сировину для термоядерної енергетики.

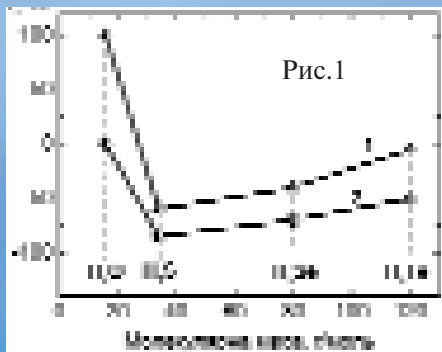
Науковими дослідженнями було також встановлено, що важка вода відіграє важливу роль у біологічних процесах. При використанні звичайної природної води з підвищеним вмістом важкої виявили її негативний вплив на життєві функції живих організмів; при пониженому ж вмісті дейтерієвої води спостерігалась її стимулююча дія на життєві процеси. Разом з тим, очевидно не варто говорити про несприятливий вплив на людину важкої води, яка міститься у природній воді, оскільки там її концентрація дуже мала. Крім того, за час своєї багатовікової еволюції живі організми звикли до природної води з таким ізотопним складом, отже цілком імовірно, що вживання води з іншим ізотопним складом могло б виявитись шкідливим для людини і всього живого на Землі.

Незвичайні властивості звичайної води

Найважливіша і найблагодатніша для живої природи властивість води — її здатність за нормальних умов бути рідиною. У періодичній системі елементів Д.І. Менделєєва кисень утворює окрему підгрупу, до складу

якої також входять сірка, селен та телур. Ці елементи мають багато спільного й у фізичних, і в хімічних властивостях. Ця спільність властивостей простежується, зокрема, у випадку однотипних хімічних сполук, які утворюють ці елементи. Молекули дуже подібних до води речовин — H_2S , H_2Se , H_2Te є набагато важчими (атомна маса сірки, селену та телуру зростає у цьому ряду), але за нормальних умов вони перебувають у газоподібному стані. А найлегша у цьому ряду гідридів елементів підгрупи кисню вода за таких самих умов є рідиною. Отже вода ніби суперечить закономірностям таблиці Менделєєва, яка передбачає, коли і які властивості речовин будуть близькими.

На рис. 1 наведені температури кипіння і замерзання гідридів елементів підгрупи кисню. Видно, що навіть у найважчого з них, H_2Te , вони від'ємні: вище $0^{\circ}C$ ця речовина газоподібна. При переході до гідридів легших елементів (H_2Se , H_2S) температури кипіння та замерзання знижуються. Якщо б ця закономірність зберігалась і надалі, то можна було б очікувати, що вода кипітиме при $-70^{\circ}C$, а замерзатиме при $-90^{\circ}C$. У такому випадку за земних умов вона ніколи

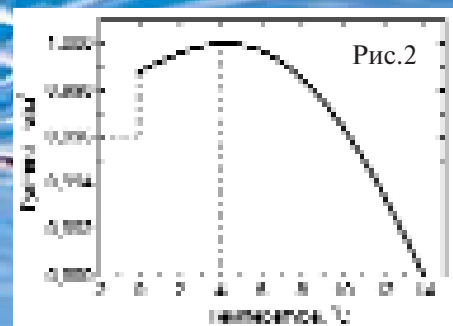


Густина води при охолодженні від 100 до $4^{\circ}C$ (точніше, до $3,98^{\circ}C$) зростає, як і у переважної більшості рідин. Однак, досягнувши максимального значення при температурі $4^{\circ}C$, при подальшому охолодженні цієї речовини густина починає зменшуватися (рис. 2).

Інакше кажучи, максимальна густина води спостерігається при температурі $4^{\circ}C$ (одна з унікальних аномалій води), а не при температурі замерзання $0^{\circ}C$. Замерзання води супроводжується стрибкоподібним зменшенням густини майже на 10%, тоді як у більшості інших речовин процес кристалізації супроводжується збільшенням густини. У зв'язку із цим лід (тверда вода) займає більший об'єм, ніж рідка вода, і тримається на її поверхні.

Таке незвичайне поведіння густини води дуже важливе для підтримки життя на Землі. Покриваючи воду зверху, лід, маючи низьку теплопровідність, відіграє в природі роль плаваючої ковдри, що захищає ріки й водойми від подальшого замерзання й зберігає життя підводному світу. Якби густина води збільшувалася при замерзанні, лід виявився б важчим від води й почав тонути, що призвело б до загибелі живих істот у ріках, озерах й океанах, які замерзли б цілком, перетворившись у брили льоду, а Земля стала крижаною пустелею, що неминуче призвело б до загибелі всього живого.

Слід відзначити ще одну важливу закономірність, яка характерна для природи і пов'язана з властивостями води. Холодна вода, опускаючись, забезпечує постачання розчиненим



б не перебувала ні у твердому, ні у рідкому стані. Дуже важко уявити, чи виникло б і яким було б життя на Землі в присутності "нормальної" води.

Крім "неправильних" температур плавлення та кипіння, вода володіє аномальними особливостями й у поведінці її густини. Густина більшості речовин — рідин і газів — при нагріванні зменшується, а при охолодженні збільшується — аж до початку їх кристалізації або конденсації.

киснем глибинних шарів океанів і морів, озер і річок.

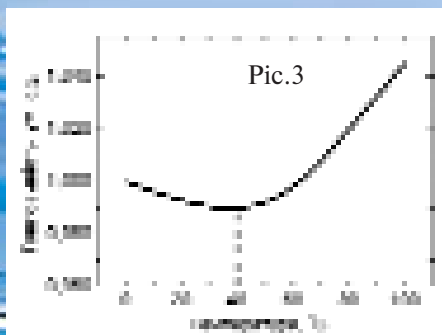
У свою чергу тепла вода, піднімаючись угору, виносить розчини солей та поживних речовин у верхні шари. Все це сприяє розвитку життя. Завдяки цій властивості води життя в океанах та морях ніколи не може шезнути.

Інші термодинамічні характеристики води також є аномальними. Так, питома теплота плавлення льоду є вищою, ніж у багатьох речовин. При замерзанні води відповідна кількість тепла надходить у навколишнє середовище, при таненні — поглинається. Тому маса льоду, на відміну від маси пароподібної води, є своєрідним поглиначем тепла в середовищі з плюсовою температурою. Аномально високі значення питомої теплоти пароутворення та питомої теплоти плавлення льоду використовують у виробничій діяльності. Зокрема, воду застосовують як зручний та доступний охолоджувач у різних тех-

нологічних процесах. А ось цікавий приклад застосування цих властивостей води у сільському господарстві: коли ранньою весною раптові нічні заморозки загрожують розквітлим плодовим деревам, досвідчені садівники проводять дощування саду. Пелена найдрібніших крапель води покриває пелюстки квітів. Перетворившись у лід, вода ніби одягає на квіти льодяну шубу, віддаючи при цьому їм своє тепло.

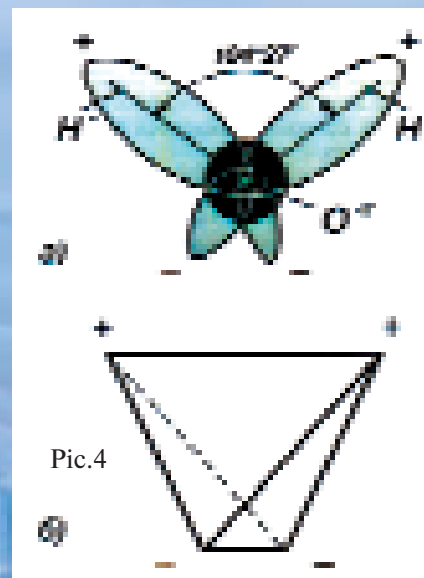
Широке застосування води як охолоджувача пов'язано ще з однією чудовою її особливістю — високою теплоємністю, яка у 5 разів вища, ніж у піску, і майже у 10 разів вища, ніж у заліза. Здатність води нагромаджувати великі запаси теплової енергії перетворює моря й океани у гігантський термостат, який дозволяє згладжувати різкі температурні коливання на земній поверхні та в атмосфері у різні пори року та у різний час доби. Завдяки аномально високій теплоємності води, нормальна температура тіла людини, що складається на дві третини з води, підтримується на одному рівні у спекотного дня і прохолодного ночі.

Крім того, вода — єдина речовина на Землі (крім ртуті), для якої залежність питомої теплоємності від температури має мінімум — близько 37°C (рис. 3). Завдяки цьому, нор-



ною, утворюючи на поверхні пружну плівку. Завдяки такій плівці деякі важчі, ніж вода, предмети, наприклад, обережно покладена на її поверхню сталеві голка, не занурюються, а можуть плавати. Цю властивість плівки використовують багато комах, які вільно пересуваються по поверхні води, злітають з неї та сідають, як на тверде тіло.

Ще одна незвичайна властивість води виявляється у її здатності “прилипати” до багатьох предметів, тобто їх змочувати. Завдяки великому поверхневому натягу та здатності до змочування, вода може підніматися у вузьких капілярах, тобто володіє так званою капілярністю. Капілярність відіграє важливу роль у багатьох природних процесах на Землі. Завдяки цій властивості вода змочує шар ґрунту, що лежить значно вище розташування ґрунтових вод, і тим



мальна температура людського тіла перебуває в діапазоні температур 36–38°C (внутрішні органи мають дещо вищу температуру, ніж зовнішні). Нормальна температура майже усіх теплокровних живих організмів (32–39°C) теж перебуває поблизу цієї точки. Таким чином, вода відіграє чільну роль у процесах регулювання теплообміну людини й дозволяє їй підтримувати комфортний стан при мінімумі енергетичних витрат. При нормальній температурі тіла людина перебуває у найвигіднішому енергетичному стані.

Серед незвичайних властивостей води слід також відзначити її винятково високий поверхневий натяг. Він проявляється в тому, що вода намагається зменшити свою поверхню, хоч завжди повторює форму посудини, в яку її помістили. Завдяки високому поверхневому натягу, краплі води набувають кулеподібного вигляду при вільному падінні чи у стані невагомості, оскільки саме така геометрична форма має мінімальну для даного об'єму поверхню. Сили поверхневого натягу змушують молекули зовнішнього шару рідини “зчіплюватись” одна з од-

самим забезпечує корені рослин розчиненими у воді поживними речовинами. Проникаючи у тріщини гірських порід і розширюючись при замерзанні, вода розколює скелі будь-якої твердості, які поступово розпадаються на все дрібніші фрагменти і частинки. Так починається залучення скам'янілих порід у життєвий цикл. На полях промерзання поверхневих шарів землі з її органічними компонентами сприяє утворенню родючого ґрунту. Процес включення твердих речовин у великий круговорот живої природи прискорюється чудесною властивістю води їх розчиняти. Вода з розчиненими компонентами твердих речовин стає середовищем харчування й постачальником мікроелементів, необхідних для життя рос-

лин, тварин і людини. Завдяки капілярності здійснюється рух крові у найтонших судинах, тканинних рідинах у живих організмів, наприклад, у деревах на велику висоту, інших рослинах тощо.

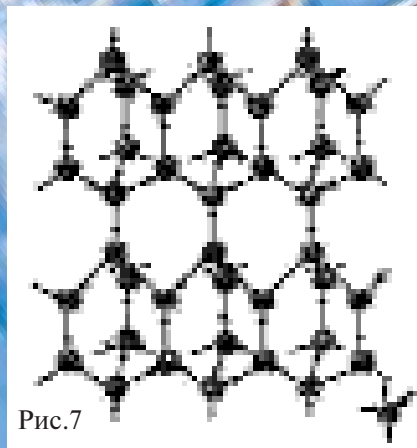
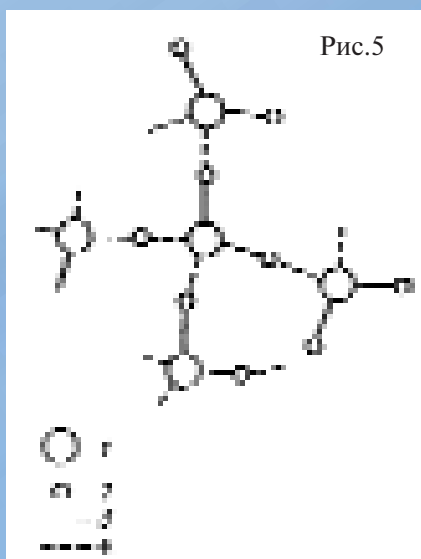
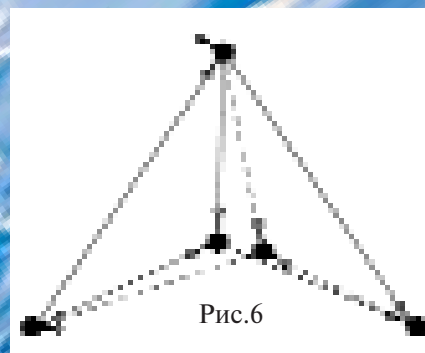
Для поведінки води у тонких капілярах характерні свої закономірності, оскільки біля їх твердої поверхні виникають структурно упорядковані шари води товщиною у десятки і сотні молекул. Результати вивчення особливостей структурованої води в капілярних системах дозволяють говорити про окремий капілярний стан цієї речовини. Особливості структурного упорядкування молекул обумовлюють те, що вода, яка міститься у дуже вузьких порах порід і мінералів земної кори, замерзає при нижчих температурах, ніж звичайна вода. При замерзанні зв'язаної води змінюються також і властивості тих гірських порід і мінералів, з якими вона контактує.

Вода краще, ніж інші рідини, проявляє властивості універсального розчинника. Унікальні властивості води як розчинника обумовлені, насамперед, винятково високим (аномальним) значенням її діелектричної сталої $\epsilon = 81$ (для повітря $\epsilon = 1$). Якщо воді дати досить часу, вона може розчинити у меншій чи більшій кількості практично будь-яку тверду речовину. Саме через унікальну розчинювальну здатність води нікому дотепер не вдалося одержати хімічно чисту воду — вона завжди містить розчинений матеріал посудини. Вода **а б с о л ю т н о** необхідна для **в с і х**

ключових систем життєзабезпечення людини. Вона міститься у людській крові (79%) і сприяє переносу по кровоносній системі в розчиненому стані тисяч необхідних для життя речовин. Вода також міститься в лімфі (96%), що розносить із кишечника поживні речовини по живих тканинах, у воді, як внутрішньоклітинному середовищі живого організму, перебігає переважна більшість біохімічних процесів тощо.

Така непроста молекула води

Наявність багатьох аномальних властивостей води свідчить про те, що у рідкому стані її молекули зв'язані між собою й утворюють певні молекулярні конструкції, які протидіють зовнішнім впливам — тепловим, механічним, електричним тощо. У першу чергу це пов'язано з тим, що молекули води мають унікальну властивість об'єднуватися у так звані асоціати, або кластери $(H_2O)_x$. Під цими новоутвореннями звичайно розуміють групу атомів або молекул, об'єднаних в єдиний ансамбль, але які зберігають усередині їх індивідуальні властивості. За сучасними даними, при кімнатній температурі ступінь асоціації X для води становить від 3 до 6. (При пониженні температури ступінь асоціації зростає і, як вважають деякі дослідники, кластери можуть нараховувати десятки



молекул (води). Отже, вода — складна рідина, побудована з груп, що повторюються і містять

декілька окремих молекул. Саме тому необхідно підводити так багато тепла, щоб перетворити рідку воду у пару, внаслідок



Рис. 8

цього вода характеризується такою великою питомою теплотою випаровування, саме тому вода має аномальні значення температури замерзання й кипіння у порівнянні з гомологами (тобто водневими сполуками типу H_2S , H_2Se , H_2Te).

Якщо б вода при випаровуванні залишалася у вигляді H_6O_3 , H_8O_4 або $H_{12}O_6$, то водяна пара була б набагато важчою від повітря, у якому домінують молекули азоту й кисню. У цьому разі поверхня всієї Землі була б покрита вічним шаром туману. Уявити собі життя на такій планеті практично неможливо. Людям дуже пощастило: асоціати води при випаровуванні розпадаються, і вода перетворюється у простий газ із хімічною формулою H_2O (виявлена останнім часом у водяній парі незначна кількість димерів H_4O_2 погоди не робить). Густина газоподібної води менша від густини повітря, і тому вона здатна насичувати своєю паром земну атмосферу, створюючи комфортні для людини погодні умови. На Землі немає інших речовин, наділених здатністю бути рідиною при температурах існування людини й при цьому утворювати газ не тільки легший повітря, але й здатний повертатися до її поверхні у вигляді опадів. Рушійними силами, які спричиняють появу в рідкій воді нових молекулярних

утворень (асоціатів, кластерів), є так звані водневі зв'язки. Виникнення водневого зв'язку зумовлено специфічними особливостями взаємодії найменшого хімічного елемента — водню (точніше, протона) з розташованими поряд атомами кисню, азоту фтору, хлору тощо з утворенням досить сильного зв'язку. Однією з характерних особливостей такого зв'язку є його чітка спрямованість. Тобто, якщо атом водню розташований між двома атомами кисню, та просторова організація цих трьох атомів має однозначну структуру.

Таким чином, можна було б стверджувати, що першопричиною особливих властивостей води є існування водневого зв'язку між її молекулами. Однак, оскільки водневі зв'язки здатні утворювати не тільки молекули води, але й інших речовин, для яких нехарактерним є наявність комплексу аномальних властивостей, для повного розуміння специфіки незвичайної поведінки води розглянемо будову молекули води.

Вже досить давно відомо, що молекула води має симетричну V-подібну форму (рис. 4), завдяки тому що два невеликі атоми водню розташовуються з однієї сторони від порівняно великого атома кисню. Встановлено, що довжина кожного зв'язку O-H біля 1,0 А, а кут між цими зв'язками дорівнює $104,5^\circ$ і є близьким до правильного тетраедричного ($109,5^\circ$). Це сильно відрізняє молекулу води від лінійних триатомних мо-

лекул, наприклад H_2Be , у якій всі атоми розташовуються ланцюжком.

Відповідно до електронної будови атомів кисню та водню молекула води володіє п'ятьма електронними парами. Внутрішня електронна пара кисню рівномірно оточує ядро. Ще чотири електрони утворюють дві так звані неподілені електронні пари, які тяжіють до ядра і залишаються частково некомпенсованими. Кожний з решти двох електронів атома кисню утворює пару з одним електроном водню, і таким чином між цими атомами виникає хімічний зв'язок. Ці електронні пари також тяжіють до ядра атома кисню, тому в місці розташування водневих атомів (протонів) спостерігається деяка недостача електронної густини. Отже, у молекулі води виникають чотири полюси зарядів (рис. 4а): два негативних (надлишок електронної густини біля ядра кисню) і два позитивні (недостача електронної густини біля двох атомів водню). Оскільки ці групи протилежних зарядів розташовуються асиметрично (рис. 4б), то молекулі води притаманна чітко виражена полярність, тобто вона є мініатюрним електричним диполем з високим дипольним моментом. Намагаючись нейтралізувати ці заряди, молекула води сильно збуджує електронні зв'язки в інших речовинах, і навіть здатна відірвати молекулу чи іон від твердого тіла, наприклад кристалів солі. Це і є головною причиною того, що вода проявляє властивості універсального розчинника.

Завдяки такій електронній структурі молекул води вона проявляє водночас і донорні, й акцепторні властивості. Кожен з протонів будь-якої молекули води може зв'язуватися з витягнутою неподіленою електронною парою кисню іншої молекули, тобто кожна молекула води здатна брати участь у чотирьох водневих зв'язках, які одночасно утворює одна молекула (рис. 5). Отже молекулу води можна розглядати як ідеальний матеріал для побудови розгалуженої сітки водневих зв'язків і утворення молекулярних асоціатів різного складу.

Дивні властивості звичайного льоду

У найдосконалішому вигляді сітка водневих зв'язків існує у кристалах льоду. Зараз відомо понад десять кристалічних модифікацій льоду, які відрізняються будовою кристалічної ґратки, густиною та температурою плавлення.

Окрім звичного нам усім льоду, інші його модифікації існують при дуже високих тисках, тому вони вивчені значно гірше, ніж звичайний лід.

У структурі звичайного льоду усі молекули поєднані між собою водневими зв'язками таким чином, що чотири молекули розташовуються у вершинах тригранної піраміди, у центрі якої міститься п'ята молекула води (рис. 6). Отже, тетраедрична форма електронної структури окремої молекули води повторюється у структурі льоду, а утворена з тетраедрів тримірна надструктура поширюється на весь його об'єм (рис. 7). Структура льоду належить до найменш щільних кристалів, у ній існують порожнини, розміри яких дещо перевищують розміри молекули води.

При плавленні льоду руйнується лише частина водневих зв'язків. Тому при температурах, близьких до 0°C , рідка вода містить як залишки структури льоду, так і окремі молекули, які можуть розташовуватися в порожнинах льодових фрагментів, внаслідок чого досягається щільніша упаковка молекул. Саме тому при плавленні об'єм води зменшується, а її густина зростає.

Лід має багато дивних особливостей. Назвемо декілька з них.

По-перше, він завжди дуже хімічно чистий. У ньому практично не буває домішок: при замерзанні вони витісняються у рідину. Саме тому сніжинки завжди білі, а крижинки на поверхні брудної калюжі практично прозорі. Слід зазначити, що будь-який кристал, зростаючи, прагне створити ідеальну ґратку і виштовхує сторонні речовини. А в планетарному масштабі саме процес замерзання й танення води відіграє роль гігантського очисного механізму — вода на Землі постійно очищає сама себе.

По-друге, лід і особливо сніг мають дуже високу світловідбивну здатність. Завдяки цьому сонячне випромінювання не викликає помітного нагрівання полярних ділянок, і як наслідок цього, нашій планеті не загрожує сезонне підвищення рівня Світового океану.

По-третє, лід, що виникає в атмосфері при замерзанні водяної пари, здатний утворювати вишукані геометрично досконалі форми — сніг, іній, льодяну крупу, град тощо. Структура снігових кристалів, що утворюються у хмарах, залежить від температури, кількості та швидкості надходження водяної пари, за рахунок якої вони зростають. Все це призводить до величезного розмаїття форм кристаликів льоду, що випадають у вигляді снігу. Фахівці, які вивчають форму сніжинок для встановлення їх зв'язку з перебігом атмосферних процесів, нараховують тисячі їх різновидів. Однак найчастіше сніжинки мають вигляд шестикутних пластинок, а також шести- та дванадцятипроменевих зірочок — дендритів (рис. 8), хоч за певних умов можуть утворюватися трикутні пластинки, шестигранні суцільні чи порожнисті призми, голки та інші цікаві форми. Крупа і град теж формуються у досить високих шарах атмосфери, вони є маленькими грудочками снігу з прилиплими до них крапельками переохолодженої води. Іній, який досить часто можна спостерігати зимою на деревах та дротах, складається із дендритних кристалів, що осідають із вологого повітря при його охолодженні до точки роси.

Таємнича сила талої води

Людині з незапам'ятних часів відомі дивовижні властивості талої води. Давно помічено, що поблизу талих джерел рослинність альпійських луків завжди пишніша, а біля краю льоду, що тоне, в арктичних морях буває життя. Поливання талою водою підвищує врожайність сільськогосподарських культур, прискоро-

рює проростання насіння. При вживанні талої води підвищуються прирости ваги у тваринництві, прискорюється розвиток курчат. Відомо, з якою жадібністю тварини п'ють навесні талу воду, а птахи буквально купаються у перших калюжках підталого снігу.

Тала вода, на відміну від звичайної, за своєю структурою дуже схожа на рідину, що міститься в клітинах рослин та інших живих організмів. Саме тому для людини більше підходить крижана структура талої води, у якій молекули об'єднані в ажурні кластери. Ця унікальна властивість талої води сприяє її легкому засвоєнню організмом, вона є біологічно активною. От чому так корисні овочі й фрукти — вони поставляють в організм воду, що має аналогічну структуру.

При питті талої води відбувається підживлення організму найгармонічнішою з усіх речовин на Землі. Доведено, що вона поліпшує обмін речовин і підсилює кровообіг, знижує кількість холестерину в крові й заспокоює біль у серці, підвищує адаптаційні можливості організму й сприяє продовженню життя. Ковток найчистішої талої води тонізує краще, ніж пастеризований сік, у ній є заряд енергії, бадьорості й легкості. Тала вода освіжає й молодить шкіру, отже зникає потреба використовувати креми і лосьйони.

Немало сказано також і про так звану магнітну воду, про дивні результати її застосування у різних галузях техніки. Навіть після нетривалої дії магнітного поля на воду у ній збільшується швидкість хімічних реакцій та кристалізація розчинених речовин, інтенсифікуються процеси адсорбції, покращується коагуляція домішок, утворення осаду та зменшення розміру його частинок, що має велике значення при боротьбі з накипами у котлах та трубопроводах теплових станцій. Ефект прискорення кристалізації та зменшення розмірів кристалів, що випадають з магнітної води, знайшов використання і в інших галузях промисловості, зокрема у будівництві. Встановлено, що застосування магнітної води для приготування бетону скорочує терміни його тверднення, сприяє збільшенню його міцності та корозійної стійкості до агресивних середовищ тощо.

Висунуто декілька гіпотез щодо причин впливу магнітного поля на властивості води, однак до кінця сутність цих явищ поки що точно не встановлена. Немає загальноприйнятої думки і про причини, що викликають незвичайні ефекти при застосуванні талої (структурованої) води та її біологічну

активність. Висловлено гіпотезу, що структурована вода, яку ототожнюють з рідким кристалом, може сприймати, зберігати та передавати різну інформацію за допомогою полів найрізноманітнішої природи — електромагнітних, акустичних тощо. Зокрема, одержано свідчення того, що вода є джерелом дуже слабого змінного електромагнітного випромінювання.

Дослідження властивостей води у цих та багатьох інших напрямках викликають часом гарячі дискусії. Складність проблеми, незрозумілість ясності — все це повинно не відлякувати, а сприяти появі нових ідей, гіпотез, теорій.

Вода продовжує притягувати увагу багатьох учених світу. Дослідження тривають.



Література

- Кульський Л.А. Вода, ее использование в настоящем и будущем. — К.: Знание, 1977.
 Беляя М.Л., Левадный В.Г. Молекулярная структура воды. — М.: Знание, 1987.
 Зацепина Г. Н. Физические свойства и структура воды. — М.: МГУ, 1998.
 Кульський Л., Даль В., Ленчина Л. Вода знакома и загадочная. — Информационное издание, 1999.
 Белянин В., Романова Е. Жизнь, молекула воды и золотая пропорция // Наука и жизнь. - 2004, № 10.
 Глинка Н.Л. Общая химия. — Л.: Химия, 1985.