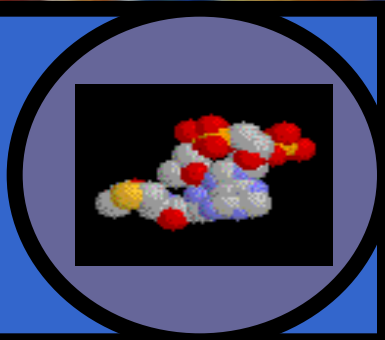


Хімічний склад ЖИВОГО





План лекції



- Особливості хімічного складу живого
- Хімічна єдність живого в еволюційному аспекті
- Неорганічний фотосинтез
- Хімічні елементи та їх представництво в живій та неживій природі
- Елементи та речовини
- Іонний, ковалентний та водневий зв'язки
- Хімічна структура та біологічне значення води
- Біологічна класифікація хімічних елементів
- Біогеохімічні цикли
- Акумулявання хімічних елементів живими організмами

Особливості хімічного складу живих організмів

1. Живі істоти складаються головним чином з води
2. Молекули хімічних речовин, властивих виключно живому, мають вуглецеві скелети



Результати досліджень свідчать, що

- Спостерігається невідповідність між величезною морфологічною різноманітністю життя і відносно невеликим набором класів хімічних речовин та біохімічних реакцій, які забезпечують існування живих систем.

Висновки

- Існує біологічна єдність живого
- Все живе має спільне походження

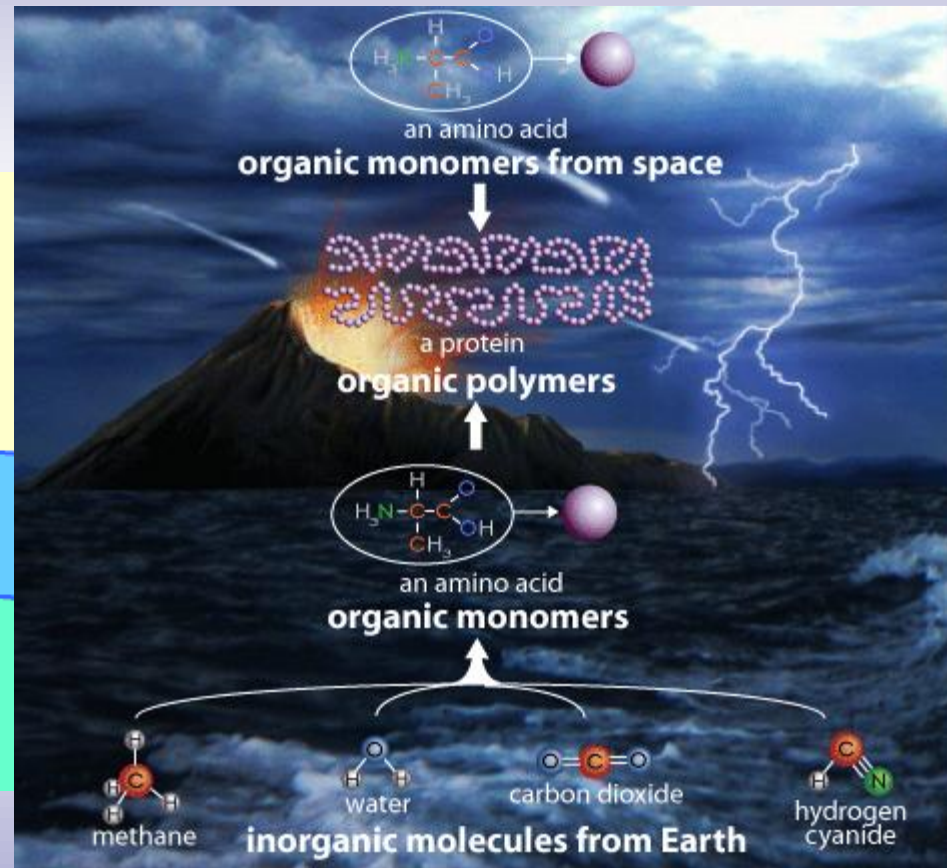
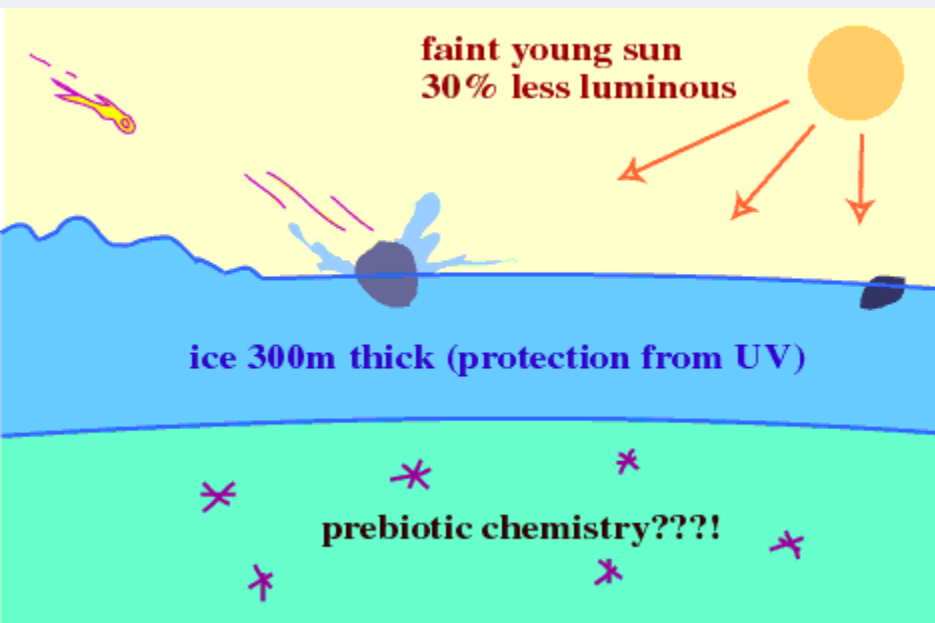
Значення відсутності кисню в атмосфері прадавньої Землі в хімічній еволюції

- Тільки в умовах безкисневої атмосфери прості органічні сполуки могли утворюватись абіогенним шляхом.
- Тільки в безкисневих умовах ці речовини могли достатньо довгий час залишатись стабільними або якщо вони і руйнувались, то повільно.

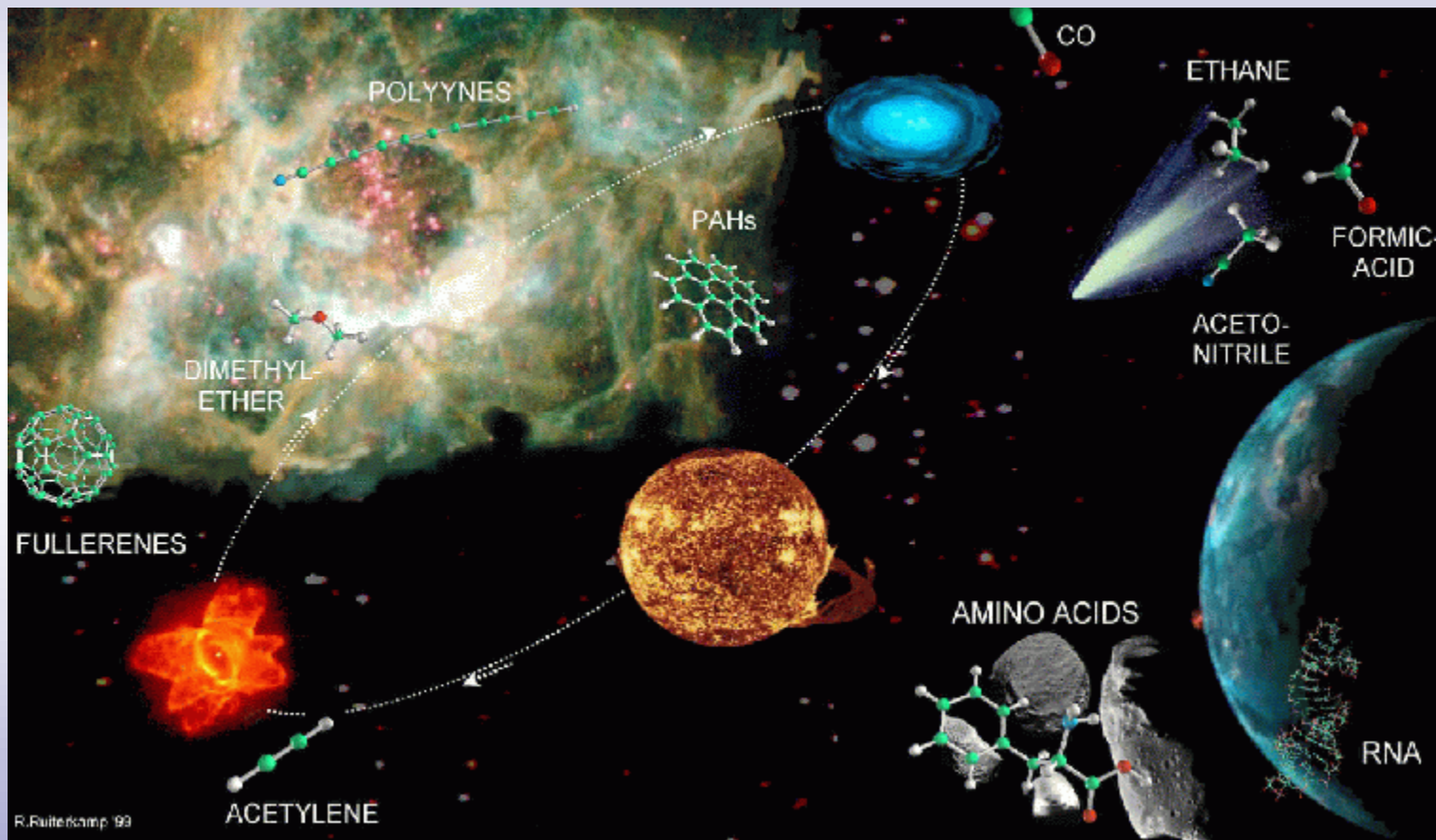
Хімічний склад атмосфери, гідросфери і літосфери 4-4,5 млр.р.

Атмосфера	Гідросфера	Літосфера
CO_2 (або CH_4) N_2 NH_3 , H_2S мало H_2O	H_2O NH_4HCO_3 H_2S NaCl в низьких KCl , концентраціях KH_2PO_4	SiO_2 , пісок $\text{AlSiO}(\text{OH})$ $\text{Fe}(\text{OH})_2$, глина CaCO_3 , вапняк неорганічного походження

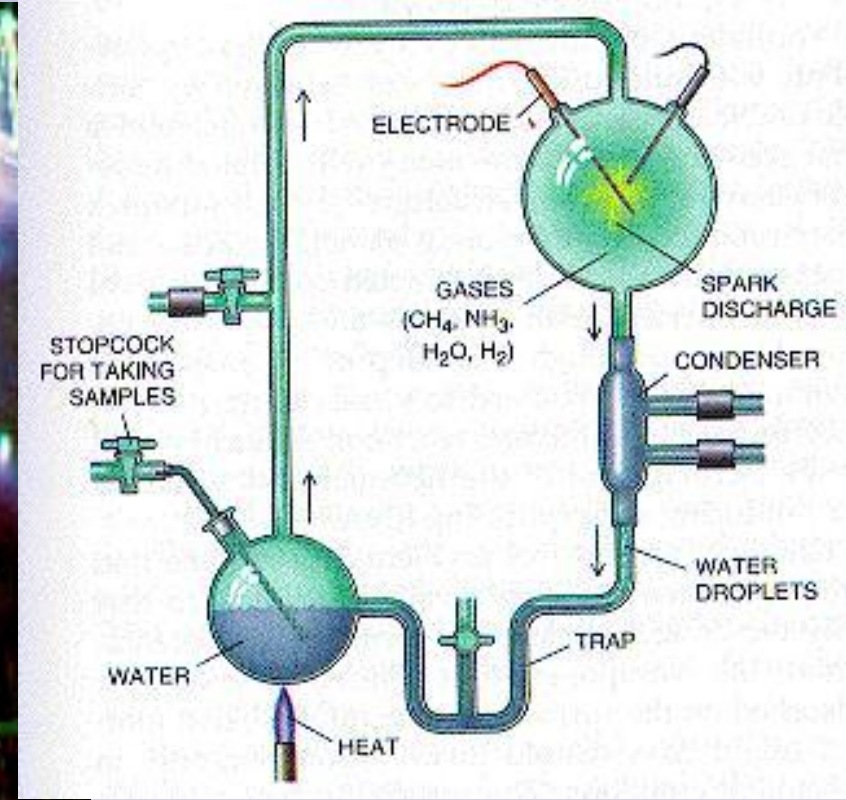
Джерела енергії



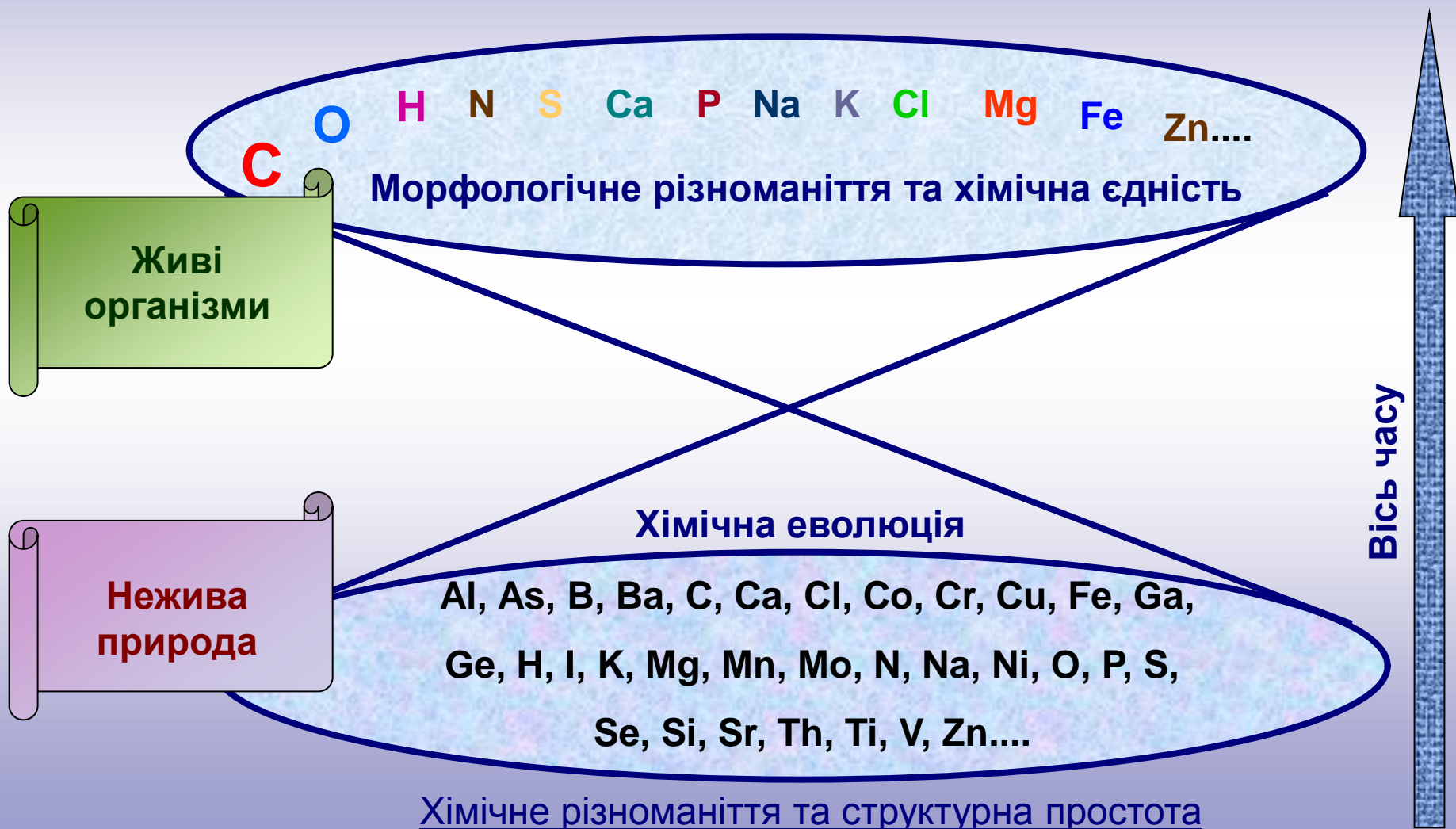
Утворення простих органічних сполук



Досліди С. Мілера



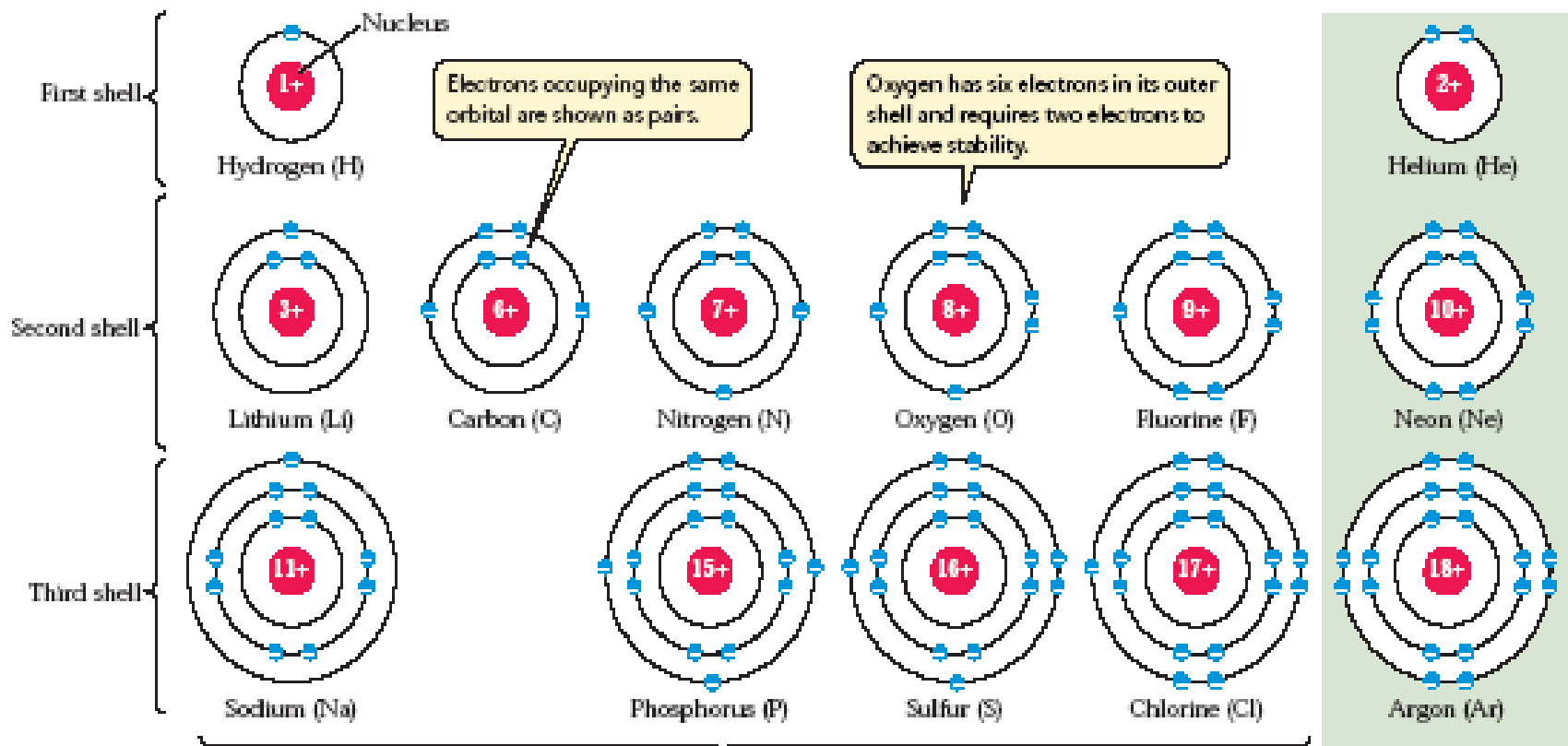
Хімічне різноманіття переджиття і хімічне одноманіття життя



Найпоширеніші в живих системах є наступні елементи

- Гідроген – вода, входить до складу багатьох органічних сполук;
- Карбон – входить до складу всіх органічних сполук;
- Нітроген – білки, наулеїнові кислоти, сечовина;
- Оксиген – вода, органічні сполуки;
- Фосфор – нуклеїнові кислоти, фосфоліпіди, кісткова тканина;
- Сірка – амінокислоти, білки.

Хімічні елементи



Electrons occupying the same orbital are shown as pairs.

Oxygen has six electrons in its outer shell and requires two electrons to achieve stability.

Elements whose outer shells contain unfilled orbitals (unpaired electrons) are chemically reactive.

When all the orbitals in the outermost shell are filled, the element is stable.

Хімічні зв'язки

STRUCTURE	BOND ENERGY* (KCAL/MOL)	
 <p>Diagram showing a covalent bond between a nitrogen atom (N) and a carbon atom (C). The nitrogen atom is bonded to a hydrogen atom (H) above it and another bond to the left. The carbon atom is bonded to an oxygen atom (O) above it and another bond to the right. A red line represents the covalent bond between N and C.</p>	50-110	Ковалентний зв'язок
 <p>Diagram showing a hydrogen bond between a nitrogen atom (N) bonded to a hydrogen atom (H) and a carbonyl group (C=O). The nitrogen atom is bonded to another bond to the left. A red dotted line represents the hydrogen bond between the N-H group and the oxygen atom (O) of the carbonyl group. Partial charges are indicated: δ^+ on the hydrogen atom and δ^- on the oxygen atom.</p>	3-7	Водневий зв'язок
 <p>Diagram showing an ionic bond between a proton (H⁺) and a carbonyl oxygen atom (O). The nitrogen atom (N) is bonded to two hydrogen atoms (H) and another bond to the left. The oxygen atom (O) is bonded to a carbon atom (C) which is also bonded to another oxygen atom (O) above it. A red sphere with a plus sign represents the proton, and a blue sphere with a minus sign represents the carbonyl oxygen.</p>	3-7	Іонний зв'язок
 <p>Diagram showing hydrophobic interactions between two hydrocarbon chains. Each chain consists of a carbon atom (C) bonded to two hydrogen atoms (H) and another carbon atom (C). The two chains are oriented such that their hydrophobic surfaces are in contact, indicated by red dotted lines between the hydrogen atoms of the two chains.</p>	1-2	Гідрофобні взаємодії
 <p>Diagram showing van der Waals interactions between a hydrogen molecule (H₂) and a methane molecule (CH₄). The hydrogen molecule is on the left, and the methane molecule is on the right. Red dotted lines represent the weak van der Waals forces between the two molecules.</p>	1	ван-дер-Ваальсові взаємодії

Скільки води на земній кулі?

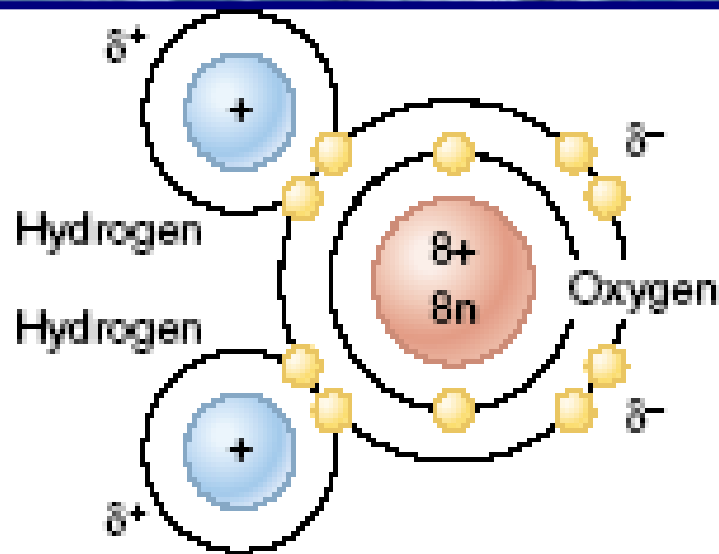
Скільки питної води?

- 71 % поверхні планети вкритий океанами
- 97% всієї води містить багато солей.
- 75% прісної води знаходиться на полюсах у вигляді криги.
- 1% від запасів прісної води можна пити, але більшою частиною вона недоступна тому, що зосереджена на значних глибинах.
- Людина може використовувати воду річок, озер, а це лише 0,05% загальної її кількості.

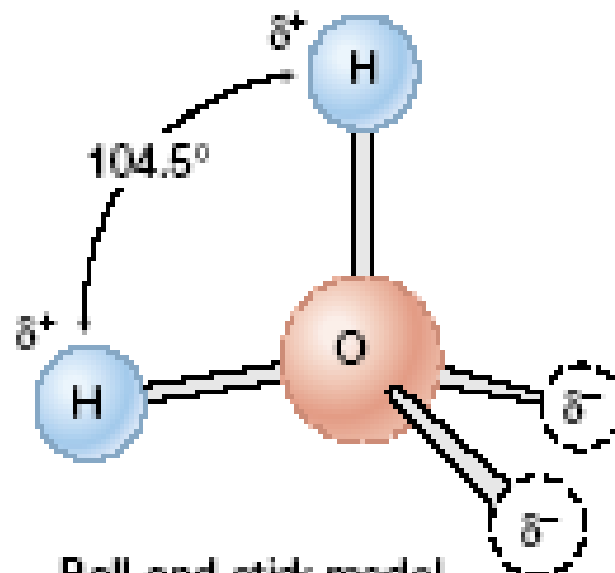
Колообіг речовин і біогеохімічні цикли

- Вода біосфери обертається крізь живу речовину за 2 млн. років.

Хімічна структура води



Bohr model



Ball-and-stick model

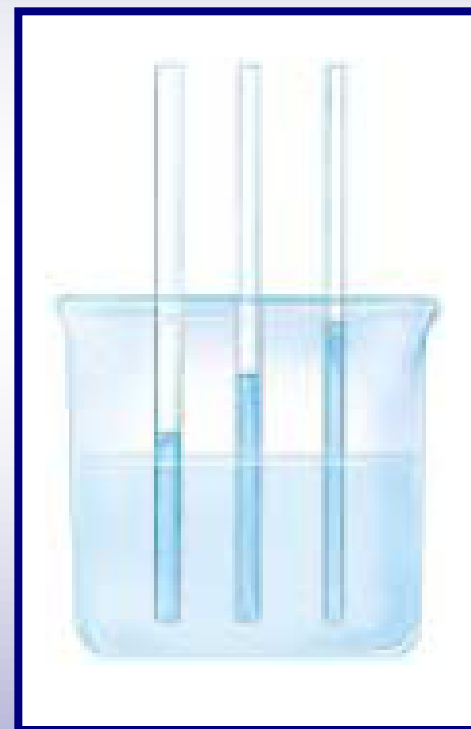
Фізико-хімічні властивості води

- Когезія
- Адгезія
- Висока теплоємність та теплопровідність
- Висока температура випаровування
- Низька щільність криги
- Полярність молекул води (атоми гідрогену та кисню поєднані полярним ковалентним зв'язком)

Фізико-хімічні властивості води

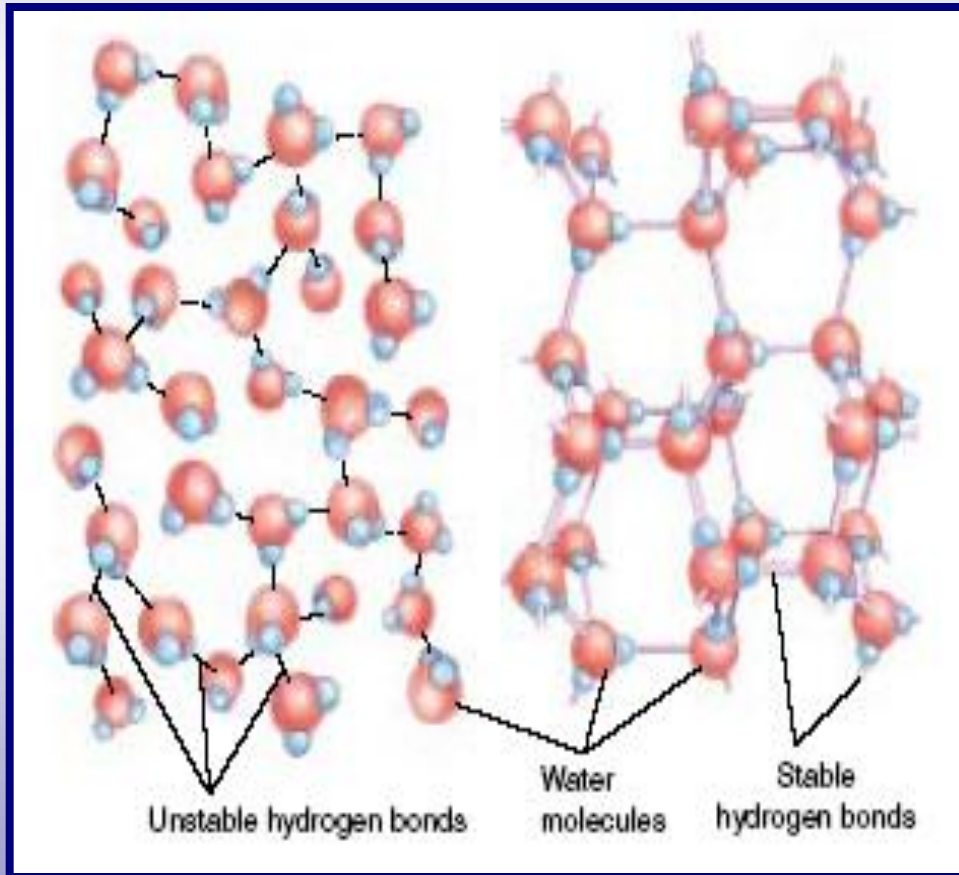


Когезія молекул води

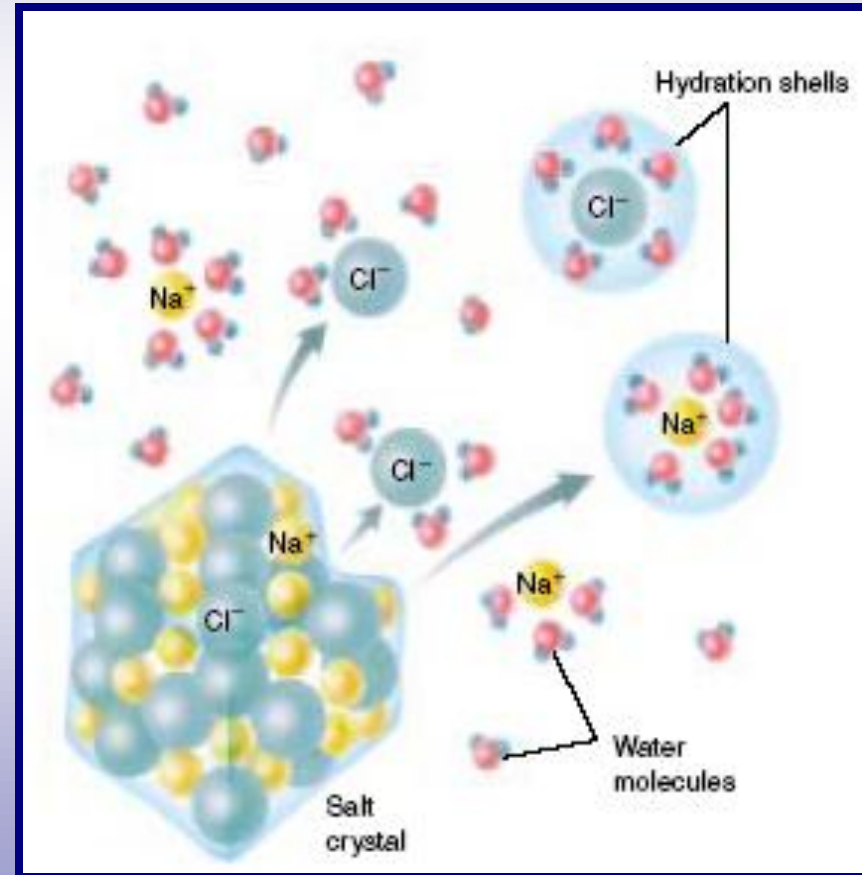


Адгезія молекул води

Водневі зв'язки (а) та вода як розчинник (б)



а



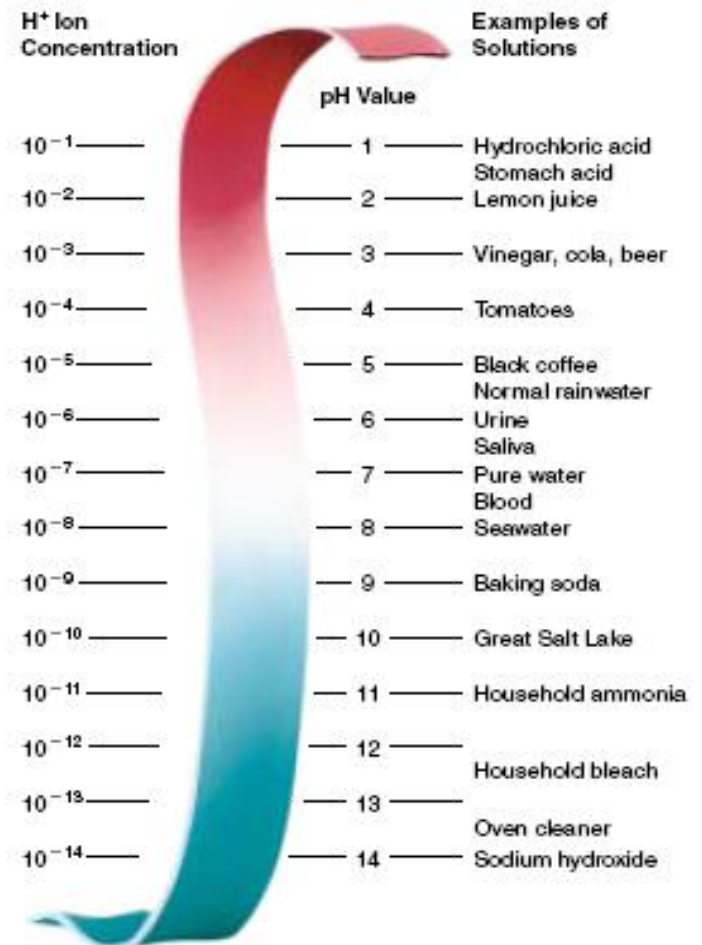
б

Дисоціація води. Концентрація іонів гідрогену

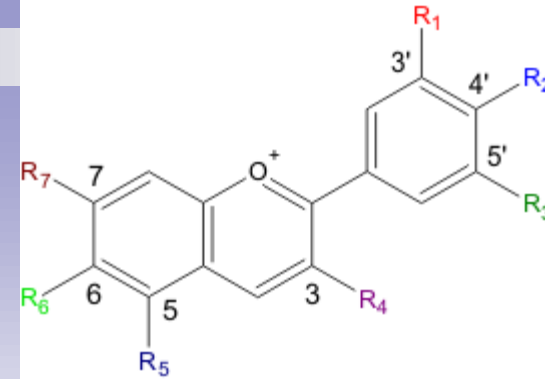
Дисоціація молекул води внаслідок руйнування ковалентного полярного зв'язку призводить до утворення певної концентрації катіонів гідрогену



При температурі 25° у літрі води міститься 10⁻⁷ моля H⁺
Логарифм концентрації іонів гідрогену у розчині (pH) є дуже важливим показником для оцінки умов здійснення процесів життєдіяльності



Антоціани і рН



Антоціани і рН

- Колір ціанідіну змінюється залежно від кислотності оточуючого середовища: в кислому середовищі він червоний, тоді як в лужному – синій.
- Сок волошки злегка лужний, в такому середовищі молекула ціанідіну втрачає атом гідрогену і синіє.
- Сік маку кислий. В середовищі, збагаченому протонами, молекула ціанідіну приєднує один з них і набуває червоного кольору.

Рідина в організмі людини

- Внутрішньоклітинна рідина (55%)
- Позаклітинна рідина (45%)
 - а) інтерстиціальна рідина (20%)
 - б) плазма (7,5%)
 - в) кристалізаційна вода кістки, хрящу (15%)
 - г) трансклітинна рідина (2,5%)

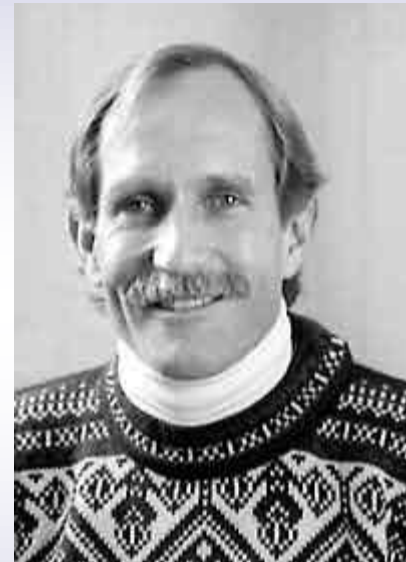
Водний баланс організму

- Складається з 3 процесів:
- 1) надходження води до організму з їжею та напоями;
- 2) утворення води при обміні речовин (ендогенна вода)
- 3) виділення води з організму.
- Зміни або порушення водного обміну (накопичення в організмі надлишку води) або дефіцит води в організмі

Лауреати Нобелівської премії 2003 року з хімії за відкриття водних каналів в біологічних мембранах

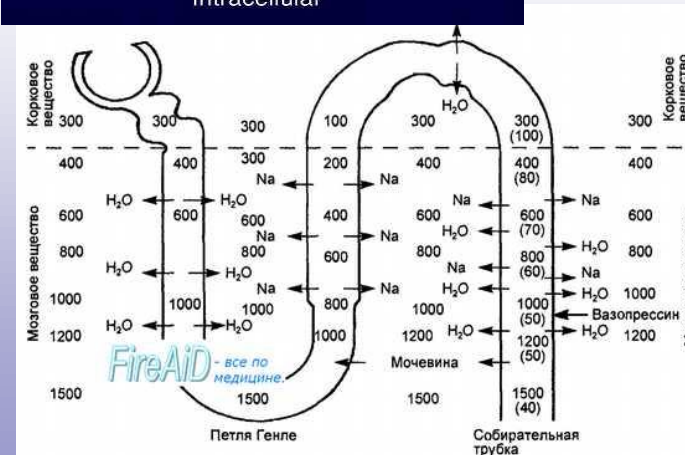
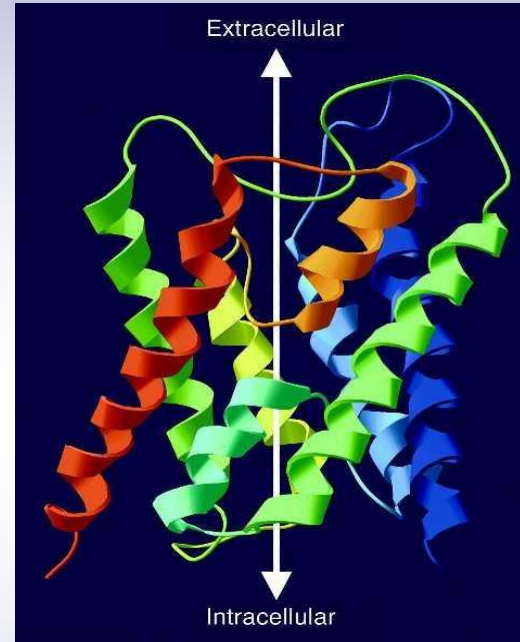
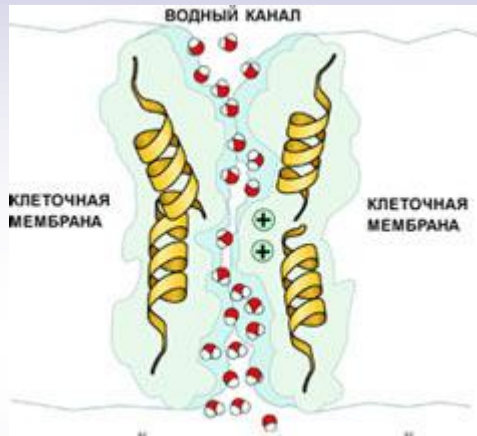


Р. Мак-Кіннон



П. Егр

Перший аквапорин – в мембрані еритроцита



Аквапорини людини та тварин

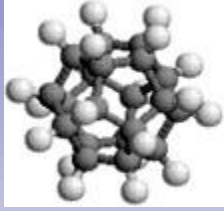
- В нирках знаходяться 8 ізоформ аквапорину: AQP1, AQP2, AQP3, AQP4, AQP6, AQP7, AQP8, AQP11. Більшість з них експресуються в клітинах проксимальних каналців, низхідному сегменті петлі Генле, збирних трубках, кровоносних судинах та нирковій мисці.
- В травній системі експресуються також вісім ізоформ аквапоринів: AQP1, AQP3, AQP4, AQP5, AQP8, AQP9, AQP10, AQP12

Карбон

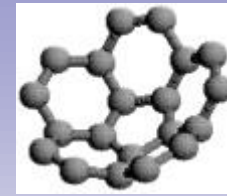
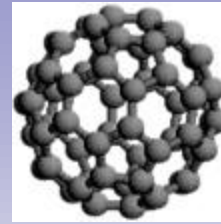


Алотропні форми карбону

- Графіт, алмаз,
карбін та фуллерен.



Фуллерени



Найбільш відомий
фулерен C₆₀ (а)








Молекула у формі
додекаедру

Ізомер молекули C₂₀ у
формі чаші

Ізомер молекули C₂₀ у
формі кільця

- Це мікроконструкції з атомів карбону, що утворюють сферичні структури з порожниною всередині.
- Були виявлені в складі метеоритів, в середині були знайдені молекули, що потрапили млн. і млрд. років тому.

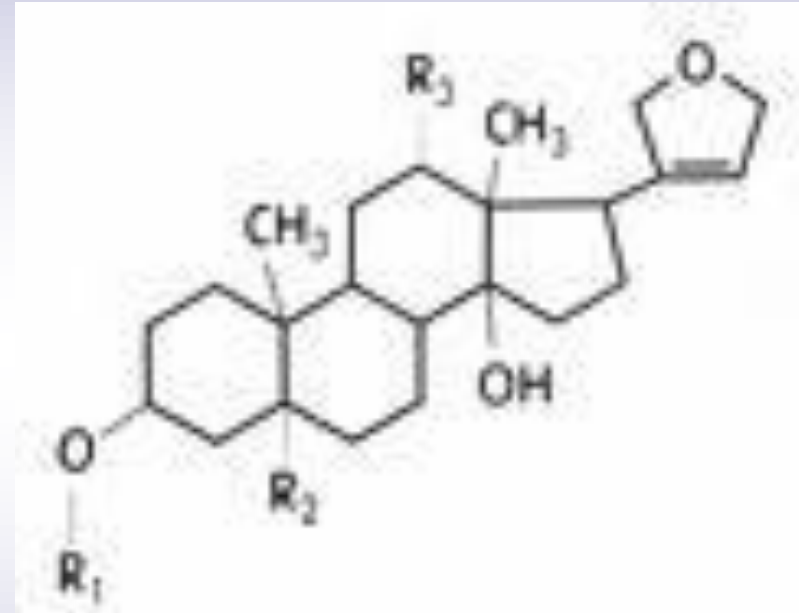
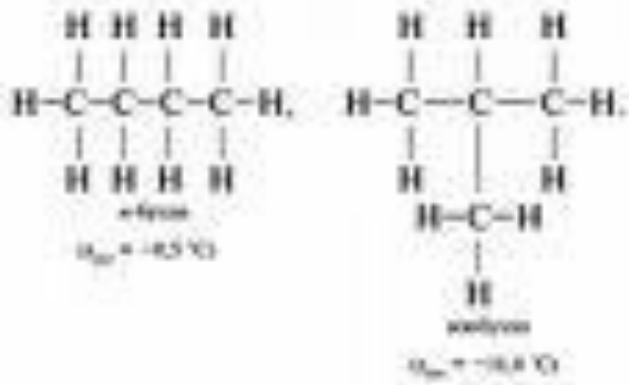
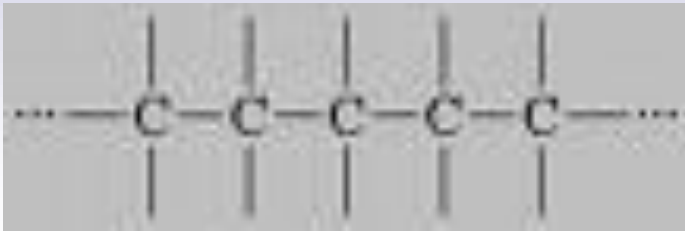
Основні органігенні хімічні елементи

							
	Hydrogen (H)	Carbon (C)	Nitrogen (N)	Oxygen (O)	Water	Alanine	Glucose
Molecular weights	1	12	14	16	18	89	180

Приклади складних молекул утворених атомами вуглецю

		Молекула метану
		Молекула бутану
		Ізобутан
		Циклогексан

Карбонові скелети



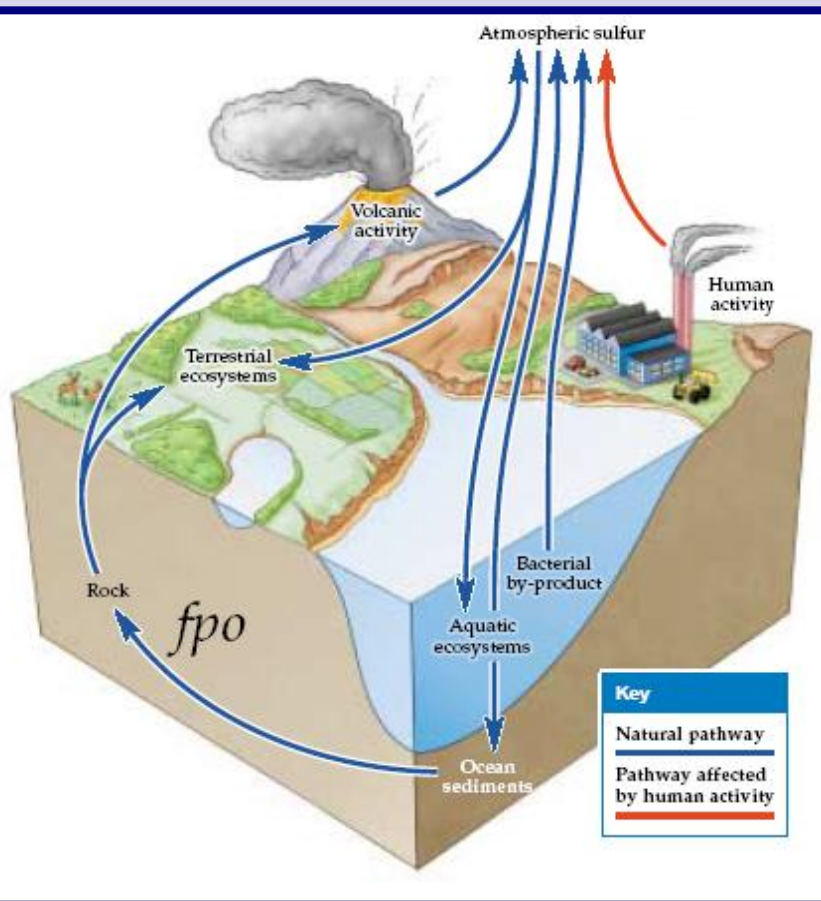
Макроелементи, мікроелементи, ультрамікроелементи

- Макроелементи – концентрація від 10% до 0,001%
- Мікроелементи – концентрація від 0,001% до 0,00001%
- Ультрамікроелементи – концентрація не перевищує 0,000001%

Колообіг речовин і біогеохімічні цикли

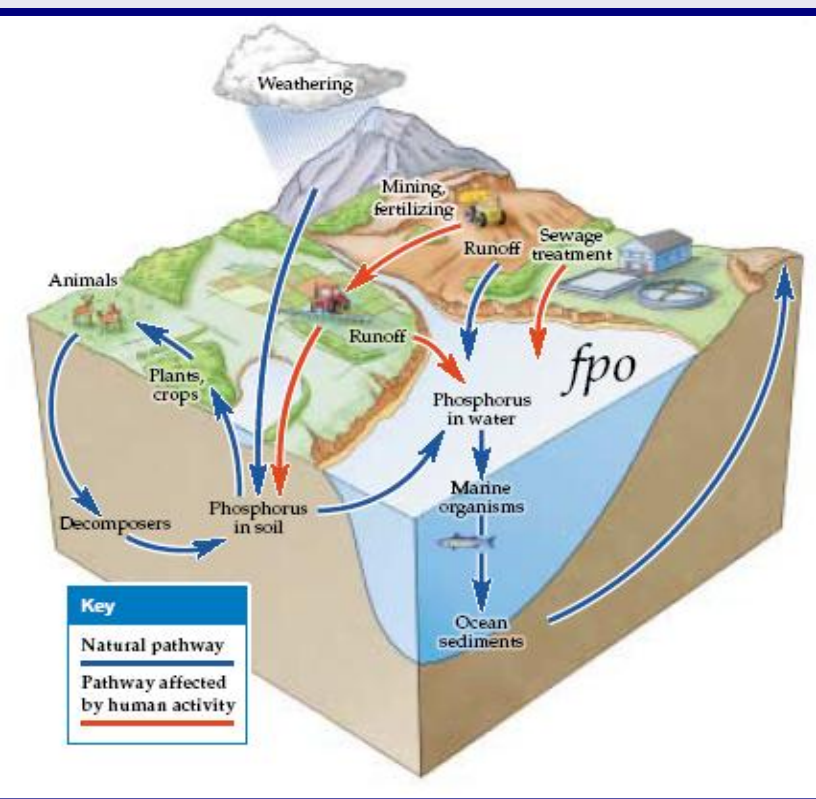
- Весь кисень атмосфери обертається крізь живу речовину за 2000 років, вуглекислий газ – за 200 (300) років, а вода біосфери – за 2 млн. років.

Біогеохімічні цикли. Цикл сірки



- В земній корі сірки багато, рослини отримують її у вигляді сульфатів. Потреби тварин у цьому елементі задовольняються тільки за рахунок рослин.

Біогеохімічні цикли. Цикл фосфору




- Фосфати, містяться в ґрунті, прісній воді, океані. Фосфати поглинаються кореневими системами рослин і асимілюються ними, Надходять до тваринних організмів у складі органічних речовин і піддаються мінералізації редуцентами

Акумулявання хімічних елементів живими організмами




Деякі найпростіші - організми-концентратори кальцію (CaCO₃)

Акумулявання хімічних елементів живими організмами (продовження)



Водорості –
концентратори йоду (I)



Хвоці –
концентратори
кремнію (Si)

Організми – концентратори хімічних елементів

вміст елемента в сухій біомасі (мг/кг)

■ $K = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$

вміст елемента в ґрунті (мг/кг)

Накопичення мікроелементів і біологічно активних сполук

- Рослини, що продукують серцеві глікозиди, накопичують манган, молібден, хром, а ті, що накопичують алкалоїди – кобальт, цинк, мідь.

За ступенем корисності для людини розрізняють:

Есенціальні (життєво важливі) – це всі структурні : C,H,O,N та Ca, Cl,F,K,Mg,Na,P,S + 8 мікроелементів : Cr,Cu,Fe,I, Mn, Mo, Se, Zn) (разом 20 хімічних елементів).

Умовно есенціальні (життєво важливі, але небезпечні в певних дозах) мікроелементи (Ag, Al, Au, B, Br, Co, Ge, Li, Ni, Si, V) – 11.

Умовно токсичні мікроелементи і ультрамікроелементи – 50.