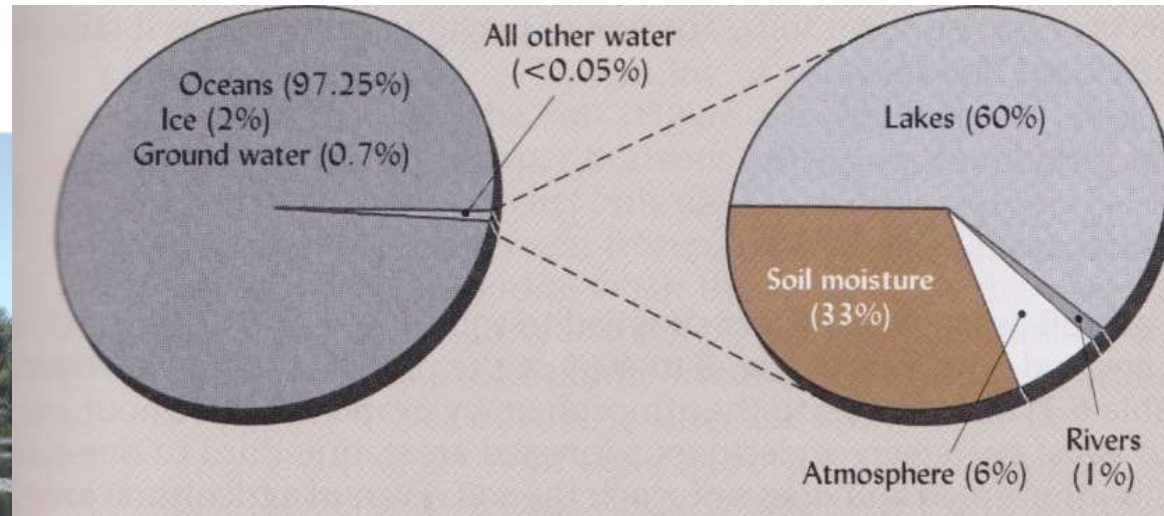


5. СЕРЕДОВИЩЕ ТА ОРГАНІЗМ

5.1. Особливості водного середовища та організмів

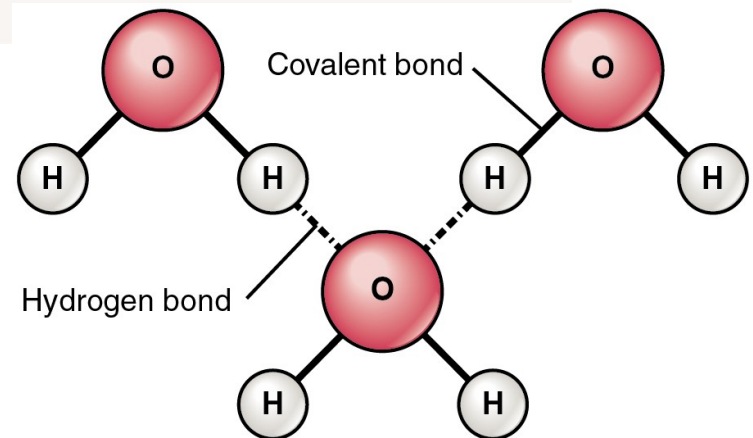
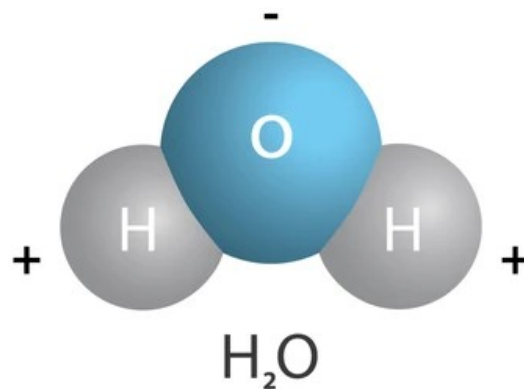


<http://library.umac.mo/ebooks/b28112611.pdf>

TABLE 3.2**THE PROPERTIES OF WATER**

Property	Explanation
Heat storage	Hydrogen bonds require considerable heat before they break, minimizing temperature changes.
Ice formation	Water molecules in an ice crystal are spaced relatively far apart because of hydrogen bonding.
High heat of vaporization	Many hydrogen bonds must be broken for water to evaporate.
Cohesion	Hydrogen bonds hold molecules of water together.
High polarity	Water molecules are attracted to ions and polar compounds.

<http://www.zo.utexas.edu>



1. Особливості водного середовища:

- комфортне для організмів;
- відносна постійність **T** та вмісту солей ¹;
- достатня к-сть сонячного світла ²;
- наявність розчинених газів та мінер. солей: (CO_2 – 40-50 $\text{cm}^3/\text{л}$ або 4–5%; O_2 – 0.1-1.0% ³; оліготрофні, бідні озера; евтрофні, багаті та дистрофні);
- дія виштовхувальної сили води;

¹ < 1 г/л - прісні; 0.5-5.0 г/л – слабо-солонуваті; 5-15 г/л – солонуваті; 16-40 г/л – солоні;

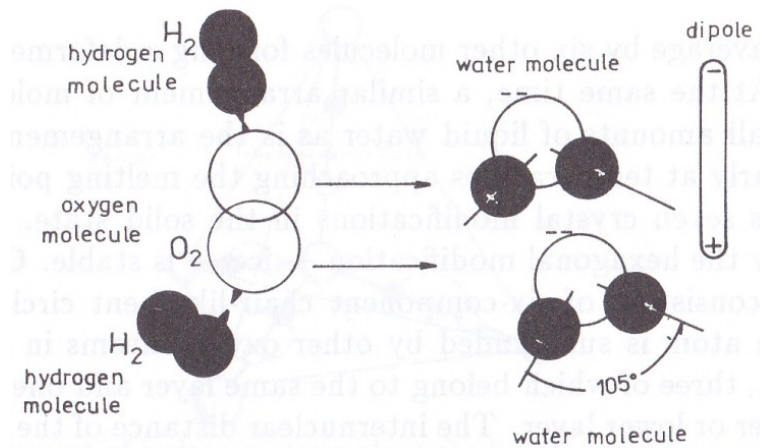
² до 100 м і >, відбивається \approx 5%; на глибині > 1 000 м настає суцільна темрява;

³ знижується ч/з евтрофікацію та потепління: у водах св. океану з 1960 по 2010 \approx на 2%: загроза видам риб (тунець, акула та ін.).

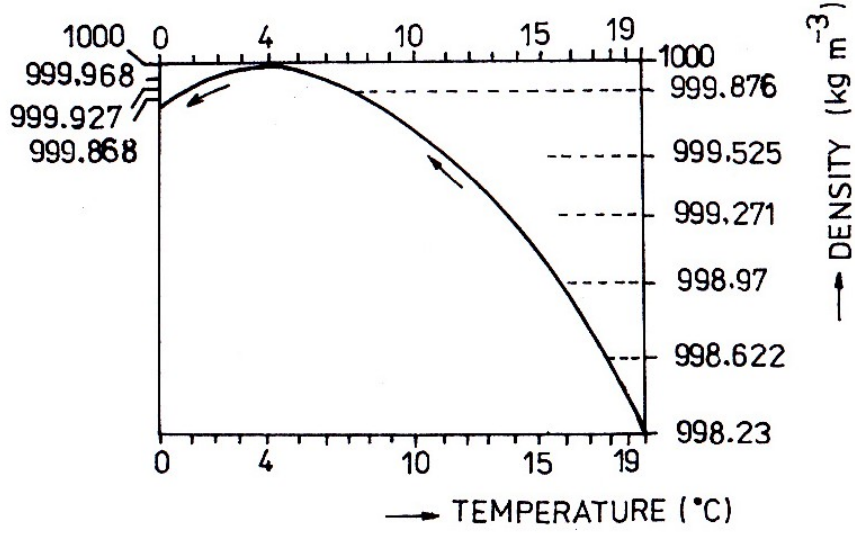


<http://www.science.uwaterloo.ca>

- висока теплота пароутворення води (2,26 кДЖ/г);
- густина 1 г/см³ при 3,86°C;



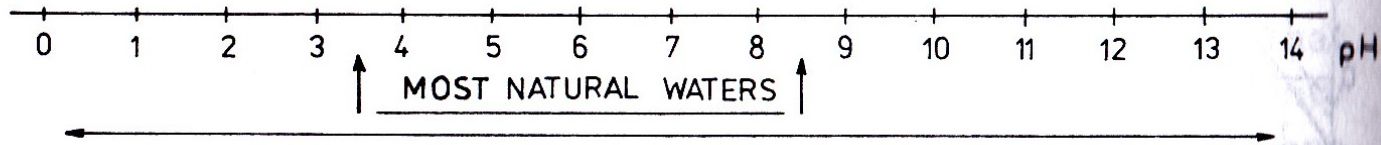
A water molecule (Manahan, 1984)



Relationship between density and temperature of pure water

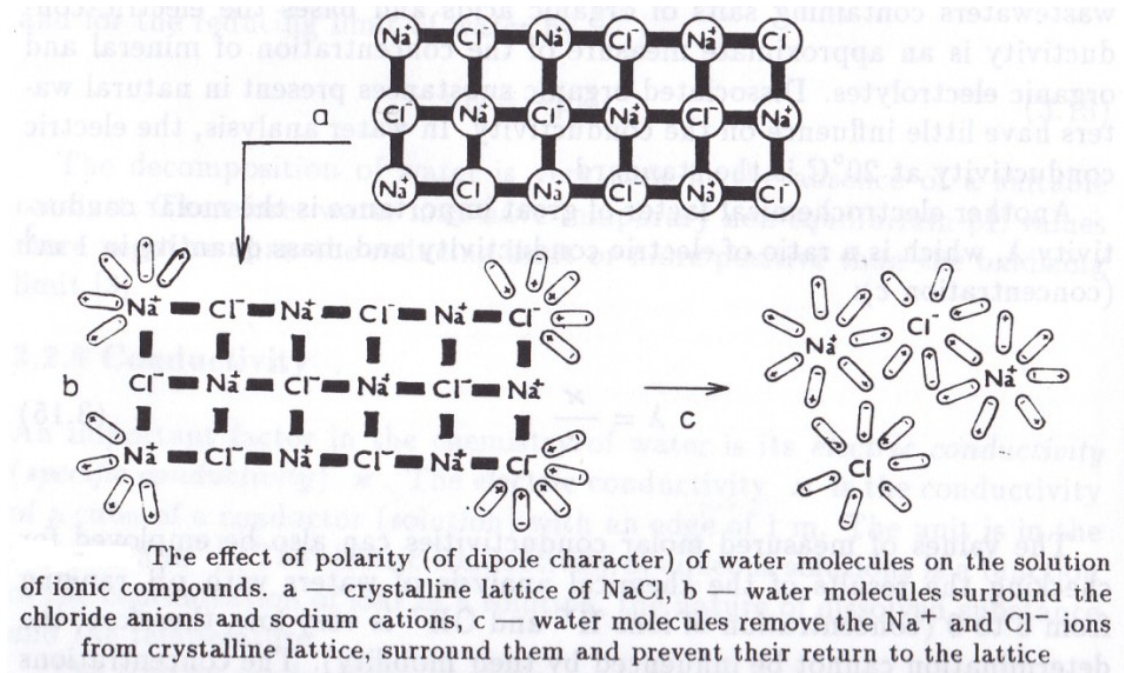
Marton et al., 1991

H ⁺ IONS CONCENTRATION:	10 ⁻¹	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁴	[mol l ⁻¹]
pH VALUES:	1	7	14	



VERY ACIDIC ← WEAK WEAK → ALCALINE → VERY

Relationship between hydrogen ion concentration, pH value and water acidity (alkalinity)



2. Екологічні зони водойм.

✓ Типове озеро - 3 зони:

- літоральна (мілководна, прибережна): товща води, де сонячне світло доходить до дна ⇒ водна рослинність (напівводна, плаваюча / занурена);
- лімнична (пелагічна): товща води до глибини проникнення $\approx 1\%$ світла, сповільнення фотосинтезу;
- профундальна: дно і товща води, сонячне світло не проникає.

✓ Дно озера бенталь ⇒ бентосні орг-зми ¹.

✓ Гідробіонти: планктон ²; нектон ³; нейстон ⁴; плейстон ⁵.

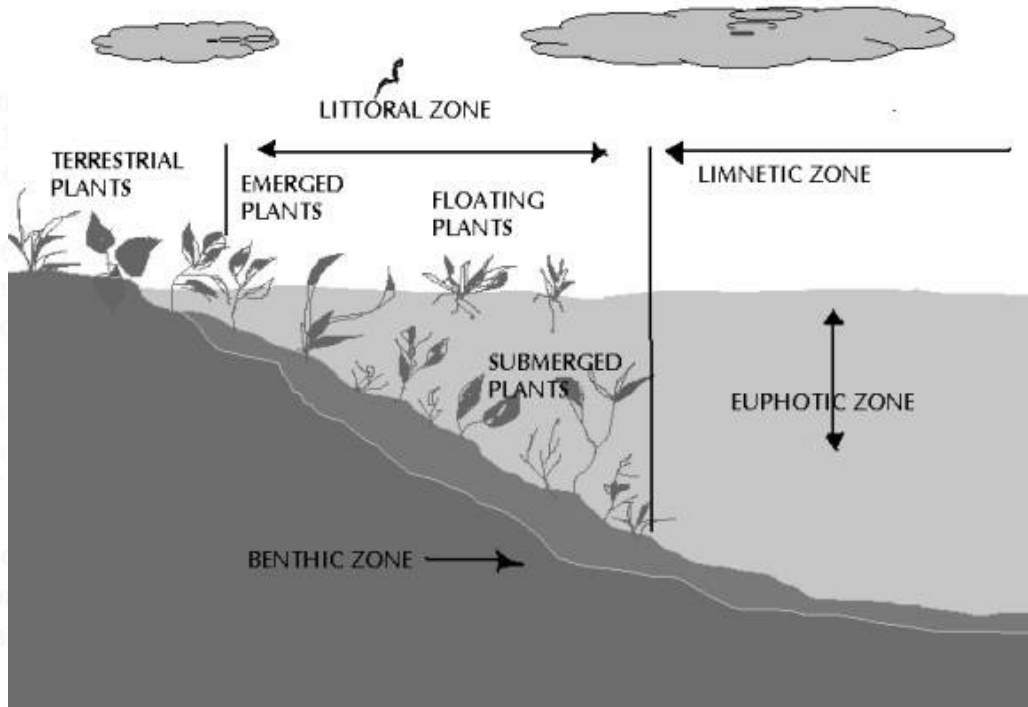
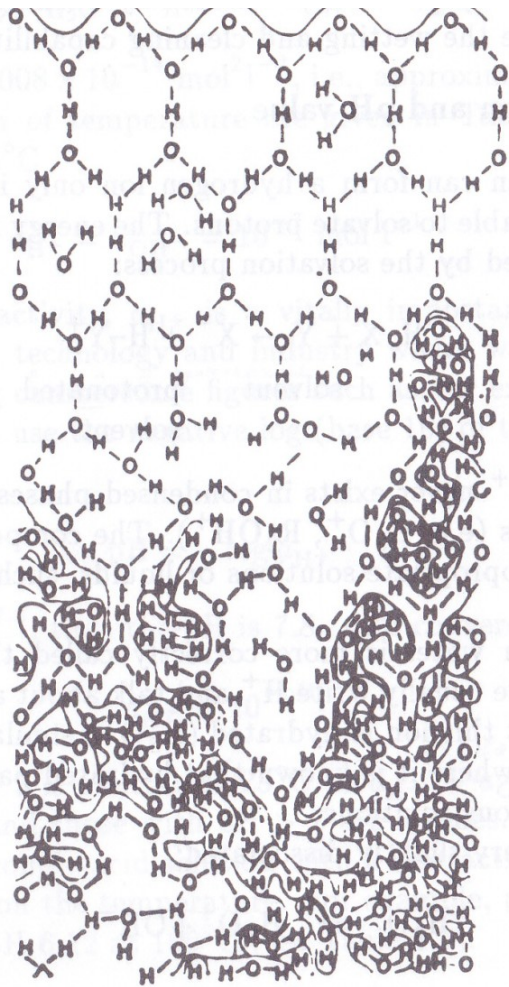
¹ придонні риби, ракоподібні, молюски, кільчасті черви тощо;

² не мають спец. органів руху – бактерії, окремі водорості, найпростіші, молюски, ракоподібні, личинки риб / багатьох безхребетних;

³ активно плавають – риби;

⁴ біля поверхневої плівки води – переважно водорості / дрібні безхребетні;

⁵ на поверхн. плівці води / напівзанурені у воду – ряска.



Ecological zones of lake
<http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/>

Surface tension of water at the surface (water molecule arrangement)
 Marton et al., 1991

3. Особливості водних організмів

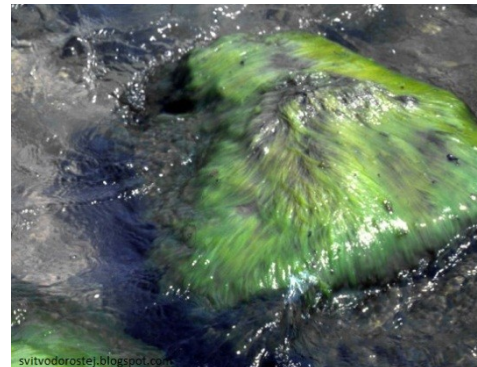
- щільність живих тканин ¹ > щільності води:
- *приспосовання* (плавальні міхури у риб щоб триматись на певній глибині);
- наявність спец. "змазки" — *слизу*;
- повітряні *міхури* у водоростей ²;
- ниткоподібні *придатки* різної форми;
- *обтічна* форма тіла;
- *розміри* орг-змів ³;
- *скелет* – еластичний хрящ (акулові риби);
- органи дихання - зябра ⁴;

¹ 1.084g/ml, 1.077g/ml and 1.073g/ml (клітини ссавців); корали 2.45 g/сс;

² в багатьох бурих водоростей є повітряні міхури, що утримують їх на плаву: ламінарія, фукус та ін.

³ синій/блакитний кит (*Balaenoptera musculus*): до 30 м., вага до 180 т.; кашалоти (китоподібні): дорослі самці до 15-20 м, вага 45-60 тонн;

⁴ личинки членистоногих та комах (щитівки, травневі мухи) мають зябра, які дозволяють їм жити на дні струмків і ставків



5.2. Особливості наземного (повітряного) середовища та організмів

1. Особливості наземного середовища:

- ✓ більш різноманітне ¹
- ✓ освоєне в ході еволюції після водного ²;
- ✓ жорсткіше ніж водне;
- ✓ життя - переважно у верхньому шарі г та прилеглих до нього шарів атм.;

2. Особливості повітря:

- ✓ щільність;
- ✓ опір;
- ✓ сила земного тяжіння;

Вологість - лімітувальний чинник.



¹ умови життя істотно змінюються в часі та просторі

² за деякими даними 435 млн років тому - павукоподібні

3. Особливості організмів (опірна функція та функція захисту):

- внутрішній скелет хребетних;
- хітиновий зовнішній покрив комах;
- жорсткі целюлозні стінки;
- розмір орг-змів ¹.

4. Орг-зми: численні пристосування для перенесення / уникнення несприятл. умов:

- ✓ системи водопровідності для отримання / транспортування води та мінералів;
- ✓ зміни Т, вологості;
- ✓ морфол., фізіол., біохім., етолог. адаптації та ін..

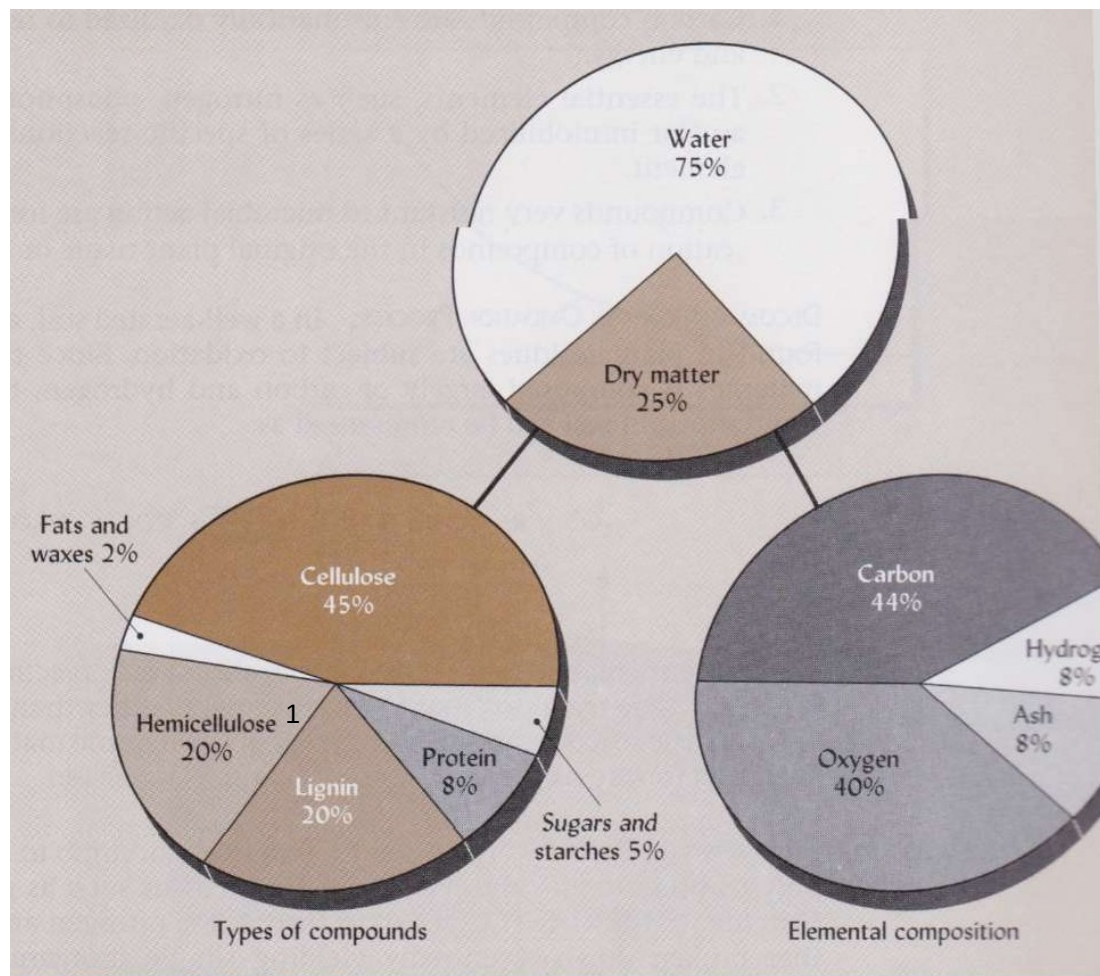


<http://www.midoriappress-aeon.net>

¹ африканський слон: при висоті від 3 до 3,5 метрів і довжині тулуба – 6-7,5 м., маса – 6, до 12 тонн; індійський/азіатський слон: висота 2,5-3,5 м., довжина тіла ≈ 5,5-6 м., вага - 5 - 5,5 тонн; морський слон: 4-5 тонн. та ін.

5. Речовинний та елементний склад наземних зелених рослин.

¹ будь-який із кількох полісахаридів, присутніх у майже всіх клітинних стінках разом із целюлозою. На відміну від целюлози не є кристалічною, міцною та стійкою до гідролізу, а має аморфну структуру з невеликою міцністю, легко гідролізується розведеною кислотою або основою, а також безліччю ферментів геміцелюлази.



Composition (typical) of representative green-plant materials.

The major types of organic compounds are indicated at left and the elemental composition at right.

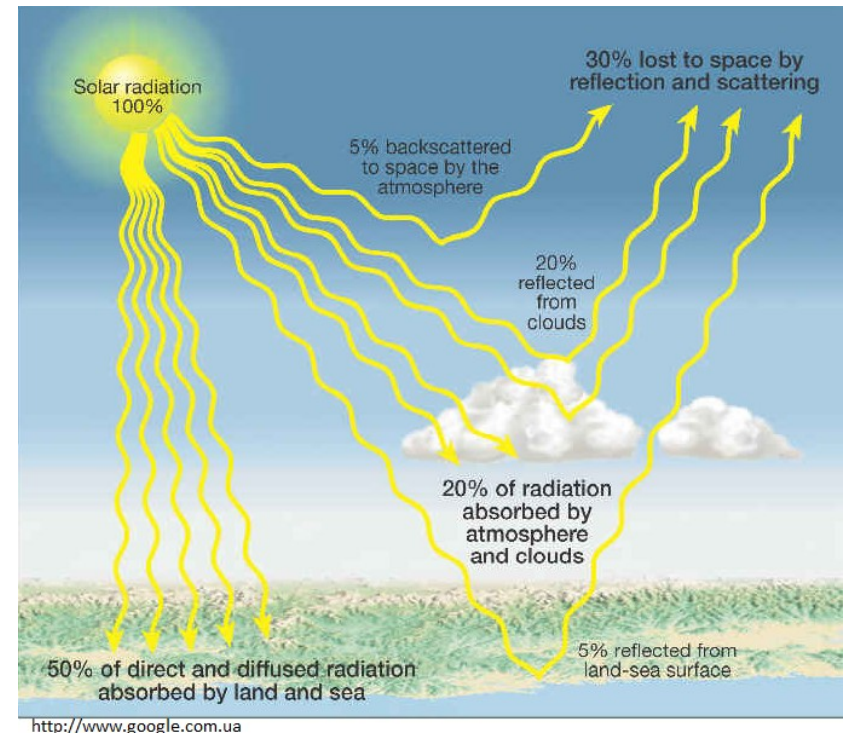
The *ash* is considered to include all the constituent elements other than carbon, oxygen, hydrogen (nitrogen, sulfur, calcium, etc.). (N. Brady & R. Weil, 1996)

5.3. Світло у водному та повітряному середовищі

1. Сонце однаково освітлює обидві поверхні, але:

- на суші частина світла або поглин./ відбив.¹;
- у воді освітленість швидко ↓ зі ↑ глибини²;

2. Біоломінесценція³: деякі глибоков. орг-зми (кишковопорожнинні, ракоподібні, молюски, риби, гриби) здатні самі виробляти світло за рахунок біол. ферментат. окиснення ліпідів⁴.



¹ вода - 5-10% світла, сніг - до 85%;

² > 250 м фотосинт. орг-зми існувати не можуть, а на > 1500 м світло взагалі не проникає;

³ явище світіння живих орг-змів;

⁴ приваблення здобичі / партнерів, комунікація, попередження / погроза; відлякування тощо.

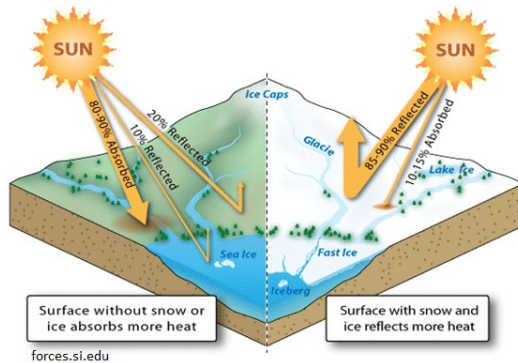
3. Світлові сигнали – орг-зми збираються в табуни, знаходять особин протилежної статі при розмноженні¹ тощо.

4. Вода поглинає світло: навіть орг-зми з добре розвиненими органами зору (головоногі молюски, риби, китоподібні) бачать лише на незначній відстані.

5. Тому вони використовують звукові, хімічні та ін. способи передавання та отримання інформації.



Європейський вудильник (*Lophius piscarotius*) малорухлива риба, підкараулює здобич, сидячи в засідці.



¹ видиме світіння від блакитного до червоного, властиве деяким видам глибоководних риб (макруриси, світні анчоуси, глибоководні вудильники), що пов'язане із процесами їхньої життєдіяльності (біолюмінесценція, „холодне світло“ (допомагає привабити партнера, здобич, відлякувати ворогів);

комахи (жуки-світляки) спалахують на сигнал особин протилежної статі: жуки-світляки чоловічої статі приваблюють самок також подарунками у вигляді сперматофора – оболонки з насінням і живильними речовинами для самки (самки віддають перевагу самцям з найбільшим “живильним подарунком”);

придонні багатощетинкові черви світяться лише у період розмноження / пошуку пари.

5.4. Кисень у водному та повітряному середовищі

✓ O_2 потрібний всім організмам ($\approx 20,95\%$).

1. O_2 у НС (залежно від форми і функцій організмів):

- дифузно (дошові черв'яки, гідра): ч/з зволожені покриви у кров, т. то усією поверхнею тіла ¹;
- ч/з трахеї ² та легеневі мішки ³: (павукоподібні та комахи);
- перекачування рідини (круглі черви напр. нематоди, молюски): а з нею і O_2 з поверхневих тканин у більш глибокі;
- гемоглобін (хребетні, деякі безхребетні у яких є гемоглобін): перенесення з допомогою гемоглобіну від легень до тканин.

¹ у т.ч. і крижана риба, що дихає не за рахунок зябер, а за рахунок шкірних покривів всього тіла, включаючи і плавники: вид окунеподібних риб родини Білокрівкові (*Channichthyidae*), поширений на півдні Антарктичного моря;

² розгалужених трубочок;

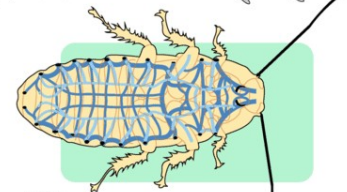
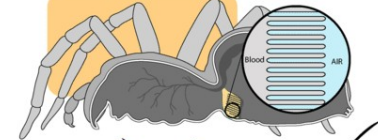
³ мішкоподібні вип'ячування



Respiration in Earthworms, Fun Science

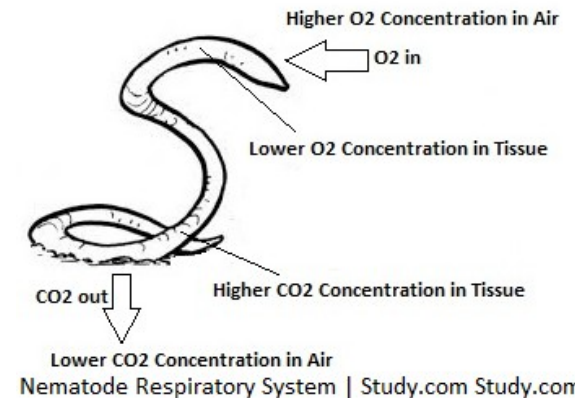


Book lungs
Book lung are stacked folds of tissue with air pockets in between the folds. Gases are exchanged between blood and air across the tissues.



Trachea
Trachea refers to a system of tubules that take in air through openings called spiracles. The tubules carry oxygen directly to tissues throughout the body.

<https://www.ck12.org/book/ck-12-biology/section>

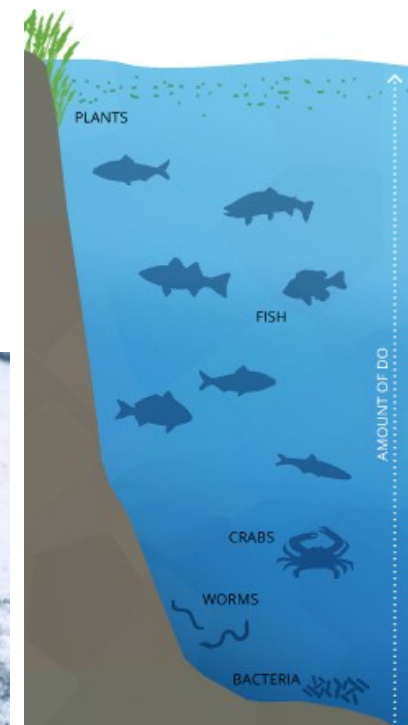


Nematode Respiratory System | Study.com Study.com

2. Вміст O_2 у воді $< 1,0\%$ (≈ 10 мг / літр).

✓ Пристосування до нестачі O_2 :

- підвищений вміст гемоглобіну в крові ¹;
- об'єм легень ^{2, 3};
- частота / глибина дихання;
- розмір серця та частота його скорочень;
- розвиток капілярної сітки.



Зниження вмісту розчиненого кисню є найпоширенішою причиною загибелі риби:

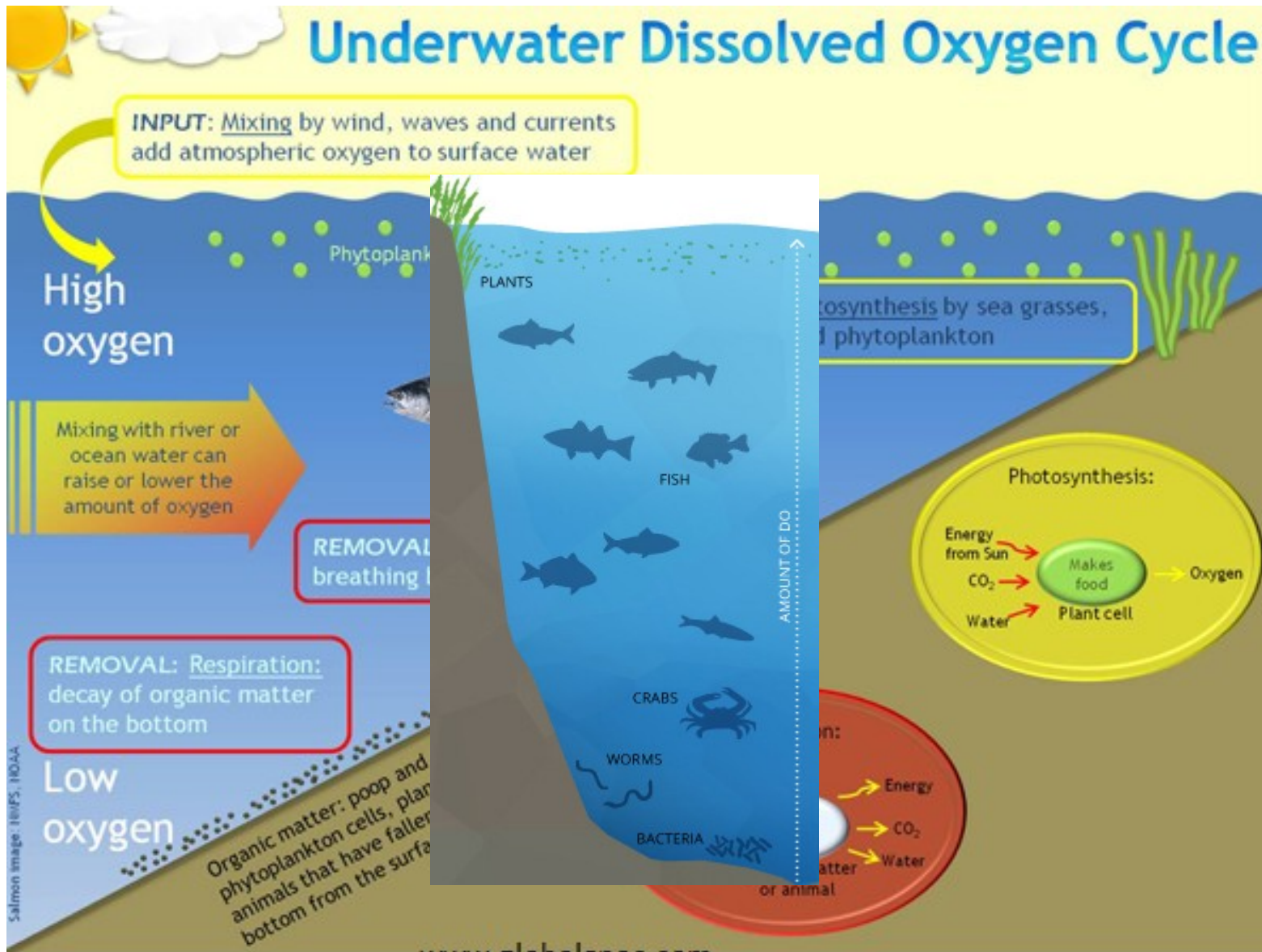
<https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/dissolved-oxygen/>

¹ у тріски, форелі та ін. вміст гемоглобіну високий, у придонних риб (вугра, коропа) - низький, але може поглинати O_2 із нею навіть з незначною його кількістю;

² деякі риби крім зябрового мають також шкірне і кишкове дихання (ч/з плавальний міхур, клітини якого у напр. щуки містять 35 % O_2 , у морського окуня – до 88 %);

³ рептилії і амфібії – на 2/3 ч/з шкіру і на 1/3 – ч/з легені.

Underwater Dissolved Oxygen Cycle



www.globalspec.com

5.5. Мінеральні речовини у водному та повітряному середовищі

✓ Головні елементи:

➤ **нітроген**: амінок-ти та нукл. к-ти;

➤ **фосфор**: ДНК, РНК, АТФ, фосфоліпіди формують клітинні мембрани;

➤ **калій**: осмотичну концентр. крові, кислотно-лужний баланс (тварини); в основному в цитоплазмі і вакуолях клітин (рослини);

➤ **кальцій**: кісткові тканини, участь в роботі ферментних систем ¹;

➤ **сірка**: білки;

➤ **магній**: хлорофіл;

➤ **залізо**: гемоглобін і т.д.

¹ важливий компонент системи згортання крові, скорочення м'язів, передачі нервових імпульсів.

Elements Essential for Plant Growth and Their Sources*

(Nyle C. Brady & Raymond R. Weil, 1996)

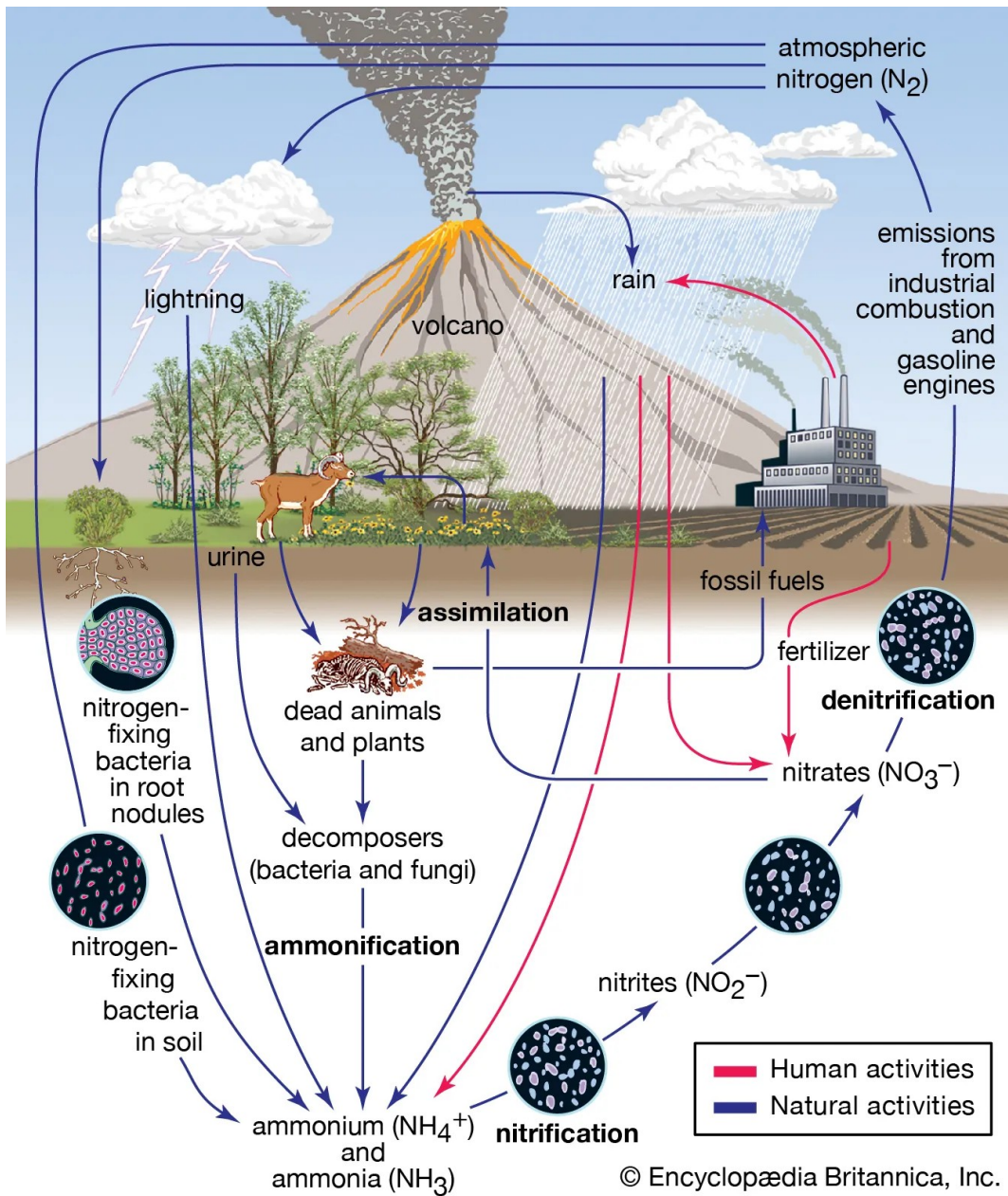
<i>Used in relatively large amounts (>0.1% of dry plant tissue)</i>		<i>Used in relatively small amounts (<0.1% of dry plant tissue)</i>
<i>Mostly from air and water</i>	<i>Macronutrients (from soil solids)</i>	<i>Micronutrients (from soil solids)</i>
Carbon (C)	Nitrogen (N)	Iron (Fe)
Hydrogen (H)	Phosphorus (P)	Manganese (Mn)
Oxygen (O)	Potassium (K)	Boron (B)
	Calcium (Ca)	Molybdenum (Mo)
	Magnesium (Mg)	Copper (Cu)
	Sulfur (S)	Zinc (Zn) Nickel (Ni) Chlorine (Cl) Cobalt (Co)

*Many other elements are taken up from soils by plants, but are not essential for plant growth: e.g. sodium, silicon, iodine, fluorine, barium, and strontium - do enhance the growth of certain plants, but do not appear to be as universally required for normal growth as are the 18 listed in this table.

- ✓ Рослини: у вигляді іонів (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} ; NH_4^+ - катіони; NO_3^- , PO_4^- , SO_4^- - аніони) ^{1, 2}.
- ✓ Прісноводні води: 0,01-0,02 % (1-2 мг/літр) розчинених мінер. солей.
- ✓ Тому:
 - орг-зми повинні засвоювати мінер. речовини з ґрунту, води / їжі;
 - підтримувати у тілі вищу концентр. солей ніж у середовищі;

¹ пасивний транспорт - мимовільно без затрати енергії шляхом дифузії чи осмосу (дифузія води ч/з напівпроникну мембрану);

² активний транспорт - крізь мембрану проти градієнта їх концентрації із затратою енергії АТФ та за участю спец. мембранних білків (транспортні АТФази, "іонні насоси") - цілі мембранні комплекси із складною структурою.



Nitrogen cycle, circulation of nitrogen in various forms through nature.

<https://www.britannica.com/science/phosphorus-cycle>

5.6. Термічні властивості води

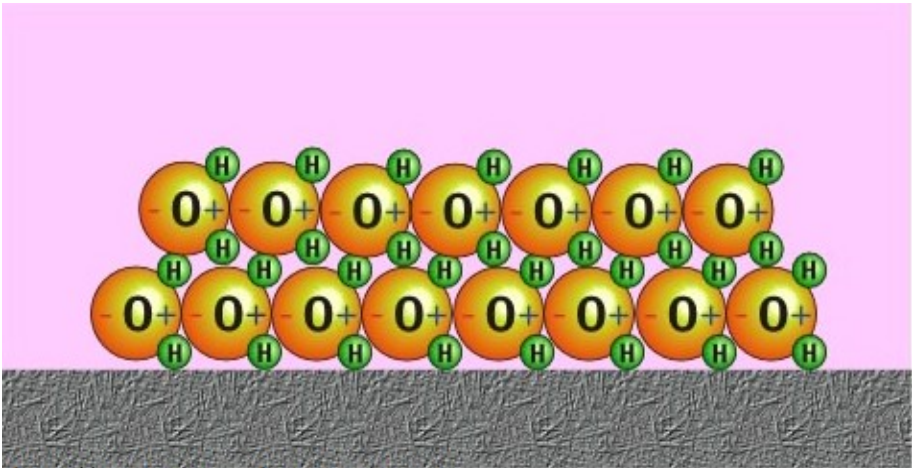
1. Теплота – міра енергії в даному об'ємі речовини: сумарна кінетична енергія її молекул, форма передавання енергії ¹.
2. Температура – міра швидкості руху молекул у речовині, ступінь нагрітості або холодності тіла (предмета).
3. Питома теплоємність – к-сть теплоти, яку необхідно надати одиниці маси (об'єму), щоб нагріти її/його на 1°C ².
4. Питома теплоємність води при 0°C у = 4,218 кДж/кг·К (повітря \approx 1,0; пісок сухий – 0,8; крейда – 0,88; глина – 0,92).
5. Теплопровідність води – здатність її переносити теплову енергію: (λ) = 0,58 Вт/(м · К), - у 25 разів > ніж повітря (λ = 0,02370 Вт/(м · К при темп. 0°C).

¹ є характеризує процеси передавання енергії між тілами при теплообміні;

² така ж к-сть теплоти виділяється при охолодженні речовини



<https://chanelinhbiology.wordpress.com>



<http://www.physicalgeography.net>



<http://galleryhip.com/density-of-water.html>