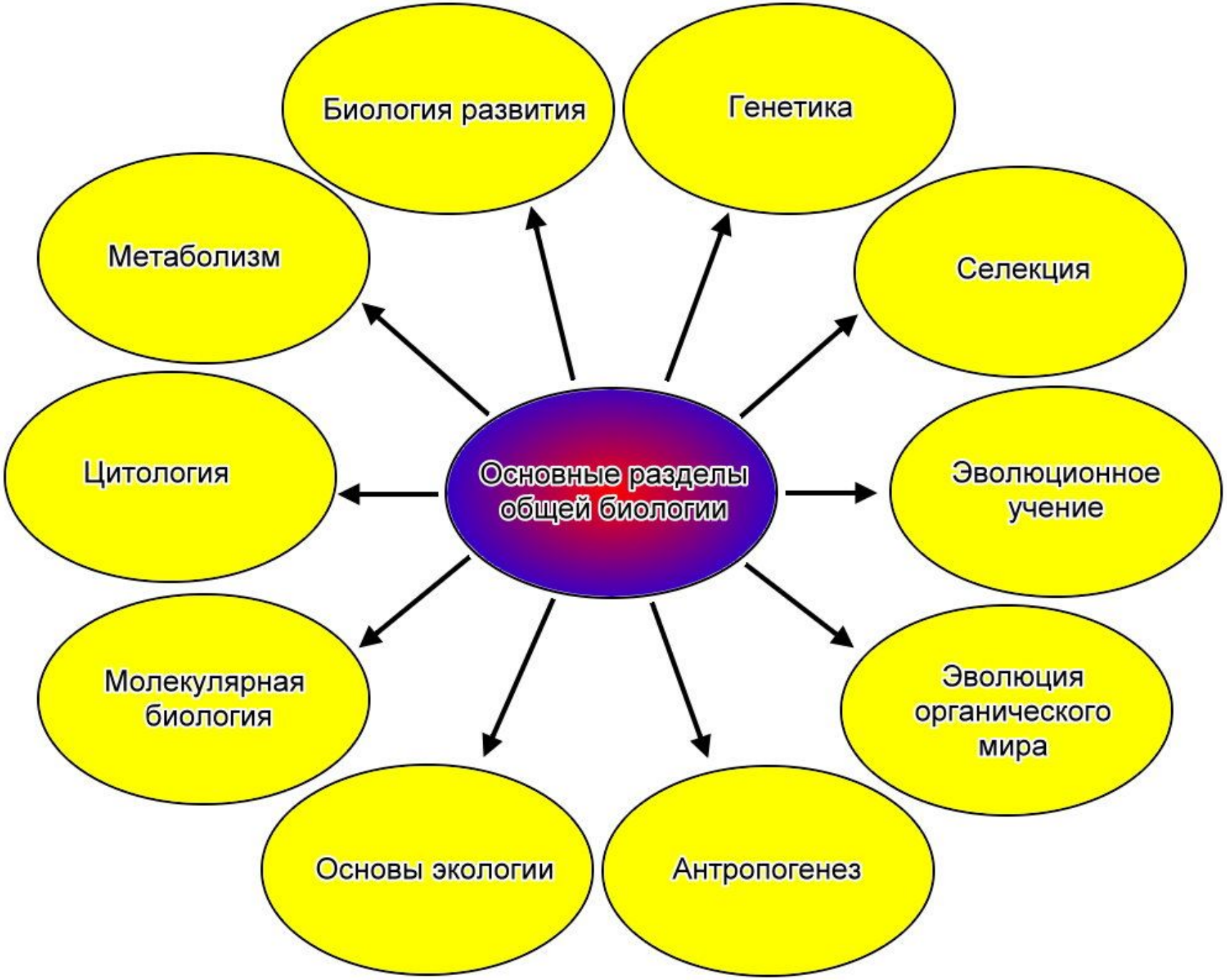
Спецкурсы и кружки по биологии начинают работать с 9 сентября:

Понедельник: «Растения» 14.20 – 15.45

Среда: «Человек» 14.20 – 15.45

Суббота: «Животные» 14.20 – 15.45


Основные разделы общей биологии
Биология развития
Генетика
Метаболизм
Селекция
Цитология
Эволюционное учение
Молекулярная биология
Эволюция органического мира
Основы экологии
Антропогенез

На дом: Введение, § 1

Урок 1.

Тема:
«Химический состав клетки. Неорганические вещества клетки»

Задачи:

1. Дать характеристику химическому составу клетки: группам элементов входящих в состав клетки;
2. Раскрыть свойства и значение воды, роль важнейших катионов и анионов в клетке.

Пименов А. В. 2021

Химический состав клетки

Химический состав клетки

Все клетки, независимо от уровня организации, сходны по химическому составу. В живых организмах обнаружено около 80 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева.

По количественному содержанию в живом веществе элементы делятся на три категории:

Макроэлементы:

O, C, H, N – около 98% от массы клетки, элементы 1-ой группы;

K, Na, Ca, Mg, S, P, Cl, Fe – 1,9 % от массы клетки, элементы 2-ой группы. К макроэлементам относят элементы, концентрация которых превышает 0,001%. Они составляют основную массу живого вещества клетки.

Микроэлементы:

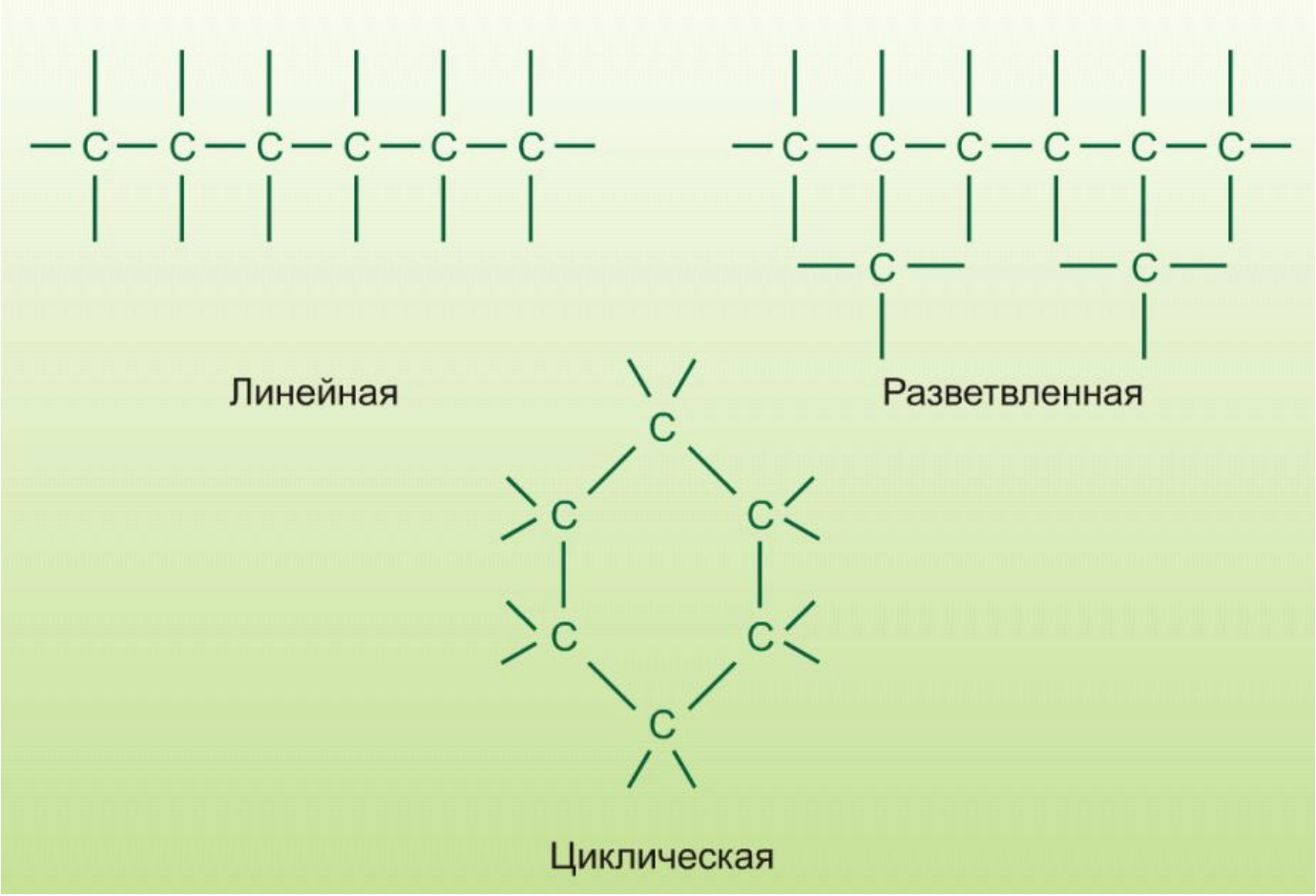
(Zn, Mn, Cu, Co, Mo и многие другие), доля которых составляет от 0,001% до 0,000001% (0,1 % массы клетки). Входят в состав биологически активных веществ – ферментов, витаминов и гормонов.

Ультрамикроэлементы:

(Au, U, Ra и др.), концентрация которых не превышает 0,000001%. Роль большинства элементов этой группы до сих пор не выяснена.

Химический состав клетки

Основой всех органических соединений служит углерод. Он может вступать в связь со многими атомами и их группами, образуя цепочки, различные по химическому составу, строению, длине и форме.



Химический состав клетки

Элементы, входящие в состав клеток организмов, %

Макроэлементы (Более 0,001 %)	Микроэлементы (от 0,001 - до 0,000001 %)	Ультрамикроэлементы (менее 0,000001 %)
Кислород (65 - 75)	Бор	Уран
Углерод (15 - 18)	Кобальт	Радий
Водород (8 - 10)	Медь	Золото
Азот (1,5 - 3,0)	Молибден	Ртуть
Фосфор (0,20 - 1,00)	Цинк	Бериллий
Калий (0,15 - 0,40)	Ванадий	Цезий
Сера (0,15 - 0,20)	Иод	Селен
Кальций (0,04 - 2,00)	Бром	
Магний (0,02 - 0,03)		
Натрий (0,02 - 0,03)		
Железо (0,01 - 0,15)		

Биологически важные химические элементы клетки

Элемент и его символ		Значение для клетки и организма
Водород	H	Входит в состав воды и всех биологических соединений.
Бор	B	Воздействует на проницаемость клеточных мембран растений и транспорт углеводов.
Углерод	C	Входит в состав всех биологических соединений.
Азот	N	Структурный компонент белков и нуклеиновых кислот.
Кислород	O	Входит в состав воды и всех биологических соединений.
Фтор	F	Входит в состав эмали зубов.
Натрий	Na	Главный внеклеточный положительный ион.
Магний	Mg	Активирует работу многих ферментов; структурный компонент хлорофилла.
Фосфор	P	Входит в состав костной ткани, нуклеиновых кислот.
Сера	S	Входит в состав белков и многих других биологических веществ.
Хлор	Cl	Преобладающий отрицательный ион в организме животных.
Калий	K	Преобладающий положительный ион внутри клеток.
Кальций	Ca	Основной компонент костей и зубов; активирует сокращение мышечных волокон и работу ряда ферментов.
Марганец	Mn	Участвует в регуляции механизмов ферментного катализа.
Железо	Fe	Входит в состав многих органических веществ, в том числе гемоглобина.
Кобальт	Co	Входит в состав витамина B_{12}.
Медь	Cu	Необходима для нормального кроветворения, служит катализатором многих биохимических реакций, участвует в синтезе меланина.
Цинк	Zn	Нейтрализует свободные радикалы, снижает воспалительные реакции, способствует заживлению ран, стабилизирует работу иммунной системы кожи, входит в состав более ста ферментов.
Иод	I	Входит в состав гормона щитовидной железы.

Подведем итоги:

Какие элементы относятся к элементам 1-й группы?

C, H, O, N.

Какие элементы относятся к элементам 2-й группы?

K, Na, Ca, Mg, S, P, Cl, Fe.

Сколько процентов от массы приходится на элементы 1 и 2 группы:

Элементы 1-й группы – 98%, элементы 2-й группы – 1,9%.

Какие элементы называются макроэлементами?

Элементы, количество которых составляет больше 0,001% от массы тела, называются макроэлементами.

Какие элементы называются микро- и ультрамикроэлементами?

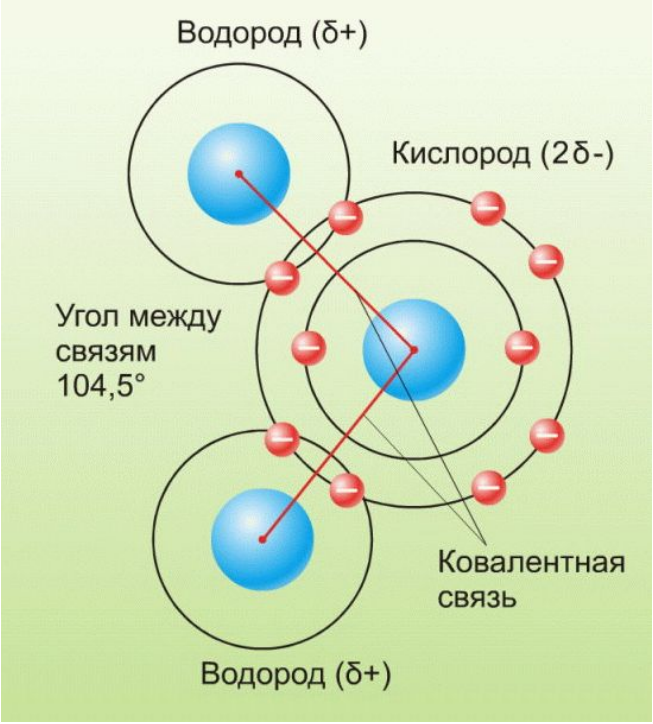
Элементы, на долю которых приходится от 0,001 до 0,000001%, – микроэлементами, а элементы, содержание которых не превышает 0,000001%, – ультрамикроэлементами.

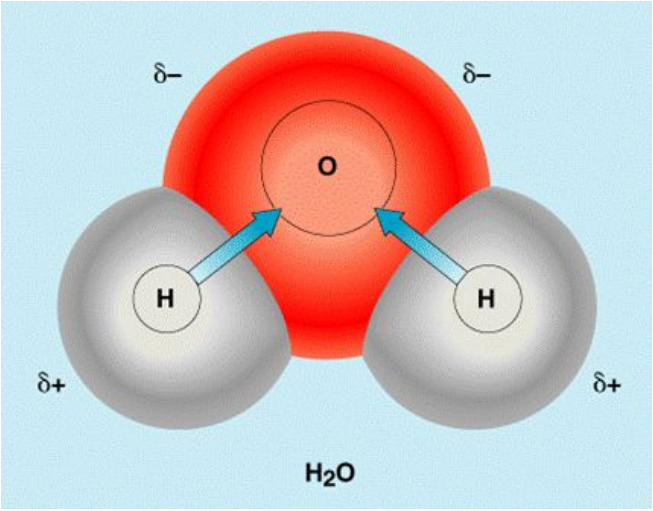
Вода

Вода. Самое распространенное в живых организмах неорганическое соединение. Ее содержание колеблется в широких пределах: в клетках эмали зубов вода составляет по массе около 10%, а в клетках развивающегося зародыша – более 90%.

Неорганические	Содержание, %	Органические	Содержание, %
Вода	40—95	Белки	10—20
Другие неорганические вещества	1,0—1,5	Липиды	1—5
		Углеводы	0,2—2,0
		Нуклеиновые кислоты	1,0—2,0
		АТФ и другие низкомолекулярные органические соединения	0,1—0,5

Вода





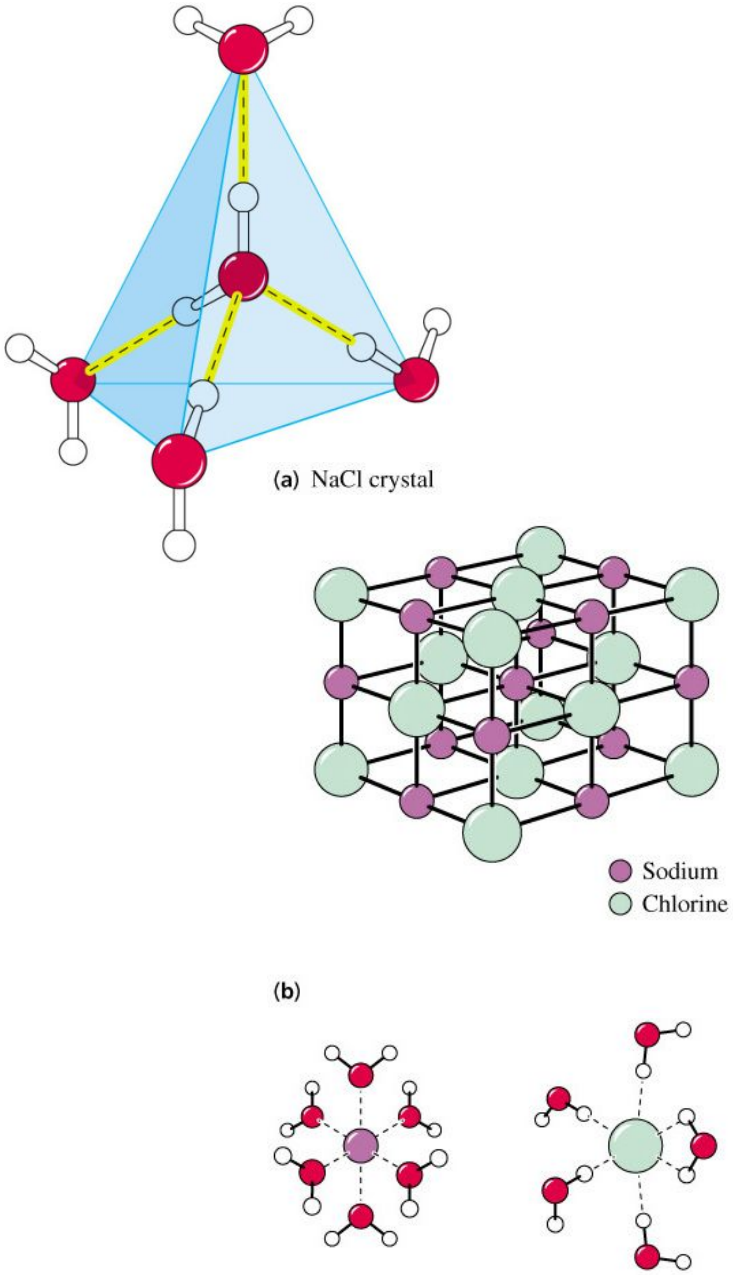
Вода не только обязательный компонент живых клеток, но и среда обитания организмов. Биологическое значение воды основано на ее химических и физических свойствах.

Химические и физические свойства воды объясняются, прежде всего, малыми размерами молекул воды (18), их полярностью и способностью соединяться друг с другом водородными связями. В молекуле воды один атом кислорода ковалентно связан с двумя атомами водорода.

Молекула воды не имеет заряда – 10 протонов и 10 электронов.

Молекула полярна: кислородный атом несет небольшой отрицательный заряд, а два водородных – небольшие положительные заряды. Это делает молекулу воды диполем. Поэтому при взаимодействии молекул воды друг с другом между ними устанавливаются водородные связи.

Вода

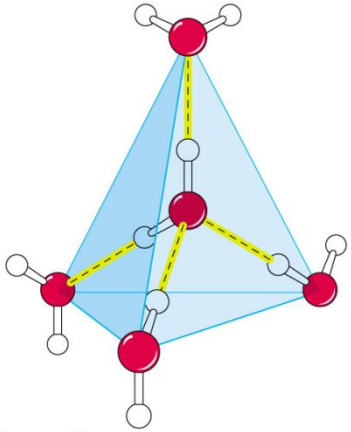


Водородные связи в 15–20 раз слабее ковалентных, но, поскольку каждая молекула воды способна образовывать 4 водородные связи, они существенно влияют на физические свойства воды. Большая теплоемкость, теплота плавления и теплота парообразования объясняются тем, что большая часть поглощаемого водой тепла расходуется на разрыв водородных связей между ее молекулами.

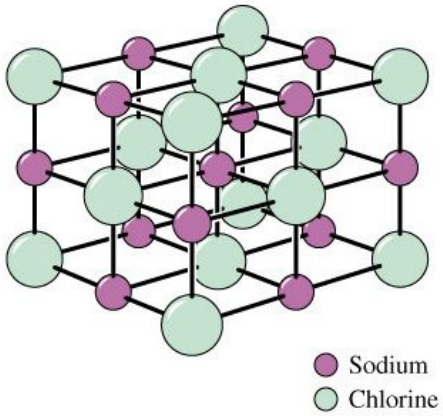
Вода обладает высокой теплопроводностью, практически не сжимается, прозрачна в видимом участке спектра.

Наконец, вода – вещество, плотность которого в жидком состоянии больше, чем в твердом, при 4°С у нее максимальная плотность, у льда плотность меньше, он поднимается на поверхность и защищает водоем от промерзания.

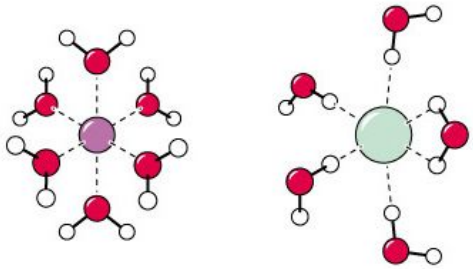
Вода



(a) NaCl crystal



(b)



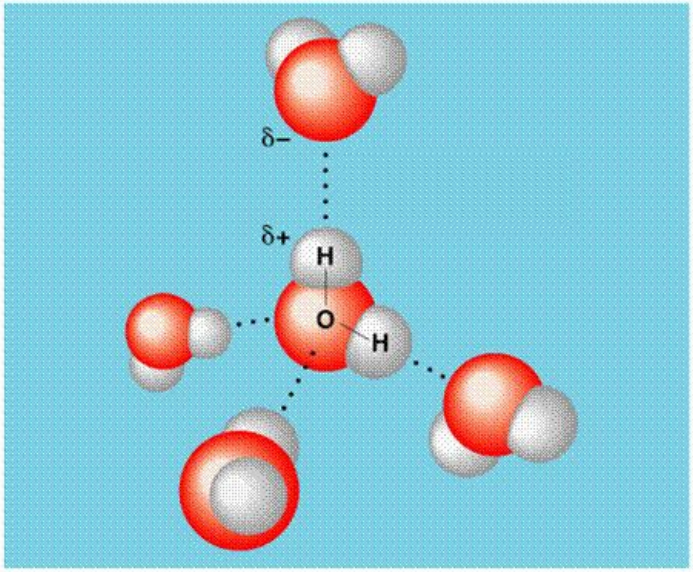
Вода – хороший растворитель ионных (полярных), а также некоторых не ионных соединений, в молекуле которых присутствуют заряженные (полярные) группы.

Любые полярные соединения в воде гидратируются (окружаются молекулами воды), при этом молекулы воды участвуют в образовании структуры молекул органических веществ.

Если энергия притяжения молекул воды к молекулам какого-либо вещества больше, чем энергия притяжения между молекулами вещества, то вещество растворяется.

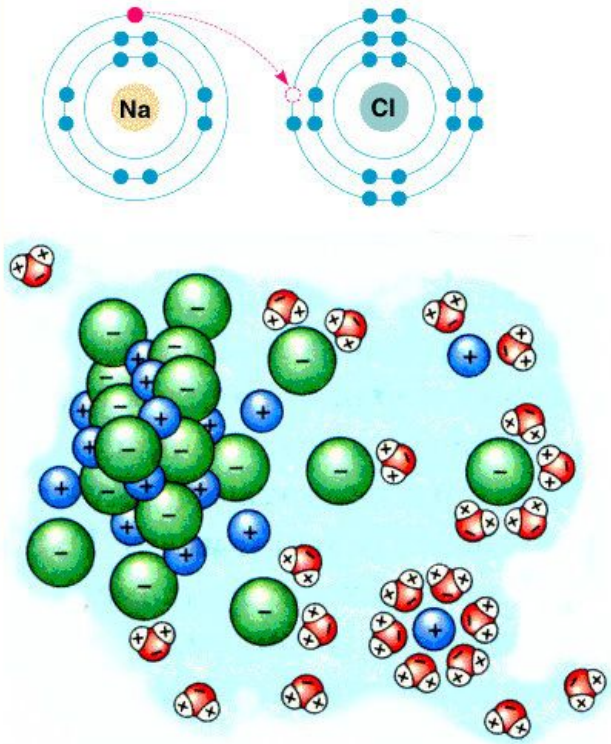
По отношению к воде различают:
гидрофильные вещества – вещества, хорошо растворимые в воде;
гидрофобные вещества – вещества, практически нерастворимые в воде.

Вода

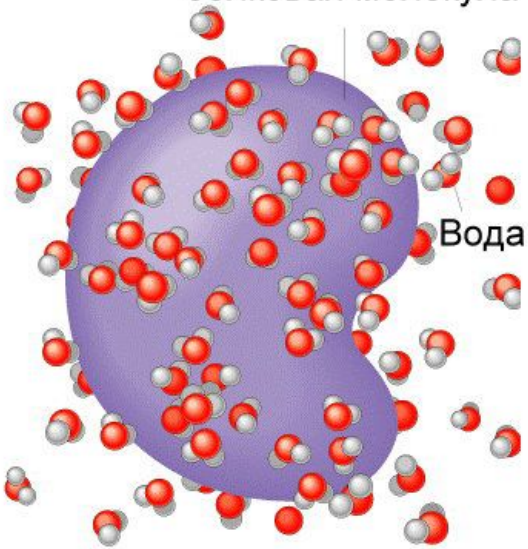


Водородные связи
между молекулами воды

Растворение NaCl



Гидратированная
белковая молекула

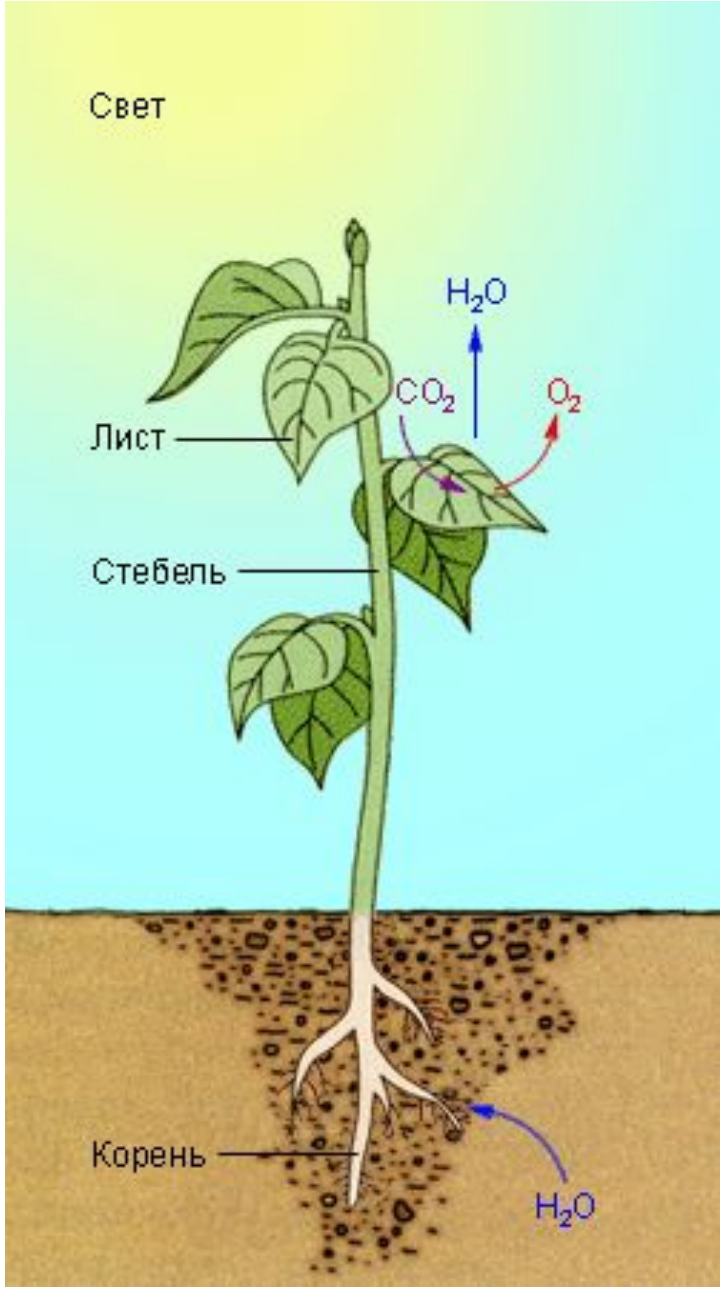


Вода

Физические характеристики и свойства воды:	
1.	Молекула воды не имеет заряда, сколько протонов, столько и электронов.
2.	Молекула воды диполь. На атоме кислороде заряд $2\delta^-$, на атомах водородах – δ^+.
3.	Очень маленькая молекулярная масса 18 г/моль.
4.	Способна образовывать до 4 водородных связей.
6.	Растворитель для гидрофильных, полярных молекул.
7.	Формирование структуры молекул. Гидратируя различные молекулы, вода участвует в формировании их структуры.

Бро́уновское движе́ние - беспорядочное движение микроскопических видимых, взвешенных в жидкости или газе частиц твердого вещества, вызываемое тепловым движением частиц жидкости или газа. Броуновское движение никогда не прекращается. Броуновское движение связано с тепловым движением, но не следует смешивать эти понятия. Броуновское движение является следствием и свидетельством существования теплового движения.

Вода



Большинство биохимических реакций может идти только в водном растворе; многие вещества поступают в клетку и выводятся из нее в водном растворе.

Большая теплоемкость и теплопроводность воды способствуют равномерному распределению тепла в клетке.

Благодаря большой потери тепла при испарении воды, происходит охлаждение организма.

Благодаря силам адгезии и когезии, вода способна подниматься по капиллярам (один из факторов, обеспечивающих движение воды в сосудах растений).

Адгезия (от лат. adhaesio – прилипание), возникновение связи между поверхностными слоями двух разнородных (твёрдых или жидких) тел (фаз), приведённых в соприкосновение.

Когезия (от лат. cohaesus — связанный, сцепленный) , сцепление молекул (атомов, ионов) физического тела под действием сил притяжения.

Вода

Функции воды:	
1.	Защита от быстрого изменения температуры за счет большой теплоемкости.
2.	Теплопроводная функция обеспечивает равномерное распределение тепла по всему организму.
3.	Терморегуляторная функция связана с понижением температуры поверхности при испарении.
4.	Транспортная функция – транспорт газов и различных веществ в организме.
5.	Участие в химических реакциях, например, в реакциях фотосинтеза или гидролиза $6CO_2 + 6H_2O + E$ света $\rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$ Белки $+ nH_2O \rightarrow$ аминокислоты
6.	Поддержание структуры клеток. Вода практически не сжимается (в жидком состоянии), и поэтому служит гидростатическим скелетом клетки.
7.	Формирование структуры молекул. Гидратируя различные молекулы, вода участвует в формировании их структуры.

Подведем итоги:

Какие вещества относятся к гидрофильным веществам?

Вода легко растворяет ионные соединения (соли, кислоты, основания). Хорошо растворяются в воде и некоторые неионные, но полярные соединения, т. е. в молекуле которых присутствуют заряженные (полярные) группы, например сахара, простые спирты, аминокислоты.

Почему липиды нерастворимы в воде?

Молекулы липидов не имеют заряда, не гидратируются.

Почему воду относят к веществам с большой теплоемкостью? Какое это имеет значение для организмов?

Вода способна поглощать тепловую энергию при минимальном повышении собственной температуры. Большая теплоемкость воды защищает ткани организма от быстрого и сильного повышения температуры.

Как происходит регуляция теплоотдачи с помощью воды?

При испарении поверхность охлаждается.

Какое значение имеет высокая теплопроводность воды?

Обеспечивает равномерное распределение тепла по всему организму.

Почему твердый лед легче, чем жидкая вода?

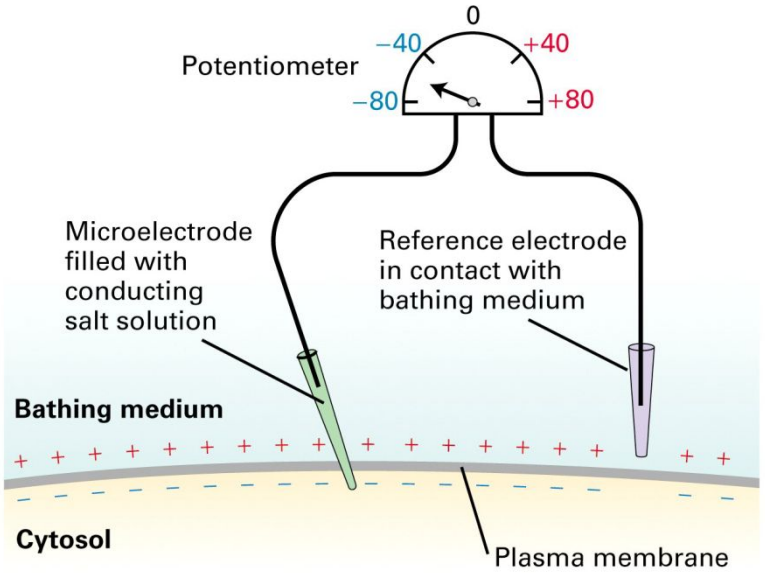
Расстояние между молекулами воды у льда больше. Плотность воды в твердом состоянии меньше чем в жидком, благодаря этому лед образуется на поверхности воды.

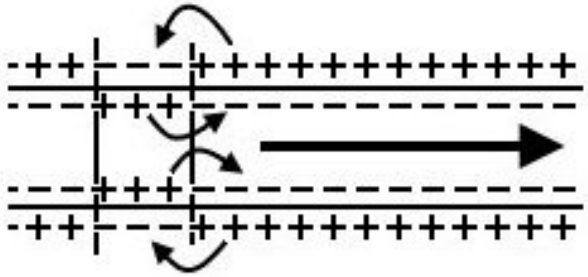
Значение солей

Важнейшие катионы

K^+, Na^+, Ca^{2+} и др.

На внешней поверхности мембраны всегда больше Na^+ чем на внутренней, и меньше K^+, чем на внутренней. Данные катионы обеспечивают возбудимость клетки и проведение нервного импульса.





Значение солей

Важнейшие анионы: $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, HCO_3^-, Cl^-

Буферность – способность поддерживать pH на определенном уровне. Величина pH, равная 7,0 соответствует нейтральному, ниже 7,0 – кислому, выше 7,0 – щелочному раствору. В клетке pH около 7,2. pH определяется количеством протонов в среде.

Фосфатная буферная система:

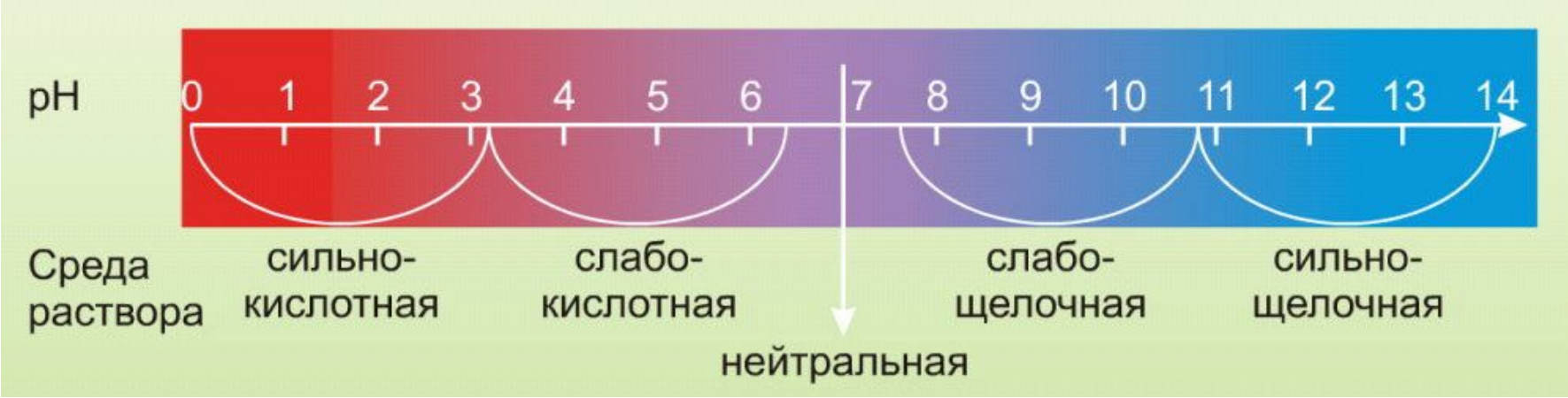
$$HPO_4^{2-} + H^+ \rightleftarrows H_2PO_4^-$$

Гидрофосфат — ион Дигидрофосфат — ион

Бикарбонатная буферная система:

$$HCO_3^- + H^+ \rightleftarrows H_2CO_3$$

Гидрокарбонат — ион Угольная кислота



Подведем итоги:

Каков заряд снаружи мембраны и под мембраной?

Снаружи мембраны положительный заряд, под мембраной – отрицательный.

Чем определяется кислотность или основность раствора?

Кислотность или основность раствора определяется концентрацией в нем ионов H^+.

Что такое буферность?

Способность клетки поддерживать pH на уровне 7,0 –7,4.

Как при низком pH отреагирует фосфатная буферная система?

Фосфатная буферная система:

$$HPO_4^{2-} + H^+ \longrightarrow H_2PO_4^-$$

Гидрофосфат – ион Дигидрофосфат – ион

Как при высоком pH отреагирует бикарбонатная буферная система?

Бикарбонатная буферная система:

$$HCO_3^- + H^+ \longleftarrow H_2CO_3$$

Гидрокарбонат – ион Угольная кислота