

**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



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.

Химический состав клетки

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			
1	водород H 1,00794(7) 2,10 1s ¹												(H)		2 гелий He 4,002602(2) 1s ²			
	ЛИТИЙ Li 6,941(2) 0,97 1s ² 2s ¹		БЕРИЛЛИЙ Be 9,012182(3) 1,47 1s ² 2s ²		БОР B 10,811(5) 2,01 1s ² 2s ² 2p ¹		УГЛЕРОД C 12,011(1) 2,50 1s ² 2s ² 2p ²		АЗОТ N 14,00674(7) 3,07 1s ² 2s ² 2p ³		КИСЛОРОД O 15,9994(3) 3,50 1s ² 2s ² 2p ⁴		ФТОР F 18,9984032(9) 4,10 1s ² 2s ² 2p ⁵		НЕОН Ne 20,1797(6) 1s ² 2s ² 2p ⁶			
2	НАТРИЙ Na 22,989768(6) 1,01 [Ne]3s ¹		МАГНИЙ Mg 24,3050(6) 1,23 1,47 [Ne]3s ²		АЛЮМИНИЙ Al 26,981539(5) 1,47 1,23 [Ne]3s ² 3p ¹		КРЕМНИЙ Si 28,0855(3) 1,74 2,10 [Ne]3s ² 3p ²		ФОСФОР P 30,973762(4) 2,10 2,60 [Ne]3s ² 3p ³		СЕРА S 32,066(6) 2,60 2,83 [Ne]3s ² 3p ⁴		ХЛОР Cl 35,4527(9) 2,83 2,83 [Ne]3s ² 3p ⁵		АРГОН Ar 39,948(1) [Ne]3s ² 3p ⁶			
	КАЛИЙ K 39,0983(1) 0,91 1,75 [Ar]4s ¹		КАЛЬЦИЙ Ca 40,078(4) 1,04 1,66 [Ar]4s ²		СКАНДИЙ Sc 44,955910(9) 1,20 1,82 [Ar]3d ¹ 4s ²		ТИТАН Ti 47,88(3) 1,32 2,02 [Ar]3d ² 4s ²		ВАНАДИЙ V 50,9415(1) 1,45 2,20 [Ar]3d ³ 4s ²		ХРОМ Cr 51,9961(6) 1,56 2,48 [Ar]3d ⁵ 4s ¹		МАРГАНЕЦ Mn 54,93805(1) 1,60 2,74 [Ar]3d ⁵ 4s ²		ЖЕЛЕЗО Fe 55,847(3) 1,64 2,74 [Ar]3d ⁶ 4s ²		КОБАЛЬТ Co 58,93320(1) 1,70 2,74 [Ar]3d ⁷ 4s ²	
3	РУБИДИЙ Rb 85,4678(3) 0,89 1,42 [Kr]5s ¹		СТРОНЦИЙ Sr 87,62(1) 0,99 1,46 [Kr]5s ²		ИТРИЙ Y 88,90585(2) 1,11 1,49 [Kr]4d ¹ 5s ²		ЦИРКОНИЙ Zr 91,224(2) 1,22 1,72 [Kr]4d ² 5s ²		НИОБИЙ Nb 92,90638(2) 1,23 1,82 [Kr]4d ⁴ 5s ¹		МОЛИБДЕН Mo 95,94(1) 1,30 2,01 [Kr]4d ⁵ 5s ¹		ТЕХНЕЦИЙ Tc 97,9072 1,36 2,21 [Kr]4d ⁵ 5s ²		РУТЕНИЙ Ru 101,07(2) 1,42 1,46 [Kr]4d ⁶ 5s ¹		РОДИЙ Rh 102,9055(3) 1,45 1,55 [Kr]4d ⁷ 5s ²	
	СЕРЕБРО Ag 107,8682(2) 1,42 1,82 [Kr]4d ¹⁰ 5s ¹		КАДМИЙ Cd 112,411(8) 1,46 1,44 [Kr]4d ¹⁰ 5s ²		ИНДИЙ In 114,82(1) 1,49 1,55 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹		ОЛОВО Sn 118,710(7) 1,72 1,67 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ²		СУРЬМА Sb 121,75(3) 1,82 1,76 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³		ТЕЛЛУР Te 127,60(3) 2,01 1,76 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴		ИОД I 126,90447(3) 2,21 1,90 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵		КСЕНОН Xe 131,29(2) [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶			
4	ЦЕЗИЙ Cs 132,90543(5) 0,86 1,42 [Xe]6s ¹		БАРИЙ Ba 137,327(7) 0,97 1,44 [Xe]6s ²		ЛАНТАН La 138,9055(2) 1,08 1,44 [Xe]5d ¹ 6s ²		ГАФНИЙ Hf 178,49(2) 1,23 1,55 [Xe]4f ¹⁴ 5d ² 6s ²		ТАНТАЛ Ta 180,9479(1) 1,33 1,67 [Xe]4f ¹⁴ 5d ³ 6s ²		ВОЛЬФРАМ W 183,85(3) 1,40 1,76 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ²		РЕНИЙ Re 186,207(1) 1,46 1,90 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ²		ОСМИЙ Os 190,2(1) 1,52 1,55 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²		ИРИДИЙ Ir 192,22(3) 1,55 1,44 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ²	
	ЗОЛОТО Au 196,96654(3) 1,42 1,76 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹		РТУТЬ Hg 200,59(3) 1,44 1,44 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²		ТАЛЛИЙ Tl 204,3833(2) 1,44 1,55 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹		СВИНЕЦ Pb 207,2(1) 1,55 1,67 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²		ВИСМУТ Bi 208,98037(3) 1,67 1,76 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³		ПОЛОНИЙ Po 208,9824 1,76 1,90 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴		АСТАТ At 209,9871 1,90 1,90 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵		РАДОН Rn 222,0176 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶		Периодический закон открыт Д.И.Менделеевым в 1869 году.	
5	ФРАНЦИЙ Fr 223,0197 0,86 [Rn]7s ¹		РАДИЙ Ra 226,0254 0,97 [Rn]7s ²		АКТИНИЙ Ac 227,0278 1,00 [Rn]6d ¹ 7s ²		(Дубний) (Db) 261,11 [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		(Жолиотий) (Jl) 262,114 [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		(Резерфордий) (Rf) [263] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		(Борий) (Bh) [262] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		(Ганий) (Hn) [265] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		(Мейтнерий) (Mt) [266] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²	

Литий **Li**
 Название элемента**
 Атомный номер
 Относительная атомная масса
 Электроотрицательность
 Электронная конфигурация
 Символ элемента**

* В скобках указана точность последней значащей цифры.
 ** Названия и символы элементов, приведенные в круглых скобках, не являются общепринятыми.

■ — s-элементы
■ — d-элементы
■ — f-элементы

* ЛАНТАНОИДЫ

ЦЕРИЙ Ce 140,115(4) 1,08 [Xe]4f ¹ 5d ⁰ 6s ²	ПРАЗЕОДИМ Pr 140,90765(3) 1,07 [Xe]4f ³ 5d ⁰ 6s ²	НЕОДИМ Nd 144,24(3) 1,07 [Xe]4f ⁴ 5d ⁰ 6s ²	ПРОМЕТИЙ Pm 144,9127 1,07 [Xe]4f ⁵ 5d ⁰ 6s ²	САМАРИЙ Sm 150,36(3) 1,07 [Xe]4f ⁶ 5d ⁰ 6s ²	ЕВРОПИЙ Eu 151,965(9) 1,01 [Xe]4f ⁷ 5d ⁰ 6s ²	ГАДОЛИНИЙ Gd 157,25(3) 1,11 [Xe]4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	ТЕРБИЙ Tb 158,92534 1,10 [Xe]4f ⁹ 5d ⁰ 6s ²	ДИСПРОЗИЙ Dy 162,50(3) 1,10 [Xe]4f ¹⁰ 5d ⁰ 6s ²	ГОЛЬМИЙ Ho 164,93032(3) 1,10 [Xe]4f ¹¹ 5d ⁰ 6s ²	ЭРБИЙ Er 167,26(3) 1,11 [Xe]4f ¹² 5d ⁰ 6s ²	ТУЛИЙ Tm 168,93421(3) 1,11 [Xe]4f ¹³ 5d ⁰ 6s ²	ИТТЕРБИЙ Yb 173,04(3) 1,06 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁰ 6s ²	ЛУТЕЦИЙ Lu 174,967(1) 1,14 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²
---	---	---	--	--	---	--	---	---	--	---	--	--	--

** АКТИНОИДЫ

ТОРИЙ Th 232,0381(1) 1,11 [Rn]5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	ПРОТАКТИНИЙ Pa 231,03688(2) 1,14 [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²	УРАН U 238,02891(1) 1,22 [Rn]5f ³ 6d ¹ 7s ²	НЕПУНИЙ Np 237,0482 1,22 [Rn]5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	ПЛУТОНИЙ Pu 244,0642 1,22 [Rn]5f ⁶ 6d ⁰ 7s ²	АМЕРИЦИЙ Am 243,0614 1,20 [Rn]5f ⁷ 6d ⁰ 7s ²	КЮРИЙ Cm 247,0703 1,20 [Rn]5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	БЕРКЛИЙ Bk 247,0703 1,20 [Rn]5f ⁸ 6d ¹ 7s ²	КАЛИФОРНИЙ Cf 251,0796 1,20 [Rn]5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ²	ЭЙНШТЕЙНИЙ 99 252,083 1,20 [Rn]5f ¹¹ 6d ¹ 7s ²	ФЕРМИЙ 100 257,0951 1,20 [Rn]5f ¹² 6d ¹ 7s ²	МЕНДЕЛЕВИЙ 101 258,1 1,20 [Rn]5f ¹³ 6d ¹ 7s ²	(НОБЕЛИЙ) (No) 259,1009 1,20 [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁰ 7s ²	(ЛОУРЕНСИЙ) (Lr) 260,105 1,20 [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²
---	--	---	---	--	--	---	---	---	--	--	---	--	---

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:

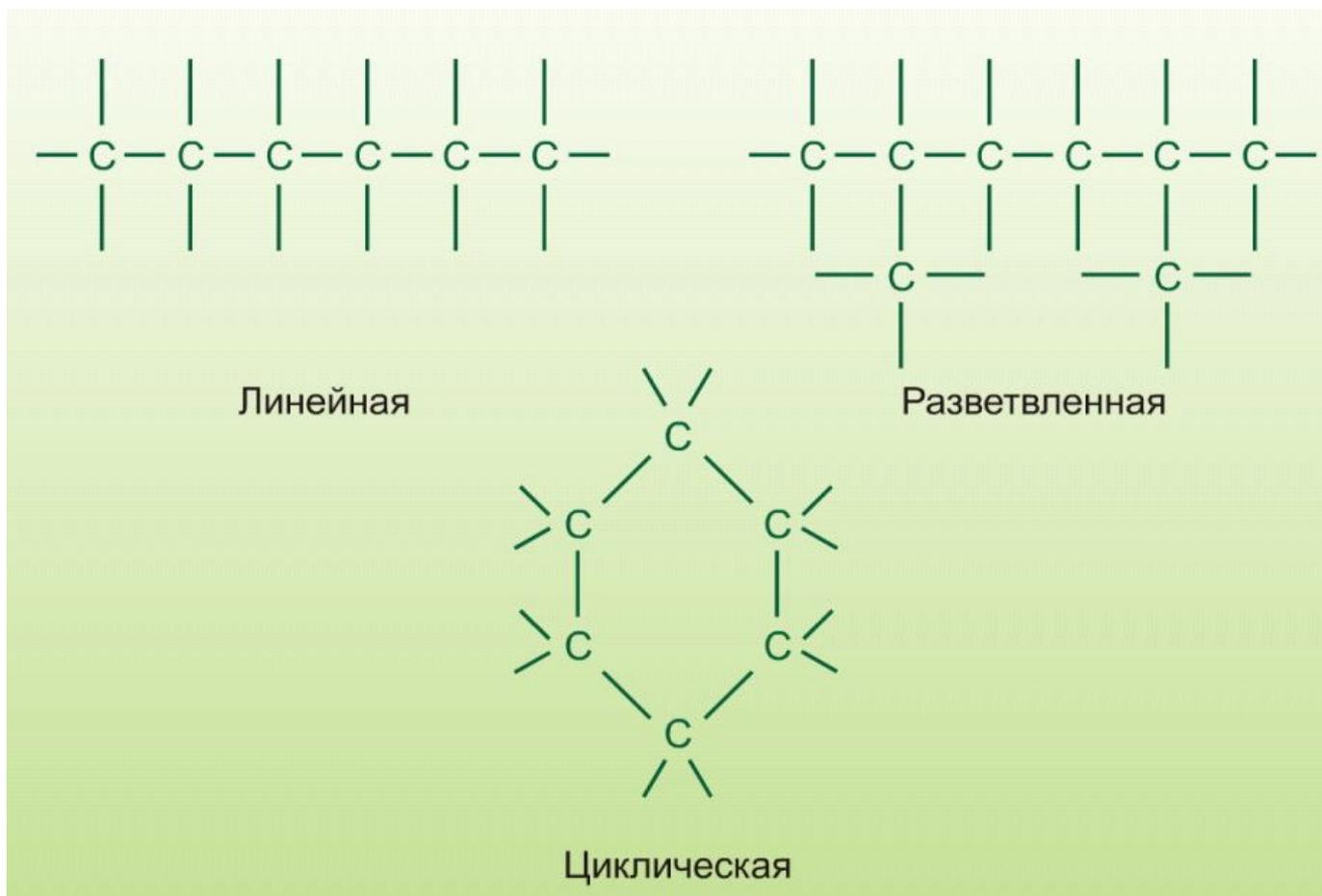
(Zn, Mn, Cu, Co, Mo и многие другие), доля которых составляет от 0,001% до 0,000001% (0,1 % массы клетки). Входят в состав биологически активных веществ – ферментов, витаминов и гормонов.

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?

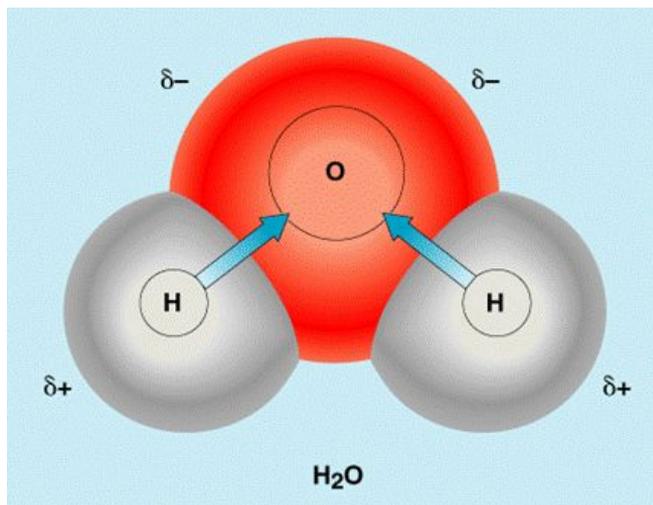
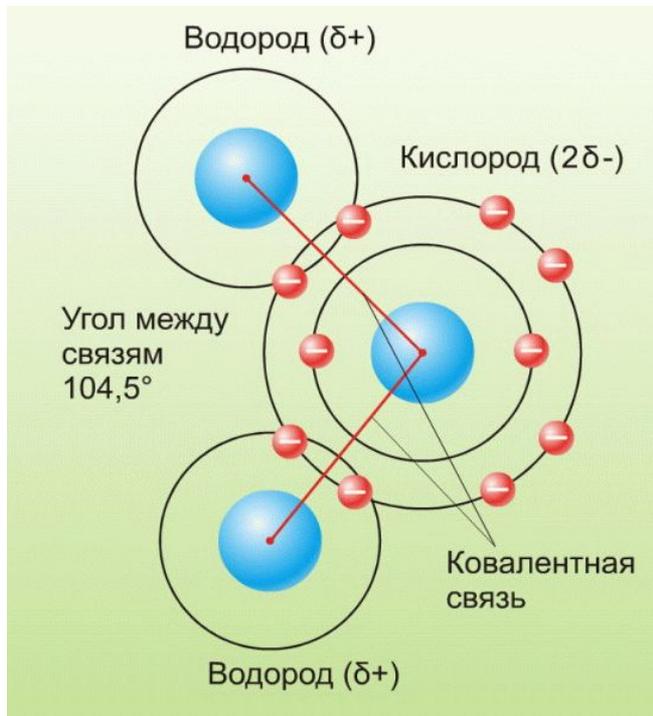
Элементы, на долю которых приходится от 0,001 до 0,000001%, – микроэлементами, а элементы, содержание которых не превышает 0,000001%, – ультрамикроэлементами.

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



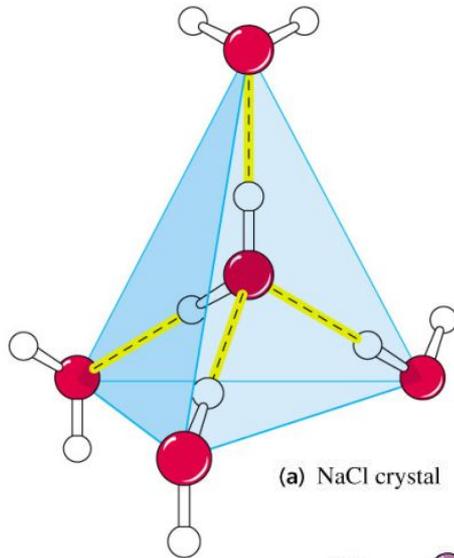
Вода не только обязательный компонент живых клеток, но и среда обитания организмов. Биологическое значение воды основано на ее химических и физических свойствах.

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.

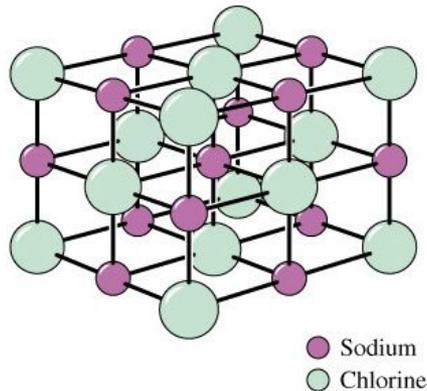
Молекула воды не имеет заряда – 10 протонов и 10 электронов.

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.

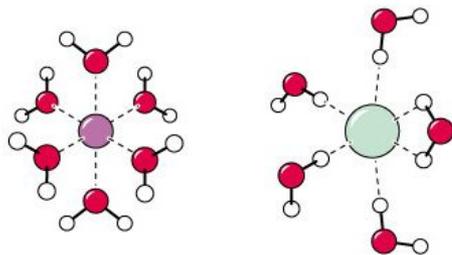
Вода



(a) NaCl crystal



(b)

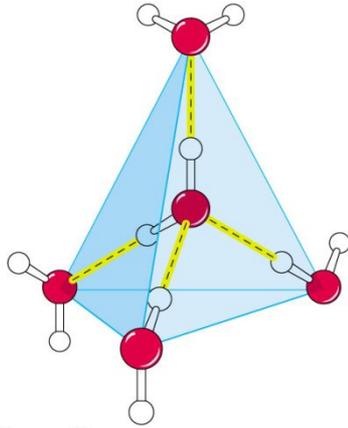


Водородные связи в 15–20 раз слабее ковалентных, но, поскольку **каждая молекула воды способна образовывать 4 водородные связи**, они существенно влияют на физические свойства воды. Большая теплоемкость, теплота плавления и теплота парообразования объясняются тем, что большая часть поглощаемого водой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

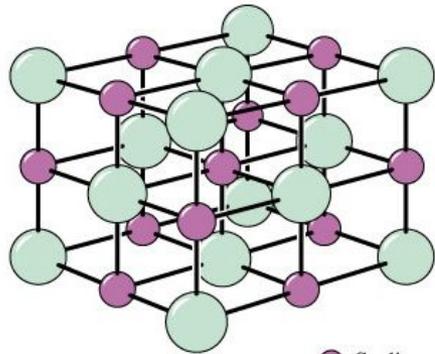
Вода обладает высокой теплопроводностью, практически не сжимается, прозрачна в видимом участке спектра.

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

Вода

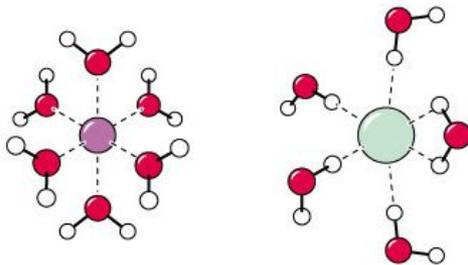


(a) NaCl crystal



● Sodium
● Chlorine

(b)



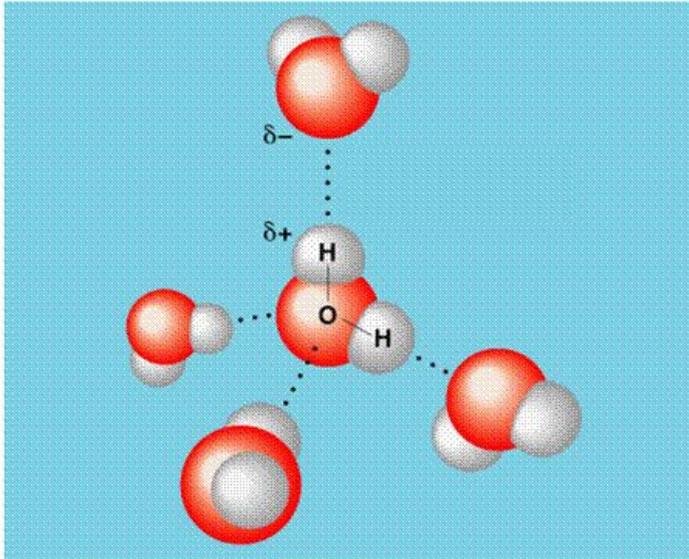
Вода – хороший растворитель ионных (полярных), а также некоторых не ионных соединений, в молекуле которых присутствуют заряженные (полярные) группы.

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

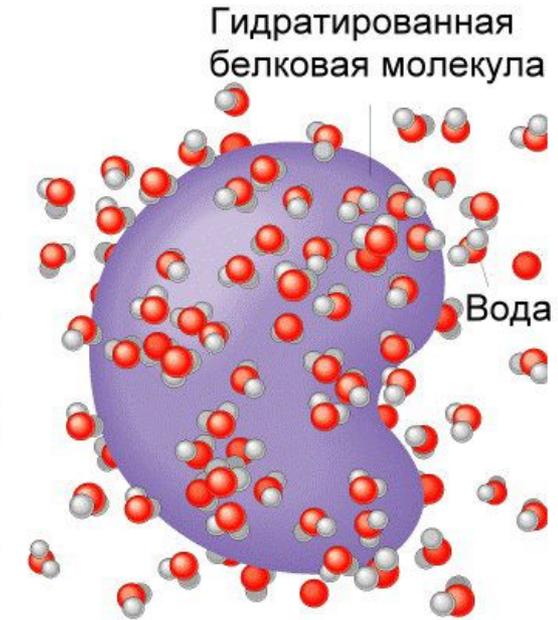
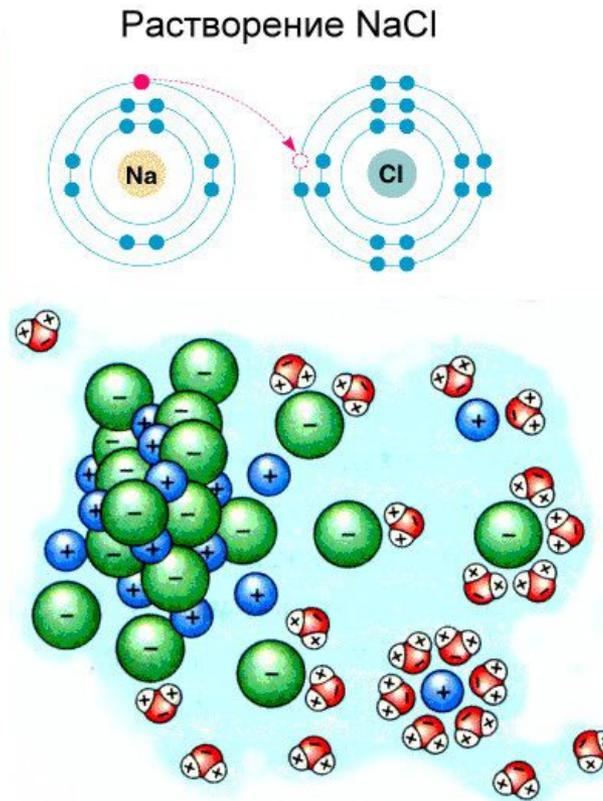
Если энергия притяжения молекул воды к молекулам какого-либо вещества больше, чем энергия притяжения между молекулами вещества, то вещество растворяется.

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



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.

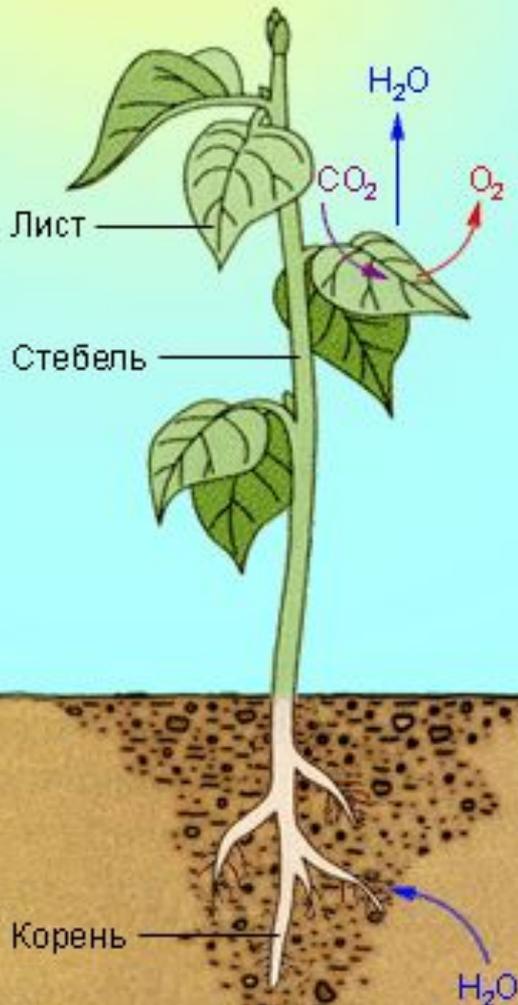
Броуновское движение - беспорядочное движение микроскопических видимых, взвешенных в жидкости или газе частиц твердого вещества, вызываемое тепловым движением частиц жидкости или газа.

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

Свет



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 потере 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
$$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{E света} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2\uparrow$$
$$\text{Белки} + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{аминокислоты}$$
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?

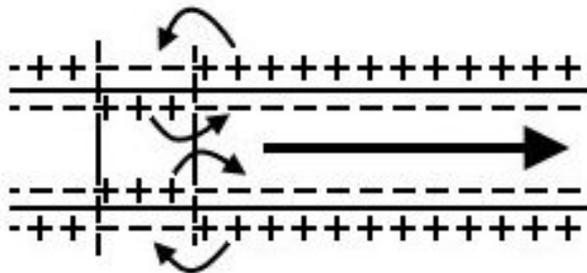
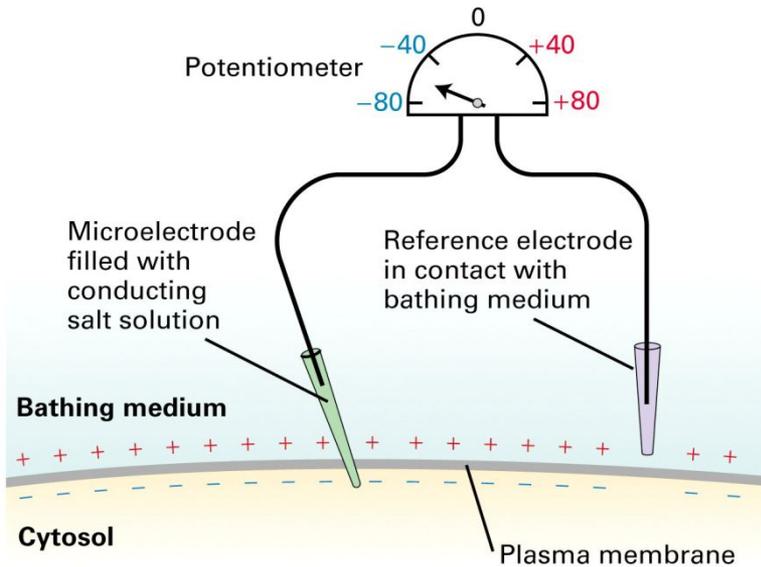
Расстояние между молекулами воды у льда больше. Плотность воды в твердом состоянии меньше чем в жидком, благодаря этому лед образуется на поверхности воды.

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.



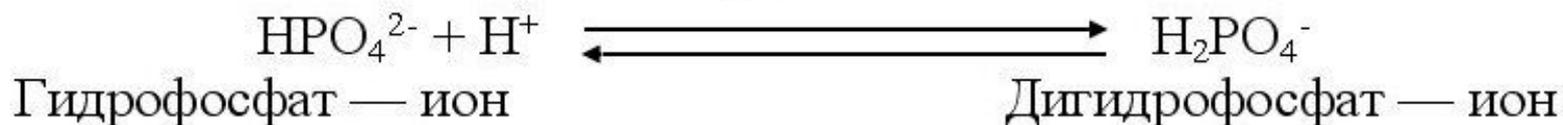


Значение солей

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:



Бикарбонатная буферная система:

