

Глава I.
Химический состав клетки

***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.

Свойства живых организмов

Империя Клеточные

Надцарство Прокариоты
Царство Дробянки

Подцарство
Архебактерии

Подцарство
Настоящие бактерии

Подцарство
Цианобактерии

Надцарство Эукариоты

Царство Растения

350 000 видов
фотоавтотрофных
организмов.



Царство Животные

Гетеротрофные
подвижные
организмы. Запасное
вещество - гликоген.



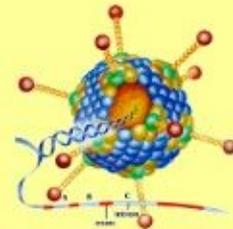
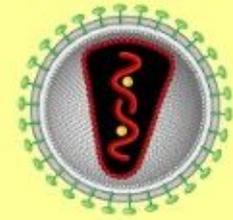
Царство Грибы

100 000 видов
гетеротрофных
организмов.



Империя Неклеточные

Царство Вирусы



Все живые организмы на Земле делятся на две империи — **империя Клеточные** и **империя Неклеточные**. Империя Клеточные объединяет организмы, имеющие клеточное строение. К неклеточным организмам относится вирусы, объединенные в царство Вирусы.

Свойства живых организмов

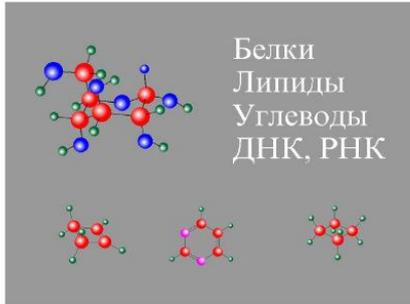
1. Важнейший признак живого организма — способность к размножению, способность к передаче генетической информации следующему поколению. При бесполом размножении следующее поколение получают генетическую информацию от материнского организма, при половом — происходит объединение генетической информации двух организмов.
2. Живой организм является открытой системой, в него поступают питательные вещества, он использует различные виды энергии — энергию света, энергию, выделяющуюся при окислении органических и неорганических веществ, выделяет в окружающую среду продукты обмена веществ и энергию. Другими словами, между организмом и средой обитания происходит постоянный обмен веществ и энергии.
3. Клетки живых организмов образованы различными биополимерами, важнейшими из которых являются нуклеиновые кислоты и белки. Но мертвая лошадь также состоит из биополимеров, поэтому важно подчеркнуть их постоянное самообновление.
4. Пока организм жив, он воспринимает воздействия окружающей среды, под влиянием раздражителя происходит возбуждение и развивается ответная реакция на возбуждение. Возбудимость — важнейшее свойство организма.

Свойства живых организмов

5. В результате естественного отбора организмы удивительным образом **адаптировались к конкретным условиям обитания**. Эта адаптация началась с эволюции на уровне молекул, затем на уровне органоидов клетки — на клеточном уровне, затем на уровне многоклеточного организма.
6. Для живых организмов характерна **высокая степень организации**, которая проявляется в сложном строении биологических молекул, органоидов, клеток, органов, их специализации к выполнению определенных функций.
7. Также к признакам живых организмов относятся **рост, старение и смерть**.

Уровни организации живой материи

Уровни организации живой природы



Молекулярный



Клеточный



Организменный

Ученые на основании особенностей проявления свойств живого выделяют несколько уровней организации живой природы:



Популяционно-видовой



Биогеоценотический



Биосферный

1. Молекулярный.
2. Клеточный.
3. Организменный.
4. Популяционно-видовой.
5. Экосистемный.
6. Биосферный.

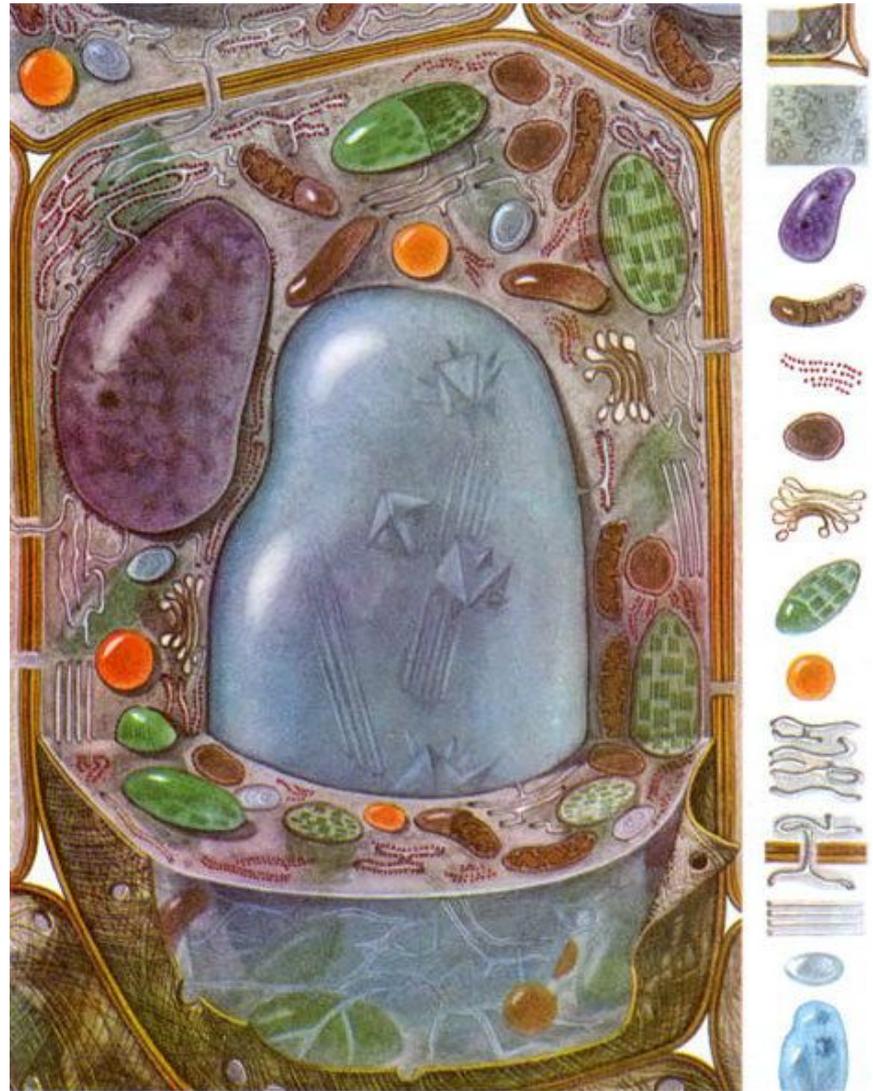
Уровни организации живой материи

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

Молекулярный уровень представлен молекулами органических веществ – белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, находящихся в клетках и получивших название биологических молекул.

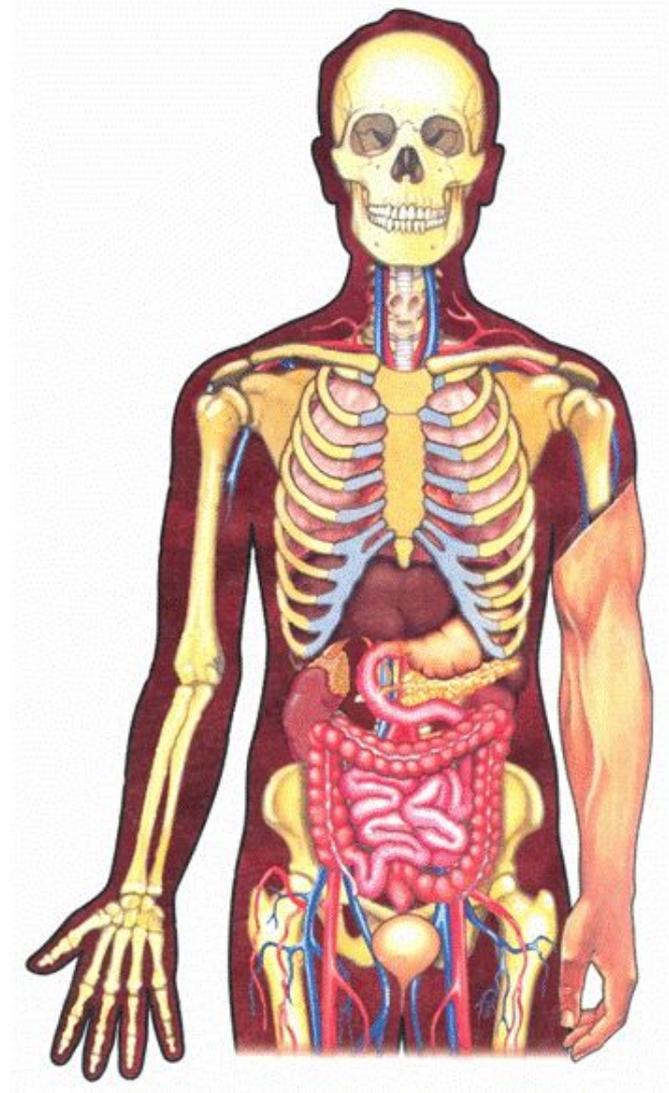
Уровни организации живой материи

На клеточном уровне изучается строение клеток, строение и функции ее отдельных органоидов.



Уровни организации живой материи

На организменном уровне –
строение тканей, органов и
систем органов целостного
организма.



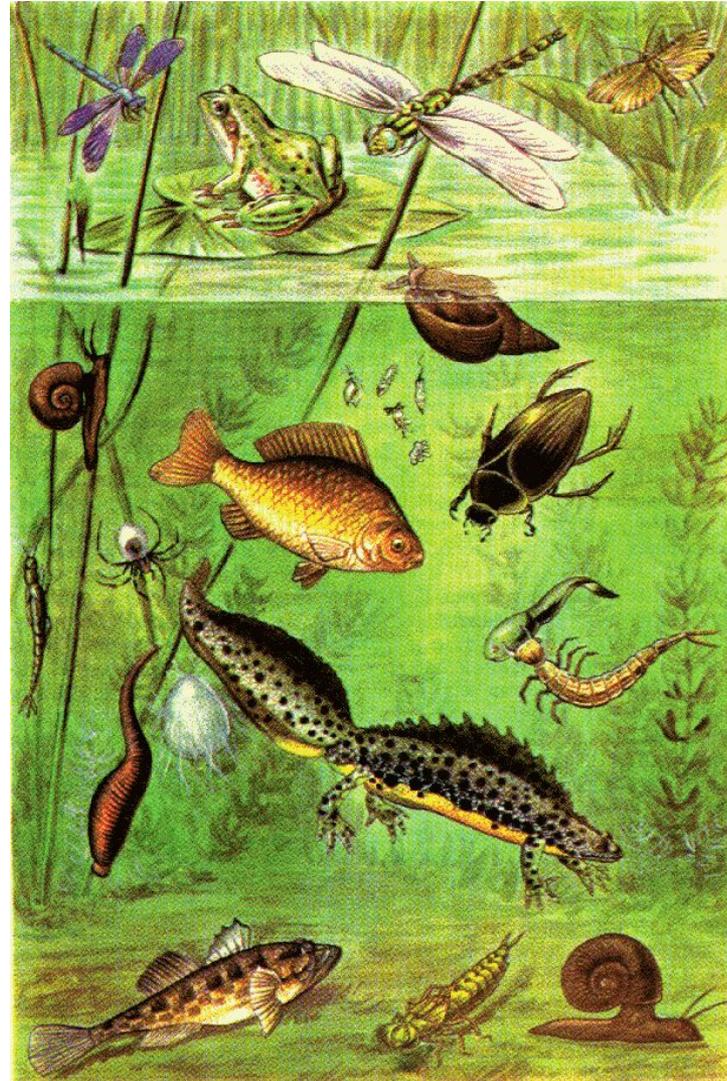
Уровни организации живой материи

На популяционно-видовом уровне изучаются структура вида, характеристика популяций.



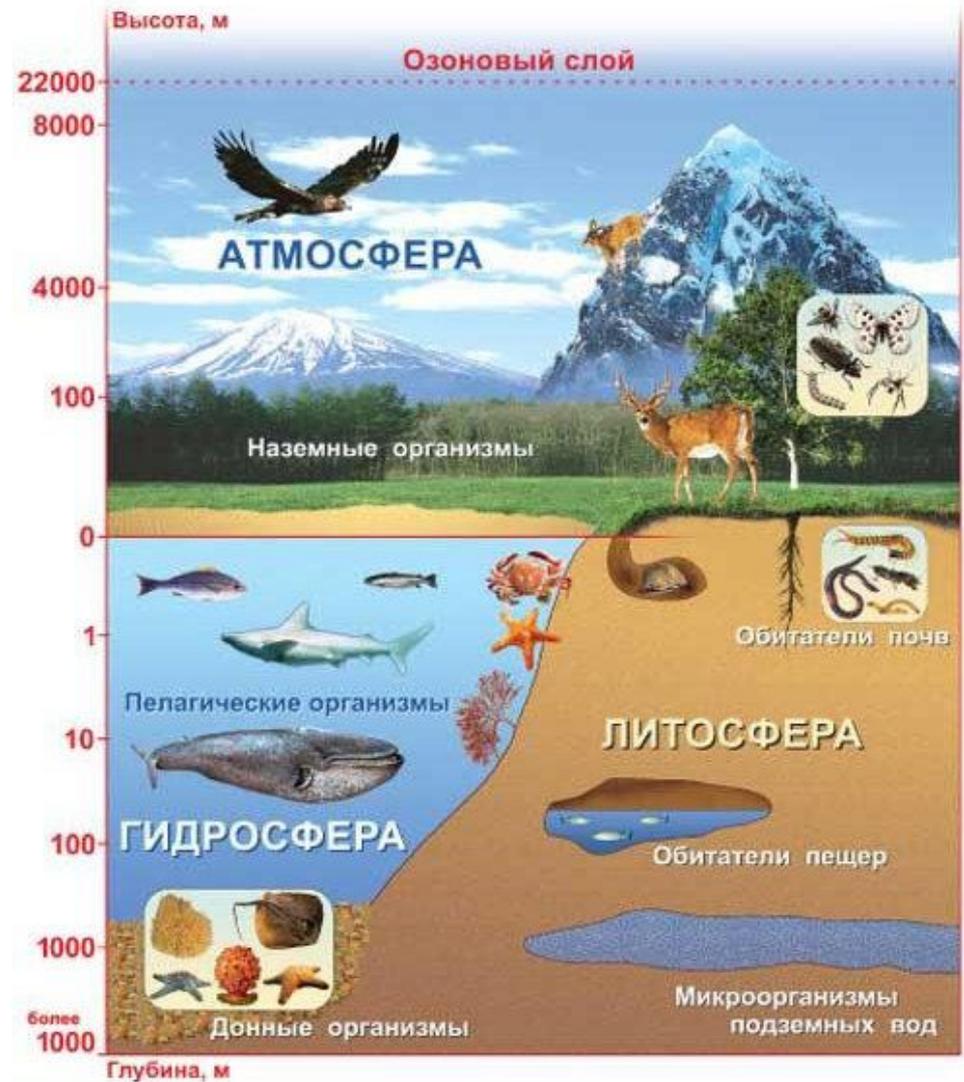
Уровни организации живой материи

*На экосистемном
(биогеоценотическом) уровне*
изучается структура и
характеристика биогеоценозов.



Уровни организации живой материи

На биосферном –
изучается биосфера.



Подведем итоги:

Что изучается на молекулярном уровне?

Изучаются молекулы органических веществ – белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, находящихся в клетках и получивших название биологических молекул.

Что изучается на клеточном уровне?

На клеточном уровне изучается строение клеток, строение и функции ее отдельных органоидов.

Что изучается на организменном уровне?

Строение тканей, органов и систем органов целостного организма.

Что изучается на популяционно-видовом уровне?

На популяционно-видовом уровне изучаются структура вида, характеристика популяций.

Что изучается на биогеоценотическом уровне?

На экосистемном (биогеоценотическом) уровне изучается структура и характеристика биогеоценозов.

Что изучается на биосферном уровне?

На биосферном – изучается биосфера. Распространение жизни в атмосфере, литосфере, гидросфере. Влияние человека на биосферу.

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	Название элемента** Атомный номер			
2	ЛИТИЙ Li 6,941(2) 0,97 1s ² 2s ¹	БЕРИЛЛИЙ Be 9,012182(3) 2,01 1s ² 2s ²	5 БОР B 10,811(5) 2,01 1s ² 2s ² 2p ¹	УГЛЕРОД C 14,00674(7) 3,07 1s ² 2s ² 2p ²	7 АЗОТ N 15,9994(3) 3,50 1s ² 2s ² 2p ³	8 КИСЛОРОД O 18,9984032(9) 4,10 1s ² 2s ² 2p ⁴	9 ФТОР F 20,1797(6) 18,9984032(9) 4,10 1s ² 2s ² 2p ⁵	10 НЕОН Ne 39,948(1) 1s ² 2s ² 2p ⁶	Литий Li 3 6,941(2) 0,97 1s ² 2s ¹ Относительная* атомная масса Электроотрицательность Электронная конфигурация			
3	НАТРИЙ Na 22,989768(6) 1,01 [Ne]3s ¹	МАГНИЙ Mg 24,3050(6) 1,23 [Ne]3s ²	13 АЛЮМИНИЙ Al 26,981539(5) 1,47 [Ne]3s ² 3p ¹	14 КРЕМНИЙ Si 28,0855(3) 1,74 [Ne]3s ² 3p ²	15 ФОСФОР P 30,973762(4) 2,10 [Ne]3s ² 3p ³	16 СЕРА S 32,066(6) 2,60 [Ne]3s ² 3p ⁴	17 СЕРА S 35,4527(9) 2,83 [Ne]3s ² 3p ⁵	18 АРГОН Ar 39,948(1) [Ne]3s ² 3p ⁶	* В скобках указана точность последней значащей цифры. ** Названия и символы элементов, приведенные в круглых скобках, не являются общепринятыми.			
4	КАЛИЙ K 39,0983(1) 0,91 [Ar]4s ¹	КАЛЬЦИЙ Ca 40,078(4) 1,04 [Ar]4s ²	20 СКАНДИЙ Sc 44,955910(9) 1,20 [Ar]3d ¹ 4s ²	21 ТИТАН Ti 47,88(3) 1,32 [Ar]3d ² 4s ²	22 ВАНАДИЙ V 50,9415(1) 1,45 [Ar]3d ³ 4s ²	23 ХРОМ Cr 51,9961(6) 1,56 [Ar]3d ⁵ 4s ¹	24 МАРГАНЕЦ Mn 54,93805(1) 1,60 [Ar]3d ⁵ 4s ²	25 ЖЕЛЕЗО Fe 55,847(3) 1,64 [Ar]3d ⁶ 4s ²	26 КОБАЛЬТ Co 58,93320(1) 1,70 [Ar]3d ⁷ 4s ²	27 НИКЕЛЬ Ni 58,69(1) 1,75 [Ar]3d ⁸ 4s ²	28	■ — s-элементы ■ — p-элементы
5	РУБИДИЙ Rb 85,4678(3) 0,89 [Kr]5s ¹	СТРОНЦИЙ Sr 87,62(1) 0,99 [Kr]5s ²	38 ИТРИЙ Y 88,90585(2) 1,11 [Kr]4d ¹ 5s ²	39 ЦИРКОНИЙ Zr 91,224(2) 1,22 [Kr]4d ² 5s ²	40 НИОБИЙ Nb 92,90638(2) 1,23 [Kr]4d ⁴ 5s ¹	41 МОЛИБДЕН Mo 95,94(1) 1,30 [Kr]4d ⁵ 5s ¹	42 ТЕХНЕЦИЙ Tc 97,9072 1,36 [Kr]4d ⁵ 5s ²	43 РУТЕНИЙ Ru 101,07(2) 1,42 [Kr]4d ⁷ 5s ¹	44 РОДИЙ Rh 102,9055(3) 1,45 [Kr]4d ⁸ 5s ¹	45 ПАЛЛАДИЙ Pd 106,42(1) 1,35 [Kr]4d ¹⁰ 5s ⁰	46	■ — d-элементы ■ — f-элементы
6	ЦЕЗИЙ Cs 132,90543(5) 0,86 [Xe]6s ¹	БАРИЙ Ba 137,327(7) 0,97 [Xe]6s ²	56 ЛАНТАН La 138,9055(2) 1,08 [Xe]5d ¹ 6s ²	57 ГАФНИЙ Hf 178,49(2) 1,23 [Xe]4f ¹⁴ 5d ² 6s ²	72 ТАЛТАЛ Ta 180,9479(1) 1,33 [Xe]4f ¹⁴ 5d ³ 6s ²	73 ВОЛЬФРАМ W 183,85(3) 1,40 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ²	74 РЕНИЙ Re 186,207(1) 1,46 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ²	75 ОСМИЙ Os 190,21(1) 1,52 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²	76 ИРИДИЙ Ir 192,22(3) 1,55 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ²	77 ПЛАТИНА Pt 195,08(3) 1,44 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹	78	■ — f-элементы
7	ФРАНЦИЙ Fr 223,0197 0,86 [Rn]7s ¹	РАДИЙ Ra 226,0254 0,97 [Rn]7s ²	88 АКТИНИЙ Ac 227,0278 1,00 [Rn]6d ¹ 7s ²	89 (ДУБНИЙ) (Db) 261,11 [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²	104 (СКОЛМОТИЙ) (Jl) 262,114 [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²	105 (РЕЗЕРФОРДИЙ) (Rf) [263] [Rn]5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	106 (БОРИЙ) (Bh) [262] [Rn]5f ¹⁴ 6d ³ 7s ²	107 (ГАНИЙ) (Hn) [265] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ²	108 (МЕЙТТЕРИЙ) (Mt) [266] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ²	109	Периодический закон открыт Д.И.Менделеевым в 1869 году.	

* ЛАНТАНОИДЫ

ЦЕРИЙ Ce 140,115(4) 1,08 [Xe]4f ¹ 5d ¹ 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 231,03588(2) 1,14 [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²	УРАН U 238,02891(3) 1,22 [Rn]5f ³ 6d ¹ 7s ²	НЕПУНИЙ Np 237,0482 1,22 [Rn]5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	ПУТОНИЙ Pu 244,0642 1,22 [Rn]5f ⁶ 6d ¹ 7s ²	АМЕРИЦИЙ Am 243,0614 1,22 [Rn]5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	КЮРИЙ Cm 247,0703 1,20 [Rn]5f ⁷ 6d ² 7s ²	БЕРКЛИЙ Bk 247,0703 1,20 [Rn]5f ⁹ 6d ² 7s ²	КАЛИФОРНИЙ Cf 251,0796 1,20 [Rn]5f ¹⁰ 6d ² 7s ²	ЭЙНШТЕЙНИЙ Es 252,083 1,20 [Rn]5f ¹⁰ 6d ³ 7s ²	ФЕРМИЙ Fm 257,0951 1,20 [Rn]5f ¹¹ 6d ³ 7s ²	МЕНДЕЛЕВИЙ Md 258,1 1,20 [Rn]5f ¹¹ 6d ⁴ 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.

Для 24 элементов известны функции, которые они выполняют в клетке. Эти элементы называются *биогенными*. 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

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)		

Подведем итоги:

Какие элементы относятся к макроэлементам 1-й группы?

C, H, O, N.

Какие элементы относятся к макроэлементам 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%, все остальные элементы – 2%.

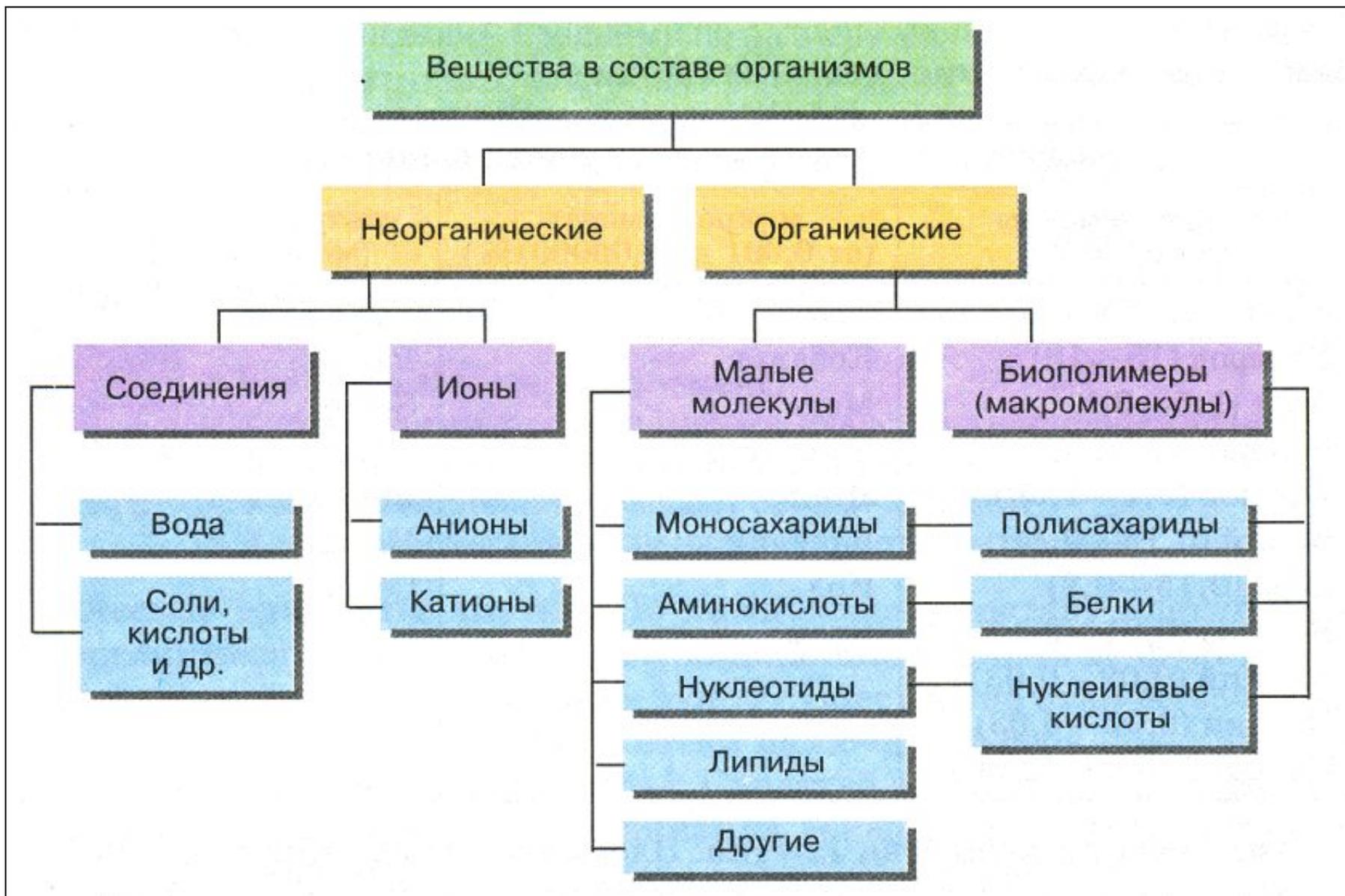
Какие элементы называются макроэлементами?

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.

Химические соединения клетки. Вода

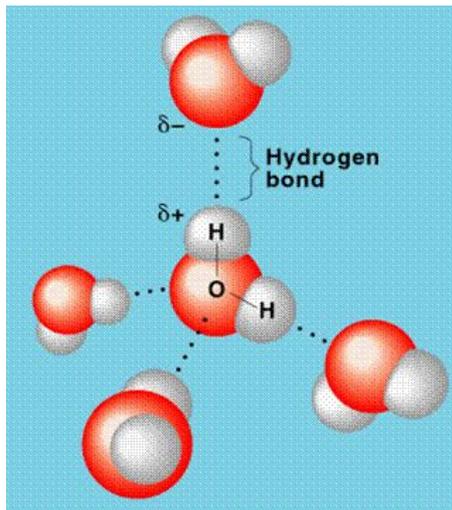
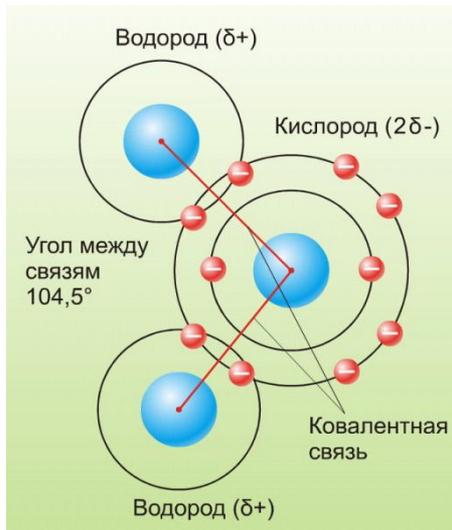


Химические соединения клетки. Вода

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. 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%.

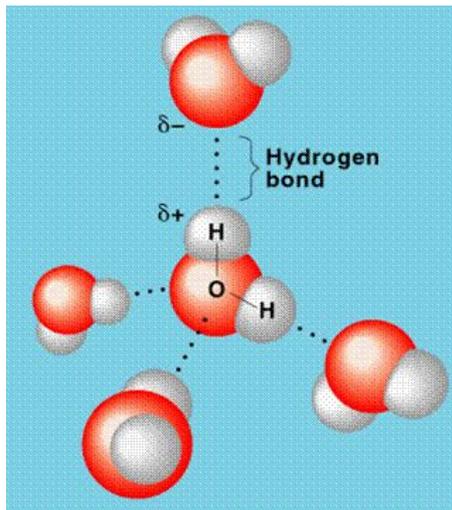
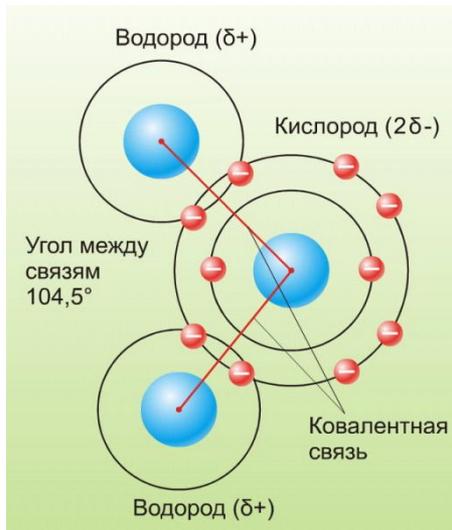
Химические соединения клетки. Вода



Молекула воды состоит из атома O , связанного с двумя атомами H полярными ковалентными связями. Характерное расположение электронов в молекуле воды придает ей электрическую асимметрию. Более электроотрицательный атом кислорода притягивает электроны атомов водорода сильнее, в результате общие пары электронов смещены в молекуле воды в его сторону.

Поэтому, хотя молекула воды **в целом не заряжена**, каждый из двух атомов водорода обладает частично положительным зарядом (обозначаемым δ^+), а атом кислорода несет частично отрицательный заряд ($2\delta^-$). Молекула воды поляризована и является диполем (имеет два полюса).

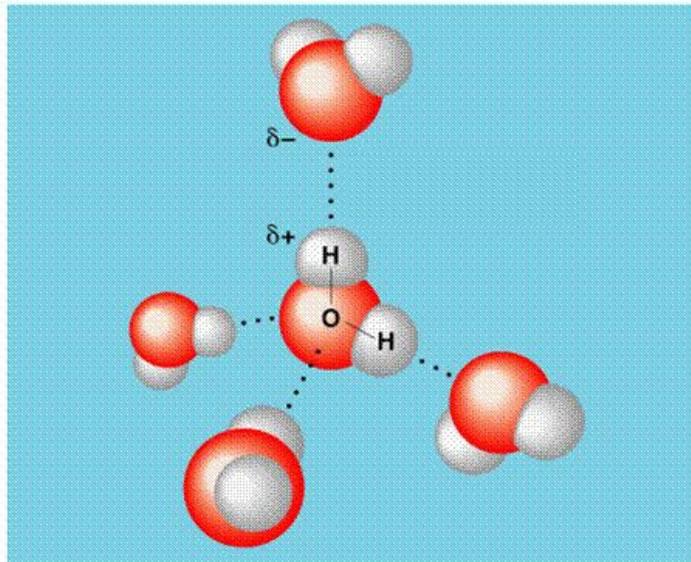
Химические соединения клетки. Вода



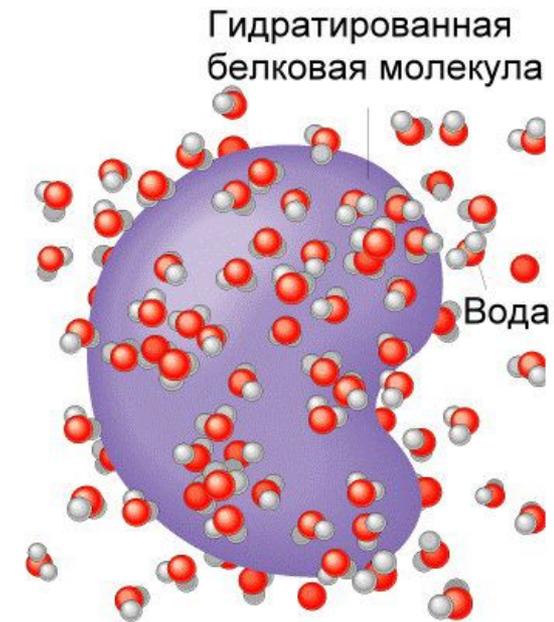
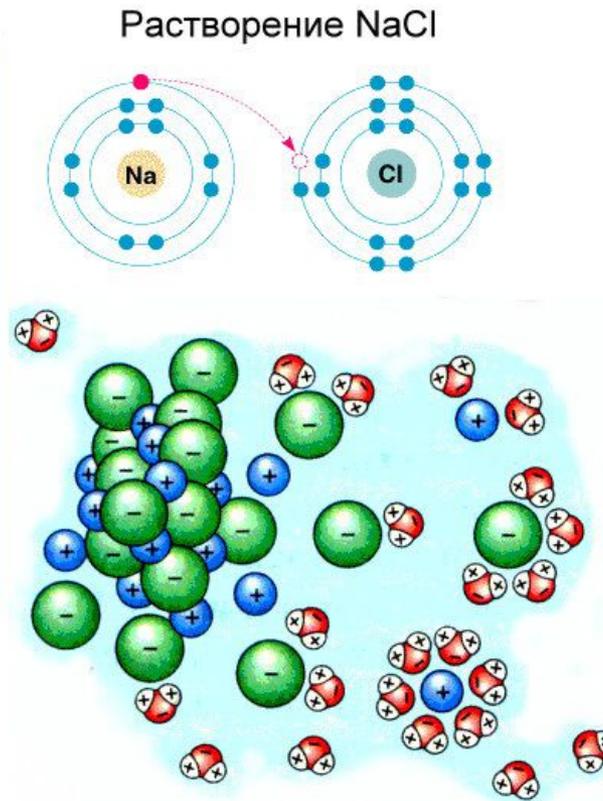
Частично отрицательный заряд атома кислорода одной молекулы воды притягивается частично положительными атомами водорода других молекул. Таким образом, каждая молекула воды стремится связаться водородными связями с четырьмя соседними молекулами воды.

Вода является хорошим растворителем. Благодаря полярности молекул и способности образовывать водородные связи 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. Вещества, хорошо растворимые в воде, называются **гидрофильными** (от греч. *hygros* – влажный и *philia* – дружба, склонность).

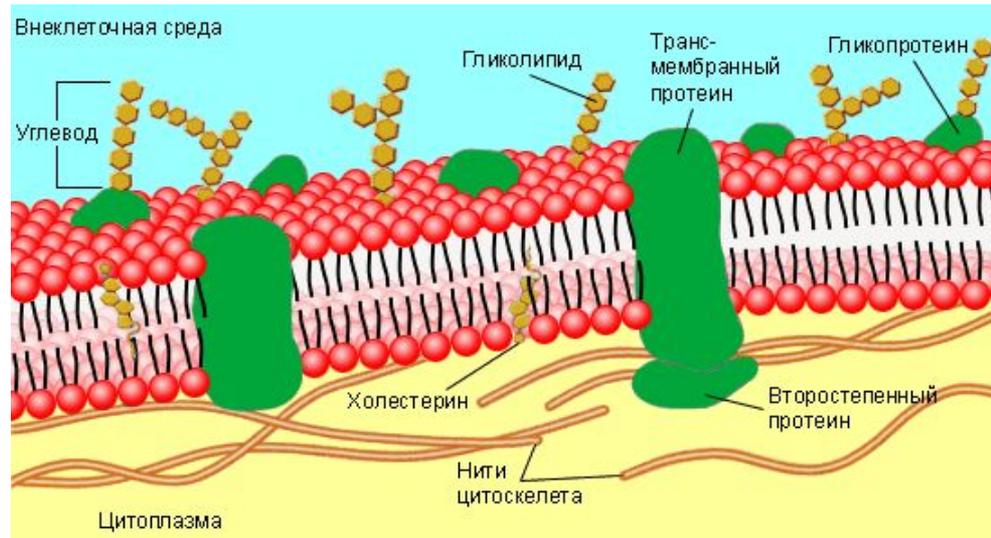
Химические соединения клетки. Вода



Водородные связи
между молекулами воды



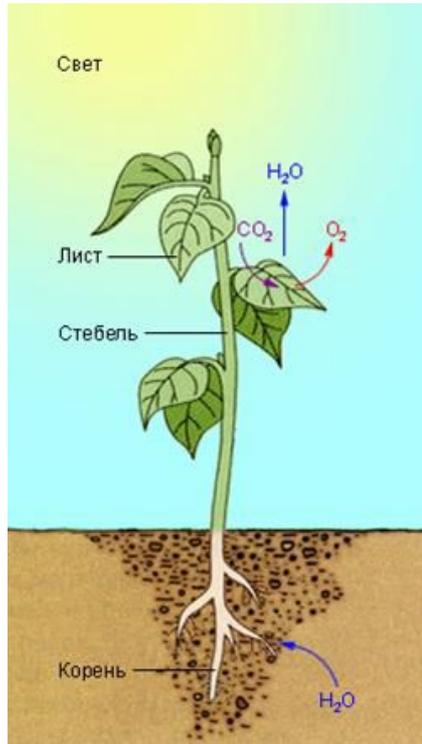
Химические соединения клетки. Вода



Вещества, плохо или вовсе нерастворимые в воде, называются **гидрофобными** (от греч. phobos – страх). К ним относятся жиры, нуклеиновые кислоты, некоторые белки. Такие вещества могут образовывать с водой поверхности раздела, на которых протекают многие химические реакции.

Следовательно, тот факт, что вода не растворяет неполярные вещества, для живых организмов также очень важен. К числу важных в физиологическом отношении свойств воды относится ее способность растворять газы (O_2 , CO_2 и др.).

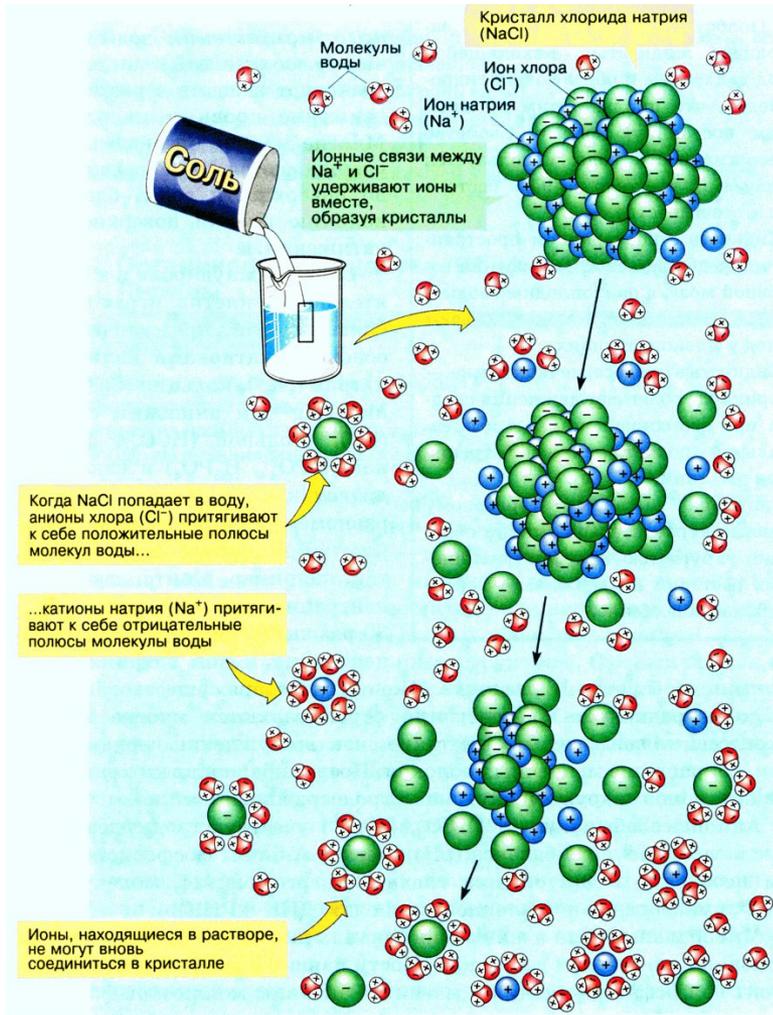
Химические соединения клетки. Вода



Вода обладает высокой теплоемкостью, т. е. способностью поглощать тепловую энергию при минимальном повышении собственной температуры. Большая теплоемкость воды защищает ткани организма от быстрого и сильного повышения температуры.

Многие организмы охлаждаются, испаряя воду (транспирация у растений, потоотделение у животных).

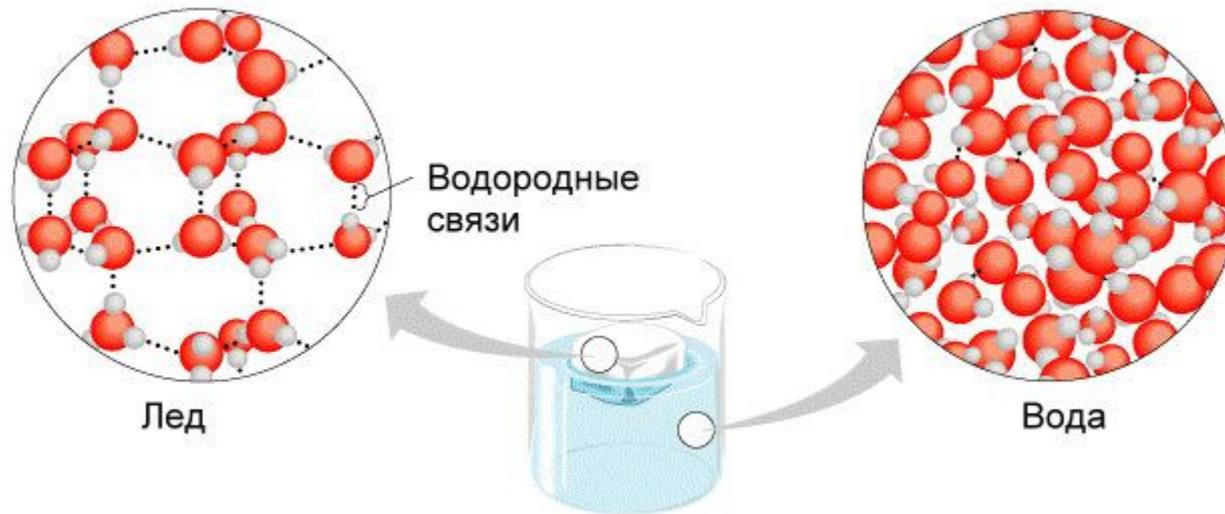
Химические соединения клетки. Вода



Вода обладает также высокой теплопроводностью, обеспечивая равномерное распределение тепла по всему организму. Следовательно, высокая удельная теплоемкость и высокая теплопроводность делают воду идеальной жидкостью для поддержания теплового равновесия клетки и организма.

Вода практически не сжимается, создавая **тургорное** давление, определяя объем и упругость клеток и тканей. Так, именно гидростатический скелет поддерживает форму у круглых червей, медуз и других организмов.

Химические соединения клетки. Вода

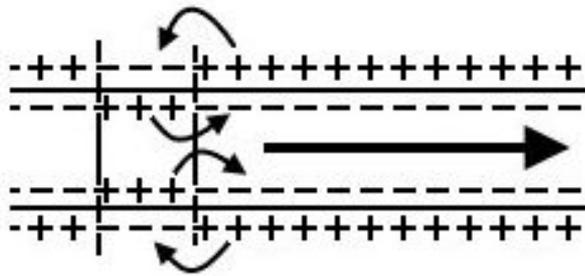


Плотность воды в твердом состоянии меньше чем в жидком, благодаря этому лед образуется на поверхности воды. Максимальная плотность воды при $+4\text{ C}^\circ$.

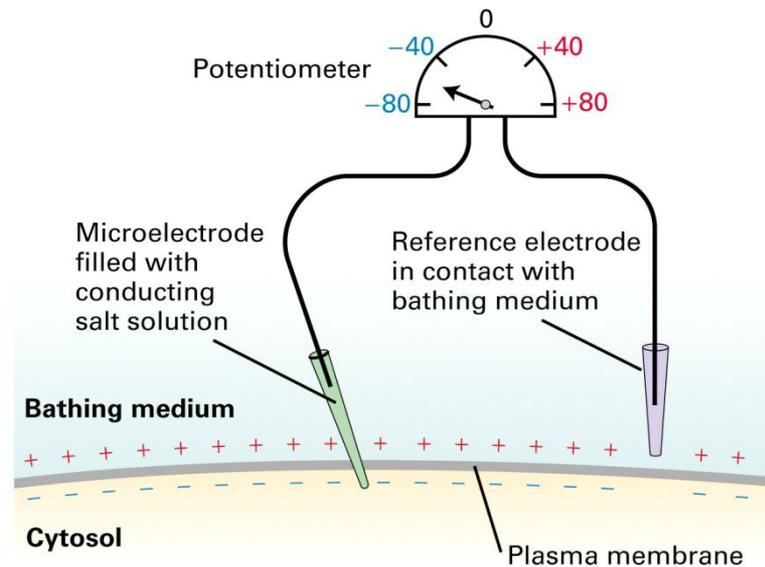
Химические соединения клетки. Соли

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.



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?

Многие организмы охлаждаются, испаряя воду (транспирация у растений, потоотделение у животных).

Какое значение имеет высокая теплопроводность воды?

Обеспечивает равномерное распределение тепла по всему организму.

Почему твердый лед легче, чем жидкая вода?

Плотность воды в твердом состоянии меньше чем в жидком, благодаря этому лед образуется на поверхности воды.

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 рН на уровне 7,0 -7,4.

Как при низком рН отреагирует фосфатная буферная система?

Фосфатная буферная система:



Как при высоком рН отреагирует бикарбонатная буферная система?

Бикарбонатная буферная система:

