

*Тема: «Химический состав клетки.  
Неорганические вещества клетки»*

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.

# Химический состав клетки

## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII																																				
1	ВОДОРОД 1 <b>H</b> 1,00794(7) 2,10 1s <sup>1</sup>												(H)		ГЕЛИЙ 2 4,002602(2) 1s <sup>2</sup> <b>He</b>																																				
	ЛИТИЙ 3 <b>Li</b> 6,941(2) 0,97 1s <sup>2</sup> 2s <sup>1</sup>		БЕРИЛЛИЙ 4 <b>Be</b> 9,012182(3) 1,47 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup>		БОР 5 <b>B</b> 10,811(5) 2,01 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>		УГЛЕРОД 6 <b>C</b> 12,011(1) 2,50 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>		АЗОТ 7 <b>N</b> 14,00647(7) 3,07 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>		КИСЛОРОД 8 <b>O</b> 15,9994(3) 3,50 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>		ФТОР 9 <b>F</b> 18,9984032(9) 4,10 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>		НЕОН 10 20,1797(6) 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> <b>Ne</b>																																				
2	НАТРИЙ 11 <b>Na</b> 22,989768(6) 1,01 [Ne]3s <sup>1</sup>		МАГНИЙ 12 <b>Mg</b> 24,3050(6) 1,23 [Ne]3s <sup>2</sup>		АЛЮМИНИЙ 13 <b>Al</b> 26,981539(5) 1,47 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>		КРЕМНИЙ 14 <b>Si</b> 28,0855(3) 1,74 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>		ФОСФОР 15 <b>P</b> 30,973762(4) 2,10 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>		СЕРА 16 <b>S</b> 32,066(6) 2,60 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>		ХЛОР 17 <b>Cl</b> 35,4527(9) 2,83 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>		АРГОН 18 39,948(1) [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> <b>Ar</b>																																				
	КАЛИЙ 19 <b>K</b> 39,0983(1) 0,91 [Ar]4s <sup>1</sup>		КАЛЬЦИЙ 20 <b>Ca</b> 40,078(4) 1,04 [Ar]4s <sup>2</sup>		СКАНДИЙ 21 <b>Sc</b> 44,955910(9) 1,20 [Ar]3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>		ТИТАН 22 <b>Ti</b> 47,88(3) 1,32 [Ar]3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>		ВАНАДИЙ 23 <b>V</b> 50,9415(1) 1,45 [Ar]3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>		ХРОМ 24 <b>Cr</b> 51,9961(6) 1,56 [Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>		МАРГАНЕЦ 25 <b>Mn</b> 54,93805(1) 1,60 [Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>		ЖЕЛЕЗО 26 <b>Fe</b> 55,847(3) 1,64 [Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>		КОБАЛЬТ 27 58,93320(1) 1,70 [Ar]3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup> <b>Co</b>	НИКЕЛЬ 28 58,69(1) 1,75 [Ar]3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup> <b>Ni</b>																																	
3	29 63,546(3) 1,75 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup> <b>Cu</b>		30 65,39(2) 1,66 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> <b>Zn</b>		31 69,723(4) 1,82 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup> <b>Ga</b>		32 72,61(2) 2,02 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup> <b>Ge</b>		33 74,92159(2) 2,20 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup> <b>As</b>		34 78,96(3) 2,48 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup> <b>Se</b>		35 79,904(1) 2,74 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup> <b>Br</b>		36 83,80(1) [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> <b>Kr</b>		37 88,90585(2) 1,11 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> <b>Y</b>	38 87,62(1) 0,99 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> <b>Zr</b>	39 91,224(2) 1,22 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> <b>Nb</b>	40 92,90638(2) 1,23 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup> <b>Mo</b>	41 95,94(1) 1,30 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup> <b>Tc</b>	42 97,9072 1,36 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> <b>Ru</b>	43 101,07(2) 1,42 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup> <b>Rh</b>	44 102,9055(3) 1,45 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup> <b>Pd</b>	45 106,42(1) 1,35 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>0</sup> <b>Pt</b>	46 106,42(1) 1,44 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup> <b>Au</b>	47 107,8682(2) 1,42 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup> <b>Ag</b>	48 112,411(8) 1,46 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> <b>Cd</b>	49 114,82(1) 1,49 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup> <b>In</b>	50 118,710(7) 1,72 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup> <b>Sn</b>	51 121,75(3) 1,82 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup> <b>Sb</b>	52 127,60(3) 2,01 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup> <b>Te</b>	53 126,90447(3) 2,21 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup> <b>I</b>	54 131,29(2) [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> <b>Xe</b>	55 132,90543(5) 0,86 [Xe]6s <sup>1</sup> <b>Ba</b>	56 137,327(7) 0,97 [Xe]6s <sup>2</sup> <b>La</b>	57 138,9055(2) 1,08 [Xe]5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Ce</b>	58 140,90765(3) 1,07 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Pr</b>	59 140,90765(3) 1,07 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Pr</b>	60 144,24(3) 1,07 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Nd</b>	61 144,9127 1,07 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Pm</b>	62 150,36(3) 1,07 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Sm</b>	63 151,965(9) 1,01 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Eu</b>	64 157,25(3) 1,11 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Gd</b>	65 158,92534 1,10 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Tb</b>	66 162,50(3) 1,10 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Dy</b>	67 164,93032(3) 1,10 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Ho</b>	68 167,26(3) 1,11 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Er</b>	69 168,93421(3) 1,11 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Tm</b>	70 173,04(3) 1,06 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Yb</b>	71 174,967(1) 1,14 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Lu</b>
	6	79 196,96654(3) 1,42 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup> <b>Au</b>	80 200,59(3) 1,44 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Hg</b>	81 204,3833(2) 1,44 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup> <b>Tl</b>	82 207,2(1) 1,55 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup> <b>Pb</b>	83 208,98037(3) 1,67 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup> <b>Bi</b>	84 208,9824 1,76 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup> <b>Po</b>	85 209,9871 1,90 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup> <b>At</b>	86 222,0176 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> <b>Rn</b>	87 223,0197 0,86 [Rn]7s <sup>1</sup> <b>Fr</b>	88 226,0254 0,97 [Rn]7s <sup>2</sup> <b>Ra</b>	89 227,0278 1,00 [Rn]6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Ac</b>	90 232,0381(1) 1,11 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Th</b>	91 231,03588(2) 1,14 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Pa</b>	92 238,02891(1) 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>U</b>	93 237,0482 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Np</b>	94 244,0642 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Pu</b>	95 243,0614 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Am</b>	96 247,0703 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Cm</b>	97 247,0703 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Bk</b>	98 251,0796 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Cf</b>	99 252,083 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Es</b>	100 257,0951 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Fm</b>	101 258,1 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Md</b>	102 259,1009 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>No</b>	103 260,105 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Lr</b>																									
7	87 223,0197 0,86 [Rn]7s <sup>1</sup> <b>Fr</b>		88 226,0254 0,97 [Rn]7s <sup>2</sup> <b>Ra</b>		89 227,0278 1,00 [Rn]6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Ac</b>		90 232,0381(1) 1,11 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Th</b>		91 231,03588(2) 1,14 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Pa</b>		92 238,02891(1) 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>U</b>		93 237,0482 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Np</b>		94 244,0642 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Pu</b>		95 243,0614 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Am</b>		96 247,0703 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Cm</b>		97 247,0703 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Bk</b>		98 251,0796 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Cf</b>		99 252,083 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Es</b>		100 257,0951 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Fm</b>		101 258,1 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Md</b>		102 259,1009 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>No</b>		103 260,105 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Lr</b>																		

Название элемента\*\* Атомный номер

ЛИТИЙ 3

Относительная\* атомная масса 6,941(2)

Электронно-отрицательность 0,97

Электронная конфигурация 1s<sup>2</sup>2s<sup>1</sup>

Символ элемента\*\*

\* В скобках указана точность последней значащей цифры.

\*\* Названия и символы элементов, приведенные в круглых скобках, не являются общепринятыми.

■ — s-элементы  
■ — p-элементы

■ — d-элементы  
■ — f-элементы

Периодический закон открыт Д.И.Менделеевым в 1869 году.

### \* ЛАНТАНОИДЫ

ЦЕРИЙ 58 140,115(4) 1,08 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Ce</b>	ПРАЗЕОДИМ 59 140,90765(3) 1,07 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Pr</b>	НЕОДИМ 60 144,24(3) 1,07 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Nd</b>	ПРОМЕТИЙ 61 144,9127 1,07 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Pm</b>	САМАРИЙ 62 150,36(3) 1,07 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Sm</b>	ЕВРОПИЙ 63 151,965(9) 1,01 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Eu</b>	ГАДОЛИНИЙ 64 157,25(3) 1,11 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Gd</b>	ТЕРБИЙ 65 158,92534 1,10 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Tb</b>	ДИСПРОЗИЙ 66 162,50(3) 1,10 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Dy</b>	ГОЛЬМИЙ 67 164,93032(3) 1,10 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Ho</b>	ЭРБИЙ 68 167,26(3) 1,11 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Er</b>	ТУЛИЙ 69 168,93421(3) 1,11 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Tm</b>	ИТТЕРБИЙ 70 173,04(3) 1,06 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Yb</b>	ЛЮТЕЦИЙ 71 174,967(1) 1,14 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> <b>Lu</b>
--	--	--	---	---	--	---	--	---	--	---	--	--	--

### \*\* АКТИНОИДЫ

ТОРИЙ 90 232,0381(1) 1,11 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Th</b>	ПРОТАКТИНИЙ 91 231,03588(2) 1,14 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Pa</b>	УРАН 92 238,02891(1) 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>U</b>	НЕПУНИЙ 93 237,0482 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Np</b>	ПЛУТОНИЙ 94 244,0642 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Pu</b>	АМЕРИЦИЙ 95 243,0614 1,22 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Am</b>	КЮРИЙ 96 247,0703 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Cm</b>	БЕРКЛИЙ 97 247,0703 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Bk</b>	КАЛИФОРНИЙ 98 251,0796 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Cf</b>	ЭЙНШТЕЙНИЙ 99 252,083 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Es</b>	ФЕРМИЙ 100 257,0951 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Fm</b>	МЕНДЕЛЕВИЙ 101 258,1 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>Md</b>	(НОБЕЛИЙ) 102 259,1009 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>(No)</b>	(ЛОУРЕНСИЙ) 103 260,105 1,20 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> <b>(Lr)</b>
--	---	---	---	--	--	---	---	--	---	---	--	--	---



## 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 26 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:*

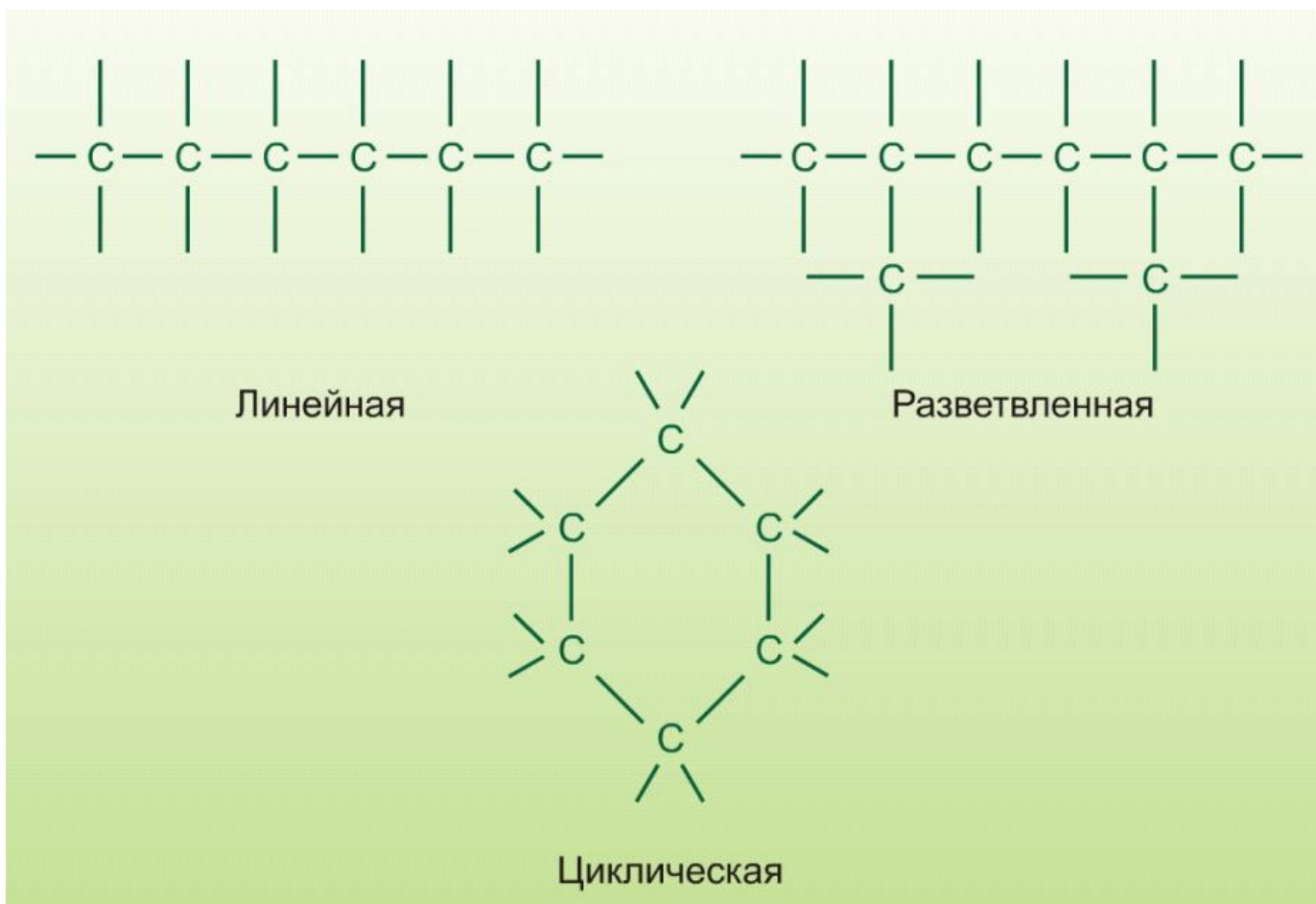
(*Zn, Mn, Cu, Co, Mo* и многие другие), доля которых составляет от 0,001% до 0,000001% (0,1 % массы клетки). Входят в состав биологически активных веществ – ферментов, витаминов и гормонов.

### *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

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 <sub>12</sub> .
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.



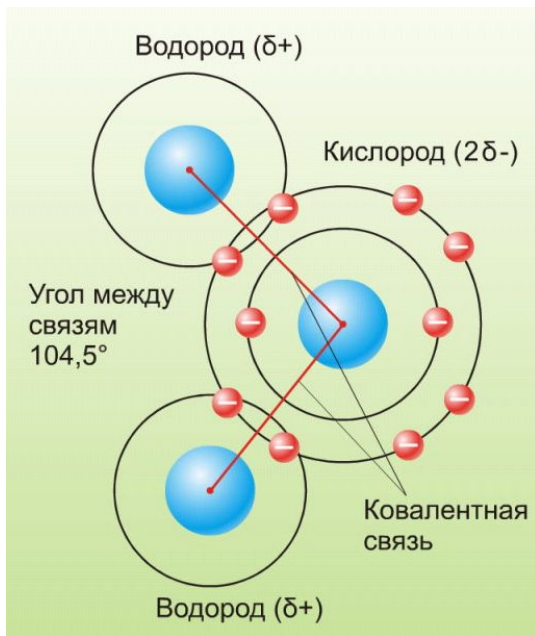
## Химические соединения. Вода

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

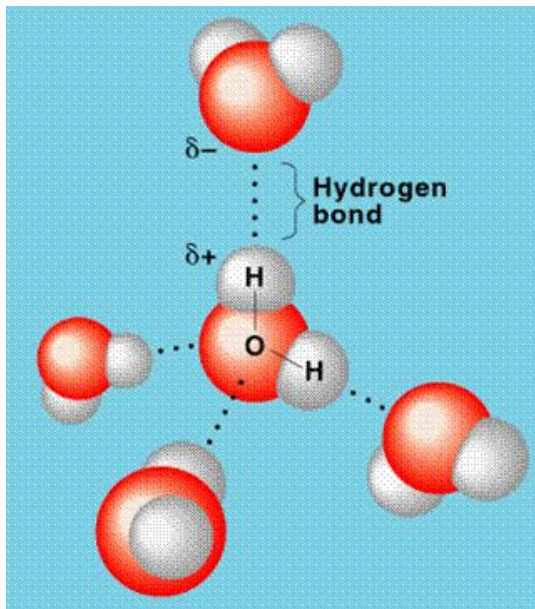
**Вода.** Самое распространенное в живых организмах неорганическое соединение. Ее содержание колеблется в широких пределах: в клетках эмали зубов вода составляет по массе около 10%, а в клетках развивающегося зародыша – более 90%.



# Химические соединения. Вода

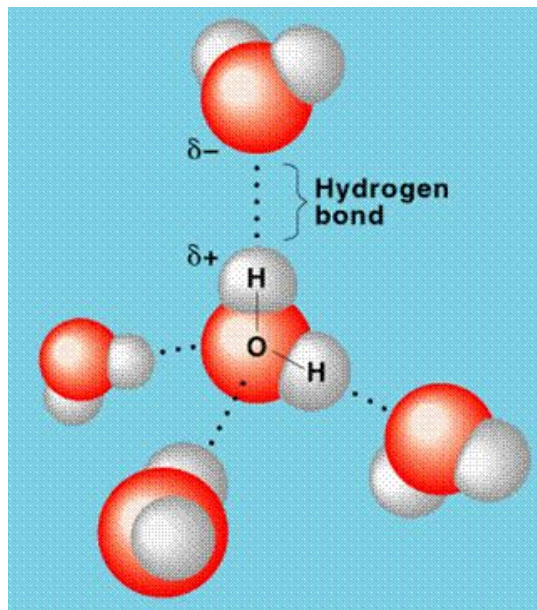
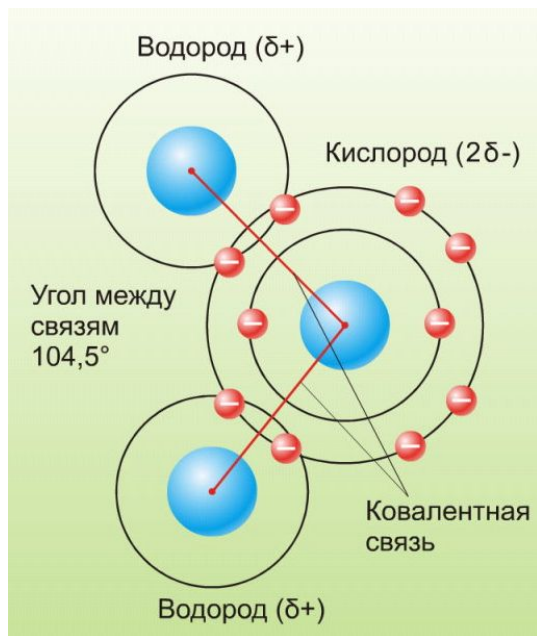


Молекула воды состоит из атома O, связанного с двумя атомами H полярными ковалентными связями. Характерное расположение электронов в молекуле воды придает ей электрическую асимметрию. Более электроотрицательный атом кислорода притягивает электроны атомов водорода сильнее, в результате общие пары электронов 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  $\delta^+$ ), а атом кислорода несет частично отрицательный заряд ( $2\delta^-$ ). Молекула воды поляризована и является диполем (имеет два полюса).

## Химические соединения. Вода

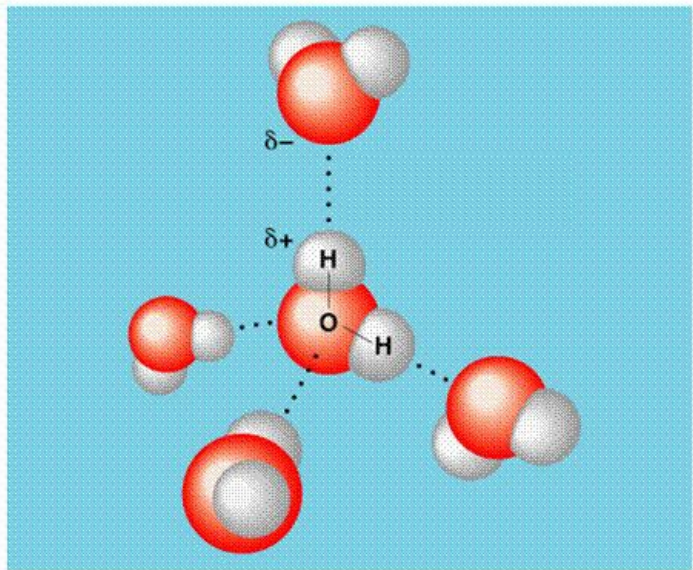


Частично отрицательный заряд атома кислорода одной молекулы воды притягивается частично положительными атомами водорода других молекул. Таким образом, каждая молекула воды стремится связаться водородными связями с четырьмя соседними молекулами воды.

**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).

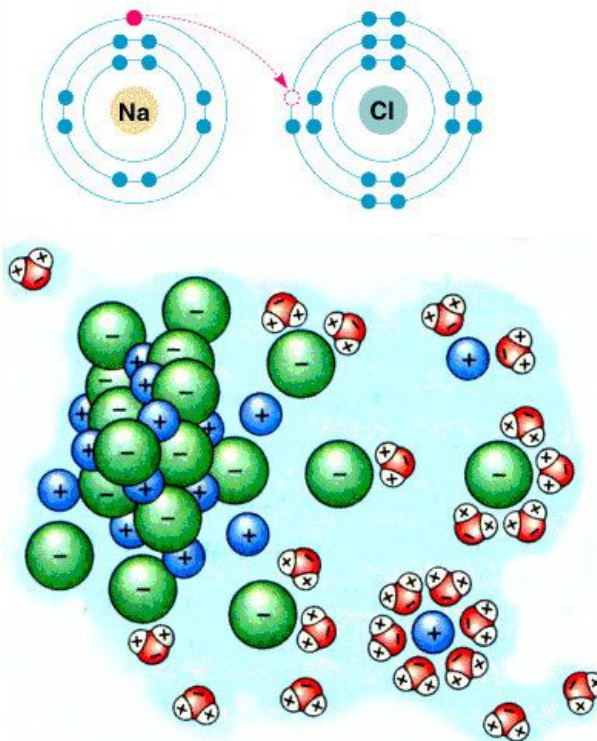


# Химические соединения. Вода

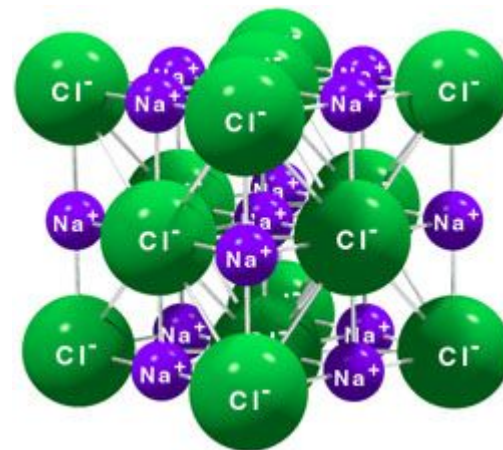
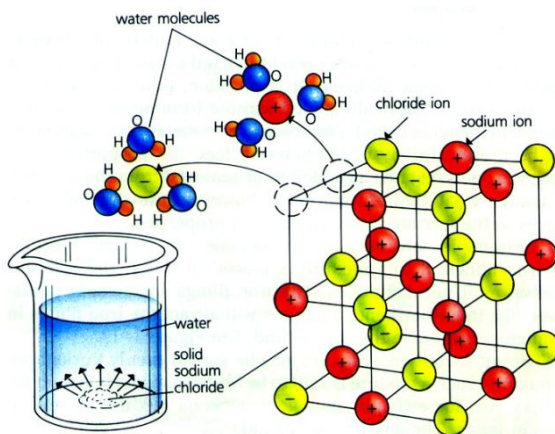
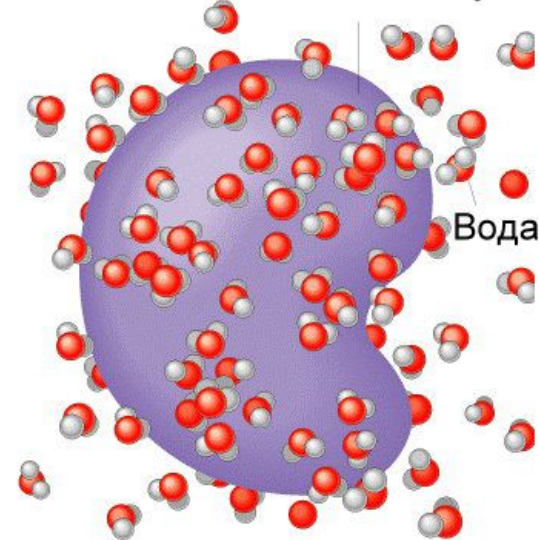


Водородные связи между молекулами воды

## Растворение NaCl

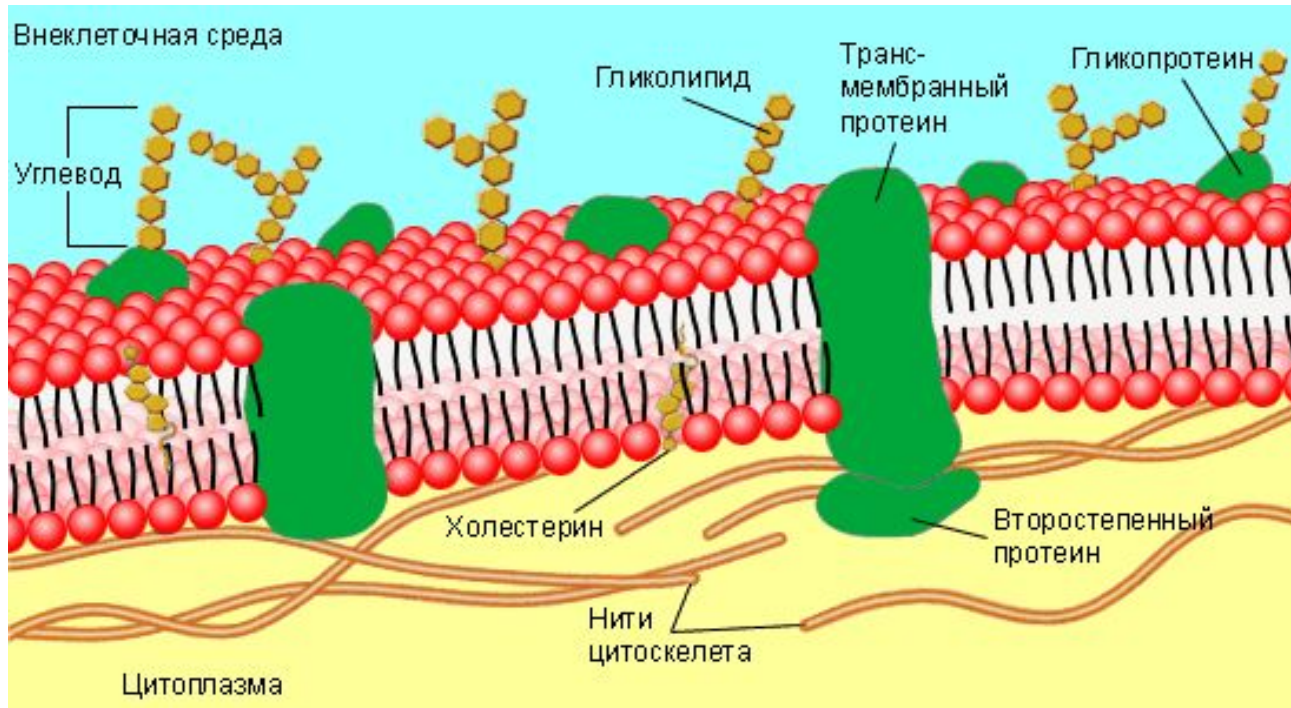


## Гидратированная белковая молекула





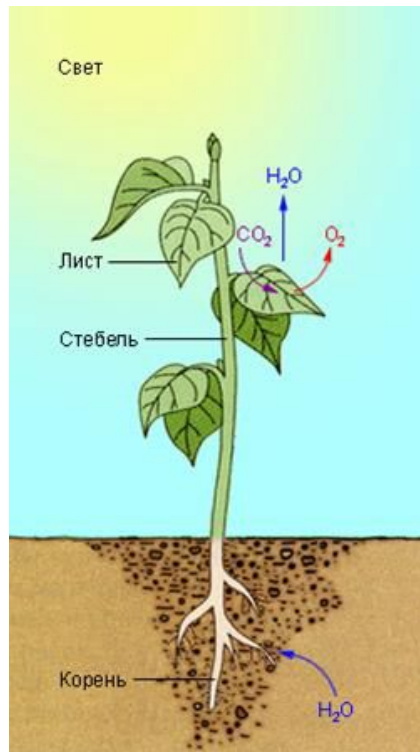
## Химические соединения. Вода



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. Вода



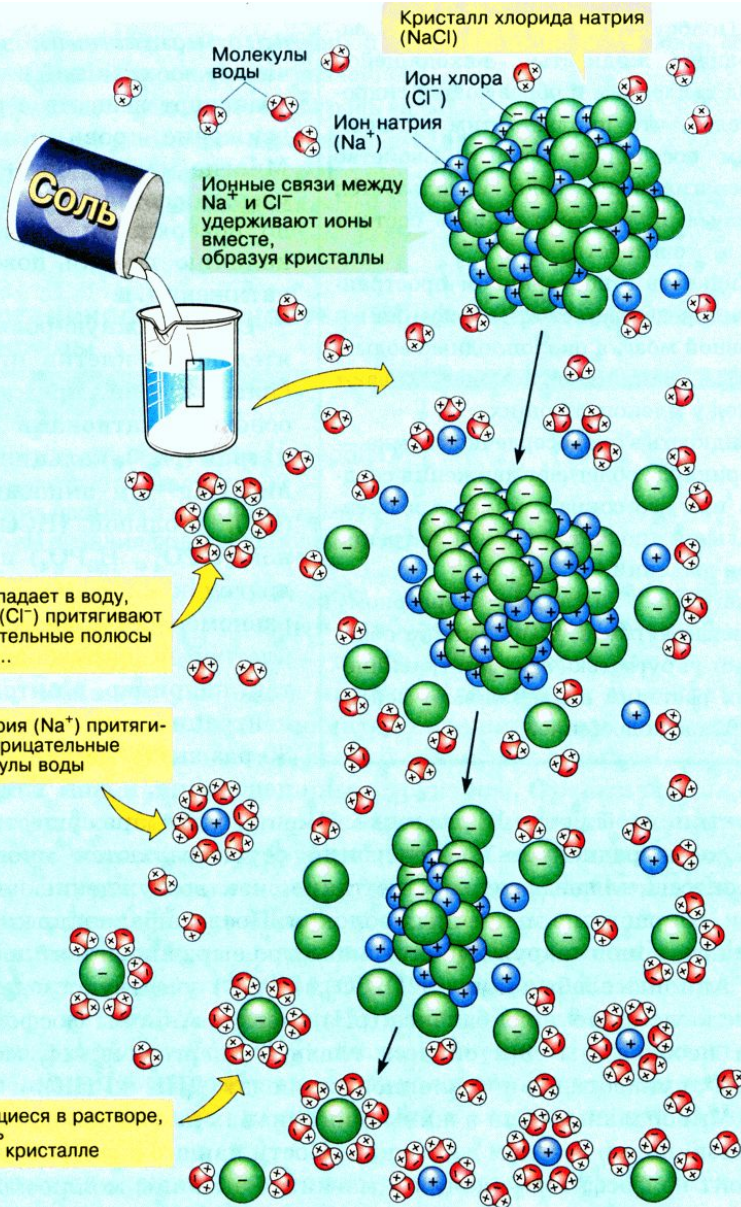
**Вода обладает высокой теплоемкостью**, т. е. способностью поглощать тепловую энергию при минимальном повышении собственной температуры. Большая теплоемкость воды защищает ткани организма от быстрого и сильного повышения температуры.

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

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.

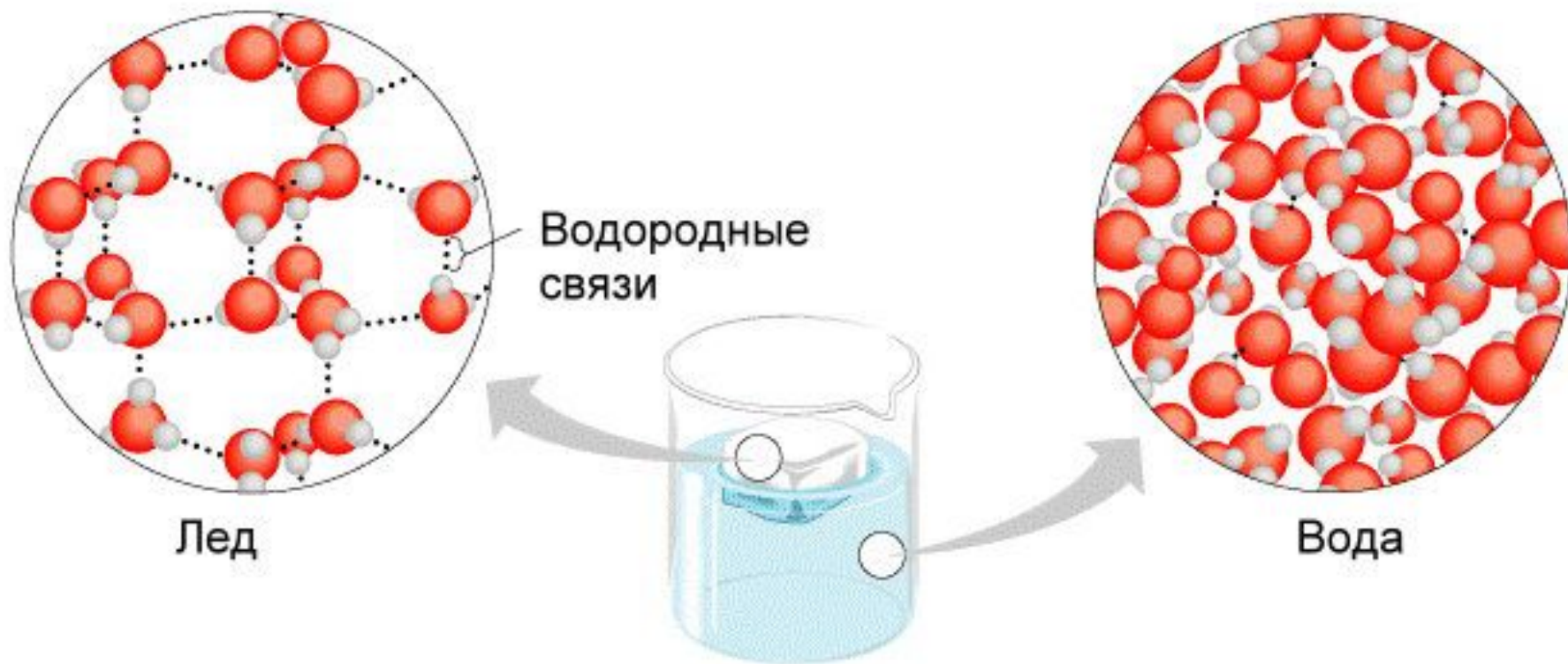


# Химические соединения. Вода



**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.



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

### 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. 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.



## Химические соединения. Вода

Содержание солей в плазме крови – около 0,9%.

Важнейшие катионы

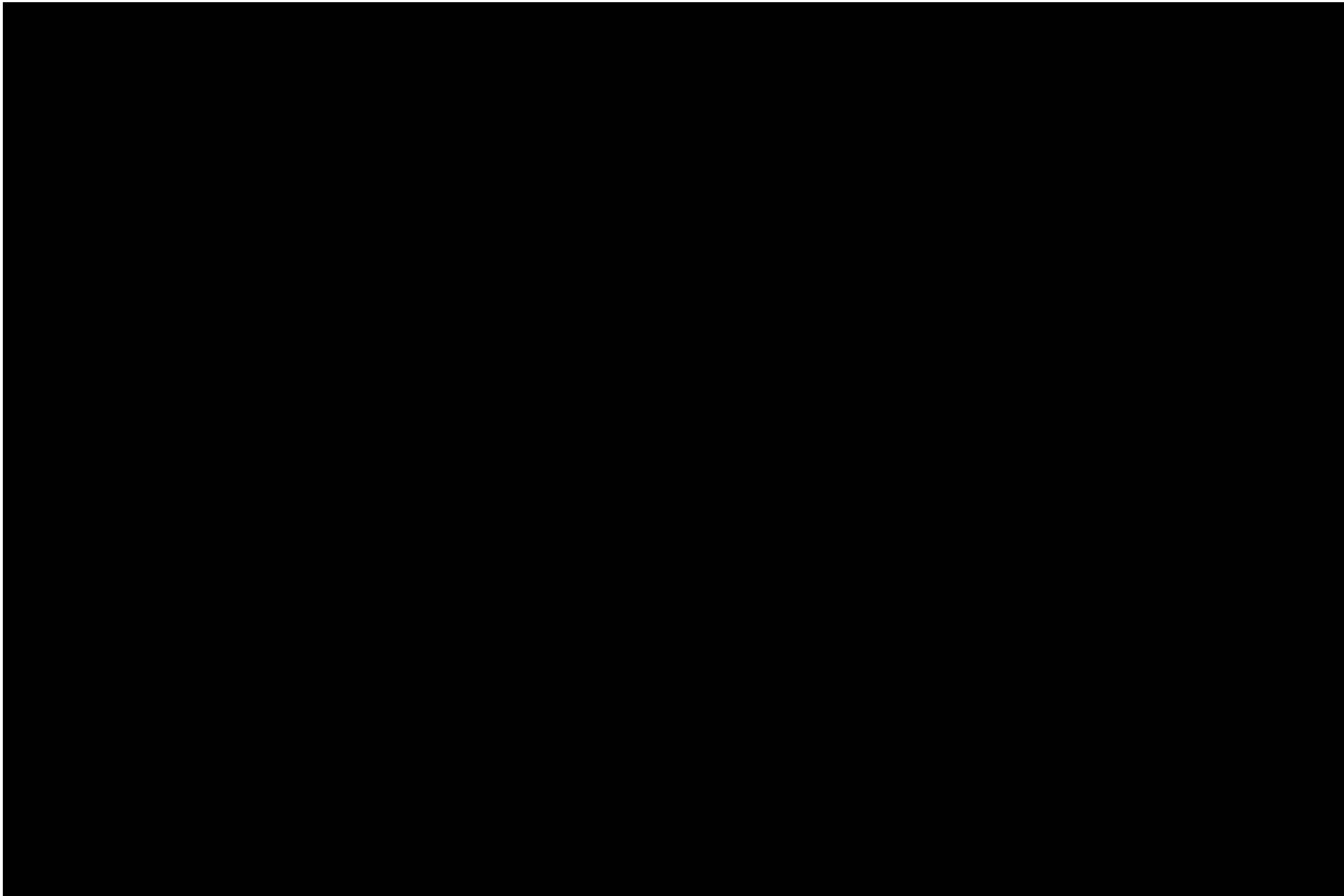
$K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  и др.

На внешней поверхности мембраны всегда больше  $Na^+$  чем на внутренней, и меньше  $K^+$ , чем на внутренней.

Концентрации ионов в клетке скелетной мышцы и во внеклеточной среде

Ионы	Концентрация в саркоплазме (ммоль)	Концентрация вне клетки (ммоль)
$K^+$	140	2,5
$Na^+$	10	120
$Cl^-$	3-4	120
$Ca^{2+}$	<0,001	2
$A^-$ (полипептиды)	140	0

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?

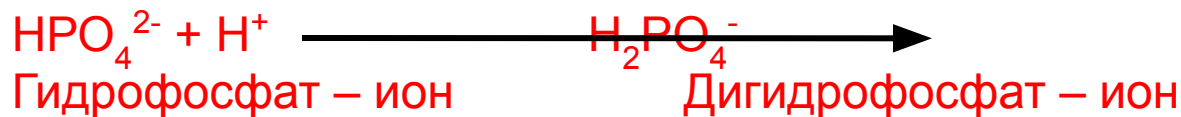
*Кислотность или основность раствора определяется концентрацией в нем ионов  $H^+$ .*

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:*

