

Введение в химию биогеохимических элементов

Лекция №1

Основные вопросы лекции:

- Распространенность химических элементов в природе и понятие о биосфере;
- Биогенные элементы и их классификация;
- Закономерности распределения биогенных элементов в периодической системе элементов Д.И. Менделеева;
- Общая характеристика водорода;
- Свойства воды.

Распространенность химических элементов в природе

- Геологические сферы Земли:
 - литосфера – твёрдая внешняя оболочка Земли;
 - гидросфера – водная оболочка Земли;
 - атмосфера – воздушная оболочка Земли.

Распространенность химических элементов в природе

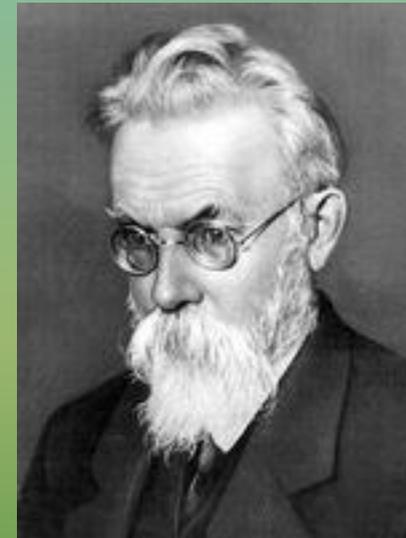
Биосфера – часть земной оболочки, занятой растительными и животными организмами.

Границы биосферы:

- Нижний слой атмосферы (тропосфера) – **15-20 км**. Граница определяется озоновым слоем, задерживающим коротковолновое ультрафиолетовое излучение, губительное для живых организмов. Лишь тонкий слой тропосферы (десятки метров) переполнен жизнью.
- Гидросфера – жизнь возможна на глубине **до 10 км**. Граница определяется дном Мирового Океана.
- Поверхностный слой литосферы – на глубине **до 3,5 - 7,5 км**. Граница определяется температурой перехода воды в пар и температурой денатурации белков, однако в основном распространение живых организмов ограничивается вглубь несколькими метрами.

От биосферы к ноосфере

- Владимир Иванович Вернадский, академик (1863 – 1945)
- «Одним из факторов, которые должны привести к образованию ноосферы является создание единой для человечества информационной системы».



Содержание химических элементов (в %) в земной коре и организмах животных

	O	Si	Al	Fe	Ca	Mg	Na	K	H	P	C	Cl	S	N
Лито-сфера	49	26	7,5	4,2	3,2	2,4	2,4	2,4	1,0	0,7	0,35	0,20	0,10	0,04
Био-сфера	<u>65</u>	< 0,01	< 0,001	< 0,1	1,4	< 0,1	0,26	0,27	<u>10</u>	<u>0,9</u>	<u>18,5</u>	<u>0,25</u>	<u>0,21</u>	<u>2,65</u>

Понятие о биогенных элементах

- Биогенные элементы – это химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и выполняющие определенные биологические функции.

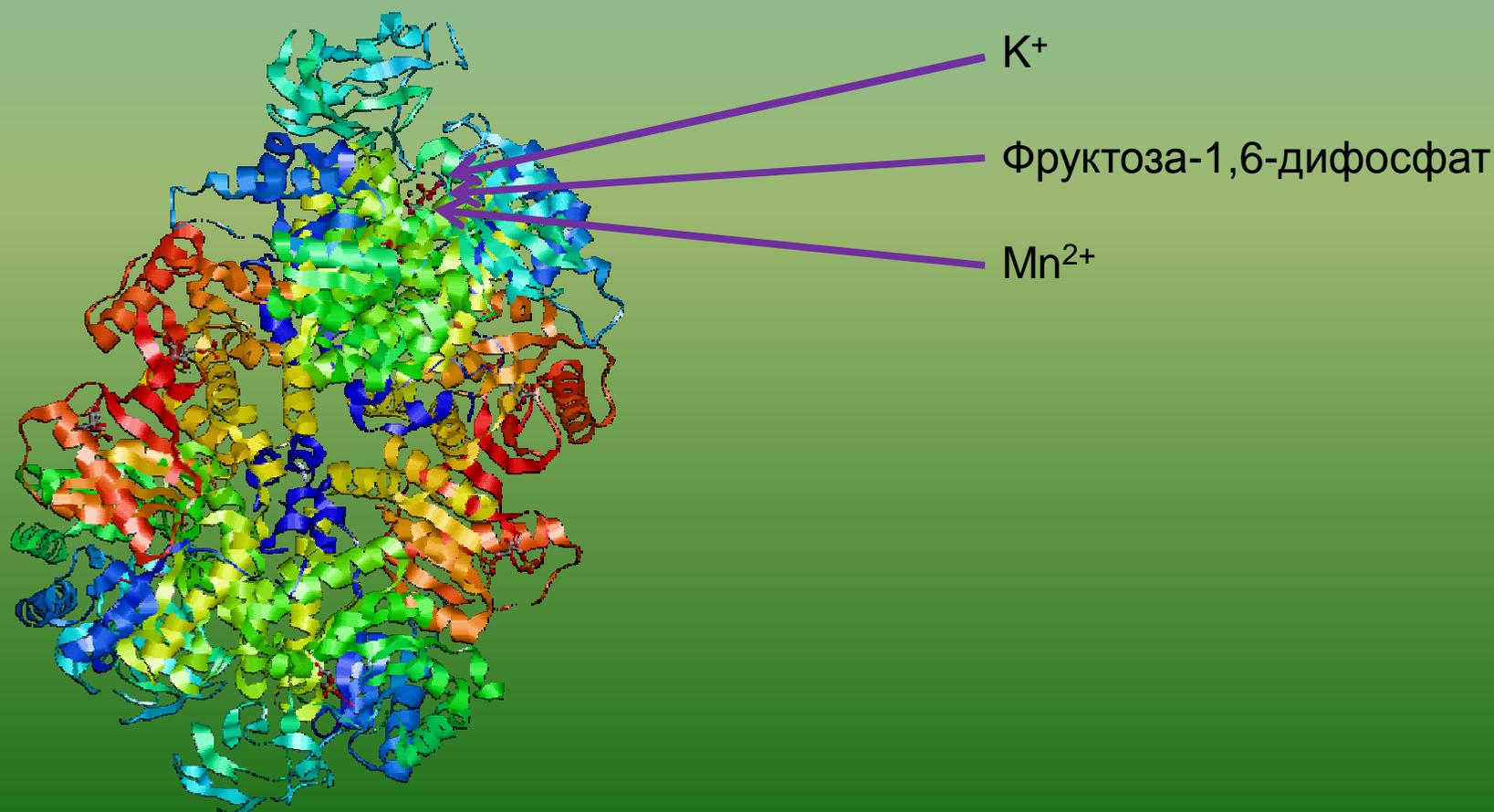
Понятие о биогенных элементах

- Из 92 встречающихся в природе стабильных элементов в организмах животных обнаружен 81.
- Элемент может быть отнесен к группе биогенных, если он удовлетворяет следующим требованиям:
 - Постоянно присутствует в организме в количествах, сходных у разных индивидуумов;
 - Ткани по содержанию данного элемента всегда располагаются в определенном порядке;
 - Синтетический рацион, не содержащий этого элемента, вызывает у животных характерные симптомы недостаточности и определенные биохимические изменения в тканях;
 - Эти симптомы и изменения могут быть предотвращены путём добавления данного элемента в пищу.

Биоэлементология

- Биоэлементология – это наука, изучающая роль химических элементов в процессах жизнедеятельности.
- Синоним биоэлементологии – «элементомика».
- Самым крупным разделом элементомики является «металломика» – изучает роль различных ионов металлов в процессах жизнедеятельности.
- Металлом – это совокупность металлоферментов, металлопротеинов и других металлсодержащих биомолекул.

Трехмерное строение эритроцитарной пируваткиназы человека



Классификация биогенных элементов

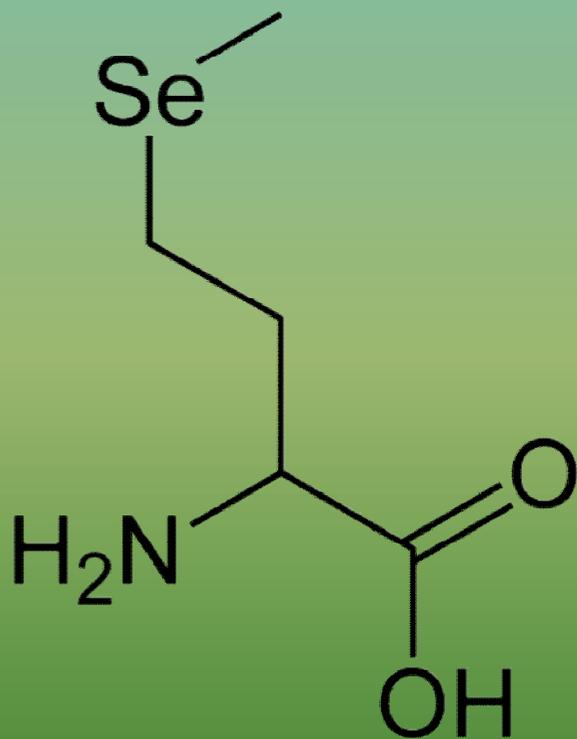
- Классификация по функциональной роли:

– Органогены – элементы, входящие в состав органических веществ: С, Н, О, N, Р, S. На их долю приходится 97-98% массы тела.

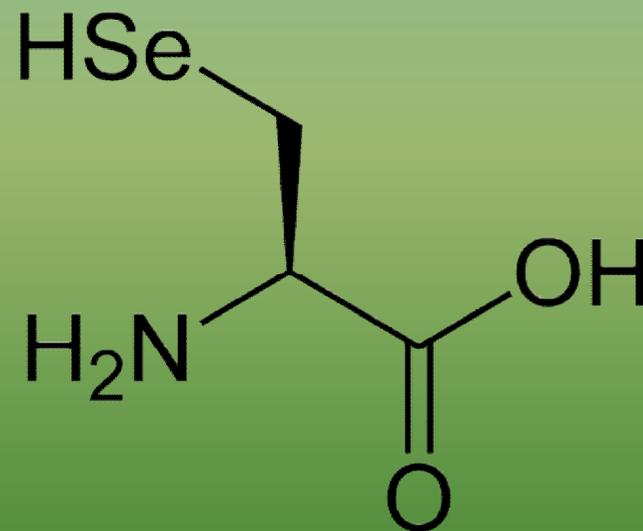
Усредненный состав белков животных:

С – 51-55%;	Н – 6,5-7,0%;
О – 22-24%;	S – 0,3-2,5%;
N – 15-18%;	Р – 0,5%.

Селен – седьмой органоген?



селенометионин



селеноцистеин

Классификация биогенных элементов

- Классификация по функциональной роли:
 - Элементы электролитного фона: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- . Ионы Na^+ , K^+ , Mg^{2+} и Ca^{2+} составляют 99% общего содержания металлов в организме.
 - Микроэлементы – это химические элементы, атомы или ионы которых входят в состав ферментов, гормонов и других биологически активных веществ: Zn^{2+} - карбоангидраза, карбоксипептидаза; Fe^{3+} - каталаза, пероксидаза; Mo^{6+} - альдегидоксидаза; Co^{2+} - рибонуклеотидредуктаза.

Классификация биогенных элементов

- Классификация по содержанию элементов в организме:
 - Макроэлементы – это биогенные элементы, содержание которых превышает 0,01% массы тела: к ним отнесены шесть органических элементов (С, Н, О, N, Р, S), ионы электролитного фона (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^-) и **железо**. На долю макроэлементов приходится 99,99% массы тела.
 - Микроэлементы – это биогенные элементы, содержание которых в организме находится в пределах от 10^{-3} до 10^{-5} %. К ним относятся: Zn, Mn, Mo, Cu, I, F, Br и др.
 - Ультрамикроэлементы – это биогенные элементы, содержание которых в организме меньше, чем 10^{-5} %. К ним относятся: Al, Cr, Se и др.

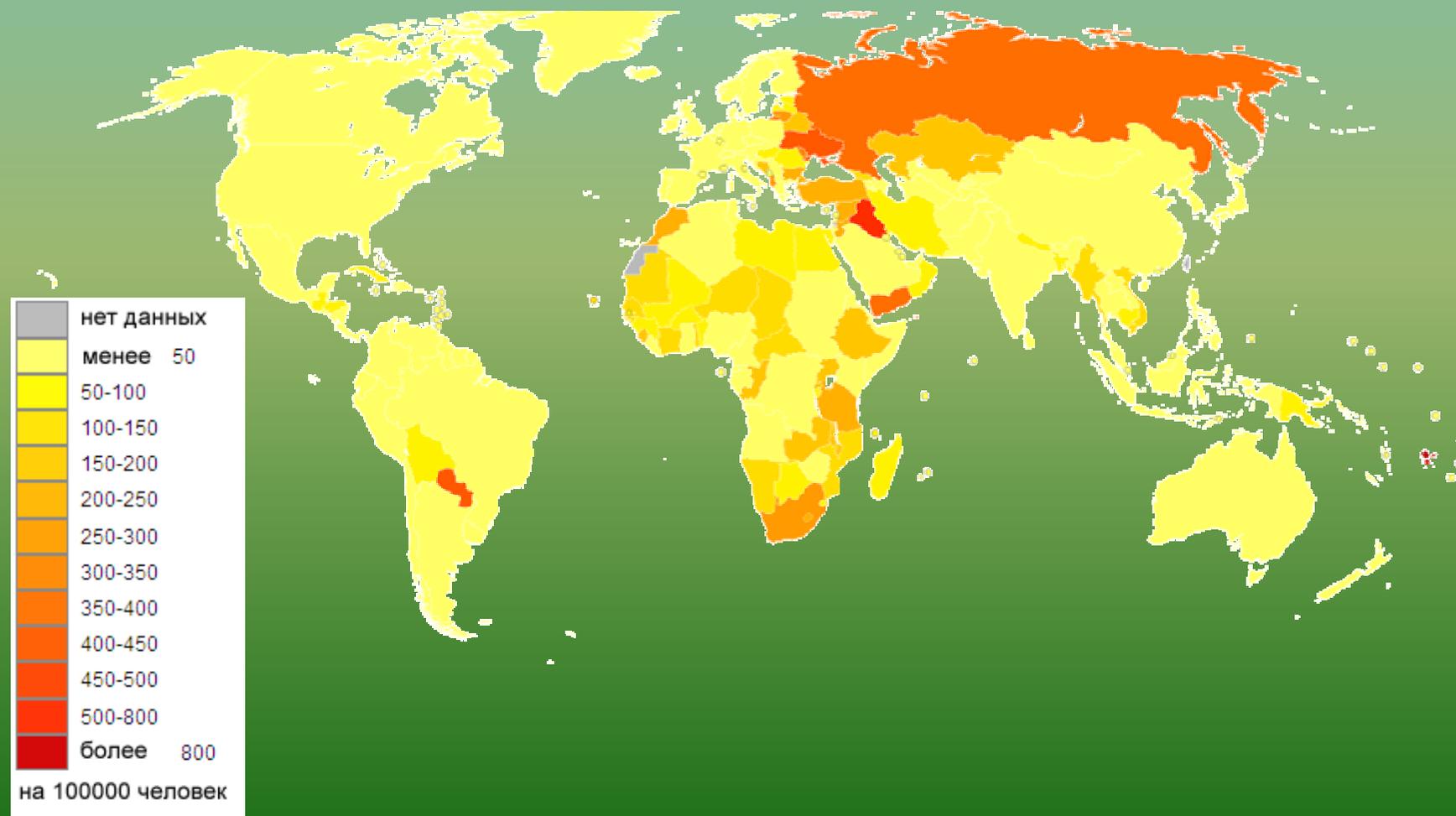
- Микроэлементы, когда их концентрация в организме превышает биотическую концентрацию, проявляют токсическое действие на организм.
- Наоборот, токсичный элемент As в микродозах оказывает биостимулирующее действие.
- Нет токсичных элементов – есть токсичные дозы.
- Парацельс: *«Всё есть яд, и ничто не лишено ядовитости. Одна лишь доза делает яд незаметным».*

Биогеохимические провинции. Эндемические заболевания

- Биогеохимические провинции – территории различных размеров с избытком или недостатком определенных элементов, что приводит к характерным реакциям организмов (например, к эндемическим заболеваниям).
- Эндемические заболевания – это заболевания, в этиологии которых главную роль играет недостаток или избыток как биогенных, так и токсических микроэлементов (микроэлементозы).

- Дефицит микроэлементов:
 - Fe - железодефицитная анемия
 - Co - злокачественная анемия
 - F - кариес
 - I - гипотиреоз
 - Se - синдром внезапной смерти
 - Cr - симптомы диабета
- Избыток микроэлементов:
 - Fe - сидероз
 - Mo - подагра
 - Cu - заболевание ЦНС

Распространённость йодной недостаточности в странах мира по данным ВОЗ за 2002 год



Области «эндемического зоба»



Закономерности распределения биогенных элементов в ПСЭ

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев
1834–1907

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА: Rb
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР: 37
НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА: РУБИДИЙ
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА: 85,468
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО СЛОЯМ: 2, 8, 18, 16, 3

- S-элементы
- P-элементы
- d-элементы
- f-элементы

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Элементарная ячейка											
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			a										
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b												
1	1	H ВОДОРОД 1,008																He ГЕЛИЙ 4,003											
2	2	Li ЛИТИЙ 6,941	Be БЕРИЛЛИЙ 9,0122	B БОР 10,811	C УГЛЕРОД 12,011	N АЗОТ 14,007	O КИСЛОРОД 15,999	F ФТОР 18,998	Ne НЕОН 20,179									Ar АРГОН 39,948											
3	3	Na НАТРИЙ 22,99	Mg МАГНИЙ 24,312	Al АЛЮМИНИЙ 26,982	Si КРЕМНИЙ 28,086	P ФОСФОР 30,974	S СЕРА 32,064	Cl ХЛОР 35,453																					
4	4	K КАЛИЙ 39,102	Ca КАЛЬЦИЙ 40,08	Sc СКАНДИЙ 44,956	Ti ТИТАН 47,88	V ВАНАДИЙ 50,941	Cr ХРОМ 51,996	Mn МАРГАНЕЦ 54,938	Fe ЖЕЛЕЗО 55,849	Co КОБАЛЬТ 58,933	Ni НИКЕЛЬ 58,7																		
	5	Cu МЕДЬ 63,546	Zn ЦИНК 65,37	Ga ГАЛЛИЙ 69,72	Ge ГЕРМАНИЙ 72,59	As МЫШЬЯК 74,922	Se СЕЛЕН 78,96	Br БРОМ 79,904											Kr КРИПТОН 83,8										
5	6	Rb РУБИДИЙ 85,468	Sr СТРОНЦИЙ 87,62	Y ИТРИЙ 88,906	Zr ЦИРКОНИЙ 91,22	Nb НИОБИЙ 92,906	Mo МОЛИБДЕН 95,94	Tc ТЕХНЕЦИЙ [98]	Ru РУТЕНИЙ 101,07	Rh РОДИЙ 102,906	Pd ПАЛЛАДИЙ 106,4																		
	7	Ag СЕРЕБРО 107,868	Cd КАДМИЙ 112,41	In ИНДИЙ 114,82	Sn ОЛОВО 118,69	Sb СУРЬМА 121,75	Te ТЕЛЛУР 127,6	I ИОД 126,905											Xe КСЕНОН 131,3										
6	8	Cs ЦЕЗИЙ 132,905	Ba БАРИЙ 137,34	57–71 ЛАНТАНОИДЫ	Hf ГАФНИЙ 178,49	Ta ТАНТАЛ 180,948	W ВОЛЬФРАМ 183,85	Re РЕНИЙ 186,207	Os ОСМИЙ 190,2	Ir ИРИДИЙ 192,22	Pt ПЛАТИНА 195,09																		
	9	Au ЗОЛОТО 196,867	Hg РУТУТЬ 200,59	Tl ТАЛЛИЙ 204,37	Pb СВИНЕЦ 207,19	Bi ВИСМУТ 208,98	Po ПОЛОНИЙ [210]	At АСТАТ [210]											Rn РАДОН [222]										
7	10	Fr ФРАНЦИЙ [223]	Ra РАДИЙ [226]	89–103 АКТИНОИДЫ	Rf РЕЗЕРФОРДИЙ [261]	Db ДУБНИЙ [262]	Sg СИБОРГИЙ [263]	Bh БОРИЙ [262]	Hn ХАНИЙ [265]	Mt МЕЙТНЕРИЙ	110																		
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄																				
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR																					
ЛАНТАНОИДЫ																													
57	La ЛАНТАН 138,906	58	Ce ЦЕРИЙ 140,12	59	Pr ПРАЗЕДИЙ 140,908	60	Nd НЕОДИМ 144,24	61	Pm ПРОМЕТИЙ [145]	62	Sm САМАРИЙ 150,4	63	Eu ЕВРОПИЙ 151,96	64	Gd ГАДОЛИНИЙ 157,25	65	Tb ТЕРБИЙ 158,925	66	Dy ДИСПРОЗИЙ 162,5	67	Ho ГОЛЬМИЙ 164,93	68	Er ЭРБИЙ 167,26	69	Tm ТУЛЬИЙ 168,934	70	Yb ИТТЕРБИЙ 173,04	71	Lu ЛУТЕЦИЙ 174,97
АКТИНОИДЫ																													
89	Ac АКТИНИЙ [227]	90	Th ТОРИЙ 232,038	91	Pa ПРОАКТИНИЙ [231]	92	U УРАН 238,029	93	Np НЕПУТУНИЙ [237]	94	Pu ПЛУТОНИЙ [244]	95	Am АМЕРИЦИЙ [243]	96	Cm КУРИЙ [247]	97	Bk БЕРКЛИЙ [247]	98	Cf КАЛЬФИНИЙ [251]	99	Es ЭЙНШТЕЙНИЙ [254]	100	Fm ФЕРМИЙ [257]	101	Md МЕНДЕЛЕВИЙ [258]	102	No НОБЕЛИЙ [259]	103	Lr ЛОУРЕНСИЙ [260]

Современная периодическая система элементов Д.И.Менделеева

Период Period	Группы Groups										18 0 4.002602 2 He 16 -279.2 -268.93 12.3 eV Helium Гелий												
	1 1.00794 Hydrogen Водород Hydrogenium	2 6.941 9.012182 Lithium Литий	3 3 Li [He]2s¹ 180.54 1347 0.98/0.97 Lithium Литий	4 4 Be 2s² 1278 2970 1.57/1.47 Beryllium Бериллий	5 11 Na [Ne]3s¹ 22.989770 87.96 883.15 0.93/1.01 Sodium Натрий (Natrium)	6 12 Mg 3s² 24.3050 648.6 1.31/1.23 Magnesium Магний	7 19 K [Ar]4s¹ 39.0983 87.63 774 0.82/0.91 Potassium Калий (Kalium)	8 20 Ca 4s² 40.078 836 1487 1.00/1.04 Calcium Кальций	9 21 Sc 3d¹ 4s² 44.955910 1541 2831 1.30/1.20 Scandium Скандий	10 22 Ti 3d² 4s² 47.887 1670 3287 1.54/1.32 Titanium Титан		11 23 V 3d³ 4s² 50.9415 1890 3380 1.53/1.45 Vanadium Ванадий	12 24 Cr 3d⁵ 4s¹ 51.9961 1857 2672 1.65/1.56 Chromium Хром	13 25 Mn 3d⁵ 4s² 54.938046 1244 1962 1.55/1.60 Manganese Марганец Manganum	14 26 Fe 3d⁶ 4s² 55.845 1535 2750 1.83/1.64 Iron Железо Ferrum	15 27 Co 3d⁷ 4s² 58.933200 1485 2670 1.88/1.70 Cobalt Кобальт Cobaltum	16 28 Ni 3d⁸ 4s² 58.6934 1453 2732 1.91/1.75 Nickel Никель Niccolum	17 29 Cu 3d¹⁰ 4s¹ 63.546 1083.4 2567 1.90/1.75 Copper Медь Cuprum	18 30 Zn 3d¹⁰ 4s² 65.39 410.88 907 1.85/1.68 Zinc Цинк Zincum	19 31 Ga 3d¹⁰ 4s² 4p¹ 69.723 80.723 2403 1.81/1.82 Gallium Галлий	20 32 Ge 3d¹⁰ 4s² 4p² 72.61 72.61 2830 2.012/02 Germanium Германий	21 33 As 3d¹⁰ 4s² 4p³ 74.92160 74.92160 2830 2.552/2.48 Arsenic Мышьяк Arsenicum	22 34 Se 3d¹⁰ 4s² 4p⁴ 78.96 78.96 2830 2.552/2.48 Selenium Селен
3	11 Na	12 Mg	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr			
4	19 K	20 Ca	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe			
5	37 Rb	38 Sr	55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn			
6	55 Cs	56 Ba	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 Unt	114 Uuq	115 Uup	116 Uuq	117 Uuh	118 Uuo			
7	87 Fr	88 Ra	(223)	(226)	(227)	(224)	(225)	(226)	(227)	(228)	(229)	(230)	(231)	(232)	(233)	(234)	(235)	(236)	(237)	(238)			
8	(223)	(226)	(227)	(228)	(229)	(230)	(231)	(232)	(233)	(234)	(235)	(236)	(237)	(238)	(239)	(240)	(241)	(242)	(243)	(244)			
9	(238)	(239)	(240)	(241)	(242)	(243)	(244)	(245)	(246)	(247)	(248)	(249)	(250)	(251)	(252)	(253)	(254)	(255)	(256)	(257)			
10	(252)	(253)	(254)	(255)	(256)	(257)	(258)	(259)	(260)	(261)	(262)	(263)	(264)	(265)	(266)	(267)	(268)	(269)	(270)	(271)			
11	(264)	(265)	(266)	(267)	(268)	(269)	(270)	(271)	(272)	(273)	(274)	(275)	(276)	(277)	(278)	(279)	(280)	(281)	(282)	(283)			
12	(270)	(271)	(272)	(273)	(274)	(275)	(276)	(277)	(278)	(279)	(280)	(281)	(282)	(283)	(284)	(285)	(286)	(287)	(288)	(289)			
13	(276)	(277)	(278)	(279)	(280)	(281)	(282)	(283)	(284)	(285)	(286)	(287)	(288)	(289)	(290)	(291)	(292)	(293)	(294)	(295)			
14	(282)	(283)	(284)	(285)	(286)	(287)	(288)	(289)	(290)	(291)	(292)	(293)	(294)	(295)	(296)	(297)	(298)	(299)	(300)	(301)			
15	(288)	(289)	(290)	(291)	(292)	(293)	(294)	(295)	(296)	(297)	(298)	(299)	(300)	(301)	(302)	(303)	(304)	(305)	(306)	(307)			
16	(294)	(295)	(296)	(297)	(298)	(299)	(300)	(301)	(302)	(303)	(304)	(305)	(306)	(307)	(308)	(309)	(310)	(311)	(312)	(313)			
17	(300)	(301)	(302)	(303)	(304)	(305)	(306)	(307)	(308)	(309)	(310)	(311)	(312)	(313)	(314)	(315)	(316)	(317)	(318)	(319)			
18	(306)	(307)	(308)	(309)	(310)	(311)	(312)	(313)	(314)	(315)	(316)	(317)	(318)	(319)	(320)	(321)	(322)	(323)	(324)	(325)			
19	(312)	(313)	(314)	(315)	(316)	(317)	(318)	(319)	(320)	(321)	(322)	(323)	(324)	(325)	(326)	(327)	(328)	(329)	(330)	(331)			
20	(318)	(319)	(320)	(321)	(322)	(323)	(324)	(325)	(326)	(327)	(328)	(329)	(330)	(331)	(332)	(333)	(334)	(335)	(336)	(337)			
21	(324)	(325)	(326)	(327)	(328)	(329)	(330)	(331)	(332)	(333)	(334)	(335)	(336)	(337)	(338)	(339)	(340)	(341)	(342)	(343)			
22	(330)	(331)	(332)	(333)	(334)	(335)	(336)	(337)	(338)	(339)	(340)	(341)	(342)	(343)	(344)	(345)	(346)	(347)	(348)	(349)			
23	(336)	(337)	(338)	(339)	(340)	(341)	(342)	(343)	(344)	(345)	(346)	(347)	(348)	(349)	(350)	(351)	(352)	(353)	(354)	(355)			
24	(342)	(343)	(344)	(345)	(346)	(347)	(348)	(349)	(350)	(351)	(352)	(353)	(354)	(355)	(356)	(357)	(358)	(359)	(360)	(361)			
25	(348)	(349)	(350)	(351)	(352)	(353)	(354)	(355)	(356)	(357)	(358)	(359)	(360)	(361)	(362)	(363)	(364)	(365)	(366)	(367)			
26	(354)	(355)	(356)	(357)	(358)	(359)	(360)	(361)	(362)	(363)	(364)	(365)	(366)	(367)	(368)	(369)	(370)	(371)	(372)	(373)			
27	(360)	(361)	(362)	(363)	(364)	(365)	(366)	(367)	(368)	(369)	(370)	(371)	(372)	(373)	(374)	(375)	(376)	(377)	(378)	(379)			
28	(366)	(367)	(368)	(369)	(370)	(371)	(372)	(373)	(374)	(375)	(376)	(377)	(378)	(379)	(380)	(381)	(382)	(383)	(384)	(385)			
29	(372)	(373)	(374)	(375)	(376)	(377)	(378)	(379)	(380)	(381)	(382)	(383)	(384)	(385)	(386)	(387)	(388)	(389)	(390)	(391)			
30	(378)	(379)	(380)	(381)	(382)	(383)	(384)	(385)	(386)	(387)	(388)	(389)	(390)	(391)	(392)	(393)	(394)	(395)	(396)	(397)			
31	(384)	(385)	(386)	(387)	(388)	(389)	(390)	(391)	(392)	(393)	(394)	(395)	(396)	(397)	(398)	(399)	(400)	(401)	(402)	(403)			
32	(390)	(391)	(392)	(393)	(394)	(395)	(396)	(397)	(398)	(399)	(400)	(401)	(402)	(403)	(404)	(405)	(406)	(407)	(408)	(409)			
33	(396)	(397)	(398)	(399)	(400)	(401)	(402)	(403)	(404)	(405)	(406)	(407)	(408)	(409)	(410)	(411)	(412)	(413)	(414)	(415)			
34	(402)	(403)	(404)	(405)	(406)	(407)	(408)	(409)	(410)	(411)	(412)	(413)	(414)	(415)	(416)	(417)	(418)	(419)	(420)	(421)			
35	(408)	(409)	(410)	(411)	(412)	(413)	(414)	(415)	(416)	(417)	(418)	(419)	(420)	(421)	(422)	(423)	(424)	(425)	(426)	(427)			
36	(414)	(415)	(416)	(417)	(418)	(419)	(420)	(421)	(422)	(423)	(424)	(425)	(426)	(427)	(428)	(429)	(430)	(431)	(432)	(433)			
37	(420)	(421)	(422)	(423)	(424)	(425)	(426)	(427)	(428)	(429)	(430)	(431)	(432)	(433)	(434)	(435)	(436)	(437)	(438)	(439)			
38	(426)	(427)	(428)	(429)	(430)	(431)	(432)	(433)	(434)	(435)	(436)	(437)	(438)	(439)	(440)	(441)	(442)	(443)	(444)	(445)			
39	(432)	(433)	(434)	(435)	(436)	(437)	(438)	(439)	(440)	(441)	(442)	(443)	(444)	(445)	(446)	(447)	(448)	(449)	(450)	(451)			
40	(438)	(439)	(440)	(441)	(442)	(443)	(444)	(445)	(446)	(447)	(448)	(449)	(450)	(451)	(452)	(453)	(454)	(455)	(456)	(457)			
41	(444)	(445)	(446)	(447)	(448)	(449)	(450)	(451)	(452)	(453)	(454)	(455)	(456)	(457)	(458)	(459)	(460)	(461)	(462)	(463)			
42	(450)	(451)	(452)	(453)	(454)	(455)	(456)	(457)	(458)	(459)	(460)	(461)	(462)	(463)	(464)	(465)	(466)	(467)	(468)	(469)			
43	(456)	(457)	(458)	(459)	(460)	(461)	(462)	(463)	(464)	(465)	(466)	(467)	(468)	(469)	(470)	(471)	(472)	(473)	(474)	(475)			
44	(462)	(463)	(464)	(465)	(466)	(467)	(468)	(469)	(470)	(471)	(472)	(473)	(474)	(475)	(476)	(477)	(478)	(479)	(480)	(481)			
45	(468)	(469)	(470)	(471)	(472)	(473)	(474)	(475)	(476)	(477)	(478)	(479)	(480)	(481)	(482)	(483)	(484)	(485)	(486)	(487)			
46	(474)	(475)	(476)	(477)	(478)	(479)	(480)	(481)	(482)	(483)	(484)	(485)	(486)	(487)	(488)	(489)	(490)	(491)	(492)	(493)			
47	(480)	(481)	(482)	(483)	(484)	(485)	(486)	(487)	(488)	(489)	(490)	(491)	(492)	(493)	(494)	(495)	(496)	(497)	(498)	(499)			
48	(486)	(487)	(488)	(489)	(490)	(491)	(492)	(493)	(494)	(495)	(496)	(497)	(498)	(499)	(500)	(501)	(502)	(503)	(504)	(505)			
49	(492)	(493)	(494)	(495)	(496)	(497)	(498)	(499)	(500)	(501)	(502)	(503)	(504)	(505)	(506)	(507)	(508)	(509)	(510)	(511)			
50	(498)	(499)	(500)	(501)	(502)	(503)	(504)	(505)	(506)	(507)	(508)	(509)	(510)	(511)	(512)	(513)	(514)	(515)	(516)	(517)			
51	(504)	(505)	(506)	(507)	(508)	(509)	(510)	(511)	(512)	(513)	(514)	(515)	(516)	(517)	(518)	(519)	(520)	(521)	(522)	(523)			
52	(510)	(511)	(512)	(513)	(514)	(515)	(516)	(517)	(518)	(519)	(520)	(521)	(522)	(523)	(524)	(525)	(526)	(527)	(528)	(529)			
53	(516)	(517)	(518)	(519)	(520)	(521)	(522)	(523)	(524)	(525)	(526)	(527)	(528)	(529)	(530)	(531)	(532)	(533)	(534)	(535)			
54	(522)	(523)	(524)	(525)	(526)	(527)	(528)	(529)	(530)	(531)	(532)	(533)	(534)	(535)	(536)	(537)	(538)	(539)	(540)	(541)			
55	(528)	(529)	(530)	(531)	(532)	(533)	(534)	(535)	(536)	(537)	(538)	(539)	(540)	(541)	(542)	(543)	(544)	(545)	(546)	(547)			
56	(534)	(535)	(536)	(537)	(538)	(539)	(540)	(541)	(542)	(543)	(544)	(545)	(546)	(547)	(548)	(549)	(550)	(551)	(552)	(553)			
57	(540)	(541)	(542)	(543)	(544)	(545)	(546)	(547)															

Содержание (масс. доля, %) химических элементов в организме человека

Cu	$1 \cdot 10^{-4}$	Zn	$1 \cdot 10^{-3}$	Ca	1,9
Ag	$5 \cdot 10^{-6}$	Cd	$1 \cdot 10^{-4}$	Sr	$1 \cdot 10^{-3}$
Au	$1 \cdot 10^{-7}$	Hg	$1 \cdot 10^{-7}$	Ba	$1 \cdot 10^{-5}$

Водород

- Водород — самый распространённый элемент во Вселенной. На его долю приходится около 92 % всех атомов (около 8 % составляют атомы гелия, доля всех остальных вместе взятых элементов — менее 0,1 %).
- Массовая доля водорода в земной коре составляет 1 % — это десятый по распространённости элемент.
- Доля атомов водорода среди остальных элементов составляет 17 % (второе место после кислорода, доля атомов которого равна ~ 52 %).

Реакционная способность водорода

- При обычных температурах водород реагирует только с активными металлами, образуя гидриды
- $\text{H}_2 + \text{Ca} \rightarrow \text{CaH}_2$
- и с единственным неметаллом — фтором, образуя фтороводород
- $\text{H}_2 + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{HF}$

Реакционная способность водорода

- $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
- $\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
- $\text{C} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$

Реакция водорода с кислородом протекает со взрывом.

Газовая смесь, в которой соотношение водорода к кислороду равно 1 : 2 называется «гремучей смесью».



Гидриды щелочных и щелочно-земельных металлов

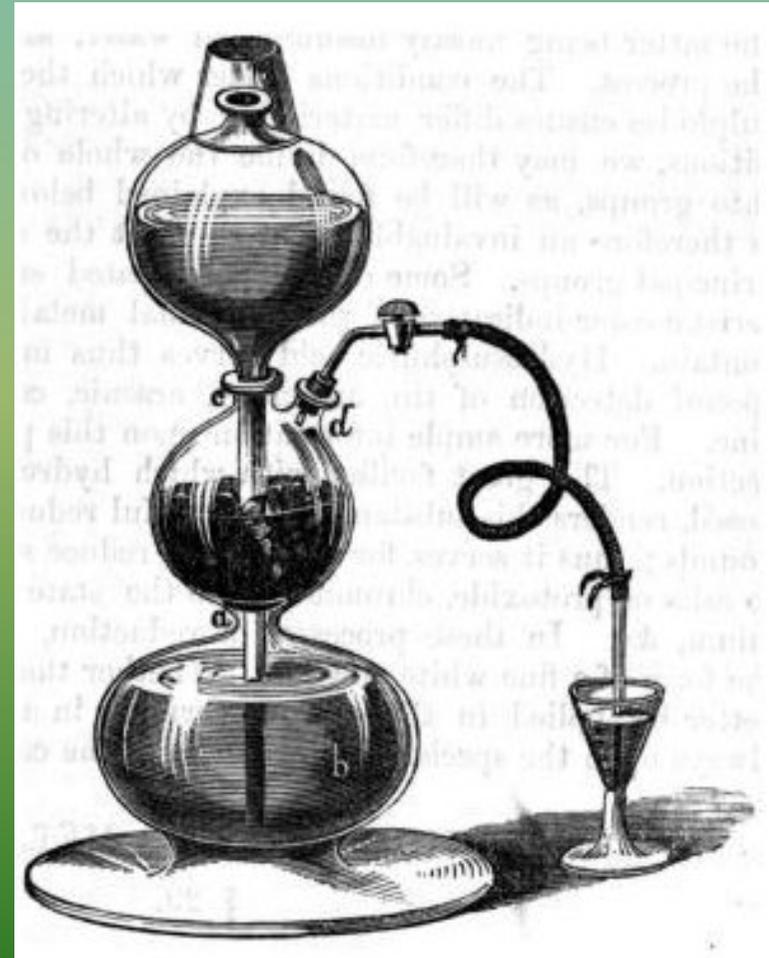
- $\text{KH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{H}_2\uparrow$
- $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_2\uparrow$
- $\text{CaH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$

Как получить водород в лаборатории?

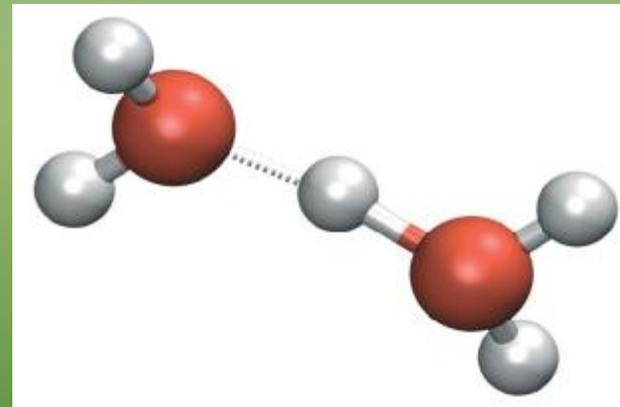
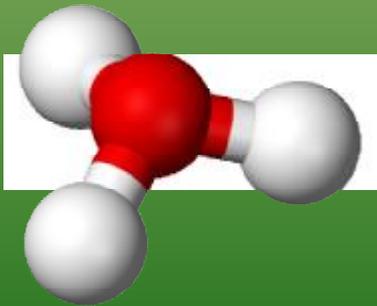
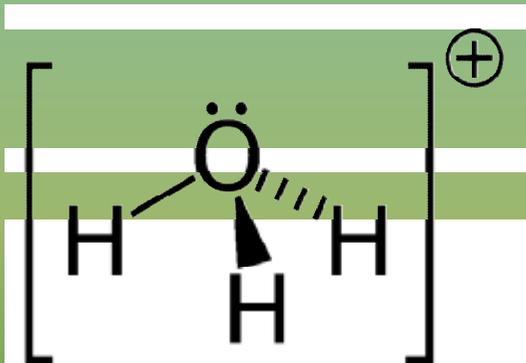
- $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_2\uparrow$
- $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na[Al(OH)}_4] + 3\text{H}_2\uparrow$
- $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\uparrow$
- $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$

Аппарат Киппа

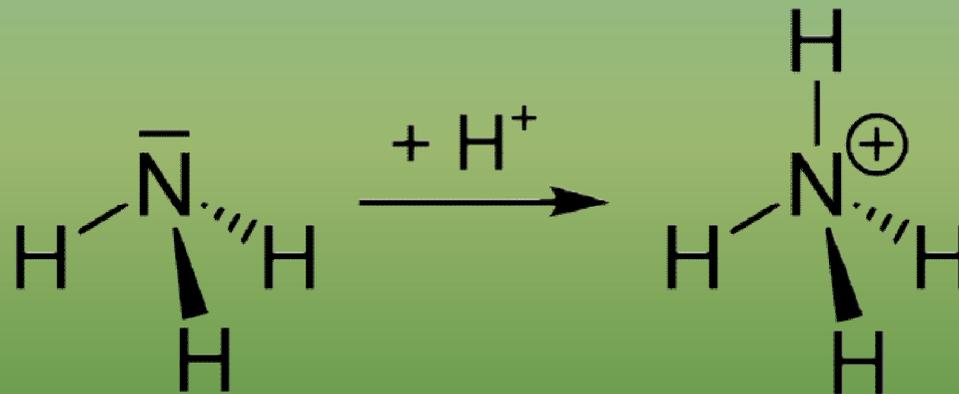
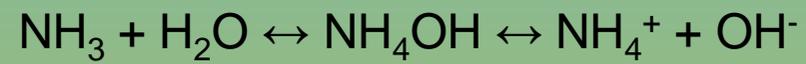
- Аппарат Киппа – это универсальный прибор для получения газов действием растворов кислот и щелочей на твёрдые вещества.



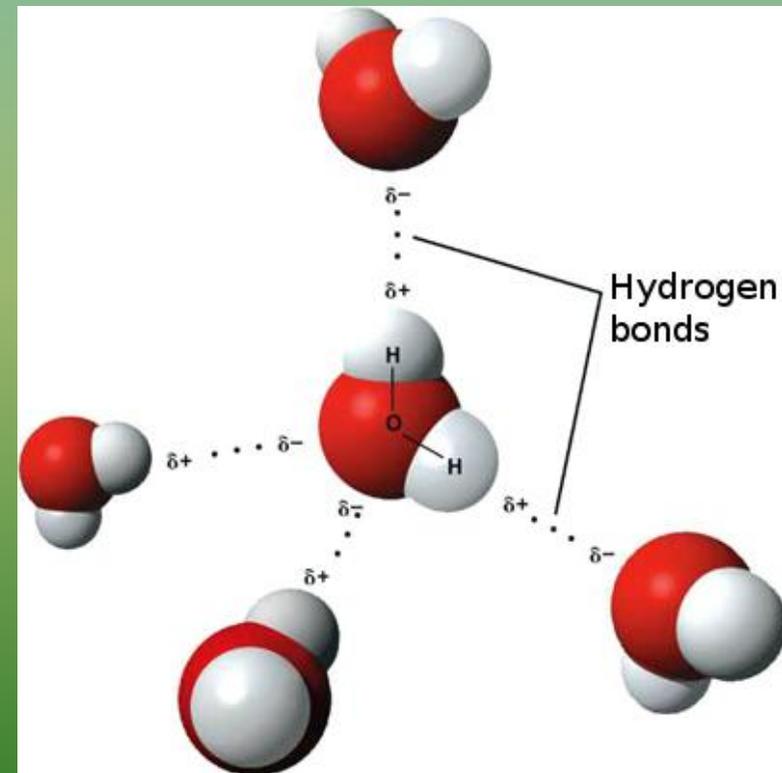
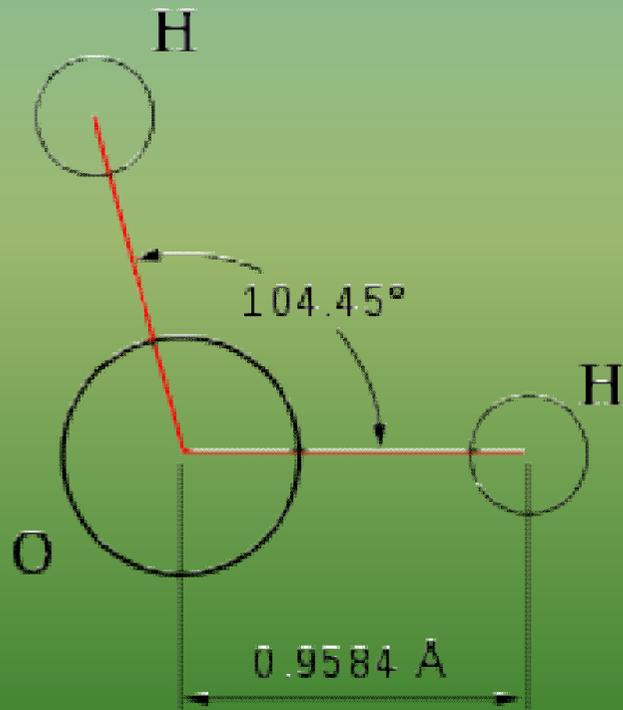
Ион гидроксония



Ион аммония



Вода, ее физические и химические свойства



Физические свойства воды

- Высокая температура кипения;
- Высокая температура плавления;
- Высокая теплота парообразования;
- Высокая теплота плавления;
- Самая высокая теплоёмкость;
- Высокая вязкость воды;
- Высокое поверхностное натяжение.

Химические свойства воды

- Вода реагирует при комнатной температуре:
 - с активными металлами (Na, K, Ca и др.);
 - с галогенами;
 - с основными и кислотными оксидами;
 - с солями (гидролиз);
 - с гидридами, карбидами, силицидами, нитридами, фосфидами активных металлов.

Электролиз воды



Гидролиз бинарных соединений металлов с неметаллами

- $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2\uparrow$
- $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al(OH)}_3\downarrow + 3\text{CH}_4\uparrow$
- $\text{Ca}_2\text{Si} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ca(OH)}_2 + \text{SiH}_4\uparrow$
- $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Mg(OH)}_2\downarrow + 2\text{NH}_3\uparrow$
- $\text{Mg}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Mg(OH)}_2\downarrow + 2\text{PH}_3\uparrow$

Жесткость воды

- Жесткость воды – это совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворенных солей кальция и магния.
- ВЖ – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
- ПЖ – CaSO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , MgCl_2

Для численного выражения жесткости воды указывают концентрацию катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} (ммоль/л)

Методы устранения жесткости

- Кипячение: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Реагентное умягчение (Na_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$):
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$
- Катионирование (ионообменные смолы)
- Обратный осмос (полиамидные мембраны)

Биологическая роль воды

- В организме человека содержится от 55 % до 78 % воды (в зависимости от веса и возраста). Потеря организмом человека более 10 % воды может привести к смерти. Норма употребления воды – около 3 литров за день (в зависимости от температуры и влажности окружающей среды, физической активности и т. д.).
- Вода является основным компонентом крови и лимфы, а также играет важную роль в выделительной системе.

Биологическая роль воды

- При гидролизе солей вода является источником протонов и электронов.
- Вода участвует в гидролизе — разрушении веществ с присоединением воды. Например, гидролиз жиров, белков и углеводов происходит при переваривании пищи, а при гидролизе АТФ выделяется энергия, обеспечивающая нужды клетки.

Биологическая роль воды

- Поддержание структуры клеток.
- Участие в терморегуляции:
 - обеспечивает примерное постоянство температуры тела (теплоёмкость = 4200 Дж/(кг·К))
 - охлаждение тела за счёт испарения воды.

Природные воды

- Природные воды:
 - подземные воды;
 - талые воды;
 - воды поверхностных водоёмов (океаны, моря, реки, озера)

Минеральные воды

- Питательные минеральные воды – как правило, подземные воды, которые характеризуются наличием определенных минеральных солей и газов, в отличие от питьевых, в более высоких концентрациях, или обладающих специфическими физико-химическими свойствами (температура, CO_2 , H_2S , As, Rn и др.), и оказывающими лечебное действие при внутреннем и наружном (ванны, ингаляции и пр.) применении.

Минеральные воды Беларуси

- На территории Беларуси подземные минеральные воды распространены повсеместно, весьма разнообразны по химическому составу (сульфатные, хлоридные, бромные, сероводородные, железистые, радоновые, селенсодержащие, фторсодержащие, натриевые, кальциевые, магниевые и их сочетания).

Минеральная вода «Дарида»

- Химический состав минеральной воды "Дарида", мг/л
- $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 990-1400
- Ca^{2+} 30-65
- Mg^{2+} 10-35
- SO_4^{2-} 340-500
- Cl^- 1250-1700
- HCO_3^- 180-350

Минеральная вода «Минская-4», фторсодержащая

Анионы, мг/дм³

Cl ⁻	1500-2100
HCO ₃ ⁻	180-280
SO ₄ ²⁻	350-500
F ⁻	1,0-5,0

Катионы, мг/дм³

Na ⁺ + K ⁺	1100-1700
Ca ²⁺	< 100
Mg ²⁺	< 100

Очищенная и апиrogenная вода

Вода, используемая в фармации

```
graph TD; A[Вода, используемая в фармации] --> B[Очищенная вода]; A --> C[Апиrogenная вода]; B --> D["Дистиллированная вода  
(aqua distillata)"]; B --> E["Деминерализованная вода  
(aqua demineralisata)"];
```

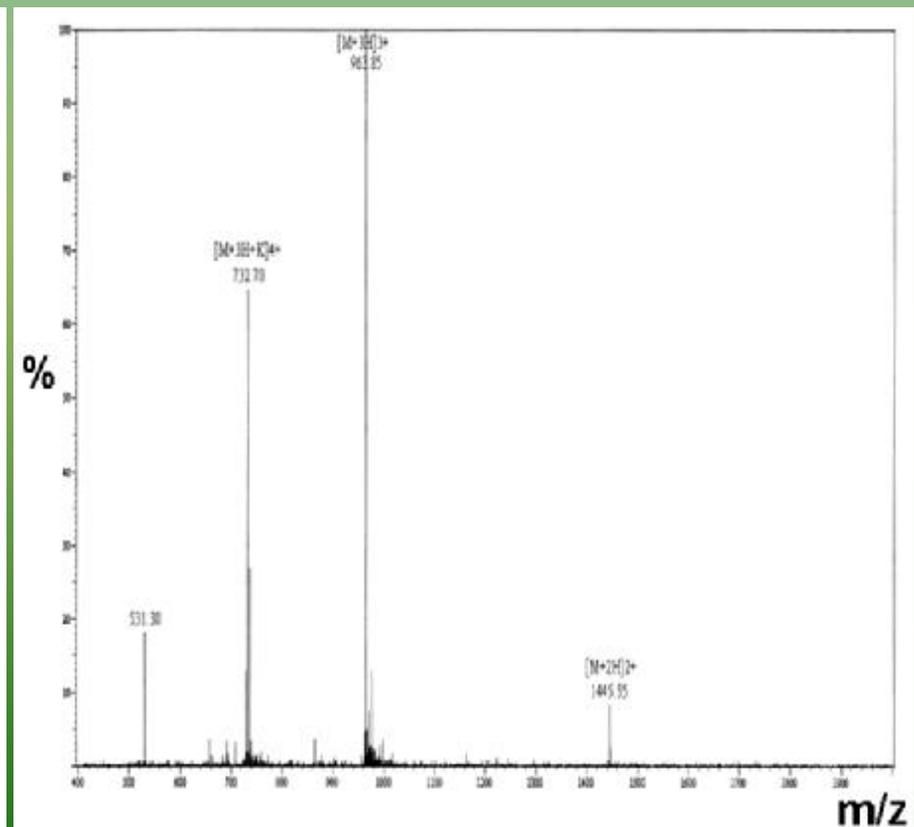
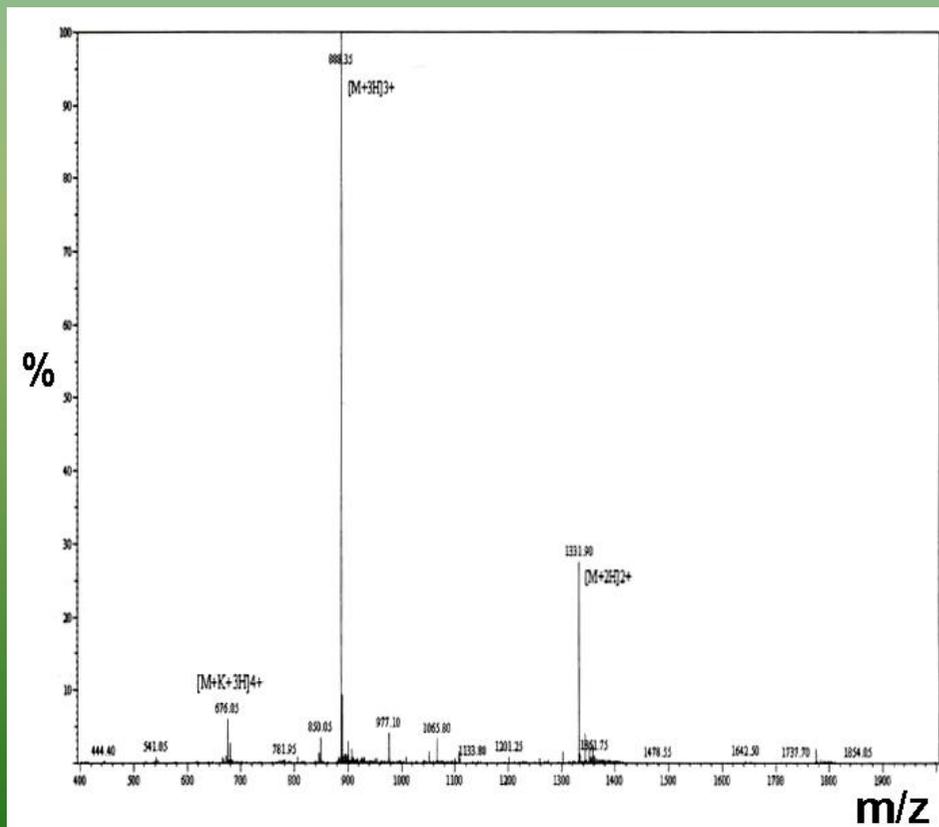
Очищенная вода

Апиrogenная вода

Дистиллированная
вода
(*aqua distillata*)

Деминерализованная
вода
(*aqua demineralisata*)

Ионы калия и натрия могут присутствовать даже в деминерализованной воде



Апирогенность

- Апирогенность – отсутствие в инъекционных и инфузионных растворах продуктов метаболизма микроорганизмов – так называемых пирогенных веществ, или пирогенов. Своё название эти вещества получили от латинского «*pyr*» - жар, огонь.
- Апирогенная вода – вода, не содержащая веществ, вызывающих при введении в организм повышение температуры тела.
- Используется в качестве растворителя инъекционных и инфузионных препаратов.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!