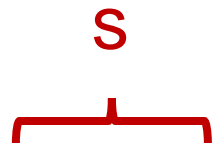


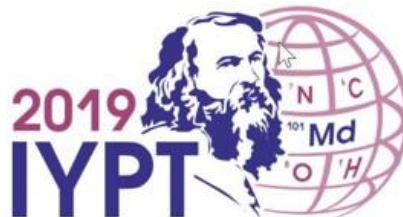
# Щелочные металлы Элементы 1й группы

Лекция 13

# s-элементы в Периодической системе



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



International Year  
of the Periodic Table  
of Chemical Elements

<div>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</div>																		<div>International Year of the Periodic Table of Chemical Elements</div>																		<table><tr><td>B</td><td>5</td><td>C</td><td>6</td><td>N</td><td>7</td><td>O</td><td>8</td><td>F</td><td>9</td><td>Ne</td><td>10</td></tr><tr><td>10,811</td><td>Бор Boron</td><td>12,0107</td><td>Углерод Carbon</td><td>14,0067</td><td>Азот Nitrogen</td><td>15,9994</td><td>Кислород Oxygen</td><td>18,9984</td><td>Фтор Fluorine</td><td>20,1797</td><td>Неон Neon</td></tr><tr><td>Al</td><td>13</td><td>Si</td><td>14</td><td>P</td><td>15</td><td>S</td><td>16</td><td>Cl</td><td>17</td><td>Ar</td><td>18</td></tr><tr><td>26,9815</td><td>Алюминий Aluminium</td><td>28,0855</td><td>Кремний Silicon</td><td>30,9738</td><td>Фосфор Phosphorus</td><td>32,066</td><td>Сера Sulfur</td><td>35,4527</td><td>Хлор Chlorine</td><td>39,948</td><td>Аргон Argon</td></tr><tr><td>K</td><td>19</td><td>Ca</td><td>20</td><td>Sc</td><td>21</td><td>Ti</td><td>22</td><td>V</td><td>23</td><td>Cr</td><td>24</td><td>Mn</td><td>25</td><td>Fe</td><td>26</td><td>Co</td><td>27</td><td>Ni</td><td>28</td><td>Cu</td><td>29</td><td>Zn</td><td>30</td><td>Ga</td><td>31</td><td>Ge</td><td>32</td><td>As</td><td>33</td><td>Se</td><td>34</td><td>Br</td><td>35</td><td>Kr</td><td>36</td></tr><tr><td>39,0983</td><td>Калий Potassium</td><td>40,078</td><td>Кальций Calcium</td><td>44,9559</td><td>Скандий Scandium</td><td>47,887</td><td>Титан Titanium</td><td>50,9415</td><td>Ванадий Vanadium</td><td>51,9961</td><td>Хром Chromium</td><td>54,938</td><td>Марганец Manganese</td><td>55,845</td><td>Железо Iron</td><td>58,9332</td><td>Кобальт Cobalt</td><td>58,6934</td><td>Никель Nickel</td><td>63,546</td><td>Медь Copper</td><td>65,38</td><td>Цинк Zinc</td><td>69,723</td><td>Галлий Gallium</td><td>72,63</td><td>Германий Germanium</td><td>74,9216</td><td>Мышьяк Arsenic</td><td>78,96</td><td>Селен Selenium</td><td>79,904</td><td>Бром Bromine</td><td>83,798</td><td>Криптон Krypton</td></tr><tr><td>Rb</td><td>37</td><td>Sr</td><td>38</td><td>Y</td><td>39</td><td>Zr</td><td>40</td><td>Nb</td><td>41</td><td>Mo</td><td>42</td><td>Tc</td><td>43</td><td>Ru</td><td>44</td><td>Rh</td><td>45</td><td>Pd</td><td>46</td><td>Ag</td><td>47</td><td>Cd</td><td>48</td><td>In</td><td>49</td><td>Sn</td><td>50</td><td>Sb</td><td>51</td><td>Te</td><td>52</td><td>I</td><td>53</td><td>Xe</td><td>54</td></tr><tr><td>85,4678</td><td>Рубидий Rubidium</td><td>87,62</td><td>Стронций Strontium</td><td>88,9059</td><td>Иттрий Yttrium</td><td>91,224</td><td>Цирконий Zirconium</td><td>92,9064</td><td>Нйобий Niobium</td><td>95,96</td><td>Молибден Molybdenum</td><td>97,907</td><td>Технеций Technetium</td><td>101,07</td><td>Рутений Ruthenium</td><td>102,9055</td><td>Родий Rhodium</td><td>106,42</td><td>Палладий Palladium</td><td>107,8682</td><td>Серебро Silver</td><td>112,411</td><td>Кадмий Cadmium</td><td>114,818</td><td>Индий Indium</td><td>118,71</td><td>Олово Tin</td><td>121,76</td><td>Сурьма Antimony</td><td>127,6</td><td>Теллур Tellurium</td><td>126,9045</td><td>Йод Iodine</td><td>131,29</td><td>Ксенон Xenon</td></tr><tr><td>Cs</td><td>55</td><td>Ba</td><td>56</td><td>La</td><td>57</td><td>Hf</td><td>72</td><td>Ta</td><td>73</td><td>W</td><td>74</td><td>Re</td><td>75</td><td>Os</td><td>76</td><td>Ir</td><td>77</td><td>Pt</td><td>78</td><td>Au</td><td>79</td><td>Hg</td><td>80</td><td>Tl</td><td>81</td><td>Pb</td><td>82</td><td>Bi</td><td>83</td><td>Po</td><td>84</td><td>At</td><td>85</td><td>Rn</td><td>86</td></tr><tr><td>132,9055</td><td>Цезий Caesium</td><td>137,327</td><td>Барий Barium</td><td>138,9055</td><td>Лантан Lanthanum</td><td>178,49</td><td>Гафний Hafnium</td><td>180,9479</td><td>Тантал Tantalum</td><td>183,84</td><td>Вольфрам Tungsten</td><td>186,207</td><td>Рений Rhenium</td><td>190,23</td><td>Осмий Osmium</td><td>192,217</td><td>Иридий Iridium</td><td>195,084</td><td>Платина Platinum</td><td>196,9666</td><td>Золото Gold</td><td>200,59</td><td>Ртуть Mercury</td><td>204,3833</td><td>Таллий Thallium</td><td>207,2</td><td>Свинец Lead</td><td>208,9804</td><td>Висмут Bismuth</td><td>209</td><td>Полоний Polonium</td><td>[210]</td><td>Астат Astatine</td><td>[222]</td><td>Радон Radon</td></tr><tr><td>Fr</td><td>87</td><td>Ra</td><td>88</td><td>Ac</td><td>89</td><td>Rf</td><td>104</td><td>Db</td><td>105</td><td>Sg</td><td>106</td><td>Bh</td><td>107</td><td>Hs</td><td>108</td><td>Mt</td><td>109</td><td>Ds</td><td>110</td><td>Rg</td><td>111</td><td>Cn</td><td>112</td><td>Nh</td><td>113</td><td>Fl</td><td>114</td><td>Mc</td><td>115</td><td>Lv</td><td>116</td><td>Ts</td><td>117</td><td>Og</td><td>118</td></tr><tr><td>[223]</td><td>Франций Francium</td><td>226,0254</td><td>Радий Radium</td><td>227,0278</td><td>Актиний Actinium</td><td>[261]</td><td>Резерфордий Rutherfordium</td><td>[262]</td><td>Дубний Dubnium</td><td>[263]</td><td>Сибборгий Seaborgium</td><td>[267]</td><td>Борий Bohrium</td><td>[269]</td><td>Хассий Hassium</td><td>[278]</td><td>Мейтнерий Meitnerium</td><td>[281]</td><td>Дармштадтий Darmstadtium</td><td>[281]</td><td>Рентгений Roentgenium</td><td>[285]</td><td>Коперниций Copernicium</td><td>[286]</td><td>Нихоний Nihonium</td><td>[289]</td><td>Флеровий Flerovium</td><td>[289]</td><td>Московский Moscovium</td><td>[293]</td><td>Ливерморий Livermorium</td><td>[294]</td><td>Теннессин Tennessine</td><td>[294]</td><td>Оганессон Oganesson</td></tr></table>										B	5	C	6	N	7	O	8	F	9	Ne	10	10,811	Бор Boron	12,0107	Углерод Carbon	14,0067	Азот Nitrogen	15,9994	Кислород Oxygen	18,9984	Фтор Fluorine	20,1797	Неон Neon	Al	13	Si	14	P	15	S	16	Cl	17	Ar	18	26,9815	Алюминий Aluminium	28,0855	Кремний Silicon	30,9738	Фосфор Phosphorus	32,066	Сера Sulfur	35,4527	Хлор Chlorine	39,948	Аргон Argon	K	19	Ca	20	Sc	21	Ti	22	V	23	Cr	24	Mn	25	Fe	26	Co	27	Ni	28	Cu	29	Zn	30	Ga	31	Ge	32	As	33	Se	34	Br	35	Kr	36	39,0983	Калий Potassium	40,078	Кальций Calcium	44,9559	Скандий Scandium	47,887	Титан Titanium	50,9415	Ванадий Vanadium	51,9961	Хром Chromium	54,938	Марганец Manganese	55,845	Железо Iron	58,9332	Кобальт Cobalt	58,6934	Никель Nickel	63,546	Медь Copper	65,38	Цинк Zinc	69,723	Галлий Gallium	72,63	Германий Germanium	74,9216	Мышьяк Arsenic	78,96	Селен Selenium	79,904	Бром Bromine	83,798	Криптон Krypton	Rb	37	Sr	38	Y	39	Zr	40	Nb	41	Mo	42	Tc	43	Ru	44	Rh	45	Pd	46	Ag	47	Cd	48	In	49	Sn	50	Sb	51	Te	52	I	53	Xe	54	85,4678	Рубидий Rubidium	87,62	Стронций Strontium	88,9059	Иттрий Yttrium	91,224	Цирконий Zirconium	92,9064	Нйобий Niobium	95,96	Молибден Molybdenum	97,907	Технеций Technetium	101,07	Рутений Ruthenium	102,9055	Родий Rhodium	106,42	Палладий Palladium	107,8682	Серебро Silver	112,411	Кадмий Cadmium	114,818	Индий Indium	118,71	Олово Tin	121,76	Сурьма Antimony	127,6	Теллур Tellurium	126,9045	Йод Iodine	131,29	Ксенон Xenon	Cs	55	Ba	56	La	57	Hf	72	Ta	73	W	74	Re	75	Os	76	Ir	77	Pt	78	Au	79	Hg	80	Tl	81	Pb	82	Bi	83	Po	84	At	85	Rn	86	132,9055	Цезий Caesium	137,327	Барий Barium	138,9055	Лантан Lanthanum	178,49	Гафний Hafnium	180,9479	Тантал Tantalum	183,84	Вольфрам Tungsten	186,207	Рений Rhenium	190,23	Осмий Osmium	192,217	Иридий Iridium	195,084	Платина Platinum	196,9666	Золото Gold	200,59	Ртуть Mercury	204,3833	Таллий Thallium	207,2	Свинец Lead	208,9804	Висмут Bismuth	209	Полоний Polonium	[210]	Астат Astatine	[222]	Радон Radon	Fr	87	Ra	88	Ac	89	Rf	104	Db	105	Sg	106	Bh	107	Hs	108	Mt	109	Ds	110	Rg	111	Cn	112	Nh	113	Fl	114	Mc	115	Lv	116	Ts	117	Og	118	[223]	Франций Francium	226,0254	Радий Radium	227,0278	Актиний Actinium	[261]	Резерфордий Rutherfordium	[262]	Дубний Dubnium	[263]	Сибборгий Seaborgium	[267]	Борий Bohrium	[269]	Хассий Hassium	[278]	Мейтнерий Meitnerium	[281]	Дармштадтий Darmstadtium	[281]	Рентгений Roentgenium	[285]	Коперниций Copernicium	[286]	Нихоний Nihonium	[289]	Флеровий Flerovium	[289]	Московский Moscovium	[293]	Ливерморий Livermorium	[294]	Теннессин Tennessine	[294]	Оганессон Oganesson
B	5	C	6	N	7	O	8	F	9	Ne	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
10,811	Бор Boron	12,0107	Углерод Carbon	14,0067	Азот Nitrogen	15,9994	Кислород Oxygen	18,9984	Фтор Fluorine	20,1797	Неон Neon																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Al	13	Si	14	P	15	S	16	Cl	17	Ar	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
26,9815	Алюминий Aluminium	28,0855	Кремний Silicon	30,9738	Фосфор Phosphorus	32,066	Сера Sulfur	35,4527	Хлор Chlorine	39,948	Аргон Argon																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
K	19	Ca	20	Sc	21	Ti	22	V	23	Cr	24	Mn	25	Fe	26	Co	27	Ni	28	Cu	29	Zn	30	Ga	31	Ge	32	As	33	Se	34	Br	35	Kr	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
39,0983	Калий Potassium	40,078	Кальций Calcium	44,9559	Скандий Scandium	47,887	Титан Titanium	50,9415	Ванадий Vanadium	51,9961	Хром Chromium	54,938	Марганец Manganese	55,845	Железо Iron	58,9332	Кобальт Cobalt	58,6934	Никель Nickel	63,546	Медь Copper	65,38	Цинк Zinc	69,723	Галлий Gallium	72,63	Германий Germanium	74,9216	Мышьяк Arsenic	78,96	Селен Selenium	79,904	Бром Bromine	83,798	Криптон Krypton																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Rb	37	Sr	38	Y	39	Zr	40	Nb	41	Mo	42	Tc	43	Ru	44	Rh	45	Pd	46	Ag	47	Cd	48	In	49	Sn	50	Sb	51	Te	52	I	53	Xe	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
85,4678	Рубидий Rubidium	87,62	Стронций Strontium	88,9059	Иттрий Yttrium	91,224	Цирконий Zirconium	92,9064	Нйобий Niobium	95,96	Молибден Molybdenum	97,907	Технеций Technetium	101,07	Рутений Ruthenium	102,9055	Родий Rhodium	106,42	Палладий Palladium	107,8682	Серебро Silver	112,411	Кадмий Cadmium	114,818	Индий Indium	118,71	Олово Tin	121,76	Сурьма Antimony	127,6	Теллур Tellurium	126,9045	Йод Iodine	131,29	Ксенон Xenon																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Cs	55	Ba	56	La	57	Hf	72	Ta	73	W	74	Re	75	Os	76	Ir	77	Pt	78	Au	79	Hg	80	Tl	81	Pb	82	Bi	83	Po	84	At	85	Rn	86																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
132,9055	Цезий Caesium	137,327	Барий Barium	138,9055	Лантан Lanthanum	178,49	Гафний Hafnium	180,9479	Тантал Tantalum	183,84	Вольфрам Tungsten	186,207	Рений Rhenium	190,23	Осмий Osmium	192,217	Иридий Iridium	195,084	Платина Platinum	196,9666	Золото Gold	200,59	Ртуть Mercury	204,3833	Таллий Thallium	207,2	Свинец Lead	208,9804	Висмут Bismuth	209	Полоний Polonium	[210]	Астат Astatine	[222]	Радон Radon																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Fr	87	Ra	88	Ac	89	Rf	104	Db	105	Sg	106	Bh	107	Hs	108	Mt	109	Ds	110	Rg	111	Cn	112	Nh	113	Fl	114	Mc	115	Lv	116	Ts	117	Og	118																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
[223]	Франций Francium	226,0254	Радий Radium	227,0278	Актиний Actinium	[261]	Резерфордий Rutherfordium	[262]	Дубний Dubnium	[263]	Сибборгий Seaborgium	[267]	Борий Bohrium	[269]	Хассий Hassium	[278]	Мейтнерий Meitnerium	[281]	Дармштадтий Darmstadtium	[281]	Рентгений Roentgenium	[285]	Коперниций Copernicium	[286]	Нихоний Nihonium	[289]	Флеровий Flerovium	[289]	Московский Moscovium	[293]	Ливерморий Livermorium	[294]	Теннессин Tennessine	[294]	Оганессон Oganesson																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
																		<table><tr><td>Ce</td><td>58</td><td>Pr</td><td>59</td><td>Nd</td><td>60</td><td>Pm</td><td>61</td><td>Sm</td><td>62</td><td>Eu</td><td>63</td><td>Gd</td><td>64</td><td>Tb</td><td>65</td><td>Dy</td><td>66</td><td>Ho</td><td>67</td><td>Er</td><td>68</td><td>Tm</td><td>69</td><td>Yb</td><td>70</td><td>Lu</td><td>71</td></tr><tr><td>140,116</td><td>Церий Cerium</td><td>140,9077</td><td>Празеодим Praseodymium</td><td>144,24</td><td>Неодим Neodymium</td><td>[145]</td><td>Прометий Promethium</td><td>150,36</td><td>Самарий Samarium</td><td>151,964</td><td>Европий Europium</td><td>157,25</td><td>Гадолиний Gadolinium</td><td>158,9253</td><td>Тербий Terbium</td><td>162,5</td><td>Диспрозий Dysprosium</td><td>164,9303</td><td>Гольмий Holmium</td><td>167,26</td><td>Эрбий Erbium</td><td>168,9342</td><td>Термий Thulium</td><td>173,045</td><td>Иттербий Ytterbium</td><td>174,967</td><td>Лютеций Lutetium</td></tr><tr><td>Th</td><td>90</td><td>Pa</td><td>91</td><td>U</td><td>92</td><td>Np</td><td>93</td><td>Pu</td><td>94</td><td>Am</td><td>95</td><td>Cm</td><td>96</td><td>Bk</td><td>97</td><td>Cf</td><td>98</td><td>Es</td><td>99</td><td>Fm</td><td>100</td><td>Md</td><td>101</td><td>No</td><td>102</td><td>Lr</td><td>103</td></tr><tr><td>232,0381</td><td>Торий Thorium</td><td>231,0369</td><td>Протактиний Protactinium</td><td>238,0289</td><td>Уран Uranium</td><td>237,0482</td><td>Нептуний Neptunium</td><td>244</td><td>Плутоний Plutonium</td><td>243</td><td>Америций Americium</td><td>247</td><td>Кюрий Curium</td><td>247</td><td>Берклий Berkelium</td><td>251</td><td>Калифорний Californium</td><td>252</td><td>Эйнштейний Einsteinium</td><td>257</td><td>Фермий Fermium</td><td>258</td><td>Менделеев Mendelevium</td><td>259</td><td>Нобелий Nobelium</td><td>260</td><td>Лоуренсий Lawrencium</td></tr></table>																		Ce	58	Pr	59	Nd	60	Pm	61	Sm	62	Eu	63	Gd	64	Tb	65	Dy	66	Ho	67	Er	68	Tm	69	Yb	70	Lu	71	140,116	Церий Cerium	140,9077	Празеодим Praseodymium	144,24	Неодим Neodymium	[145]	Прометий Promethium	150,36	Самарий Samarium	151,964	Европий Europium	157,25	Гадолиний Gadolinium	158,9253	Тербий Terbium	162,5	Диспрозий Dysprosium	164,9303	Гольмий Holmium	167,26	Эрбий Erbium	168,9342	Термий Thulium	173,045	Иттербий Ytterbium	174,967	Лютеций Lutetium	Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	Cf	98	Es	99	Fm	100	Md	101	No	102	Lr	103	232,0381	Торий Thorium	231,0369	Протактиний Protactinium	238,0289	Уран Uranium	237,0482	Нептуний Neptunium	244	Плутоний Plutonium	243	Америций Americium	247	Кюрий Curium	247	Берклий Berkelium	251	Калифорний Californium	252	Эйнштейний Einsteinium	257	Фермий Fermium	258	Менделеев Mendelevium	259	Нобелий Nobelium	260	Лоуренсий Lawrencium																																																																																																																																																																																																																																										
Ce	58	Pr	59	Nd	60	Pm	61	Sm	62	Eu	63	Gd	64	Tb	65	Dy	66	Ho	67	Er	68	Tm	69	Yb	70	Lu	71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
140,116	Церий Cerium	140,9077	Празеодим Praseodymium	144,24	Неодим Neodymium	[145]	Прометий Promethium	150,36	Самарий Samarium	151,964	Европий Europium	157,25	Гадолиний Gadolinium	158,9253	Тербий Terbium	162,5	Диспрозий Dysprosium	164,9303	Гольмий Holmium	167,26	Эрбий Erbium	168,9342	Термий Thulium	173,045	Иттербий Ytterbium	174,967	Лютеций Lutetium																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	Cf	98	Es	99	Fm	100	Md	101	No	102	Lr	103																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
232,0381	Торий Thorium	231,0369	Протактиний Protactinium	238,0289	Уран Uranium	237,0482	Нептуний Neptunium	244	Плутоний Plutonium	243	Америций Americium	247	Кюрий Curium	247	Берклий Berkelium	251	Калифорний Californium	252	Эйнштейний Einsteinium	257	Фермий Fermium	258	Менделеев Mendelevium	259	Нобелий Nobelium	260	Лоуренсий Lawrencium																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

# Щелочные и щелочноземельные металлы

1		2											13	14	15	16	17	18
H																	(H)	He
s-металлы	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
	K	Ca											Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	Rb	Sr											In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	Cs	Ba											Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	Fr	Ra																

*d-block*

Щелочные металлы

Щелочноземельные металлы

# Свойства элементов 1 группы

	Li	Na	K	Rb	Cs
Электр. конф.	[He]2s <sup>1</sup>	[Ne]3s <sup>1</sup>	[Ar]4s <sup>1</sup>	[Kr]5s <sup>1</sup>	[Xe]6s <sup>1</sup>
R <sub>M</sub> (Å)	1.52	1.86	2.31	2.44	2.62
R <sub>M+</sub> (Å)	0.74	1.02	1.38	1.49	1.70
I <sub>1</sub> (эВ)	5.38	5.12	4.33	4.17	3.90
χ <sup>P</sup>	0.98	0.93	0.82	0.82	0.70
χ <sup>A-R</sup>	0.97	1.01	0.91	0.89	0.86
C.O.	0, +1	0, +1	0, +1	0, +1	0, +1

# Свойства элементов 1 группы

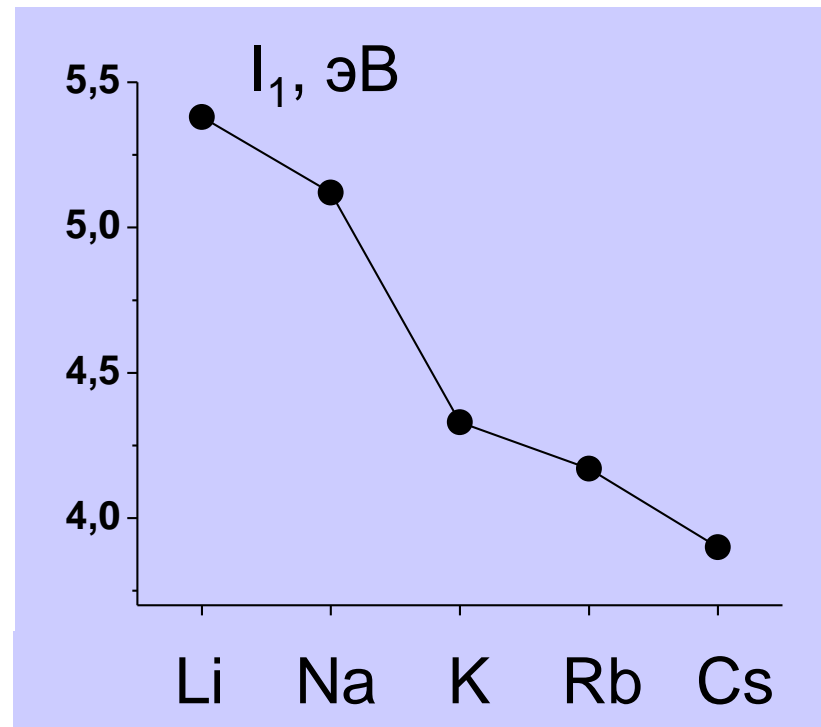
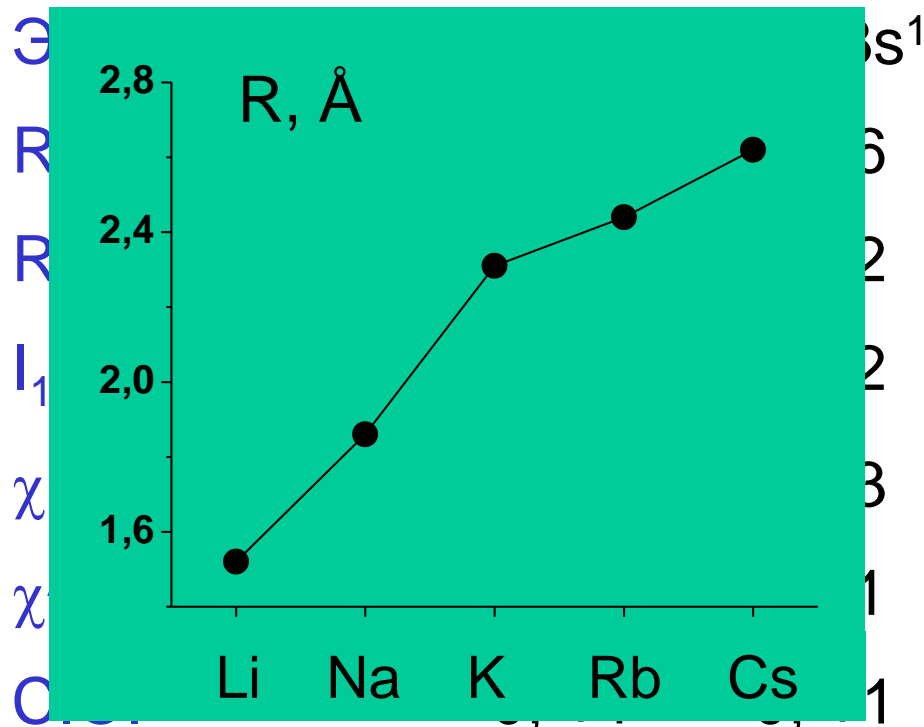
Li

Na

K

Rb

Cs



# Свойства элементов 1 группы

Электр. конф. [He]

$R_M$  (Å)

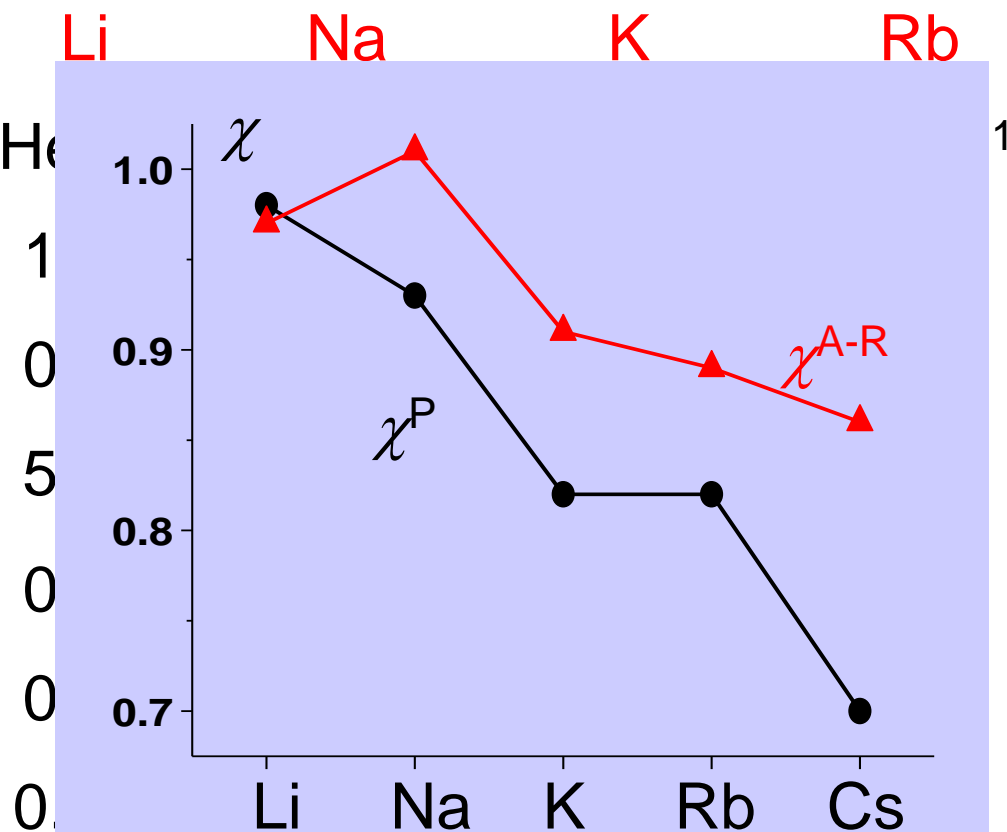
$R_{M+}$  (Å)

$I_1$  (эВ)

$\chi^P$

$\chi^{A-R}$

C.O.



[Xe]6s<sup>1</sup>

2.62

1.70

3.90

0.70

0.86

0, +1

# Свойства элементов 1 группы

	Li	Na	K	Rb	Cs
Электр. конф.	[He]2s <sup>1</sup>	[Ne]3s <sup>1</sup>	[Ar]4s <sup>1</sup>	[Kr]5s <sup>1</sup>	[Xe]6s <sup>1</sup>
R <sub>M</sub> (Å)	1.52	1.86	2.31	2.44	2.62
R <sub>M+</sub> (Å)	0.74	1.02	1.38	1.49	1.70
I <sub>1</sub> (эВ)	5.38	5.12	4.33	4.17	3.90
χ <sup>P</sup>	0.98	0.93	0.82	0.82	0.70
χ <sup>A-R</sup>	0.97	1.01	0.91	0.89	0.86
C.O.	0, +1	0, +1	0, +1	0, +1	0, +1

# Свойства щелочных металлов

	Li	Na	K	Rb	Cs
Т.пл. (°C)	180	98	64	40	29
Т.кип. (°C)	1342	883	759	688	671
d (г/см <sup>3</sup> )	0.53	0.97	0.86	1.53	1.90
E <sub>M+/M</sub> (В)	-3.04	-2.71	-2.94	-2.98	-3.03
Δ <sub>ат</sub> Н <sup>0</sup> <sub>298</sub> (кДж/моль)	161	108	90	82	78
E <sub>M-M</sub> (кДж/моль)	110	74	55	49	44
Цвет в пламени	Красный	Желтый	Фиолетовый	Розовый	Голубой



# Свойства щелочных металлов

Т.п.  
Т.к.  
d (г)  
E<sub>м</sub>  
Δ<sub>ат</sub>  
(кД  
E<sub>м</sub>  
Цв

Li

Na

K

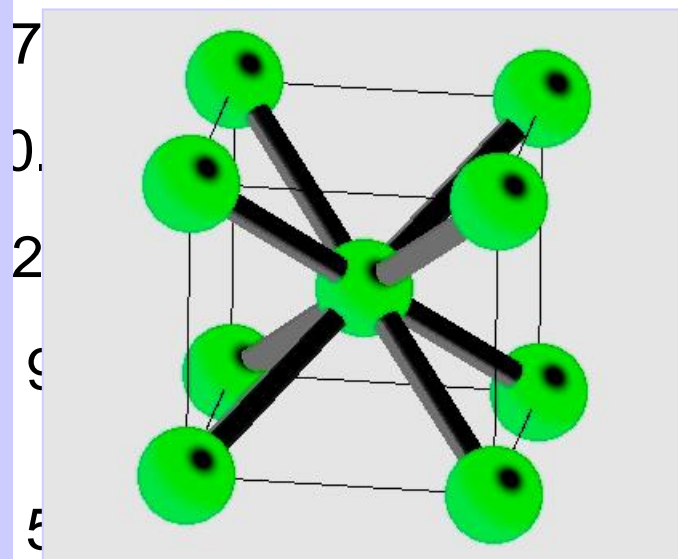
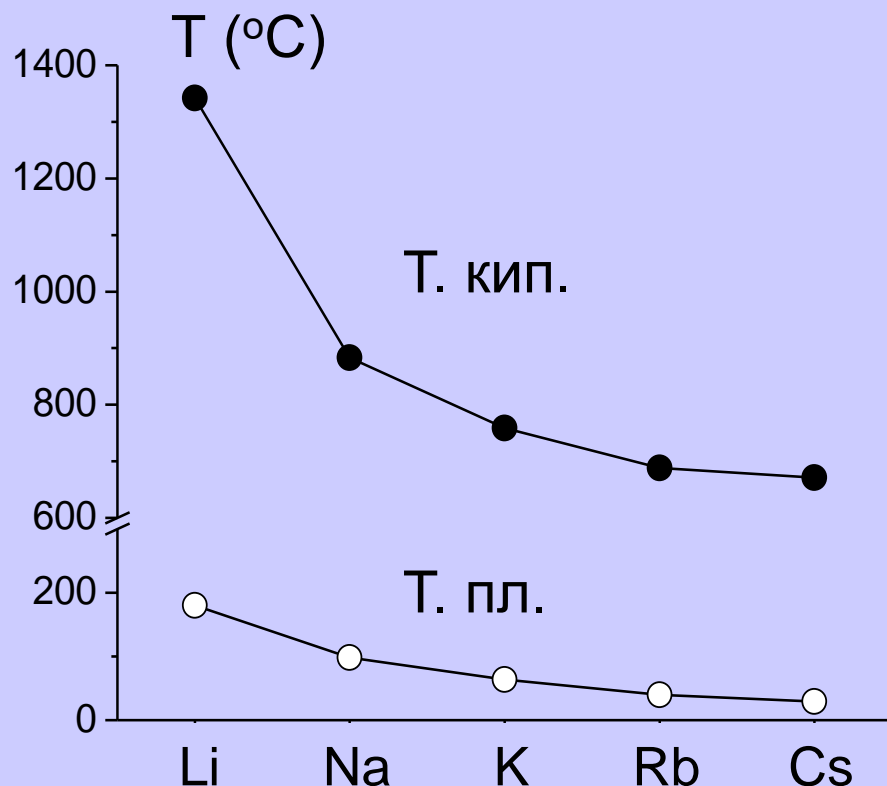
Rb

Cs

64

40

29



Летовый Розовый Голубой

# Свойства щелочных металлов

	Li	Na	K	Rb	Cs
Т.пл. (°C)	180	98	64	40	29
Т.кип. (°C)	1342	883	759	688	671
d (г/см <sup>3</sup> )	0.53	0.97	0.86	1.53	1.90
E <sub>M+/M</sub> (В)	-3.04	-2.71	-2.94	-2.98	-3.03
Δ <sub>ат</sub> Н <sup>0</sup> <sub>298</sub> (кДж/моль)	161	108	90	82	78
E <sub>M-M</sub> (кДж/моль)	110	74	55	49	44
Цвет в пламени	Красный	Желтый	Фиолетовый	Розовый	Голубой

# Свойства щелочных металлов

Т.пл. (°C)

Т.кип. (°C)

$d$  (г/см<sup>3</sup>)

$E_{M+/M}$  (В)

$\Delta_{\text{ат}} H^0_{298}$   
(кДж/моль)

$E_{M-M}$  (кДж/моль)

Цвет в пламени

Li

Na

K

Rb

Cs

$E_{M+/M}$  (В)

-2,7

-2,8

-2,9

-3,0

-3,1

Li

Na

K

Rb

Cs

9

71

90

03

8

4

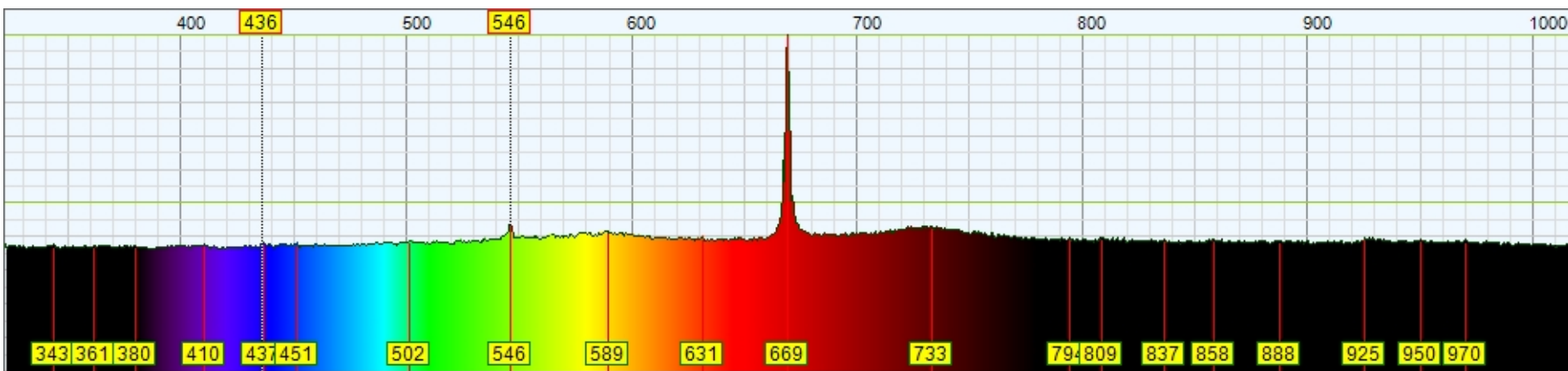
убой

# Свойства щелочных металлов

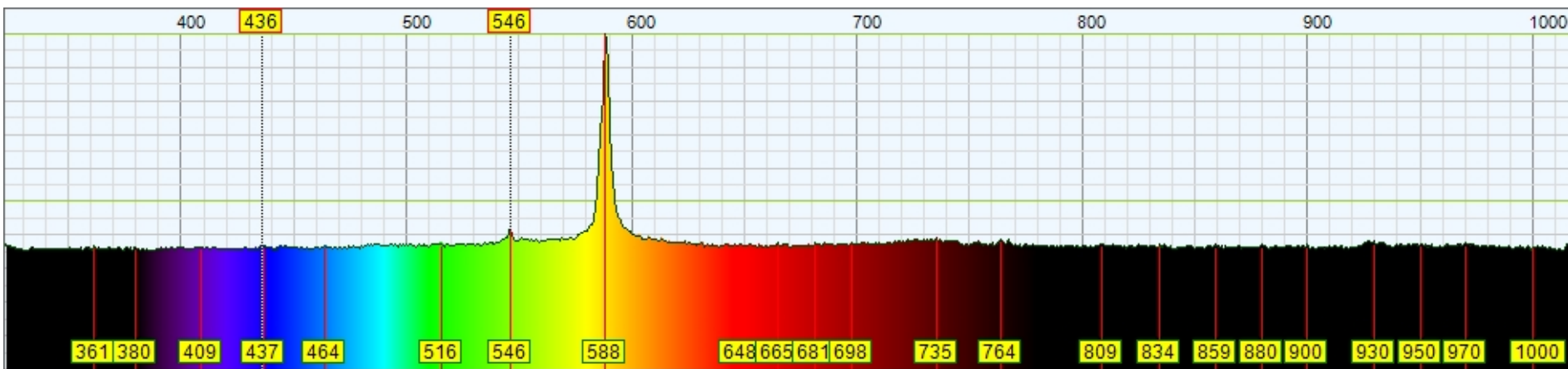
	Li	Na	K	Rb	Cs
Т.пл. (°C)	180	98	64	40	29
Т.кип. (°C)	1342	883	759	688	671
d (г/см <sup>3</sup> )	0.53	0.97	0.86	1.53	1.90
E <sub>M+/M</sub> (В)	-3.04	-2.71	-2.94	-2.98	-3.03
Δ <sub>ат</sub> Н <sup>0</sup> <sub>298</sub> (кДж/моль)	161	108	90	82	78
E <sub>M-M</sub> (кДж/моль)	110	74	55	49	44
Цвет в пламени	Красный	Желтый	Фиолетовый	Розовый	Голубой
λ, нм	671	589	770	780	852
	610		767	795	894
			404	420	455

# Окраска пламени, спектры

Li

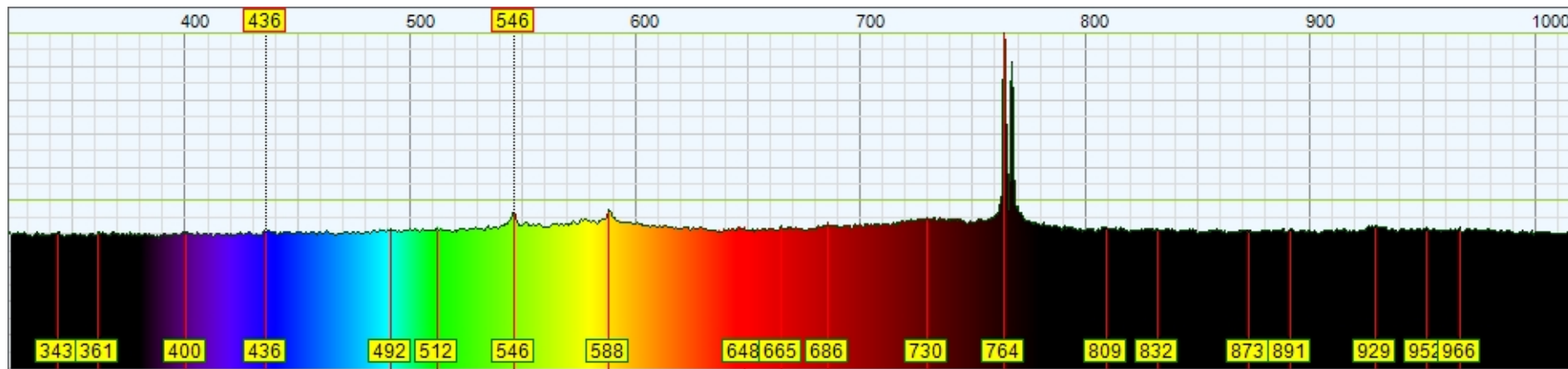


Na

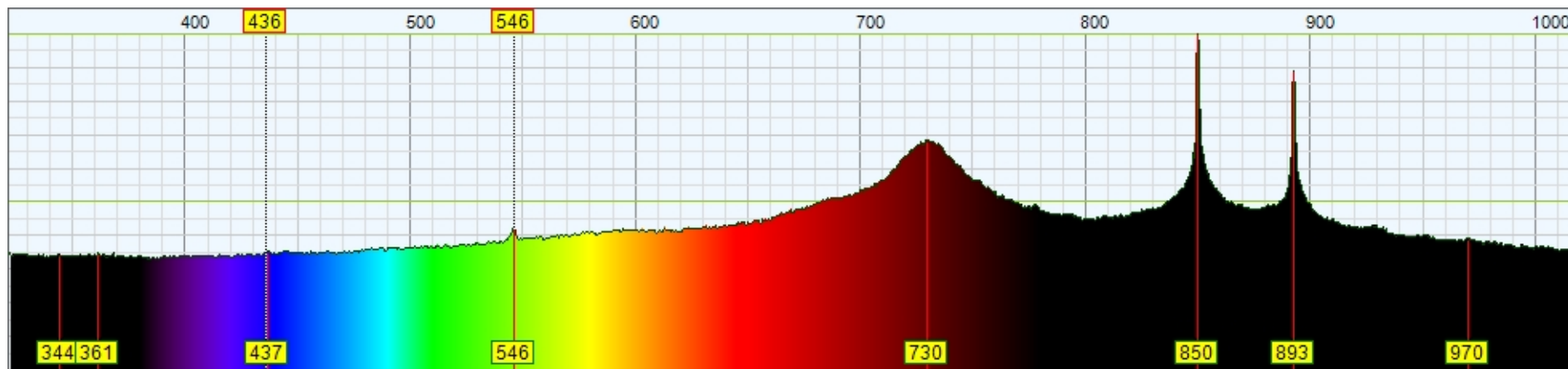


# Окраска пламени, спектры

K

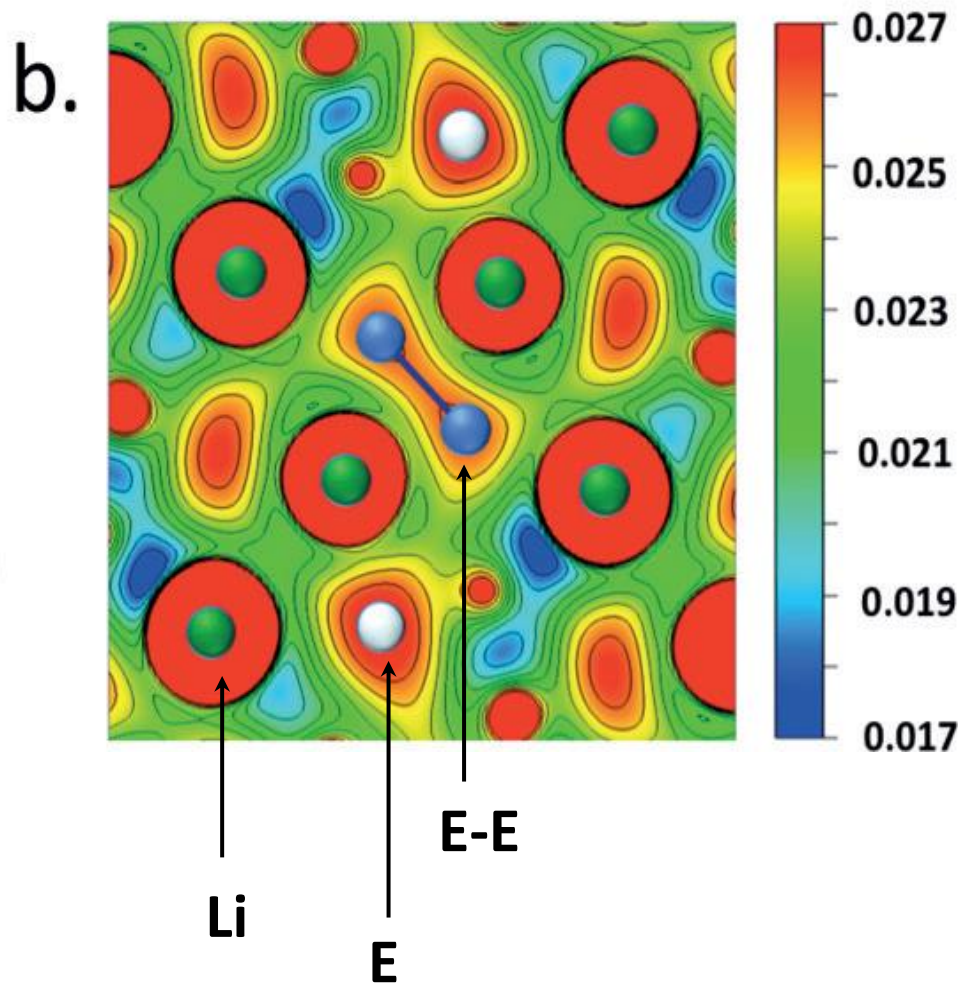
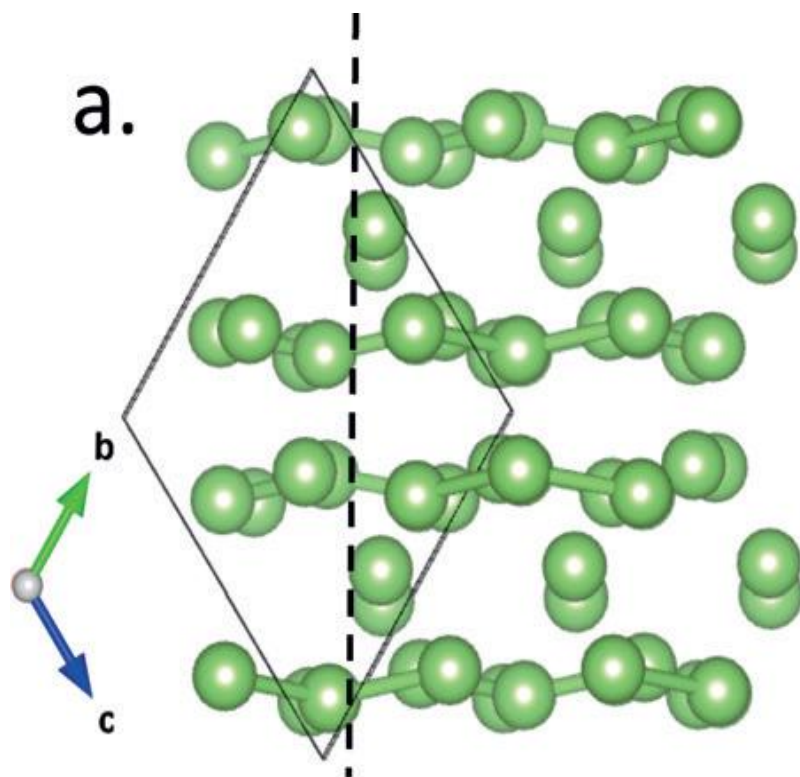


Cs



# Свойства щелочных металлов

Электрид лития под давлением 80 ГПа





# Минералы щелочных металлов

**Li** Сподумен  $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$

**Na** Галит  $\text{NaCl}$

Мирабилит  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Чилийская селитра  $\text{NaNO}_3$

Бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Криолит  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$

**K** Сильвин  $\text{KCl}$

Карналлит  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Сильвинит  $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$

**Rb, Cs**

Сопутствуют калию



Галит



Чилийская селитра



# Минералы щелочных металлов

**Li** Сподумен  $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$

**Na** Галит  $\text{NaCl}$

Мирабилит  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$

Чилийская селитра

Бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

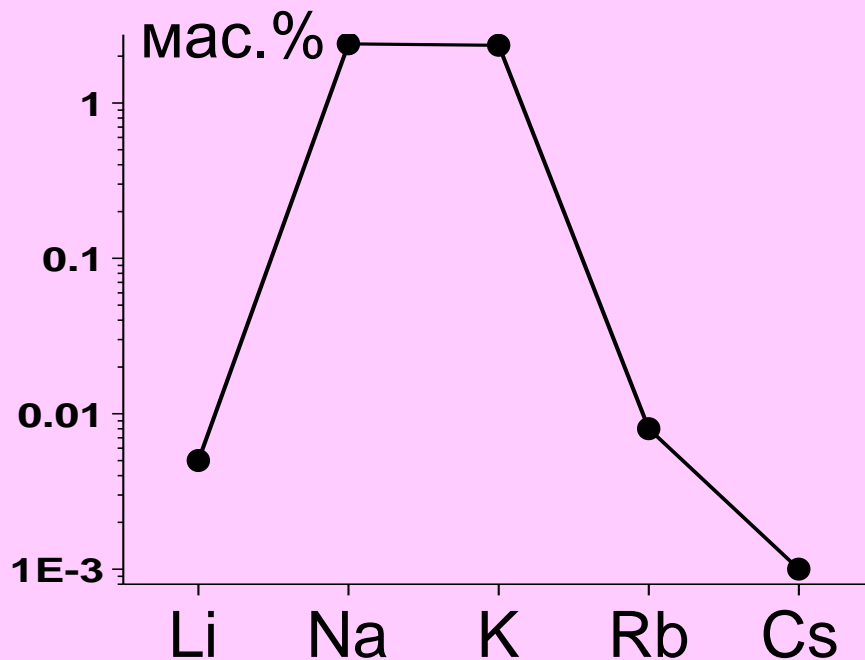
Криолит  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$

**K** Сильвин  $\text{KCl}$

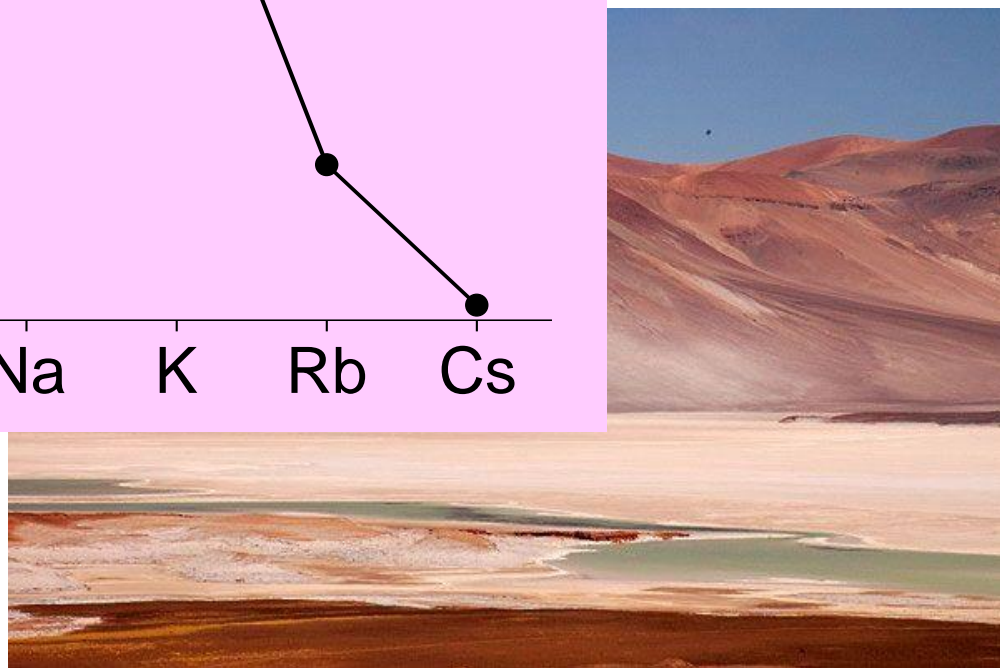
Карналлит  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

лаузит

ию



Галит



Чилийская селитра

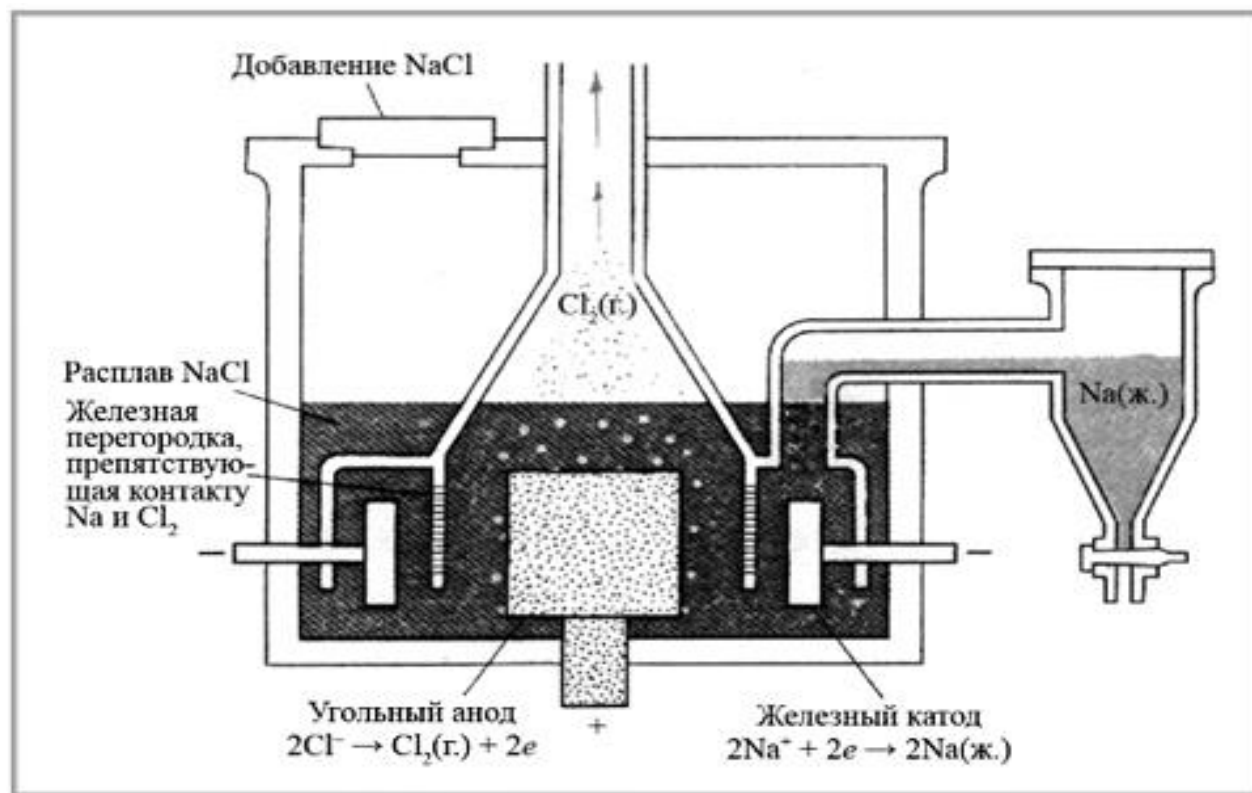
# Получение щелочных металлов

Промышленное получение натрия (процесс Даунса):

Электролиз расплава  $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$  при  $580^\circ\text{C}$

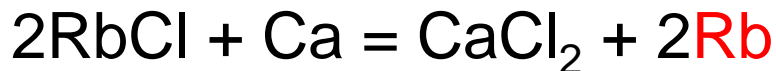
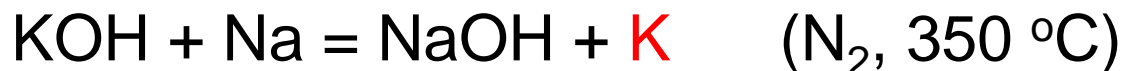
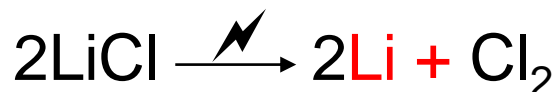
На катоде:  $\text{Na}^+(\text{ж}) + e^- = \text{Na}(\text{ж})$

На аноде:  $2\text{Cl}^-(\text{ж}) = \text{Cl}_2(\text{г}) + 2e^-$



# Получение щелочных металлов

Получение других щелочных металлов:



Кристаллы Cs

# Применение щелочных металлов

1. **Li**: источники тока, аккумуляторы



2. **Li**: легкие сплавы Li-Mg-Al, Li-Al-Cu

3. **Na**: в химической промышленности

4. **Na**: в пищевой промышленности



5. **Na**: хлоралкалиновое производство

6. **Na**: производство стекла

7. **Na, K**: производство удобрений

8. **Na, K**: в медицине

9. **Rb, Cs**: в оптических устройствах

10. **Cs**: «атомные часы»



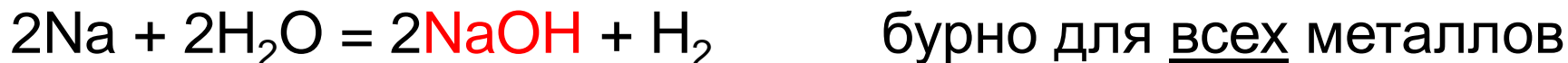
# Основные химические свойства

## 1. Окисление кислородом (горение)



Известен  $\text{Cs}_4\text{O}_6 \equiv \text{Cs}_4(\text{O}_2^{2-})(\text{O}_2^-)_2$  пероксид-надпероксид

## 2. Взаимодействие с водой



## 3. Образование озонидов

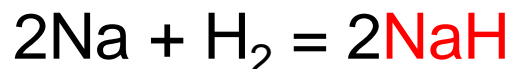


# Основные химические свойства

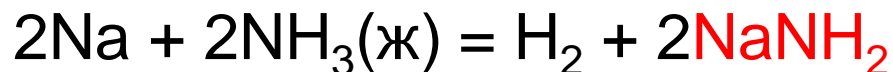
## 4. Окисление галогенами

$2\text{Na} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl}$  бурно для всех металлов и галогенов

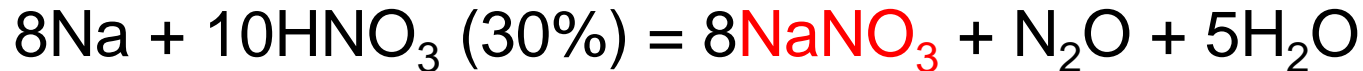
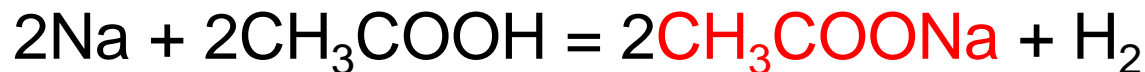
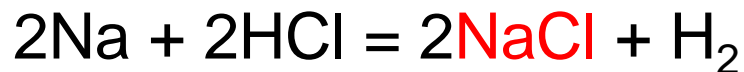
## 5. Образование солеобразных гидридов



## 6. Растворение в жидком аммиаке

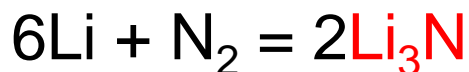


## 7. Растворение в кислотах



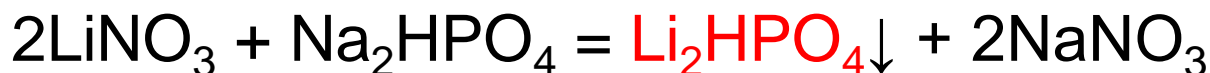
## Особые свойства лития

1. Литий реагирует с азотом, образуя устойчивый нитрид

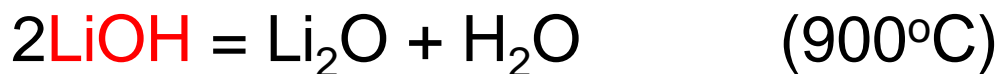


2. Литий реагирует с углем, образуя карбиды  $\text{Li}_2\text{C}_2$  и  $\text{Li}_4\text{C}_3$

3. Фторид, карбонат и фосфат лития плохо растворимы в воде



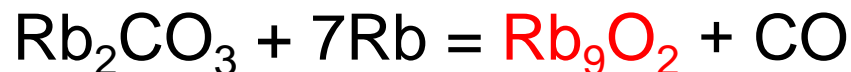
4. Гидроксид и карбонат лития разлагаются при нагревании в твердой фазе



5. Литий не образует квасцов

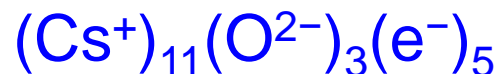
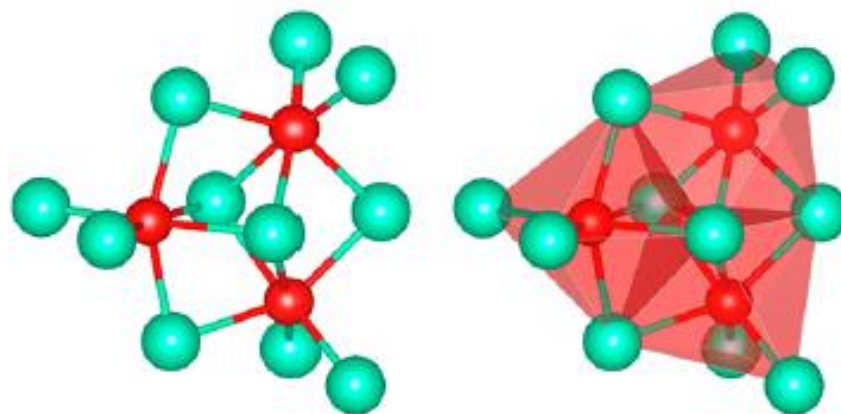
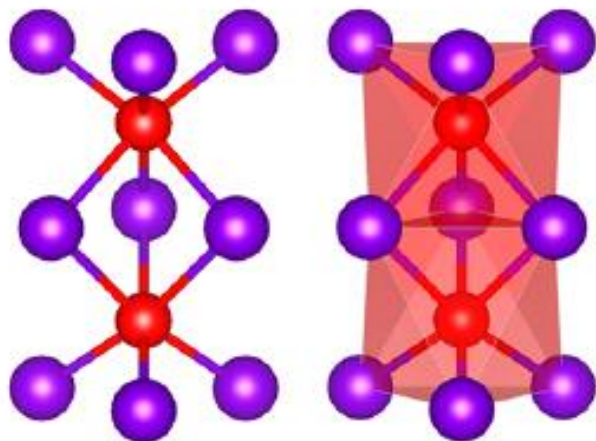
# Особые свойства рубидия и цезия

Образуют субоксиды



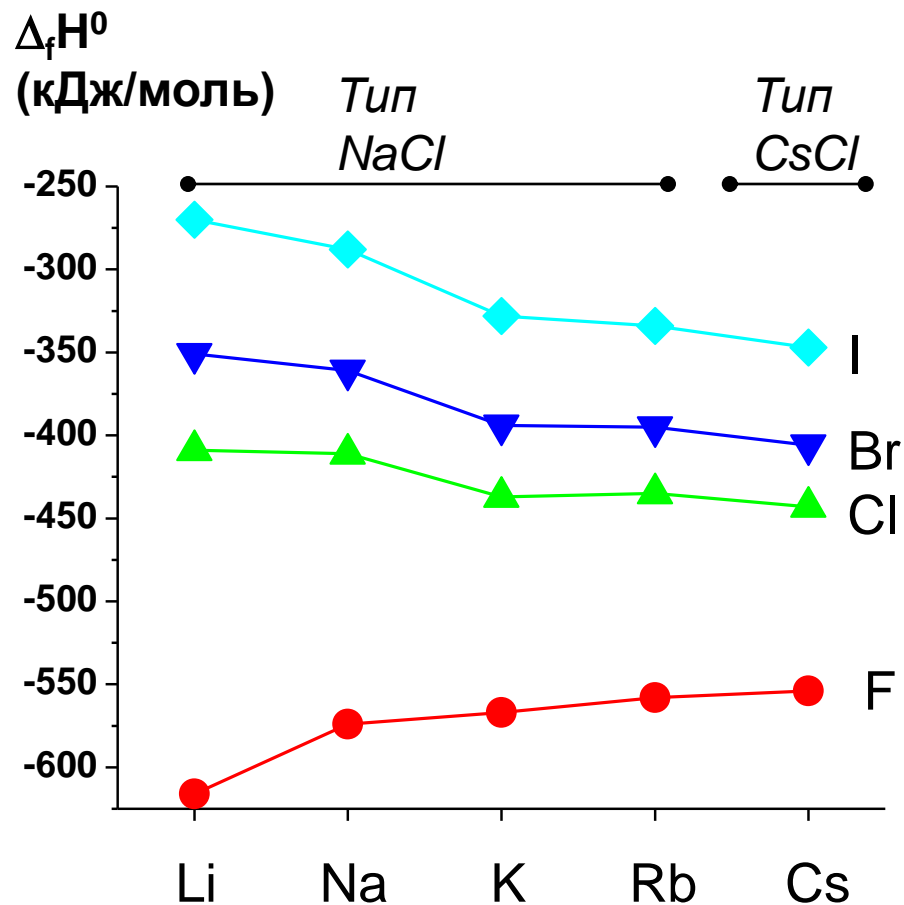
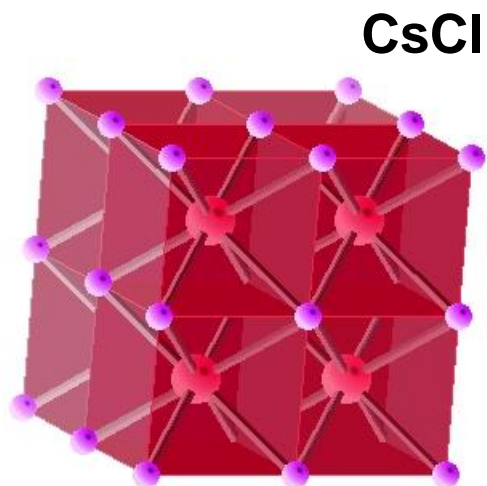
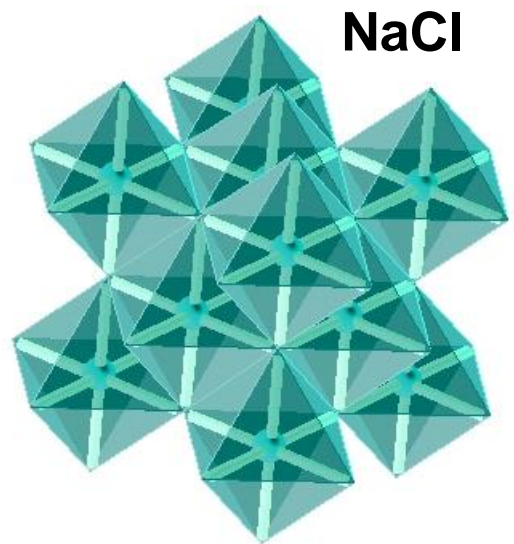
$$d(\text{M}-\text{O}) = 350-400 \text{ pm}$$

Аналогично:



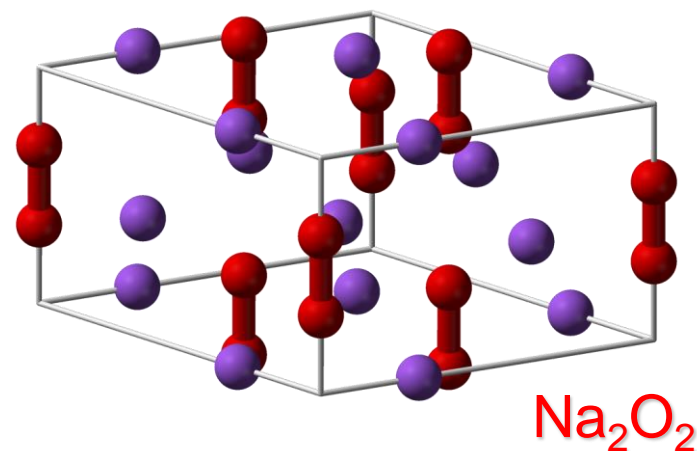
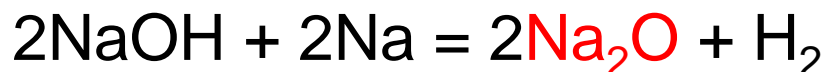
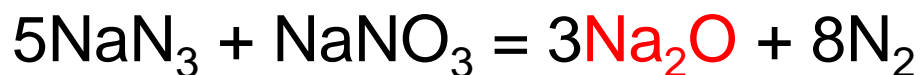
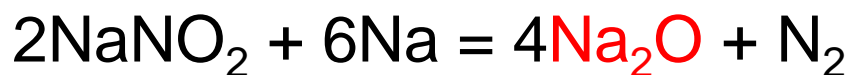


# Галогениды щелочных металлов

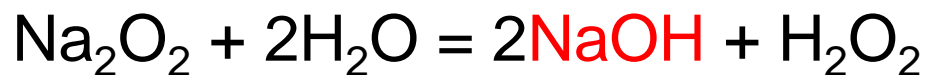


# Оксиды, пероксиды и гидроксиды

## 1. Получение оксидов:

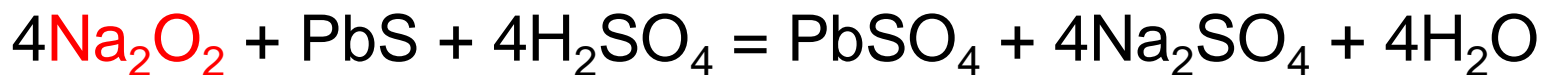
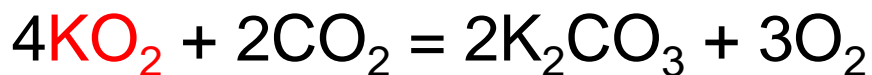


## 2. Взаимодействие оксидов и пероксидов с водой:

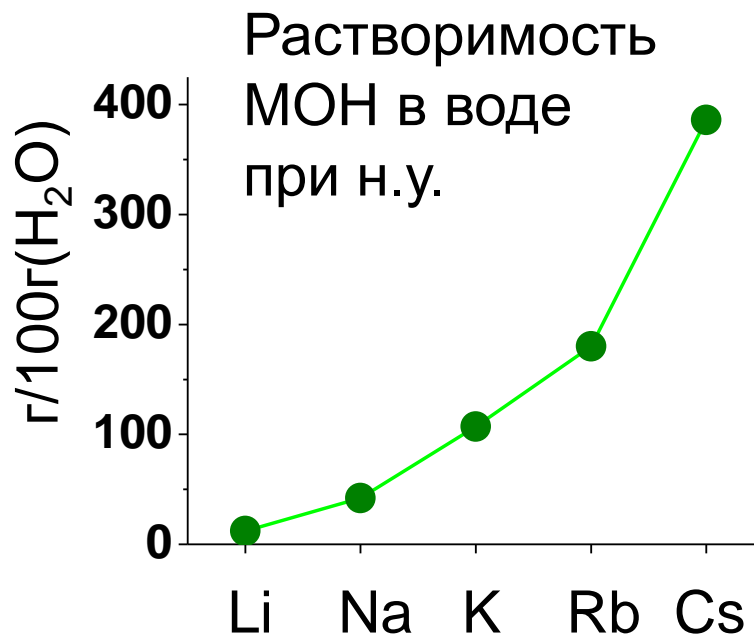
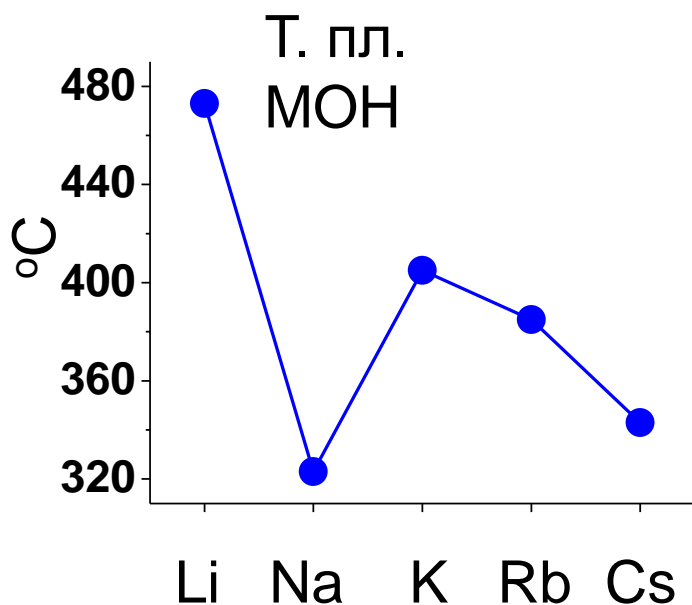


# Оксиды, пероксиды и гидроксиды

## 3. Окислительные свойства пероксидов:



## 4. Гидроксиды (кроме $\text{LiOH}$ ) растворимы в воде и плавятся без разложения



# МОН – сильные основания

LiOH

NaOH

KOH

RbOH

CsOH

Увеличение радиуса катиона  $M^+$

Ослабление связи  $M-OH$

Увеличение степени диссоциации

Увеличение силы основания

# Получение щелочи и соды

Хлоралкалиновое производство:

Электролиз раствора NaCl с инертным анодом и диафрагмой

На катоде:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2$

На аноде:  $2\text{Cl}^- = \text{Cl}_2(\text{г}) + 2\text{e}^-$

Суммарно:  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2$

Получение соды методом Сольвэ  
(свыше 30 млн. тонн в год):

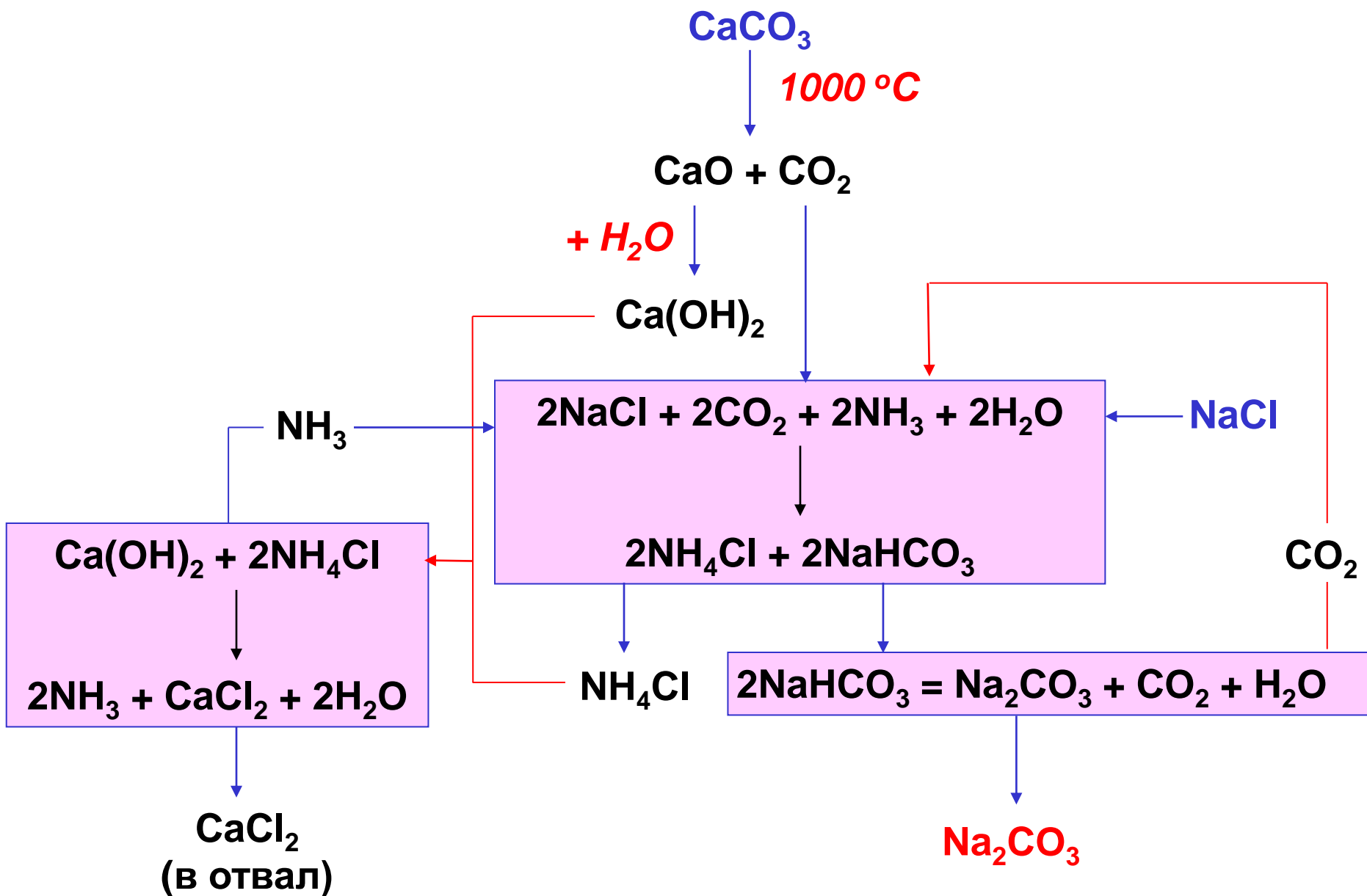
1. Насыщение рассола аммиаком и углекислым газом



2. Разложение бикарбоната натрия



# Получение соды методом Сольвэ

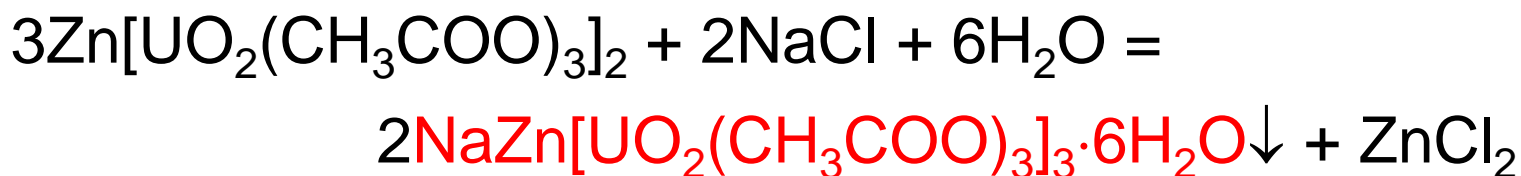
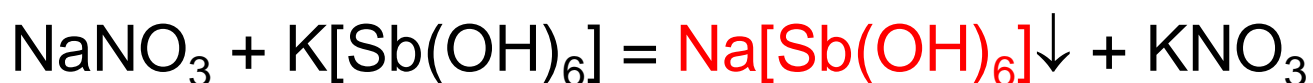


# Малорастворимые соли

1. Только Li образует много нерастворимых солей

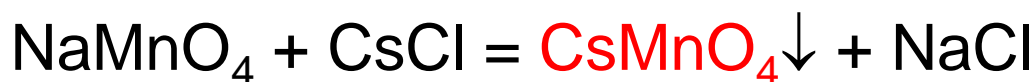
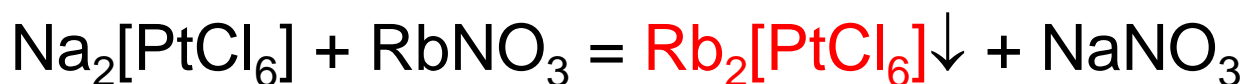
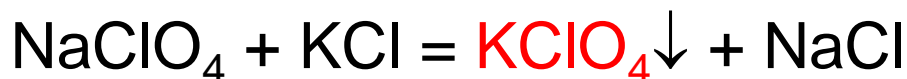


2. Нерастворимые соли Na:



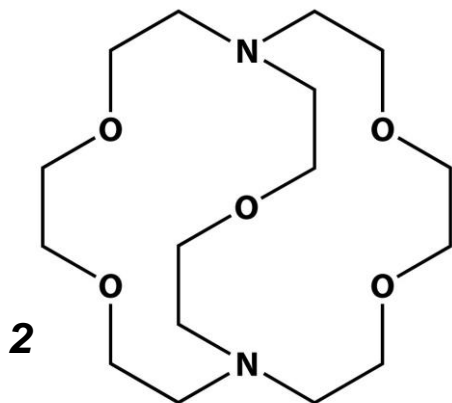
желтый осадок

3. Нерастворимые соли K, Rb, Cs однотипны

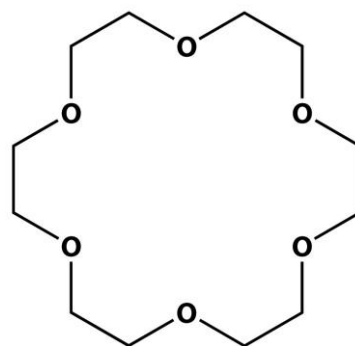


Также известны  $\text{M}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ,  $\text{M}_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

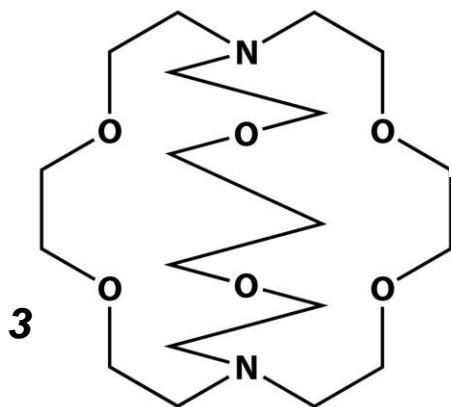
# Комплексы щелочных металлов



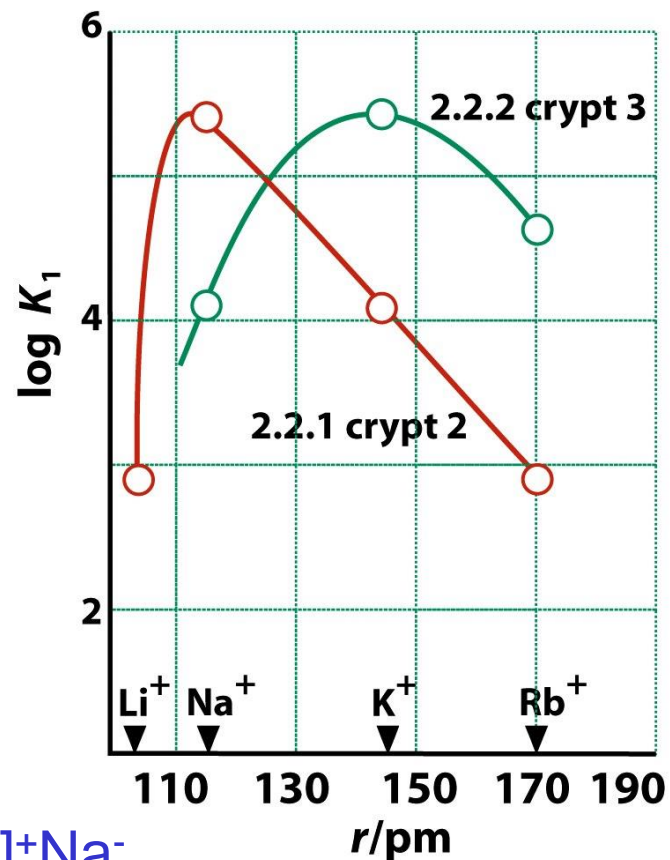
2.2.1 crypt



18-crown-6  
1



2.2.2 crypt



$[K(\text{crypt-2.2.2})]^+ \text{Na}^-$

$[\text{Na}(\text{crypt-2.2.1})]^+ \text{Na}^-$

$[\text{Cs}(\text{18-crown-6})_2]^+ \text{e}^-$



# Биологическая роль Na, K

Na/K насос: создает высокую концентрацию  $\text{Na}^+$  вне клетки,  
 $\text{K}^+$  - внутри клетки

Транспорт катионов против концентрации, используется  
при проведении нервного импульса

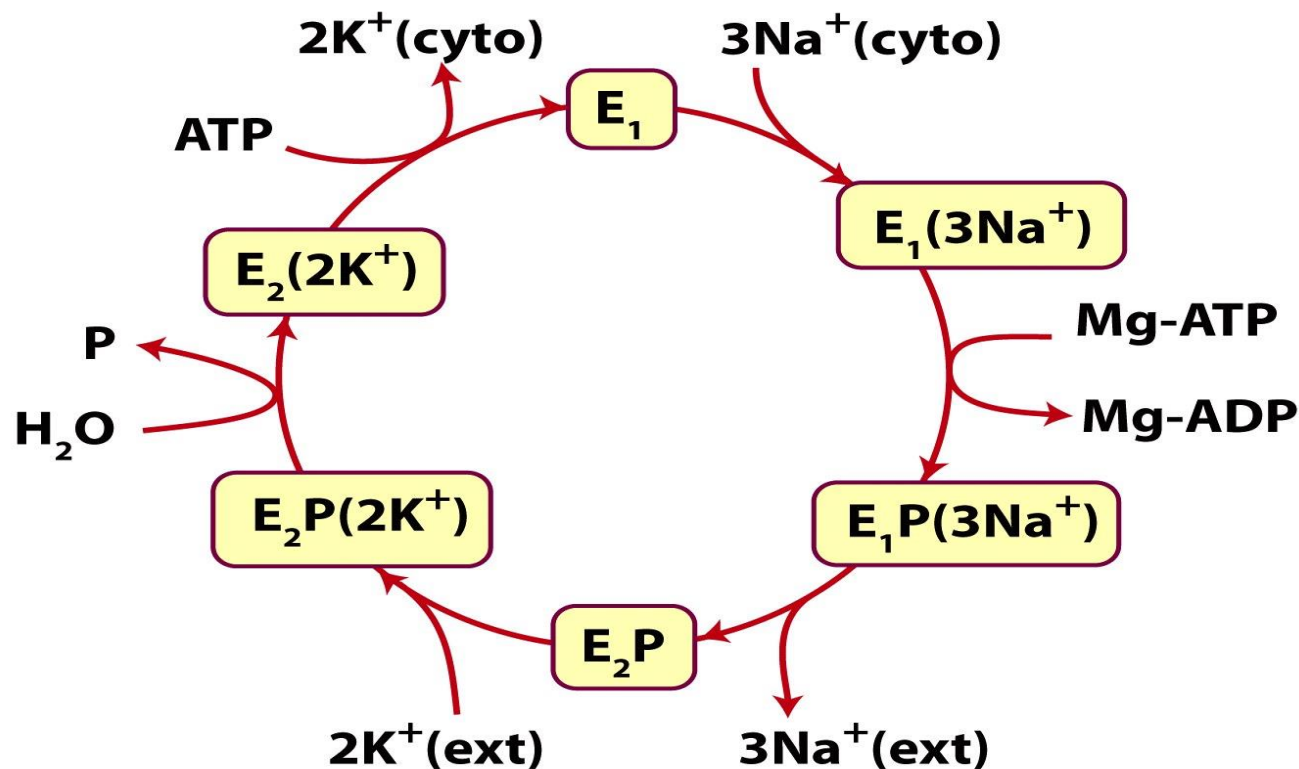


Figure 26-6  
Shriver & Atkins Inorganic Chemistry, Fourth Edition  
© 2006 by D. F. Shriver, P. W. Atkins, T. L. Overton, J. P. Rourke, M. T. Weller, and F. A. Armstrong