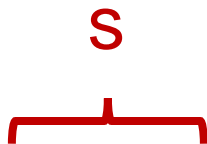


Элементы 1й группы
Водород и
щелочные металлы

S-элементы в Периодической системе



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International Year
of the Periodic Table
of Chemical Elements



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|---|---|---|--|---|--|--|---|--|---|--|--|--|---|---|-----------------------------------|
| H 1 1,00794 Водород Hydrogen | | | | | | | | | | | | | | | | | He 2 4,0026 Гелий Helium | |
| Li 3 6,941 Литий Lithium | Be 4 9,0122 Бериллий Beryllium | | | | | | | | | | | | | | | | | Ne 10 20,1797 Неон Neon |
| Na 11 22,9898 Натрий Sodium | Mg 12 24,305 Магний Magnesium | | | | | | | | | | | | | | | | | Ar 18 39,948 Аргон Argon |
| K 19 39,0983 Калий Potassium | Ca 20 40,078 Кальций Calcium | Sc 21 44,9559 Скандий Scandium | Ti 22 47,887 Титан Titanium | V 23 50,9415 Ванадий Vanadium | Cr 24 51,9961 Хром Chromium | Mn 25 54,938 Марганец Manganese | Fe 26 55,845 Железо Iron | Co 27 58,9332 Кобальт Cobalt | Ni 28 58,6934 Никель Nickel | Cu 29 63,546 Медь Copper | Zn 30 65,38 Цинк Zinc | Ga 31 69,723 Галлий Gallium | Ge 32 72,63 Германий Germanium | As 33 74,9216 Мышьяк Arsenic | Se 34 78,96 Селен Selenium | Br 35 79,904 Бром Bromine | Kr 36 83,798 Криптон Krypton | |
| Rb 37 85,4678 Рубидий Rubidium | Sr 38 87,62 Стронций Strontium | Y 39 88,9059 Иттрий Yttrium | Zr 40 91,224 Цирконий Zirconium | Nb 41 92,9064 Ниобий Niobium | Mo 42 95,96 Молибден Molybdenum | Tc 43 97,907 Технеций Technetium | Ru 44 101,07 Рутений Ruthenium | Rh 45 102,9055 Родий Rhodium | Pd 46 108,42 Палладий Palladium | Ag 47 107,8682 Серебро Silver | Cd 48 112,411 Кадмий Cadmium | In 49 114,819 Индий Indium | Sn 50 118,71 Олово Tin | Sb 51 121,76 Сурьма Antimony | Te 52 127,6 Теллур Tellurium | I 53 126,9045 Йод Iodine | Xe 54 131,29 Ксенон Xenon | |
| Cs 55 132,9055 Цезий Caesium | Ba 56 137,327 Барий Barium | La 57 138,9055 Лантан Lanthanum | Hf 72 178,49 Гафний Hafnium | Ta 73 180,9479 Тантал Tantalum | W 74 183,84 Вольфрам Tungsten | Re 75 186,207 Рений Rhenium | Os 76 190,23 Осмий Osmium | Ir 77 192,217 Иридий Iridium | Pt 78 195,084 Платина Platinum | Au 79 196,9666 Золото Gold | Hg 80 200,59 Ртуть Mercury | Tl 81 204,3833 Таллий Thallium | Pb 82 207,2 Свинец Lead | Bi 83 208,9804 Висмут Bismuth | Po 84 208,98 Полоний Polonium | At 85 [210] Астат Astatine | Rn 86 [222] Радон Radon | |
| Fr 87 [223] Франций Francium | Ra 88 226,0254 Радий Radium | Ac 89 227,0278 Актиний Actinium | Rf 104 [261] Резерфордий Rutherfordium | Db 105 [262] Дубний Dubnium | Sg 106 [263] Сиборгий Seaborgium | Bh 107 [264] Бергий Bohrium | Hs 108 [265] Хасий Hassium | Mt 109 [266] Мейтнерий Meitnerium | Ds 110 [267] Дармштадтий Darmstadtium | Rg 111 [268] Рентгений Roentgenium | Cn 112 [269] Коперниций Copernicium | Nh 113 [270] Нихоний Nihonium | Fl 114 [271] Флеровий Flerovium | Mc 115 [272] Московский Moscovium | Lv 116 [273] Ливерморий Livermorium | Ts 117 [274] Теннесси Tennessine | Og 118 [276] Оганессон Oganesson | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | v 1.1 |
| Ce 58 140,116 Церий Cerium | Pr 59 140,9077 Празеодим Praseodymium | Nd 60 144,24 Неодим Neodymium | Pm 61 [145] Прометий Promethium | Sm 62 150,36 Самарий Samarium | Eu 63 151,964 Европий Europium | Gd 64 157,25 Гадолиний Gadolinium | Tb 65 158,9253 Тербий Terbium | Dy 66 162,5 Диспрозий Dysprosium | Ho 67 164,9303 Гольмий Holmium | Er 68 167,26 Эрбий Erbium | Tm 69 168,9342 Туллий Thulium | Yb 70 173,045 Иттербий Ytterbium | Lu 71 174,967 Лютеций Lutetium | | | | | |
| Th 90 232,0381 Торий Thorium | Pa 91 231,0359 Протактиний Protactinium | U 92 238,0289 Уран Uranium | Np 93 237,0482 Нептуний Neptunium | Pu 94 [244] Плутоний Plutonium | Am 95 [243] Америций Americium | Cm 96 [247] Кюрий Curium | Bk 97 [247] Берклий Berkelium | Cf 98 [251] Калфорний Californium | Es 99 [252] Эйнштейний Einsteinium | Fm 100 [257] Фермий Fermium | Md 101 [258] Менделеев Mendelevium | No 102 [259] Нобелий Nobelium | Lr 103 [260] Лоуренсий Lawrencium | | | | | |

Водород – общие сведения

Простейший атом: 1 протон, 1 электрон



1 группа

Имеет 1 валентный электрон – аналогия с щелочными металлами

17 группа

Требуется 1 валентный электрон до достижения оболочки инертного газа – аналогия с галогенами

Самый распространенный элемент во Вселенной – 90% атомов, 75% массы

Изотопы водорода

| | ^1H | ^2H (D) | ^3H (T) |
|----------------------|---------------|------------------|------------------|
| название | протий | дейтерий | тритий |
| распростр. в природе | 99.984 % | 0.016 % | 10^{-15} % |
| масса изотопа | 1.0078 | 2.0141 | 3.0160 |
| период полураспада | стабилен | стабилен | 12.3 года |
| спин ядра | $\frac{1}{2}$ | 1 | $\frac{1}{2}$ |

$$E_{\text{св}}(\text{H-H}) - E_{\text{св}}(\text{D-D}) = 7.76 \text{ кДж/моль}$$

| | H_2O | D_2O |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Т. пл., °C | 0 | 3.83 |
| Т. кип., °C | 100 | 101.42 |
| d_{max} , Г/см ³ | 1 | 1.1053 |
| K_w (298) | $1 \cdot 10^{-14}$ | $2 \cdot 10^{-15}$ |

D_2O

“тяжелая”
вода

Свойства атомарного водорода



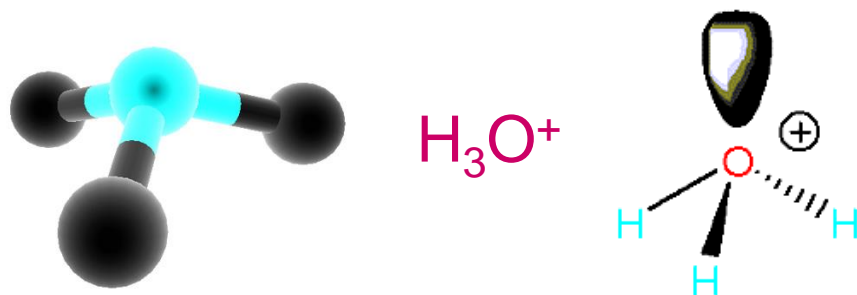
| | | | |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Радиус | 21 pm | 37 pm | 133 pm |
| Эл. конф. | 1s ⁰ | 1s ¹ | 1s ² |



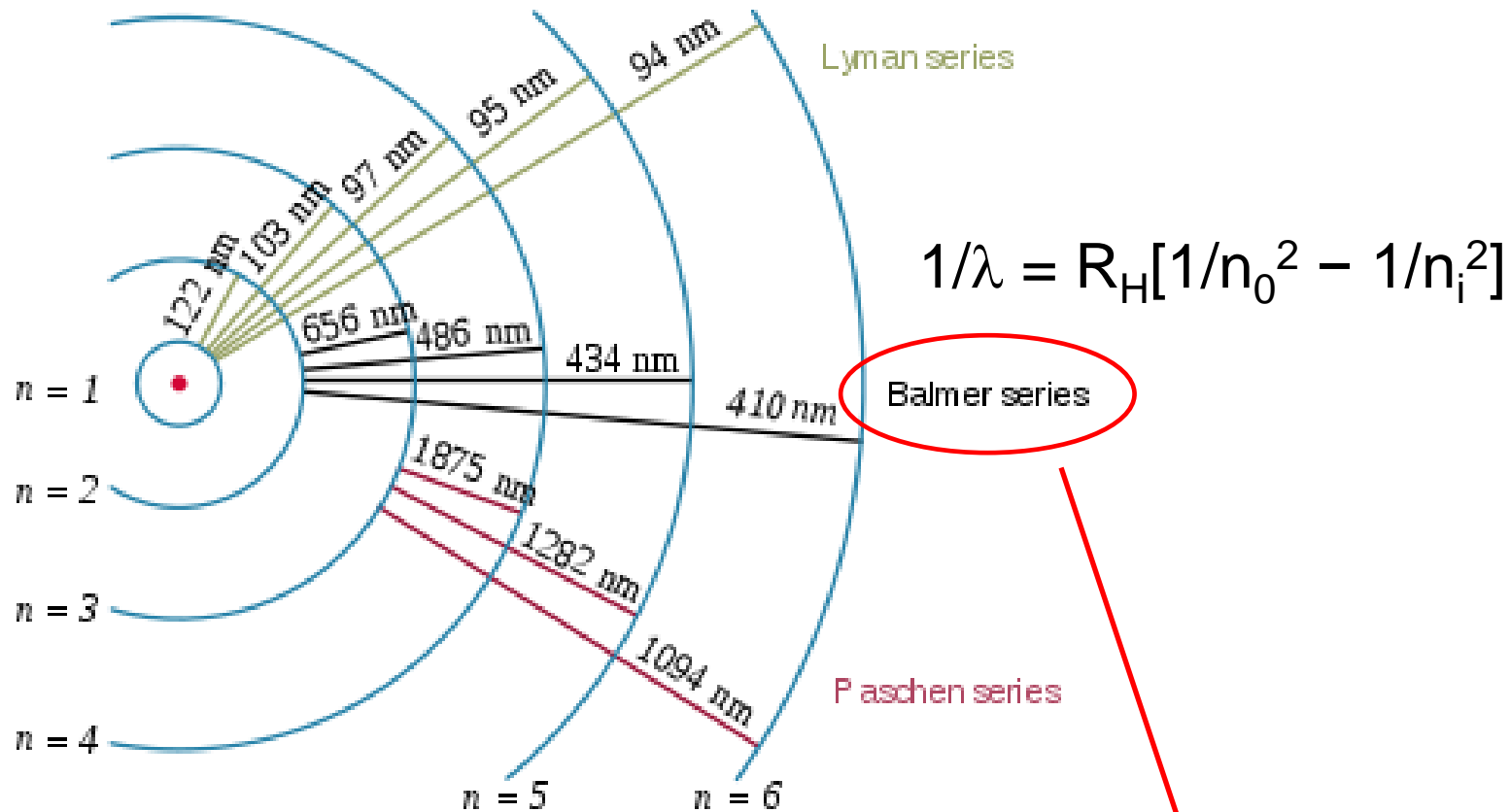
$$I_1 = 13.6 \text{ эВ (1312 кДж/моль)}$$

$$A_e = 0.75 \text{ эВ (72.35 кДж/моль)}$$

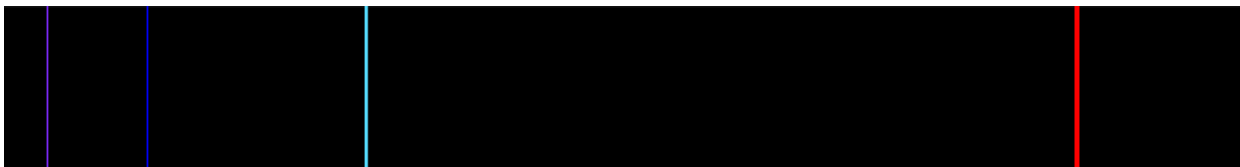
$$\Delta_h \text{H}^0(298) = -1091 \text{ кДж/моль}$$



Спектральные серии водорода



Спектр водорода в видимой области



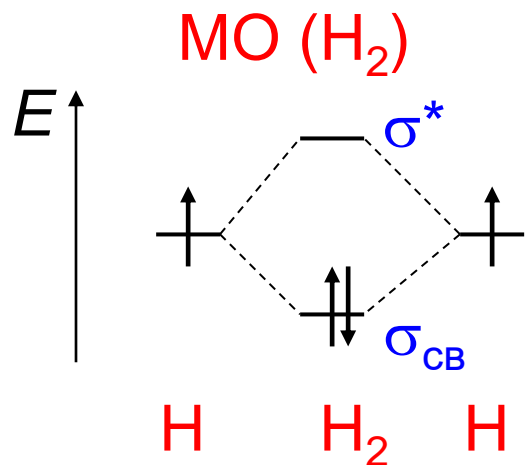
Молекулярный водород

H_2 газ без цвета, запаха и вкуса

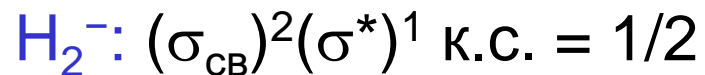
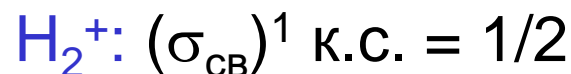
Плохо растворим во всех растворителях

Т.пл. = -259.3 °С (13.7 К); Т.кип. = -252.7 °С (20.3 К)

$\Delta_{\text{ат}} \text{H}^0_{298} = 435$ кДж/моль



Молекулярные ионы:



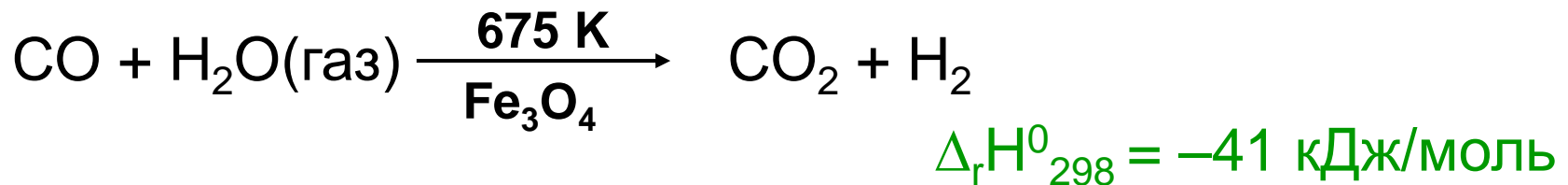
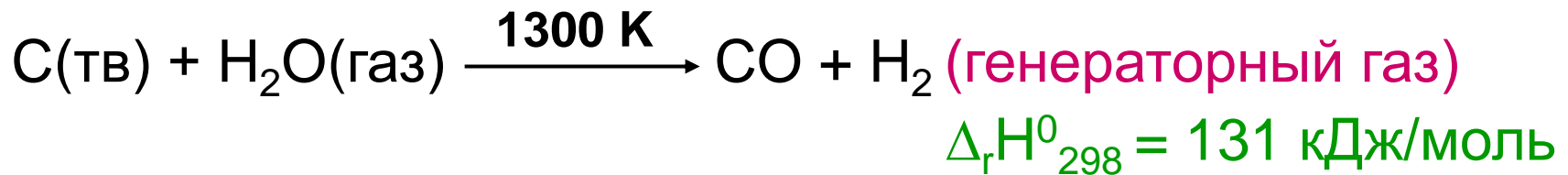
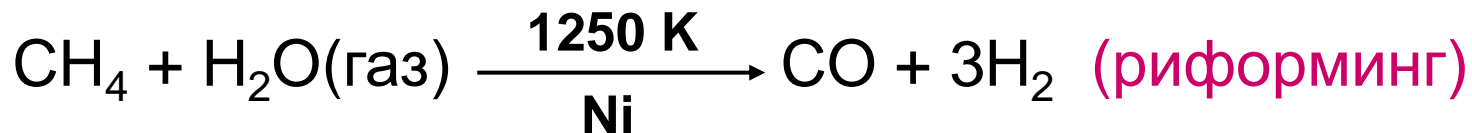
$d(\text{H}-\text{H}) = 74$ pm

Двухатомные молекулы и ионы

| | H_2^+ | H_2 | H_2^- |
|-------------------------|---------------|-------|---------------|
| E | | | |
| $2\sigma (\sigma^*)$ | — | — | ↑ |
| $1\sigma (\sigma_{CB})$ | ↑ | ↑↓ | ↑↓ |
| К.С. | $\frac{1}{2}$ | 1 | $\frac{1}{2}$ |
| $d, \text{Å}$ | 1.06 | 0.74 | 1.12 |
| $E,$ кДж/моль | 255 | 435 | 142 |

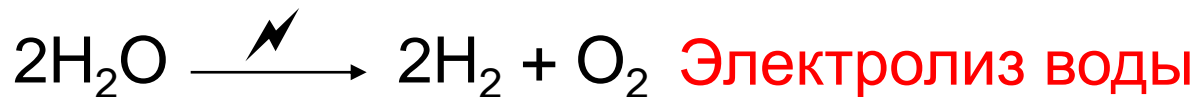
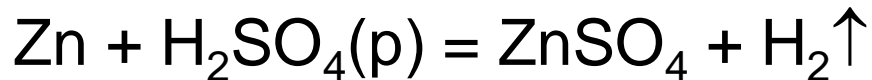
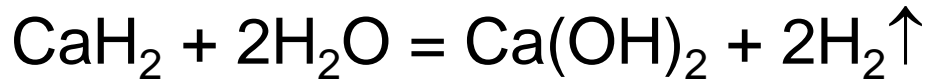
Получение и свойства водорода

1. Получение в промышленности



Получение и свойства водорода

2. Получение в лаборатории



3. Низкая реакционная способность

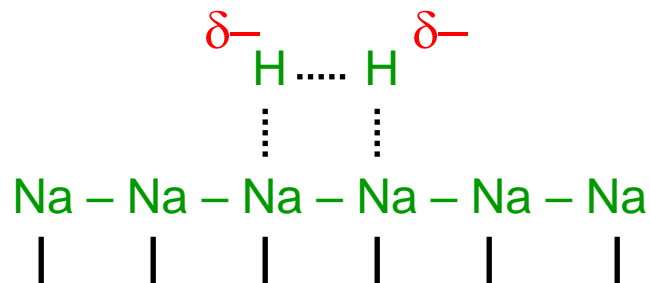
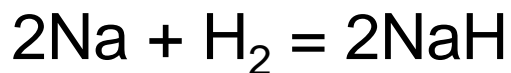
$$T_{\text{ат}} = 2000 \text{ К.}$$

На холоду в темноте реагирует только с F_2

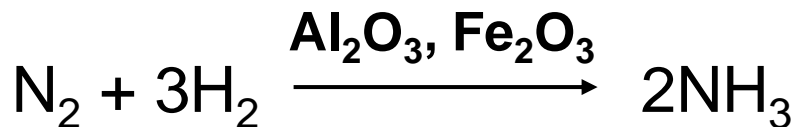
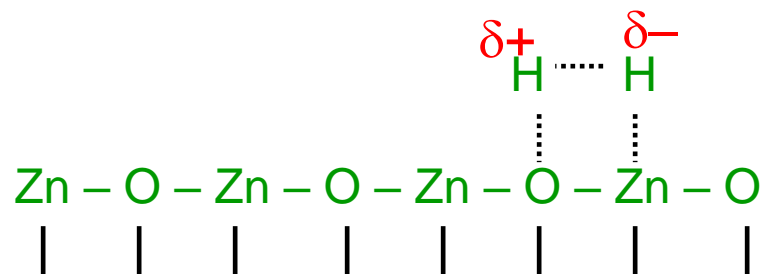
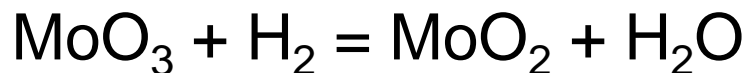
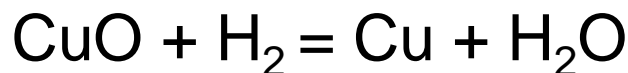
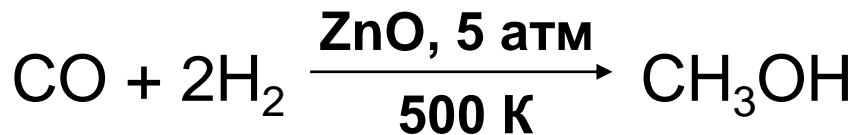


Получение и свойства водорода

4. Активация гомолитической диссоциации

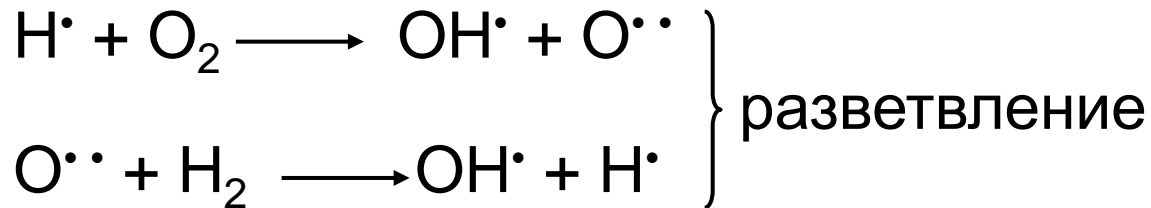


5. Активация гетеролитической диссоциации



Получение и свойства водорода

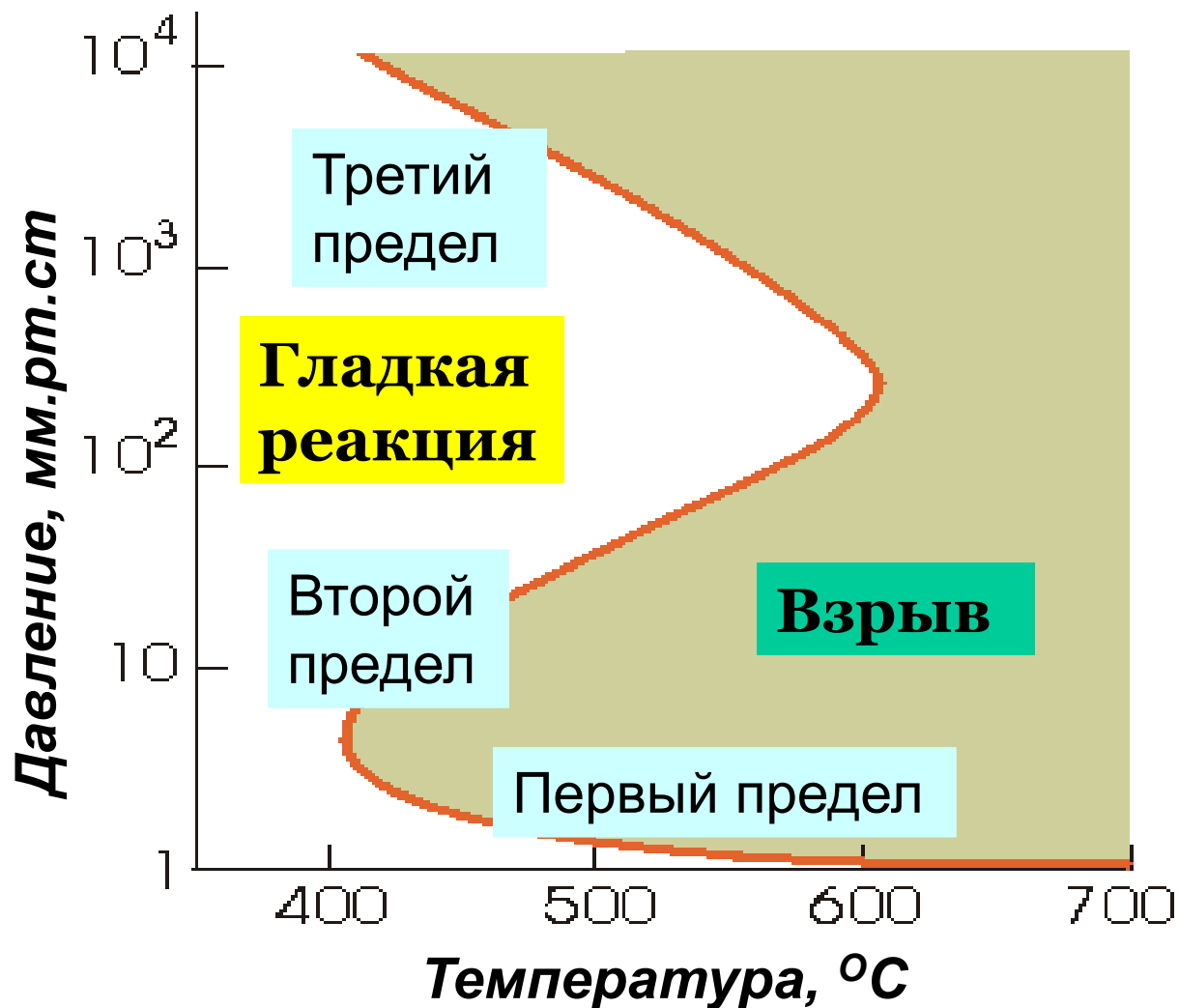
6. Инициация радикалов



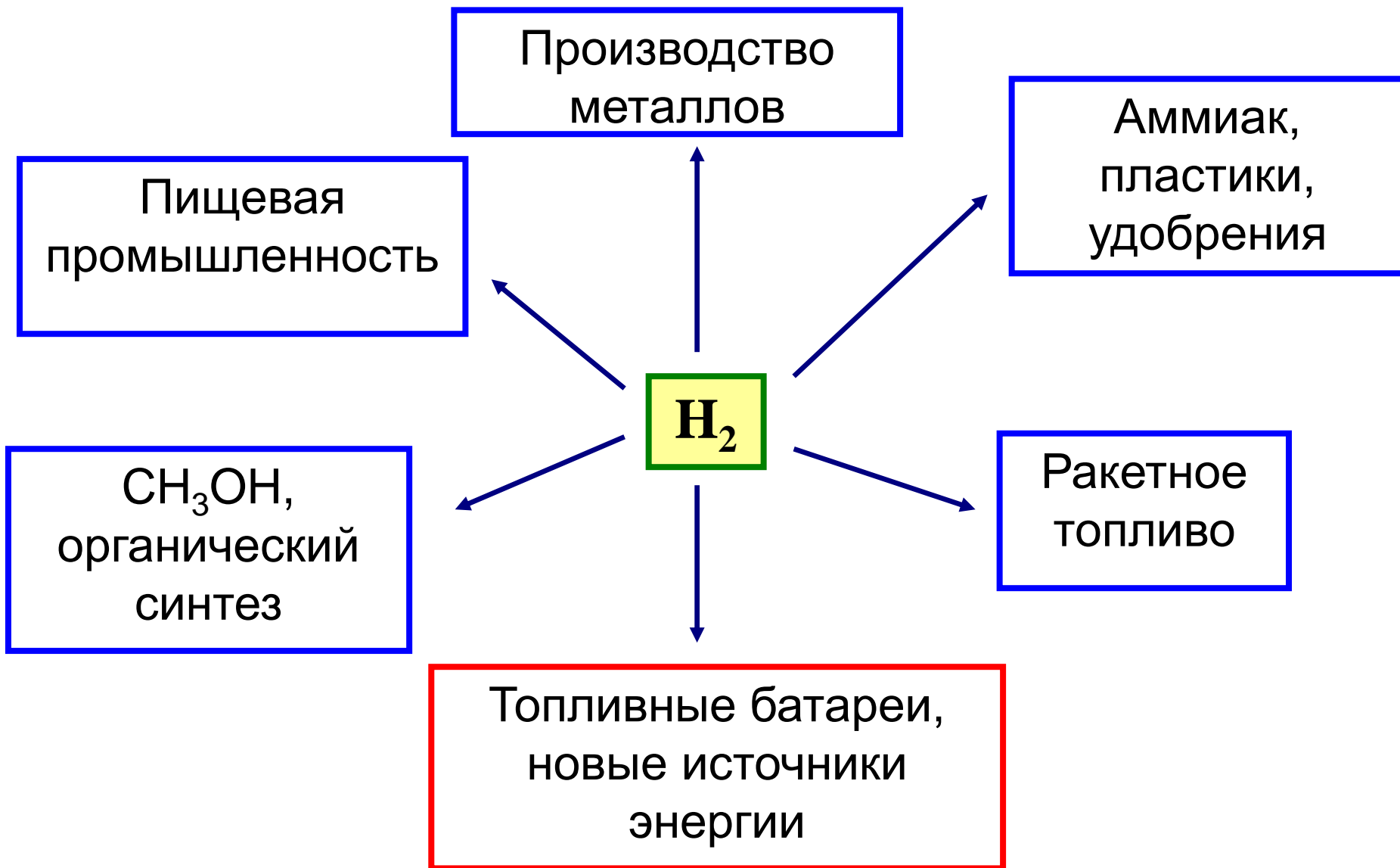
Цепные реакции

Взрывоопасность водорода

Для реакции $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$



Применение водорода

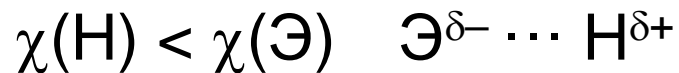
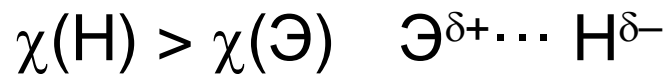


Образование химической связи

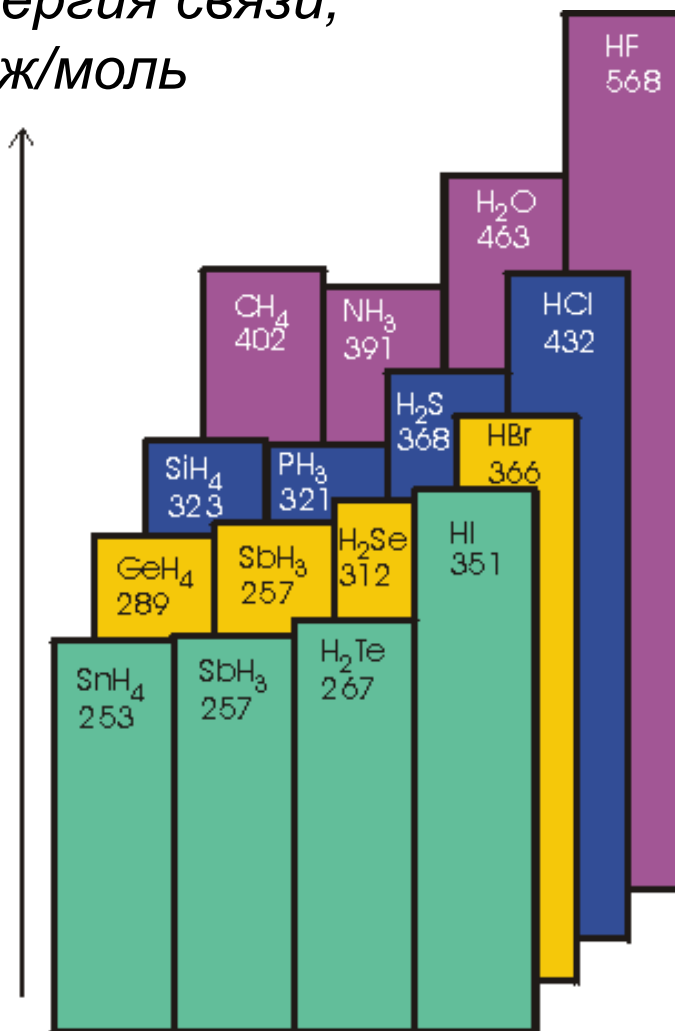
$$\chi^p(\text{H}) = 2.1$$

| Si | Ge | B | H | As | P | C |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.9 | 2.0 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.2 | 2.6 |

$$E(\text{H-H}) = 435 \text{ кДж/моль}$$



Энергия связи,
кДж/моль



Водородная связь

Водородная связь образуется между связанным водородом и электроотрицательными элементами, имеющими неподеленную электронную пару

E , кДж/моль

$H \cdots FH$ 29

$H \cdots OH_2$ 25

$H \cdots NH_3$ 17

$H \cdots SH_2$ 7

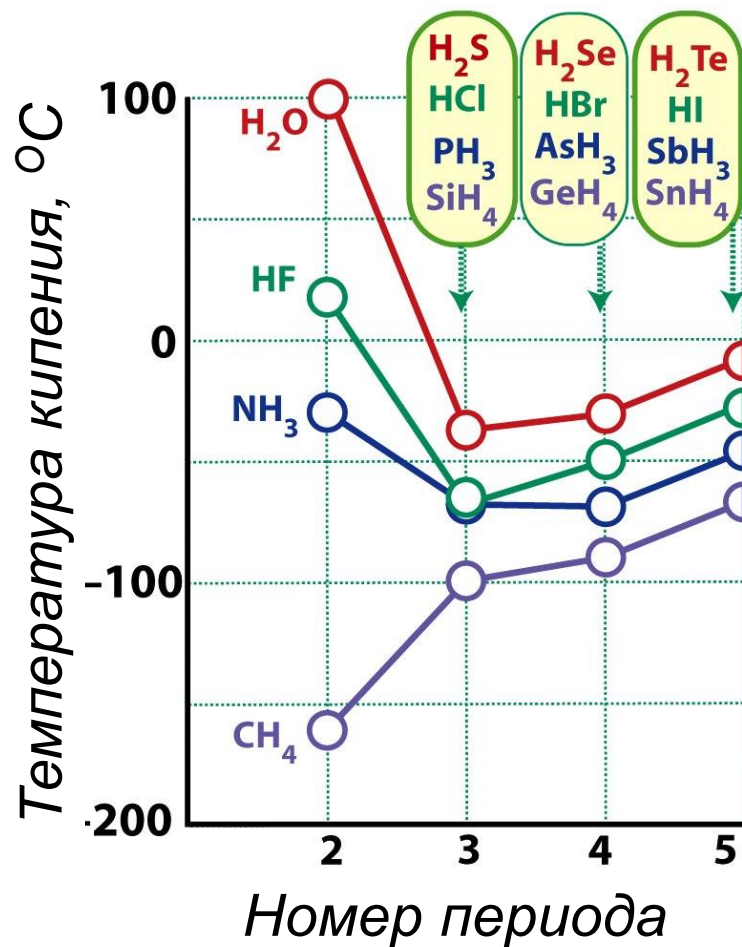
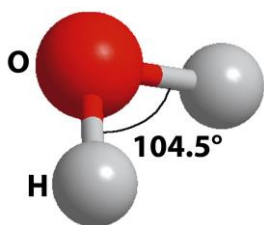


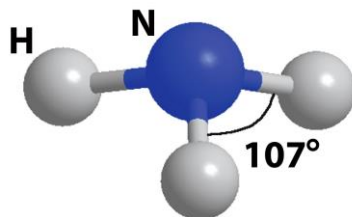
Figure 9-4
 Shriver & Atkins Inorganic Chemistry, Fourth Edition
 © 2006 by D. F. Shriver, P. W. Atkins, T. L. Overton, J. P. Rourke, M. T. Weller, and F. A. Armstrong

Водородная связь



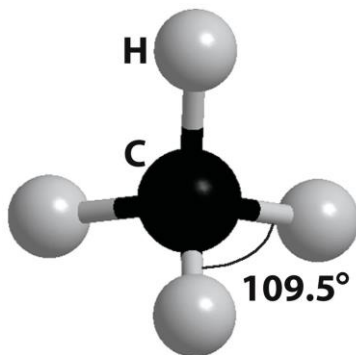
вода

Structure ...
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



аммиак

Structure ...
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



метан

Structure ...
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

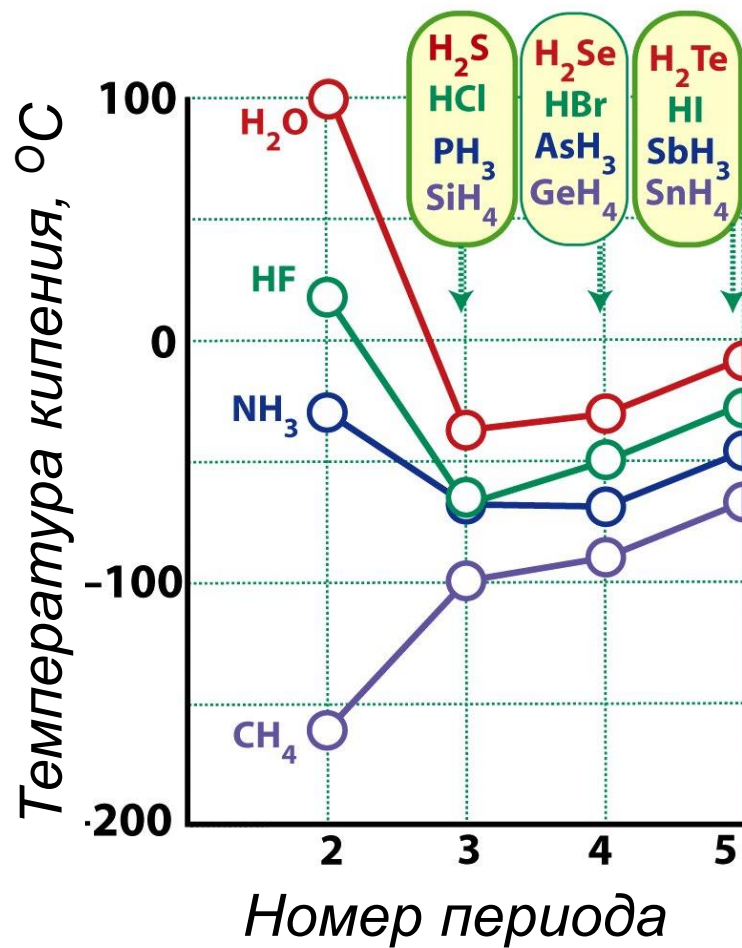


Figure 9-4
Shriver & Atkins Inorganic Chemistry, Fourth Edition
© 2006 by D. F. Shriver, P. W. Atkins, T. L. Overton, J. P. Rourke, M. T. Weller, and F. A. Armstrong

Гидриды

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|----|
| | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | 18/VIII | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | He |
| 2 | Li | Be | | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne |
| 3 | Na | Mg | | | | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
| 4 | K | Ca | Sr | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | | Kr |
| 5 | Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | | Xe |
| 6 | Cs | Ba | Lu | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | | Rn |



солеобразные

металлические

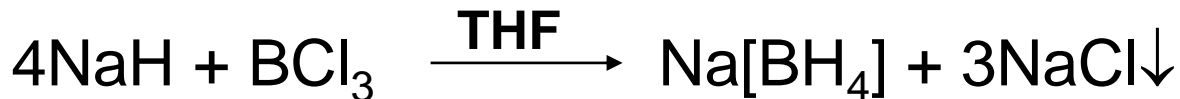
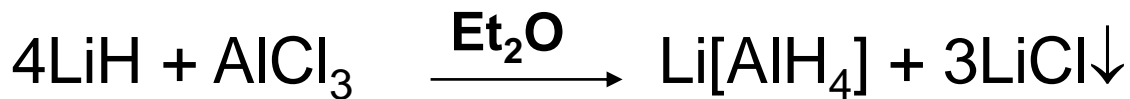
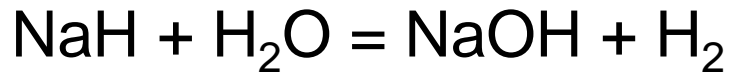
полимерные

молекулярные

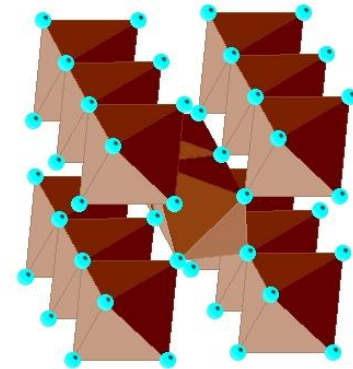
неизвестны

Гидриды

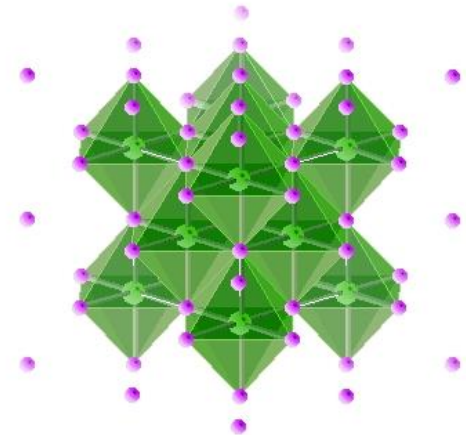
1. Солеобразные гидриды



Солеобразные гидриды обладают структурами галогенидов щелочных и щелочноземельных металлов:



MgH₂



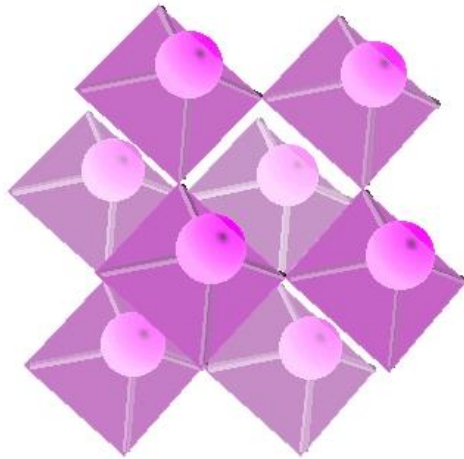
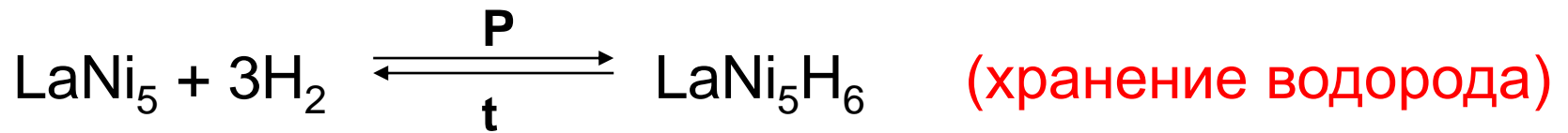
NaH

Ионные соединения!

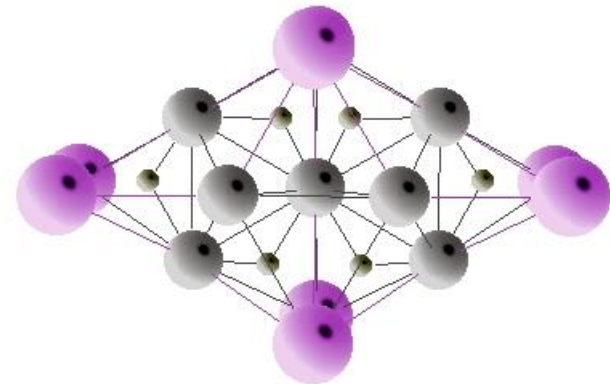
Гидриды

2. Металлические гидриды

Металлическая проводимость, нестехиометрия



ZrH_x

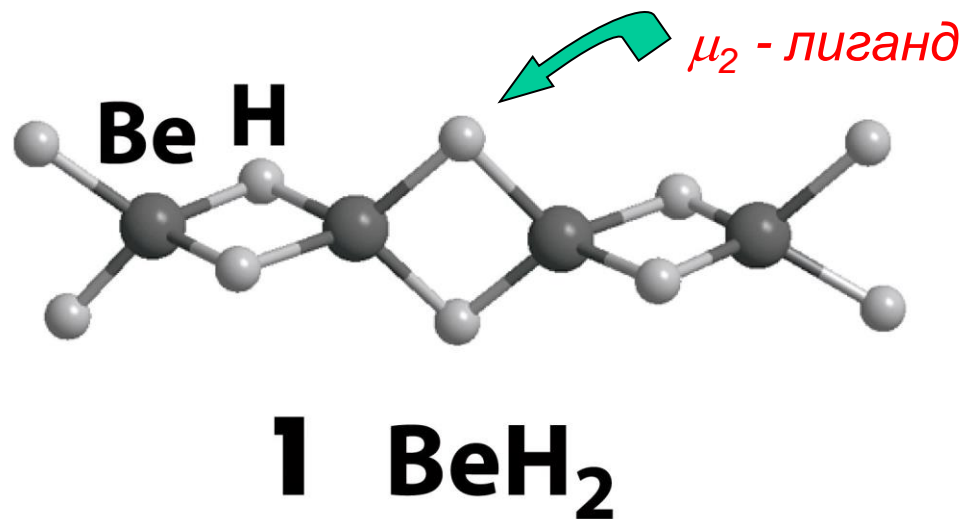
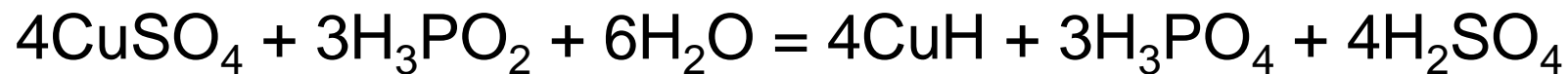
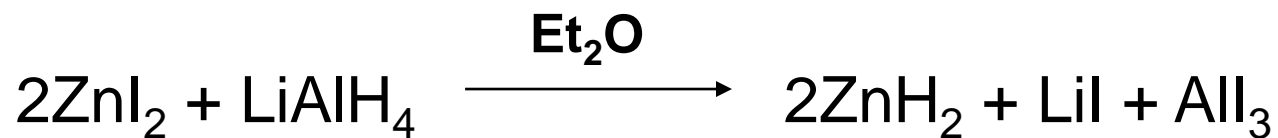


LaNi₅H₆

Гидриды

3. Полимерные гидриды

Устойчивы к действию воды и разбавленных кислот



Свойства элементов 1 группы

| | Li | Na | K | Rb | Cs |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Электр. конф. | [He]2s ¹ | [Ne]3s ¹ | [Ar]4s ¹ | [Kr]5s ¹ | [Xe]6s ¹ |
| R _M (Å) | 1.52 | 1.86 | 2.31 | 2.44 | 2.62 |
| R _{M+} (Å) | 0.74 | 1.02 | 1.38 | 1.49 | 1.70 |
| I ₁ (эВ) | 5.38 | 5.12 | 4.33 | 4.17 | 3.90 |
| χ ^P | 0.98 | 0.93 | 0.82 | 0.82 | 0.70 |
| χ ^{A-R} | 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

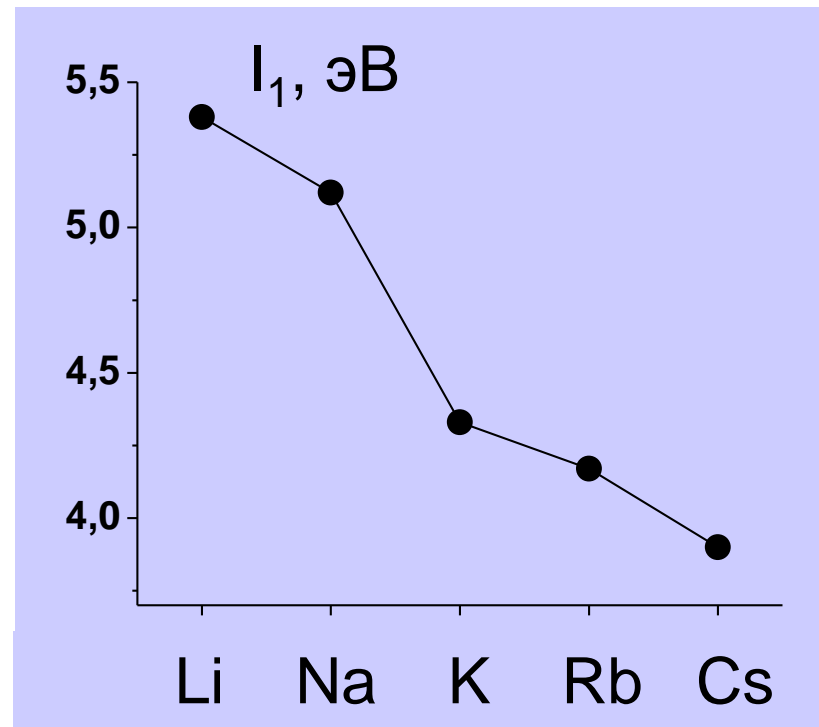
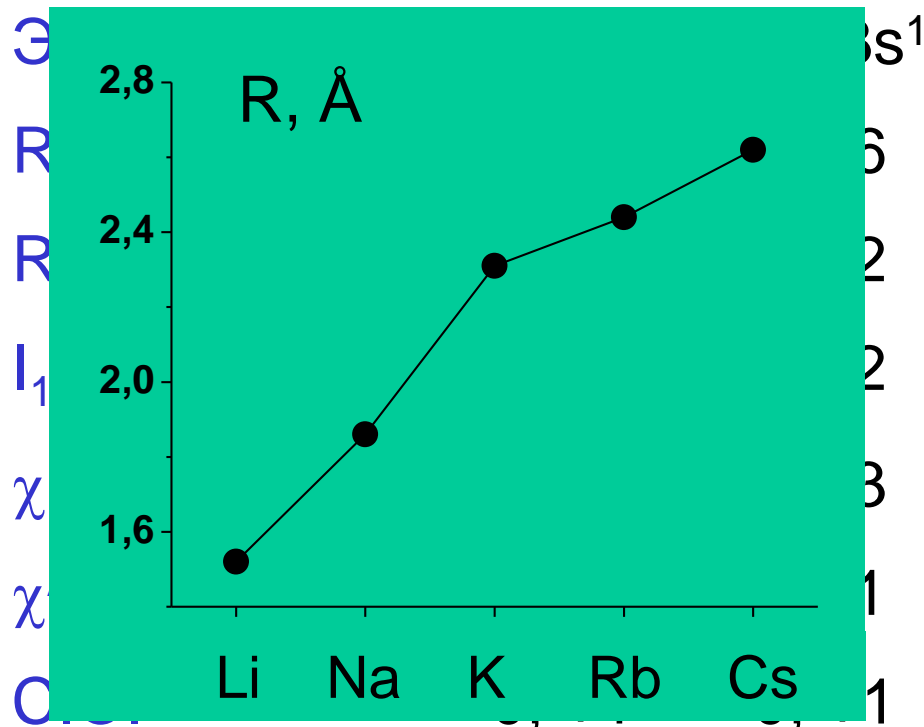
Li

Na

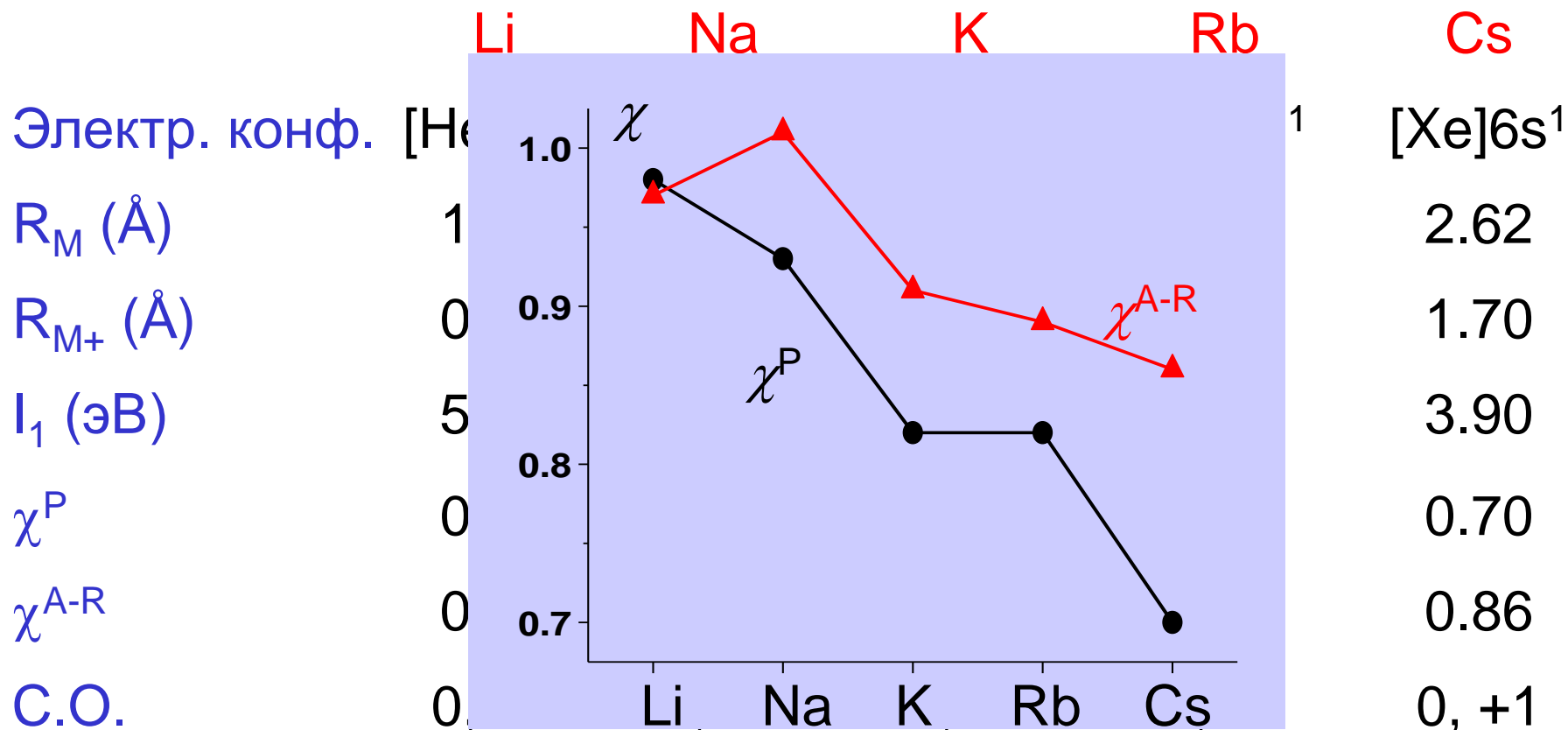
K

Rb

Cs



Свойства элементов 1 группы



Свойства элементов 1 группы

| | Li | Na | K | Rb | Cs |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Электр. конф. | [He]2s ¹ | [Ne]3s ¹ | [Ar]4s ¹ | [Kr]5s ¹ | [Xe]6s ¹ |
| R _M (Å) | 1.52 | 1.86 | 2.31 | 2.44 | 2.62 |
| R _{M+} (Å) | 0.74 | 1.02 | 1.38 | 1.49 | 1.70 |
| I ₁ (эВ) | 5.38 | 5.12 | 4.33 | 4.17 | 3.90 |
| χ ^P | 0.98 | 0.93 | 0.82 | 0.82 | 0.70 |
| χ ^{A-R} | 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 ³) | 0.53 | 0.97 | 0.86 | 1.53 | 1.90 |
| $E_{M^+/M}$ (В) | -3.04 | -2.71 | -2.94 | -2.98 | -3.03 |
| $\Delta_{\text{ат}}H^0_{298}$ (кДж/моль) | 161 | 108 | 90 | 82 | 78 |
| E_{M-M} (кДж/моль) | 110 | 74 | 55 | 49 | 44 |
| Цвет в пламени | Красный | Желтый | Фиолетовый | Розовый | Голубой |

Свойства щелочных металлов

Li

Na

K

Rb

Cs

64

40

29

Т.п.

Т.кп.

d (г/см³)

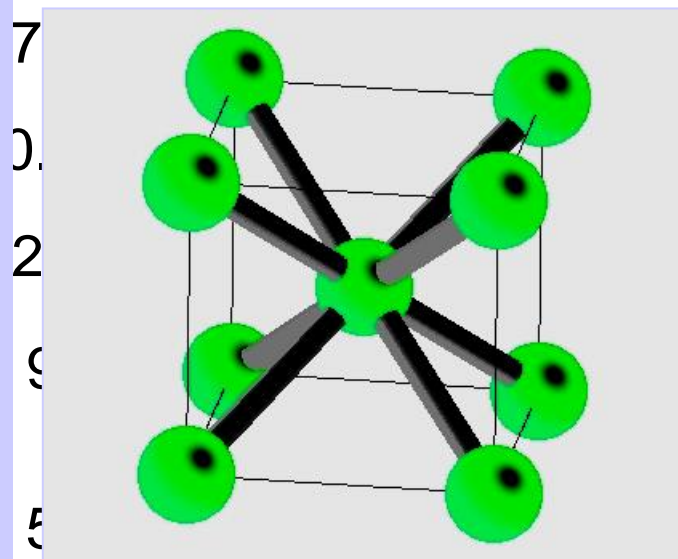
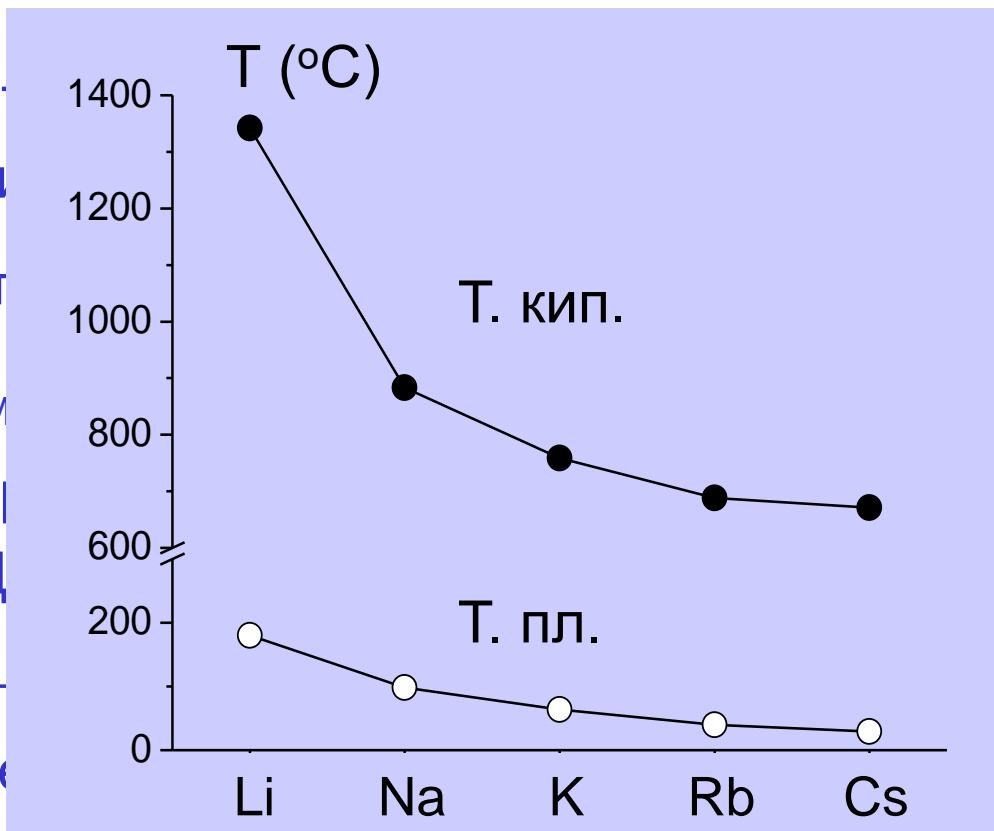
E_м

Δ_{ат}

(кДж/моль)

E_{м-ион}

Цвет



Литоний 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 ³) | 0.53 | 0.97 | 0.86 | 1.53 | 1.90 |
| $E_{M^+/M}$ (В) | -3.04 | -2.71 | -2.94 | -2.98 | -3.03 |
| $\Delta_{\text{ат}}H^0_{298}$ (кДж/моль) | 161 | 108 | 90 | 82 | 78 |
| E_{M-M} (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/см³)

$E_{M+/M}$ (В)

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

E_{M-M} (кДж/моль)

Цвет в пламени

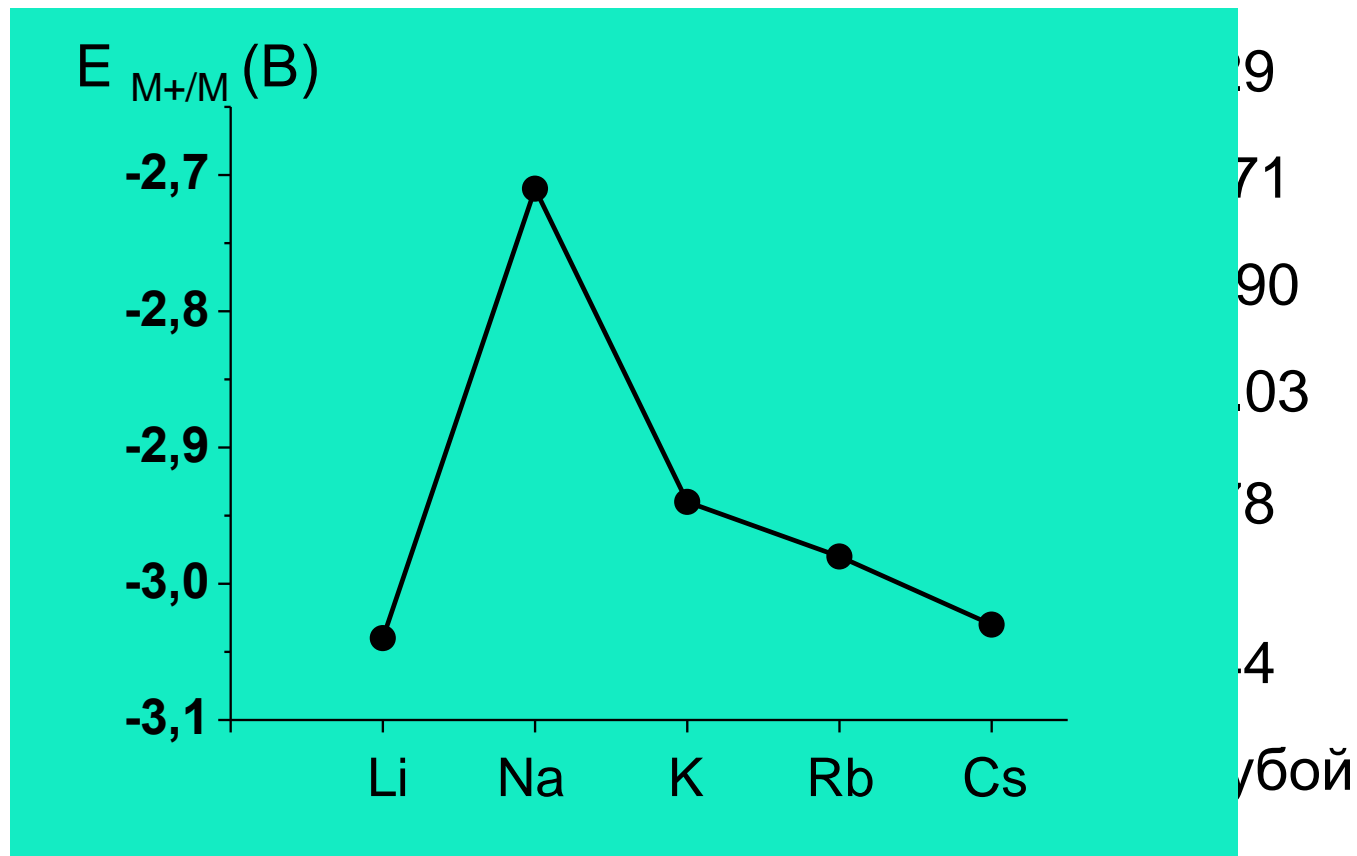
Li

Na

K

Rb

Cs



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 ³) | 0.53 | 0.97 | 0.86 | 1.53 | 1.90 |
| $E_{M+/M}$ (В) | -3.04 | -2.71 | -2.94 | -2.98 | -3.03 |
| $\Delta_{ат}H^0_{298}$ (кДж/моль) | 161 | 108 | 90 | 82 | 78 |
| E_{M-M} (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 |

Минералы щелочных металлов

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

Na Галит NaCl

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

Чилийская селитра NaNO_3

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

Криолит Na_3AlF_6

K Сильвин 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 NaCl

Мирабилит $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$

Чилийская селитра

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

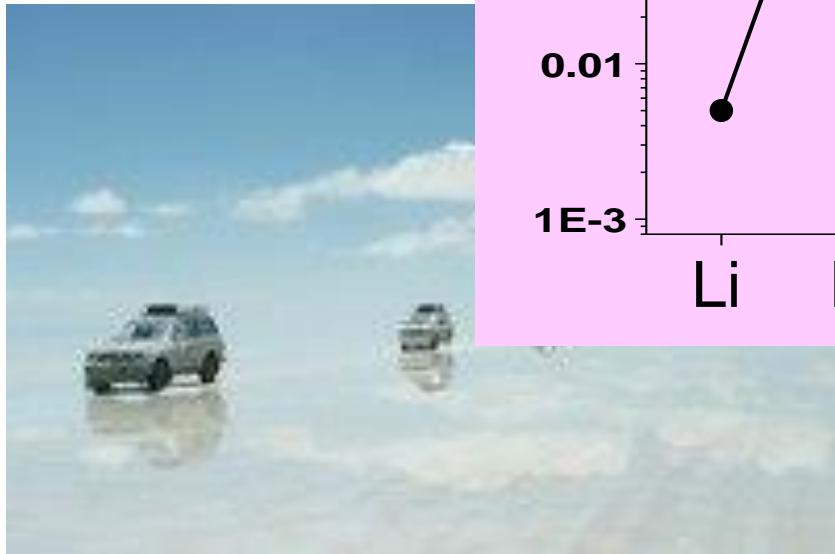
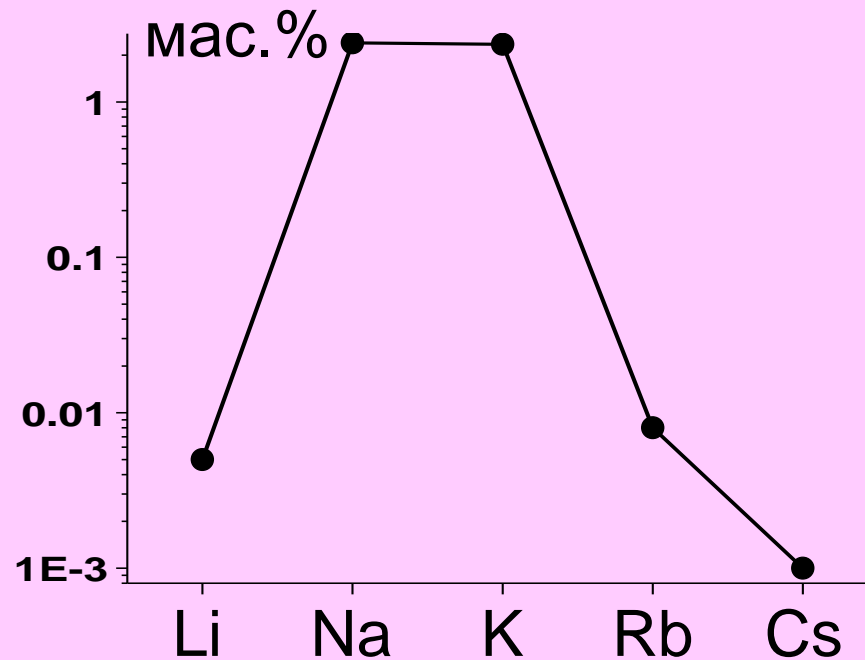
Криолит Na_3AlF_6

K Сильвин KCl

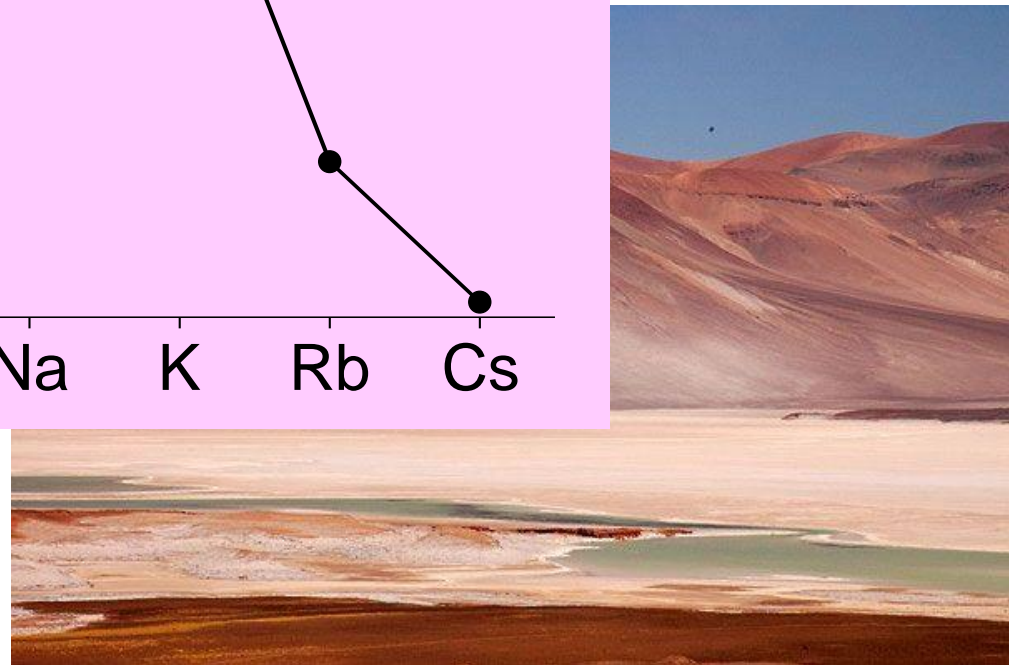
Карналлит $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

лаузит LaCl_3

иу



Галит



Чилийская селитра

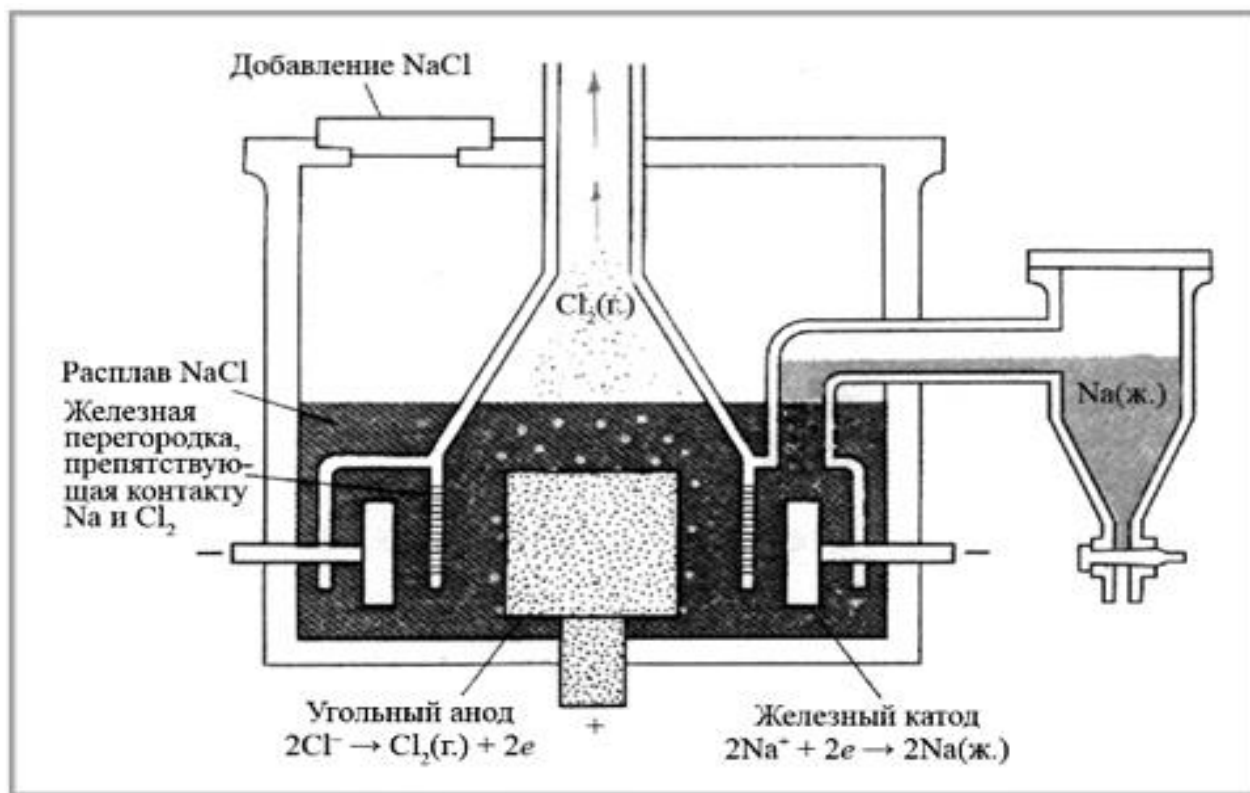
Получение щелочных металлов

Промышленное получение натрия (процесс Даунса):

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

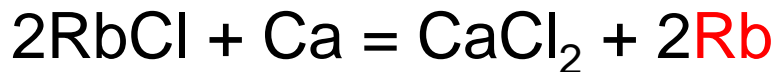
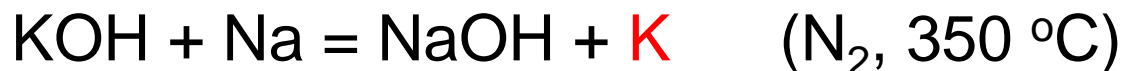
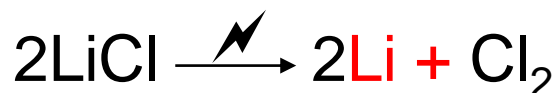
На катоде: $\text{Na}^+(\text{ж}) + e^- = \text{Na}(\text{ж})$

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

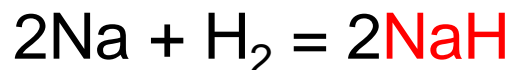


Основные химические свойства

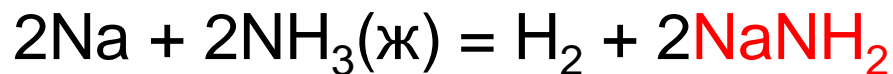
4. Окисление галогенами



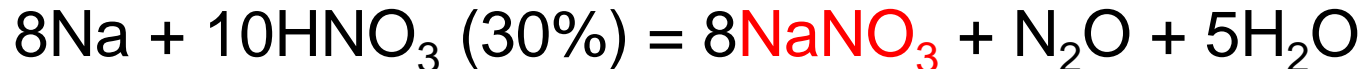
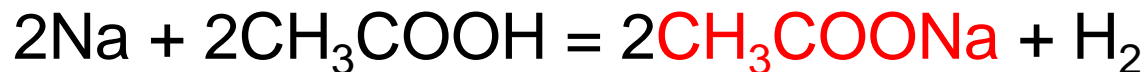
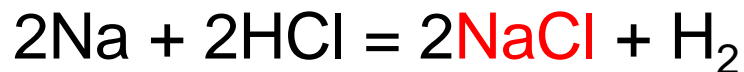
5. Образование солеобразных гидридов



6. Растворение в жидком аммиаке

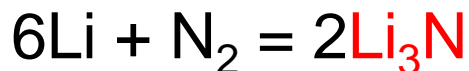


7. Растворение в кислотах



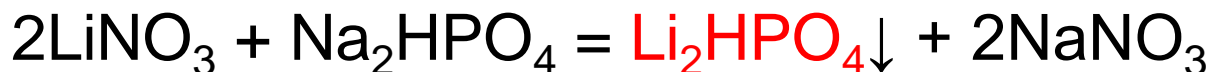
Особые свойства лития

1. Литий реагирует с азотом, образуя устойчивый нитрид

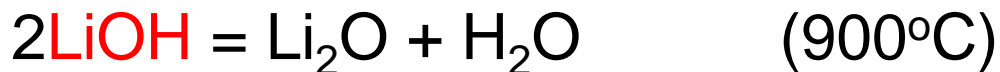


2. Литий реагирует с углем, образуя карбиды Li_2C_2 и Li_4C_3

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



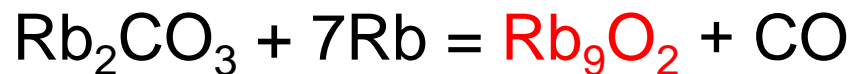
4. Гидроксид и карбонат лития разлагаются при нагревании в твердой фазе



5. Литий не образует квасцов

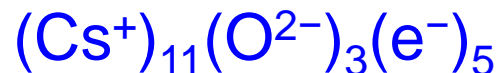
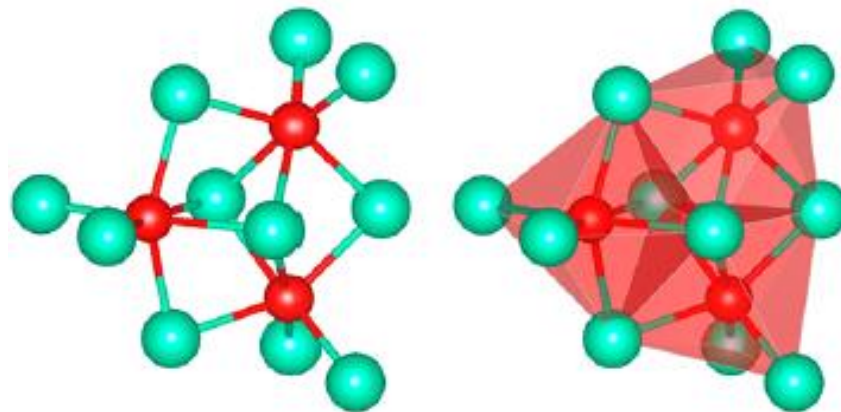
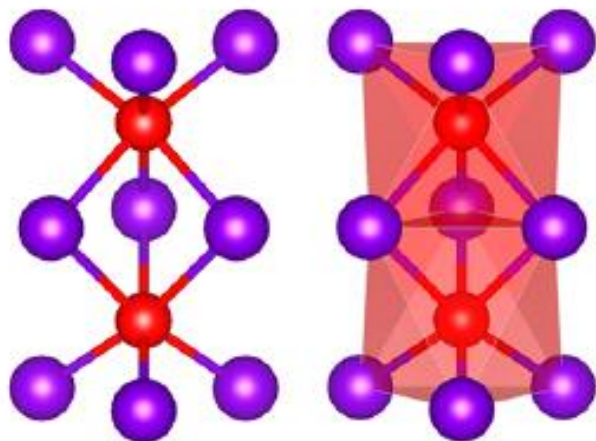
Особые свойства рубидия и цезия

Образуют субоксиды

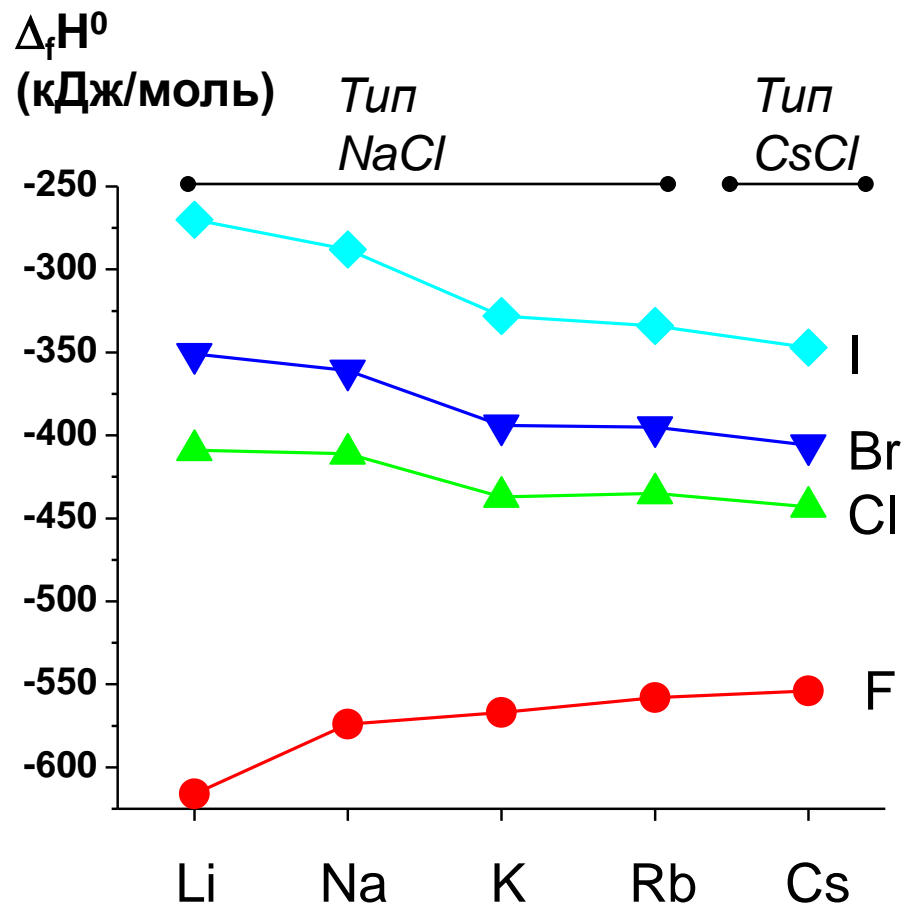
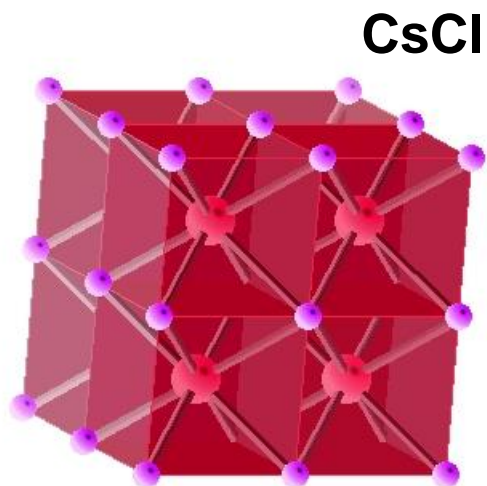
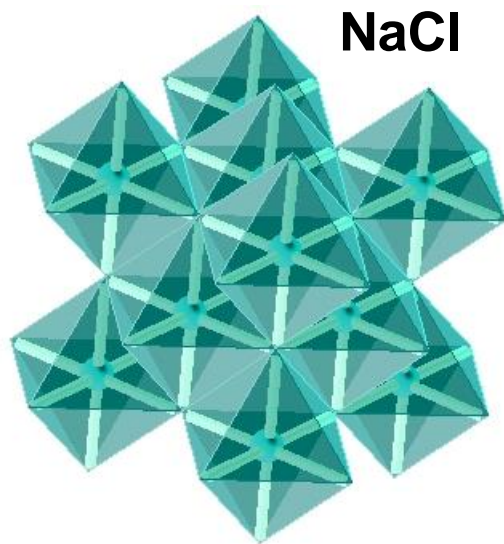


$$d(\text{M}-\text{O}) = 350-400 \text{ pm}$$

Аналогично:

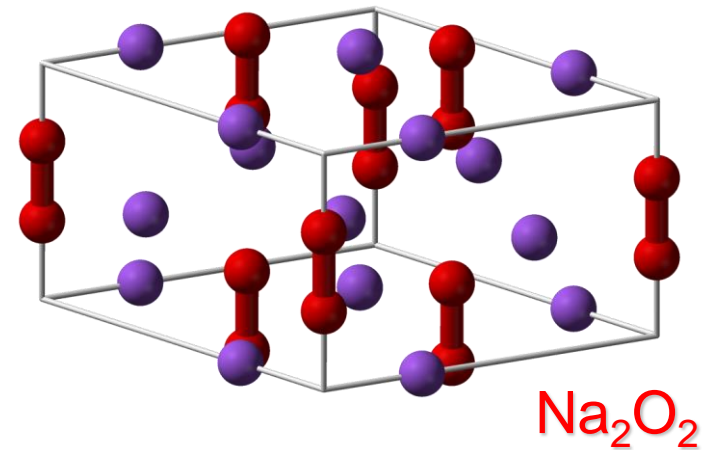
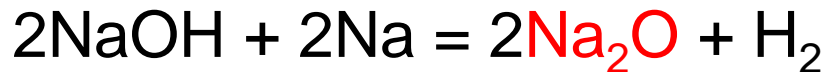
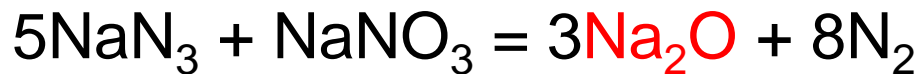
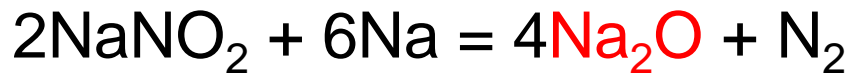


Галогениды щелочных металлов

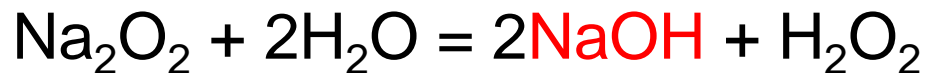


Оксиды, пероксиды и гидроксиды

1. Получение оксидов:

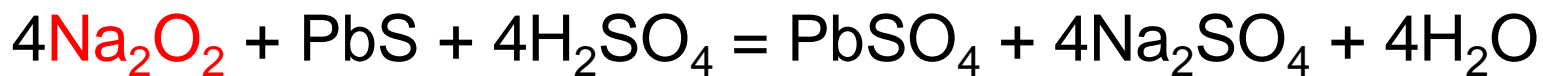
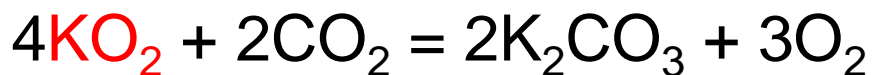


2. Взаимодействие оксидов и пероксидов с водой:

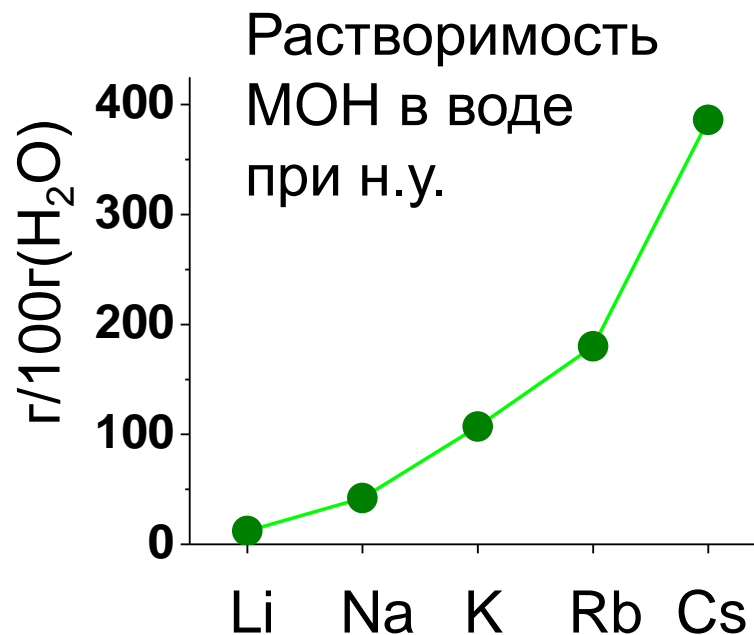
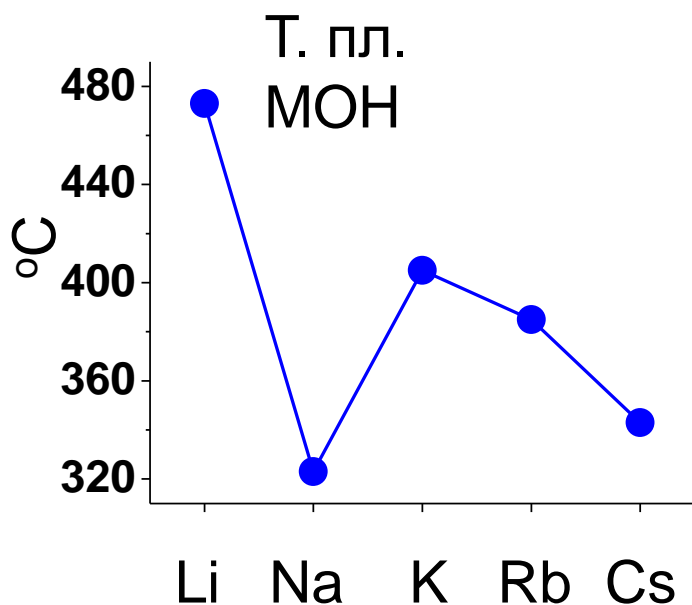


Оксиды, пероксиды и гидроксиды

3. Окислительные свойства пероксидов:



4. Гидроксиды (кроме 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):

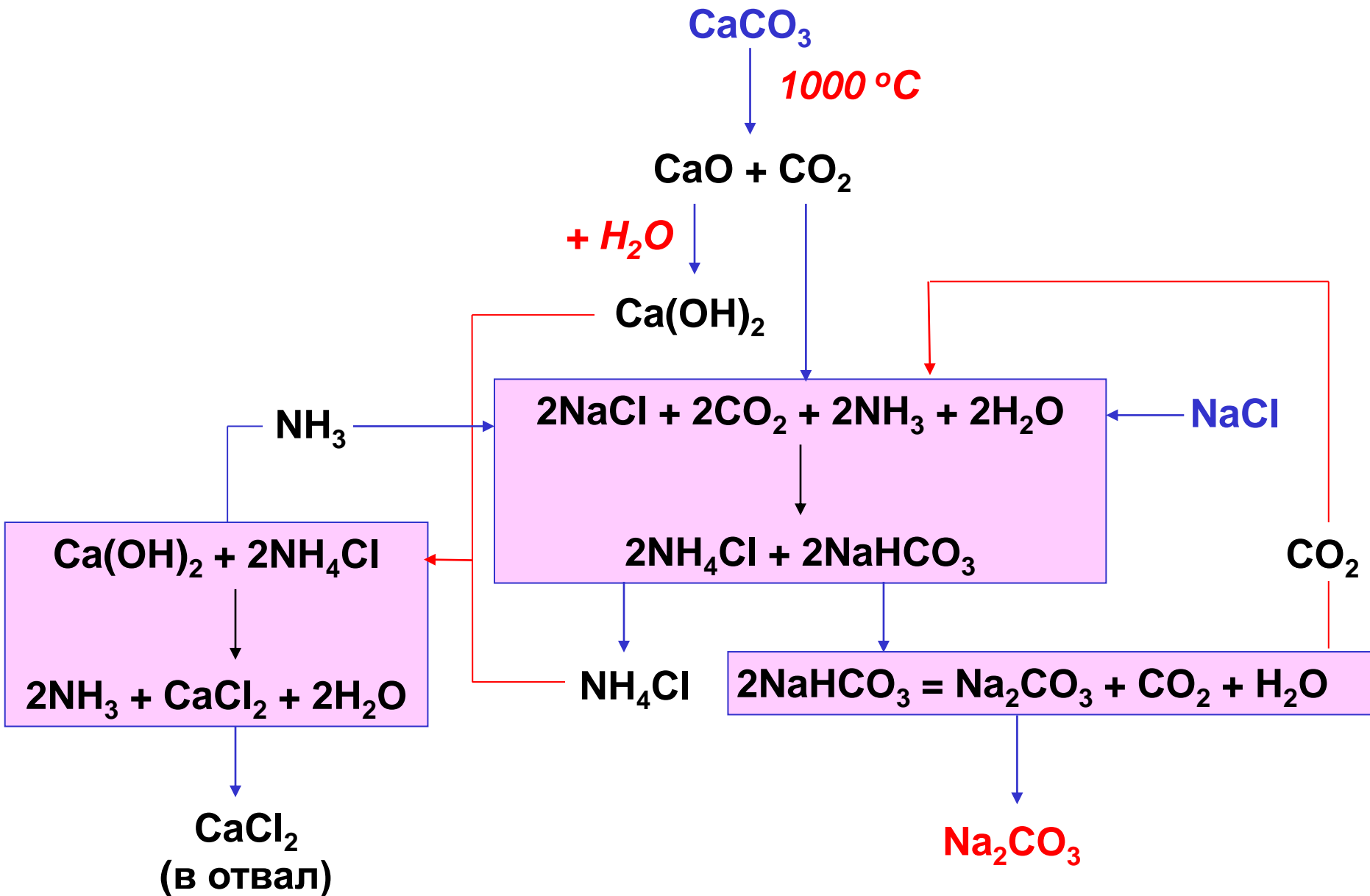
1. Насыщение рассола аммиаком и углекислым газом

$2\text{NaCl} + 2\text{CO}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{NaHCO}_3$

2. Разложение бикарбоната натрия

$2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Получение соды методом Сольвэ

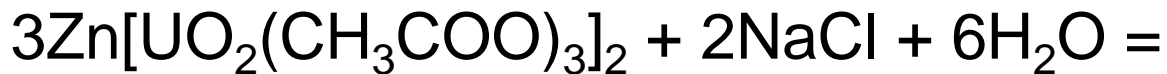
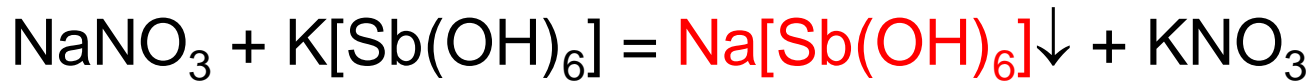


Малорастворимые соли

1. Только **Li** образует много нерастворимых солей

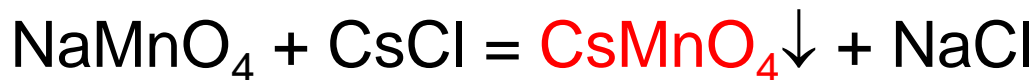


2. Нерастворимые соли **Na**:



желтый осадок

3. Нерастворимые соли **K, Rb, Cs** однотипны



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

Биологическая роль Na, K

Na/K насос: создает высокую концентрацию Na^+ вне клетки, K^+ - внутри клетки

Транспорт катионов против концентрации, используется при проведении нервного импульса

