

Щелочные металлы Элементы 1й группы

Лекция 13

Элементы 1 и 2 групп ПС: s-металлы

1 2 13 14 15 16 17 18

H							(H)	He
Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	<i>d</i> -block	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr		In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra							

Щелочные и щелочноземельные металлы

1 2 13 14 15 16 17 18

	Н						(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 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

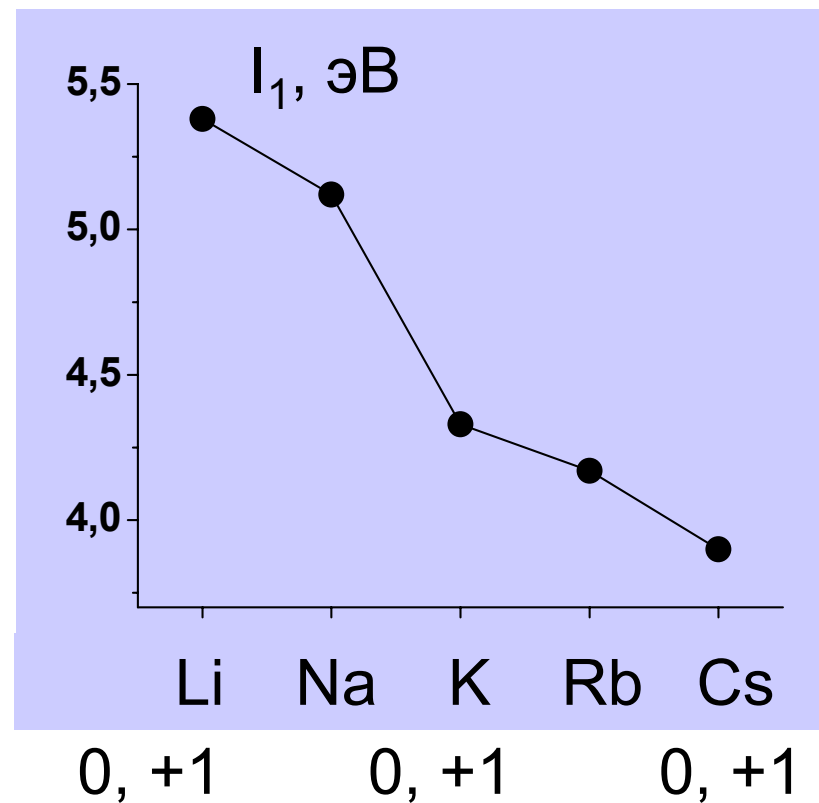
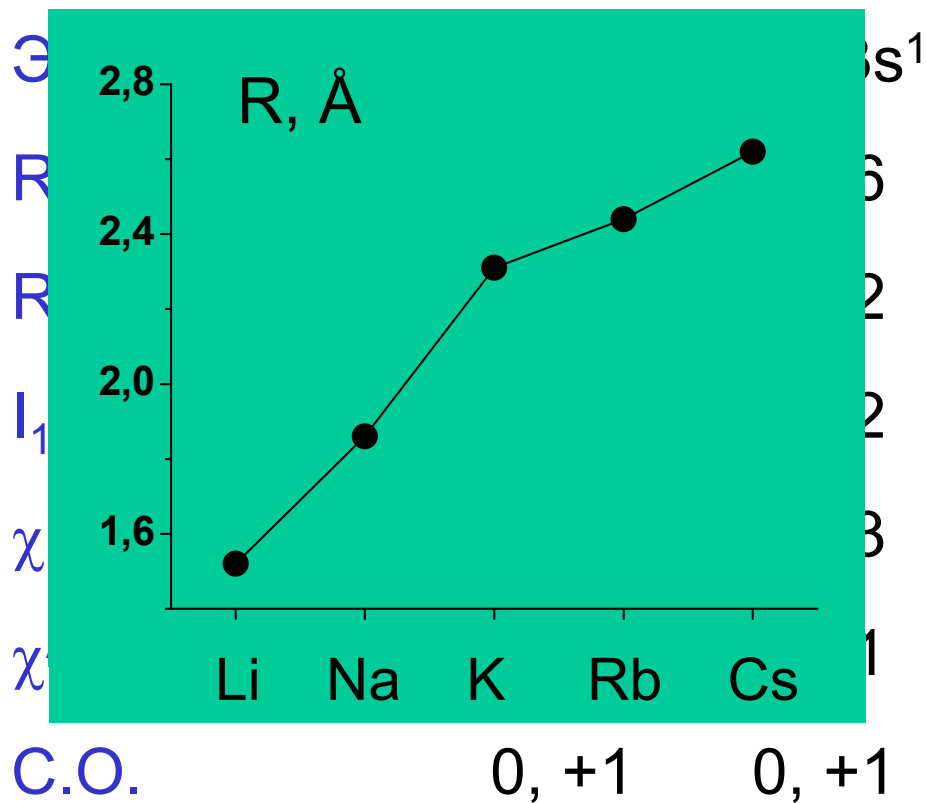
Li

Na

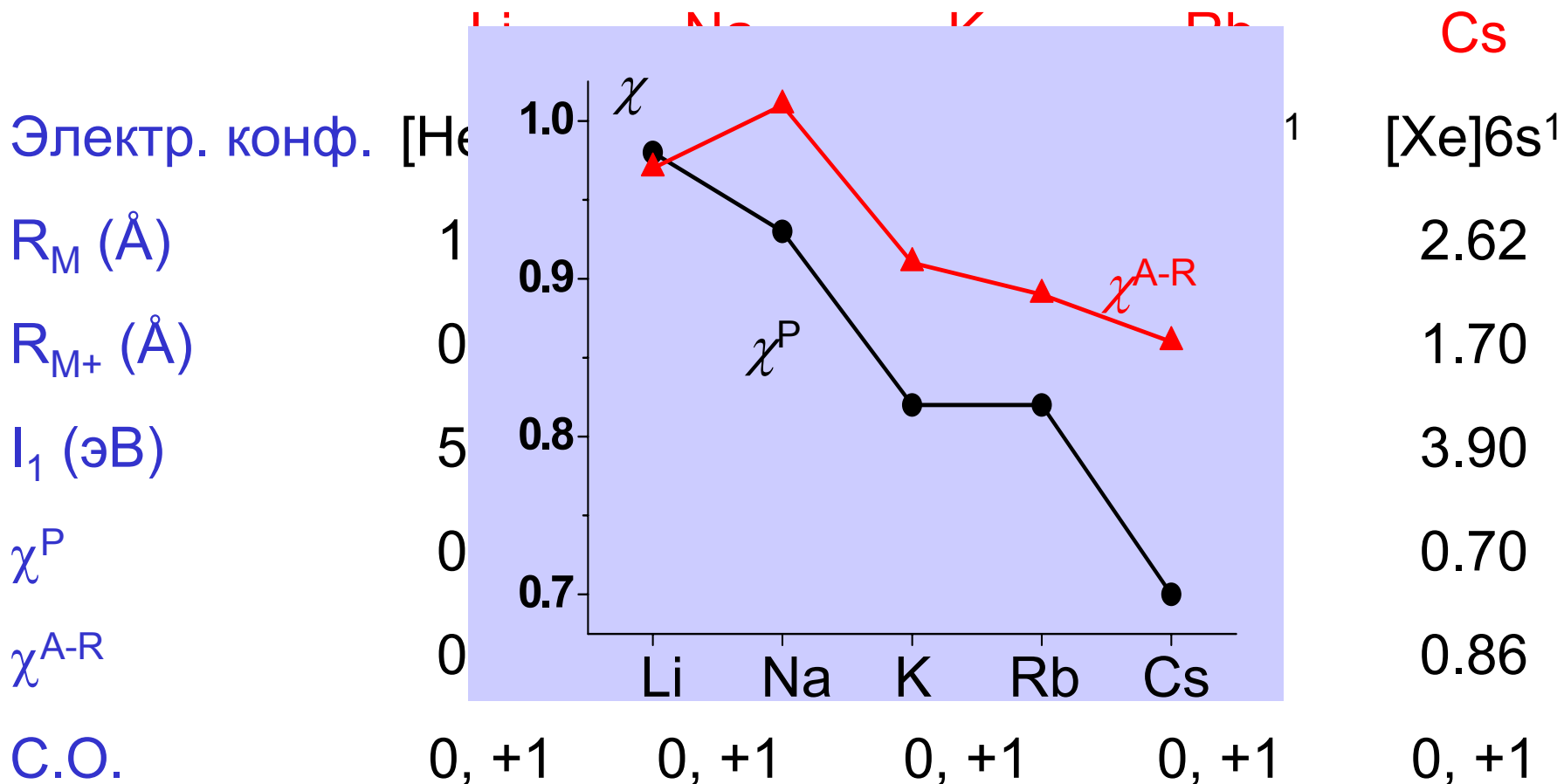
K

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	-2.92	-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

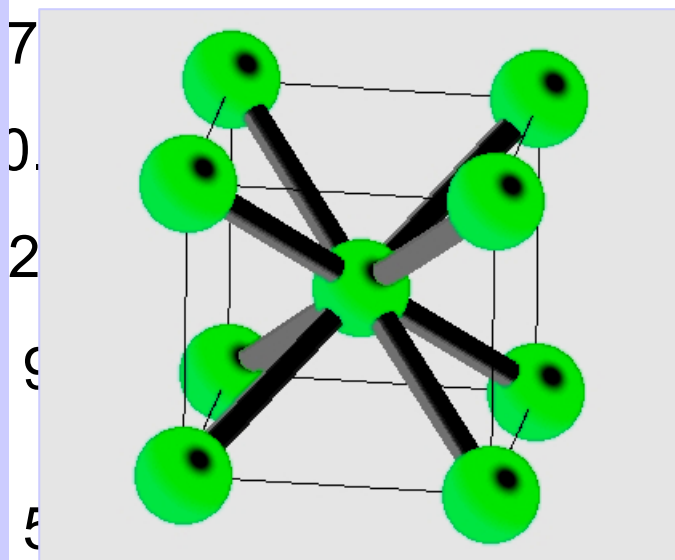
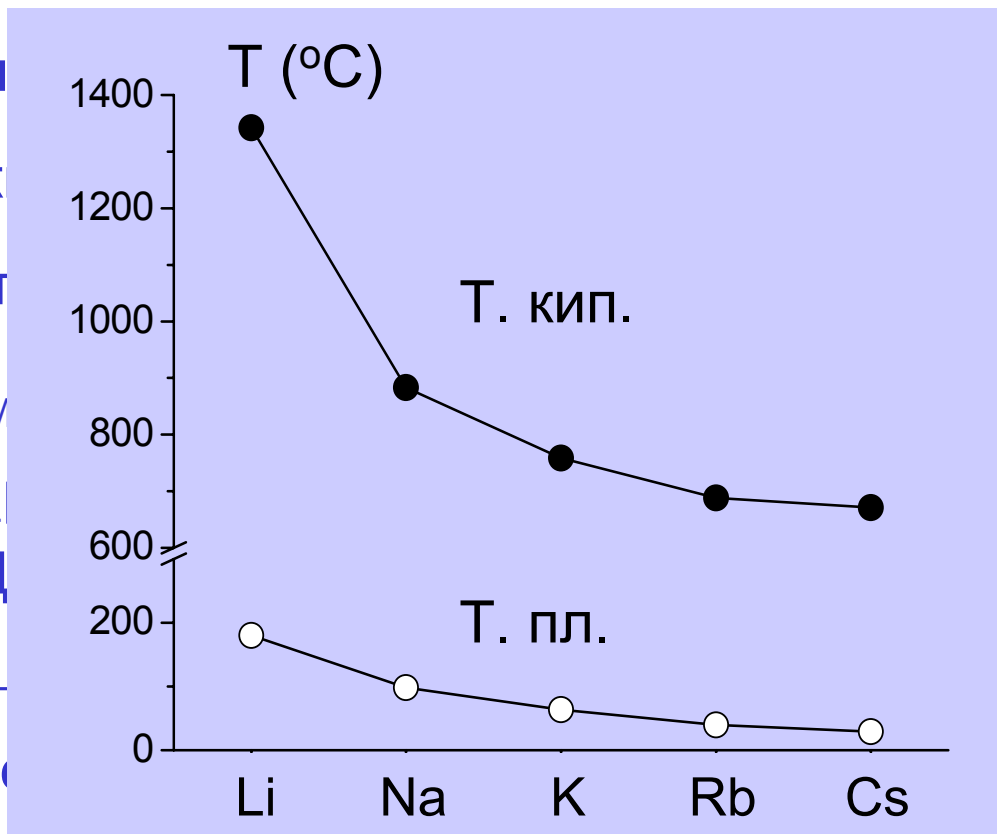
Cs

64

40

29

Т.п
Т.к
d (г
E_M
Δ_{ат}
(кД
E_M
Цв



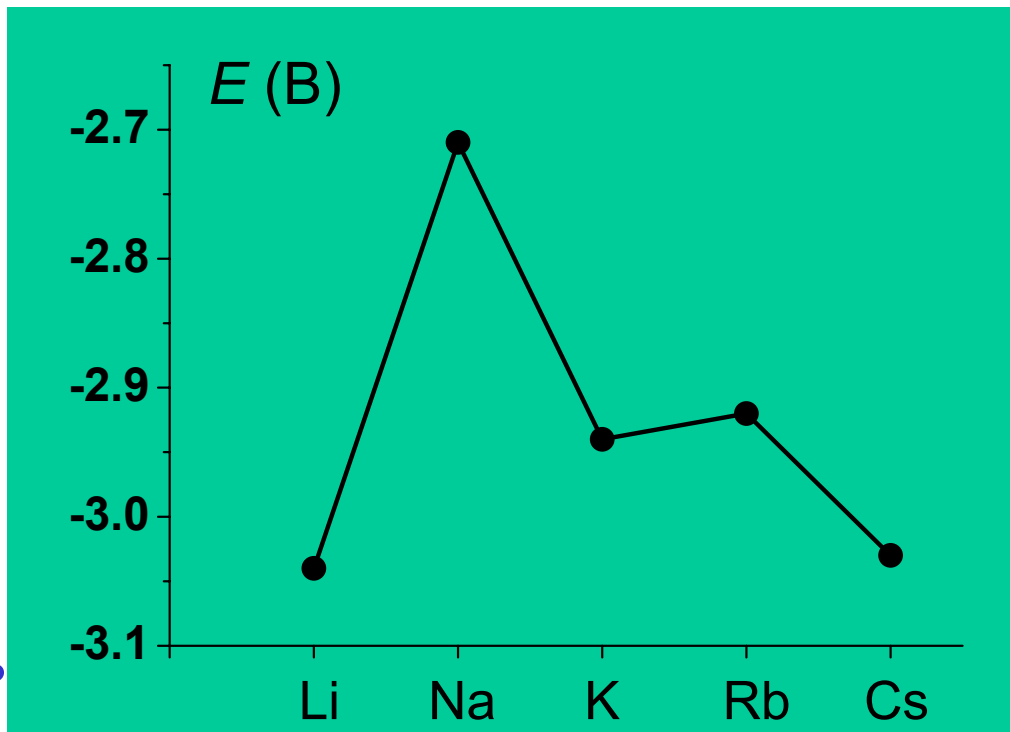
Летовый Розовый Голубой

Свойства щелочных металлов

	Li	Na	K	Rb	Cs
Т.пл. (°С)	180	98	64	40	29
Т.кип. (°С)	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	-2.92	-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
Т.пл. (°C)	180	98	63	39	28
Т.кип. (°C)	1342	883	770	688	671
d (г/см ³)	0.53	0.97	0.86	1.48	1.90
$E_{M^{+}/M}$ (В)	-3.04	-2.71	-2.93	-2.92	-3.03
$\Delta_{\text{ат}} H^0_{298}$ (кДж/моль)	91	82	74	62	78
E_{M-M} (кДж/моль)	78	63	59	49	44
Цвет в пламени	Красный	Желтый	Фиолетовый	Розовый	Голубой

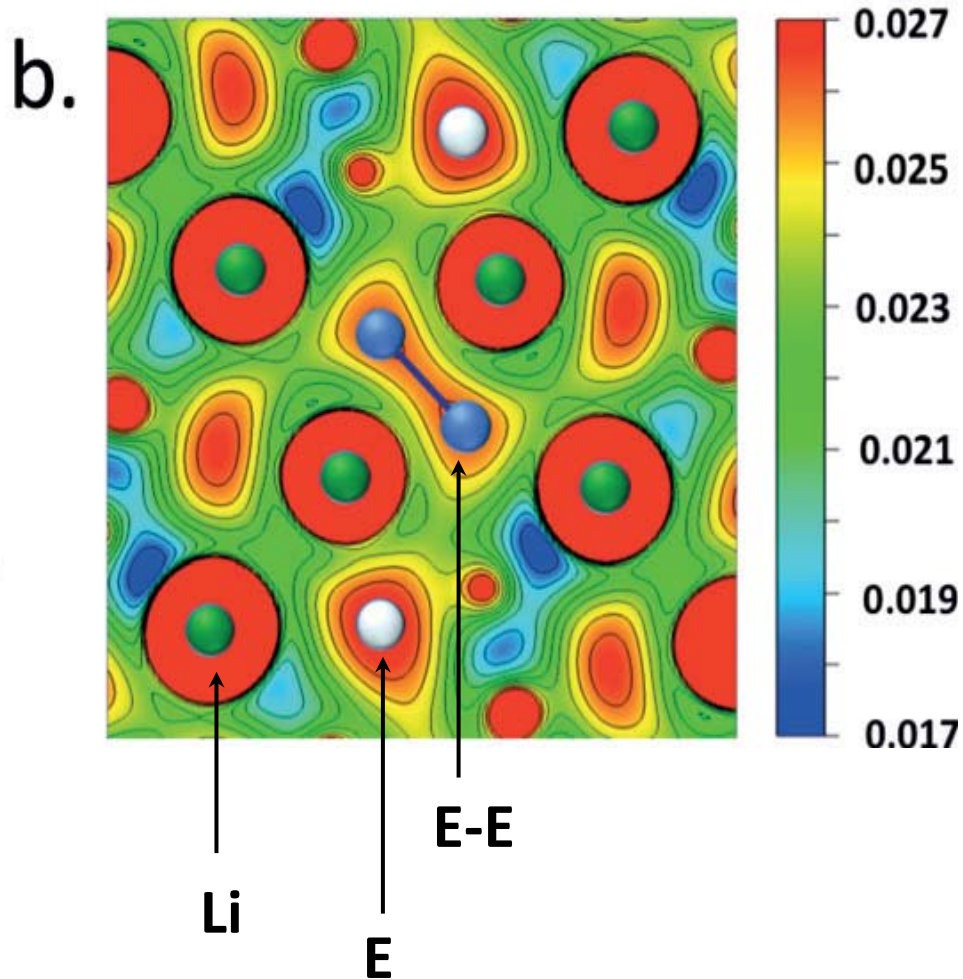
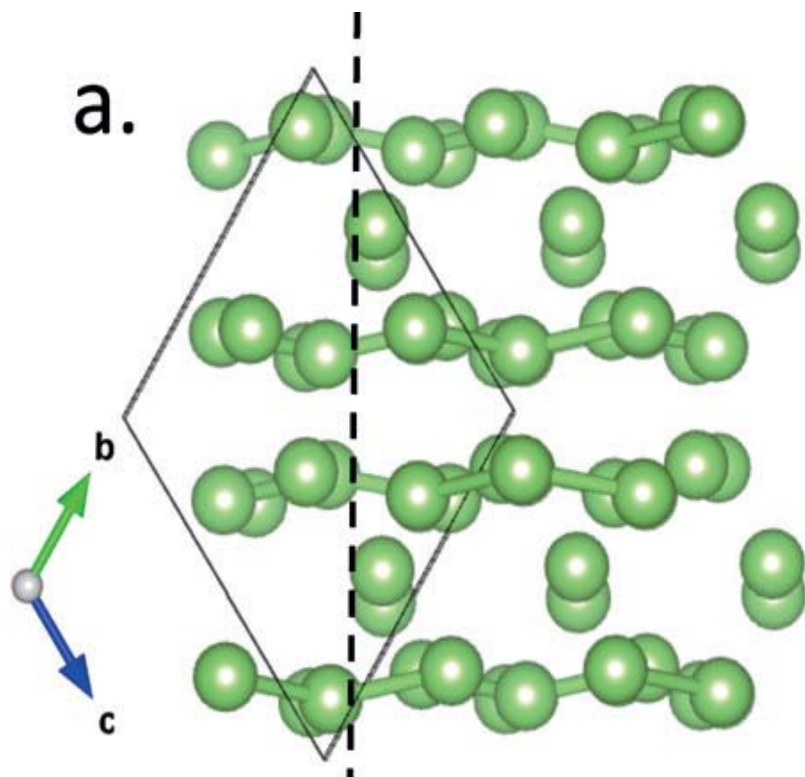


Свойства щелочных металлов

	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	-2.92	-3.03
$\Delta_{\text{ат}}H_{298}^0$ (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

Свойства щелочных металлов

Электрид лития под давлением 80 ГПа



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 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$

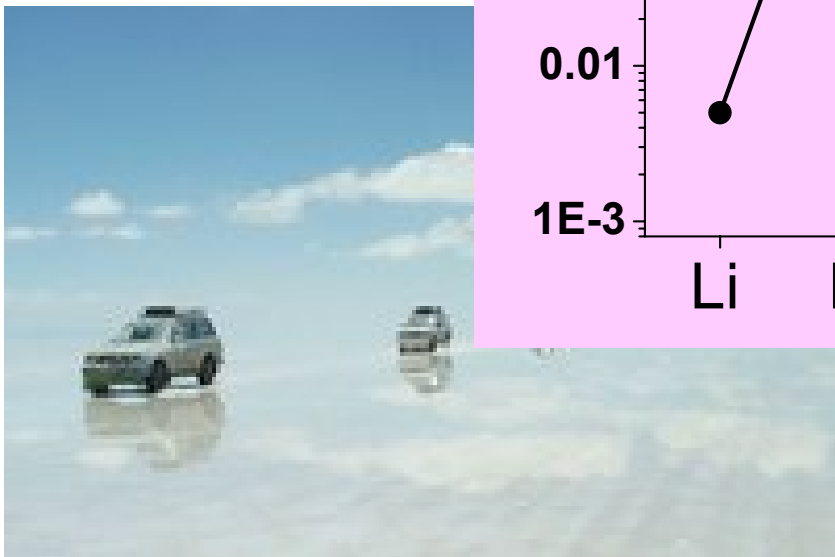
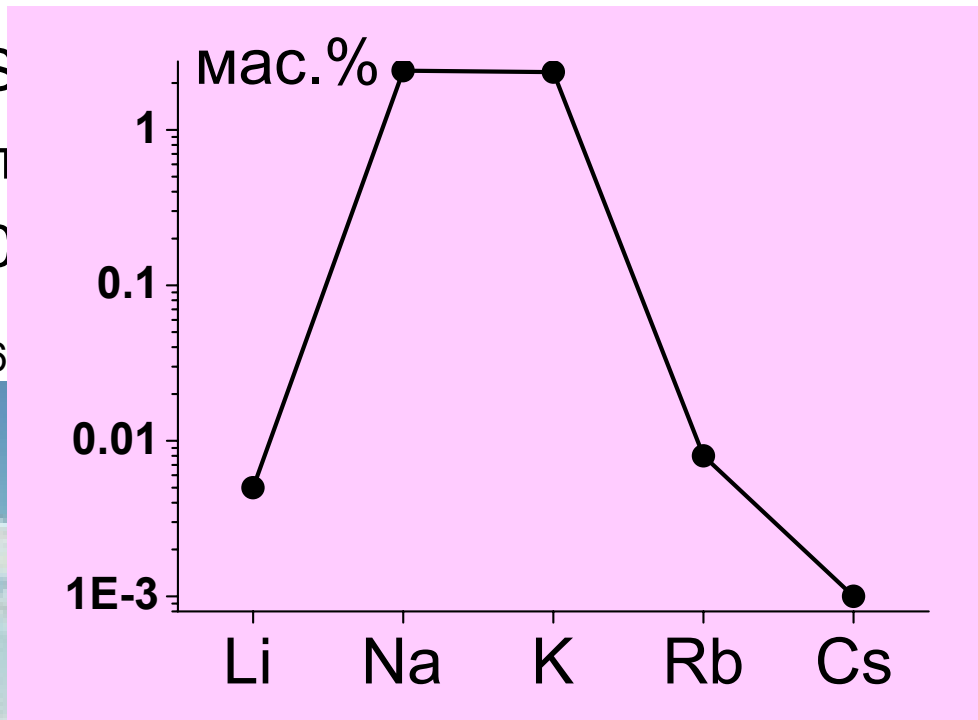
Чилийская селитра

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

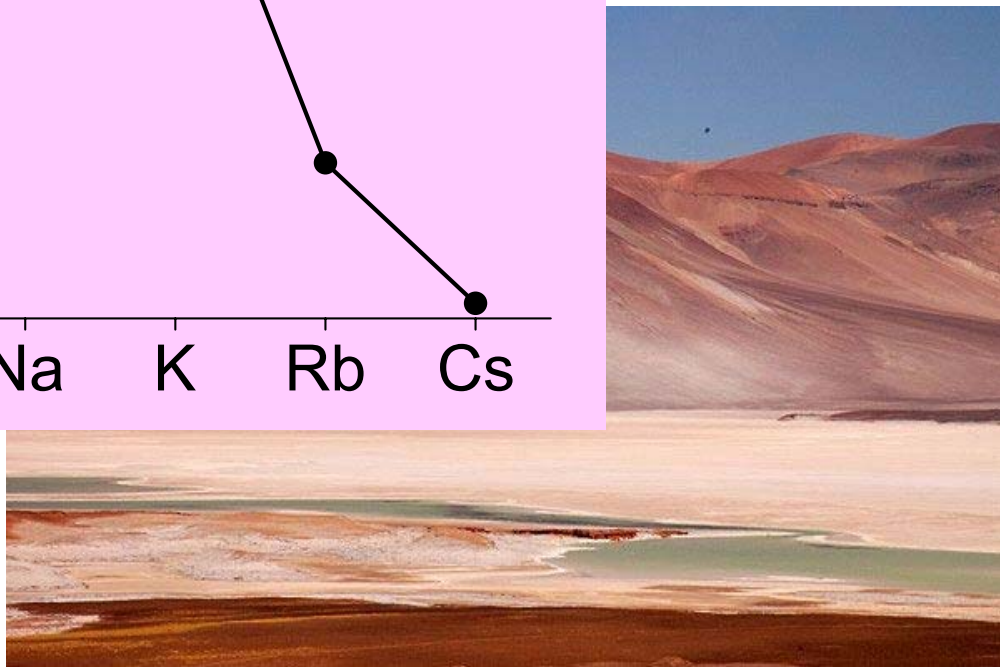
Криолит Na_3AlF_6

K Сильвин KCl

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



Галит



Чилийская селитра

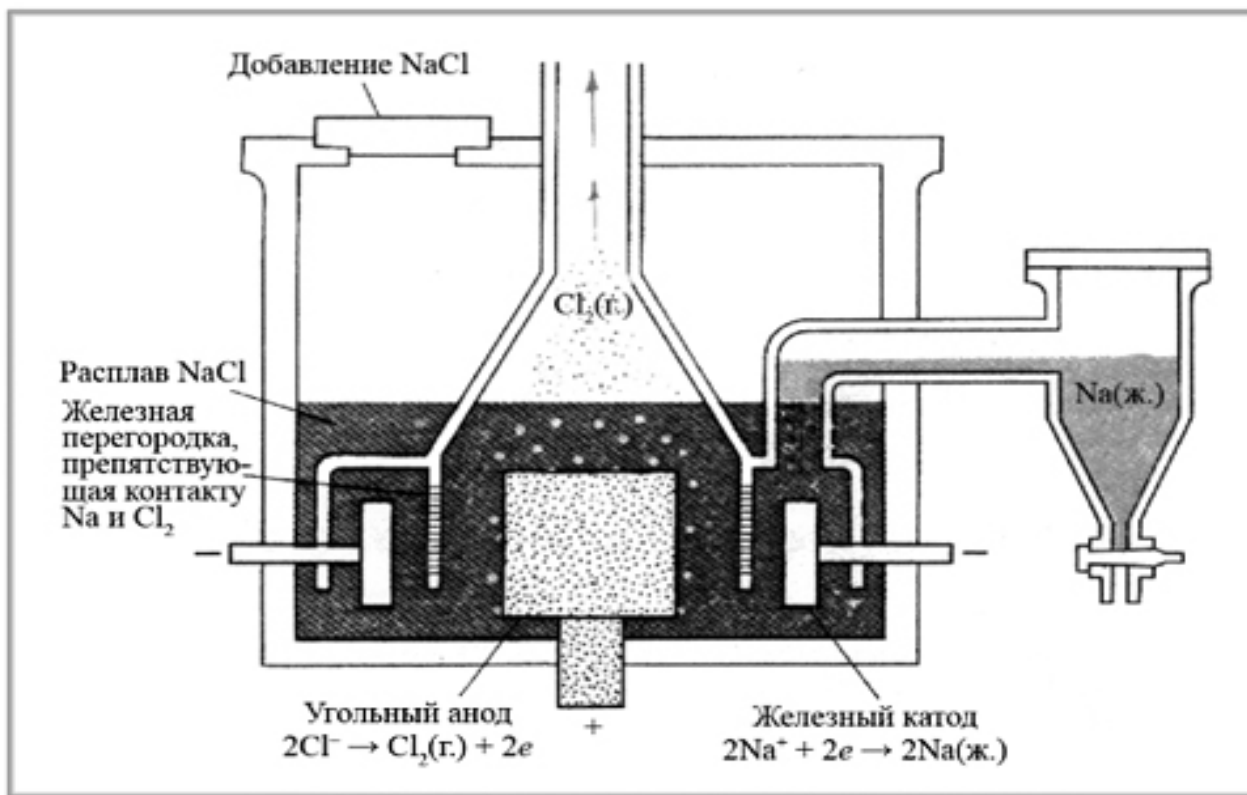
Получение щелочных металлов

Промышленное получение натрия (процесс Даунса):

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

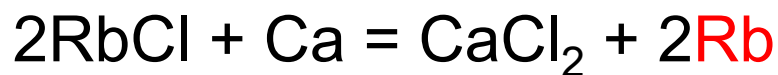
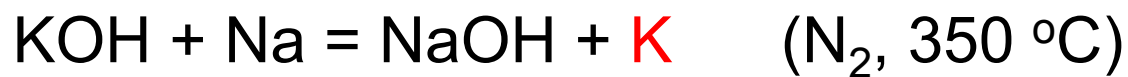
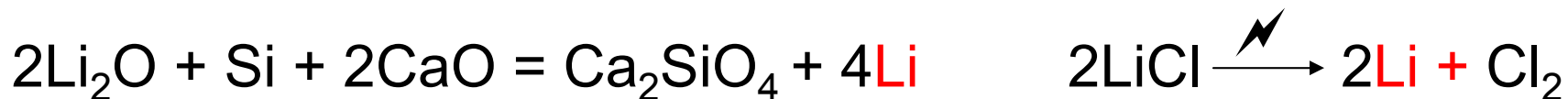
На катоде: $\text{Na}^+(\text{ж}) + e^- = \text{Na}(\text{ж})$

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. **Na**: в химической промышленности

3. **Na**: в пищевой промышленности



4. **Na**: хлоралкалиновое производство

5. **Na**: производство стекла

6. **Na, K**: производство удобрений

7. **Na, K**: в медицине

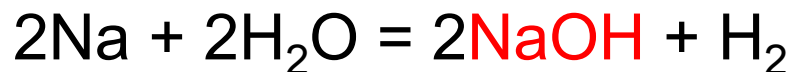
8. **Rb, Cs**: в оптических устройствах

9. **Cs**: «атомные часы»



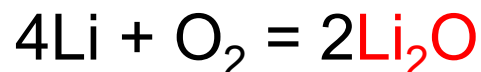
Основные химические свойства

1. Взаимодействие с водой

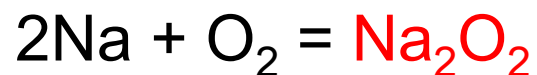


бурно для всех металлов

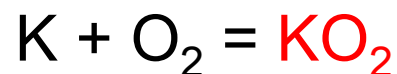
2. Окисление кислородом



оксид



пероксид



надпероксид

3. Образование озонидов



взрывчаты!

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

$2\text{Na} + \text{H}_2 = 2\text{NaN}$

6. Растворение в жидком аммиаке

$2\text{Na} + 2\text{NH}_3(\text{ж}) = \text{H}_2 + 2\text{NaNH}_2$

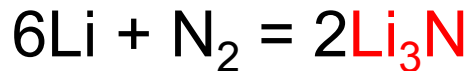
7. Растворение в кислотах

$2\text{Na} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2$

$8\text{Na} + 10\text{HNO}_3 (30\%) = 8\text{NaNO}_3 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$

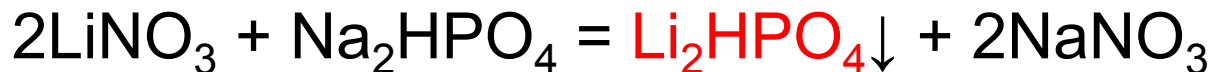
Особые свойства лития

1. Литий реагирует с азотом, образуя устойчивый нитрид

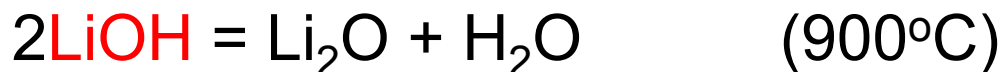


2. Литий реагирует с углем, образуя карбиды Li_2C_2 и Li_4C_3

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



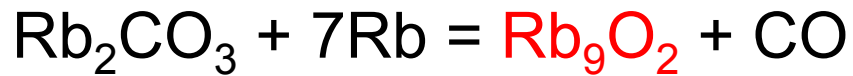
4. Гидроксид и карбонат лития разлагаются при нагревании в твердой фазе



5. Литий не образует квасцов

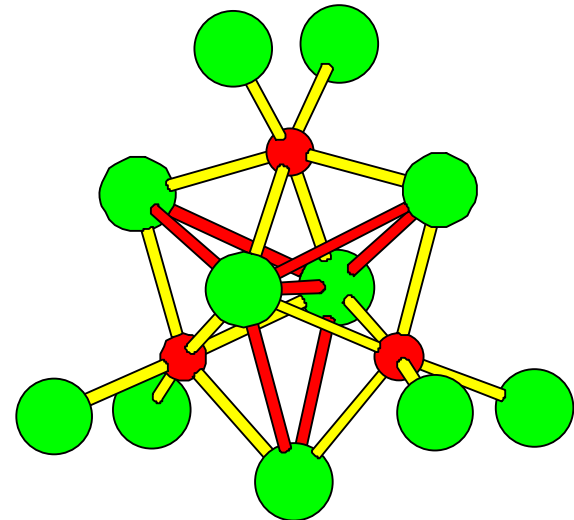
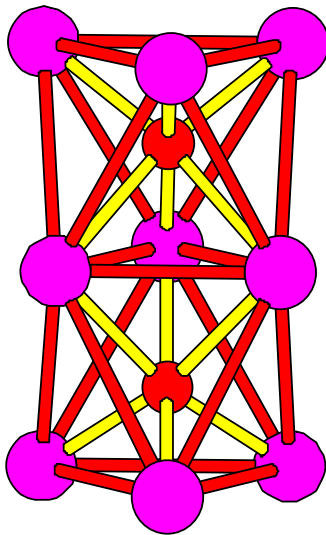
Особые свойства рубидия и цезия

Образуют субоксиды

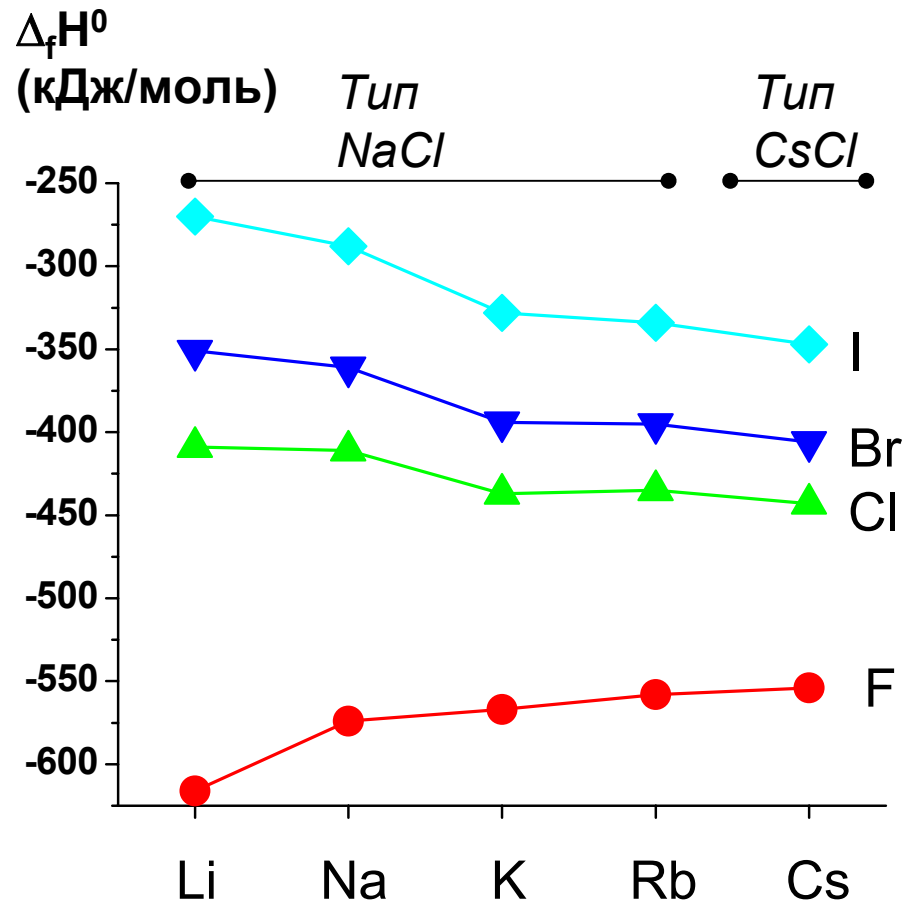
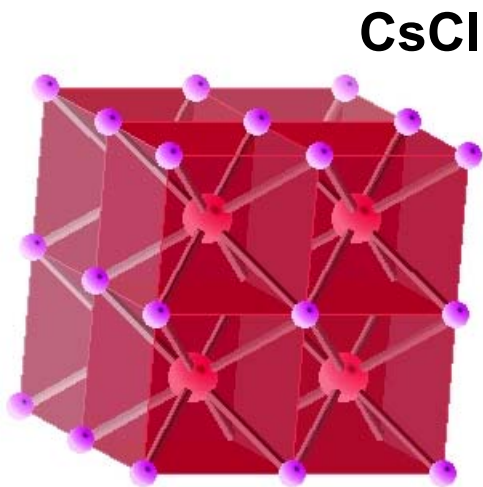
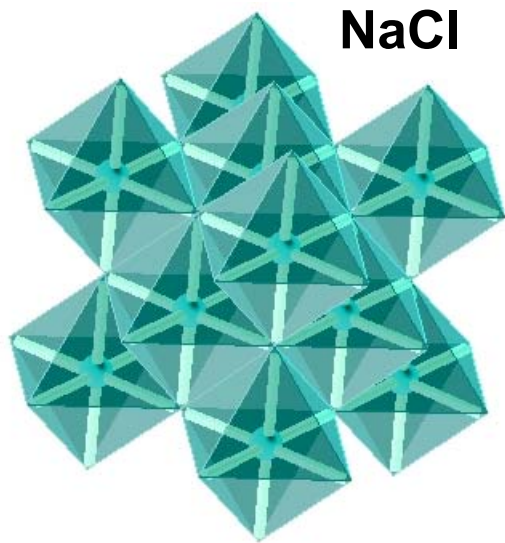


$d(\text{M}-\text{O}) = 350-400 \text{ pm}$

Аналогично:

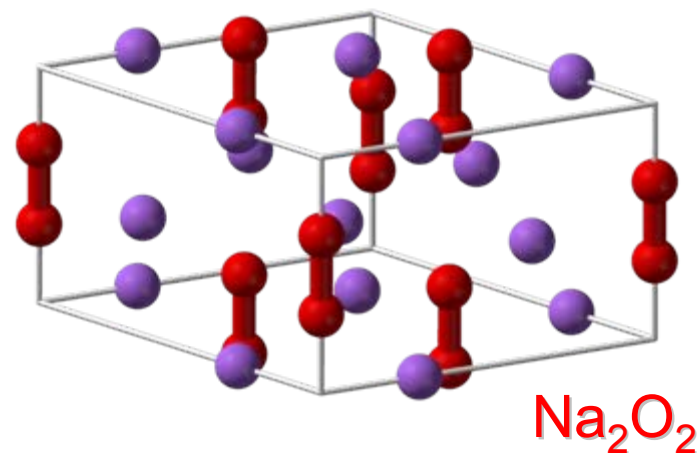
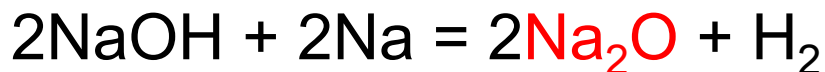
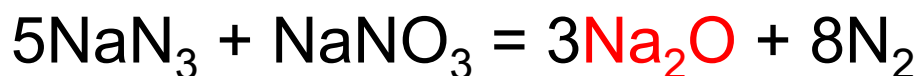
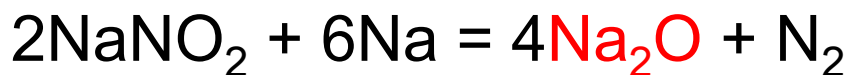


Галогениды щелочных металлов

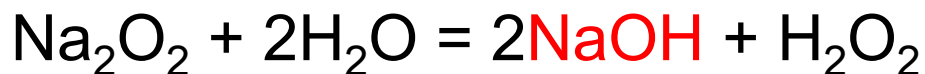


Оксиды, пероксиды и гидроксиды

1. Получение оксидов:

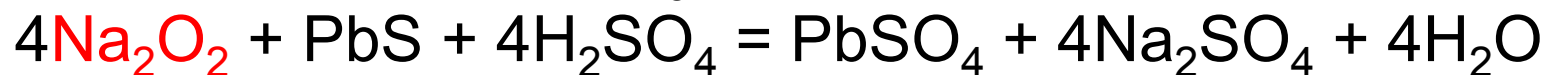


2. Взаимодействие оксидов и пероксидов с водой:

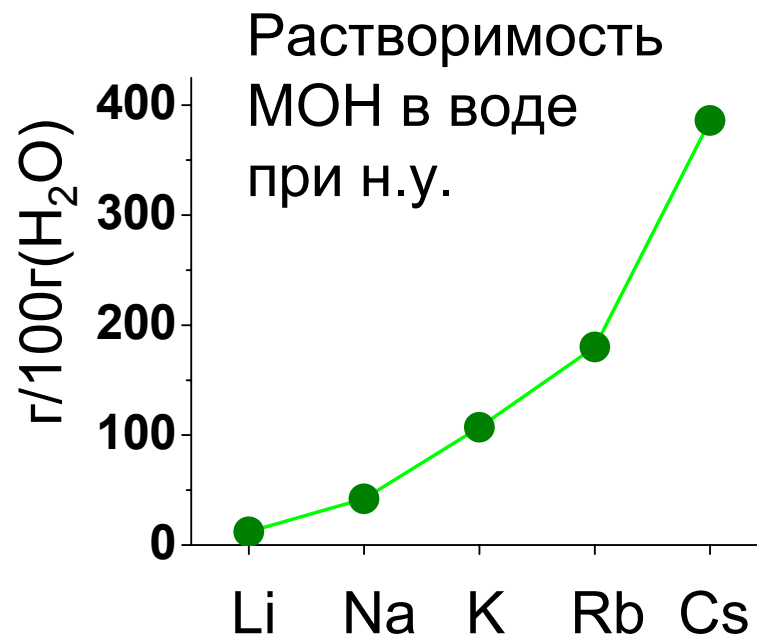
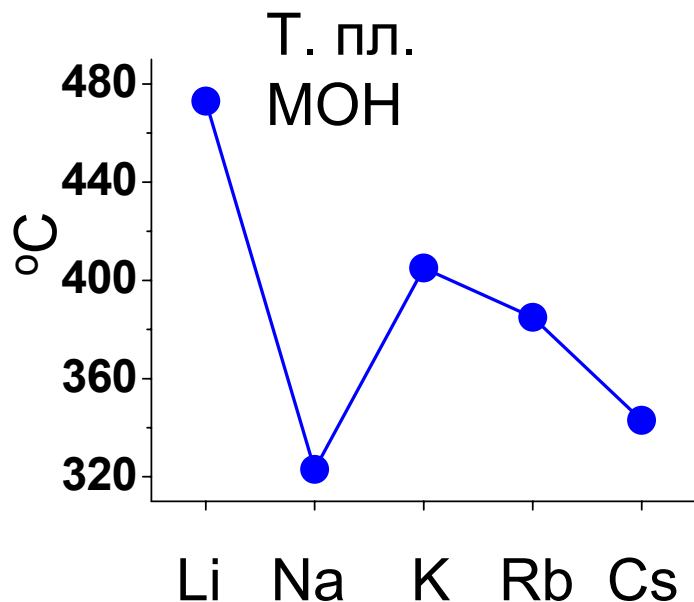


Оксиды, пероксиды и гидроксиды

3. Окислительные свойства пероксидов:



4. Гидроксиды (кроме LiOH) растворимы в воде и плавятся без разложения



Оксиды, пероксиды и гидроксиды

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 сода 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

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

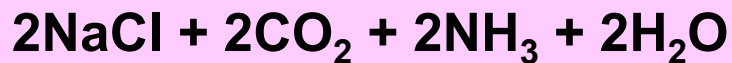
Получение соды методом Сольвэ



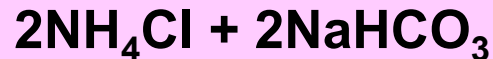
1000°C



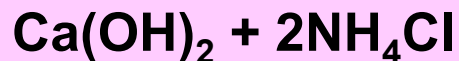
$+ \text{H}_2\text{O}$



NaCl



CO_2



NH_4Cl



CaCl_2
(в отвал)

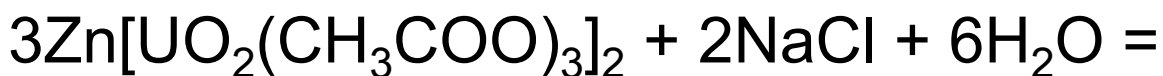
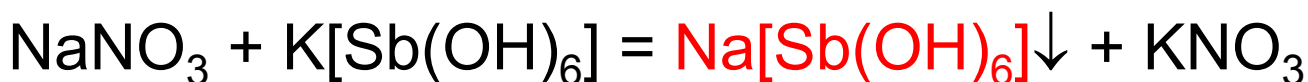
Na_2CO_3

Малорастворимые соли

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

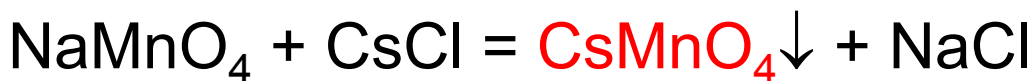
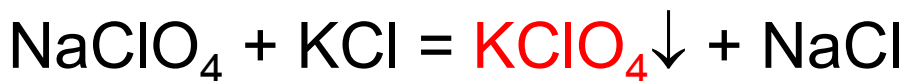


2. Нерастворимые соли **Na**:



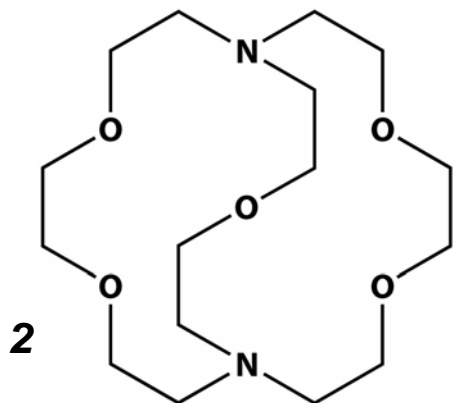
желтый осадок

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

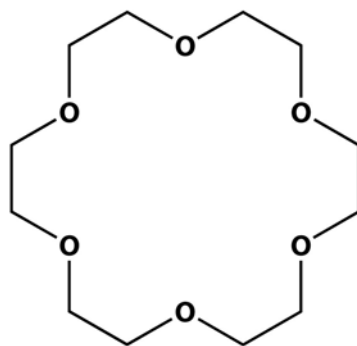


Также известны $\text{M}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, $\text{M}_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

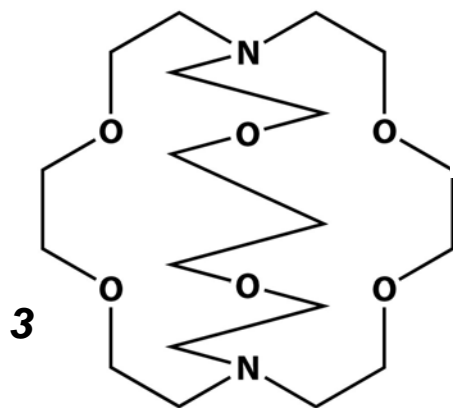
Комплексы щелочных металлов



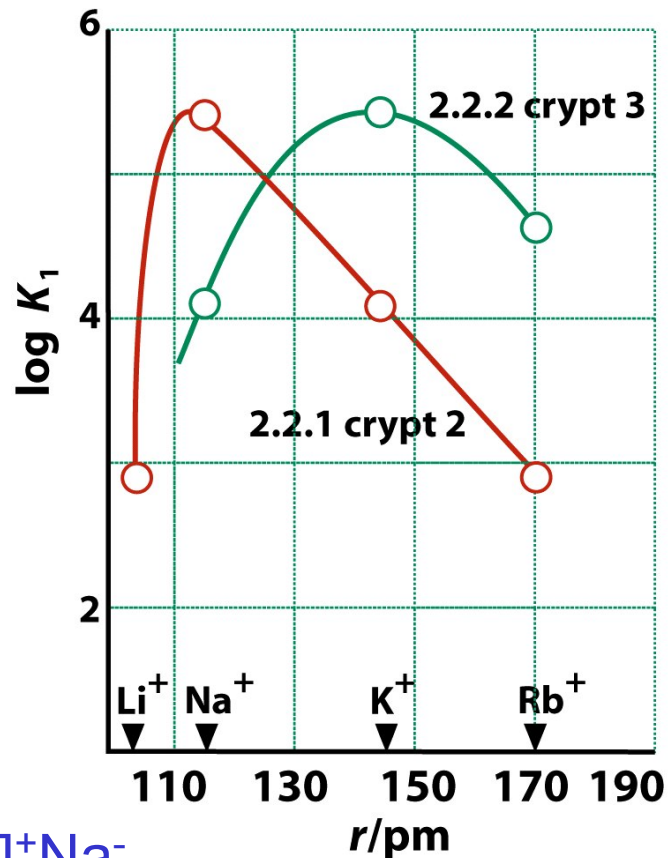
2.2.1 crypt



18-crown-6
1



2.2.2 crypt



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

