

**Московская государственная академия
тонкой химической технологии
им. М. В. Ломоносова**

Кафедра неорганической химии

Химия s-элементов

Преподаватель: доц.,к.х.н. Рукк Н.С

Москва 2010

Элементы IА-группы

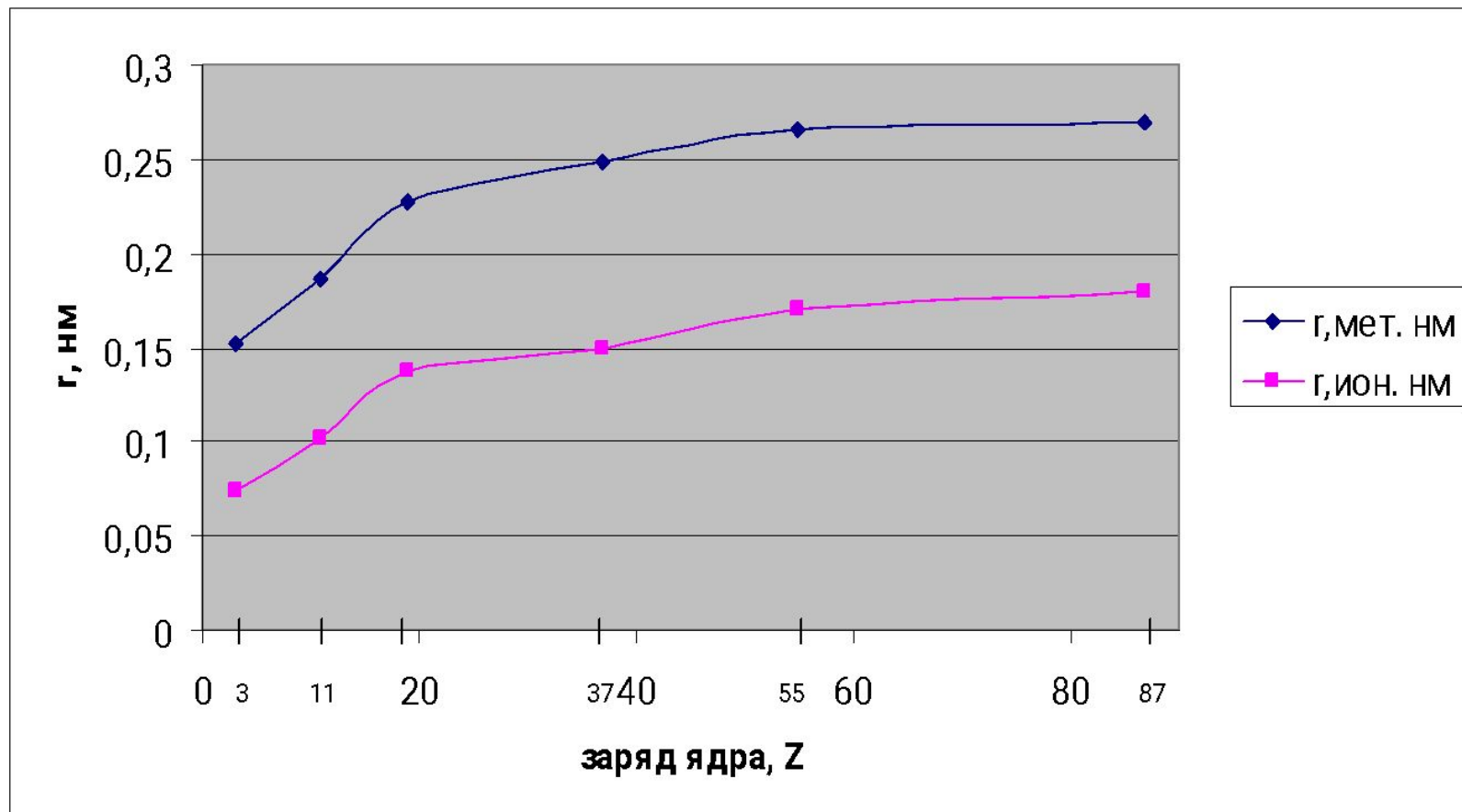
Электронное строение

- **Li, Na, K, Rb, Cs, Fr** – щелочные металлы
- Общая электронная формула: **$[\text{Э}]ns^1np^0$**
Э – благородный газ, завершающий (n-1) период

Электронные конфигурации изолированных атомов

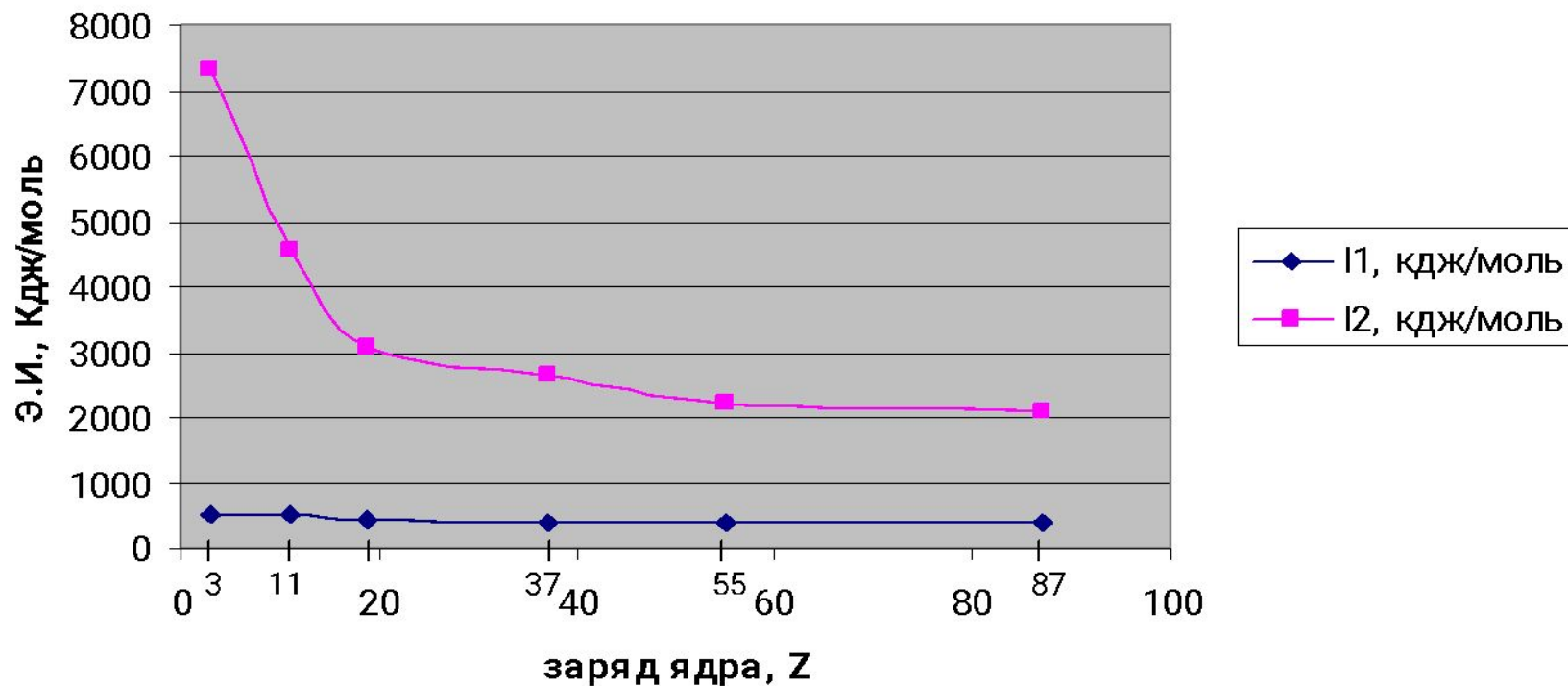
IA-группа	Название элемента	№ элемента	Период	Электронная конфигурация
Li	Литий	3	2	$[\text{He}]2s^1$
Na	Натрий	11	3	$[\text{Ne}]3s^1$
K	Калий	19	4	$[\text{Ar}]4s^1$
Rb	Рубидий	37	5	$[\text{Kr}]5s^1$
Cs	Цезий	55	6	$[\text{Xe}]6s^1$
Fr	Франций	87	7	$[\text{Rn}]7s^1$

Характеристика атомов элементов IА-группы

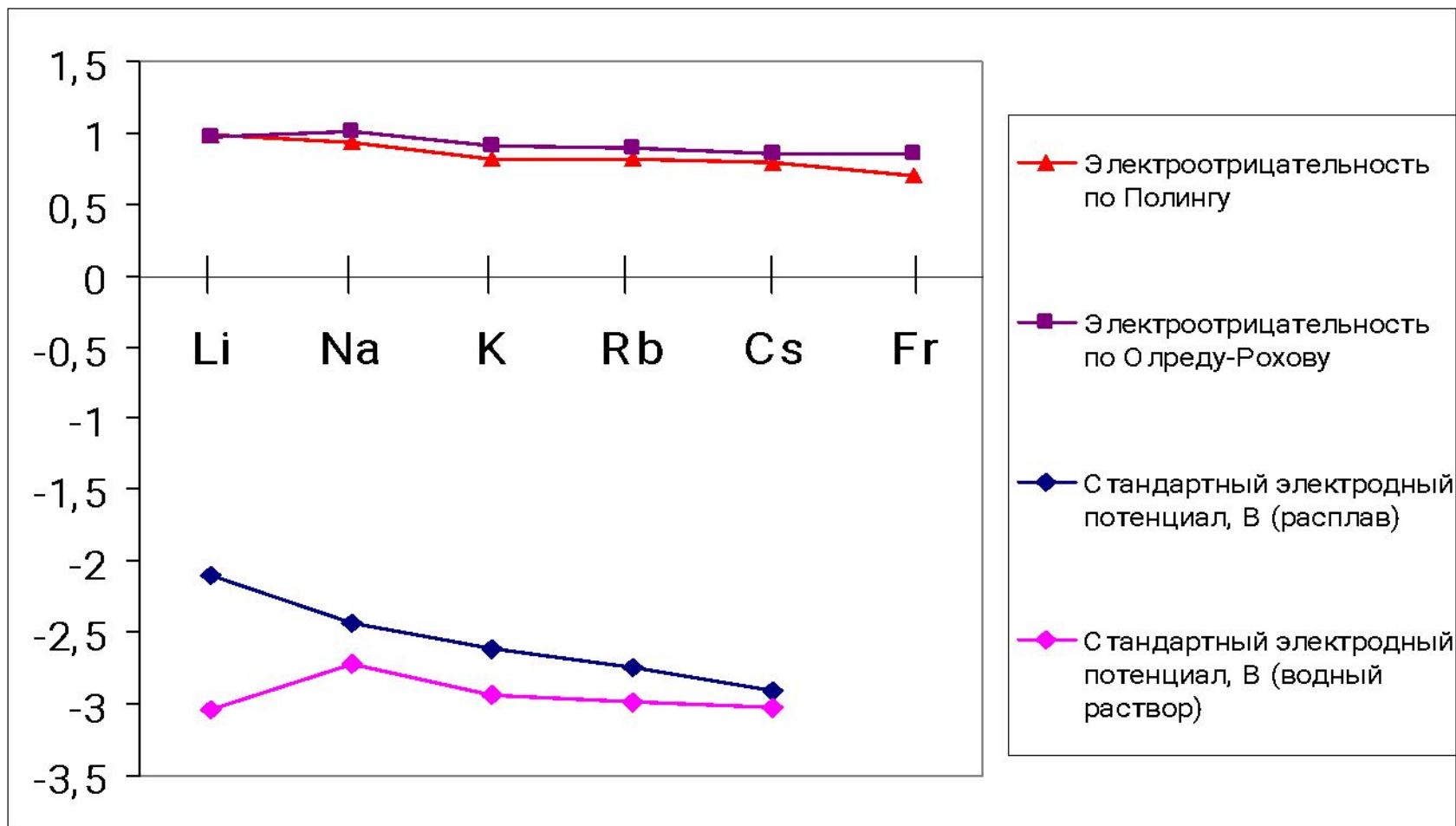


- Увеличение числа электронов в атоме и размеров орбиталей, занимаемых последними электронами
- Потеря единственного валентного электрона $\Rightarrow r_{\text{ион}} < r_{\text{мет}}$

Энергия ионизации



- Единственный электрон на внешнем энергетическом уровне атома щелочного металла слабо связан с ядром (I_1). Атомы щелочных металлов легко ионизируются с образованием ионов M^+ , входящих в состав большинства химических соединений этих элементов.
- В реальных условиях ион M^{2+} не образуется (I_2)



- Электроотрицательность уменьшается с возрастанием атомного номера элемента
- В ОВР s-элементы выполняют только роль восстановителей

Особенности химии лития

□ Li_3N – устойчивый

$>600^\circ\text{C}$

□ $2\text{LiOH} \rightarrow \text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

□ LiCl , LiBr , LiI , LiClO_4 - растворимы в $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

□ LiOH , Li_2CO_3 , Li_3PO_4 , LiF - малорастворимы в воде

□ $3\text{Li}^+ + 2\text{HPO}_4^{2-} \rightarrow \text{Li}_3\text{PO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{PO}_4^-$

□ $2\text{LiHS} \rightarrow \text{Li}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$
 $\text{Li}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Li}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

□ Образование более устойчивых комплексов

Физические свойства

Простые вещества – легкоплавкие серебристо-белые (**Li**, **Na**, **K**, **Rb**) или золотисто-желтые (**Cs**) металлы, обладающие высокой мягкостью и пластичностью. **Li** – наиболее твердый металл



Натрий

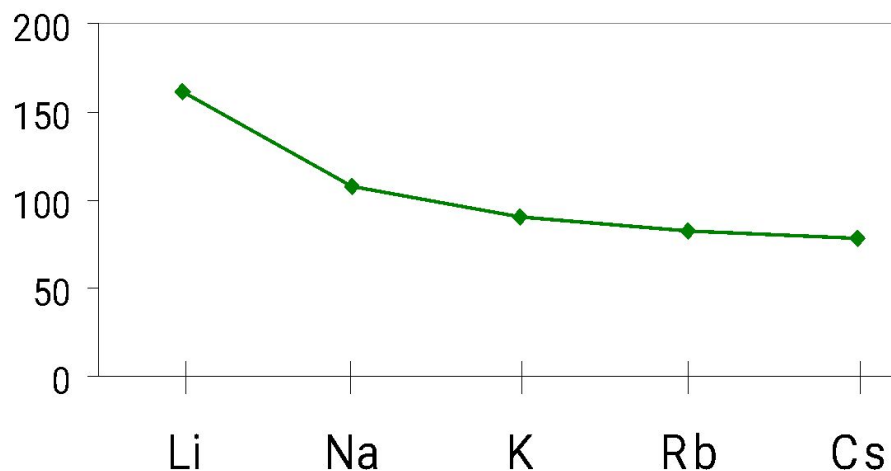


Калий

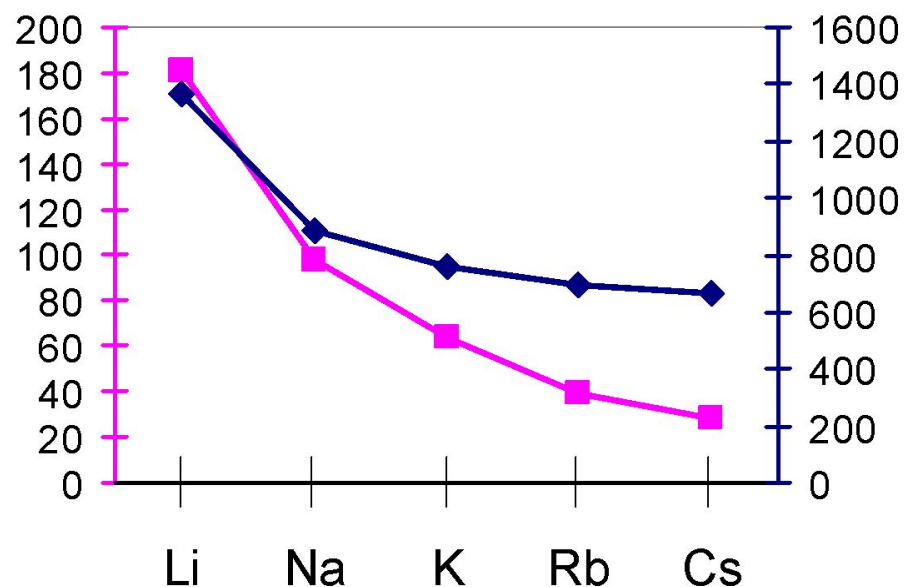


Цезий

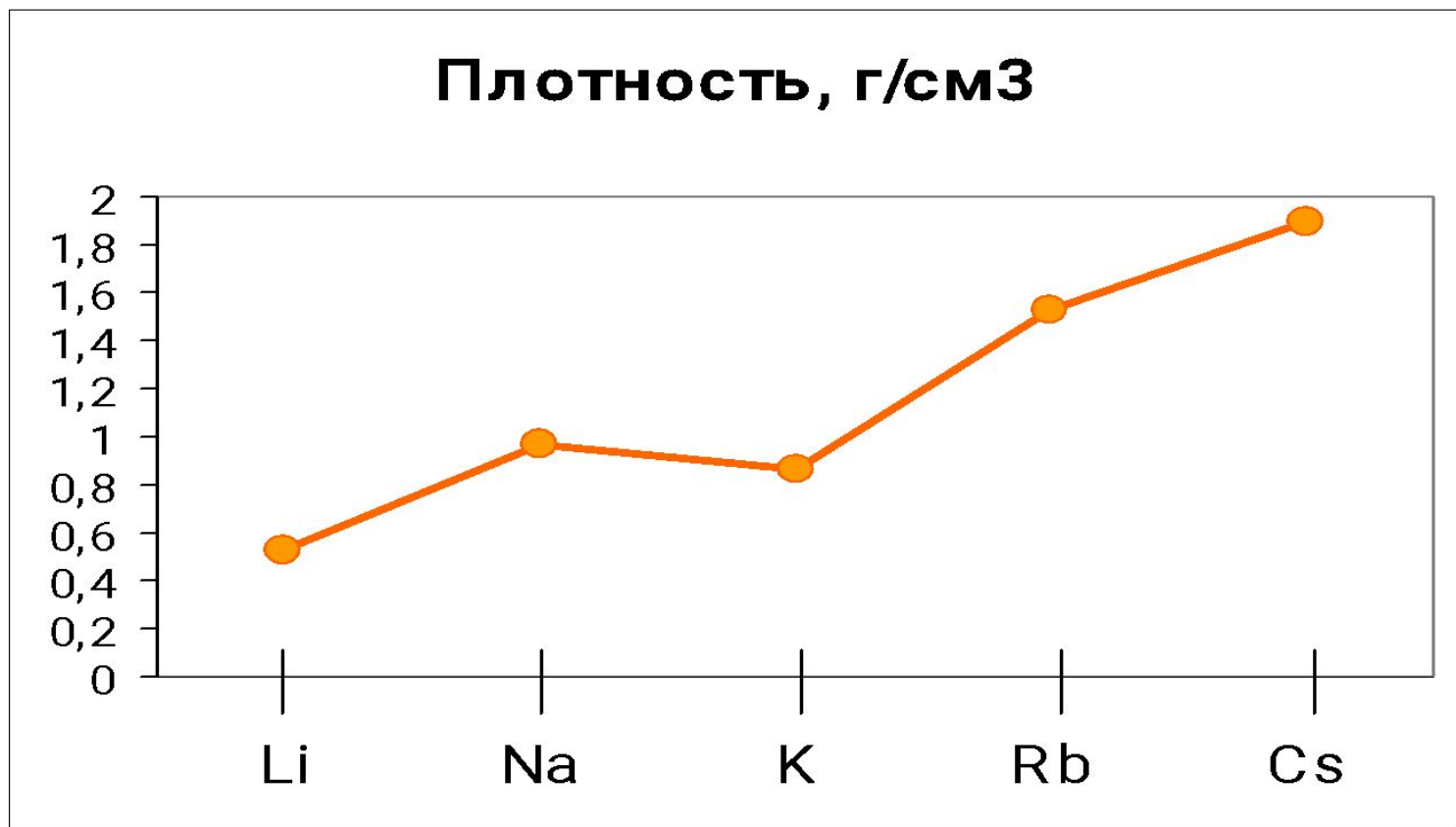
**Энергия атомизации,
кДж/ моль (298 К)**



■ $t_{\text{плавл}}, ^\circ\text{C}$ ◆ $t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$



Наличие в атомах элементов одного валентного электрона обуславливает низкие значения **энергии атомизации**, низкие $t_{\text{плавл}}$ и $t_{\text{кип}}$



В кристаллическом виде металлы имеют **объемно-центрированную** кристаллическую решетку с **металлическим** типом химической связи

Распространенность в природе

	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Содержание (кларк %)	$6,5 \cdot 10^{-3}$	2,6	2,4	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	10^{-21}
Место по распространен ности	28	6	7	17	42	91

- Na и K – наиболее широко распространены, встречаются исключительно в виде соединений
- Щелочные элементы (от Li до Cs) наряду со стабильными изотопами имеют многочисленные радиоактивные изотопы

Минералы



Галит (каменная соль)



Мирабилит



KCl
Сильвин



KCl*NaCl
Сильвинит



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



$\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$
Сподумен

Получение

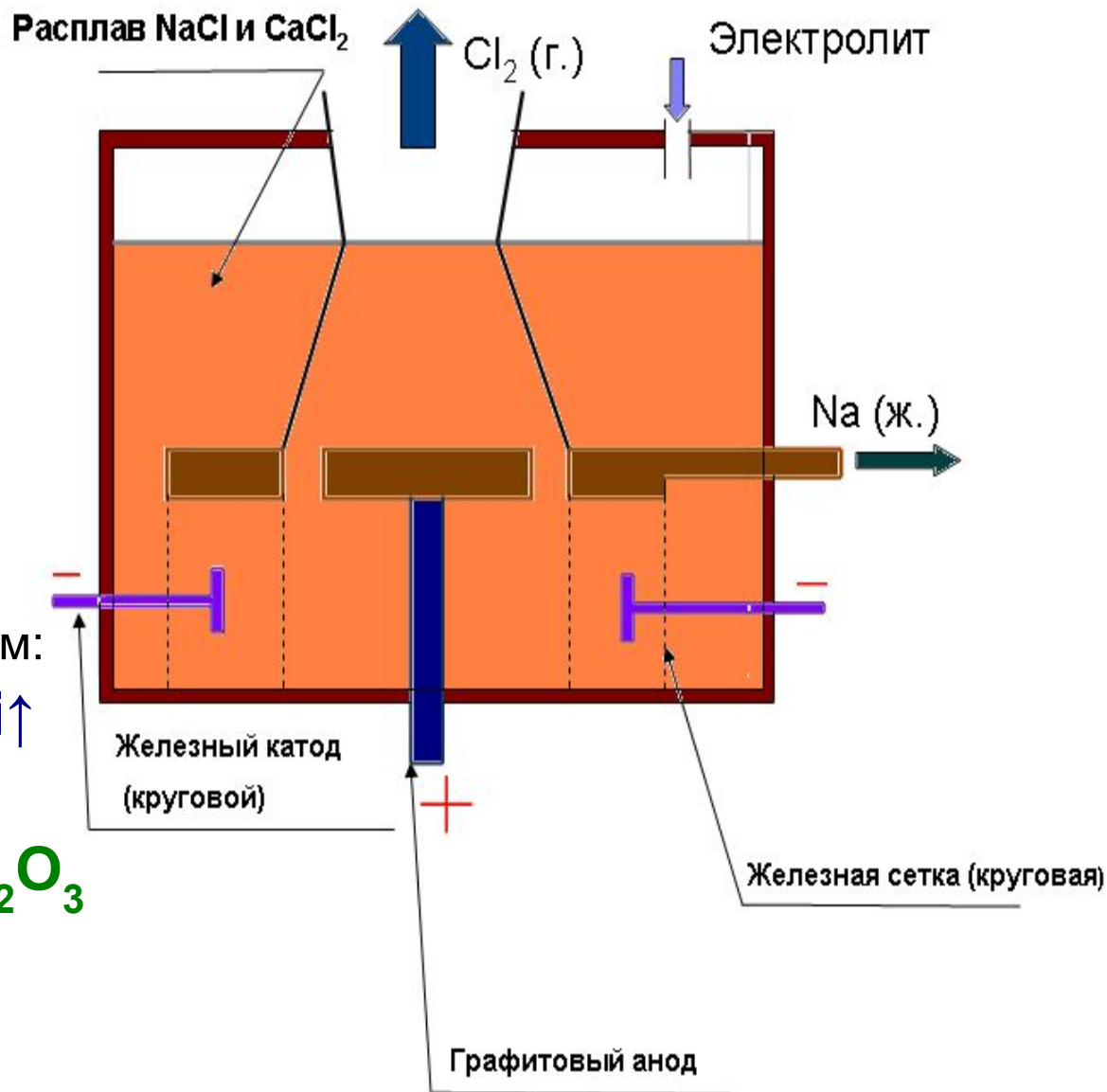
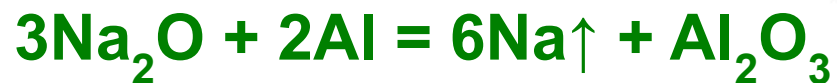
Na: электролиз расплава NaCl.

катод: $\text{Na}^+ + \text{e}^- = \text{Na}$

анод: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$

Li: аналогично из LiCl

Также **Na** и **Li** можно получить восстановительным методом:





Небольшие количества Na, K, Rb, Cs можно получить термическим разложением их азидов:



Li этим способом получать нельзя из-за высокой устойчивости Li_3N

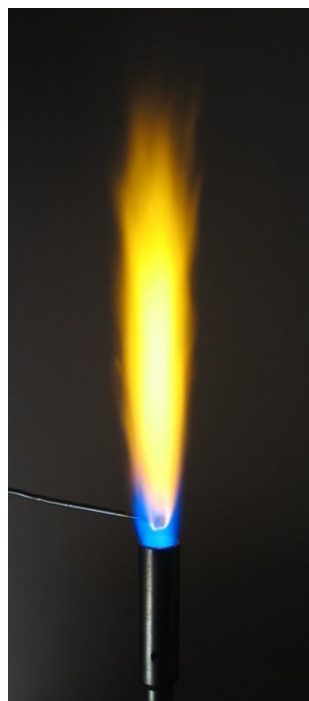
Применение

- **Li, Na** - теплоносители в ядерных реакторах
- **Na** и **K** – применяются для осушки органических растворителей
- **Li** – химический источник тока
- **Cs** входит в состав катодов для фотоэлементов, электронных лучевых трубок
- **Na_2CO_3 , Na_2SO_3 , Na_2SO_4 , NaOH** - бумажная, химическая промышленность, металлургия, производство стекла

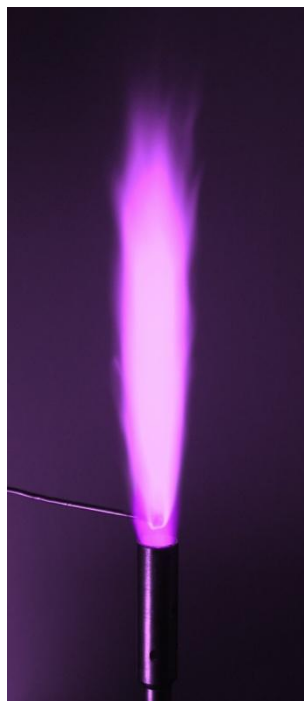
Качественный анализ на s-металлы по окрашиванию пламени



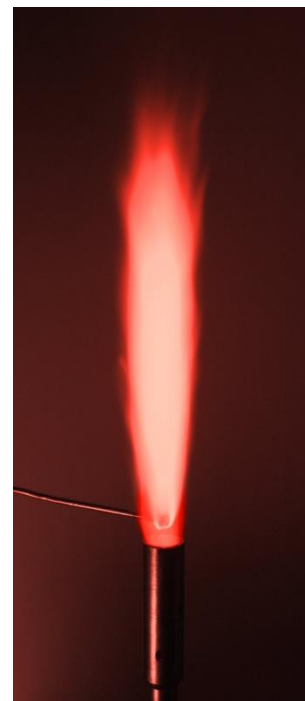
Li^+



Na^+



K^+



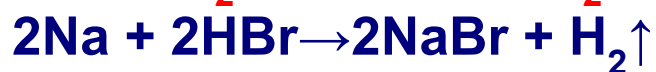
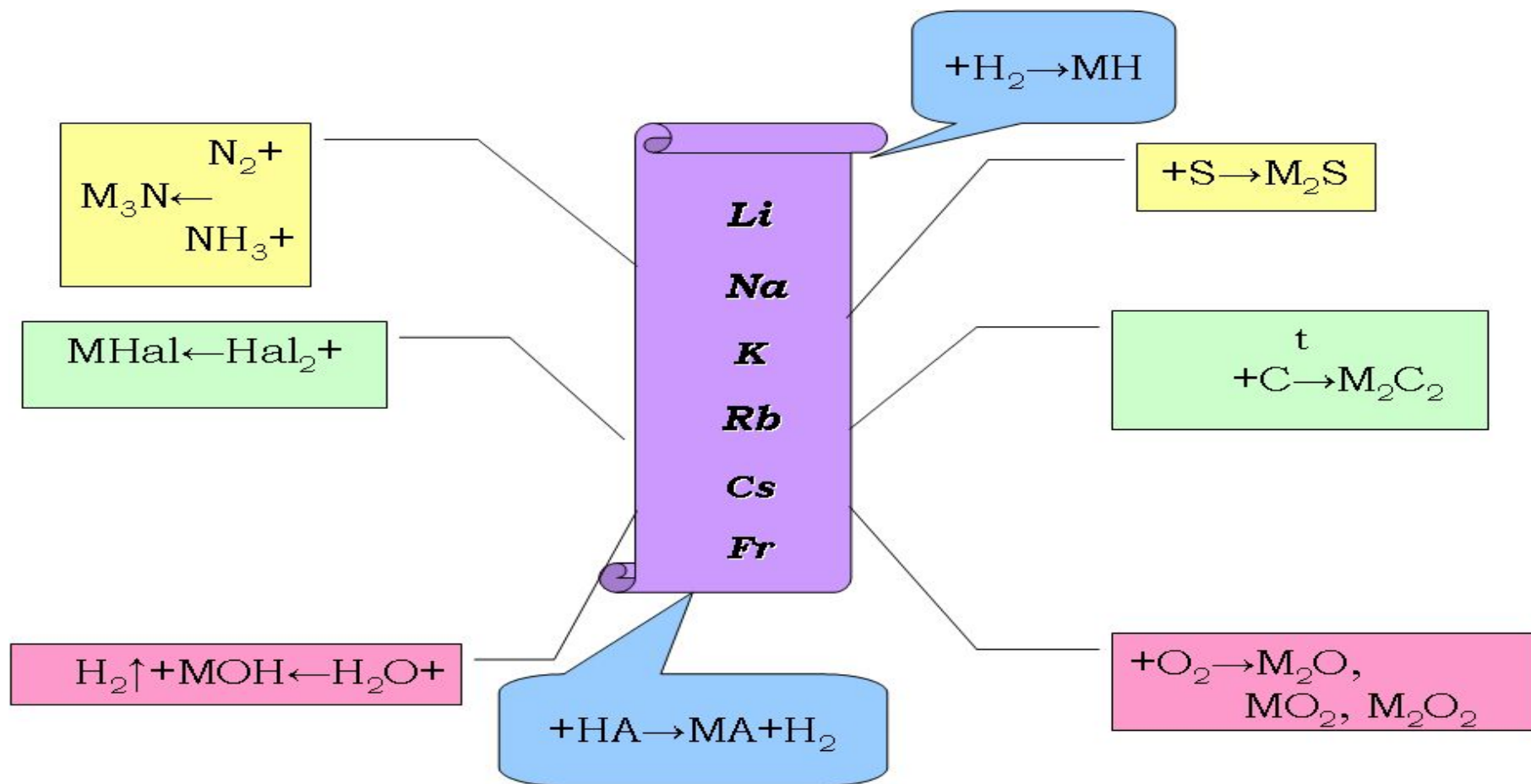
Rb^+



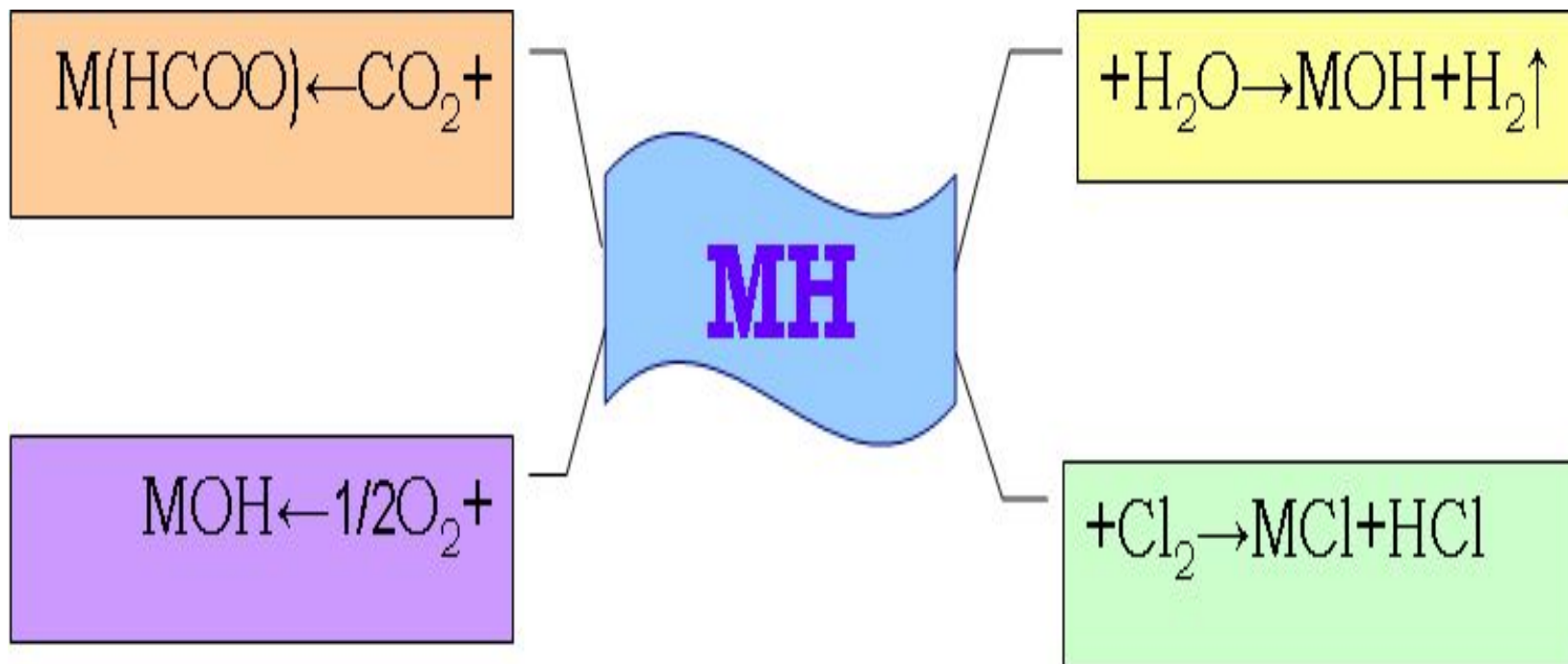
Cs^+

Химические свойства

Взаимодействие с простыми веществами

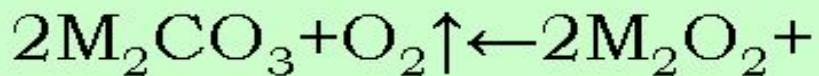
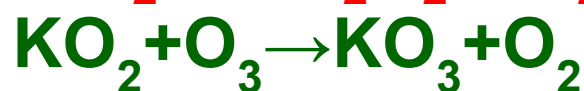
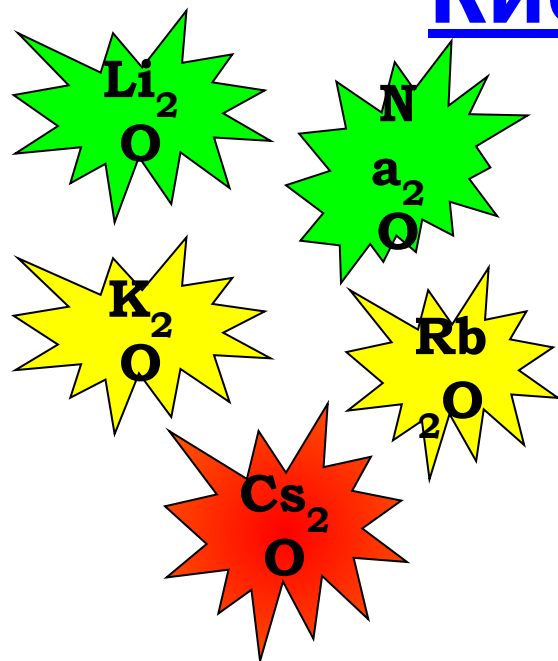


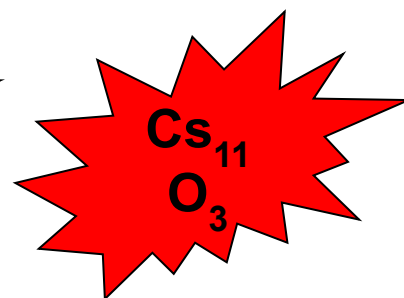
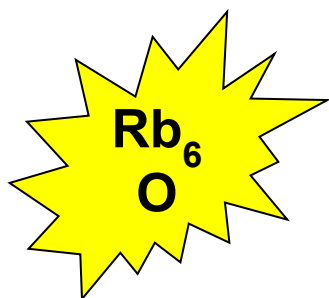
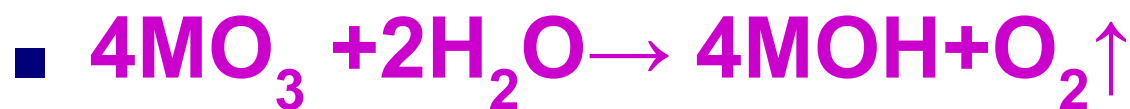
Соединения с неметаллами



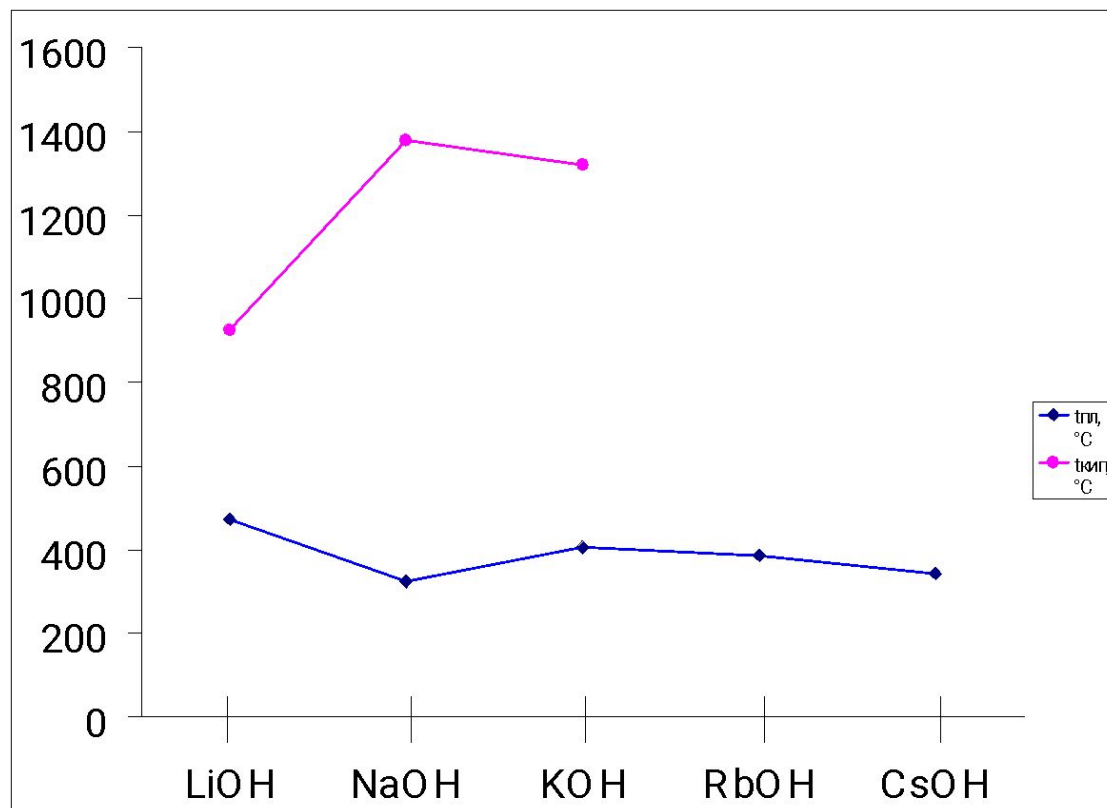
- $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$
- $\text{Cs}_2\text{C}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CsOH} + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$
- $\text{Li}_3\text{N} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{LiOH} + \text{NH}_3 \uparrow$
- $\text{K}_3\text{P} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{PH}_3 \uparrow$

Кислородные соединения

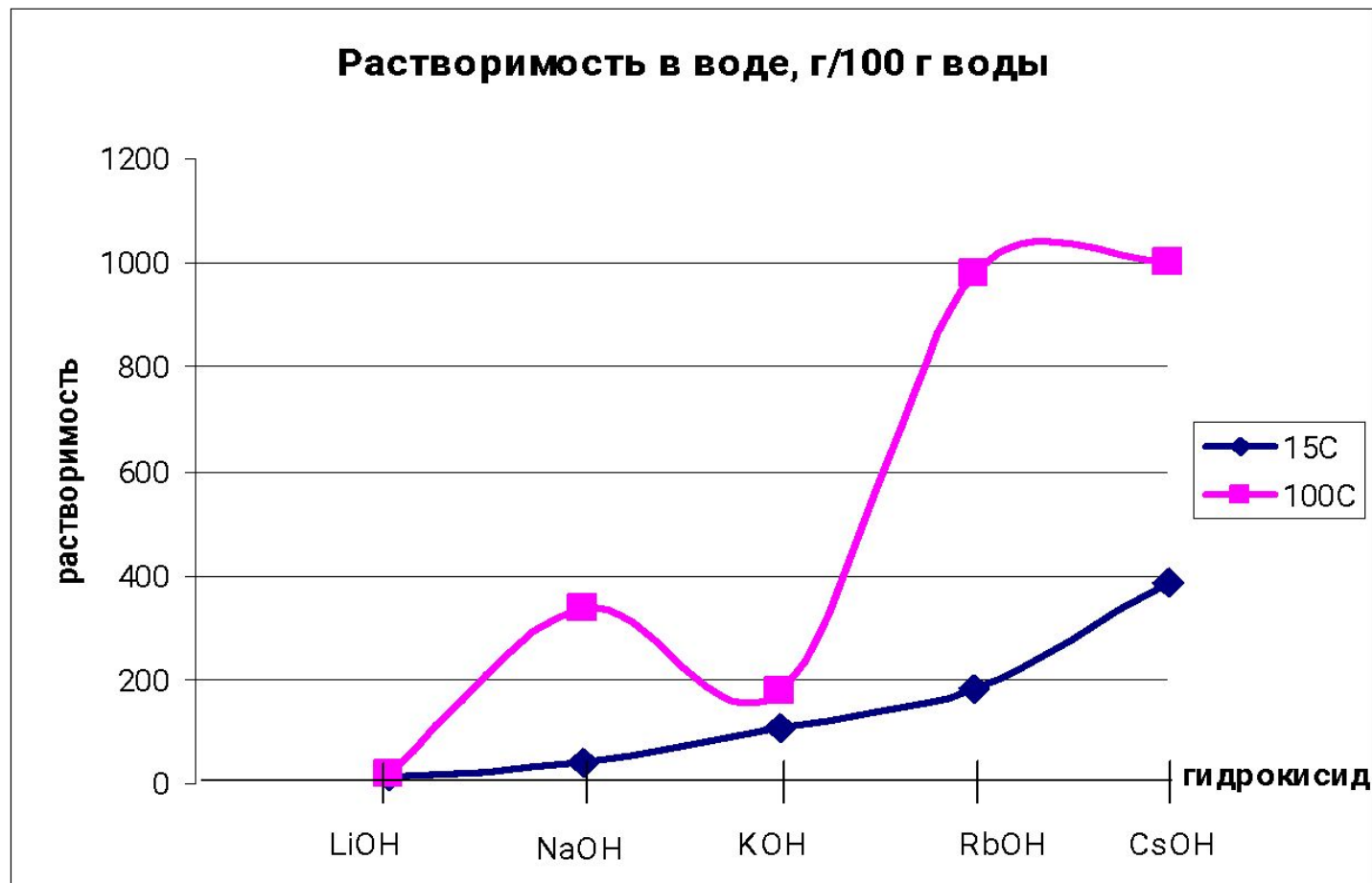




Гидроксиды



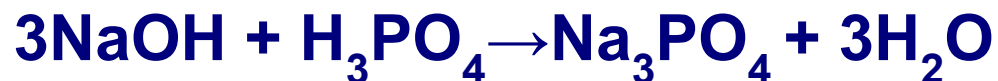
Растворимость гидроксидов в воде



Гидроксиды щелочных металлов прекрасно растворимы в воде, хорошо растворимы в этаноле (растворимость значительно возрастает от LiOH к CsOH)

Соли

- Твердые кристаллические вещества с ионным типом кристаллической решетки
- Почти все соли хорошо растворимы
- Водные растворы – сильные электролиты



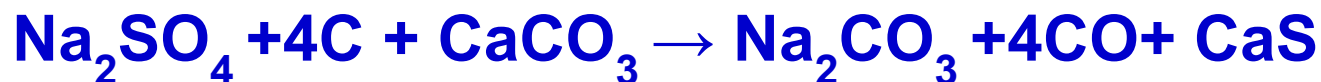
Сода (карбонат натрия- кальцинированная сода)

- В природе встречается в виде минерала троны

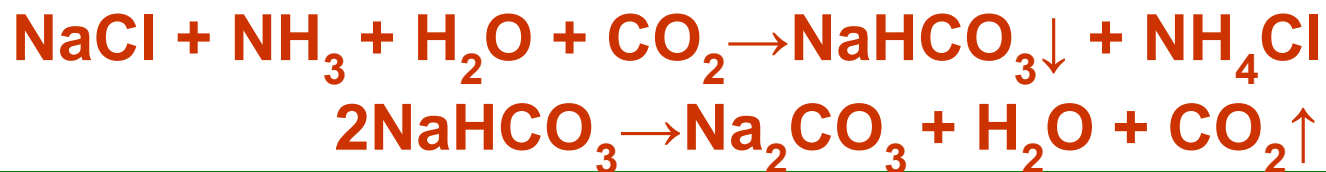


- **Первый промышленный способ- Леблан 1791г.**

(прокаливание при температуре 1000°C обезвоженного мирабилита с углем и известняком)

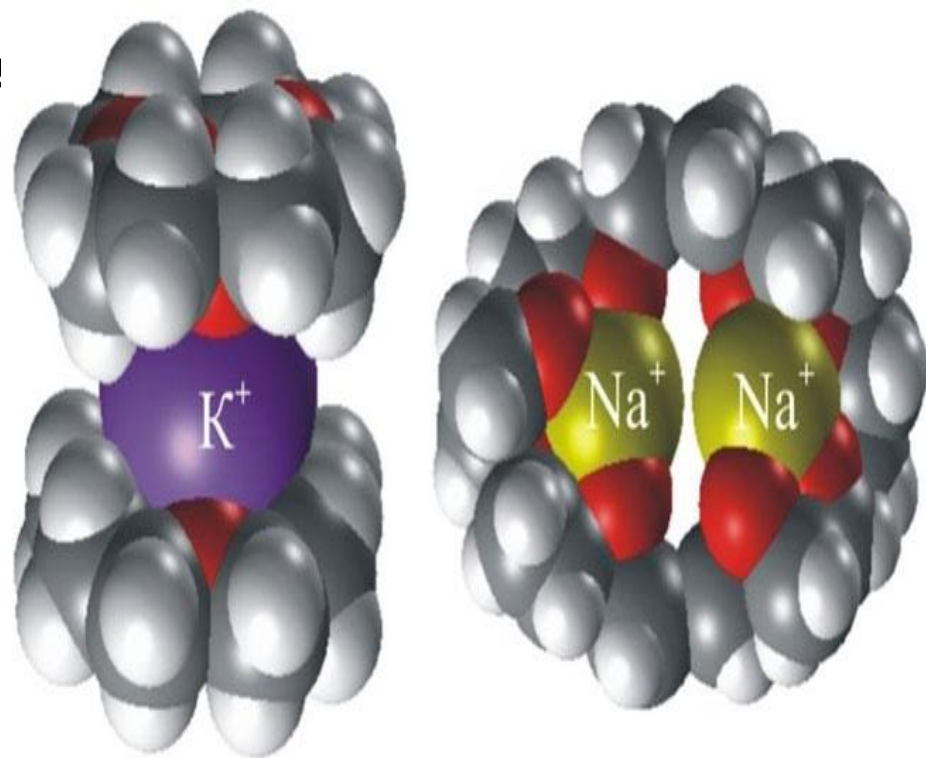


В настоящее время: Метод Сольве



Комплексные соединения

- В разбавленных водных растворах катионы существуют в форме аквакомплексов
- Наиболее устойчивы комплексы с полидентатными лигандами
- Соответствие между размерами катиона металла и внутренней полости лиганда
- Образование комплексов с краун-эфирами повышает растворимость солей в неполярных растворителях



Выводы

- Для щелочных металлов характерна способность сгорать на воздухе, образуя смеси оксидов различных типов
- Основность оксидов, образуемых элементами IА-группы, возрастает вниз по группе
- Гидроксиды металлов IА-группы – сильные основания
- Малый размер атома лития и низкое координационное число ($KЧ=4$) обуславливают отличие химии лития от других щелочных металлов
- Для элементов щелочных металлов характерна способность к образованию устойчивых комплексов