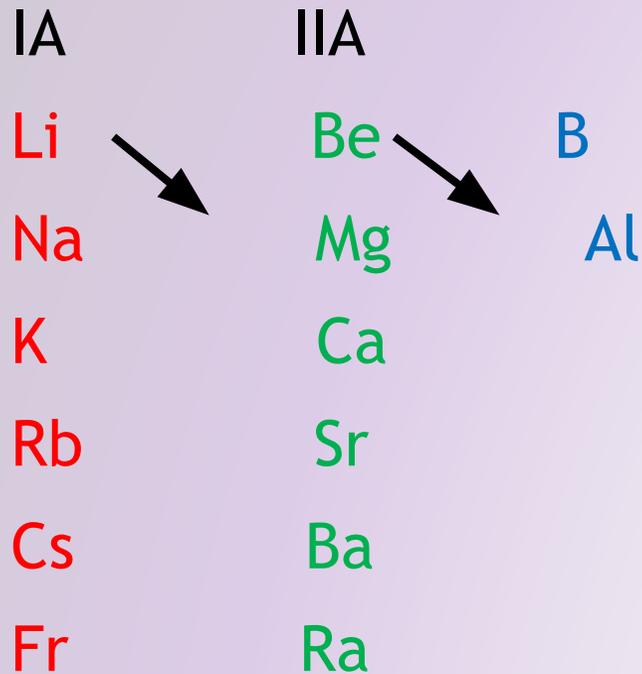


# ХИМИЯ S - ЭЛЕМЕНТОВ



Разработчик: Л.И. Чекмарева

Исполнители: студенты группы ООС - 31 ТОГУ

Оформитель: Приходько Т.Р.

# Задачи занятия

1. Дать теоретический прогноз физико-химических и химических свойств S- элементов IA и IIA подгрупп ПСЭ.
2. Подтвердить прогноз литературными данными.
3. Произвести экспериментальную проверку ожидаемых химических свойств S- элементов.
4. Ознакомиться с приемами лабораторной техники выполнения химического эксперимента
5. Познакомиться с используемой в химических лабораториях посудой и принадлежностями
6. Научиться составлять уравнения химических реакций
7. Научиться делать выводы из экспериментальных данных, сопоставляя их с данными теоретическими
8. Произвести самооценку усвоения полученной информации.

## 2. Прогнозирование свойств S - элементов IA и IIA подгрупп ПСЭ

- ▶ IA подгруппа: Li, Na, K, Rb, Cs ; IIA подгруппа: Be, Mg, Ca, Sr, Ba.
- ▶ Строение слоя валентных электронов: у IA -  $NS^1$  , у IIA -  $NS^2$ , где N - номер периода -s - электронное семейство, истинные металлы.
- ▶ Согласно правилу ПСЭ, каждый первый элемент главной подгруппы бывает больше по свойствам похож на второй элемент следующей группы и можно ожидать отклонения от типических свойств S - элементов у атомов Li, Be и частично Mg, где Li может быть более схож с Mg, Be - с Al, а Mg - с Ca

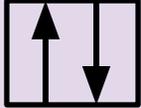
Эти отклонения могут проявиться в растворимости их оксидов и гидроксидов, проявлении амфотерности, склонности к комплексообразованию и полимеризации. Поэтому эти элементы и не относят к типическим s - элементом.

- ▶ Энергетические характеристики атомов: низкие потенциалы ионизации, электронного сродства и электроотрицательности, что обуславливает легкость отдачи валентных электронов, металлическую связь в простых веществах, ионную - в сложных. В группах сверху вниз **металлические свойства** усиливаются с увеличением радиуса атомов. Различие в свойствах элементов малых периодов значительно больше, чем элементов больших периодов.

## Характеристика строения атомов и положение в ПСЭ Элементы IA подгруппы

Элемент	Период	Строение валентного слоя	Орбитальная диаграмма состояния валентных электронов	Изменение радиуса	Изменение электроотрицательности
Li	2	$2s'$	 S-электронное семейство, истинные металлы	Увеличивается	Уменьшается
Na	3	$3s'$			
K	4	$4s'$			
Rb	5	$5s'$			
Cs	6	$6s'$			
Fr	7	$7s'$			

## Элементы IIА подгруппы

Элемент	Период	Строение валентного слоя	Орбитальная диаграмма состояния валентных электронов	Изменение радиуса	Изменение электроотрицательности
Be	2	$2s^2$		Увеличивается	Уменьшается
Mg	3	$3s^2$	S-электронное семейство, истинные металлы (исключая Be, частично Mg)		
Ca	4	$4s^2$			
Sr	5	$5s^2$			
Ba	6	$6s^2$			

- ▶ **Физические свойства**: металлический блеск, серебристо - белый или серый цвет простых веществ, довольно хорошая тепло- и электропроводность, малое сопротивление, низкая твердость, хорошая сжимаемость, металлическая кристаллическая решетка.
- ▶ **Физико - химические свойства**: твердое агрегатное состояние, хорошая растворимость в воде соединений, причем в ряду Li - Fr она будет увеличиваться; не склонны к полимеризации (кроме Be и Mg), изоморфизму и адсорбции, соединения плохо растворяются в неполярных растворителях (исключая Li и Be)
- ▶ **Химические свойства**. Проявляемые степени окисления: у IA - подгруппы: (0) и (+1); у IIA - подгруппы: (0) и (+2)
- ▶ Их оксиды и гидроксиды проявляют основные свойства и в водных растворах образуют сильные основания (кроме элементов IIA - группы малых периодов, вследствие близости валентных электронов к ядру). Не склонны образовывать комплексные ионы (возможно, исключая Be и Mg)
- ▶ Могут образовывать осадки с объемными анионами кислородсодержащих кислот или комплексными анионами, причем для катионов IIA подгруппы это более характерно.
- ▶ Получение металлов в чистом виде возможно при использовании очень сильного восстановителя, которым является электрический ток, т.е. электрохимическим путем.
- ▶ **Катионы солей** не склонны к гидролизу и образованию гидроксокатионов (исключая  $\text{Be}^{+2}$  и  $\text{Mg}^{+2}$ , возможно  $\text{Ca}^{+2}$ )
- ▶ **Простые вещества** - хорошие восстановители, их катионы - плохие окислители. Сверху вниз в группах восстановительные свойства металлов усиливаются. Окислительные свойства катионов проявляются в твердофазных реакциях металлотермии.

- ▶ В природе находятся в верхних слоях земной коры, образуют либо осадочные породы, либо эвапориты, либо рассолы в соляных озерах, морях, в океанах.
- ▶ Возможно проявление токсичных свойств соединениями тяжелых атомов элементов.
- ▶ Не могут быть использованы в качестве конструкционных металлов вследствие высокой реакционной способности и не лучших механических свойств.
- ▶ В биосфере вследствие высокой растворимости, а значит и подвижности могут играть заметную роль.

Далее, по литературным источникам и справочникам проверим соответствие нашего прогноза реальности.

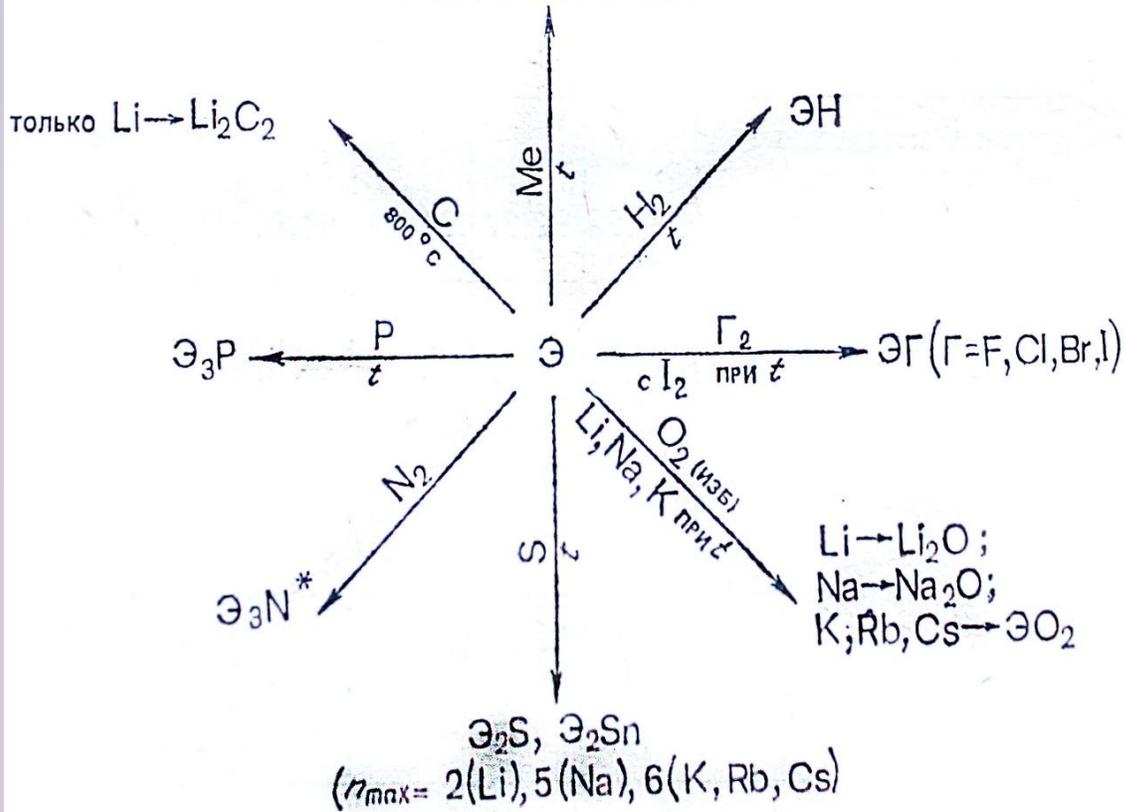
### ЛИТЕРАТУРА

- 1). Общая химия в формулах, определениях, схемах. Под редакцией В.Ф. Тикавого. Минск. Издательство Университетское, 1987.
- 2). Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник Изд. 2е, испр. и доп. Изд - во «Химия», 1978
- 3). Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии, 5 - е издание, перераб. и доп. - М.: «Химия», 1979.
- 4). Химический энциклопедический словарь. М.: «Советская энциклопедия», 1983
- 5). Реми Г. Курс неорганической химии в 2х томах. М.: Изд-во иностранной литературы, 1960
- 6). Некрасов Б.В. «Основы общей химии в 2х томах. М.: Химия, 1973
- 7). Клячко Ю.А., Шапиро С.А. Курс химического качественного анализа. М.:Гос. научно-техн. изд-во химической литературы, 1960

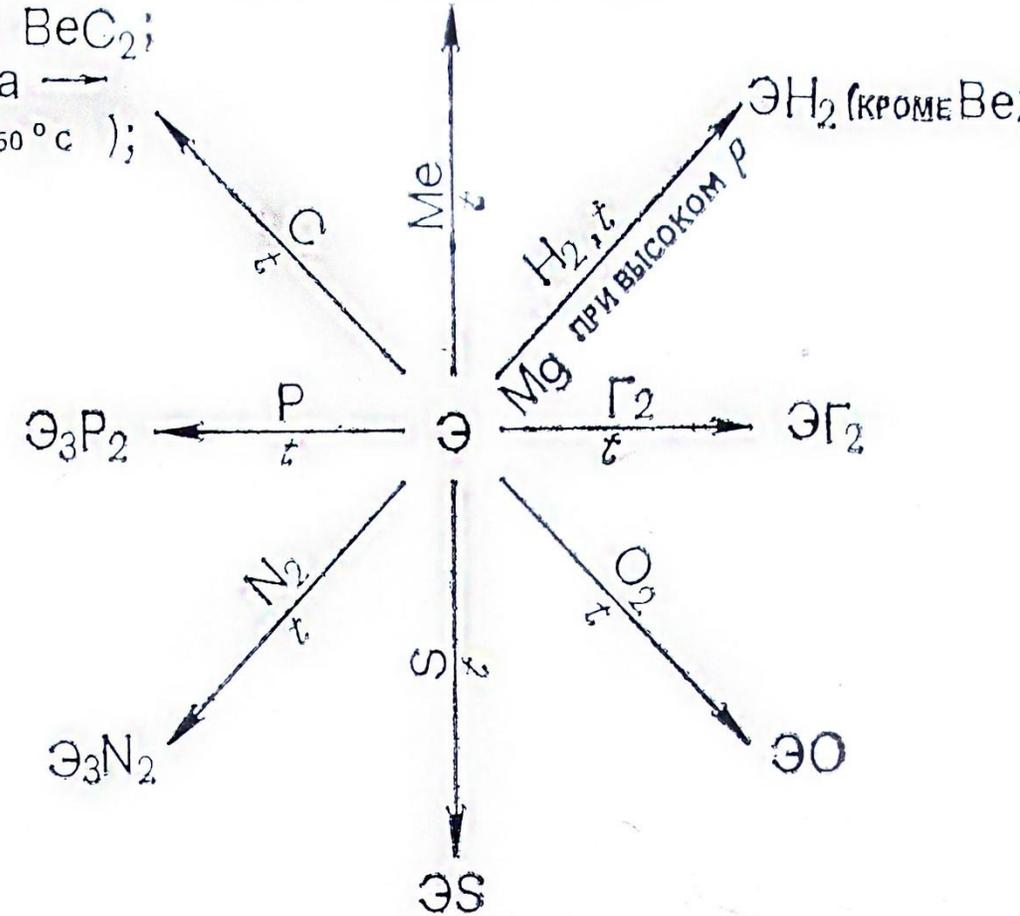
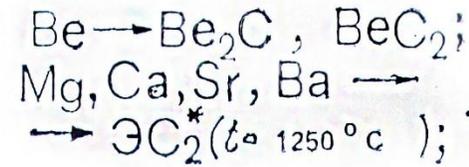
# ЛИТЕРАТУРНЫЕ ДАННЫЕ

## Реакции с простыми веществами

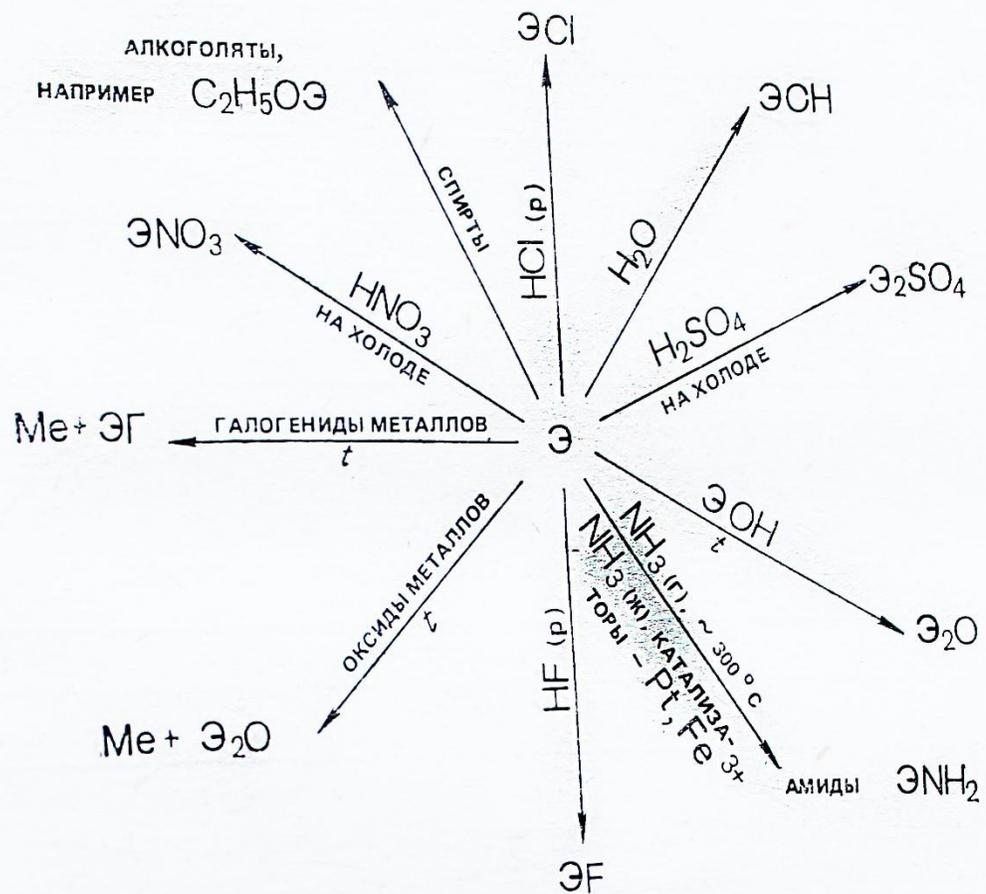
СПЛАВЫ, ИНТЕРМЕТАЛЛИДЫ



элементов IA и IIA подгрупп СПЛАВЫ, ИНТЕРМЕТАЛЛИДЫ

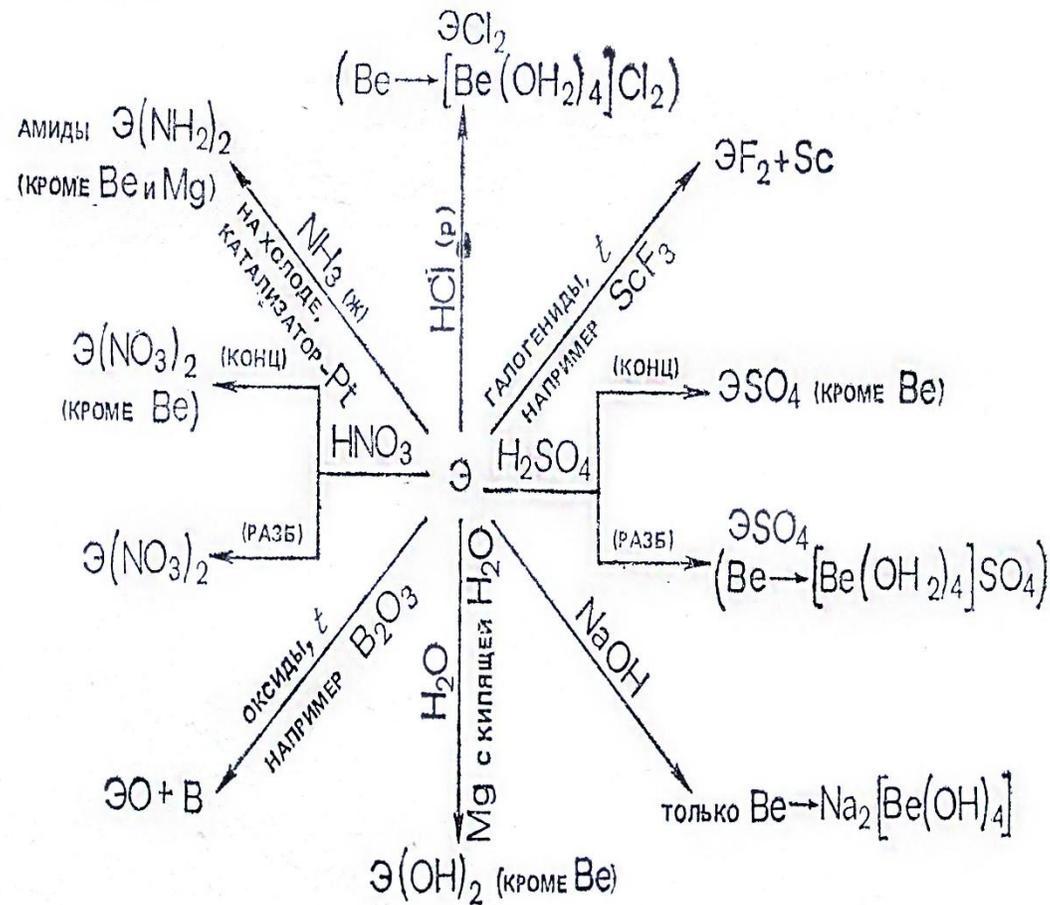


## Реакции с важнейшими реагентами



Элементы IA подгруппы

## Реакции с важнейшими реагентами



Элементы IIA подгруппы

Выводы из

литературных

данных:

# Общие химические свойства S - элементов

## Щелочные металлы

## Щелочноземельные металлы, Be, Mg,

### Очень сильные восстановители



- ▶  $\text{Li} < \text{Na} < \text{K} < \text{Rb} < \text{Cs}$
  - ▶ Гидроксиды - сильные основания  
 $\text{LiOH} < \text{NaOH} < \text{KOH} < \text{RbOH} < \text{CsOH}$
  - ▶ Существуют в воде только в виде катионов  $\text{Э}^+$ . Все катионы бесцветны.
  - ▶ Все соли растворимы в воде (исключая  $\text{LiF}$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Li}_3\text{PO}_4$ )
  - ▶ Образуют осадки только с объемными и комплексными анионами:  $\text{JO}_4^-$ ,  $\text{PtCl}_6^{2-}$ ,  $\text{SiF}_6^{2-}$ ,  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ ,  $[\text{PtF}_6]^{2-}$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{BF}_4^-$
  - ▶ Образование комплексных ионов нехарактерно
  - ▶ Пожароопасны
- ▶ Резкое снижение силы оснований в ряду  $\text{Ba}(\text{OH})_2 > \text{Sr}(\text{OH})_2 > \text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow > \text{Be}(\text{OH})_2 \downarrow$
  - ▶ Существуют в воде в виде катионов  $\text{Э}^{2+}$ . Для Mg возможен  $\text{MgOH}^+$ , для бериллия  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{BeOH}^+$ ,  $\text{BeO}_2^{2-}$  все ионы бесцветны
  - ▶ Растворимы в воде нитраты, хлориды, бромиды, иодиды, ацетаты.
  - ▶ Образуют осадки с анионами  $\text{F}^-$ ;  $\text{CO}_3^{2-}$ ;  $\text{PO}_4^{3-}$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$  (кроме Be и Mg). В ряду карбонатов, сульфатов и фосфатов  $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Sr}^{2+} > \text{Ba}^{2+}$  растворимость падает, в ряду фторидов зависимость обратная  $\text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Sr}^{2+} < \text{Ba}^{2+}$
  - ▶ Образование неорганических комплексных ионов характерно для бериллия  $[\text{BeF}_4]^{2-}$ ,  $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$ , единственный неорганический комплекс  $[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]^{2-}$ .
  - ▶ Образуют комплексы с органическими молекулами - комплексонами (с трилоном Б)
  - ▶ Пожароопасны

# Нахождение в окружающей среде соединений S-элементов.

## Элементы I A подгруппы

### (химическое семейство щелочных металлов)

Литосфера.

Галогениды, сульфаты, оксиды, смешанные соли:

**Каменная соль, галит - NaCl**

Каинит -  $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Глауберит -  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$

Шенит -  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Сульфогалит -  $\text{NaF} \cdot \text{NaCl} \cdot 2\text{Na}_2\text{SO}_4$

Бишофит -  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Лаутарит -  $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$

Броммелит - BeO

Периклаз - MgO



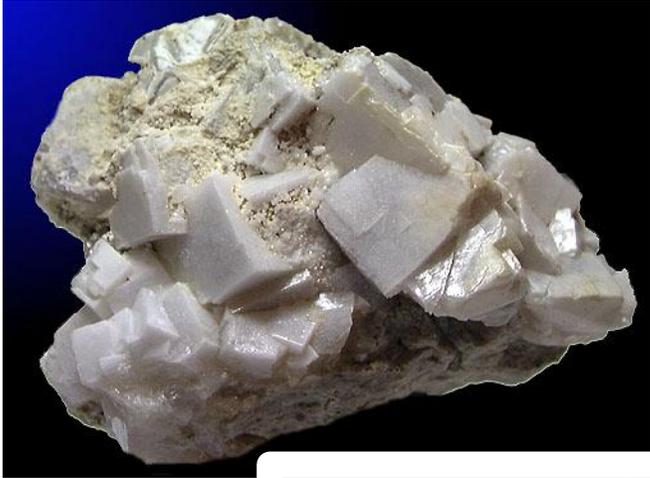
## Сильвин - KCl



## Карналлит - $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$



Криолит-  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$



Квасцовый камень (алунит) –  $\text{K}(\text{AlO})_3(\text{SO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$



Брусит –  $Mg(OH)_2$



Ангидрит –  $\text{CaSO}_4$



Гипс (селенит)  
–  $\text{CaSO}_4 * 2\text{H}_2\text{O}$



# БАРИТ -тяжелый шпат – $BaSO_4$



Кизерит –  $MgSO_4 \cdot H_2O$

Горькая соль (эпсомит) –  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

Целестин –  $SrSO_4$



# Карбонаты и вольфраматы:

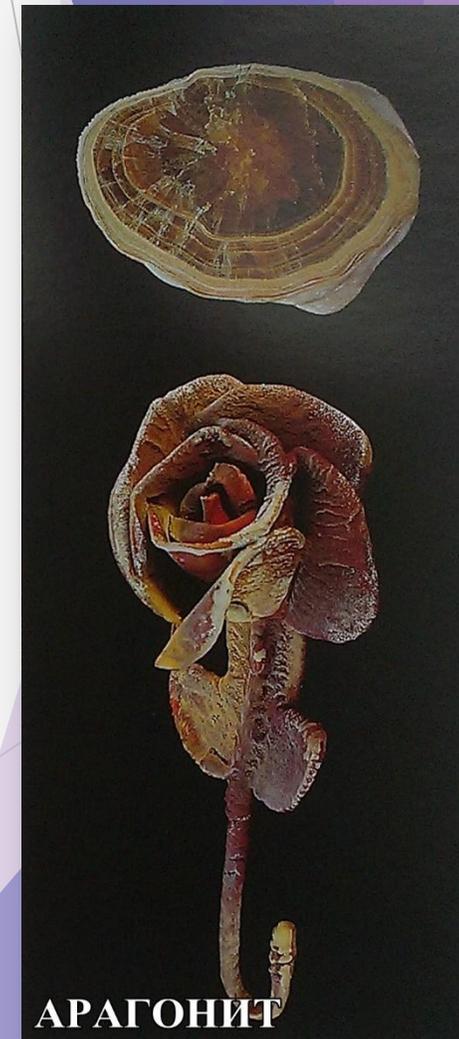
**Магнезит** (талковый шпат, горький шпат) –  $MgCO_3$



**Аммонит** -  $CaCO_3$



**Арагонит** –  $CaCO_3$



# Известковый шпат (кальцит) – $\text{CaCO}_3$



Экспериментальная часть  
Опыт № 1.

Окрашивание пламени  
горелки солями S-  
элементов -  
качественные реакции на  
катионы S - элементов.

При нагревании веществ в пламени горелки можно наблюдать различные характерные явления: возгонку, испарение, плавление, изменение цвета, окрашивание пламени и т. п. Все эти явления используют в качественном анализе для предварительных испытаний вещества. Иногда с помощью пирохимических реакций удастся повысить избирательность и чувствительность определения.

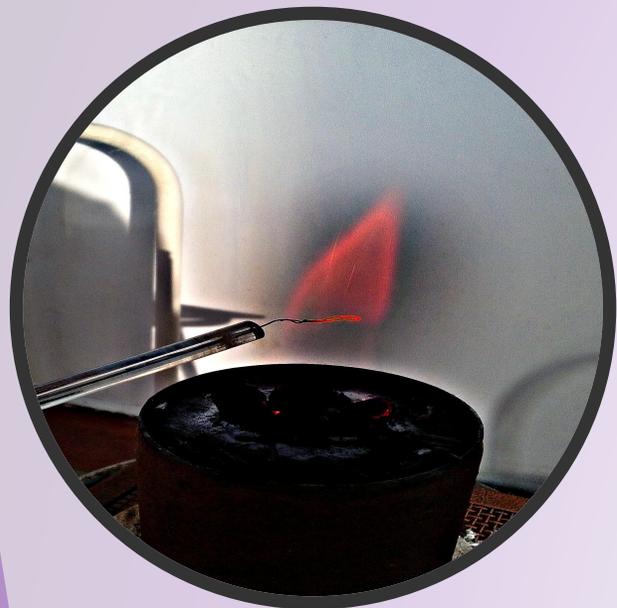
Пирохимические реакции применяют для анализа минералов в полевых условиях

## Выполнение опыта:

- 1) Вначале необходимо очистить нихромовые петельки от посторонних примесей. Для этого окунем петелку в бюкс с концентрированной  $\text{HCl}$ , внесем в середину пламени горелки и продержим в течении 10-20 секунд.
- 2) Окунем петелку проволоки в насыщенной раствор соли исследуемого S-элемента так, чтобы в петелке образовалась пленка исследуемого раствора или зацепилось несколько кристалликов вещества. Внесем петелку с веществом в середину пламени горелки и в первые же секунды будем наблюдать характерное окрашивание пламени - следствие низких потенциалов ионизации щелочных и щелочноземельных металлов.

# Фото, наблюдения, комментарии.

1) Опыт с  $\text{LiCl}$ :



Карминово - красный  
цвет

2) Опыт с  $\text{NaCl}$



Желтый цвет

3) Опыт с  $\text{SrCl}_2$



Карминово-красный цвет

# Фото, наблюдения, комментарии.

4) Опыт с  $\text{CaCl}_2$



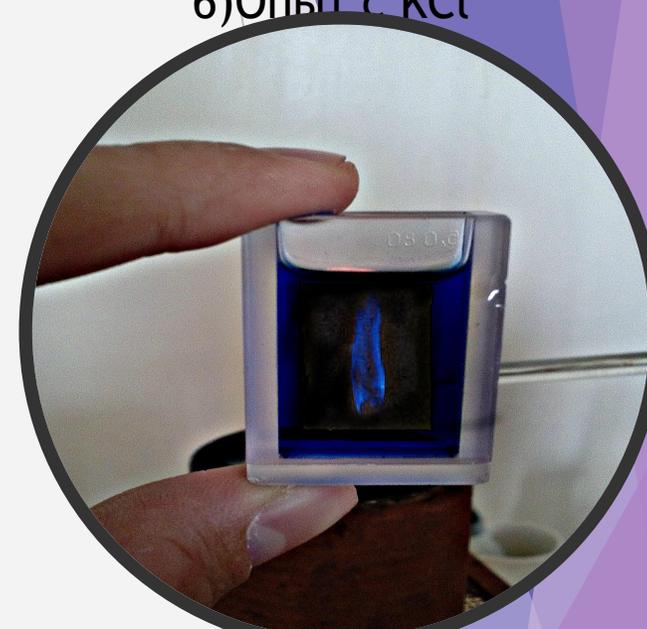
Кирпично-красный цвет

5) Опыт с  $\text{BaCl}_2$



Зеленый цвет

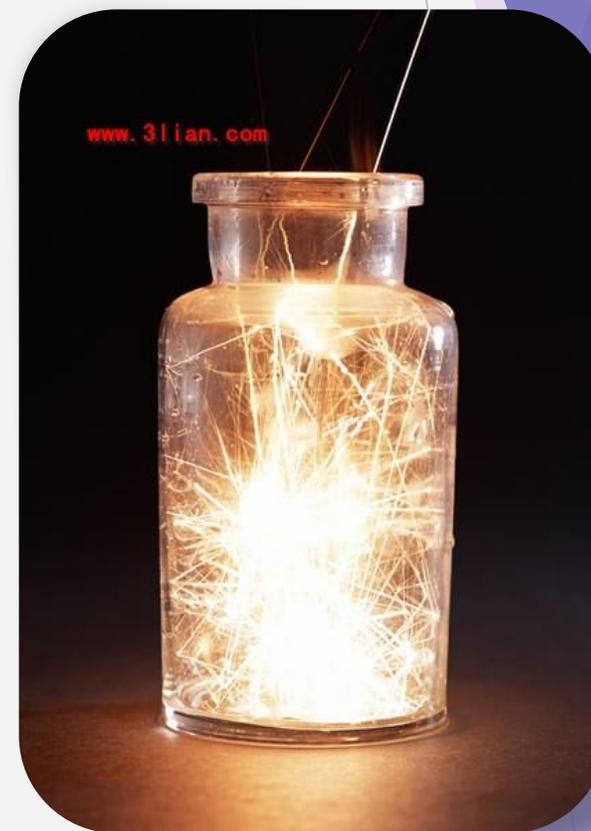
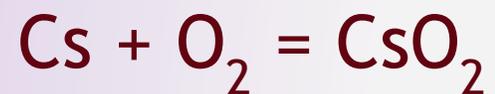
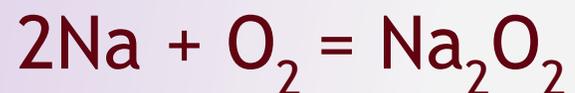
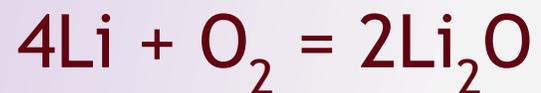
6) Опыт с  $\text{KCl}$



Синий цвет

## Опыт № 2.

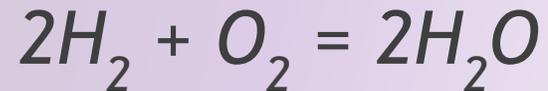
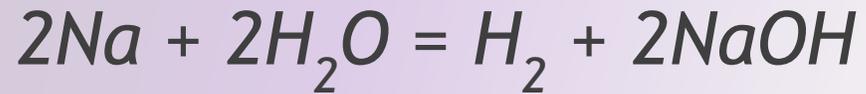
Отношение простых веществ  
к кислороду и другим  
компонентам воздуха



# Опыт № 3.

## 3.1. Отношение простых

## веществ к во



## ОПЫТ 3.2

Выполнение опыта:

- ▶ В 2 чашки Петри наливаем до половины их объема воду (чашка 1 и чашка 2)..



- ▶ Кусочки К и Са (берем только пинцетом) помещаем на кусочки фильтровальной бумаги и с помощью скальпеля счищаем с их поверхности белые слои оксидов, отрезаем кусочки со спичечную головку и с помощью пинцета помещаем калий в 1 чашку Петри, а кальций - во 2.

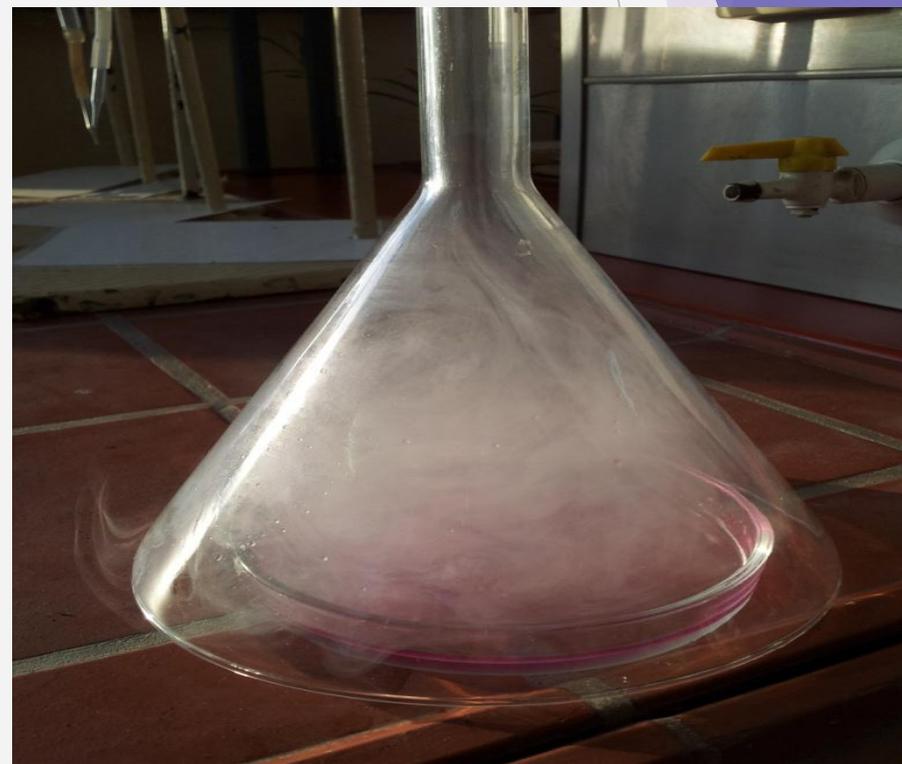


- ▶ Сразу же накрываем чашки Петри стеклянными воронками, образуя реакционную камеру – реактор. Наблюдаем за протеканием реакций в камерах.
- ▶ По окончании реакции в водный раствор продукта в чашках Петри добавляем 2-3 капли индикатора на группу  $\text{OH}^-$  - фенолфталеина. Наблюдаем изменение окраски индикатора

## Камера 1



Наблюдения: К воспламенился, происходит бурное выделение  $\text{H}_2\uparrow$ .



## Камера 2



Наблюдения: раствор принимает малиновую окраску, происходит бурное выделение  $\text{H}_2$



## Опыт 3.3

- ▶ В пробирку с водой (реактор 3) помещаем магниевую стружку (2-3 кусочка), добавляем 2-3 капли фенолфталеина, наблюдаем за изменением в пробирке в течение 1-1,5 минут, Встряхиваем ее содержимое.
- ▶ Подогреваем пробирку на горелке и наблюдаем за изменениями в реакторе.
- ▶ Сливаем декантацией остатки металла, сам металл сбрасываем в специально приготовленный сборник отходов (воронка Бюхнера), после чего моем пробирку.

## Наблюдения (реактор 3)



Раствор после кипячения приобрел малиновую окраску

## ВЫВОД

При взаимодействии щелочных и щелочноземельных металлов с водой образуется щелочная среда. Реакция протекает с выделением водорода и очень активно, особенно у калия.

**Опыт № 4.**

***Отношение простых  
веществ к  
неметаллам.***

## Опыт № 4.1

- ▶ В фарфоровую ступку поместим 1 микрошпатель порошка серы и мелко нарезанную магниевую стружку. С помощью пестика тщательно, в течении 3-5 минут будем растирать эту смесь в ступке. Для ускорения взаимодействия можно смочить смесь 1 каплей этилового спирта.



- Чтобы убедиться, что в ступке образовался новый продукт, капнем в ступку 2-3 капли воды, которая будет разлагать полученный сульфид металла, выделяя газ с запахом тухлых яиц – сероводород  $H_2S$ .



- ▶ Для доказательства образования сероводорода в проведенном опыте, смочим фильтровальную бумагу в ацетате свинца (II) -  $Pb(CH_3COO)_2$  и поднесем к полученному сероводороду.



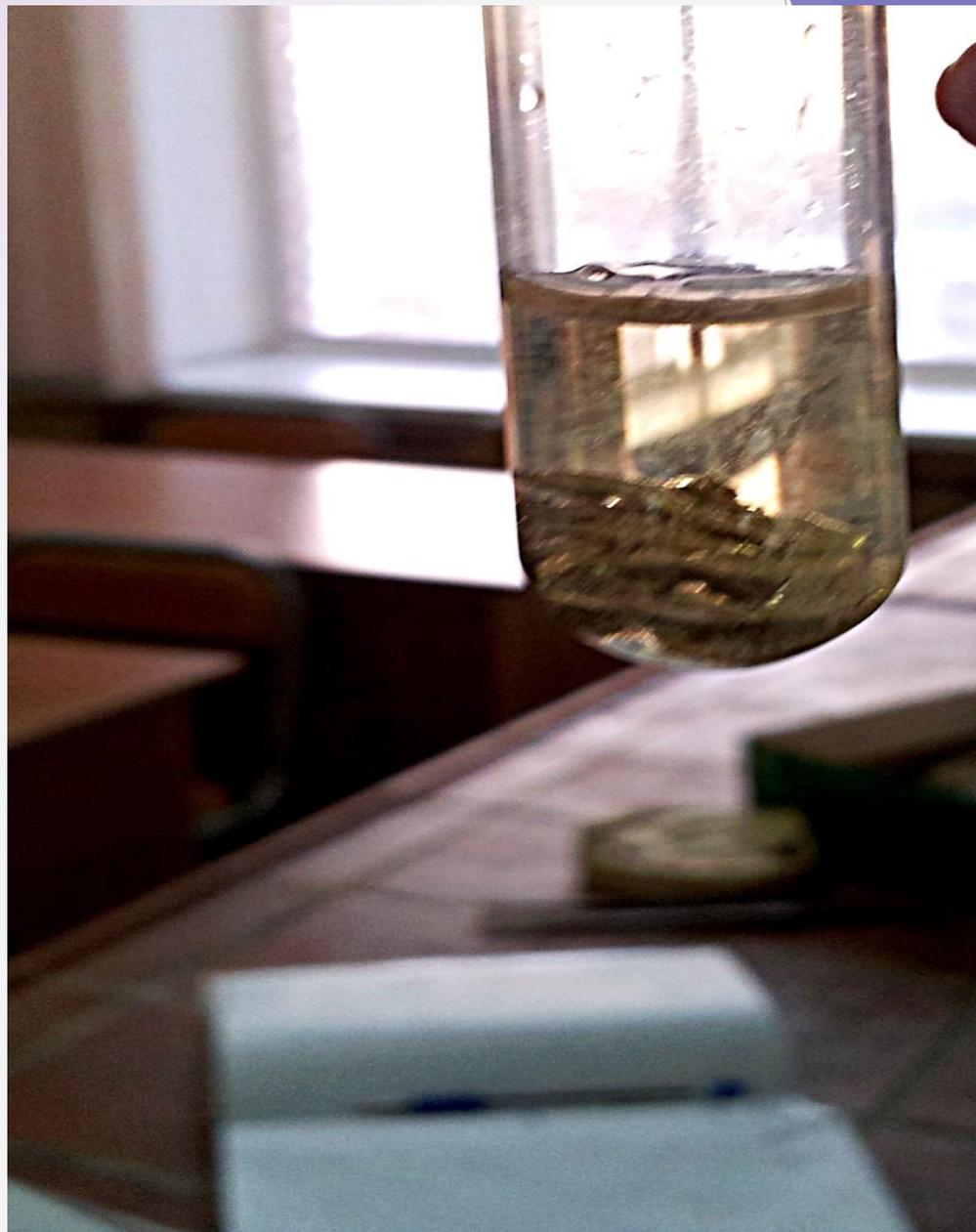
Края бумаги окрасились в коричневатый цвет сульфида свинца.

## Опыт № 4.2

- Проведем реакцию в растворе: в пробирку на 1/5 ее высоты нальем водный раствор йода (светложёлтого цвета), поместим в пробирку 3-4 магниевые стружки и будем встряхивать, постукивая пальцем по нижней части пробирки. Наблюдаем изменение цвета раствора в пробирке в результате взаимодействия Mg с I<sub>2</sub>.



**ВЫВОД**



# Опыт № 5

*Исследование растворимости  
солей S-элементов и  
склонности их к гидролизу*

# Опыт №5.

*Исследование  
комплексообразовательных свойств и  
способности образовывать двойные  
соли.*



Квасцы. Относятся к двойным  
солям.

**Опыт №6.**

***Исследование  
полимерообразующих свойств***

Качественные реакции  
катионов  $S$ -элементов.

Решение аналитических  
задач.

Порядок обнаружения из смеси	Реагент	Катионы	Аналитический сигнал
1.	$H_2SO_4$	$Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}$	Выпадение белого тяжелого кристаллического осадка сульфатов- $\text{Э}SO_4$
2.	$NH_4OH + NH_4Cl$ (аммиачный буфер)	$Ca^{2+}$	Образование белой мути $Ca(OH)_2$ . Мешает $Mg^{2+}$ , если его много образуется такой же по виду осадок. Мешает $Mg^{2+}$ , если его много
3.	$NaOH$ (разб)	$Mg^{2+}, Ca^{2+}$	Образование белого аморфного осадка $Mg(OH)_2$ и $Ca(OH)_2$
4.	$(NH_4)_2CO_3$ в аммиачном буфере	$Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}$	Белый порошкообразный осадок карбонатов $\text{Э}CO_3$ . Может выпасть $MgCO_3$ , если $Mg^{2+}$ много в растворе
5.	$Na_2CO_3$	$Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}, Mg^{2+}, Li^{+1}$	Белый порошкообразный осадок карбонатов щелочноземельных металлов и основного карбоната магния $[Mg(OH)]_2CO_3$
6.	Бесцветное пламя горелки	$Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}, Na^{+}, Li^{+}, Sr^{2+}, K^{+}, Rb^{+}, Cs^{+}$	Карминово-красная окраска пламени желтая, розово-фиолетовая, хорошо видная через синее стекло, кирпично-красная, желтовато-зеленая. В случае присутствия нескольких элементов окраски накладываются
7.	$K_2CrO_4$ в среде уксусной кислоты	$Ba^{2+}$	Осадок хромата бария $BaCrO_4$ . Желтого цвета, нерастворимый в уксусной кислоте. В отсутствие $CH_3COOH$ такой же осадок образует $SrCrO_4$ . Регулируя кислотность среды, можно обнаружить $Sr^{2+}$ в отсутствие $Ba^{2+}$
8. ПУНКТ1	$H_2SO_4$	$Ca^{2+}$	Образует из разбавленных растворов белые кристаллы.

Порядок обнаружения из смеси	Реагент	Катионы	Аналитический сигнал
Пункт 2	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	$\text{Mg}^{2+}$ в отсутствие ( $\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Be}^{2+}$ )	Белый мягкокристаллический осадок $\text{Mg NH}_4 \text{ PO}_4$ . $\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Be}^{2+}$ образуют подобные осадки и должны быть удалены.
9.	$\text{KIO}$ ( $\text{KOH} + \text{I}_2 + \text{KI}$ ) Лимонно-желтого цвета (НО НЕ БЕСЦВЕТНЫЙ)	$\text{Mg}^{2+}$	В щелочном растворе образуют осадок красно-бурого цвета - адсорбционное соединение $\text{I}_2$ на $\text{Mg(OH)}_2$ . Реактив $\text{KIO}$ получается по реакции $\text{I}_2 + 2\text{OH}^- \leftrightarrow \text{IO}^- + \text{I}^- + \text{H}_2\text{O}$
10.	$\text{Na}_3[\text{Co(NO}_2)_6]$ гексанитрокобальтат(III) натрия	$\text{K}^+$ в отсутствие $\text{NH}_4^+, \text{Li}^+, \text{Rb}^+, \text{Cs}^+$	Желтый кристаллический осадок $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co(NO}_2)_6]$ . Мешающие анионы дают аналогичные осадки
11.	$\text{HClO}_4$ - водно-спиртовый 60-70% ный раствор	$\text{K}^+, \text{Rb}^+, \text{Cs}^+$	Белый кристаллический осадок $\text{ЭClO}_4$
12.	$\text{K}[\text{Sb(OH)}_6]$ или $\text{KH}_2\text{SbO}_4$ в нейтральном растворе на холоде	$\text{Na}^+$	Тяжелый белый кристаллический осадок, $\text{Na}[\text{Sb(OH)}_6]$ , растворим в горячей воде и частично в щелочах. Кислоты разлагают реактив, выделяя амфотерный осадок $\text{HSbO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , поэтому нужно обращать внимание на структуру образовавшегося осадка. Присутствие $\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$ недопустимо.
13.	$\text{K}_3[\text{Fe(CN)}_6]$ (насыщ) красная кровяная соль + $\text{Pb(CH}_3\text{COO)}_2$ (насыщ)	$\text{Cs}^+$ , в отсутствие катионов IIA подгруппы	Выделяются кристаллы в виде оранжево-красных четырехугольных листочков $\text{Cs}[\text{Fe(CN)}_6] \cdot \text{Pb(CH}_3\text{COO)}_2$ хорошо видимых под микроскопом. Другие катионы IA подгруппы не мешают этой реакции.

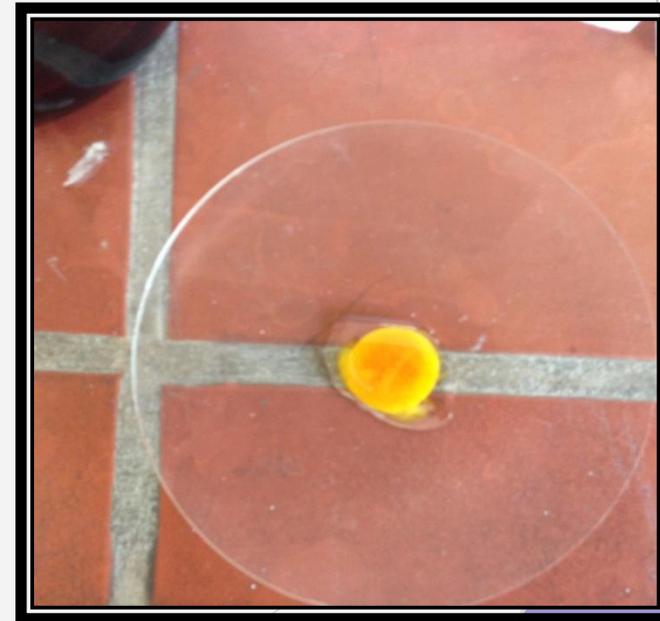
Порядок обнаружения из смеси	Реагент	Катионы	Аналитический сигнал
14.	$\text{H}_2[\text{SbCl}_6]$ гексахлорсурьмянистая кислота	$\text{Cs}^+, \text{Rb}^+$	Белый осадок хлорантимонити цезия $\text{Cs}_3[\text{SbCl}_6]$ гораздо менее растворимый чем $\text{Rb}_3[\text{SbCl}_6]$
15.	Смесь $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ и $\text{NaNO}_2$ в уксусном растворе	$\text{Cs}^+, \text{Rb}^+$	Желтые осадки по реакции $2\text{Cs}^+(\text{Rb}^+) + \text{Na}^+ + \text{Bi}^{3+} + 6\text{HNO}_2 = \text{Cs}_2(\text{Rb}_2)\text{Na}[\text{Bi}(\text{NO}_2)_6]$ осадок выпадет при охлаждении в воде в течение 15-20 минут
16.	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$ в нейтральном или слабощелочном растворе	$\text{Li}^+$ в отсутствие катионов IIA подгруппы	Белый желатинообразный осадок $\text{Li}_3\text{PO}_4$
17.	$\text{NH}_4\text{F}$ в присутствии $\text{NH}_4\text{OH}$	$\text{Li}^+$ в отсутствие больших количеств катионов $\text{Na}^+$ и катионов	Белый студенистый осадок $\text{Li F}$ .

Опыт №8.

Качественные реакции  
катионов  $S$  -элементов.

## Иллюстрации к таблице. «Качественные реакции катионов S-элементов»

$K^+$ - обнаруживается с помощью реактива  $Na_3[Co(NO_2)_6]$  в уксуснокислой среде по появлению жёлтого кристаллического осадка  $K_2Na[Co(NO_2)_6]$  при соблюдении условий: а) в растворе не должно быть ионов  $NH_4^+$ ,  $Li^+$ ,  $Rb^+$  и  $Cs^+$ , дающих аналогичные осадки. б) в растворе не должно быть йодидов и других восстановителей.



# Аналитические задачи.

**Задача №1.** На анализ выдана смесь 3х сухих веществ - соединений s-элементов. Используя необходимые реактивы и действия и определите, какие катионы s-элементов присутствуют в смеси?

## Решение:

Мотивация, действие и его результат	Замечания и выводы
1) Смесь растворили в воде, она полностью растворилась, среда раствора – слабокислая.	Нет сильногидролизующегося $\text{Be}^{2+}$ , возможен слабогидролизующийся $\text{Mg}^{2+}$ .
2) Для обнаружения $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ действуем на порцию исследуемого раствора разбавл. $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Выпал тяжелый белый кристаллический осадок.	Возможно присутствие $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$
3) Для исключения $\text{Ca}^{2+}$ из подозреваемых, повторяем предыдущую реакцию, только уже с разбавленными растворами, чтобы увидеть под микроскопом похожие на снежинки кристаллы $\text{CaSO}_4$ . Мы их не обнаруживаем.	$\text{Ca}^{2+}$ в смеси нет
4) Так как катионы IIA-подгруппы обычно мешают обнаружению катиона IA-подгруппы, начинаем с обнаружения более «старшего» иона $\text{Ba}^{2+}$ . Действуем $\text{K}_2\text{CrO}_4$ в уксуснокислой среде, выпадает желтый осадок.	Присутствует соединение $\text{Ba}^{2+}$ .
5) Для исключения катионов $\text{Li}^+$ и $\text{Sr}^{2+}$ , окрашивающих пламя в карминово-красный цвет, не перекрываемый окрасками $\text{Na}^+$ и $\text{Ba}^{2+}$ , вносим пробу исследуемого раствора в пламя горелки. Оно окрашивается в интенсивный желтый цвет.	Присутствует катион $\text{Na}^+$ , отсутствуют катионы $\text{Li}^+$ и $\text{Sr}^{2+}$
6) Нам осталось проверить наличие $\text{Mg}^{2+}$ , учитывая присутствие $\text{Ba}^{2+}$ и $\text{Na}^+$ . $\text{Mg}^{2+}$ единственный из s-элементов дает осадок $\text{Mg}(\text{OH})_2$ нерастворимый в избытке щелочи (в отличие от $\text{Be}(\text{OH})_2$ ). Действуем избытком $\text{Na}(\text{OH})$ на порцию исследуемого раствора и получаем обильный белый аморфный осадок, нерастворимый в избытке щелочи	В смеси присутствует $\text{Mg}^{2+}$

Общий вывод: в смеси присутствуют катионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ .

▶ Реакции это доказывающие:

▶  $\text{Mg}^{2+}_{(\text{смеси})} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{MgOH}^+ + \text{H}^+$  - слабокислая среда раствора смеси

▶  $\text{Ba}^{2+}_{(\text{смесь})} + \text{SO}_4^{2-}(\text{H}_2\text{SO}_4) \leftrightarrow \text{BaSO}_4\downarrow$  - осадок белый, тяжелый, кристаллический

▶  $\text{Ba}^{2+}_{(\text{смесь})} + \text{CrO}_4^{2-}(\text{K}_2\text{CrO}_4) \rightarrow \text{BaCrO}_4\downarrow$  - желтый кристаллический осадок.

▶  $\text{Mg}^{2+}_{(\text{смесь})} + 2\text{OH}^-(\text{NaOH}) \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$  - белый аморфный осадок, нерастворимый в избытке NaOH.

# Образцы вариантов задач на тему «Качественные реакции и характерные свойства катионов s-элементов».

**Вариант 1.** Предложите экспериментальные доказательства присутствия катионов s-электронного семейства в смеси известного состава, для чего укажите необходимые действия, составьте уравнения необходимых реакций, а также опишите ожидаемые аналитические эффекты. При этом учтите мешающее взаимовлияние присутствующих катионов на наблюдаемые аналитические эффекты.

**Вариант 2.** В пробирке находится смесь известных катионов. Используя заданные реактивы, разделите смесь так, чтобы в каждой пробирке находился 1 катион. Составьте уравнения проведенных реакций и укажите проведенные лабораторные операции (осаждение, промывание, фильтрование, охлаждение, отстаивание, декантация, испарение, экстракция, адсорбция и т. д.).

**Вариант 3.** Анализируя описание испытаний смеси соединений катионов s-элементов, проведенных неизвестным аналитиком, расшифруйте, смесь соединений каких s-катионов он исследовал?

**Вариант 4.** Сколько смесей по 3 катиона в каждой можно составить из предложенных солей, чтобы не вызвать выпадение осадков?

# Решение к 4 варианту:

**ДАНЫ Соли**: I-Mg SO<sub>4</sub>, II-BaCl<sub>2</sub>, III-LiNO<sub>3</sub>, IV-KF, V-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, VI-RbI

**Ответ:** 3 варианта солей: (I, II, VI), (II, III, VI), (IV, V,VI) возможны.

**Аргументация**: нельзя смешивать: MgSO<sub>4</sub> и BaCl<sub>2</sub>→Ba SO<sub>4</sub>↓,

LiNO<sub>3</sub> и KF → LiF↓,

BaCl<sub>2</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>→ BaCO<sub>3</sub>↓,

LiNO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>→Li<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>↓,

MgSO<sub>4</sub> и KF → MgF<sub>2</sub> ↓,

MgSO<sub>4</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>→Mg CO<sub>3</sub>↓,

BaCl<sub>2</sub> и KF → BaF<sub>2</sub>↓.

### Вариант № 9.

При электролизе водного раствора белого кристаллического вещества А выделяются газы Б и В, молекулы которых состоят из 2-х атомов. При взаимодействии последних образуется газообразное вещество БВ. Это же вещество можно получить, если на твёрдое вещество А подействовать концентрированной серной кислотой. Определите, что собой представляют вещества А, Б и В. Запишите уравнения протекающих процессов.

### Вариант 10.

При взаимодействии 2-х простых твёрдых веществ - А, обладающего хорошей электропроводимостью и легко реагирующего с водой, и Б с характерной окраской, легко возгоняющегося и плохо растворимого в воде, - образуется новое твёрдое вещество белого цвета. При электролизе расплава последнего вновь получают исходные вещества А и Б.

Определите, что они собой представляют. Запишите уравнения соответствующих реакций.

### Вариант 11.

При действии на твёрдый белый порошок А минеральной кислотой, выделяется газ Б, не имеющий цвета и запаха, но окрашивающий влажную синюю лакмусовую бумажку в красный цвет. При достаточно низкой температуре газ Б превращается в твёрдое вещество белого цвета. Получившиеся после реакции вещества А с кислотой, раствор окрашивает пламя горелки в жёлтый цвет. Что из себя представляют вещества А и Б. Напишите уравнения соответствующих реакций.

### Вариант 12.

Простое твёрдое светло-серое вещество S-элемента А при взаимодействии с растворами сильной кислоты или щёлочи выделяют одно и то же количество газа Б, не имеющего цвета и запаха. Соответственно в растворах образуются вещества В и Г. При действии на вещество В эквивалентного количества щёлочи выпадает белый амфорный осадок, растворимый в избытке щёлочи с образованием вещества Г. Определите, что представляют собой вещества А. Б и Г. Напишите уравнения соответствующих реакций.

### Вариант 13.

3,97 г белого твёрдого соединения р-элемента А при попадании в воду выделяет 5,6 л бесцветного без запаха газа Б, измеренного при н. у.

При добавлении вещества А в сернокислый раствор перманганата калия последний обесцвечивается. Пропускание газа Б через этот же раствор также вызывает его обесцвечивание. Установите формулы веществ А и Б, запишите соответствующие уравнения реакций.

### Вариант 14.

Для получения азотной кислоты из соли бария химику предложили использовать другие кислоты:  $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $CH_3COOH$ ,  $H_3BO_3$ . Обоснуйте выбор соли бария и кислоты для выполнения поставленной задачи, запишите уравнение соответствующей реакции. Укажите причины, по которым Вы не выбрали другие кислоты.

### Вариант 15.

Для получения натриевой щёлочи по реакции обмена в лабораторных условиях химику предложили в качестве исходных веществ выбрать из солей натрия:  $Na_2SO_4$ ,  $NaCl$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $Na_2S$  и из гидроксидов:  $Ca(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$ ,  $Li(OH)_2$ .

Обоснуйте выбор реагентов для выполнения поставленной задачи, запишите уравнения соответствующих реакций. Сколько вариантов ВАМИ выбрано? Кажите причины, по которым Вас не устроили другие варианты.

### Вариант 16.

При изготовлении и хранении растворов щелочей, образованных элементами 1А подгруппы необходимо соблюдать определённые условия: а) готовить растворы нужно только на свежeproкипячённой дистиллированной воде; б) нельзя взвешенное для приготовления раствора вещество оставлять долго на воздухе; в) нельзя хранить, особенно концентрированные растворы в стеклянной таре. Почему? Подтвердите свои аргументы уравнениями соответствующих реакций.

### Вариант 17.

Почему продукт сгорания на воздухе натрия не только окрашивает фенолфталеин в воде в малиновый цвет, но и обесцвечивает сернокислый раствор  $KMnO_4$ , а из раствор  $KI$  выделяет коричневый  $I_2$ . Подтвердите свои аргументы уравнениями соответствующих реакций.

# Производство основных технических продуктов S - элементов, их применение и экологические характеристики.

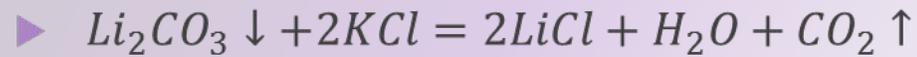
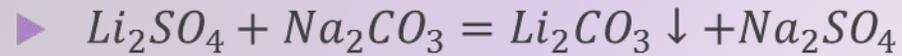
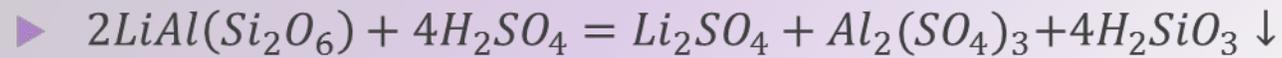
- ▶ Схема информационного поиска и работы над материалами темы:
- ▶ Формула продукта - его техническое или бытовое название - применение - описание процесса получения - сырьё (формула или её составная часть), реагенты (формулы) и их назначение - уравнения реакций, лежащих в основе получения продукта - экологические характеристики.

# Часть 1. Получение простых S - элементов.

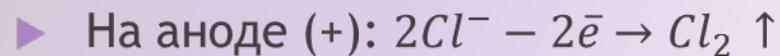
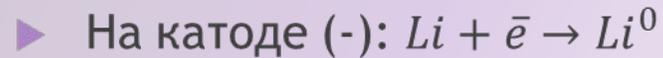
## Li - литий металлический;

- ▶ Применение: компонент подшипниковых сплавов, сырьё для получения металлоорганических катализаторов. Изотоп Li-6 применяется для получения трития путём бомбардировки медленными нейтронами  ${}^6_3\text{Li} + {}^1_0\text{n} = {}^4_2\text{He} + {}^3_1\text{T}$ . В водородной бомбе взрывчатое вещество находится в виде дейтерида лития  ${}^6\text{LiD}$
- ▶ Описание процесса получения:
- ▶ Производство Li начинается с вскрытия литиевых минералов серной кислотой, затем следует осаждение карбоната лития  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  из раствора  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  действием  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , затем переводят  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  в  $\text{LiCl}$ , готовят расплав смеси  $\text{LiCl}$  и  $\text{KCl}$ , после чего электролизом на угольных электродах выделяют на катоде металлический Li.
- ▶ Сырьё: минералы амблигонит  $\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$ , сподумен  $\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ , лепидолит  $\text{KLi}_{1,5}\text{Al}_{1,5}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH}, \text{F})_2$ , цинвальдит  $\text{KLiFe}(\text{II})\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH}, \text{F})_2$
- ▶ Реагенты:
- ▶  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - для разложения сырья и перевода лития в  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ ;
- ▶  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - для перевода (осаждения)  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  в  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ;
- ▶  $\text{HCl}$  - для растворения отделённого осадка  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  и перевода его в  $\text{LiCl}$ ;
- ▶  $\text{KCl}$  - для приготовления расплава смеси  $\text{KCl}$  и  $\text{LiCl}$ , полученного путём упаривания раствора  $\text{LiCl}$ .  $\text{KCl}$  служит для увеличения электропроводности.

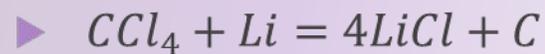
➤ Уравнения реакций:



➤ Электролиз  $LiCl$  из раствора:



➤ Экологические характеристики: вызывает химический (щелочной ожог кожи), пожароопасен (опасен контакт с некоторыми органическими растворителями; в силу протекания со взрывом реакций типа:



## Na - натрий металлический

- ▶ Применение: как наполнитель натриевых газоразрядных ламп, жидкий теплоноситель в ядерных реакторах, осушитель обычного эфира и других безгалогенных органических растворителей, для получения  $Na_2O_2$ ,  $NaCl$  и в некоторых органических синтезах.
- ▶ Описание процесса получения:
- ▶ Из соляных пластов методом взрывного разрушения или растворения под землёй с последующим откачиванием рассола и его выпариванием
- ▶ Из соляных рассолов выпариванием (получением выварочной соли)
- ▶ Из морской воды путём упаривания или охлаждения (получение самосадочной соли)
- ▶ Далее проводят очистку от катионов  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$ , для чего соль обрабатывают раствором  $Na_2CO_3$  для осаждения  $CaCO_3$  и  $MgCO_3$ . От анионов  $SO_4^{2-}$  освобождаются, осаждая их раствором  $Ca(OH)_2$  в виде  $CaSO_4$  - гипса
- ▶ Получают натрий электролизом непосредственно из расплавов  $NaCl$  в смеси с  $CaCl_2$ , либо расплав  $NaOH$ , используя в качестве катода железо, либо жидкий свинец (в последнем варианте  $Na$  отделяют от  $Pb$  дистилляцией (отгонкой)).
- ▶ Сырьё :
- ▶ Каменная соль (галит)  $NaCl$ ; природные рассолы, рапа, морская вода (в среднем 2,7%  $NaCl$ , солёный уголь (более 12%  $NaCl$ )).

## Реагенты

- ▶  $H_2O$  - для вымывания  $NaCl$  из подземных соляных слоёв;
- ▶  $Na_2CO_3$  - для очистки рассолов  $NaCl$  от катионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$
- ▶  $Ca(OH)_2$  - для удаления аниона  $SO_4^{2-}$  из рассолов  $NaCl$ ;
- ▶ Железо - для приготовления катода для электролиза  $NaCl$
- ▶ Уравнения реакций: (предложите самостоятельно)
- ▶ Экологические характеристики: вызывает химические (щелочные) ожоги на коже, пожароопасен, особенно при соприкосновении с галогенсодержащими органическими жидкостями. Жизненно важный элемент для всех животных и некоторых растений: ионы  $Na^+$  содержится в плазме крови и в лимфе. В отличие от ионов  $K^+$  ион  $Na^+$  всегда находится вне клеток.

## К - калий металлический

- ▶ Применение: для получения  $KO_2$ ; жидкие сплавы с Na - теплоносители в ядерных реакторах, радиоактивный изотоп  $^{42}K$  (с  $T_{1/2} = 12, 52$  года) - радиоактивный индикатор в химии, биологии, медицине.
- ▶ Описание процесса получения. 1й способ - электролизом расплава гидроксида калия с дикарбидом кальция:
  - ▶  $2KF + CaC_2 = 2K + 2C + CaF_2$
  - ▶ Сырьё: КОН, который получают электролизом водного раствора хлорида калия ; KF, который получают взаимодействием солей калия или гидроксида калия с HF в водном растворе.
  - ▶ Реагенты: HF - для получения KF во 2-ом способе;  $CaC_2$  - для восстановления K из KF.
  - ▶ Уравнения реакций: Электролиз КОН(расплав)
    - ▶ На катоде (-):  $K^+ + e^- \rightarrow K^0$
    - ▶ На аноде (+):  $4OH^- - 2e^- \rightarrow O_2 + 2H_2O$
  - ▶ Общее уравнение:  $4KOH \xrightarrow{\text{электролиз}} 4K + O_2 + H_2O$
- ▶ Экологические характеристики: Радиоактивный  $^{40}K$  наряду с  $^{238}U$  и  $^{232}Th$  вносит большой вклад в геотермический запас Земли (внутренняя теплота земных недр). Важный элемент для животных и растений (калийные удобрения). Суточная потребности в калии у человека = 4г. Пожароопасен, вызывает химические ожоги кожи.

## Rb, Cs, Fr - рубидий, цезий, франций.

- ▶ Применение: цезий используется в фотоэлементах (в виде сплавов  $Ag|Ag_2O|Cs$  или  $Cs_2O|Sb - Cs$ ) и источниках инфракрасного излучения. Нуклид  $^{137}Cs$  заменяет  $^{60}Co$  в медицинских источниках излучения. Пары цезия - рабочее тело в МГД-генераторах, газовых лазерах, цезиевых лампах.
- ▶ Рубидий применяется при проведении научно-исследовательских работ; компонент материала катодов для фотоэлементов, фотоэлектрических умножителей; геттер в ртутных лампах.
- ▶ Описание процессов получения. Получают вакуум-термическим восстановлением солей Rb и Cs с последующей очисткой от примесей ректификацией и вакуумной дистилляцией. Также Rb и Cs получают из хлоридов или дихроматов нагреванием с кальцием (магнием, цирконием) в вакууме или электролизом расплавов хлористых солей.
- ▶ Сырьё: основные промышленные запасы Rb сконцентрированы в апатито - нефелиновых породах, слюдах, карналлите и природных минерализованных водах.
- ▶ Важный минерал Cs - поллуцит  $CsAl(Si_2O_6)$ , а также содовая рапа, получаемая при переработке нефелина в глинозём, природные минерализованные воды, бурый биотит:  $Cs_2Cr_2O_7$ ,  $Rb_2Cr_2O_7$ , CsCl, RbCl.
- ▶ Реагенты: Mg (Cu, Zr)
- ▶ Уравнения реакций:
  - ▶  $Cs_2Cr_2O_7 + Mg$  (в вакууме)  $\rightarrow 2Cs + MgO + 2Cr_2O_3$
  - ▶  $2RbCl$  (расплав электролизом в вакууме)  $\rightarrow 2Rb + Cl_2$
  - ▶ На катоде:  $Rb^+ + e^- \rightarrow Rb^0$
  - ▶ На аноде:  $2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2$
- ▶ Экологические характеристики: Пожароопасен, т. к. самовоспламеняются на воздухе. Опасны радиоактивные изотопы Cs.

# Часть 2. Получение металлов IIА подгруппы.

- ▶ **Be - бериллий**, серебристо-серый металл.
- ▶ • Применение. Для изготовления деталей (замедлитель и отражатель нейтронов) и устройств в ядерном реакторостроении, авиастроении и космической технике; для изготовления «окошек» в рентгеновских трубках; (лучшая проникаемость для рентгеновских лучей) компонент сплавов (бериллиевой бронзы), легких сплавов (придает им твердость и устойчивость к химическим воздействиям).
- ▶ • Получение 1) Электролизом расплава галогенидных комплексов бериллия, например  $\text{Na}_2[\text{BeF}_4]$ . 2) Термическим восстановлением  $\text{BeF}_2$  кальцием или магнием в вакууме.

Для вскрытия BeO в берилле концентрат спекают со смесью  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , спек выщелачивают разб для осаждения  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , и передачи раствор  $\text{Na}_2\text{BeF}_4$  обрабатывают NaOH, осаждения  $\text{Be}(\text{OH})_2$ , прокаливанием которого получают BeO

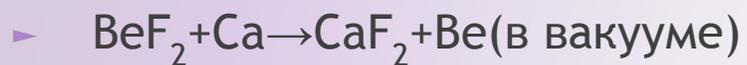
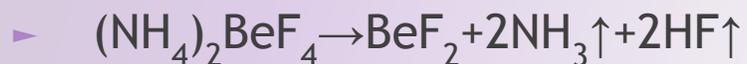
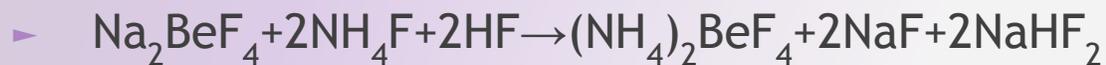
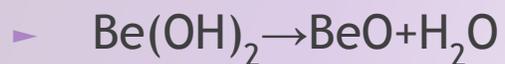
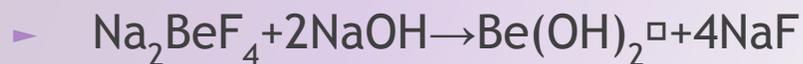
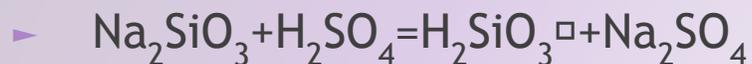
$\text{BeF}_2$  получают разложением при  $500\text{ }^\circ\text{C}$  соединения  $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ , в раствор  $\text{Na}_2\text{BeF}_4$ ;

$\text{BeF}_2$  восстанавливают Mg до Be при  $1400\text{ }^\circ\text{C}$

- ▶ • Сырьё : минерал берилл  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ .

→ Реагенты :  $\text{Na}_2\text{SiF}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3, \text{H}_2\text{O}, \text{NaOH}, \text{NH}_4\text{HF}_2 (\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}), \text{Mg}$

Уравнения реакций:



Экологические характеристики.

▶ Все соединения бериллия ядовиты

- ▶ Mg- магний, серебристый металл
- ▶ Применение: производство магниевых сплавов; легирующий компонент сплавов; для металлотермического получения трудновосстановливаемых металлов, например Ti, Zr; для раскисления и десульфурации ряда металлов и сплавов; в синтезе магний - органических соединений; смесь Mg с окислителями -осветительные зажигательные составы в пиротехнике ; для изготовления растворимых анодов, для защиты от коррозии.
- ▶ Получение. Электролизом расплава  $MgCl_2$  ( в смеси с другими хлоридами при  $740\text{ }^{\circ}C$  с применением стального катода и угольного анода; металлотермическим восстановлением (ферросилицием) обожжённых магнезита или доломита ; карботермическим восстановлением  $MgO$  углем или  $CaC_2$
- ▶ Сырьё: магнезит  $MgCO_3$ , доломит  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ ,  $MgO$ , карналлит  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  \*  $KCl$  \*  $6H_2O$
- ▶ Реагенты. Уголь, сплав 2Fe-Si-ферросилиций,  $CaC_2$

## Уравнения реакций.

- ▶ 1)  $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CO}_2$
- ▶ 2)  $4\text{MgO} + 2\text{Fe-Si} = 4\text{Mg} + \text{Fe}_2\text{SiO}_4$
- ▶ 3)  $2\text{MgO} + 2\text{CaO} + \text{Si} = \text{Ca}_2\text{SiO}_4 + 2\text{Mg}$
- ▶ 4)  $\text{MgO} + \text{C} = \text{Mg} + \text{CO}$
- ▶ 5)  $\text{MgO} + \text{CaC}_2 = \text{Mg} + \text{CaO} + 2\text{C}$
- ▶ 6) на катоде:  $\text{Mg}^{+2} + 2\text{e} \rightarrow \text{Mg}^0$
- ▶ На аноде:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e} \rightarrow \text{Cl}_2$
- ▶ Суммарное уравнение  $\text{MgCl}_2$  - электролиз расплава -  $\text{Mg} + \text{Cl}_2$

## Экологические характеристики

Жизненно важный элемент для высших растений и животных.

Хлорофилл, в структуру которого входит Mg, играет главную роль в процессе фотосинтеза.

Магнийсодержащие удобрения обязательны для внесения в почву. Для людей ежедневная потребность в магнии равна 0,2 - 0,5г.

## Ca.- кальций металлический

- ▶ Примечание. Входит в состав сплавов, НАПРИМЕР , АНТИФРИКЦИОННОГО МЕТАЛЛА (0,78% Ca? 0.58% Na, 0,04%, остальные Rb); непоизуется в качестве поглотителя кислорода и озота при получении редких металлов и при выделении атомарных газов из воздуха, для десульфурации продуктов, удаления Vi из Pb
- ▶ Описание процесса получения.
- ▶ Электрону расплава смеси хлорида кальция с хлоридом калия при 850 °C с применением железного катода. Иногда изменяют смесь расплава  $\text{CaCl}_2$  с  $\text{CaF}$
- ▶ • Сырье:  $\text{CaCl}_2$ -побочный продукт производства соды
- ▶ • Реагенты- электрический ток,  $\text{KCl}$  для поддержания электропроводности расплава
- ▶ • Уравнение реакций:
- ▶ На катоде:  $\text{Ca}_2^{++} + 2e \rightarrow \text{Ca}0$
- ▶ На аноде:  $2\text{Cl} - 2e \rightarrow \text{Cl}$
- ▶ Суммарное уравнение  $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca} + \text{Cl}_2 \uparrow$
- ▶
- ▶ • Экологические характеристики
- ▶ В природных водоемах его соли ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) обуславливаю жесткость воды, что является причиной образования накипей в теплосистемах, Входит в состав многих пород и минералов , образует залении известняков. Составляют основу скелетов и зубов животных. Пожароопасен ( его избежание пожара

## Sr- стронций, металлический мягкий золотисто-желтый металл

- ▶ •Примечание Геттер в электровакуумных приборах, модифицирует сплавы, чугуны, сталей
- ▶ •Примечание 1) нагреванием оксида стронция с Ca или Al в вакууме
- ▶ 2) Вытравливание ртути из амальгамы, которая образуется при электролизе растворов солей Sr(II) на ртутном катоде.
- ▶ •Сырьё: SrO в том случае, амальгама (сплав с Hg) - во втором
- ▶ •Реагенты: Ca или Al - в том случае, электрический ток и Hg- во втором
- ▶ •Уравнение реакции
- ▶  $SrO + Ca = CaO + Sr$
- ▶  $3SrO + 2Al = Al_2O_3 + 3Sr$
- ▶ Экологические характеристики
- ▶ Соединение стронция малотоксично. Радиоактивный изотоп  $^{90}Sr$  (β-излучитель,  $T_{1/2}$  час) образуется при ядерных взрывах, особенно опасен, т.к. замещает Ca в костях и ногтях животных, сообщая им хрупкость. Обладает способностью накапливаться в организме

- ▶ Ва- барий металл мягкий , светло-серебристый металл.
- ▶ Применение: Сплавы с Al -геттеры в вакуумной технике, раскислители Cu и Pb ; компонент антифрикционных материалов, добавка к сплаву для
- ▶ Получение: 1) Алюмотермическое восстановление BaO при 1100-1200<sup>0</sup> С типографских шрифтов; в сплавах никеля для электродов запальных свечей в двигателях внутреннего сгорания 0<sup>0</sup>С
- ▶ 2) выпариванием ртути из амальгамы, которая образуется при электролизе растворов солей бария на ртутном катод.
- ▶ Сырье: BaO , полученный, термическим разложением карбонатов или нитратов бария; в случае - амалогима Sr .
- ▶ Реагенты: температура и электрический ток
- ▶ Экологические характеристики: Соединения бария очень токсичны. Пожароопасен.