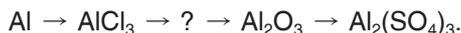


### Вопросы и задания

1. Дайте определение понятиям «оксиды», «гидроксиды», «кислоты», «основания».
2. Какие свойства проявляет гидроксид цинка при взаимодействии с соляной кислотой; с гидроксидом калия? Напишите уравнения этих реакций.
3. Гидроксид бериллия проявляет амфотерные свойства, аналогичные свойствам гидроксида цинка. Составьте уравнения реакций  $\text{Be}(\text{OH})_2$  с серной кислотой и гидроксидом натрия.
4. В колбе находится раствор, содержащий сульфат цинка химическим количеством 0,2 моль. Рассчитайте химическое количество и массу гидроксида калия, который необходимо добавить в колбу для получения амфотерного гидроксида цинка.
5. В результате реакции гидроксида цинка с твердой щёлочью КОН образовалась вода массой 45 г. Рассчитайте массу другого продукта реакции.
6. Дополните схему и составьте уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



7. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



### Готовимся к олимпиадам

1. При нагревании смеси гидроксида калия и гидроксида алюминия образуются вода и соль, в которой массовые доли калия, алюминия и кислорода равны соответственно 39,80 %, 27,55 % и 32,65 %. Определите химическую формулу этой соли.

## § 30. Естественные семейства элементов

Из большого числа известных химических элементов ученые стали выделять группы элементов, особенно близких по свойствам их простых веществ. Такие группы элементов называли **естественными семействами**.

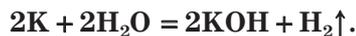
### Щелочные металлы

В одно семейство были объединены элементы, простые вещества которых обладают наиболее ярко выраженными металлическими свойствами: литий **Li**, натрий **Na**, калий **K**, рубидий **Rb**, цезий **Cs**.



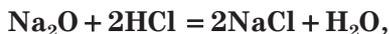
Рис. 38. Реакция калия с водой

Их назвали **щелочными металлами**, так как они энергично взаимодействуют с водой с образованием **щелочей** (рис. 38):



Щелочные металлы энергично реагируют также с кислородом  $\text{O}_2$ , хлором  $\text{Cl}_2$ , серой  $\text{S}$  и другими неметаллами.

Весьма близки по свойствам и их соединения: оксиды, которые проявляют основные свойства — реагируют с водой и кислотами:



и гидроксиды, являющиеся щелочами. Как это можно доказать? В соединениях щелочных металлов эти элементы одновалентны.

В таблице 2 приведены некоторые физические свойства простых веществ этих элементов и формулы некоторых их соединений.

Таблица 2. Физические свойства щелочных металлов и их соединения

Название химического элемента	Простые вещества				Формулы соединений		
	Формула	Агрегатное состояние (при н. у.)	Температура плавления, °С	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Оксид	Основание	Соль (хлорид)
Литий	Li	Твердое	181	0,53	$\text{Li}_2\text{O}$	LiOH	LiCl
Натрий	Na	Твердое	98	0,97	$\text{Na}_2\text{O}$	NaOH	NaCl
Калий	K	Твердое	64	0,86	$\text{K}_2\text{O}$	KOH	KCl
Рубидий	Rb	Твердое	39	1,53	$\text{Rb}_2\text{O}$	RbOH	RbCl
Цезий	Cs	Твердое	29	1,87	$\text{Cs}_2\text{O}$	CsOH	CsCl

Щелочные металлы мягкие, они легко режутся ножом (рис. 39), легкие, пластичные, легкоплавкие, хорошо проводят электрический ток, обладают металлическим блеском.

Соединения щелочных металлов (оксиды, гидроксиды и др.) имеют сходный состав и проявляют подобные свойства.

Таким образом, можно сделать вывод о сходстве щелочных металлов на основе сходства физических и химических свойств их простых веществ и однотипных соединений.

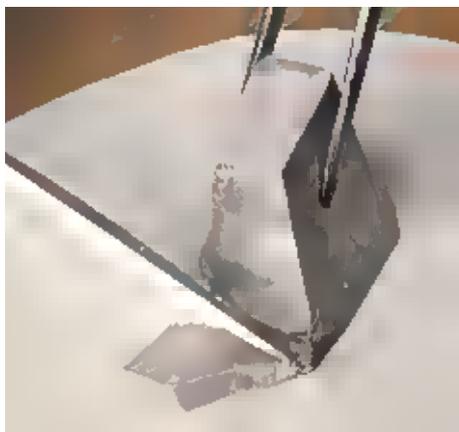
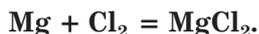


Рис. 39. Разрезание натрия ножом

### Галогены

Естественным семейством элементов, у простых веществ которых наиболее ярко проявляются неметаллические свойства, является группа **галогенов** (фтор **F**, хлор **Cl**, бром **Br**, иод **I**). Молекулы простых веществ галогенов двухатомны: **F<sub>2</sub>**, **Cl<sub>2</sub>**, **Br<sub>2</sub>**, **I<sub>2</sub>**. Окраска простых веществ-галогенов при комнатной температуре показана на рисунке 40, а физические свойства и формулы некоторых их соединений приведены в таблице 3.

Простые вещества этих элементов активно реагируют с металлами с образованием солей:



Отсюда и название этого семейства «галогены», что в переводе с греческого языка означает «рождающие соли».

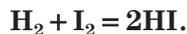
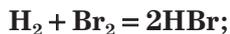
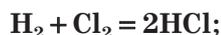
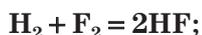


Рис. 40. Окраска простых веществ-галогенов: 1 — фтора, 2 — хлора, 3 — брома, 4 — иода

Таблица 3. Физические свойства галогенов и их некоторые соединения

Название химического элемента	Простые вещества				Формулы соединений	
	Формула	Агрегатное состояние (при н. у.)	Цвет	Температура кипения, °С	Кислоты	Примеры солей
Фтор	F <sub>2</sub>	Газ	Желтоватый	-188	HF	CaF <sub>2</sub>
Хлор	Cl <sub>2</sub>	Газ	Желто-зеленый	-34	HCl	NaCl
Бром	Br <sub>2</sub>	Жидкость	Коричнево-бурый	59	HBr	MgBr <sub>2</sub>
Иод	I <sub>2</sub>	Твердое вещество	Темно-серый	184	HI	KI

Еще одно характерное химическое свойство галогенов — взаимодействие с водородом. При этом образуются вещества, которые называются **галогеноводороды**:



Водные растворы галогеноводородов — **кислоты**.

Щелочные металлы и галогены обладают во многом противоположными свойствами. **Щелочные металлы** являются *типичными металлами*, а **галогены** — *типичными неметаллами*.

Известны и другие естественные семейства химических элементов с близкими свойствами. Например, в конце XIX в. были открыты элементы: гелий **He**, неон **Ne**, аргон **Ar**, криптон **Kr**, ксенон **Xe**. Их простые

вещества отличаются исключительной инертностью и не образуют соединений ни с металлами, ни с водородом. Поэтому их называли **инертными** или **благородными газами**.

Таким образом, некоторые элементы можно отнести к тому или иному естественному семейству. Простые вещества и однотипные соединения элементов одного семейства проявляют подобные свойства.

Однако обнаружение естественных семейств элементов еще не решало главной проблемы систематизации элементов — нахождения взаимосвязи между ними.

Эту задачу сумел решить великий русский ученый Дмитрий Иванович Менделеев.

*Группы химических элементов, простые вещества и однотипные соединения которых обладают близкими свойствами, составляют семейства сходных элементов или естественные семейства элементов.*

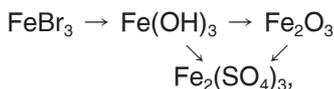
*Группа щелочных металлов составляет естественное семейство типичных металлов.*

*Группа галогенов составляет естественное семейство типичных неметаллов.*

### Вопросы и задания

1. На примере группы щелочных металлов и группы галогенов устно опишите свойства: а) типичных металлов; б) типичных неметаллов.
2. Пользуясь таблицей 2, сравните физические свойства щелочных металлов и выявите закономерности изменения физических свойств этих веществ с увеличением относительной атомной массы элементов. Выполните аналогичные задания для галогенов (табл. 3).
3. Рассчитайте массовые доли кальция и брома в соединении  $\text{CaBr}_2$ .
4. Вам известно название солей соляной кислоты. Назовите по аналогии соли других галогеноводородных кислот:  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{AlI}_3$ ,  $\text{MgBr}_2$ ,  $\text{KF}$ ,  $\text{FeBr}_3$ . Составьте уравнения возможных реакций получения этих солей.
5. Укажите основные отличия в свойствах простых веществ лития и фтора, натрия и хлора.
6. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
  - а)  $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO}$ ;
  - б)  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{BaSO}_3$ .

7. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения согласно приведенной схеме:



назовите все указанные соединения.

8. При взаимодействии натрия с водой выделился газ объемом 44,8 дм<sup>3</sup> (н. у.). Рассчитайте массу натрия, вступившего в реакцию.

### Готовимся к олимпиадам

1. Дана схема превращений:



Определите элемент Э, если известно, что масса его соли ЭСl<sub>2</sub> химическим количеством 0,5 моль равна 104 г. Составьте уравнения всех химических превращений.

## § 31. Периодический закон Д. И. Менделеева

По мере возрастания числа известных химических элементов ученые разных стран пытались их систематизировать. Так, А. Шанкуртуа во Франции, Д. Ньюлендс в Англии, Л. Мейер в Германии в качестве основы для систематизации химических элементов выбрали главную на то время их количественную характеристику — атомную массу. В отличие от своих предшественников профессор Петербургского университета Д. И. Менделеев придавал большое значение не только атомной массе, но и химическим свойствам простых веществ и соединений элементов.

Расположив химические элементы в порядке возрастания их относительных атомных масс, Д. И. Менделеев установил, что через определенное число элементов наблюдается проявление сходных свойств образуемых ими простых и сложных веществ. Так, через семь элементов после лития **Li** появляется щелочной металл натрий **Na**, а еще через семь — следующий щелочной металл — калий **K**.

Точно такую же повторяемость свойств он обнаружил и у галогенов: через семь элементов после фтора **F** идет галоген хлор **Cl**.

Литий и натрий — типичные металлы, а хлор и фтор — типичные неметаллы. А как изменяются свойства атомов элементов и их соединений в промежутке между ними? Для ответа на вопрос составим таблицу 4. Запишем символы всех элементов от лития до фтора, а также от натрия до хлора в порядке возрастания их относительных атомных