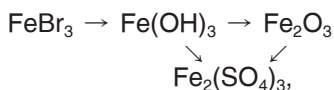


7. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения согласно приведенной схеме:

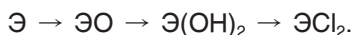


назовите все указанные соединения.

8. При взаимодействии натрия с водой выделился газ объемом 44,8 дм³ (н. у.). Рассчитайте массу натрия, вступившего в реакцию.

Готовимся к олимпиадам

1. Дана схема превращений:



Определите элемент Э, если известно, что масса его соли ЭСl₂ 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

масс. Эту характеристику элементов запишем внизу под их символами. Там же укажем формулу **высшего оксида** (т. е. оксида, в котором валентность элемента максимальна) и соответствующего ему гидроксида. Гидроксиды бериллия и алюминия являются амфотерными соединениями и поэтому в таблице записаны и в форме кислот, и в форме оснований.

Таблица 4. Оксиды и гидроксиды элементов
в рядах от Li до Ne и от Na до Ar

Химический знак элемента	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Относительная атомная масса	7	9	11	12	14	16	19	20
Высший оксид	Li ₂ O	BeO	B ₂ O ₃	CO ₂	N ₂ O ₅	—	—	—
Основание	LiOH	Be(OH) ₂	—	—	—	—	—	—
Кислота	—	H ₂ BeO ₂	H ₃ BO ₃	H ₂ CO ₃	HNO ₃	—	—	—
Химический знак элемента	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Относительная атомная масса	23	24	27	28	31	32	35,5	40
Высший оксид	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl ₂ O ₇	—
Основание	NaOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃	—	—	—	—	—
Кислота	—	—	H ₃ AlO ₃	H ₂ SiO ₃	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	HClO ₄	—
Общая формула высшего оксида	Э ₂ O	ЭO	Э ₂ O ₃	ЭO ₂	Э ₂ O ₅	ЭO ₃	Э ₂ O ₇	—

Добавим в таблицу два элемента (в соответствии с их атомными массами), открытых позже, — неон **Ne** после фтора **F**, аргон **Ar** после хлора **Cl**. Как мы уже знаем, это неметаллы, у которых простые вещества химически малоактивны.

Первый ряд элементов начинается литием **Li**, высшая валентность которого равна I. Литий — активный металл, а его гидроксид **LiOH** является основанием. У следующего за литием элемента бериллия **Be** высшая валентность равна II. По сравнению с литием металлические свойства бериллия выражены слабее. Его гидроксид проявляет амфотерные свойства. Далее за бериллием следует элемент бор **B**, который является уже неметаллом. Его высшая валентность равна III, а гидроксид бора относится к кислотам. У следующего элемента — углерода **C** — высшая валентность равна IV, его неметаллические свойства выражены сильнее, чем у бора. Гидроксид углерода — угольная кислота, у которой кислотные свойства проявляются в большей степени, чем у борной кислоты. Такой же характер изменения высшей валентности, свойств простых веществ и гидроксидов можно проследить и в следующем ряду элементов, который начинается натрием и заканчивается аргоном. После аргона располагается еще один ряд элементов, который также начинается щелочным металлом, и в этом ряду также наблюдается постепенное изменение свойств от металлических к неметаллическим. Проанализировав сказанное, можно сделать следующий вывод: в рассмотренных рядах элементов в направлении слева направо:

- 1) металлические свойства постепенно ослабевают, а неметаллические усиливаются;
- 2) высшая валентность постепенно возрастает на единицу;
- 3) свойства высших гидроксидов (оснований или кислот) постепенно изменяются от основных к кислотным.

Таким образом, в рядах химических элементов по мере увеличения относительной атомной массы их свойства повторяются через определенное число элементов, т. е. изменяются периодически.

Эту закономерность Д. И. Менделеев сформулировал в 1869 г. в виде **периодического закона**: *«Свойства простых тел (простых веществ), а также состав и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины их атомных весов (масс)»*.

Периодический закон является одним из важнейших законов природы. Он позволяет обобщать и систематизировать сведения о химических элементах и их соединениях, находить общие закономерности в их составе, строении и свойствах.

Периодический закон имеет большое значение для химии и других естественных наук.

Вопросы и задания

1. Какие характеристики химических элементов Д. И. Менделеев взял за основу их систематизации?
2. Почему закон, открытый Д. И. Менделеевым, носит название периодического? Каков смысл этого названия?
3. Химический элемент цезий Cs сходен с элементом натрием Na, а селен Se — с серой S. Напишите формулы оксидов, гидроксидов и солей, в состав которых входят эти элементы.
4. Какой оксид, по вашему мнению, обладает более выраженными кислотными свойствами: SiO_2 или P_2O_5 ?
5. Составьте уравнения реакций между кислотами H_2SO_4 , H_3PO_4 и основаниями NaOH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$. Назовите все образующиеся соединения.
6. При нагревании смеси оксида алюминия с оксидом калия образуется соль состава KAlO_2 . Составьте уравнение реакции и рассчитайте массу образовавшейся соли, если химическое количество прореагировавшего оксида алюминия равно: а) 0,2 моль; б) 0,5 моль.
7. В каком из амфотерных оксидов — ZnO или Al_2O_3 — массовая доля металла больше? Составьте уравнения реакций этого оксида с твердым гидроксидом калия; с азотной кислотой.
8. Высший оксид фосфора массой 35,5 г прореагировал с водой. Рассчитайте химическое количество и массу продукта реакции.

Готовимся к олимпиадам

1. Дополните схему и составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения согласно приведенной схеме:

