

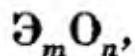
## Важнейшие классы неорганических веществ

Все неорганические вещества делятся на **простые** и **сложные**.

Простые вещества подразделяются на **металлы**, **неметаллы** и **инертные газы**<sup>\*</sup>.

Важнейшими классами сложных неорганических веществ являются: **оксиды**, **основания**, **кислоты**, **амфотерные гидроксиды**, **соли**.

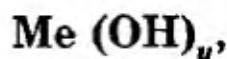
● **Оксиды** — это соединения двух элементов, один из которых кислород. Общая формула оксидов:



где  $m$  — число атомов элемента  $\mathcal{E}$ ;  $n$  — число атомов кислорода.

Примеры оксидов:  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $SO_2$ ,  $P_2O_5$

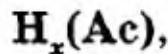
● **Основания** — это сложные вещества, молекулы которых состоят из атома металла и одной или нескольких гидроксидных групп  $-OH$ . Общая формула оснований:



где  $y$  — число гидроксидных групп, равное валентности металла  $Me$ .

Примеры оснований:  $NaOH$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $Co(OH)_3$

● **Кислоты** — это сложные вещества, содержащие атомы водорода, которые могут замещаться атомами металла. Общая формула кислот:

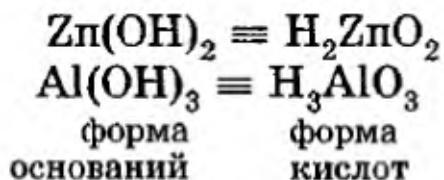


где  $Ac$  — кислотный остаток (от англ. *acid* — кислота);  $x$  — число атомов водорода, равное валентности кислотного остатка.

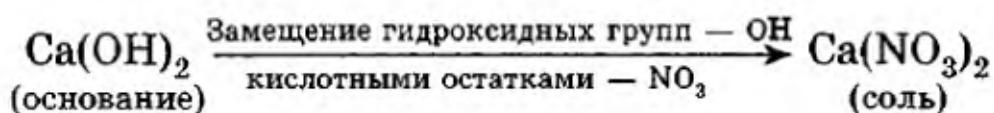
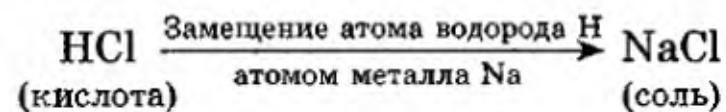
Примеры кислот:  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_3PO_4$

● Амфотерные гидроксиды — это сложные вещества, которые имеют свойства кислот и свойства оснований. Поэтому формулы амфотерных гидроксидов можно записывать в форме оснований и в форме кислот.

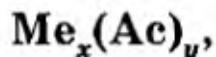
Примеры амфотерных гидроксидов:



● Соли — это продукты замещения атомов водорода в молекулах кислот атомами металла или это продукты замещения гидроксидных групп в молекулах оснований кислотными остатками. Например:



Состав нормальных солей выражается общей формулой:



где  $x$  — число атомов металла;  $y$  — число кислотных остатков.

Примеры солей:  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeCl}_3$

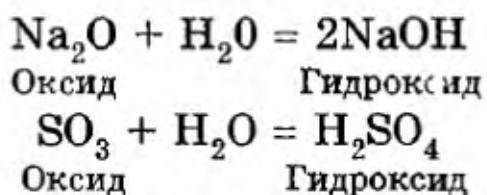
## Номенклатура

*Название оксида* = «*Оксид*» + *Название элемента* (в род. пад.) + *Валентность элемента* (римскими цифрами)

Например:  $\text{CO}$  — оксид углерода (II) — (читается: «оксид углерода два»);  $\text{CO}_2$  — оксид углерода (IV);  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — оксид железа (III).

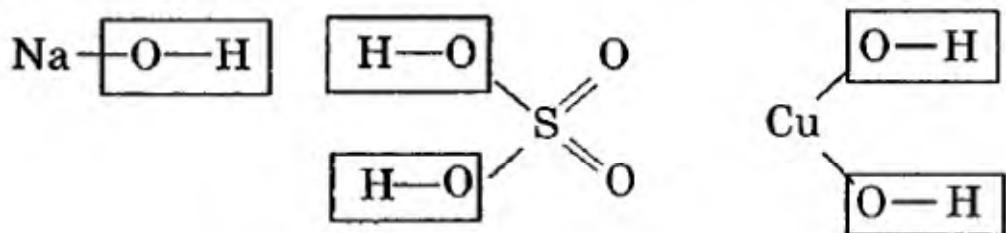
Если элемент имеет постоянную валентность, ее в наименовании оксида не указывают. Например:  $\text{Na}_2\text{O}$  — оксид натрия;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — оксид алюминия.

Многие солеобразующие оксиды взаимодействуют с водой. Продукты взаимодействия оксидов с водой называются гидратами оксидов (или гидроксидами). Например:



Некоторые оксиды с водой не взаимодействуют, но им соответствуют гидроксиды, которые можно получить косвенным (непрямым) путем.

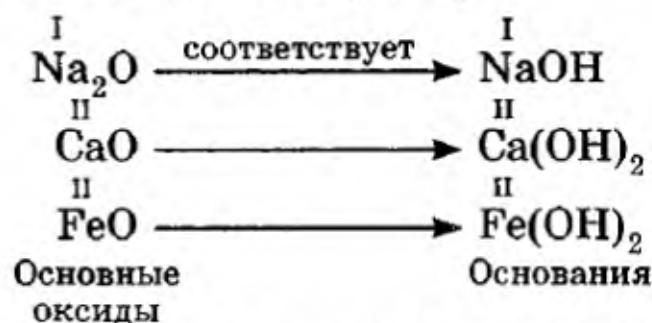
Любой гидроксид содержит гидроксидные группы  $-\text{OH}$ . Например:



Гидроксиды могут быть основаниями ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ) или кислотами ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Некоторые гидроксиды являются амфотерными ( $\text{Zn}(\text{OH})_2 \equiv \text{H}_2\text{ZnO}_2$ ).

В зависимости от характера соответствующих гидроксидов все солеобразующие оксиды делятся на три типа: основные, кислотные, амфотерные.

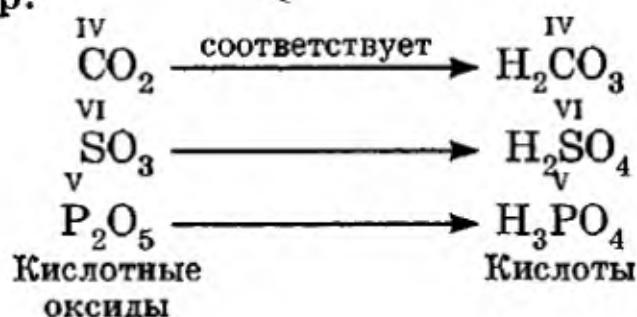
• **Основные оксиды** — это оксиды, гидраты которых являются основаниями. Например:



Все основные оксиды являются оксидами металлов.

• **Кислотные оксиды** — это оксиды, гидраты которых являются кислотами.

Например:



### Графические формулы

В оксидах атомы кислорода связаны только с атомами другого элемента и не связаны друг с другом. Например:

$\text{IV II}$ $\text{CO}_2$	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$
$\text{III II}$ $\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{O}=\text{Al}—\text{O}—\text{Al}=\text{O}$
$\text{V II}$ $\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{O}=\text{P}=\text{O}—\text{O}=\text{P}=\text{O}$

## Номенклатура

*Название основания* = «Гидроксид» + *Название металла* (в род. пад.) + *Валентность элемента* (римскими цифрами)

Например:  $\text{Fe(OH)}_2$  — гидроксид железа (II),  $\text{Fe(OH)}_3$  — гидроксид железа (III),  $\text{NaOH}$  — гидроксид натрия,  $\text{Ca(OH)}_2$  — гидроксид кальция.

## Классификация

**а) По числу гидроксидных групп в молекуле.** Количество гидроксидных групп в молекуле основания зависит от валентности металла и определяет кислотность основания. (Следует помнить, что валентность гидроксидной группы равна I).

Основания делятся на:

- **однокислотные**, молекулы которых содержат одну гидроксидную группу:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{ROH}$ ,  $\text{LiOH}$  и др.;
- **двухкислотные**, молекулы которых содержат две гидроксидные группы:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и др.;
- **трехкислотные**, молекулы которых содержат три гидроксидные группы:  $\text{Ni}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_3$  и др.

Двух- и трехкислотные основания называются **многоислотными**.

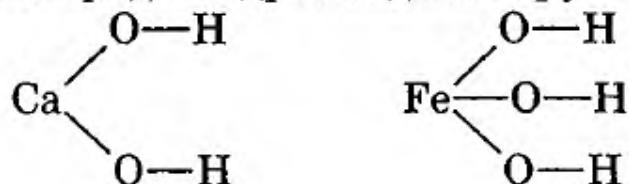
**б) По растворимости в воде** основания делятся на:

- **растворимые**:  $\text{LiOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{RbOH}$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ;
- **нерасторимые**:  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  и др.

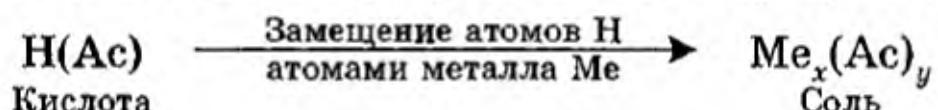
Растворимые в воде основания называются **щелочами**.

## Графические формулы

В молекуле основания атом металла соединяется с атомами кислорода гидроксидных групп. Например:



Атомы водорода в молекулах кислот могут замещаться атомами металла, в результате чего образуются соли:



Кислотные остатки Ac входят в состав кислот и в состав солей. Валентность кислотного остатка определяется числом атомов водорода ( $x$ ) в молекуле кислоты. Например:

Кислота	Кислотный остаток (Ac)	Валентность
$\text{HNO}_3$	$-\text{NO}_3$	I
$\text{H}_2\text{S}$	$=\text{S}$	II
$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\equiv\text{PO}_4$	III

### Классификация

#### а) По основности.

Основность кислоты — это число атомов водорода, которые в молекуле кислоты могут замещаться атомами металла.

По основности кислоты делятся на:

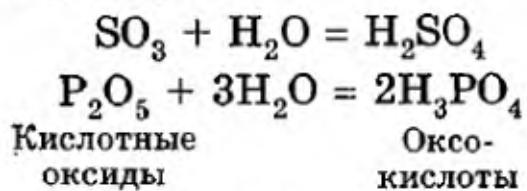
- **одноосновные**, молекулы которых содержат один атом водорода:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCN}$  и др.;
- **двуухосновные**, молекулы которых содержат два атома водорода:  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  и др.;
- **трехосновные**, молекулы которых содержат три атома водорода:  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  и др.;
- **четырехосновные**:  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  и др.

Кислоты, молекулы которых содержат два и более атомов водорода, называются **многоосновными**.

#### б) По содержанию атомов кислорода в молекуле кислоты делятся на:

- **бескислородные**, молекулы которых не содержат атомов кислорода:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др.;
- **кислородсодержащие**, молекулы которых содержат атомы кислорода:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и др.

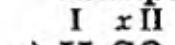
Кислородсодержащие кислоты называются **оксокислотами**. Оксокислоты являются гидратами кислотных оксидов, т. е. продуктами соединения кислотных оксидов с водой. Например:



Элемент, атомы которого вместе с атомами водорода и кислорода образуют молекулу оксокислоты, называется **кислотообразующим элементом**. Например, в кислотах  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислотообразующими элементами являются соответственно N, P, S.

Валентность кислотообразующего элемента равна разности между суммой валентностей атомов кислорода и суммой валентностей атомов водорода.

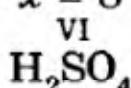
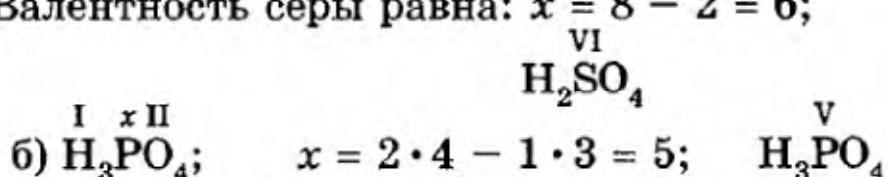
Например:



Сумма валентностей атомов кислорода равна  $2 \cdot 4 = 8$ .

Сумма валентностей атомов водорода равна  $1 \cdot 2 = 2$ .

Валентность серы равна:  $x = 8 - 2 = 6$ ;



## Номенклатура

### а) Бескислородные кислоты

*Название бескислородной кислоты* = *Название кислоты* + *соединительное элемента* + *«водород-ная гласная + ная кислота»*

*Название кислотного остатка бескислородной кислоты* = *Название элемента* + *окончание «-ид»*

Таблица 6

### Формулы и названия бескислородных кислот и кислотных остатков

HF	Фтороводородная кислота	—F	Фторид
HCl	Хлороводородная кислота	—Cl	Хлорид
HBr	Бромоводородная кислота	—Br	Бромид
HI	Иодоводородная кислота	—I	Иодид
H <sub>2</sub> S	Сероводородная кислота	=S	Сульфид
HСN	Циановодородная кислота	—CN	Цианид

б) **Оксокислоты.** Названия оксокислот образуются из русских названий кислотообразующих элементов с добавлением различных суффиксов и окончаний.

Если один элемент образует две оксокислоты, то суффиксы *-н* или *-ов* используются в названии кислоты с большей валентностью элемента, а суффиксы *-ист* или *-нист* — в названии кислоты с меньшей валентностью элемента. Например:  $\text{HNO}_3^{\text{V}}$  — азотная кислота,  $\text{HNO}_2^{\text{III}}$  — азотистая кислота.

Названия кислотных остатков образуются обычно из латинских названий кислотообразующих элементов с добавлением окончаний *-ат* или *-ит*. Например:  $=\text{SO}_4$  — сульфат,  $=\text{SO}_3$  — сульфит (от латинского названия серы «sulfur»).

Формулы и названия наиболее важных оксокислот и их кислотных остатков приведены в табл. 7.

Таблица 7

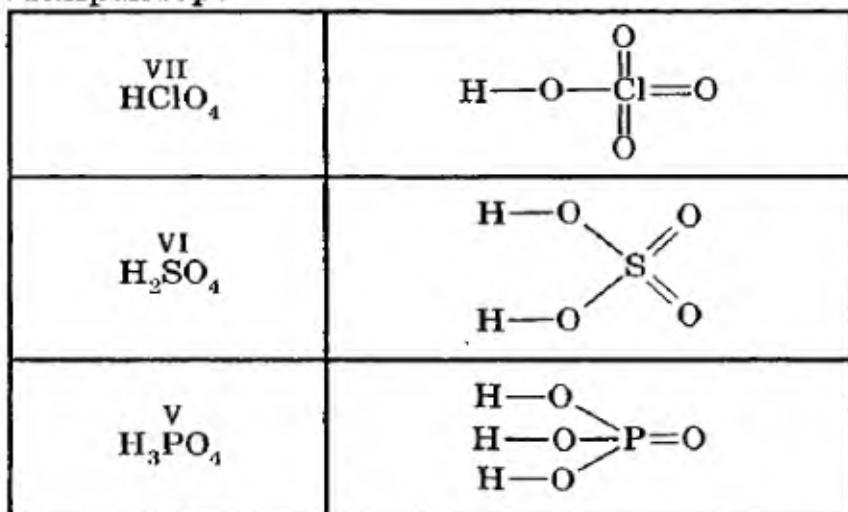
Таблица 7

## **Формулы и названия кислородсодержащих кислот и кислотных остатков**

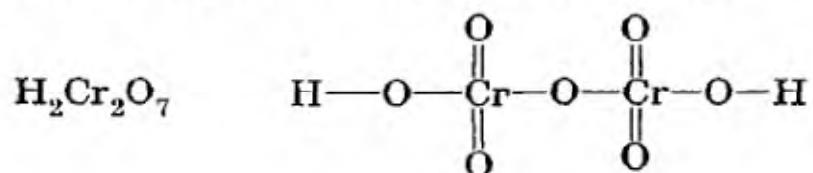
$\text{H}_2\text{CO}_3$	Угольная кислота	$=\text{CO}_3$	Карбонат
$\text{H}_2\text{SiO}_3$	Кремниевая кислота	$=\text{SiO}_3$	Силикат
$\text{HNO}_3$	Азотная кислота	$-\text{NO}_3$	Нитрат
$\text{HNO}_2$	Азотистая кислота	$-\text{NO}_2$	Нитрит
$\text{H}_3\text{PO}_4$	Фосфорная кислота	$\equiv\text{PO}_4$	Фосфат
$\text{H}_3\text{PO}_3$	Фосфористая кислота	$\equiv\text{PO}_3$	Фосфит
$\text{H}_2\text{SO}_4$	Серная кислота	$=\text{SO}_4$	Сульфат
$\text{H}_2\text{SO}_3$	Сернистая кислота	$=\text{SO}_3$	Сульфит
$\text{H}_2\text{CrO}_4$	Хромовая кислота	$=\text{CrO}_4$	Хромат
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Дихромовая кислота	$=\text{Cr}_2\text{O}_7$	Дихромат
$\text{HClO}$	Хлорноватистая кислота	$-\text{ClO}$	Гипохлорит
$\text{HClO}_2$	Хлористая кислота	$-\text{ClO}_2$	Хлорит
$\text{HClO}_3$	Хлорноватая кислота	$-\text{ClO}_3$	Хлорат
$\text{HClO}_4$	Хлорная кислота	$-\text{ClO}_4$	Перхлорат
$\text{H}_2\text{MnO}_4$	Марганцовистая кислота	$=\text{MnO}_4$	Манганат
$\text{HMnO}_4$	Марганцовая кислота	$-\text{MnO}_4$	Перманганат

## Графические формулы

В оксокислотах атомы водорода связаны с атомами кислорода, но не с атомами кислотообразующего элемента. Например:

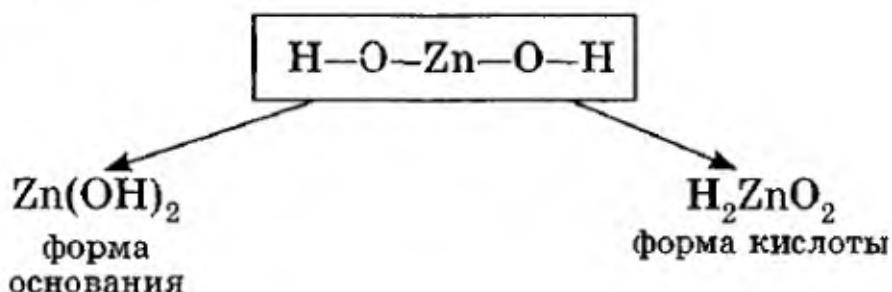


В оксокислотах, молекулы которых содержат 2 и более атомов кислотообразующего элемента, эти атомы соединяются через атомы кислорода. Например:



## АМФОТЕРНЫЕ ГИДРОКСИДЫ

Молекулярная формула любого амфотерного гидроксида может быть записана в форме основания и в форме кислоты:



Каждому амфотерному гидроксиду можно дать название как основанию и как кислоте:

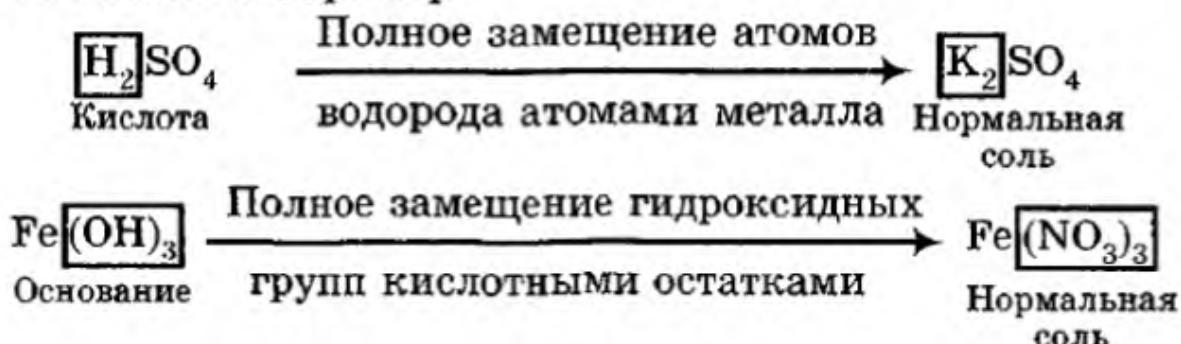
Графические формулы	Амфотерный гидроксид как основание	Амфотерный гидроксид как кислота	Кислотный остаток
	$\text{Zn}(\text{OH})_2$ Гидроксид цинка	$\text{H}_2\text{ZnO}_2$ Цинковая кислота	$=\text{ZnO}_2$ Цинкат
	$\text{Al}(\text{OH})_3$ Гидроксид алюминия	$\text{H}_3\text{AlO}_3$ Ортоалюминиевая кислота	$=\text{AlO}_3$ Ортоалюминат
		$\text{HAlO}_2$ Метаалюминиевая кислота*	$-\text{AlO}_2$ Метаалюминат
	$\text{Cr}(\text{OH})_3$ Гидроксид хрома (III)	$\text{H}_3\text{CrO}_3$ Ортохромистая кислота	$=\text{CrO}_3$ Ортохромит
		$\text{HCrO}_2$ Метахромистая кислота*	$-\text{CrO}_2$ Метахромит

Соли делятся на три типа (см. табл. 5): **нормальные (средние), кислые, основные**.

Существуют и другие типы солей, которые рассматриваются в других разделах настоящего пособия.

### НОРМАЛЬНЫЕ (СРЕДНИЕ) СОЛИ

● Нормальные (средние) соли — это продукты **полного замещения** атомов водорода в молекуле кислоты атомами металла, или продукты **полного замещения** гидроксидных групп в молекуле основания кислотными остатками. Например:



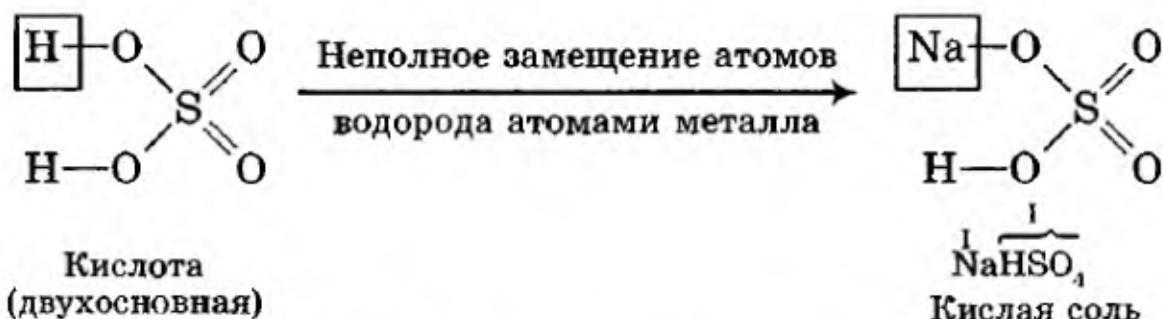
### Номенклатура

<i>Название</i>	<i>Название</i>	<i>Название</i>	<i>Вален-</i>
<i>нормаль-</i> =	<i>кислотного</i>	<i>металла</i>	<i>тность</i>
<i>ной соли</i>	<i>остатка</i>	<i>(в род. пад.)</i>	<i>металла</i>

Например:  $\text{NaCl}$  — хлорид натрия,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  — нитрат железа (II),  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  — сульфат железа (III),  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  — фосфат кальция.

## КИСЛЫЕ СОЛИ

● Кислые соли — это продукты *неполного замещения* атомов водорода в молекулах многоосновных кислот атомами металла. Например:



Молекулы кислых солей содержат атомы водорода, латинское название которого «гидрогениум» (сокращенно: «гидро»).

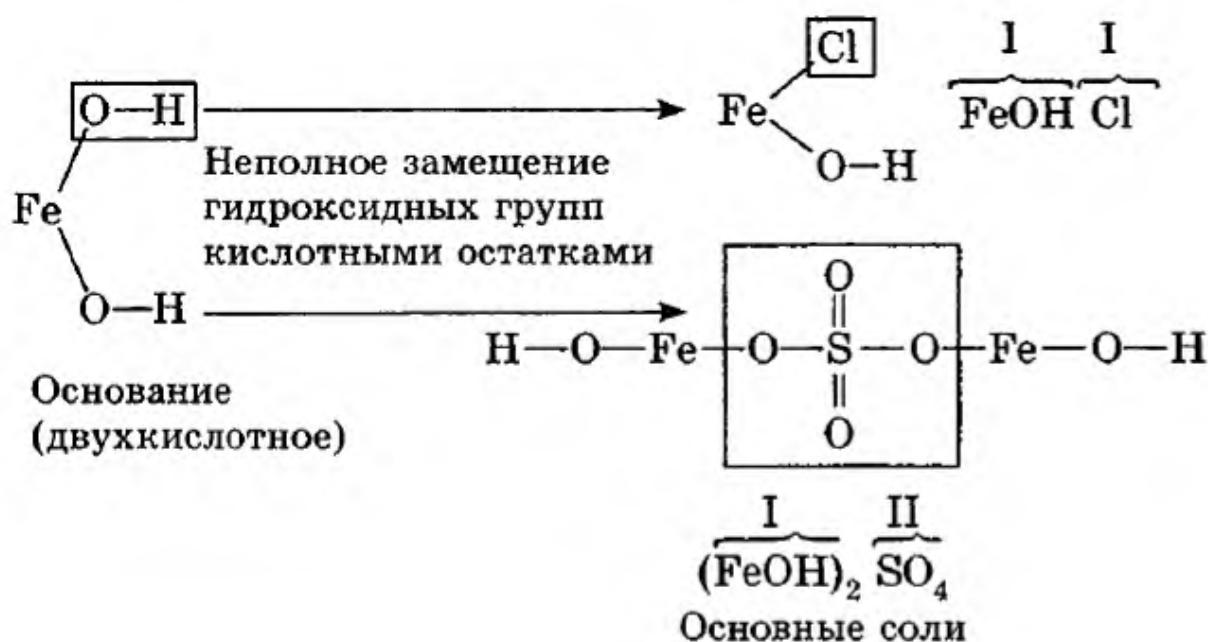
Название «Гидро» или «дигидро» + Название кислотного остатка + Название металла + Валентность металла

Например  $\text{NaHCO}_3$  — гидрокарбонат натрия,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — гидрофосфат калия,  $\text{FeHPO}_4$  — гидрофосфат железа (II).

Приставка *ди-* используется, если в молекуле кислой соли с одним кислотным остатком связаны два атома водорода. Например:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — дигидрофосфат калия,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  — дигидрофосфат кальция.

## ОСНОВНЫЕ СОЛИ

- Основные соли — это продукты *неполного замещения* гидроксидных групп в молекулах многокислотных оснований кислотными остатками. Например:



Молекулы основных солей содержат **гидроксидные группы** (сокращенное название гидроксидной группы: «гидроксо»).

*Название основной соли* = *«Гидроксо-»* + *«или* + *Название кислотного остатка* + *Название металла* + *Валентность металла*

Например:  $\text{CaOHCl}$  — гидроксохлорид кальция,  $(\text{CaOH})_2\text{SO}_4$  — гидроксосульфат кальция,  $\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$  — гидроксонитрат железа (III).

Приставка *ди-* используется, если в молекуле основной соли с одним атомом металла связаны две гидроксидные группы. Например:  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$  — дигидроксонитрат железа (III),  $[\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$  — дигидроксосульфат железа (III).

**Законспектируйте, выписав: термины, символы, формулы, таблицы.**

**Устно ответьте на вопросы:**

1. Оксиды, основания, кислоты, амфотерные гидроксиды.
2. Соли, нормальные соли, основные соли, кислые соли.