

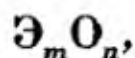
Важнейшие классы неорганических веществ

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

Простые вещества подразделяются на металлы, неметаллы и инертные газы*.

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

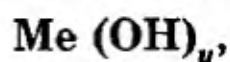
● **Оксиды** — это соединения двух элементов, один из которых кислород. Общая формула оксидов:



где m — число атомов элемента Э; n — число атомов кислорода.

Примеры оксидов: K_2O , CaO , SO_2 , P_2O_5

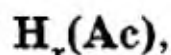
● **Основания** — это сложные вещества, молекулы которых состоят из атома металла и одной или нескольких гидроксидных групп $-\text{OH}$. Общая формула оснований:



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

Примеры оснований: NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_3$

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

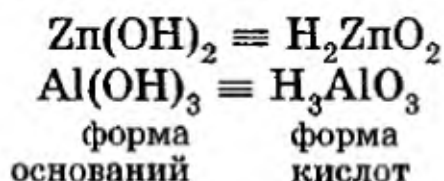


где Ac — кислотный остаток (от англ. acid — кислота);
 x — число атомов водорода, равное валентности кислотного остатка.

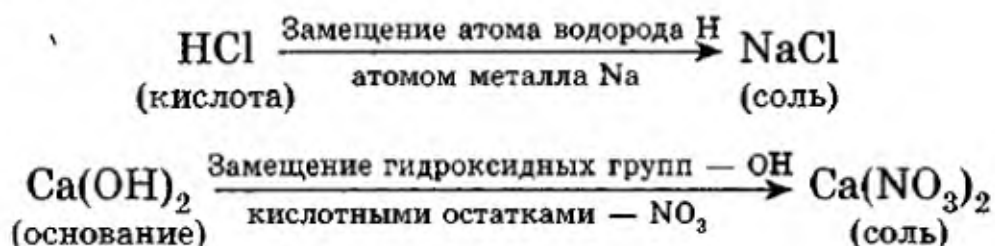
Примеры кислот: HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4

● **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.

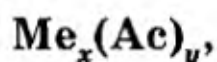
Примеры амфотерных гидроксидов:



● **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: K_3PO_4 , MgSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3

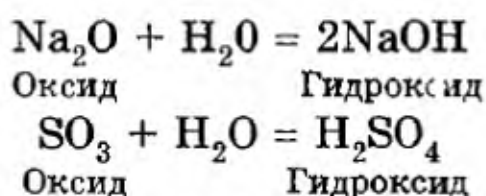
Номенклатура

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

Например: CO — оксид углерода (II) — (читается: «оксид углерода два»); CO_2 — оксид углерода (IV); Fe_2O_3 — оксид железа (III).

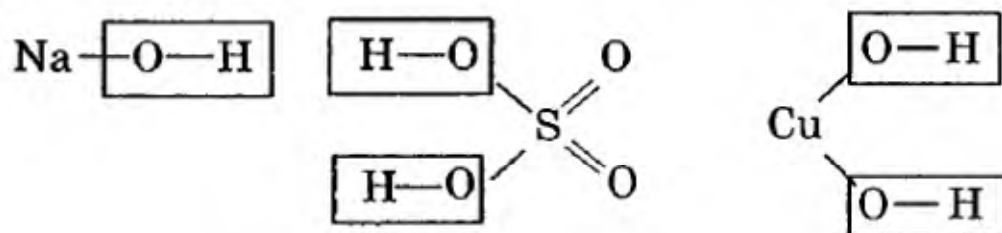
Если элемент имеет постоянную валентность, ее в названии оксида не указывают. Например: Na_2O — оксид натрия; Al_2O_3 — оксид алюминия.

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.

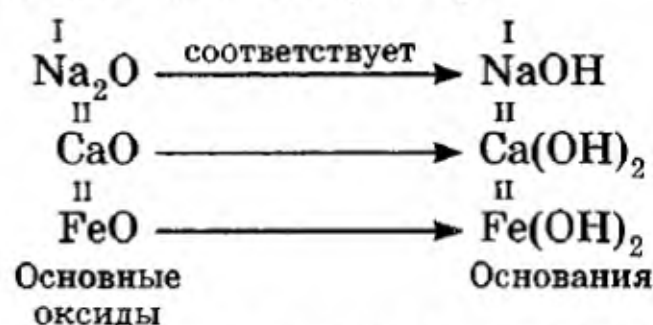
Любой гидроксид содержит гидроксидные группы $-\text{OH}$. Например:



Гидроксиды могут быть основаниями (NaOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$) или кислотами (H_2SO_4 , H_3PO_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.

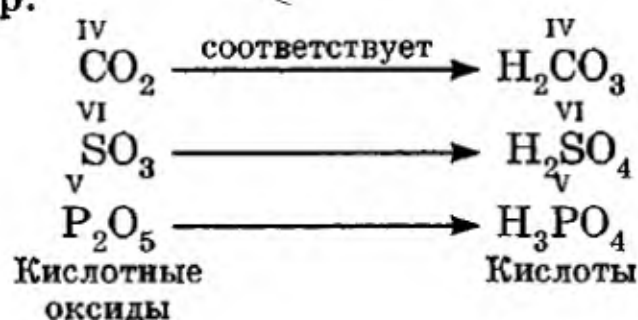
● **Основные оксиды** — это оксиды, гидраты которых являются основаниями. Например:



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:

^{IV} ^{II} CO_2	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$
^{III} ^{II} Al_2O_3	$\text{O}=\text{Al}-\text{O}-\text{Al}=\text{O}$
^V ^{II} P_2O_5	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{P}-\text{O}-\text{P}=\text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$

Номенклатура

<i>Название основания</i>	=	<i>«Гидрок- сид»</i>	+	<i>Название металла</i> (в род. пад.)	+	<i>Валентность элемента</i> (римскими цифрами)
-------------------------------	---	--------------------------	---	--	---	--

Например: $\text{Fe}(\text{OH})_2$ — гидроксид железа (II),
 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ — гидроксид железа (III), NaOH — гидроксид
натрия, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — 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: NaOH , KOH , LiOH и др.;
- **двухкислотные**, молекулы которых содержат две гидроксидные группы: Ca(OH)_2 , Fe(OH)_2 и др.;
- **трехкислотные**, молекулы которых содержат три гидроксидные группы: Ni(OH)_3 , Bi(OH)_3 и др.

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

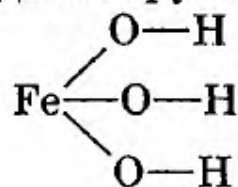
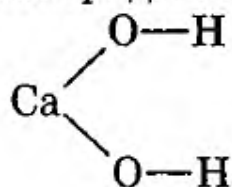
б) По растворимости в воде основания делятся на:

- **растворимые**: LiOH , NaOH , KOH , RbOH , CsOH , Ca(OH)_2 , Sr(OH)_2 , Ba(OH)_2 ;
- **нерастворимые**: Cu(OH)_2 , Fe(OH)_2 , Fe(OH)_3 и др.

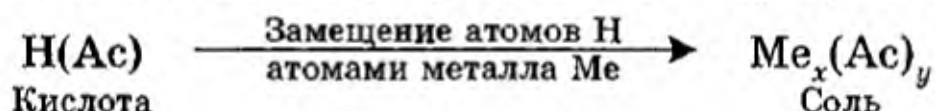
Растворимые в воде основания называются **щелочами**.

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

Кислота	Кислотный остаток (As)	Валентность As
HNO_3	$-\text{NO}_3$	I
H_2S	$=\text{S}$	II
H_3PO_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:

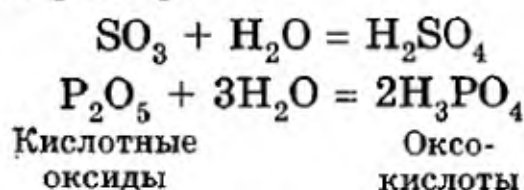
- **одноосновные**, молекулы которых содержат один атом водорода: HCl , HNO_3 , HCN и др.;
- **двухосновные**, молекулы которых содержат два атома водорода: H_2S , H_2SO_4 , H_2CO_3 и др.;
- **трехосновные**, молекулы которых содержат три атома водорода: H_3PO_4 , H_3BO_3 , H_3AsO_4 и др.;
- **четырёхосновные**: $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 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: HCl , HBr , HCN , H_2S и др.;
- **кислородсодержащие**, молекулы которых содержат атомы кислорода: HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 и др.

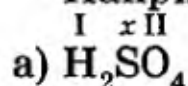
Кислородсодержащие кислоты называются оксокислотами. Оксокислоты являются гидратами кислотных оксидов, т. е. продуктами соединения кислотных оксидов с водой. Например:



Элемент, атомы которого вместе с атомами водорода и кислорода образуют молекулу оксокислоты, называется кислотообразующим элементом. Например, в кислотах HNO_3 , H_3PO_4 , H_2SO_4 кислотообразующими элементами являются соответственно N, P, S.

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

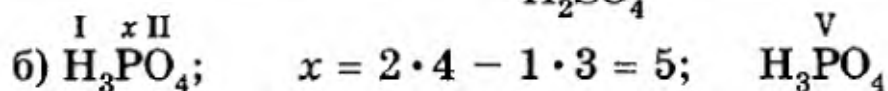
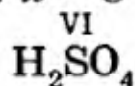
Например:



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 элемента + соединительная гласная «-о-» + «водородная 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	Йодид
H ₂ S	Сероводородная кислота	=S	Сульфид
HCN	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: HNO_3^{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

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

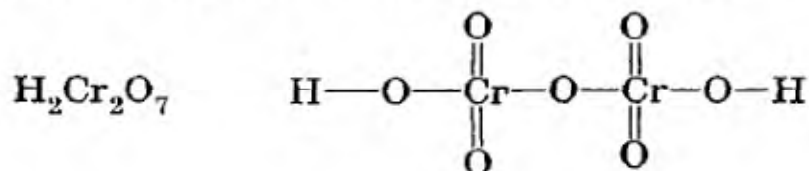
H_2CO_3	Угольная кислота	$=\text{CO}_3$	Карбонат
H_2SiO_3	Кремниевая кислота	$=\text{SiO}_3$	Силикат
HNO_3	Азотная кислота	$-\text{NO}_3$	Нитрат
HNO_2	Азотистая кислота	$-\text{NO}_2$	Нитрит
H_3PO_4	Фосфорная кислота	$\equiv\text{PO}_4$	Фосфат
H_3PO_3	Фосфористая кислота	$\equiv\text{PO}_3$	Фосфит
H_2SO_4	Серная кислота	$=\text{SO}_4$	Сульфат
H_2SO_3	Сернистая кислота	$=\text{SO}_3$	Сульфит
H_2CrO_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
HClO	Хлорноватистая кислота	$-\text{ClO}$	Гипохлорит
HClO_2	Хлористая кислота	$-\text{ClO}_2$	Хлорит
HClO_3	Хлорноватая кислота	$-\text{ClO}_3$	Хлорат
HClO_4	Хлорная кислота	$-\text{ClO}_4$	Перхлорат
H_2MnO_4	Марганцовистая кислота	$=\text{MnO}_4$	Манганат
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:

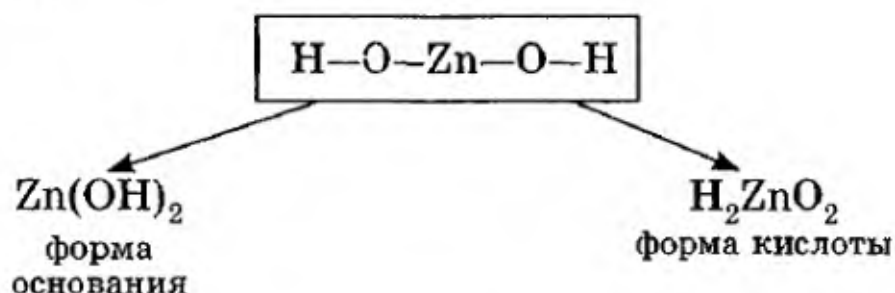
VII HClO_4	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{O}-\text{Cl}=\text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$
VI H_2SO_4	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O} \quad \text{O} \\ \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \text{S} \\ \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}-\text{O} \quad \text{O} \end{array}$
V H_3PO_4	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O} \\ \text{H}-\text{O} \diagup \\ \text{H}-\text{O} \diagdown \end{array} \text{P}=\text{O}$

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:

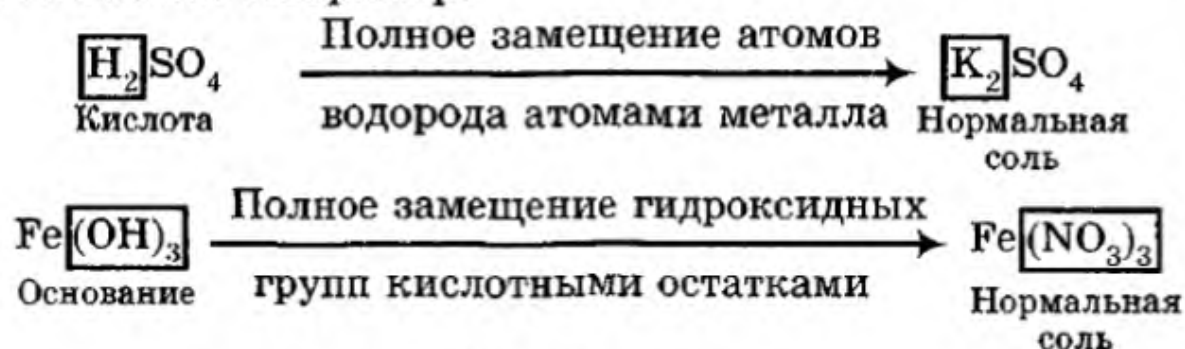
Графические формулы	Амфотерный гидроксид как основание	Амфотерный гидроксид как кислота	Кислотный остаток
$\begin{array}{c} \text{O—H} \\ \diagup \\ \text{Zn} \\ \diagdown \\ \text{O—H} \end{array}$	Zn(OH)_2 Гидроксид цинка	H_2ZnO_2 Цинковая кислота	$\equiv\text{ZnO}_2$ Цинкат
$\begin{array}{c} \text{O—H} \\ \diagup \\ \text{Al} \\ \diagdown \\ \text{O—H} \\ \diagdown \\ \text{O—H} \end{array}$	Al(OH)_3 Гидроксид алюминия	H_3AlO_3 Ортоалюминиевая кислота	$\equiv\text{AlO}_3$ Ортоалюминат
		HAlO_2 Метаалюминиевая кислота*	$-\text{AlO}_2$ Метаалюминат
$\begin{array}{c} \text{O—H} \\ \diagup \\ \text{Cr} \\ \diagdown \\ \text{O—H} \\ \diagdown \\ \text{O—H} \end{array}$	Cr(OH)_3 Гидроксид хрома (III)	H_3CrO_3 Ортохромистая кислота	$\equiv\text{CrO}_3$ Ортохромит
		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:



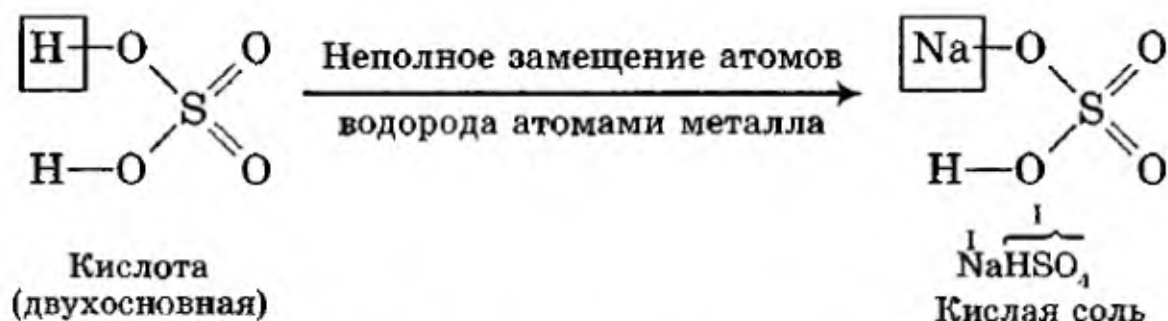
Номенклатура

<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: NaCl — хлорид натрия, Fe(NO₃)₂ — нитрат железа (II), Fe₂(SO₄)₃ — сульфат железа (III), Ca₃(PO₄)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»).

На-	«Гидро»	Назва-	Название	Валент-
звание	или	ние кис-	металла	ность
кислой	«дигид-	лотного	(в род. пад.)	металла
соли	ро»	остатка		

Например NaHCO_3 — гидрокарбонат натрия, K_2HPO_4 — гидрофосфат калия, FeHPO_4 — гидрофосфат железа (II).

Приставка *ди-* используется, если в молекуле кислой соли с одним кислотным остатком связаны два атома водорода. Например: KH_2PO_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»).

Назва- ние ос- новной соли	«Гид- роксо-» или «дигид- роксо-»	+	Назва- ние кис- лотного остатка	+	Название металла (в род. пад.)	+	Валент- ность металла
-------------------------------------	---	---	--	---	--------------------------------------	---	-----------------------------

Например: 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.