

ОКСИДЫ

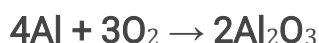
Получение оксидов

Общие способы получения оксидов:

1. Взаимодействие простых веществ с кислородом:

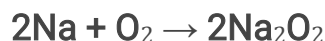
1.1. Окисление металлов: большинство металлов окисляются кислородом до оксидов с устойчивыми степенями окисления.

Например, алюминий взаимодействует с кислородом с образованием оксида:

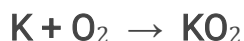


Не взаимодействуют с кислородом **золото, платина, палладий**.

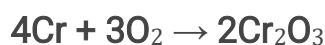
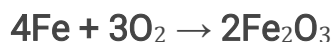
Натрий при окислении кислородом воздуха образует преимущественно пероксид Na_2O_2 ,



Калий, цезий, рубидий образуют преимущественно надпероксиды состава MeO_2 :



Примечания: металлы с переменной степенью окисления окисляются кислородом воздуха, как правило, до промежуточной степени окисления (+3):



Железо также горит с образованием железной окалины — оксида железа (II, III):



1.2. Окисление простых веществ-неметаллов.

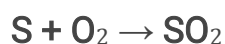
Как правило, при окислении неметаллов образуется оксид неметалла с высшей степенью окисления, если кислород в избытке, или оксид неметалла с промежуточной степенью окисления, если кислород в недостатке.

Например, фосфор окисляется избытком кислорода до оксида фосфора (V), а под действием недостатка кислорода до оксида фосфора (III):



Но есть некоторые **исключения**.

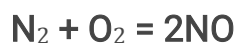
Например, сера сгорает только до оксида серы (IV):



Оксид серы (VI) можно получить только окислением оксида серы (IV) в жестких условиях в присутствии катализатора:



Азот окисляется кислородом только при очень высокой температуре (около 2000°C), либо под действием электрического разряда, и только до оксида азота (II):



Не окисляется кислородом фтор F_2 (сам фтор окисляет кислород). Не взаимодействуют с кислородом прочие галогены (хлор Cl_2 , бром и др.), инертные газы (гелий He, неон, аргон, криптон).

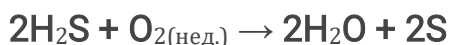
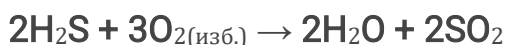
2. Окисление сложных веществ (бинарных соединений): сульфидов, гидридов, фосфидов и т.д.

При окислении кислородом сложных веществ, состоящих, как правило, из двух элементов, образуется смесь оксидов этих элементов в устойчивых степенях окисления.

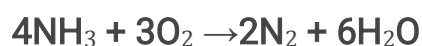
Например, при сжигании пирита FeS_2 образуются оксид железа (III) и оксид серы (IV):



Сероводород горит с образованием оксида серы (IV) при избытке кислорода и с образованием серы при недостатке кислорода:



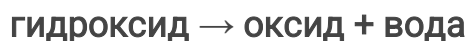
А вот аммиак горит с образованием простого вещества N_2 , т.к. азот реагирует с кислородом только в жестких условиях:



А вот в присутствии катализатора аммиак окисляется кислородом до оксида азота (II):



3. Разложение гидроксидов. Оксиды можно получить также из гидроксидов — кислот или оснований. Некоторые гидроксиды неустойчивы, и самопроизвольно распадаются на оксид и воду; для разложения некоторых других (как правило, нерастворимых в воде) гидроксидов необходимо их нагревать (прокаливать).



Самопроизвольно разлагаются в водном растворе угольная кислота, сернистая кислота, гидроксид аммония, гидроксиды серебра (I), меди (I):





При нагревании разлагаются на оксиды большинство нерастворимых гидроксидов — кремниевая кислота, гидроксиды тяжелых металлов — гидроксид железа (III) и др.:



4. Еще один способ получения оксидов — **разложение сложных соединений — солей.**

Например, нерастворимые карбонаты и карбонат лития при нагревании разлагаются на оксиды:

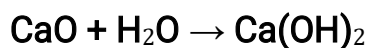


Соли, образованные сильными кислотами-окислителями (нитраты, сульфаты, перхлораты и др.), при нагревании, как правило, разлагаются с изменением степени окисления.

Химические свойства основных оксидов

Подробно про оксиды, их классификацию и способы получения можно прочитать [здесь](#).

1. Взаимодействие с водой. С водой способны реагировать только основные оксиды, которым соответствуют растворимые гидроксиды (щелочи). Щелочи образуют щелочные металлы (литий, натрий, калий, рубидий и цезий) и щелочно-земельные (кальций, стронций, барий). Оксиды остальных металлов с водой химически не реагируют. Оксид магния реагирует с водой при кипячении.



$\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} \neq$ (реакция не идет, т.к. Cu(OH)_2 — нерастворимый гидроксид)

2. Взаимодействие с кислотными оксидами и кислотами. При взаимодействии основным оксидов с кислотами образуется соль этой кислоты и вода. При взаимодействии основного оксида и кислотного образуется соль:

основный оксид + кислота = соль + вода

основный оксид + кислотный оксид = соль

При взаимодействии основных оксидов с кислотами и их оксидами работает правило:

Хотя бы одному из реагентов должен соответствовать сильный гидроксид (щелочь или сильная кислота).

Иными словами, основные оксиды, которым соответствуют щелочи, реагируют со всеми кислотными оксидами и их кислотами. Основные оксиды, которым соответствуют нерастворимые гидроксиды, реагируют только с сильными кислотами и их оксидами (N_2O_5 , NO_2 , SO_3 и т.д.).

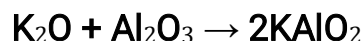
Основные оксиды, которым соответствуют щелочи	Основные оксиды, которым соответствуют нерастворимые основания
Реагируют со всеми кислотами и их оксидами	Реагируют только с сильными кислотами и их оксидами
$\text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3$	$\text{CuO} + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2$

3. Взаимодействие с амфотерными оксидами и гидроксидами.

При взаимодействии основных оксидов с амфотерными образуются соли:

основный оксид + амфотерный оксид = соль

С амфотерными оксидами при сплавлении взаимодействуют **ТОЛЬКО основные оксиды, которым соответствуют щелочи**. При этом образуется соль. Металл в соли берется из более основного оксида, кислотный остаток – из более кислотного. В данном случае амфотерный оксид образует кислотный остаток.



$\text{CuO} + \text{Al}_2\text{O}_3 \neq$ (реакция не идет, т.к. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ — нерастворимый гидроксид)

Амфотерные гидроксиды при нагревании разлагаются, поэтому реагировать с основными оксидами фактически не могут.

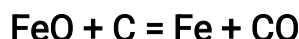
4. Взаимодействие оксидов металлов с восстановителями.

При оценке окислительно-восстановительной активности металлов и их ионов можно использовать электрохимический ряд напряжений металлов:

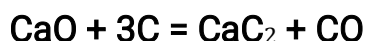
РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au →

Восстановление углем или угарным газом.

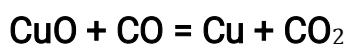
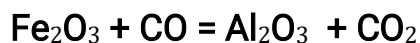
Углерод (уголь) восстанавливает из оксидов до простых веществ только металлы, расположенные в ряду активности после алюминия. Реакция протекает только при нагревании.



Активные металлы, расположенные в ряду активности левее алюминия, активно взаимодействуют с углеродом, поэтому при взаимодействии их оксидов с углеродом образуются карбиды и угарный газ:

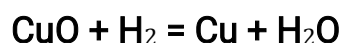


Угарный газ также восстанавливает из оксидов только металлы, расположенные после алюминия в электрохимическом ряду:



Восстановление водородом.

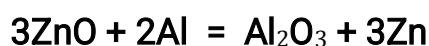
Водород восстанавливает из оксидов только металлы, расположенные в ряду активности правее алюминия. Реакция с водородом протекает только в жестких условиях – под давлением и при нагревании.



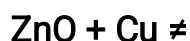
Восстановление более активными металлами (в расплаве или растворе, в зависимости от металла)

При этом более активные металлы вытесняют менее активные. То есть добавляемый к оксиду металл должен быть расположен левее в ряду активности, чем металл из оксида. Реакции, как правило, протекают при нагревании.

Например, оксид цинка взаимодействует с алюминием:



но не взаимодействует с медью:

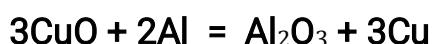


Восстановление металлов из оксидов с помощью других металлов – это очень распространенный процесс. Часто для восстановления металлов применяют алюминий и магний. А вот щелочные металлы для этого не очень подходят – они слишком химически активны, что создает сложности при работе с ними.

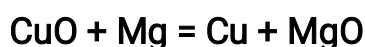
Например, [цезий взрывается на воздухе](#).

Алюмотермия – это восстановление металлов из оксидов алюминием.

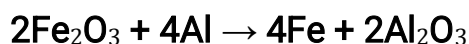
Например: алюминий восстанавливает оксид меди (II) из оксида:



Магниетермия – это восстановление металлов из оксидов магнием.



Железо можно вытеснить из оксида с помощью алюминия:

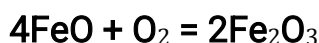


При алюмотермии образуется очень чистый, свободный от примесей углерода металл.

5. Взаимодействие оксидов металлов с окислителями.

Под действием окислителей некоторые основные оксиды (в которых металлы могут повышать степень окисления, например Fe^{2+} , Cr^{2+} , Mn^{2+} и др.) могут выступать в качестве восстановителей.

Например, оксид железа (II) можно окислить кислородом до оксида железа (III):

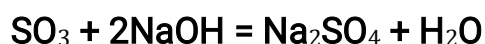
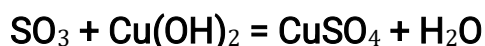


Химические свойства кислотных оксидов

1. Кислотные оксиды взаимодействуют с основными оксидами и основаниями с образованием солей.

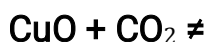
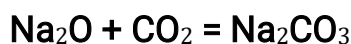
При этом действует правило – хотя бы одному из оксидов должен соответствовать сильный гидроксид (кислота или щелочь).

Кислотные оксиды сильных и растворимых кислот взаимодействуют с любыми основными оксидами и основаниями:



Кислотные оксиды нерастворимых в воде и неустойчивых или летучих кислот взаимодействуют только с сильными основаниями (щелочами) и их оксидами. При этом возможно образование кислых и основных солей, в зависимости от соотношения и состава реагентов.

Например, оксид натрия взаимодействует с оксидом углерода (IV), а оксид меди (II), которому соответствует нерастворимое основание $\text{Cu}(\text{OH})_2$ — практически не взаимодействует с оксидом углерода (IV):



2. Кислотные оксиды взаимодействуют с водой с образованием кислот.

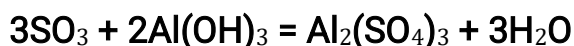
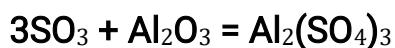
Исключение — оксид кремния, которому соответствует нерастворимая кремниевая кислота. Оксиды, которым соответствуют неустойчивые кислоты, как правило, реагируют с водой обратимо и в очень малой степени.



3. Кислотные оксиды взаимодействуют с амфотерными оксидами и гидроксидами с образованием соли или соли и воды.

Обратите внимание — с амфотерными оксидами и гидроксидами взаимодействуют, как правило, только оксиды сильных или средних кислот!

Например, ангидрид серной кислоты (оксид серы (VI)) взаимодействует с оксидом алюминия и гидроксидом алюминия с образованием соли — сульфата алюминия:



А вот оксид углерода (IV), которому соответствует слабая угольная кислота, с оксидом алюминия и гидроксидом алюминия уже не взаимодействует:

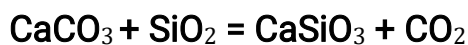


(не забудьте повторить [классификацию кислот](#)).

4. Кислотные оксиды взаимодействуют с солями летучих кислот.

При этом действует правило: в расплаве менее летучие кислоты и их оксиды вытесняют более летучие кислоты и их оксиды из их солей.

Например, твердый оксид кремния SiO_2 вытеснит более летучий углекислый газ из карбоната кальция при сплавлении:



Химические свойства амфотерных оксидов

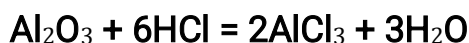
Амфотерные оксиды проявляют свойства и основных, и кислотных. От основных отличаются только тем, что могут взаимодействовать с растворами и расплавами щелочей и с расплавами основных оксидов, которым соответствуют щелочи.

1. Амфотерные оксиды взаимодействуют с кислотами и кислотными оксидами.

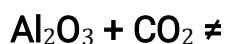
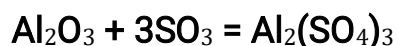
При этом амфотерные оксиды взаимодействуют, как правило, с сильными и средними кислотами и их оксидами.

Например, оксид алюминия взаимодействует с соляной кислотой, оксидом серы (VI), но не взаимодействует с углекислым газом и кремниевой кислотой:

амфотерный оксид + кислота = соль + вода



амфотерный оксид + кислотный оксид = соль



2. Амфотерные оксиды не взаимодействуют с водой.

Оксиды взаимодействуют с водой, только когда им соответствуют растворимые гидроксиды, а все амфотерные гидроксиды — нерастворимые.



3. Амфотерные оксиды взаимодействуют с щелочами.

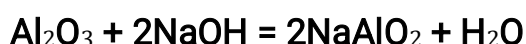
При этом механизм реакции и продукты различаются в зависимости от условий проведения процесса — в растворе или расплаве.

В растворе образуются **комплексные соли**, в расплаве — **обычные соли**.

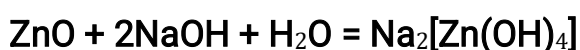
Исключение — железо не образует гидроксокомплексы в растворе щелочи!

Например:

амфотерный оксид + щелочь (расплав) = соль + вода



амфотерный оксид + щелочь (раствор) = комплексная соль



4. Амфотерные оксиды взаимодействуют с основными оксидами.

При этом взаимодействие возможно только с основными оксидами, которым соответствуют щелочи и только в расплаве. В растворе основные оксиды взаимодействуют с водой с образованием щелочей.

амфотерный оксид + основной оксид = соль + вода



6. Амфотерные оксиды взаимодействуют с солями летучих кислот.

При этом действует правило: в расплаве менее летучие кислоты и их оксиды вытесняют более летучие кислоты и их оксиды из их солей.

Например, твердый оксид алюминия Al_2O_3 вытеснит более летучий углекислый газ из карбоната натрия при сплавлении:

