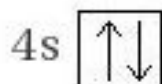
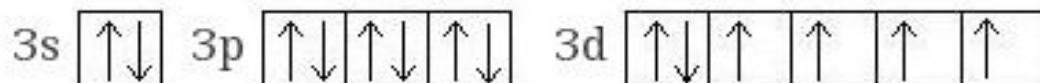
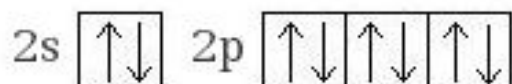
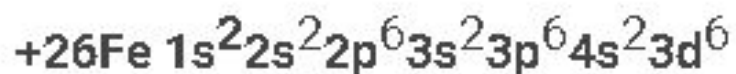


Побочная подгруппа 8 группы

Электронное строение атома железа

Электронная конфигурация железа в **основном состоянии**:



Железо проявляет ярко выраженные магнитные свойства.

Железо – металл серебристо-белого цвета, с высокой химической активностью и высокой ковкостью. Обладает высокой тепло- и электропроводностью.

Температура плавления 1538°C ,
температура кипения 2861°C .

Нахождение в природе

Железо довольно распространено в земной коре (порядка 4% массы земной коры). По распространенности на Земле железо занимает 4-ое место среди всех элементов и 2-ое место среди металлов. Содержание в земной коре — около 8%.

В природе железо в основном встречается в виде соединений:

Красный железняк Fe_2O_3 (гематит).

Магнитный железняк Fe_3O_4 или $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (магнетит).

В природе также широко распространены сульфиды железа, например, **пирит FeS_2 .**

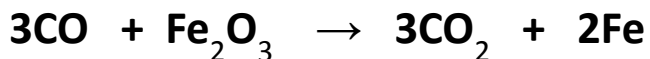
Способы получения

- **Железо** в промышленности получают из железной руды, гематита Fe_2O_3 или магнетита (Fe_3O_4 или $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$).
- **1.** Один из основных способов производства железа – **доменный процесс**. Доменный процесс основан на восстановлении железа из оксида углеродом в **доменной печи**.
- В печь загружают руду, кокс и флюсы.
- **Шихта** – смесь исходных материалов, а в некоторых случаях и топлива в определённой пропорции, которую обрабатывают в печи.
- **Каменноугольный кокс** – это твёрдый пористый продукт серого цвета, получаемый путем коксования каменного угля при температурах 950—1100 °С без доступа воздуха. Содержит 96—98 % углерода.
- **Флюсы** – это неорганические вещества, которые добавляют к руде при выплавке металлов, чтобы снизить температуру плавления и легче отделить металл от пустой породы.
- **Шлак** – расплав (а после затвердевания – стекловидная масса), покрывающий поверхность жидкого металла. Шлак состоит из всплывших продуктов пустой породы с флюсами и предохраняет металл от вредного воздействия газовой среды печи, удаляет примеси.

В печи кокс окисляется до оксида углерода (II):

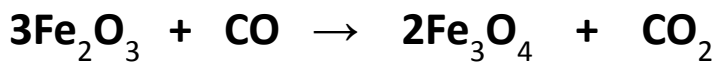


Затем нагретый угарный газ восстанавливает оксид железа (III):

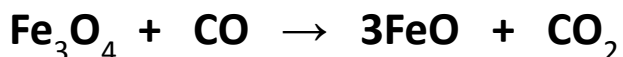


Процесс получения железа – многоэтапный и зависит от температуры.

Наверху, где температура обычно находится в диапазоне между 200 °С и 700 °С, протекает следующая реакция:



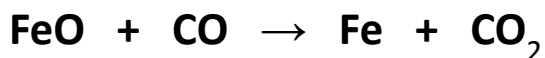
Ниже в печи, при температурах приблизительно 850 °С, протекает восстановление смешанного оксида железа (II, III) до оксида железа (II):



Встречные потоки газов разогревают шихту, и происходит разложение известняка:



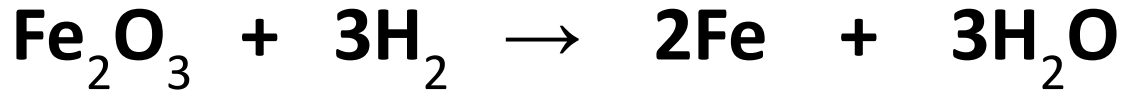
Оксид железа (II) опускается в область с более высокими температурами (до 1200°С), где протекает следующая реакция:



Углекислый газ поднимается вверх и реагирует с коксом, образуя угарный газ:



2. Также железо получают прямым восстановлением из оксида водородом:



При этом получается более чистое железо, т. к. получаемое железо не загрязнено серой и фосфором, которые являются примесями в каменном угле.

3. Еще один способ получения железа в промышленности – электролиз растворов солей железа.

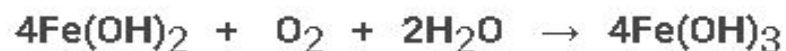
Качественные реакции на ионы железа +2.

– взаимодействие **солей железа (II) с щелочами**. При этом образуется **серо-зеленый студенистый осадок гидроксида железа (II)**.

Например, хлорид железа (II) реагирует с гидроксидом натрия:



Гидроксид железа (II) на воздухе буреет, так как окисляется до гидроксида железа (III):



– ионы **железа +2** окрашивают раствор в **светлый желто-зеленый цвет**.



– взаимодействие с **красной кровяной солью $K_3[Fe(CN)_6]$** – также качественная реакция на ионы железа +2. При этом образуется **синий осадок** «турнбулева синь».



Качественные реакции на ионы железа +3

– взаимодействие **солей железа (III) с щелочами**. При этом образуется **бурый осадок гидроксида железа (III)**.



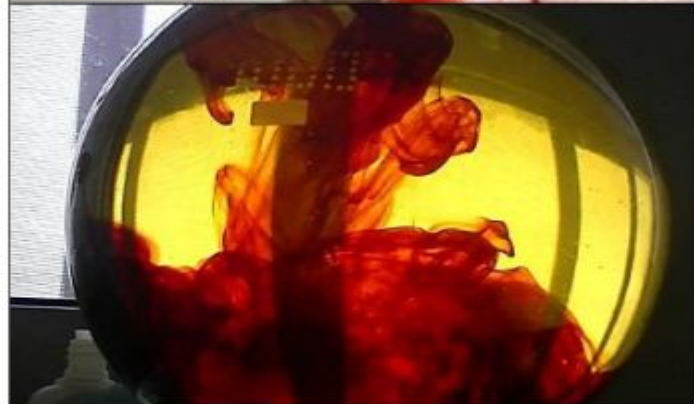
- взаимодействия раствора хлорида железа (III) с раствором гидроксида натрия (качественная реакция на ионы железа (III))
- – ионы **железа +3** окрашивают раствор в **светлый желто-оранжевый цвет**



– взаимодействие с **желтой кровяной солью** $K_4[Fe(CN)_6]$ ионы железа +3.
При этом образуется **синий осадок** «берлинская лазурь».



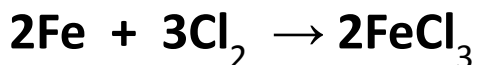
- При взаимодействии солей железа (III) с **роданидами** раствор окрашивается в кроваво-красный цвет.
- **Например**, хлорид железа (III) взаимодействует с роданидом натрия:
- $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaCNS} \rightarrow \text{Fe}(\text{CNS})_3 + 3\text{NaCl}$



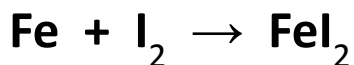
Химические свойства

1. При обычных условиях железо **малоактивно**, но при нагревании, в особенности в мелкораздробленном состоянии, оно **становится активным** и реагирует почти со всеми **неметаллами**.

1.1. Железо реагирует с **галогенами** с образованием **галогенидов**. При этом **активные неметаллы (фтор, хлор и бром)** окисляют железо до степени окисления +3:



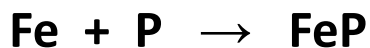
Менее активный йод окисляет железо до степени окисления +2:



1.2. Железо реагирует с **серой** с образованием **сульфида железа (II)**:



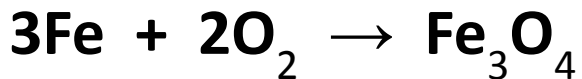
1.3. Железо реагирует с **фосфором**. При этом образуется бинарное соединения – **фосфид железа**:



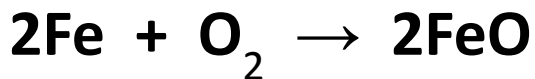
1.4. С азотом железо реагирует в специфических условиях.

1.5. Железо реагирует с **углеродом** и **кремнием** с образованием **карбида** и **силицида**.

1.6. При взаимодействии с **кислородом** железо образует окалину – двойной оксид железа (II, III):

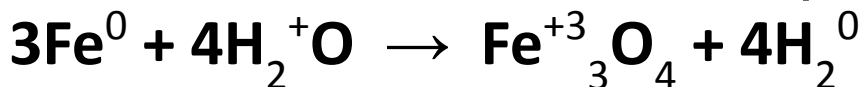


При пропускании кислорода через расплавленное железо возможно образование оксида железа (II):

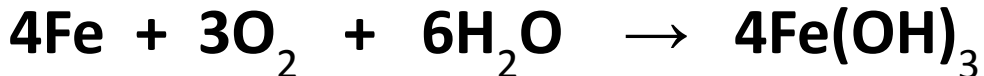


2. Железо взаимодействует со сложными веществами.

2.1. При обычных условиях железо с водой практически не реагирует. Раскаленное железо может вступать в реакцию при температуре 700-900°C с водяным паром:

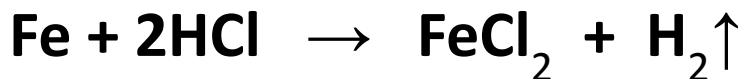


В воде в присутствии кислорода или во влажном воздухе железо медленно окисляется (корродирует):



2.2. Железо взаимодействуют с минеральными кислотами (с соляной, фосфорной и разбавленной серной кислотой). При этом образуются соль железа со степенью окисления +2 и водород.

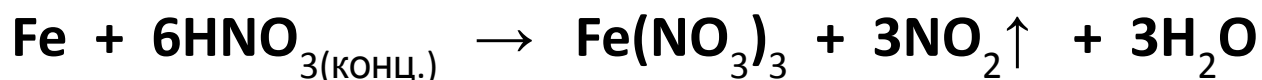
Например, железо бурно реагирует с соляной кислотой:



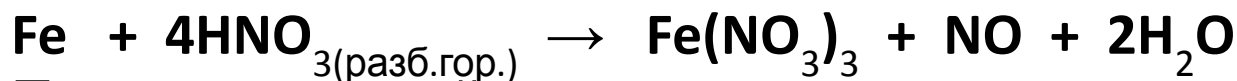
2.3. При обычных условиях железо не реагирует с концентрированной серной кислотой из-за пассивации – образования плотной оксидной пленки. При нагревании реакция идет, образуются оксид серы (IV), сульфат железа (III) и вода:



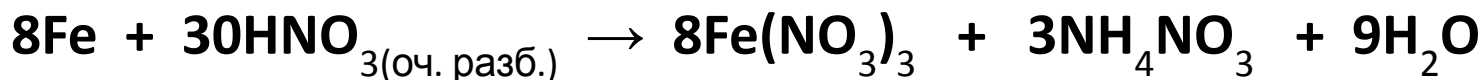
2.4. Железо не реагирует при обычных условиях с концентрированной азотной кислотой также из-за пассивации. При нагревании реакция идет с образованием нитрата железа (III), оксида азота (IV) и воды:



С разбавленной азотной кислотой железо реагирует с образованием оксида азота (II):

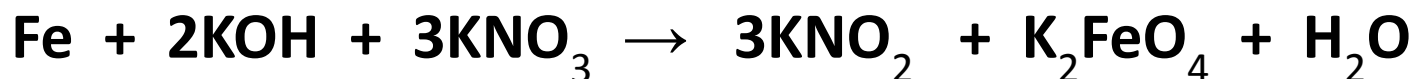


При взаимодействии железа с очень разбавленной азотной кислотой образуется нитрат аммония:



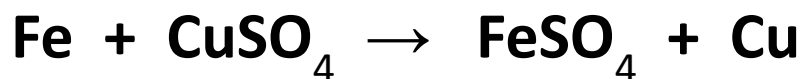
2.5. Железо может реагировать с щелочными растворами или расплавами сильных окислителей. При этом железо окисляется до степени окисления +6, образуя соль (феррат).

Например, при взаимодействии железа с расплавом нитрата калия в присутствии гидроксида калия железо окисляется до феррата калия, а азот восстанавливается либо до нитрита калия, либо до аммиака:



2.6. Железо восстанавливает менее активные металлы из оксидов и солей.

Например, железо вытесняет медь из сульфата меди (II). Реакция экзотермическая:



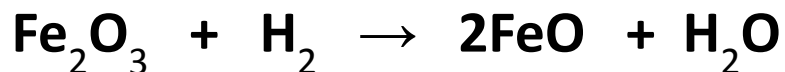
Оксид железа (II)

Оксид железа (II) – это твердое, нерастворимое в воде вещество черного цвета.

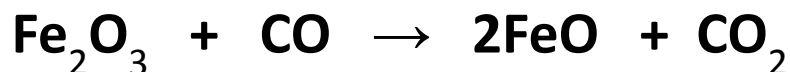
Оксид железа (II) можно получить различными методами:

1. Частичным восстановлением **оксида железа (III)**.

Например, частичным восстановлением оксида железа (III) водородом:



Или частичным восстановлением оксида железа (III) угарным газом:



Еще один **пример**: восстановление оксида железа (III) железом:



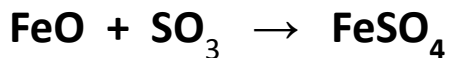
2. Разложение **гидроксида железа (II)** при нагревании:



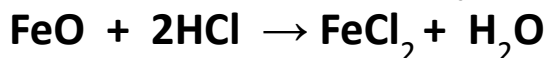
Оксид железа (II) — типичный **основный оксид**.

1. При взаимодействии оксида железа (II) с **кислотными оксидами** образуются соли.

оксид железа (II) взаимодействует с **оксидом серы (VI)**:



2. **Оксид железа (II)** взаимодействует с **растворимыми кислотами**. При этом также образуются соответствующие соли.



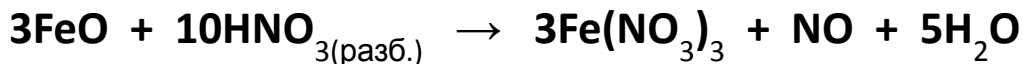
3. Оксид железа (II) не взаимодействует с **водой**.

4. Оксид железа (II) малоустойчив, и легко окисляется до соединений железа (III).

Например, при взаимодействии с **концентрированной азотной кислотой** образуются нитрат железа (III), оксид азота (IV) и вода:

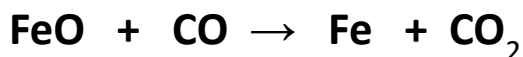


При взаимодействии с **разбавленной азотной кислотой** образуется оксид азота (II). Реакция идет при нагревании:



5. Оксид железа (II) проявляет слабые **окислительные свойства**.

Например, оксид железа (II) реагирует с **угарным газом** при нагревании:



Оксид железа (III)

Оксид железа (III) – это твердое, нерастворимое в воде вещество красновато-коричневого цвета.

Оксид железа (III) можно получить различными методами:

1. Окисление оксида железа (II) кислородом.

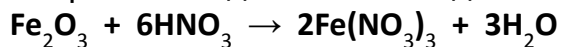


2. Разложение гидроксида железа (III) при нагревании:

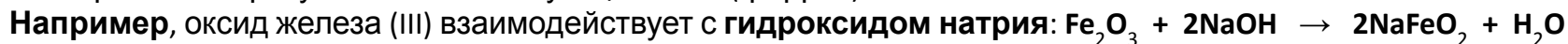


Оксид железа (III) – **амфотерный**.

1. При взаимодействии оксида железа (III) с **кислотными оксидами и кислотами** образуются соли.



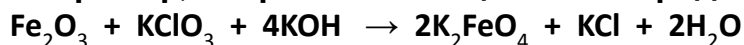
2. **Оксид железа (III)** взаимодействует с **щелочами и основными оксидами**. Реакция протекает в расплаве, при этом образуется соответствующая соль (феррит).



3. Оксид железа (III) не взаимодействует с **водой**.

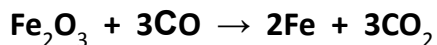
4. Оксид железа (III) окисляется сильными окислителями до соединений железа (VI).

Например, **хлорат калия в щелочной среде** окисляет оксид железа (III) до феррата:

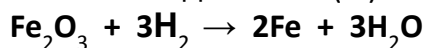


5. Оксид железа (III) проявляет **окислительные свойства**.

Например, оксид железа (III) реагирует с **угарным газом** при нагревании. При этом возможно восстановление как до чистого железа, так и до оксида железа (II) или железной окалины:



Также оксид железа (III) восстанавливается **водородом**:

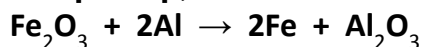


Железом можно восстановить оксид железа только до оксида железа (II):



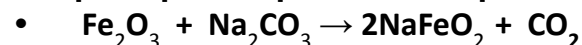
Оксид железа (III) реагирует с **более активными металлами**.

Например, с **алюминием (алюмотермия)**:



6. Оксид железа (III) – твердый, нелетучий и амфотерный. А следовательно, он **вытесняет более летучие оксиды** (как правило, углекислый газ) **из солей** при сплавлении.

Например, из **карбоната натрия**:

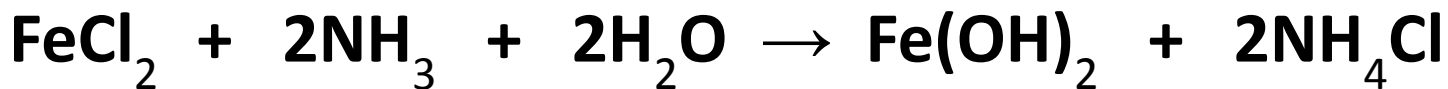


Гидроксид железа (II)

Способы получения

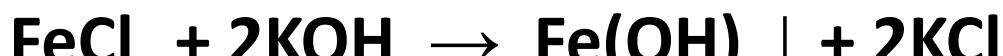
1. Гидроксид железа (II) можно получить действием раствора аммиака на соли железа (II).

Например, хлорид железа (II) реагирует с водным раствором аммиака с образованием гидроксида железа (II) и хлорида аммония:



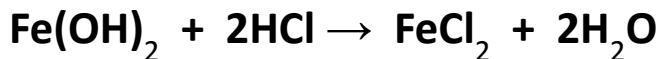
2. Гидроксид железа (II) можно получить действием щелочи на соли железа (II).

Например, хлорид железа (II) реагирует с гидроксидом калия с образованием гидроксида железа (II) и хлорида калия:

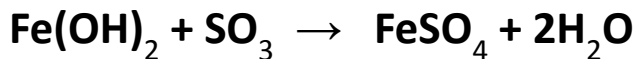


Химические свойства

1. Гидроксид железа (II) проявляется **основные свойства**, а именно реагирует с **кислотами**. При этом образуются соответствующие **соли**.



2. Гидроксид железа (II) взаимодействует с **кислотными оксидами сильных кислот**.

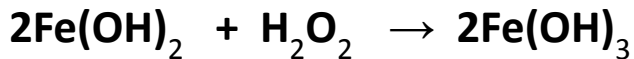


3. Гидроксид железа (II) проявляет сильные **восстановительные свойства**, и реагирует с **окислителями**. При этом образуются **соединения железа (III)**.

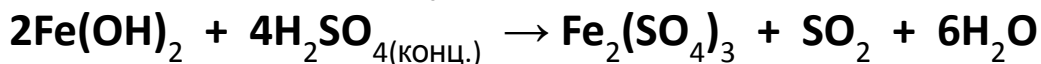
Например, гидроксид железа (II) взаимодействует с кислородом в присутствии воды:



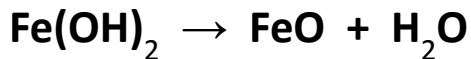
Гидроксид железа (II) взаимодействует с **пероксидом водорода**:



При растворении Fe(OH)_2 в **азотной или концентрированной серной кислотах** образуются соли железа (III):



4. Гидроксид железа (II) **разлагается** при нагревании:

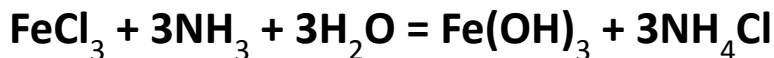


Гидроксид железа (III)

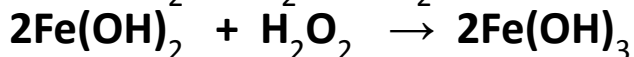
Способы получения

1. Гидроксид железа (III) можно получить действием раствора аммиака на соли железа (III).

Например, хлорид железа (III) реагирует с водным раствором аммиака с образованием гидроксида железа (III) и хлорида аммония:

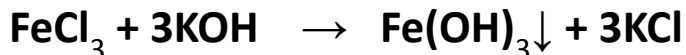


2. Окислением гидроксида железа (II) кислородом или пероксидом водорода:



3. Гидроксид железа (III) можно получить действием щелочи на раствор соли железа (III).

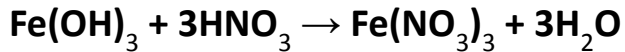
Например, хлорид железа (III) реагирует с раствором гидроксида калия с образованием гидроксида железа (III) и хлорида калия:



Химические свойства

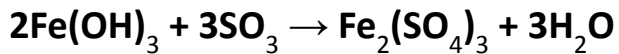
1. Гидроксид железа (III) проявляет слабовыраженные **амфотерные свойства**, с преобладанием основных. Как основание, гидроксид железа (III) реагирует с **растворимыми кислотами**.

Например, гидроксид железа (III) взаимодействует с **азотной кислотой** с образованием **нитрата железа (III)**:



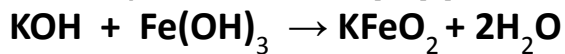
2. Гидроксид железа (III) взаимодействует с **кислотными оксидами сильных кислот**.

Например, гидроксид железа (III) взаимодействует с **оксидом серы (VI)** с образованием **сульфата железа (III)**:

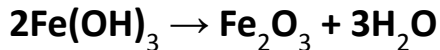


3. Гидроксид железа (III) взаимодействует с **растворимыми основаниями (щелочами)**. При этом в **расплаве** образуются **соли—ферриты**, а в **растворе реакция практически не идет**. При этом гидроксид железа (III) проявляет **кислотные свойства**.

Например, гидроксид железа (III) взаимодействует с **гидроксидом калия** в расплаве с образованием **феррита калия** и **воды**:

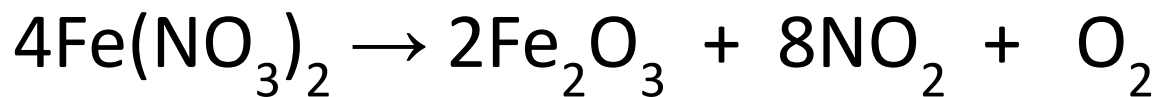


4. Гидроксид железа (III) **разлагается** при нагревании:



Нитраты железа

Нитрат железа (II) при нагревании разлагается на оксид железа (III), оксид азота (IV) и кислород:



Нитрат железа (III) при нагревании разлагается также на оксид железа (III), оксид азота (IV) и кислород:

