

Тема №1

1. Введение. Основные понятия и законы
2. Строение атомов и систематика химических элементов
3. Химическая связь и строение молекул
4. Химия вещества в конденсированном состоянии

1. Введение. Основные понятия и законы (часть 1)

Основные классы неорганических соединений

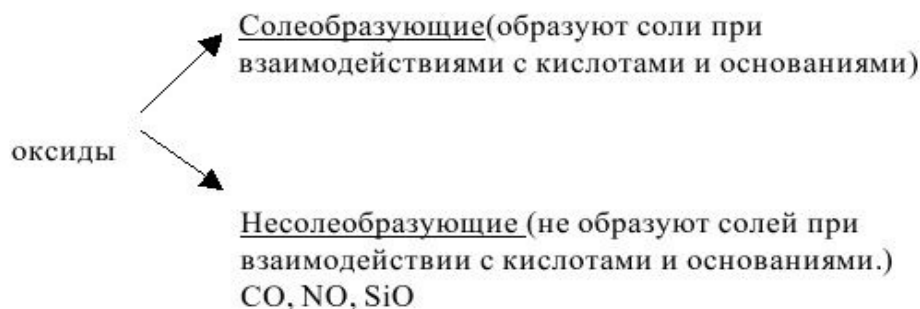
Известно более 100тысяч неорганических веществ. Все неорганические вещества делятся на простые и сложные. Все неорганические вещества делят на классы, каждый класс объединяет вещества, сходные по составу и по свойствам. *Простые вещества* делят на металлы и неметаллы. Деление в некоторой степени условно. Важнейшие классы *сложных* неорганических веществ: оксиды, основания, кислоты, соли.

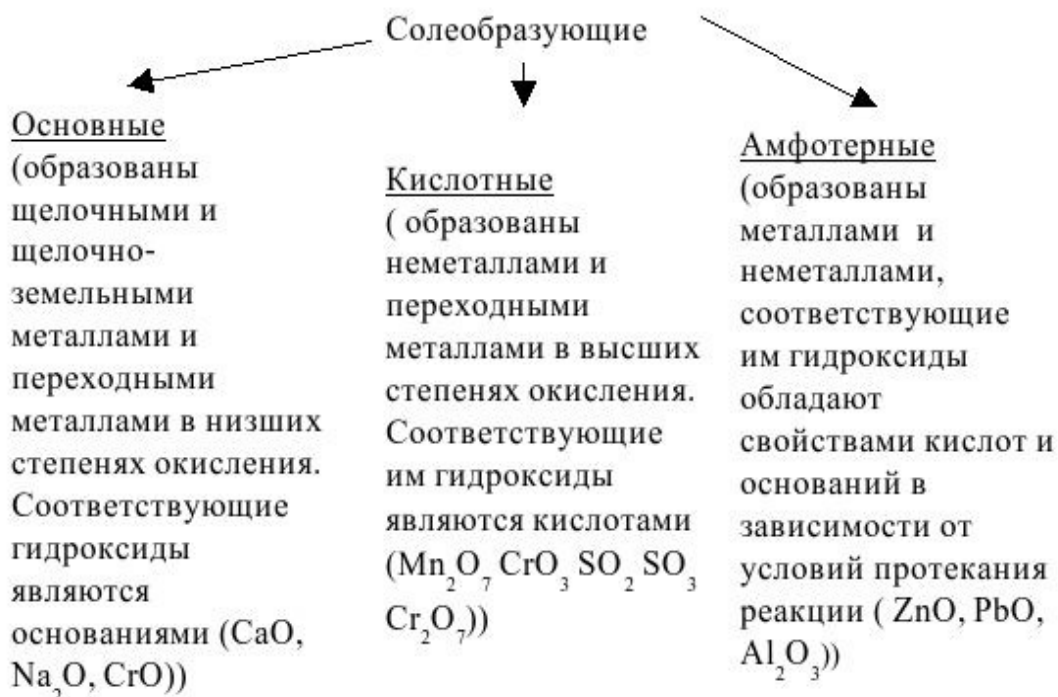
Оксиды

Оксиды - это бинарные соединения какого-либо элемента с кислородом. Общая формула- $\text{Э}_m\text{O}_n$ (например, K_2O , CaO , SO_2 , P_4O_{10}).

Номенклатура оксидов: слово «оксид» + название элемента в родительном падеже + валентность элемента (римская цифра (в скобках)). Если степень окисления постоянна, то ее не указывают. Например, оксид серы (IV), оксид углерода (II), оксид алюминия. В оксидах степень окисления кислорода равна «-2».

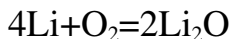
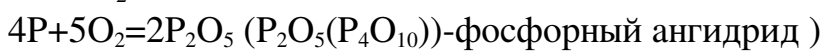
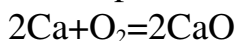
Классификация



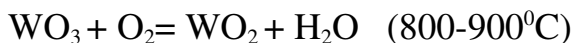


Получение оксидов

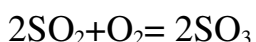
1. Из простых веществ:



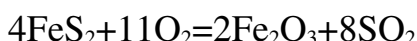
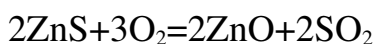
2. Восстановление высших оксидов водородом:



3. Окисление низших оксидов:



4. Окисление сложных соединений (обжиг сульфидов):



5. Окисление металлов и неметаллов оксидами и кислородсодержащими кислотами:



6. Термическое разложение сложных соединений (при температуре):

- Кислот $\text{H}_2\text{SiO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$
- Оснований $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
- Солей $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 \text{ (} 800^\circ\text{C)}$
- Пероксидов $2\text{BaO}_2 = 2\text{BaO} + \text{O}_2 \text{ (} 1100^\circ\text{C)}$

Физические свойства оксидов

По агрегатному состоянию: твердые (Al₂O₃, P₄O₁₀), жидкие (SO₃), газообразные (CO₂, NO₂).

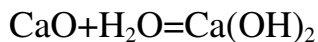
По растворимости в воде: растворимые (SO₂, K₂O), нерастворимые (CuO, SiO₂).

Имеют различный цвет.

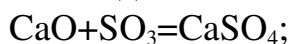
Химические свойства оксидов

- *Основные оксиды:*

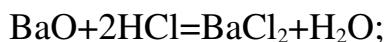
1. взаимодействие с водой (только оксиды щелочных и щелочно-земельных металлов):



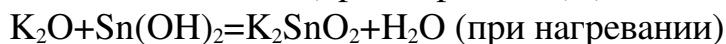
2. взаимодействие с кислотными оксидами:



3. взаимодействие с кислотами:

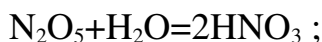


4. взаимодействие с амфотерными оксидами и гидроксидами:

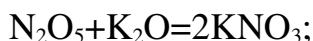


- *Кислотные оксиды:*

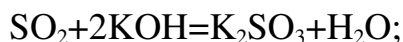
1. взаимодействие с водой:



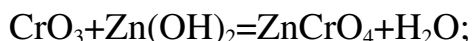
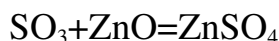
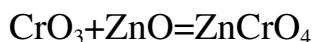
2. взаимодействие с основными оксидами:



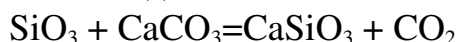
3. взаимодействие с основаниями:



4. взаимодействие с амфотерными оксидами и гидроксидами:



5. взаимодействие с солями:



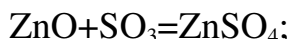
- *Амфотерные оксиды:*

1. в воде нерастворимы и с водой не взаимодействуют;

2. сплавление с оксидами щелочных и щелочноземельных металлов:



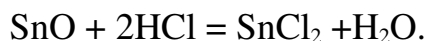
3. взаимодействие с кислотными оксидами :



4. взаимодействие с основаниями, образованными щелочными и щелочноземельными металлами:



5. взаимодействие с кислотами:



Кислоты

Кислоты - сложные химические соединения, в состав которых входят атомы водорода, способные замещаться атомами металла с образованием солей. Общая формула кислот: $H_x(As)$, где As – кислотный остаток (от англ - «acid» - кислота), кислотный остаток - это, например, Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , I

Номенклатура кислот: название бескислородной кислоты образуется из названия элемента + соединительная гласная “о”+ слово “водородная» кислота (например, хлороводородная кислота). Название оксокислоты (кислородсодержащей кислоты) образуется следующим образом: русское название кислотообразующего элемента с добавлением различных суффиксов, характеризующих его степень окисления + слово «кислота». Например:

$HClO$ -суффикс “оватистая» - хлорноватистая

$HClO_2$ - суффикс “истая» - хлористая

$HClO_3$ - суффикс “оватая» - хлорноватая

$HClO_4$ - суффикс “ая» - хлорная

Если степень окисления кислотообразующего элемента одна, а кислот несколько, появляются приставки: орто — H_5IO_6 , мезо - H_3IO_5 , мета- HIO_4

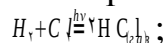
Если степень окисления одна, но образуется несколько кислот, отличающихся числом атомов центрального элемента, то появляются русские числительные: H_2CrO_4 – хромовая, H_2CrO_7 – двухромовая, $H_2Cr_3O_{10}$ – трихромовая.

Классификация

1. *по основности* – (основность – это число атомов водорода, способных замещаться на атомы металла в молекуле кислоты): одно-, двух- и многоосновные. Пример, HCl , HNO_3 - одноосновные; двух и многоосновные - H_2S , H_3PO_4 .
2. *по содержанию кислорода в молекуле кислоты:* бескислородные (примеры - HBr , H_2S); кислородсодержащие (оксокислоты) (примеры — HNO_3 , H_3PO_4).
3. *по степени диссоциации:* сильные кислоты (пример, $HClO_4$), средней силы (пример, H_3PO_4 , H_2SO_3), слабые (пример, H_2S , H_2CO_3 , H_2SiO_3).

Получение кислот

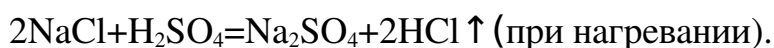
1. Из простых веществ:



2. Взаимодействие кислотных оксидов с водой:



3. Взаимодействие солей с кислотами (в состав соли должна входить более летучая, менее сильная кислота или образующаяся соль должна выпадать в осадок):



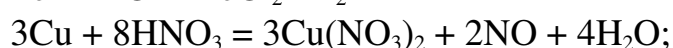
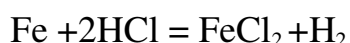
тв. конц.

Физические свойства кислот

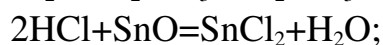
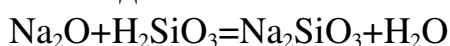
По агрегатному состоянию кислоты бывают: твердые (H_3BO_3 , H_2SiO_3), жидкие (H_2SO_4). Большинство кислот растворимо в воде, сравнительно легкоплавкие.

Химические свойства кислот

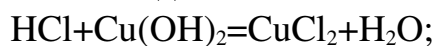
1. изменяют окраску индикаторов (при диссоциации образуют H^+) (кислый вкус);
2. взаимодействие с металлами (кислота вступает во взаимодействие с металлами, при этом в качестве окислителей могут выступать либо ионы водорода или ионы кислотного остатка; первые кислоты называют – кислоты-неокислители (HCl , разбавленная H_2SO_4), вторые являются кислотами-окислителями (HNO_3 , концентрированная H_2SO_4). Кислоты-неокислители взаимодействуют только с металлами, стоящими в ряду стандартных электродных потенциалов до водорода, а кислоты-окислители со всеми:



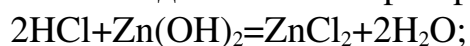
взаимодействие с основными и амфотерными оксидами:



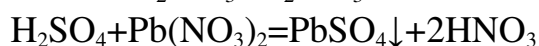
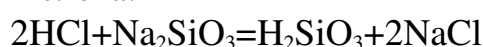
3. взаимодействие с основаниями:



4. взаимодействие с амфотерными гидроксидами:



5. взаимодействие с солями, если образуется нерастворимая соль или более слабая кислота, чем исходная, или образуется газ или нерастворимая кислота:



Основания

Основания – сложные химические соединения, состоящие из катиона металла (или сложных катионов, выполняющих функцию иона металла) и одного или нескольких гидроксид-ионов.

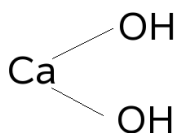
Общая формула- $\text{Me}(\text{OH})_y$ (например, NaOH , $\text{Co}(\text{OH})_3$)

Номенклатура оснований : слово «гидроксид» + название металла в родительном падеже + валентность металла (в случае переменной валентности (например, $\text{Co}(\text{OH})_3$ гидроксид кобальта (III))

Классификация

1. по числу гидроксо-групп:

одно-, двух-, многокислотные (NaOH, Ca(OH)₂, Co(OH)₃):



2. по растворимости в воде:

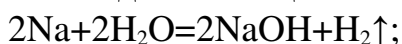
растворимые основания – гидроксиды щелочных, щелочноземельных металлов, а также NH₄OH, TiOH;

нерастворимые в воде - Cu(OH)₂, Fe(OH)₂;

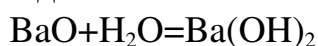
3. по степени диссоциации – сильные (CsOH), средней силы (Mg(OH)₂), слабые (NH₄OH).

Получение оснований

1. взаимодействие щелочных и щелочноземельных металлов с водой:

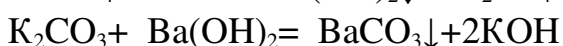
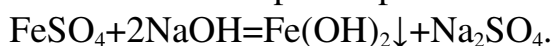


2. взаимодействие оксидов щелочных и щелочноземельных металлов с водой:



FeO + H₂O – реакция не идет;

3. взаимодействие соли со щелочью (если образуется нерастворимое основание или нерастворимая соль):



4. электролиз (например, водного раствора KCl)

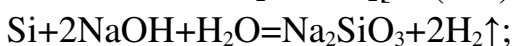
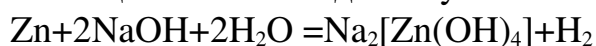
Физические свойства оснований

Все основания - твердые вещества (кроме NH₄OH), имеют разную окраску, большинство не растворяются в воде, растворимые — щелочи..

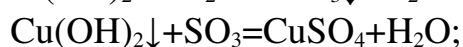
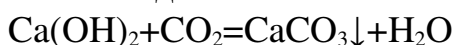
Химические свойства оснований

1. Общие свойства обусловлены присутствием гидроксид-ионов (OH⁻), образующихся при диссоциации оснований. Реакция среды – щелочная (изменение окраски индикаторов);

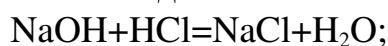
2. щелочи взаимодействуют с металлами и неметаллами:



3. взаимодействие оснований с кислотными оксидами:



4. взаимодействие оснований с кислотами :



5. взаимодействие оснований с растворимыми солями (для щелочей):



б. взаимодействие оснований с амфотерными оксидами и гидроксидами (для щелочей):

$\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$ $2\text{NaOH} + \text{Al}_2\text{O}_3 = 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (при сплавлении).

Амфотерные гидроксиды

Амфотерные гидроксиды - сложные вещества, имеющие свойства кислот и оснований. (Пример : $\text{Zn}(\text{OH})_2 \equiv \text{H}_2\text{ZnO}_2$; $\text{Al}(\text{OH})_3 \equiv \text{H}_3\text{AlO}_3$). Название амфотерному гидроксиду можно давать и как кислоте, и как основанию (Например: «гидроксид цинка», «цинковая кислота»).

Физические свойства - твердые вещества, нерастворимы в воде, как правило, белого цвета.

Химические свойства - взаимодействуют и с кислотами и со щелочами:

$\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;

$\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$ - образуется тетрагидроксоплюмбит натрия;

$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (при сплавлении).

Соли

Соли - сложные вещества, которые можно рассматривать как продукты замещения атомов водорода в кислоте атомами металла или продукты замещения гидроксид-ионов в молекуле основания кислотными остатками. Пример: $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$; $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Состав нормальной соли - $\text{Me}_x(\text{Ac})_y$

Номенклатура солей: название аниона в именительном падеже + название катиона в родительном падеже (если валентность металла меняется, то она указывается в скобках). Например: $(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ - сульфат железа (III)). Для кислой соли в названии появляется приставка «гидро-», «дигидро-», для основной – приставка - «гидроксо-», «дигидроксо-». $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ - дигидрофосфат кальция.

Классификация

1. *По составу*:

средние (нормальные) (CuSO_4), кислые (KHSO_3), основные ($\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$). Существуют и другие типы солей: смешанные, двойные, комплексные.

2. *по растворимости* : хорошо растворимые (р.), малорастворимые (м.); практически нерастворимые (н.).

Получение солей

1. взаимодействие металлов и неметаллов:

$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$;

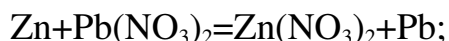
2. взаимодействие металлов с кислотами:

$\text{Cd} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CdSO}_4 + \text{H}_2$;

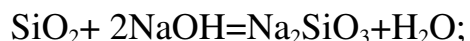
3. взаимодействие основных и кислотных оксидов:

$\text{SO}_3 + \text{CaO} = \text{CaSO}_4$;

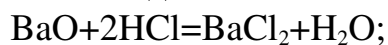
4. взаимодействие металлов с солями:



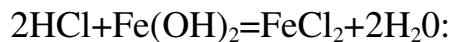
5. взаимодействие кислотных и амфотерных оксидов со щелочами:



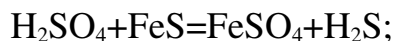
5. взаимодействие основных и амфотерных оксидов с кислотами:



6. взаимодействие кислот с основаниями и амфотерными гидроксидами:



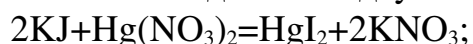
7. взаимодействие кислот с солями:



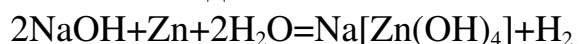
8. взаимодействие щелочей с солями:



9. взаимодействие двух солей:



10. взаимодействие металлов и неметаллов со щелочами:



Физические свойства солей

Большинство солей – это твердые вещества белого цвета, некоторые окрашены. В воде растворимы, малорастворимы, нерастворимы (таблица растворимости), сравнительно высокие температуры плавления.

Химические свойства солей

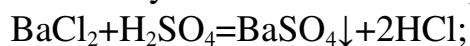
Средние соли в воде диссоциируют на ионы сразу, кислые и основные ступенчато.

1. взаимодействие с металлами (зависит от положения металла в ряду стандартных электродных потенциалов):

$\text{Cu} + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Hg}$ – более активный металл вытесняет менее активный из раствора его соли;

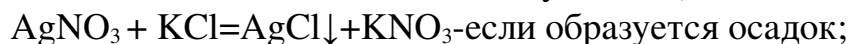
P.S. Не рекомендуется писать уравнения взаимодействия щелочных и щелочноземельных металлов (до Mg) с растворами солей, так как в первую очередь металл будет взаимодействовать с водой;

2. взаимодействие солей с кислотами (если образуется более слабая, летучая кислота или нерастворимая соль):

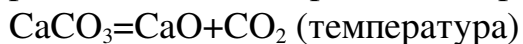


3. взаимодействие солей с растворимыми основаниями (для растворимых солей): $\text{FeCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{KCl}$ (должен образоваться осадок);

4. взаимодействие солей между собой (только для растворимых солей):

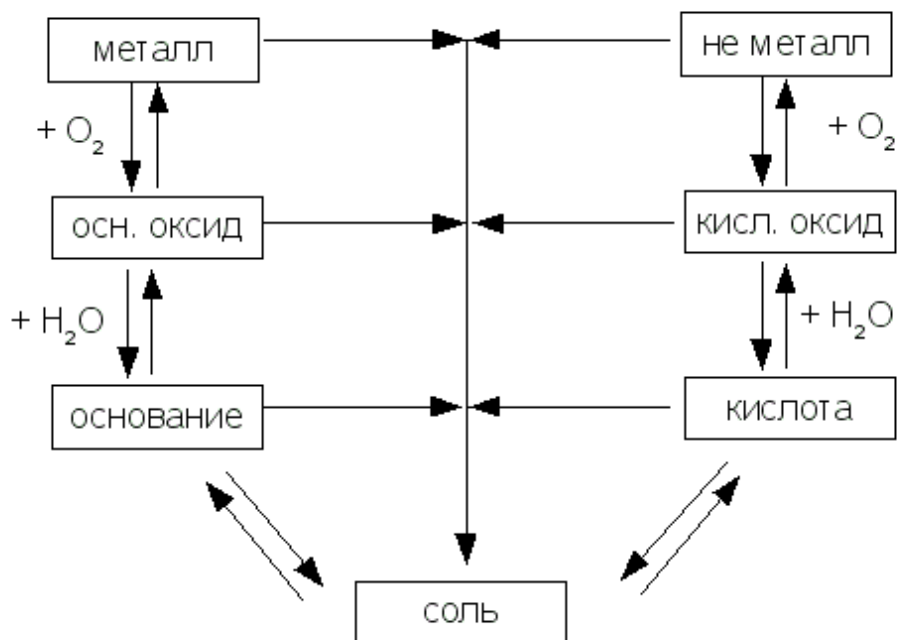


5. разложение некоторых солей при нагревании (карбонаты, нитраты):



6. основные и кислые соли реагируют с эквивалентным количеством кислоты или основания с образованием средней соли и воды:
 $\text{NaHSO}_4 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$:
 $\text{CuOHCl} + \text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Генетическая связь между классами неорганических соединений



Контрольные вопросы

1. Назовите важнейшие классы сложных неорганических веществ.
2. На какие типы делятся солеобразующие оксиды?
3. Какие элементы образуют амфотерные оксиды?
4. Среди следующих соединений найдите основания и назовите их: HNO_2 ? NaOH , HCl , P_2O_5 , NaHCO_3 , CH_3COOH , $\text{Cd}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$, $\text{Ra}(\text{OH})_2$.
5. Напишите формулы и названия оксидов, гидратами которыми являются следующие кислоты: H_2SiO_3 , HNO_2 , H_2CrO_4 , HClO_3 , H_3PO_4 .
6. Что называется щелочами?
7. Классифицируйте следующие основания по кислотности: RbOH , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_3$, TlOH .
8. Что такое кислые и основные соли? Приведите примеры.
9. Осуществите превращения (напишите уравнения в молекулярной и ионно-молекулярной форме):
 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{FeOH}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
10. Осуществите превращения (напишите уравнения в молекулярной и ионно-молекулярной форме)
 $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$