

## Неорганическая химия

### Совместный гидролиз солей

Например:

[Задача 1.1.](#) Что получится при сливании водных растворов хлорида алюминия и сульфида натрия (напишите уравнение реакции)?

[Задача 1.2.](#) Что получится при сливании водных растворов хлорида железа (III) и карбоната натрия (напишите уравнение реакции)?

Ответы внизу

Совместный гидролиз часто встречается в задачах С2, где его не так-то просто обнаружить. Вот пример:

[Задача 1.3.](#) Порошок металлического алюминия смешали с твердым иодом и добавили несколько капель воды. К полученной соли добавили раствор гидроксида натрия до выпадения осадка. Образовавшийся осадок растворили в соляной кислоте. При последующем добавлении раствора карбоната натрия вновь наблюдали выпадение осадка. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

Ответы внизу

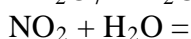
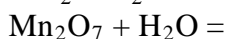
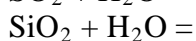
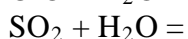
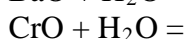
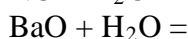
### Реакции оксидов с водой

Вопрос: Когда оксиды реагируют с водой?

Ответ: с водой реагируют только солеобразующие оксиды и только если получается растворимый гидроксид.

Например:

[Задача 2.1.](#) Запишите уравнения осуществимых реакций:



Ответы внизу

### Гидриды металлов и их свойства

Водород способен реагировать с активными металлами (преимущественно стоящими до алюминия в ряду активности металлов, то есть это щелочные и щелочно-земельные металлы). При этом образуются гидриды, например: LiH, CaH<sub>2</sub>.

В гидридах степень окисления водорода равна -1!

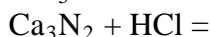
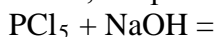
Гидриды – это бинарные соединения, а потому способны гидролизоваться.

[Задача 3.1](#) Запишите уравнения гидролиза гидрида натрия, гидрида магния.

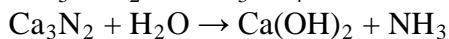
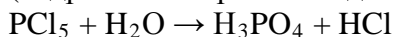
Ответы внизу

### Щелочной или кислотный гидролиз бинарных соединений

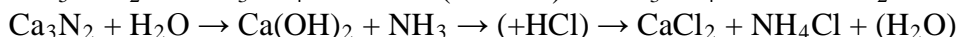
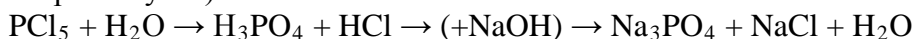
Для школьного курса – экзотическая вещь, но вот в ЕГЭ-2014 встретилось... Речь идет о таких, например, реакциях:



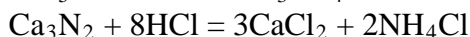
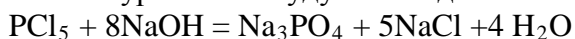
Здесь можно рассуждать так. Щелочь (NaOH) или кислота (HCl) реагируют с бинарным соединением в растворе. А это значит, что фактически сначала идет реакция с водой (гидролиз бинарного соединения):



А затем продукты гидролиза реагируют с щелочью (в первом случае) или с кислотой (во втором случае):

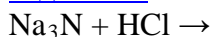


В итоге уравнения будут выглядеть так:



Поупражняйтесь:

[Задача 3.2](#) Рассуждая аналогично, определите, что получится при взаимодействии:



Ответы внизу

## Аммиак и его свойства

**1) Аммиак реагирует с кислотами, присоединяя протон по донорно-акцепторному механизму и образуя при этом соли аммония.**

[Задача 4.1](#). Через раствор серной кислоты пропустили аммиак. Какие две соли при этом могут образоваться? От чего это зависит? Напишите уравнения реакций.

Ответы внизу

**2) Водный раствор аммиака обладает свойствами слабой щелочи, поэтому с его помощью можно осаждать нерастворимые гидроксиды металлов.**

[Задача 4.2](#). Через водный раствор сульфата хрома (III) пропустили избыток аммиака. Запишите уравнение реакции.

Ответы внизу

**3) Аммиак – восстановитель. В частности, способен восстанавливать металлы из оксидов.**

[Задача 4.3](#). Через оксид меди (II) пропустили поток аммиака при нагревании. Напишите уравнение реакции.

Ответы внизу

**4) Аммиак способен быть лигандом и может образовывать комплексы – аммиакаты. Особенно вероятно упоминание в ЕГЭ аммиачного комплекса меди, так как он имеет ярко-синее окрашивание и может использоваться для обнаружения соединений двухвалентной меди.**

[Задача 4.4](#). К раствору сульфата меди (II) добавили избыток водного раствора аммиака. Запишите уравнение реакции.

Ответы внизу

## Реакции комплексных соединений

Включать в ЕГЭ такие задания – это подлость, так как химия комплексных соединений в школе не изучается. Но что делать...

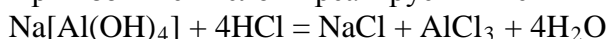
Попробуем запомнить хоть немного:

1) гидроксокомплексы разрушаются кислотами и кислотными оксидами

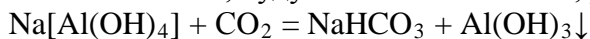
При небольшом количестве кислоты - реагирует только внешняя сфера:



При избытке кислоты реагирует и внешняя сфера и комплексобразователь:

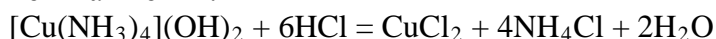


Углекислый газ, будучи слабой кислотой, реагирует только со внешней сферой:

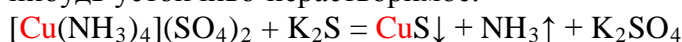


(кислая соль получается, так как реакция идет при избытке углекислого газа)

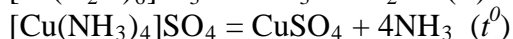
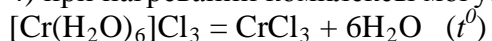
2) аммиачные комплексы разрушаются кислотами, которые связывают аммиак в прочные ионы аммония:



3) комплексы также могут реагировать, если комплексобразователь переходит во что-нибудь устойчиво-нерастворимое:



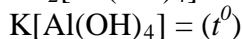
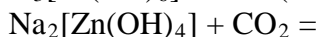
4) при нагревании комплексы могут разлагаться с удалением летучих лигандов:



Попробуйте запомнить хотя бы эти примеры и увидеть в них некие закономерности.

Будем надеяться, что этого хватит. А вот упражнения:

[Задача 5.1](#) Закончите уравнения реакций с участием комплексов:



Ответы внизу

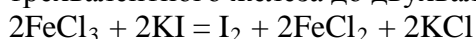
## Восстановительные свойства иона I<sup>-</sup>

Ион иода (I<sup>-</sup>) (например: HI, NaI, KI) в большинстве реакций участвует не в реакциях обмена, а является восстановителем.

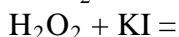
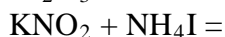
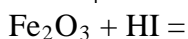
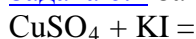
Например:

в реакции  $\text{FeCl}_3 + \text{KI}$  получается вовсе не  $\text{FeI}_3$  и  $\text{KCl}$ , а идет восстановление

трехвалентного железа до двухвалентного:



[Задача 6.1](#) Запишите уравнения реакций:



Ответы внизу

## С наибольшей скоростью реагируют между собой...

Вообще с наибольшей скоростью идут те реакции, которые сопровождаются взрывами. А при обычных условиях – реакции ионного обмена в водных растворах.

**Почему? Потому что в них участвуют электролиты, которые уже диссоциированы, связи разрушены. Поэтому ничто не мешает ионам моментально соединиться между собой. Можно считать, что активационный барьер такой реакции приближается к нулю.**

Например:

Какие вещества реагируют между собой с наибольшей скоростью при комнатной температуре:

1) HCl(р-р) и NaOH(р-р)

2) S(тв.) и H<sub>2</sub>(г)

3) CO<sub>2</sub>(г) и H<sub>2</sub>O(ж)

4) FeS<sub>2</sub>(тв.) и O<sub>2</sub>(г)

Правильный ответ – 1), так как это реакция ионного обмена.

## Смешанные оксиды Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

Железо образует смешанный оксид – железную окалину Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (FeO · Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) со степенями окисления +2 и +3.

Свинец образует смешанный оксид – сурик Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (2PbO · PbO<sub>2</sub>) со степенями окисления +2 и +4.

При реакциях этих оксидов с кислотами могут получаться сразу две соли:



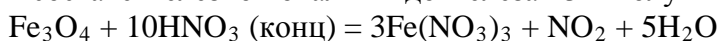
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 = 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (PbO<sub>2</sub> амфотерен, поэтому в соль не превращается).

## Переходы Fe<sup>+2</sup> ↔ Fe<sup>+3</sup> и Cu<sup>+1</sup> ↔ Cu<sup>+2</sup>

Вот несколько сложных ситуаций:

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + HNO<sub>3</sub> = что получится?

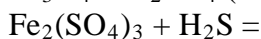
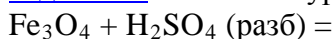
Казалось бы, должны получиться две соли и вода: Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O (смотри предыдущий раздел), но HNO<sub>3</sub> – сильный окислитель, поэтому будет окислять железо +2 в составе железной окалины до железа +3 и получится только одна соль:



Аналогично в реакции Cu<sub>2</sub>O + HNO<sub>3</sub> может показаться, что продуктами будут CuNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. А на самом деле одновалентная медь (Cu<sup>+1</sup><sub>2</sub>O) может окисляться до двухвалентной, поэтому пойдет окислительно-восстановительная реакция:



[Задача 7.1](#). Запишите уравнения реакций:



Ответы внизу

## Некоторые стандартные начала С2

[Задача 8.1](#) Смесь гидросульфата и сульфата натрия обработали избытком гидроксида натрия... Таковую же смесь обработали избытком гидроксида бария...

[Задача 8.2](#) Смесь порошков меди и оксида меди (II) нагрели с избытком концентрированной серной кислоты...

[Задача 8.3](#) Смесь порошков меди и оксида меди (II) нагрели с избытком соляной кислоты...

[Задача 8.4](#) Смесь сульфида цинка и оксида цинка обработали избытком соляной кислоты...

[Задача 8.5](#) Смесь порошков меди (I) и оксида меди (II) нагрели с избытком концентрированной серной кислоты...

Ответы внизу

## Разложение нитратов

В целом разложение нитратов происходит согласно известной схеме, и состав продуктов зависит от расположения металла в ряду активности. Но есть сложные ситуации:

[Задача 9.1](#) Какие продукты получатся при разложении нитрата железа (II)? Запишите уравнение реакции.

[Задача 9.2](#) Какие продукты получатся при разложении нитрата меди (II)? Запишите уравнение реакции.

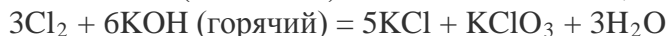
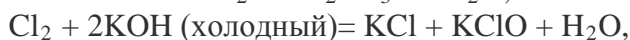
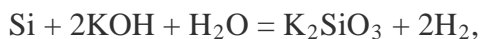
Ответы внизу

## Какие неметаллы реагируют с щелочью, а какие – нет?

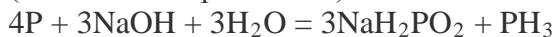
Нам надо знать, что из неметаллов, упоминаемых в школьном курсе:

C, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> – не реагируют с щелочами

Si, S, P, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, F<sub>2</sub> – реагируют:



(аналогично бром и иод)



## Органическая химия

### Тривиальные названия

Надо знать, какие органические вещества соответствуют названиям:

изопрен, дивинил, винилацетилен, толуол, ксилол, стирол, кумол, этиленгликоль, глицерин, формальдегид, уксусный альдегид, пропионовый альдегид, ацетон, первые шесть предельных одноосновных кислот (муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая, капроновая), акриловая кислота, стеариновая кислота, пальмитиновая кислота, олеиновая кислота, линолевая кислота, щавелевая кислота, бензойная кислота, анилин, глицин, аланин. Не путайте пропионовую кислоту с пропеновой!! Соли важнейших кислот: муравьиной – формиаты, уксусной – ацетаты, пропионовой – пропионаты, масляной – бутираты, щавелевой – оксалаты. Радикал –CH=CH<sub>2</sub> называется винил!!

Заодно и некоторые неорганические тривиальные названия:

Поваренная соль (NaCl), негашеная известь (CaO), гашеная известь (Ca(OH)<sub>2</sub>), известковая вода (раствор Ca(OH)<sub>2</sub>), известняк (CaCO<sub>3</sub>), кварц (он же кремнезем или диоксид кремния – SiO<sub>2</sub>), углекислый газ (CO<sub>2</sub>), угарный газ (CO), сернистый газ (SO<sub>2</sub>), бурый газ (NO<sub>2</sub>), питьевая или пищевая сода (NaHCO<sub>3</sub>), кальцинированная сода (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>),

аммиак (NH<sub>3</sub>), фосфин (PH<sub>3</sub>), силан (SiH<sub>4</sub>), пирит (FeS<sub>2</sub>), олеум (раствор SO<sub>3</sub> в концентрированной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), медный купорос (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O).

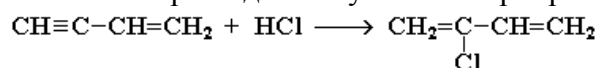
## Некоторые редкие реакции

### 1) Образование винилацетилена:

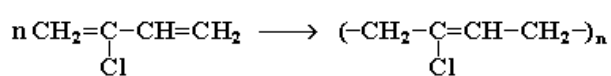


Винилацетилен далее способен вступать в реакции присоединения и, в частности.

Является сырьем для получения хлоропрена, из которого делают хлоропреновый каучук:

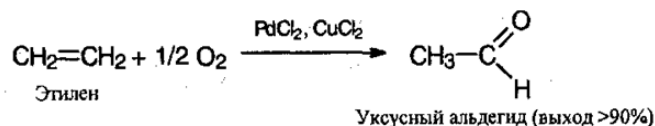


*Хлоропрен*  
(2-хлорбутадиен-1,3)



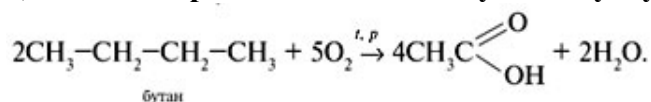
*Полихлоропрен*

### 2) Реакция прямого окисления этилена в уксусный альдегид:



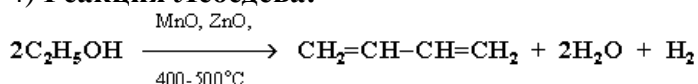
Эта реакция коварна тем, что мы хорошо знаем, как ацетилен превращается в альдегид (реакция Кучерова), а если в цепочке встретится превращение этилен → альдегид, то это может нас поставить в тупик. Так вот, имеется в виду эта реакция!

### 3) Реакция прямого окисления бутана в уксусную кислоту:



Эта реакция лежит в основе промышленного производства уксусной кислоты.

### 4) Реакция Лебедева:



## Отличия фенолов от спиртов

Огромное количество ошибок в таких заданиях!!

1) Следует помнить, что фенолы более кислотны, чем спирты (связь O-H в них более полярна). Поэтому спирты не реагируют с щелочью, а фенолы реагируют и с щелочью, и некоторыми солями (карбонаты, гидрокарбонаты).

Например:

[Задача 10.1](#)

Какие из этих веществ реагируют с литием:

а) этиленгликоль, б) метанол, в) фенол, г) кумол, д) глицерин.

[Задача 10.2](#)

Какие из этих веществ реагируют с гидроксидом калия:

а) этиленгликоль, б) стирол, в) фенол, г) этанол, д) глицерин.

[Задача 10.3](#)

Какие из этих веществ реагируют с гидрокарбонатом цезия:

а) этиленгликоль, б) толуол, в) пропанол-1, г) фенол, д) глицерин.

2) Следует помнить, что спирты реагируют с галогеноводородами (эта реакция идет по связи С-О), а фенолы нет (в них связь С-О из-за эффекта сопряжения малоподвижна).

## Дисахариды

Основные дисахариды: **сахароза, лактоза и мальтоза** имеют одинаковую формулу  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

О них следует помнить:

- 1) что они способны гидролизоваться на те моносахариды, из которых состоят: **сахароза** – на глюкозу и фруктозу, **лактоза** – на глюкозу и галактозу, **мальтоза** – на две глюкозы.
- 2) что лактоза и мальтоза обладают альдегидной функцией, то есть являются восстанавливающими сахарами (в частности, дают реакции «серебряного» и «медного» зеркала), а сахароза – невосстанавливающий дисахарид, не имеет альдегидной функции.

## Механизмы реакций

Будем надеяться, что достаточно следующих знаний:

- 1) для алканов (в том числе в боковых цепях аренов, если эти цепи предельные) характерны реакции **свободнорадикального замещения** (с галогенами), которые идут по **радикальному механизму** (инициирование цепи – образование свободных радикалов, развитие цепи, обрыв цепи на стенках сосуда или при соударении радикалов);
- 2) для алкенов, алкинов, аренов характерны реакции **электрофильного присоединения**, которые идут по **ионному механизму** (через образование **пи-комплекса** и **карбокатиона**).

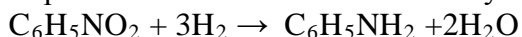
## Особенности бензола

1. Бензол в отличие от других аренов не окисляется перманганатом калия.
2. Бензол и его гомологи способны вступать в **реакцию присоединения** с водородом. Но только бензол способен также вступать в **реакцию присоединения** с хлором (только бензол и только с хлором!). При этом все арены способны вступать в **реакцию замещения** с галогенами.

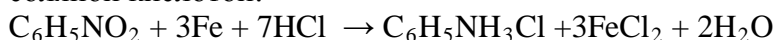
## Реакция Зинина

Восстановление нитробензола (или аналогичных ему соединений) в анилин (или другие ароматические амины). Эта реакция в одном из ее видов почти обязательно встретится!

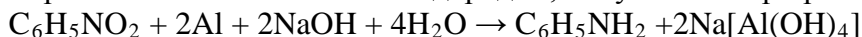
Вариант 1 – восстановление молекулярным водородом:



Вариант 2 – восстановление водородом, полученным при реакции железа (цинка) с соляной кислотой:



Вариант 3 – восстановление водородом, полученным при реакции алюминия с щелочью:



## Свойства аминов

Почему-то свойства аминов запоминаются хуже всего. Возможно, это связано с тем, что амины изучаются в курсе органической химии последними, и их свойства не удается повторить, изучая другие классы веществ. Поэтому рецепт такой: просто выучить все свойства аминов, аминокислот и белков.

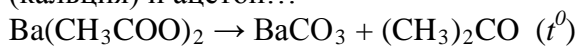
## Реакции аминов с азотистой кислотой

Эта реакция нами почти не упоминалась, а потому есть все шансы встретить ее в ЕГЭ. Реакция используется для различения первичных, вторичных и третичных аминов. Надеюсь, что уравнения реакций знать не потребуется. Запомните:  
**первичные и вторичные амины реагируют с азотистой кислотой ( $\text{HNO}_2$ ), а третичные амины – нет.**

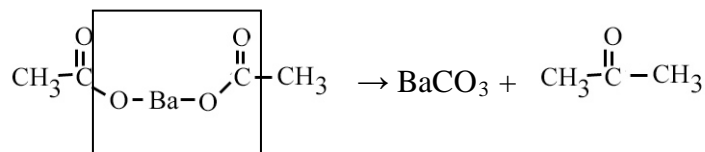
## Разложение ацетатов

Почему-то составители ЕГЭ считают, что нужно знать, как разлагаются ацетаты. Хотя в учебниках этой реакции нет. Разные ацетаты разлагаются по-разному, но давайте запомним реакцию, которая попадает в ЕГЭ:

при термическом разложении ацетата бария (кальция) получается карбонат бария (кальция) и ацетон!!!



По сути, при этом происходит декарбоксилирование:



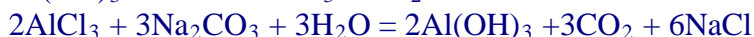
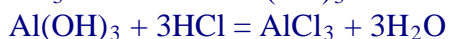


# Ответы:

1.1. При совместном гидролизе солей, одна из которых гидролизуется по катиону, а другая – по аниону, гидролиз взаимно усиливается и идет до образования конечных продуктов гидролиза обеих солей:  $2\text{AlCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow + 6\text{NaCl}$

1.2. Аналогично:  $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow + 6\text{NaCl}$

1.3. Последовательность реакций:



2.1.

$\text{NO} + \text{H}_2\text{O} =$  не реагируют (так как несолеобразующий оксид)

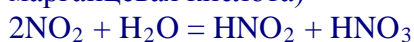
$\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ba}(\text{OH})_2$  (реагируют, так как получается растворимый гидроксид)

$\text{CrO} + \text{H}_2\text{O} =$  (не реагируют, так как гидроксид хрома (II) нерастворим)

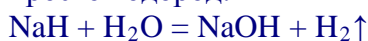
$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$  (реагируют, так как получается растворимый гидроксид)

$\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} =$  (не реагируют, так как гидроксид кремния (IV), то есть кремниевая кислота - нерастворима)

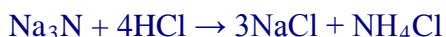
$\text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HMnO}_4$  (реагируют, так как получается растворимый гидроксид – марганцевая кислота)



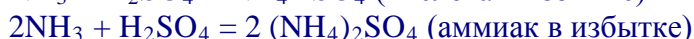
3.1. При гидролизе бинарных соединений получается гидроксид первого элемента и водородное соединение второго элемента. В случае гидрида вторым продуктом будет просто водород:



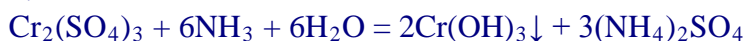
3.2



4.1 При пропускании аммиака через растворы многоосновных кислот могут получаться средние или кислые соли, в зависимости от того, какой из реагентов в избытке:



4.2

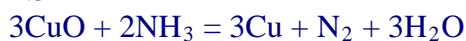


(Фактически это та же реакция, что и:

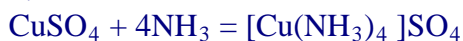


но формулу  $\text{NH}_4\text{OH}$  сейчас писать не принято).

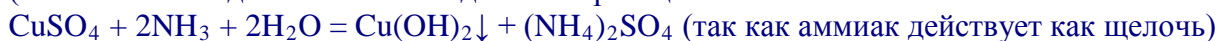
4.3



4.4

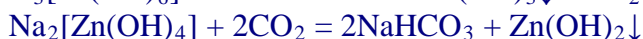
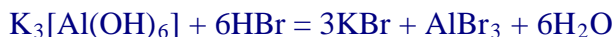


(Хотя на самом деле сначала пойдет такая реакция:



В общем, в любом случае при достаточном количестве аммиака получится комплекс и ярко-синее окрашивание!

### 5.1



### 6.1

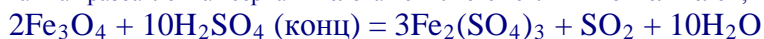
$2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} = 2\text{CuI} + \text{I}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$  (двухвалентная медь восстанавливается до одновалентной)



### 7.1



так как разбавленная серная кислота не является сильным окислителем, то идет обычная обменная реакция.

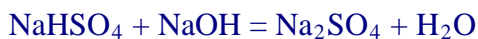


так как концентрированная серная кислота является сильным окислителем, то железо +2 окисляется до железа +3.

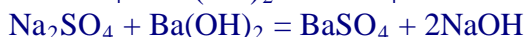


так как сероводород является восстановителем, то железо +3 восстанавливается до железа +2.

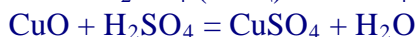
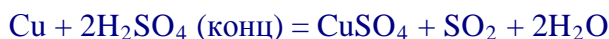
### 8.1



$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH}$  – не реагируют

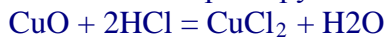


### 8.2

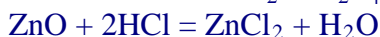
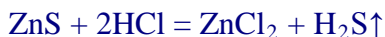


### 8.3

$\text{Cu} + \text{HCl}$  – не реагируют

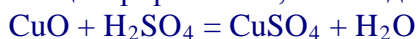


### 8.4



### 8.5

$\text{Cu}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  (тут дело в том, что, поскольку кислота концентрированная, то она доокисляет  $\text{Cu}^{+1}$  до  $\text{Cu}^{+2}$ ).



### 9.1

Казалось бы, при разложении нитрата железа (II) должны получиться оксид железа (II), оксид азота (IV) и кислород. Но хитрость в том, что поскольку в оксиде железа (II) железо имеет не высшую степень окисления, а в реакции выделяется кислород, то железо будет окисляться до +3 и получится оксид железа (III):



В этой реакции сразу два восстановителя – железо и кислород. С коэффициентами будет так:



9.2

В этой реакции ничего особенного нет, кроме того, что часто забывают, что медь относится еще к тем металлам, при разложении которых получается оксид металла, а не сам металл:



А вот все металлы, которые за медью, при разложении своих нитратов будут давать уже просто металл.

10.1

Правильные ответы: а,б,в,д (в кумоле вообще нет гидроксильной группы, это арен).

10.2

Правильные ответы: в (в стироле вообще нет гидроксильной группы, это арен).

10.3

Правильные ответы: нет правильного ответа (в толуоле вообще нет гидроксильной группы, это арен. Фенол недостаточно кислотный. Могла бы реагировать какая-нибудь карбоновая кислота.).