

# Практическая работа 7

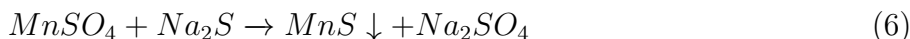
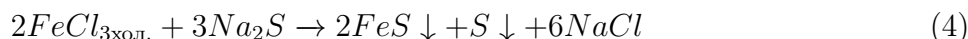
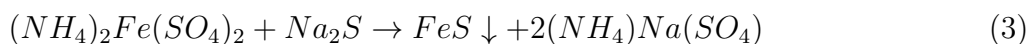
## Свойства неметаллов IV-VI групп и их соединений

Лаврентюк Дарья Б06-401

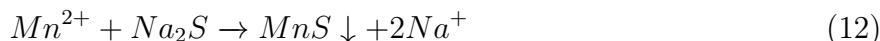
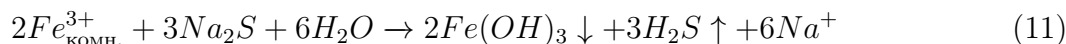
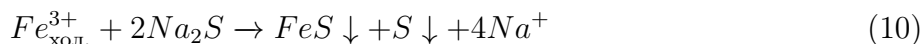
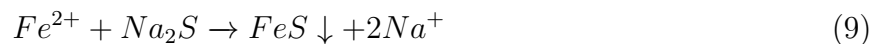
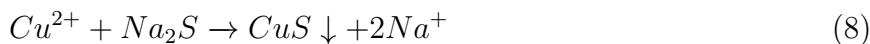
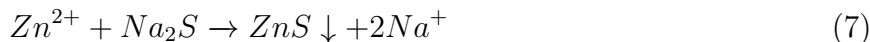
19 февраля 2025 г.

### 1. Осаждение сульфидов и их свойства

Нальем в пробирки по 1 мл растворов солей цинка, меди(II), железа(II), железа(III) (2 пробирки), марганца(II). В каждую пробирку добавим по несколько капель раствора сульфида натрия или сульфида аммония. Одну из пробирок с раствором соли железа(III) предварительно охладим снегом или льдом. Как известно, у сероводородной кислоты довольно большое количество солей являются осадками, также с некоторыми катионами металлов идет полный необратимый гидролиз. Молекулярные уравнения:

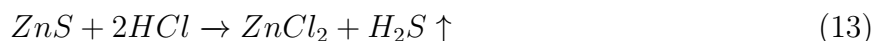


Ионные уравнения:

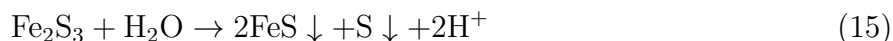


Сульфид цинка - белый осадок, меди - черный, железа (II) - черный, марганца - бежевого цвета. Важно также отметить, что в случае реакции солей железа (III) с сульфид анионом идут конкурирующие процессы(ОВР и гидролиз), но в случае холодного раствора преобладает ОВР, а при комнатной температуре - гидролиз. Далее мы попробовали растворить

полученные сульфиды в соляной кислоте, растворились все кроме меди, запишем реакцию например для сульфида цинка, остальные аналогичны:



Соль меди не растворилась, это связано с ее очень низким произведением растворимости. При взаимодействии ионов  $Fe^{3+}$  с  $S^{2-}$  возможны различные реакции, зависящие от концентрации реагентов и их последовательности добавления. При избытке  $S^{2-}$  образуется неустойчивый черно-бурый осадок  $Fe_2S_3$ , который легко разлагается в воде до серы и черного осадка  $FeS$ :



$Fe^{3+}$  - окислитель, поэтому возможна реакция окисления  $S^{2-}$  до элементарной серы, при этом железо восстанавливается:



Если добавлять серу к железу, сера будет окисляться, в результате чего получится  $Fe^{2+}$  и  $S$ . Если сначала добавить  $Fe^{3+}$  к  $S^{2-}$ , то сначала будет образовываться  $Fe_2S_3$ , но затем он распадется до  $FeS$  и  $S$ .

## 2. Восстановительные свойства сульфидов

В две пробирки нальем по 1 мл раствора сульфида натрия. В одну пробирку добавим 1 мл полученной бромной воды, в другую – столько же иодной воды. Как известно, сера в степени окисления -2 является довольно неплохим восстановителем, мы проверили это на реакциях с галогенами:



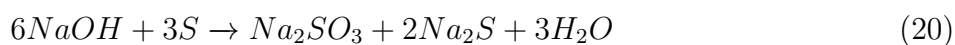
Также в реакциях с галогенами может происходить образование соединений серы и в более высоких степенях окисления (сульфатов, например)

## 3. Получение серы и растворение ее в щелочи

Нальем в пробирку 1 мл раствора тиосульфата натрия и добавим к нему несколько капель разбавленной серной кислоты. Подождем несколько минут до выпадения желтого осадка серы. Получаем серу по следующей реакции:



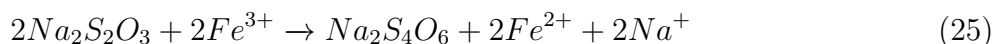
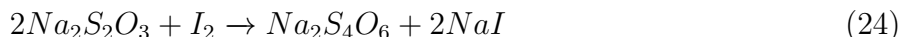
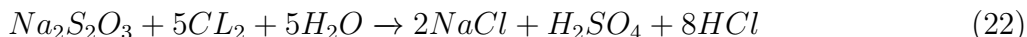
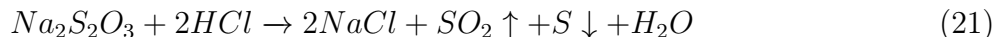
Далее приливаем туда щелочь и наблюдаем диспропорционирование:



Диспропорционирование - тип ОВР, в которых один и тот же элемент поднимает и опускает СО.

## 4. Свойства тиосульфатов

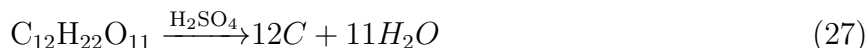
Возьмем 6 пробирок и налейте в каждую по 1 мл раствора тиосульфата натрия. Добавим хлорную, бромную, йодную воду, соляную кислоту, соль железа (III), соль меди (II). Тиосульфаты - соли тиосерной кислоты, в них сера как бы находится в двух разных степенях окисления. Тиосульфаты являются довольно реакционно способными:



В реакции с соляной кислотой наблюдаем образование взвеси серы и выделение диоксида серы, в реакциях с галогенами - обесцвечивание их растворов, в реакциях с железом (III) темно-коричневый раствор, с медью (II) желтая окраска.

## 5. Взаимодействие серной концентрированной кислоты с органическими и неорганическими веществами

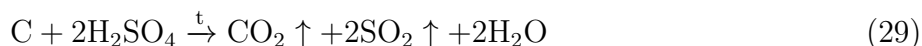
а) Серная концентрированная кислота способна обугливать сахара, что она и делает с сахарозой. В ходе реакции выделяется тепло, образуется пористая углеродная масса. Происходит дегидратация сахарозы:



б) Фильтровальная бумага состоит из целлюлозы, которая тоже дегидратируется. Сначала она желтеет, потом буреет и окончательно чернеет:



в) При нагревании порошка угля с концентрированной серной кислотой происходит реакция окисления с образованием угарного газа:

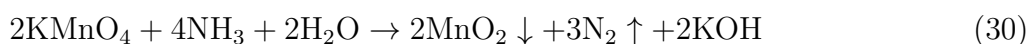


Из опытов а, б, в можно сделать вывод что серная кислота является хорошим дегидратационным агентом, так как она активно забирает воду из органических соединений. Это связано с высокой полярностью молекулы, большой энтальпией гидратации и хорошими окислительными способностями.

## 6. Свойства аммиака и солей аммония

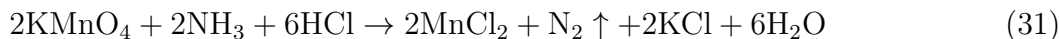
а) Перманганат калия + водный раствор аммиака

При нагревании раствора идет окислительно восстановительная реакция:



В ходе нее перманганат обесцвечивается, а затем появляется бурый осадок  $MnO_2$ . Выделяется газообразный азот

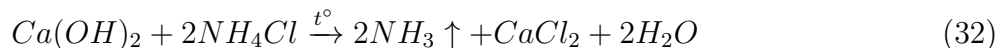
Перманганат калия + водный раствор аммиака в кислой среде



Фиолетовый раствор перманганата обесцвечивается, выделяется газ. Аммиак проявляет восстановительные свойства и окисляется до молекулярного азота

б) Хлорид аммония + гидроксид кальция

Между твердой солью аммония и гидроксидом кальция наблюдается следующая реакция:



При нагревании выделяется аммиак, окрашивающий фенолфталеиновую бумажку в малиновый цвет

в) Разложение карбоната аммония:



Разложение происходит необратимо

г) Разложение хлорида аммония:



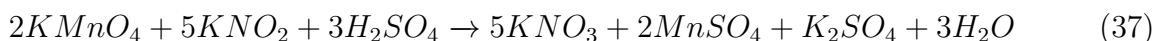
Хлорид аммония разлагается обратимо. Это можно заметить по каплям, конденсирующихся на стенках пробирки. Хлороводород и аммиак не успевают улететь, реагируют, и хлорид аммония осаждается на стенках.

## 7. Разложение нитрата калия

Расплавим нитрат калия и внесем небольшое количество угля. При нагревании нитрата калия образуется расплав, при разложении которого однозначно выделяется кислород, окисляющий уголь:

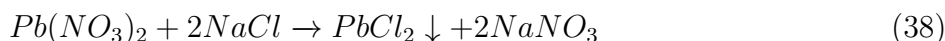


Также в расплаве после разложения однозначно появляются восстановители, так как перманганат обесцвечивается:

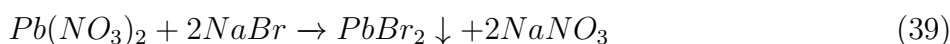


## 8. Общие качественные реакции на анионы

а) Возьмем 7 пробирок и нальем в них по 1 мл растворов натриевых или калиевых солей соляной, бромоводородной, йодоводородной, угольной, сернистой, серной, кремниевой и ортофосфорной кислот. Добавим нитрат свинца в каждую из пробирок. Свинец образует довольно много осадков, например мы получили:



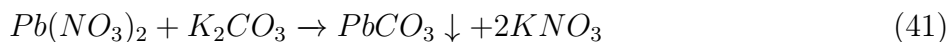
Выпал белый осадок.



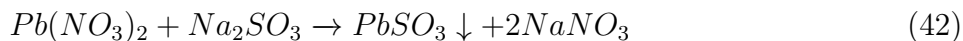
Выпал желтоватый осадок.



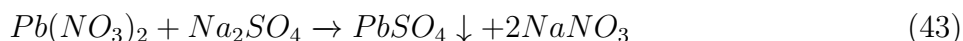
Выпал желтый осадок.



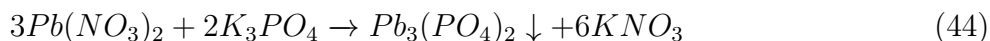
Выпал белый осадок.



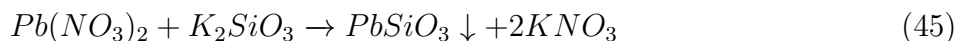
Выпал белый осадок.



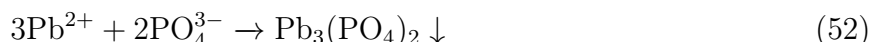
Выпал белый осадок.



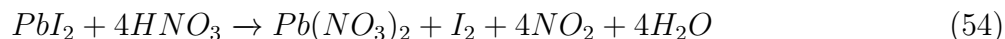
Выпал белый осадок.



Выпал белый осадок. Приведем сокращенные ионные уравнение для реакций:

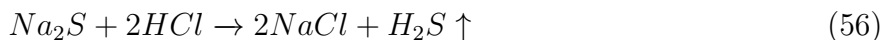


б) Все полученные осадки растворятся в концентрированной азотной кислоте, приведем уравнение для йодида и карбоната:

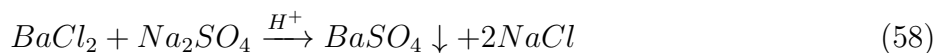


## 9. Качественное обнаружение соединений серы

а) Сульфид ионы легко обнаружить по запаху тухлых яиц от взаимодействия с кислотами и по характерному почернению свинцовой бумажки:



б) Сульфат ион можно обнаружить с помощью солей бария, причем необходима кислая среда, чтобы отличить именно сульфат от других внешне не отличающихся осадков бария. Выпадает белый осадок:



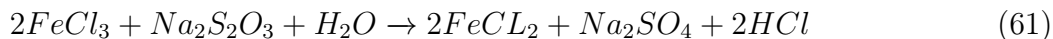
в) Сульфит ионы мы будем отличать, пользуясь их восстановительными свойствами, практически полным отсутствием окислительных и нерастворимостью сульфата бария. Раствор обесцвечивается:



При добавлении хлорида бария выпадает белый осадок сульфита бария:



г) При добавлении к тиосульфату натрия хлорида железа (III) цвет раствора сначала меняется на кроваво-красный (образуются комплексы), а затем окраска пропадает, итоговое уравнение:



## 10. Качественное обнаружение соединений азота

а) Ионы аммония обнаружить довольно просто, мы сделаем это основываясь на основных свойствах аммиака:



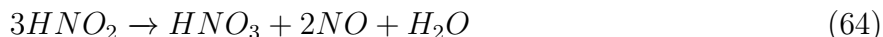
Выделяющийся аммиак окрасит бумажку, смоченную универсальным индикатором в синий цвет.

б) Нитрат ионы мы обнаружим благодаря их окислительным свойствам:



Выделяющийся аммиак окрасит универсальный индикатор в синий.

в) Для начала мы посмотрим на диспропорционирование азотистой кислоты (подкисленный раствор нитрита):



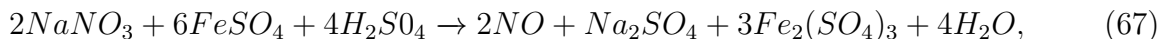
Пробирка окрашивается в голубоватый цвет, а над раствором появляется бесцветная (NO) и затем бурая прослойка (NO<sub>2</sub>).

Далее мы определим нитрит по его восстановительным свойствам и хорошей растворимости нитрата бария (в отличие от сульфата бария):

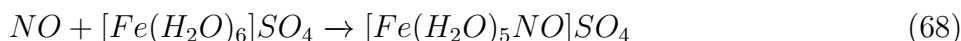




г) Последовательно опишем реакции, происходящие в растворе. Первым делом сульфат железа в присутствии концентрированной серной восстанавливает азотную кислоту до NO:

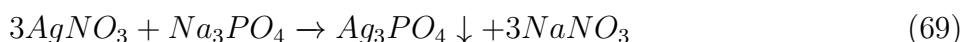


Затем NO образует комплекс (бурое кольцо) с сульфатом железа 2:

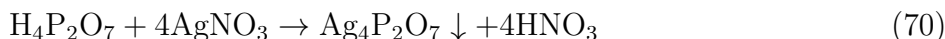


## 11. Качественное обнаружение соединений фосфора

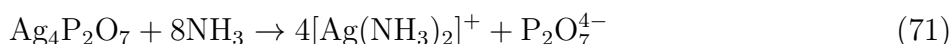
а) Обнаружить фосфат ионы можно с помощью реакции ионного обмена с солями серебра, фосфат серебра - желтоватый осадок:



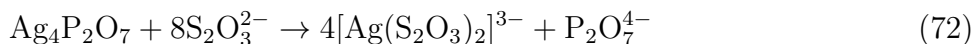
б) Сначала выпадает белый осадок пиррофосфата серебра:



При добавлении аммиака осадок растворяется, образуется растворимый комплекс:



При добавлении тиосульфата натрия осадок тоже растворяется и образуется растворимый комплекс:



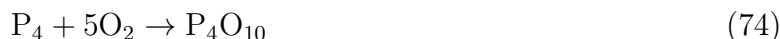
Пиррофосфат-ион дает белый осадок, который растворяется в аммиаке и тиосульфате натрия.

## 12. Некоторые свойства фосфора и его соединений

а) Нагреем красный фосфор в закрытой пробирке. На стенках образуется белый налет:



Этот налет - белый фосфор, который люминесцирует на воздухе из-за медленного окисления:

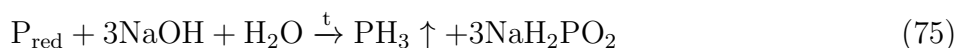


б) Подготовим 3 пробирки с одинаковым содержимым: красный фосфор и гидроксид натрия. Первую пробирку оставим на время, вторую немного нагреем, третью доведем до кипения

1. Без нагрева - изменений практически нет

2. При умеренном нагревании - раствор начинает мутнеть, начинает образовываться газ

3. При кипячении - образовывается бесцветный газ с характерным запахом, жидкость становится мутной



Реакция с перманганатом калия:



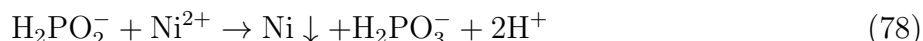
Раствор обесцветился, так как марганец восстановился

Реакция с нитратом серебра:



Выпадает белый осадок гидрофосфита серебра

Реакция с сульфатом никеля:



Проведем аналогичные опыты с фосфатом натрия.

Реакция с перманганатом калия не пошла

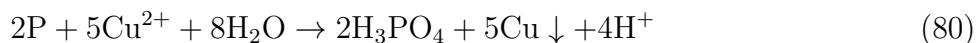
Реакция с нитратом серебра:



Выпадает желтый осадок

Реакция с сульфатом никеля не идет

Обезвреживание остатков фосфора сульфатом меди:



Элементарный фосфор может самовоспламеняться на воздухе, поэтому его нужно перевести в безопасную форму, то есть в кислоту.

## 13. Вывод

В ходе данной работы было установлено, что большинство сульфидов нерастворимы в воде, но большинство из них можно растворить в кислоте с выделением сероводорода. Сульфиды обладают восстановительными свойствами. Серу можно получить растворением тиосульфата в кислоте. Сера диспропорционирует в щелочах. Серу можно вытеснить из тиосульфата с помощью галогенов: хлора и брома, но не йода. Серная кислота обугливает органические соединения. Сера и серная кислота сопропорционируют в  $\text{SO}_2$ . Аммиак является слабым основанием и проявляет восстановительные свойства. Соли аммония разлагаются с выделением аммиака, а нитрат калия - с выделением кислорода. Так как многие соли свинца нерастворимы, с помощью нитрата свинца по цвету осадка можно определить анион. Сульфиды можно обнаружить по сероводороду, который выделяется от их растворения в кислотах. Сульфат ионы можно обнаружить при помощи иона бария, так как образуется белый осадок. Сульфит окисляется марганцовкой до сульфата, обесцвечивая ее, после чего ион сульфата можно обнаружить ионом бария. Йод восстанавливается из йодидов при помощи сульфитов. Тиосульфат натрия реагирует с хлоридом железа (III) с образованием фиолетового комплекса. Соединения азота можно обнаружить в ходе реакции по выделяющемуся аммиаку. Нитрит, как и сульфит, обесцвечивает марганцовку, но с ионом бария осадка не дает.