

**Задания экспериментального тура**

**LXIX Московской олимпиады школьников  
по химии**

**10 класс**

**2013 год**



## Синтез $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

1. В фарфоровой ступке равномерно смешивают 12.5 г тонкорастертой сухой соли  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и 9.5 г тонкорастертого сухого  $\text{NaHCO}_3$ .

2. Полученную смесь вносят небольшими порциями при быстром перемешивании в 100 мл *кипящей воды*, находящейся в стакане емкостью 250-300 мл. В результате выделения  $\text{CO}_2$  раствор вспенивается. Очередную порцию смеси вносят лишь после того, как поверхность воды освободится от пены.

3. В конце реакции смесь осторожно кипятят 10 минут (на маленьком пламени горелки), закрыв стакан часовым стеклом. Получается быстро оседающая суспензия основного карбоната меди.

4. После отстаивания осадок промывают декантацией до отрицательной реакции промывных вод на  $\text{SO}_4^{2-}$  (проба с раствором  $\text{BaCl}_2$ ), затем отсасывают на воронке Бюхнера.

5. Полученный препарат высушивают сначала между листами фильтровальной бумаги, затем при 80-100 °С.

6. Определить выход полученного вещества.

7. Испытать его отношение к разбавленным кислотам:  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

8. Проверить термическую устойчивость синтезированного препарата, нагрев его в пробирке до ~ 300 °С.

9. Написать уравнения всех реакций.

### Оборудование:

- фарфоровая ступка
- стакан емкостью 250-300 мл
- горелка
- воронка Бюхнера и колба Бунзена
- фильтровальная бумага (синяя лента)

### Реактивы:

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (твердый)
- $\text{NaHCO}_3$  (твердый)
- разбавленный раствор  $\text{BaCl}_2$
- разбавленные растворы  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- дистиллированная вода



# Получение бикарбоната натрия и карбоната натрия

## I. Получение бикарбоната натрия.

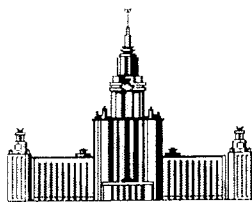
1. 50 мл **10 %-ного раствора аммиака** насытить на холоду **хлоридом натрия**.
2. Профильтровать раствор, налить в колбу и закрыть ее неплотно кусочком ваты.
3. В колбу опустить газоотводную трубку, доходящую почти до дна. Через трубку пропускать в полученный раствор **углекислый газ** (из баллона или аппарата Киппа) до тех пор пока не прекратится выделение осадка.
4. Отделить выпавшие кристаллы на воронке Бюхнера, промыть их этиловым спиртом и высушить при комнатной температуре на воздухе. Написать уравнения реакций.
5. Познакомиться с величинами растворимости солей, которые могут образоваться в аммиачном растворе хлорида натрия, насыщенном углекислым газом. Объяснить последовательность процессов, происходящих в этой реакционной смеси.
6. Небольшое количество соли растворить в дистиллированной воде и проверить действие раствора на **лакмус**, **фенолфталеин** и **универсальный индикатор**. Объяснить наблюдаемые явления.

## I. Получение карбоната натрия.

1. На дно фарфорового тигля поместить около 0,5 г полученного **бикарбоната натрия** и прокалить его на газовой горелке в течение 20 мин.
2. Полученное вещество растворить в воде и испытать отношение этого раствора к индикаторам. Написать уравнения реакций.

### Оборудование и реактивы:

- две колбы на 150 мл
- стеклянная трубка
- фарфоровый тигель
- источник углекислого газа
- горелка
- раствор аммиака, NaCl (твердый), дистиллированная вода, индикаторы.



## Синтез $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

1. Растворить 16 г  $\text{CrO}_3$  в 25 мл *дистиллированной воды* (в стакане емкостью 150 мл).
2. Дать отстояться и осторожно слить раствор с осадка (если он имеется) в другой стакан.
3. Стакан с раствором перенести в баню со льдом, охладить до 8-10 °С и затем добавлять небольшими порциями при непрерывном перемешивании (лучше из капельницы) *раствор аммиака* до нейтральной реакции на конго красный (или по универсальному индикатору), следя за тем, чтобы температура смеси ни в коем случае не поднималась выше 15 °С. *Если это условие не будет соблюдено, то возможно частичное восстановление  $\text{Cr(VI)}$  до  $\text{Cr(III)}$ , и в итоге оранжевые кристаллы  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  будут иметь буроватый оттенок за счет адсорбции маточного раствора, содержащего трехвалентный хром.*
4. Раствор охладить до 10 °С. Выпавшие кристаллы отсосать на воронке Бюхнера. Промыть 10 мл ледяной воды.
5. Кристаллы высушить между листочками фильтровальной бумаги, а затем, перенеся в фарфоровую чашку, в сушильном шкафу при температуре 50 °С в течение 1 часа.
6. Определить выход полученного вещества. Написать уравнения реакций.
7. Небольшое количество полученного препарата перенести в фарфоровый тигель. Нагреть на пламени горелки стеклянную палочку и прикоснуться ею к бихромату аммония. Объяснить наблюдаемое явление. Написать химическую реакцию.

### Оборудование и реактивы:

- два стакана емкостью 150 мл
- капельница
- баня со льдом
- воронка Бюхнера и колба Бунзена
- фарфоровый тигель
- стеклянные палочки
- фарфоровая чашка
- горелка
- термометр
- $\text{CrO}_3$ , раствор аммиака, дистиллированная вода



# Получение ортофосфорной кислоты

## I. Получение и свойства фосфорного ангидрида.

Собрать прибор (см. рис. ). Все части прибора перед опытом должны быть тщательно высушены. Чем следует заполнить хлоркальциевую трубку? Присоединить U-образную трубку или промывалку к водоструйному насосу. В ложечку для сжигания положить **красный фосфор**, поджечь его пламенем горелки и внести в трехгорлую склянку. Включив водоструйный насос, пропустить через прибор ток сухого воздуха.

Операцию сжигания фосфора повторить несколько раз. Осевшее в склянке и U-образной трубке или промывалке вещество быстро высыпать в сухой бюкс и закрыть крышкой. Написать уравнение реакции.

Часть полученного препарата насыпать в фарфоровую чашку и оставить стоять до конца занятия. Другую часть небольшими порциями внести в чашечку с водой. Что происходит? Испытать раствор лакмусовой бумагой. Написать уравнения реакций.

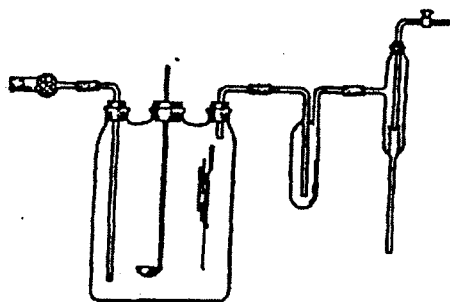


Рис. Прибор для получения фосфорного ангидрида.

## II. Получение ортофосфорной кислоты.

1. Растворить в **дистиллированной воде** небольшое количество полученного **фосфорного ангидрида**, добавить несколько капель **разбавленной серной кислоты** и раствор прокипятить. Испытать полученный раствор "**молибденовой жидкостью**". Объяснить происходящие явления.

2. Положить в пробирку немного **фосфорита**, облить его 50%-м **раствором серной кислоты** и нагреть до кипения. Слить раствор с осадка, разбавить водой и прилить к нему "**молибденовую жидкость**". Что происходит? Написать уравнения реакций.

3. В маленькую колбу положить 0,2 г **красного фосфора** и небольшими порциями прилить к нему 10 – 15 мл **концентрированного раствора азотной кислоты (под тягой!)**. Поставить колбу на водяную баню и нагреть до окончания реакции. Перелить раствор в фарфоровую чашку и удалить выпариванием на водяной бане избыток азотной кислоты. Как убедиться в том, что остаток представляет собой ортофосфорную кислоту?



## Получение безводной азотной кислоты

Внимание: работа производится с едкими жидкостями. Необходимо использование защитной одежды (халата, перчаток) и защитных очков. Работа проводится в вытяжном шкафу.

1. Соберите прибор (см. рис). В *реторту 1* поместите 20 г **нитрата натрия** и прилейте 20 мл **96 %-ного раствора серной кислоты**. Закройте тубус реторты асбестовой пробкой **2**. Баню **4** для охлаждения колбы-приемника **3** заполните льдом (снегом) с водой (лед предварительно поколите на мелкие кусочки).

Осторожно нагрейте реторту пламенем горелки. Старайтесь избегать перегрева. При образовании в реторте большого количества пены или при появлении бурых паров ослабьте нагревание. Когда в приемнике **3** соберется около 10 мл азотной кислоты, прекратите нагревание.

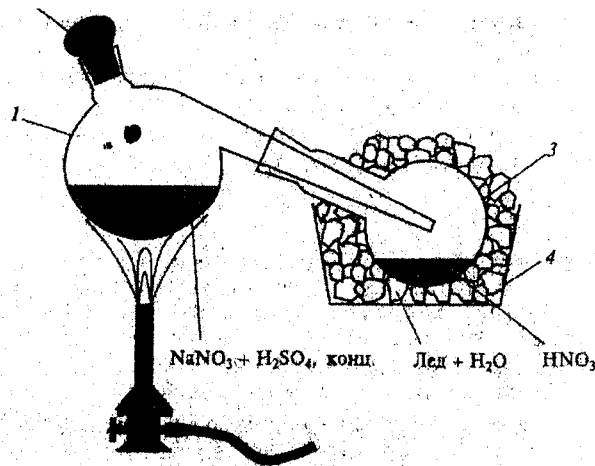


Рис. Прибор для получения дымящей азотной кислоты:

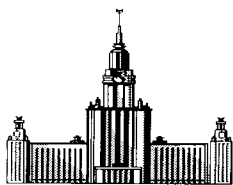
1 – реторта, 2 – асбестовая пробка, 3 – колба-приемник, 4 – баня со льдом и водой.

2\*. Полученную азотную кислоту осторожно (в перчатках и очках!) перелейте в мерный цилиндр и определите ее объем. Перелейте полученную азотную кислоту в колбу известной массы с пробкой и взвесьте. Рассчитайте плотность полученной кислоты и по плотности найдите ее концентрацию (по таблице в справочнике). Определите выход в процентах относительно взятого количества нитрата натрия.

3\*. Изучение свойств полученной азотной кислоты.

- 1) Налейте в фарфоровую чашку 1-2 мл свежеприготовленной дымящей азотной кислоты. Добавьте одну-две капли концентрированной серной кислоты и осторожно прибавьте к смеси при помощи длинной трубки или пипетки две-три капли **скипидара** (тягу прикройте!).
- 2) Налейте в пробирку 1-2 мл полученной азотной кислоты. Закрепите пробирку вертикально в лапке штатива и, подогревая кислоту, опустите в нее **тлеющую лучинку**.
- 3) Налейте в пробирку 1-2 мл полученной азотной кислоты и опустите в нее кусочек **серы**, нагрейте кислоту до кипения. Охладите пробирку и вылейте содержимое в стакан с водой. Докажите присутствие в полученном растворе серной кислоты.
- 4) Налейте в пробирку 1-2 мл азотной кислоты. Внесите в нее небольшой кусочек **угля**. При необходимости слегка подогрейте пробирку.
- 5) Налейте в пробирку 1-2 мл азотной кислоты. Испытайте действие кислоты на **йод**. При необходимости слегка подогрейте пробирку.
- 6) В пробирку с 1-2 мл полученной азотной кислотой внесите небольшое количество **сульфида меди**.
- 7) Налейте в пробирку 1-2 мл азотной кислоты. Испытайте действие кислоты на **алюминий**. При необходимости слегка подогрейте пробирку.
- 8) Налейте в две маленькие фарфоровые чашки по 1-2 мл дымящей азотной кислоты и испытайте её действие на **цинк** и **олово**. Реакцию ведите при слабом нагревании. Напишите уравнения всех проведенных вами реакций.

\* - пункты (2) и (3) выполняются по указанию преподавателя и в присутствии преподавателя.



# Получение серной кислоты нитрозным способом

1. Ознакомиться с описанием. Продумать и нарисовать прибор. Написать уравнения химических реакций. Показать преподавателю.

2. Взять сухую колбу, закрыть ее пробкой с четырьмя отверстиями. В первое отверстие вставить газоотводную трубку от прибора для получения сухого сернистого газа, во второе – газоотводную трубку от прибора для получения сухого диоксида азота. Обе трубки должны доходить почти до дна колбы. Сернистый газ следует получать взаимодействием *сернистокислого натрия* (20-25 г) с *70 %-ным раствором серной кислоты*, диоксид азота – взаимодействием *медных стружек* (10 г) с *65 %-ным раствором азотной кислоты* (50 мл). Чем следует сушить сернистый газ и диоксид азота?

3. В два оставшиеся отверстия в пробке вставить стеклянные трубочки. К одной из них присоединить резиновую грушу, в которую набрать *немного воды*, другую оставить открытой для сообщения объема колбы с атмосферой.

4. Когда прибор будет готов, следует начинать получение диоксида азота – постепенно приливать азотную кислоту к медным стружкам.

5. Когда вся колба заполнится диоксидом азота, начать получение сернистого газа. Следить за изменением содержимого колбы. Что за кристаллы оседают на стенках колбы?

6. Пользуясь резиновой грушей прилить в колбу *2-3 мл воды* и ополоснуть ее стенки. Что происходит с кристаллами? Какой газ заполняет теперь колбу?

7. Прилить в колбу еще 20 мл воды, ополоснуть колбу и вылить раствор в стакан. Доказать, что это раствор серной кислоты. Написать уравнения всех реакций.

## Темы рефератов для экспериментального тура 2013 г.

10 класс

### МГМСУ и Химический факультет МГУ

№	Тема реферата
1.	Различные способы проведения реакций обнаружения катионов.
2.	Сероводородная схема анализа смеси катионов и анионов: дробный и систематический анализ.
3.	Основные, средние и кислые карбонаты в природе и лаборатории. Получение и свойства.
4.	Получение и свойства азотной кислоты.
5.	Получение и свойства серной кислоты.
6.	Получение и свойства фосфорной кислоты.
7.	Получение и свойства фосфорной кислоты.
8.	Сода и поташ. Получение, применение, свойства.
9.	Соли аммония. Получение и свойства, поведение при нагревании, применение.

### МИТХТ им. М.В.Ломоносова

№	Тема реферата
1.	Сложные эфиры. Синтез, свойства, применение.
2.	Азотсодержащие производные альдегидов и кетонов.
3.	Сложные эфиры. Синтез, свойства, применение.

### РХТУ имени Д.И. Менделеева

№	Тема реферата
1.	N – ацилирование органических соединений.
2.	O – ацилирование органических соединений.
3.	Реакции нуклеофильного замещения в алифатическом ряду.
4.	Реакция конденсации карбонильных соединений.
5.	Реакция электрофильного замещения в ароматическом ряду.

### ИЕН МГПУ

№	Тема реферата
1.	Ароматические амины, синтез и свойства
2.	Окисление органических соединений
3.	Синтез и свойства эфиров алифатических карбоновых кислот
4.	Электрофильное замещение в ароматических соединениях
5.	Равновесие жидкость-пар
6.	Электролитическая диссоциация
7.	Кислотно-основные индикаторы



8.	Скорость химической реакции
9.	Тепловой эффект химической реакции