# **Лабораторная работа**

**Тема: «Соединения азота»**

Анализ содержания экспериментальной части программы по данной теме свидетельствует, что большинство продуктов реакций являются минеральными удобрениями. Утилизировать отходы можно по следующей схеме: продукты реакции сильно разбавить водой, кислые смеси нейтрализовать известковой водой до слабого окрашивания с фенолфталеином, затем растворы использовать в качестве подкормки комнатных растений или подкормки растений на пришкольном участке. Работы, в которых используют серную кислоту, соединения меди, снабжены указаниями по утилизации продуктов реакции.

Опыт №1. Получение азота взаимодействием хлорида аммония с нитритом натрия

Оборудование и реактивы: Хлорид аммония, нитрит натрия, водяная баня, плитка, колба Вюрца, капельная воронка, пробирки, кристаллизатор с водой, стеклянные и резиновые газоотводные трубки, шпатель.

Уравнения реакций: NH4Cl + NaNO2 → NH4NO2 + NaCl,

NH4NO2 → 2 H2O + N2↑ – при нагревании

Ход работы: На холоде готовят насыщенный раствор хлорида аммония (на 100 мл воды – 35 г. соли) и нитрита натрия (на 80 мл воды берут 50 г. соли). Колбу с газоотводной трубкой заполняют на 1/3 объема раствором хлорида аммония и закрывают пробкой с капельной воронкой, в которую наливают раствор нитрита натрия. Колбу нагревают на водяной бане и по каплям наливают раствор нитрита натрия к раствору хлорида аммония. Когда воздух из колбы будет вытеснен, азот собирают над водой в газометр, цилиндр или пробирку. Для равномерного выделения газа не стоит перегревать колбу и прибавлять слишком много нитрита натрия, иначе реакция идет очень бурно, происходит энергичное вспенивание. Если реакция будет идти бурно, то колбу опускают в холодную воду. Проверить качественной реакцией, что в пробирку собран азот. Для этого опускают в сосуд с азотом горящую лучинку. Она гаснет. Объясните, как отличить качественной реакцией азот от углекислого газа?

Техника безопасности: Проверить исправность, целостность шнура, вилки, электроплитки

Примечание: Смесь для получения азота можно использовать повторно.

Опыт №2. Растворение аммиака в воде

Оборудование и реактивы: U-образная трубка, трубка заполненная активированным углем, раствор фенолфталеина, вода, штатив с лапкой, спиртовка, спички, пробка, пробирка, хлорид аммония, гидроксид кальция, газоотводная трубка, ступка с пестиком, шпатель.

Ход работы: Собрать прибор согласно рис. 12.

Уравнения реакций: 2NH4Cl + Ca(OH)2 → CaCl2 +2NH3↑+2H2O (нагревание).

NH3 + H2O → NH4OH

Пробирку-реактор на 1/3 объема заполняют смесью равных порций сухих хлорида аммония и гидроксида кальция (предварительно тонко измельченных и перемешанных). В U-образную трубку наливают воду с добавлением нескольких капель фенолфталеина (воды, примерно, 1/5 высоты колена). U-образную трубку и пробирку соединяют резиновой трубкой, пробирку-реактор нагревают. О ходе реакции и выделения аммиака судят по изменению окраски воды в U-образной трубке, она становится малиновой. Избыток токсичного аммиака поглощается активированным углем в стеклянной трубке.

Техника безопасности. 1. Использовать трубку с активированным углем в целях избежания попадания аммиака в помещение. 2. Дно пробирки – реактора в лапке штатива несколько приподнято во избежание стекания капель воды, образующихся в результате реакции, и растрескивания пробирки.

Опыт №3. Синтез аммиака

Оборудование и реактивы: Штатив с лапкой, пробирка-реактор, пробка, газоотводная трубка, пробирка с водой, насыщенные растворы нитрита натрия и хлорида аммония, цинк гранулированный, серная кислота (1:5), железный порошок, вата, спиртовка, спички, фенолфталеин, стеклянная трубка, пипетка, вода, фарфоровая чашка, шпатель.

Ход работы: В сухую пробирку вставляют резиновый диск, вырезанный из пробки толщиной 0,3 см. Диск срезают на 1/3 его диаметра. На дно пробирки наливают пипеткой серную кислоту (1:5) и кладут несколько гранул цинка. На диск внутри пробирки помещают ватный тампон, смоченный смесью насыщенных растворов нитрита натрия и хлорида аммония. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. В горизонтальную часть трубки помещают катализатор – порошок восстановленного железа. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку с небольшим количеством воды и 3–4 каплями фенолфталеина. Для начала реакции сильно нагревают железный порошок в газоотводной трубке. За это время выделяющийся по реакции цинка с серной кислотой водород вытеснит воздух из системы. Затем умеренно прогревают вату с растворами нитрита натрия и хлорида аммония и вновь прогревают железо. Это повторяется периодически до тех пор, пока вода в приемнике не окрасится в малиновый цвет. Выразить процессы уравнениями реакций.

Техника безопасности: При появлении интенсивной малиновой окраски газоотводную трубку вынимают из воды.

Утилизация: В пробирке-реакторе осталась смесь ZnSO4 и H2SO4. Переработка смеси описана в теме: «Теория электролитической диссоциации», опыт №1.

Опыт №4. Получение хлорида аммония

Вариант (а).

Оборудование и реактивы: U-образная трубка, пробка со стеклянной трубкой и влажным активированным углем, газоотводная трубка, пробка, вода, хлорид аммония (крист.), гидроксид кальция (крист.), соляная кислота (конц.), спиртовка, спички, ступка с пестиком, шпатель.

Ход работы: Смочить U-образную трубку концентрированной соляной кислотой. В пробирку поместить измельченную и перемешанную смесь равных частей кристаллических хлорида аммония и гидроксида кальция на 2/3 ее высоты. Герметично соединить все элементы прибора. Нагреть смесь веществ в пробирке. Идут следующие химические процессы:

2NH4Cl + Ca(OH)2 → 2NH4OH + CaCl2; NH4OH → NH3↑+ 2H2O

Аммиак, попавший в U-образную трубку, взаимодействует с соляной кислотой. Появляется белый дым хлорида аммония. Нагревание прекращают.

HCl + NH3 → NH4Cl

Техника безопасности: 1. Мыть сосуды установки после охлаждения под тягой или на улице. 2. Пробирку-реактор закрепляют в лапке штатива так, чтобы дно располагалось выше отверстия.

Вариант (б).

Оборудование и реактивы: Два одинаковых цилиндра или стакана, две стеклянные пластинки, раствор аммиака (конц.), соляная кислота (конц.).

Ход работы: Один цилиндр или стакан ополаскивают концентрированным раствором аммиака, другой цилиндр – концентрированным раствором соляной кислоты. Обе емкости закрывают стеклянными пластинами, затем подносят отверстиями друг к другу, после чего убирают стеклянные пластины. Цилиндр заполняется белым дымом.

Техника безопасности: Цилиндры смачивать концентрированными растворами соляной кислоты и аммиака под тягой.

Опыт №5. Горение аммиака в кислороде

Вариант (а).

Оборудование и реактивы: Штатив с лапкой и кольцом, прокладки резиновые, круглодонная колба, пробка, патрубок с пробкой и двумя отверстиями в ней, спиртовка, спички, кислород, раствор аммиака (25%), лучина.

Ход работы: Колбу, заполняют на 1/5 объема концентрированным аммиаком, ставят на асбестовую сетку, закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой, зауженный конец которой проходит через пробку с патрубком (длина трубки 10–15 см). Колбу с концентрированным аммиаком слабо нагревают. Когда появляется запах аммиака, включают ток кислорода. Заполнение патрубка кислородом определяют тлеющей лучинкой, пламенем которой и поджигают аммиак. Он горит зеленоватым пламенем. Если прекратить подачу кислорода, то пламя аммиака гаснет. Пламя горящего аммиака может сбиваться слишком сильным током аммиака.

Техника безопасности: Смесь аммиака с кислородом – взрывоопасна. Не допускать сильного нагревания раствора аммиака в колбе и, таким образом, не допускать сильного тока аммиака.

Вариант (б).

Оборудование и реактивы: Химический стакан на 500 мл, пробирка круглодонная, штатив с лапкой, прокладки резиновые, пробки с изогнутой газоотводной трубкой, кислород, лучинки, хлорид аммония (кристал.), гидроксид кальция (кристал.), ступка с пестиком, шпатель.

Ход работы: Получают аммиак реакцией обмена (см. опыт 2). В химический стакан или стеклянную банку опустить на дно газоотводную трубку, по которой идет кислород и другую изогнутую трубку, подающую аммиак из пробирки-реактора. Поджигают аммиак горящей лучиной.

Техника безопасности: Пробирку-реактор расположить в штативе так, чтобы дно было выше отверстия.

Опыт №6. Получение азотной кислоты из нитратов

Оборудование и реактивы: Спиртовка, спички, пробирка Вюрца, химический стакан, лед, трубка с активированным углем, кристаллический нитрат натрия, концентрированная серная кислота, соединительная газоотводная трубка, пробирка-реактор, шпатель.

Ход работы: В пробирку–реактор с газоотводной трубкой помещают кристаллический нитрат натрия (примерно две ложечки для сжигания) и смачивают концентрированной серной кислотой. Пробирку соединяют короткой резиновой трубкой с сосудом Вюрца, которую помещают в стакан со льдом. В отросток пробирки Вюрца через резиновый шланг вставлена стеклянная трубка, заполненная активированным углем. При нагревании смеси концентрированной серной кислоты и кристаллического нитрата натрия в пробирке–реакторе получаются пары азотной кислоты, которые переходят в пробирку Вюрца. Там пары конденсируются и на дне накапливается безводная азотная кислота. Она имеет оранжевый цвет из-за растворенного в ней оксида азота (IV).

Техника безопасности: 1. Резиновые шланги использовать каждый раз новые, т. к. они разрушаются горячей азотной кислотой. 2. Не держать руками спиртовку под нагреваемой пробиркой-реактором. 3. Пробирка-реактор должна быть без дефектов. 4. Рекомендуется проводить опыт в реторте.

Утилизация: Пробирку-реактор со смесью NaNO3 и H2SO4 поместить в кристаллизатор с известковым молоком. Довести раствор до нейтральной среды по фенолфталеину. Сильно разбавить водой и использовать для подкормки комнатных растений.

Опыт №7. Взаимодействие концентрированной азотной кислоты с медью

Оборудование и реактивы: Пробирка демонстрационная, хлоркальциевая трубка, заполненная прокаленным активированным углем, порошок или стружки меди, концентрированная азотная кислота, штатив с лапкой, резиновые прокладки, шпатель.

Ход работы: Собрать установку согласно рис. 17. В пробирку поместить медный порошок (со спичечную головку) и залить концентрированной азотной кислотой. Пробирку быстро закрыть пробкой с хлоркальциевой трубкой и активированным углем. Наблюдать происходящие процессы. Записать уравнение реакции. Процесс вести до полного растворения меди.

Техника безопасности: Азотную кислоту наливать под тягой.

Утилизация: В пробирке-реакторе осталась смесь HNO3 и Cu(NO3)2. Перенести содержимое в стакан с водой и добавлять малыми порциями малахит до прекращения растворения малахита:

(CuOH)2CO3 + 4HNO3 → 2Cu(NO3)2 + CO2↑ + 3H2O.

Раствор нитрата меди отделить фильтрованием от остатка малахита, промыть малахит на фильтре, высушить. Фильтрат упарить до концентрированного раствора (можно путем длительного, естественного испарения воды из раствора в химическом стакане). Раствор Cu(NO3)2 использовать в качестве лабораторного реактива.

Опыт №8. Превращение оксида азота (II) в оксид азота (IV)

Оборудование и реактивы: Круглодонная колба, капельная воронка, пробка с двумя отверстиями, газоотводная трубка, кристаллизатор с водой, цилиндр, спиртовка, спички, медь (стружки), азотная кислота (1:1), стеклянная пластина, шпатель.

Ход работы: В колбу помещают стружки меди и приливают из капельной воронки раствор азотной кислоты (1:1). Для начала опыта раствор в колбе можно слабо подогреть спиртовкой. Колба содержит кислород воздуха, поэтому выделяющийся бесцветный оксид азота (II) частично окисляется до бурого оксида азота (IV). Смесь газов из оксида азота (II) и оксида азота (IV) собирают через некоторое время в цилиндре над водой. Оксид азота (IV) растворяется в воде, а бесцветный газ заполняет цилиндр. После полного или частичного заполнения, цилиндр переворачивают, закрывают отверстие стеклянной пластинкой. Затем убирают пластину, бесцветный оксид азота (II) при контакте с кислородом воздуха окисляется, превращаясь в оксид азота (IV) бурого цвета. Напишите уравнения химических реакций, объясните происходящие явления.

Техника безопасности: Работу выполнять под тягой, оксиды азота токсичные.

Утилизация: См. опыт №7. Предворительно удаляют медь из раствора.

Опыт №9. Каталитическое окисление аммиака

Оборудование и реактивы: Плоскодонная колба, пробка со вставленной медной проволокой, на конце которой намотан клубок из медной проволоки, спиртовка, спички, резиновая пробка для колбы, концентрированный раствор аммиака.

Ход работы: Внутренние стенки колбы смачивают раствором аммиака и закрывают пробкой. Прокаливают проволоку на спиртовке до красного каления (свечения) и быстро, открыв колбу, вносят медный клубок в колбу. Колбу закрывают плотно пробкой с медной проволокой. Некоторое время медный клубок остается раскаленным, что указывает на экзотермичность каталитической реакции окисления аммиака:

4NH3 + 5O2 → 4NO + 6H2O + Q

Через некоторое время над раствором аммиака на дне колбы появляется белый дым. Объясните явление, выразите уравнениями реакций.

Техника безопасности: Колбу открывать под тягой, разбавить содержимое водой, использовать очень разбавленный раствор продуктов реакции для полива комнатных растений.