

9 КЛАСС

Задание: Вам выданы 7 пробирок, в которых находятся растворы индивидуальных веществ: HCl , NaOH , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, NH_4Cl , MgSO_4 , ZnSO_4 , BaCl_2 .

Используя эти растворы и универсальную индикаторную бумагу, определите, в какой пробирке находится каждое из веществ. Решение представьте в виде таблицы. Напишите уравнения реакций, подтверждающие открытие веществ.

Ответьте на теоретические вопросы:

1. Из предложенного набора солей выберите те соли, катионы которых обладают амфотерными свойствами.

2. Для гидроксидов этих металлов напишите уравнения реакций, подтверждающие их амфотерность.

Оборудование: штатив с 7-ю пронумерованными пробирками, содержащими растворы веществ, пустые пробирки для проведения реакций (6 шт), пипетка, водяная баня (1 шт. на 2-3 чел.), предметное стекло (1 шт.).

10 КЛАСС

Задание: Вам выдан раствор, в котором содержится четыре из шести ниже перечисленных катионов: NH_4^+ , Pb^{2+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} . Используя имеющиеся на столе реактивы и оборудование, определите, какие катионы Вам выданы. Проведите реакции, подтверждающие присутствие каждого из выданных Вам катионов. Опишите ход эксперимента и наблюдаемые Вами явления. Составьте уравнения протекающих реакций в молекулярно-ионной или сокращенной молекулярно-ионной форме. Приведите по два названия выданных Вам реагентов, используемых для обнаружения ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} .

Реактивы: 2М NaOH, 1М H_2SO_4 , 1М HCl, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (конц.), 1М $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, NH_4SCN кристаллический, 1М $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, фенолфталеиновая бумага.

Оборудование: штатив с пробиркой, содержащей анализируемый раствор, и 7-ю чистыми пробирками, пипетка, стакан с дистиллированной водой, водяная баня (1 шт. на 2 – 3 чел.), предметное стекло (1 шт.).

11 КЛАСС

Глубокоуважаемый Юный химик!

Вам предстоит работа с небезопасными веществами – будьте осторожны и внимательны! Слянку с аммиаком держите закрытой, если Вы его не используете. Если Вам что-либо будет непонятно, обращайтесь к преподавателю. После окончания эксперимента не забудьте помыть всю использованную Вами посуду и помыть руки с мылом! Соблюдайте правила техники безопасности!

Важнейшим разделом современной неорганической химии является химия комплексных (или координационных) соединений. Сегодня комплексные соединения широко распространены в живой и неживой природе, применяются в промышленности, сельском хозяйстве, науке, медицине. Одними из первых комплексов, полученных в лаборатории, были аминокомплексы. Сегодня Вам предлагается получить один из представителей этого класса комплексных соединений – моногидрат сульфата тетраамминмеди(II), а также исследовать некоторые свойства этого вещества.

Методика получения моногидрата сульфата тетраамминмеди(II)

Взвесьте 1 г мелко растертого пентагидрата сульфата меди(II) и поместите навеску в стакан объемом 50 мл. Отмерьте с помощью мерного цилиндра 3 мл дистиллированной воды, перенесите отмеренный объем в стакан с навеской и растворите навеску в воде при перемешивании стеклянной палочкой. К полученному раствору, не прекращая перемешивание, добавьте 3 мл 25 %-ного водного раствора аммиака. Если вначале образовавшийся осадок растворился не полностью, добавьте еще немного (0,5-1 мл) раствора аммиака (важно, чтобы осадок полностью растворился и со стенок, и со дна стакана). После добавления аммиака продолжайте перемешивание реакционного раствора еще в течение 1-2 мин.

Отмерьте с помощью мерного цилиндра 5 мл этилового спирта и прилейте его небольшими порциями при перемешивании стеклянной палочкой к полученному синевато-фиолетовому раствору. Поместите подписанный стакан с полученным веществом в баню со льдом и оставьте его охлаждаться в течение 5-10 мин., периодически (через каждые 2-3 мин.) перемешивая содержимое стакана стеклянной палочкой. Пока реакционная смесь охлаждается, подготовьте воронку Бюхнера и установку для фильтрации.

Образовавшийся кристаллический осадок отфильтруйте на воронке Бюхнера, стараясь при этом максимально перенести осадок из стакана на фильтр (поскольку от этой процедуры существенно зависит значение выхода Вашего продукта). Для этого

вставьте подготовленную воронку Бюхнера в колбу Бунзена, аккуратно по палочке перенесите взмученный осадок и маточный раствор из стакана на воронку Бюхнера, включите водоструйный насос и присоедините его к колбе Бунзена (колба Бунзена при этом должна быть чистой). Если весь маточный раствор с осадком перенести на фильтр полностью за один раз не удалось, содержимое стакана постепенно доливают по палочке на фильтр по мере уменьшения содержимого в воронке Бюхнера. После того, как весь маточный раствор отделен от осадка и в колбу Бунзена перестали поступать капли фильтрата, отсоедините насос от колбы Бунзена (ни в коем случае не закрывая кран водоструйного насоса!).

Отмерьте с помощью мерного цилиндра 5 мл этилового спирта, налейте отмеренное количество спирта в рабочий стакан и смойте остатки осадка со стенок стакана и палочки и затем налейте спирт на фильтр с осадком и вновь подключите насос к колбе Бунзена. После того, как перестанут поступать капли спирта в колбу Бунзена, осадок на фильтре оставьте посушить в токе воздуха в течение 1-2 мин. (не отключая при этом насос от колбы Бунзена). Затем отсоедините насос от колбы Бунзена и выключите кран водоструйного насоса. Отсоедините воронку Бюхнера. Подготовьте колбу Бунзена для других участников олимпиады. Для этого вылейте фильтрат в слив, находящийся в вытяжном шкафу, и ополосните колбу водопроводной водой.

Аккуратно извлеките бумажный фильтр из воронки Бюхнера и поместите его в чашку Петри (при этом обязательно подпишите чашку Петри). Оставьте сушиться полученный продукт в течение 25-30 мин. в сушильном шкафу (при температуре не выше 90 °С).

Пока полученный продукт сушится, вымойте посуду, которой Вы пользовались, и ответьте на предложенные теоретические вопросы.

Теоретические вопросы

1. Приведите формулу моногидрата сульфата тетраамминмеди(II), выделив в квадратных скобках внутреннюю сферу в этом комплексном соединении.

2. Какие типы химических связей (ковалентные неполярные, ионные и т.д.) присутствуют в кристаллическом моногидрате сульфата тетраамминмеди(II)? По каким механизмам образованы ковалентные связи в этом соединении (приведите их названия)?

3. Напишите уравнения реакций, которые протекали при добавлении а) недостатка и б) избытка аммиака к раствору сульфата меди(II).

4. Приведите все формулы для нахождения выхода полученного Вами вещества в расчете на взятую Вами навеску пентагидрата сульфата меди(II).

Высушенный продукт аккуратно перенесите (с помощью выданного Вам шпателя) на предварительно взвешенную кальку и определите массу (запишите ее) полученного комплексного соединения.

Воспользовавшись приведенными Вами ранее формулами (в ответе на теоретический вопрос 4), рассчитайте выход продукта реакции.

Изучение некоторых свойств моногидрата сульфата тетраамминмеди(II)

Опыт 1.

В сухую пробирку поместите немного (на кончике шпателя) полученного соединения и нагрейте его. После того, как началось разложение, не прекращая нагревание, поднесите к отверстию пробирки влажную индикаторную бумажку.

Отметьте все происходящие изменения.

Что сконденсировалось на холодных стенках пробирки?

Почему влажная индикаторная бумажка изменила цвет?

Напишите уравнение реакции термического разложения моногидрата сульфата тетраамминмеди(II).

Опыт 2.

Небольшое количество (на кончике шпателя) полученного комплексного соединения поместите в пробирку, добавьте ~1 мл дистиллированной воды.

Напишите уравнение реакции диссоциации полученного комплексного соединения в водном растворе.

Прокипятите полученный раствор комплекса в течение ~1 мин.

Отметьте все происходящие изменения.

Что представляет собой черный налет на стенках пробирки?

Напишите уравнения всех происходящих реакций.

Проверьте, растворяется ли в кислотах оставшийся на стенках пробирки черный налет. Для этого после охлаждения пробирки к ее содержимому добавьте 2-3 капли раствора серной кислоты.

Напишите уравнение реакции, происходящей при растворении черного налета в растворе серной кислоты.

Опыт 3.

С помощью какой качественной реакции можно доказать, что в состав полученного комплексного соединения входят сульфат-ионы (напишите уравнение реакции)?

Небольшое количество (на кончике шпателя) полученного комплексного соединения поместите в пробирку и растворите в ~1 мл дистиллированной воды.

Экспериментально докажите присутствие сульфат-ионов в полученном растворе и отметьте наблюдаемые эффекты.

Опыт 4.

Приготовьте водный раствор полученного комплексного соединения, как было описано в опыте 3. К полученному раствору добавьте 2-3 капли раствора гидроксида натрия.

Что наблюдаете?

Напишите уравнение соответствующей реакции.

Опыт 5.

Приготовьте водный раствор полученного комплексного соединения (как было описано в опыте 3) и добавьте 2-3 капли раствора серной кислоты.

Что наблюдаете?

Напишите уравнение соответствующей реакции.

К получившемуся в пробирке раствору добавьте 2-3 капли иодида калия.

Что происходит?

Напишите уравнение соответствующей реакции.