

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ ПО ХИМИИ. ЗАДАНИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА

Заключительный этап

Все задачи заключительного этапа оценивались в 20 баллов.

8 класс

1. «Четыре раствора»

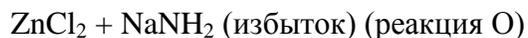
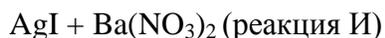
Студенту химического факультета Кириллу срочно требовалось провести качественный анализ для получения зачета по аналитической химии.

Кириллу выдали набор чистых пробирок и набор из четырех растворов, содержащих следующие вещества: сульфид натрия, иодид стронция, бромид алюминия и нитрат серебра. Каждый раствор находился в отдельной пробирке. Кирилл попытался отличить раствор сульфида по запаху, но вследствие недавно перенесенного Covid-19, потерял обоняние. Какое минимальное количество реакций, не используя никаких дополнительных реагентов, потребуется Кириллу для того, чтобы определить в какой пробирке раствор какого вещества находится? Запишите уравнения проведенных реакций.

2. «Планета Амон

Ученые обнаружили планету Амон издалека похожую на Землю: на ней были материки, моря, имелась атмосфера и были облака, температура на поверхности была не ниже -50 , но не выше $+50$ градусов Цельсия. Отправка автономного зонда на эту планету показала, что на данной планете моря и океаны заполнены не водой, а жидким аммиаком так как давление в 50 раз выше Земного. Напишите уравнения следующих химических реакций, которые могут протекать на этой планете.

- 1) Так же, как и вода, жидкий аммиак проявляет свойства как кислоты, так и основания. Напишите уравнение диссоциации аммиака в жидком аммиаке. (реакция А)
- 2) По аналогии с гидролизом, химическая реакция взаимодействия вещества с жидким аммиаком называется аммонолиз. Напишите уравнения аммонолиза гидрида калия (Реакция Б) и хлорида бора (Реакция В). Напишите уравнение реакции металлического натрия с жидким аммиаком (реакция Г).
- 3) Нитрат аммония проявляет кислотные свойства в жидком аммиаке. Напишите уравнения химических реакций нитрата аммония с цинком (реакция Д) и амидом натрия (реакция Е)
- 4) Амид калия KNH_2 является основанием в жидком аммиаке. Напишите уравнение взаимодействия амида калия с ацетатом аммония (реакция Ж) и амидом цинка (реакция З) в жидком аммиаке.
- 5) В океане Амона растворено множество электролитов. Исходя из таблицы растворимости веществ в жидком аммиаке, приведенной ниже, укажите при смешении растворов каких веществ в жидком аммиаке будет наблюдаться признаки протекания реакции. В случае протекания реакции закончите химические уравнения.



	NH_4^+	Na^+	K^+	Ba^{2+}	Zn^{2+}	Ag^+
NH_2^-	Р	Н	М	Р	Н	Р

NO_3^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Cl^-	Р	М	М	Н	М	Р
I^-	Р	Р	Р	М	М	Р

3. «Силиконовая долина»

Получение высокочистого кремния является очень важной задачей современной промышленности, в частности это вещество используется в компьютерной технике. Для получения используют различные кислородсодержащие минералы. Так, из минерала **A**, в котором массовая доля кислорода составляет 47,34%, кремний можно выделить следующим способом.

Минерал **A** обрабатывается концентрированной азотной кислотой, в результате выпадает аморфный осадок **B** (реакция 1). Этот осадок прокаливают при 700 °С (реакция 2). Образующееся твердое вещество **C** сплавляют с магнием (реакция 3). Однако последний процесс идет достаточно плохо. Если взять недостаток магния, то образующийся спек **I** содержит некоторое количество непрореагировавшего **C**. Если взять избыток магния, то в таком спеке **II** кроме кремния содержится еще вещество **D** (реакция 4).

Для выделения кремния из спека **I** его обрабатывают хлором при 400С, в результате образуется газ **E** (реакция 5), который далее восстанавливают магнием (реакция 6).

Для выделения кремния из спека **II** его обрабатывают соляной кислотой, в результате выделяется газ **F** (реакция 7), который вспыхивает на воздухе с образованием **C** (реакция 8), получающийся при этом кремний отфильтровывают.

Определите состав минерала **A**, если известно, что минерал окрашивает пламя в фиолетовый цвет, кроме кремния и кислорода в **A** есть катионы еще двух металлов, а мольная доля кремния в **A** составляет 25%. Ответ подтвердите расчетом. При расчете молярные массы атомов округляйте до целых чисел. Установите зашифрованные вещества **B-F** и напишите уравнения описанных реакций.

4. «Химический демон Максвелла»

В 1867 году британский физик Джеймс Клерк Максвелл придумал мысленный эксперимент. Главный персонаж этого эксперимента – демон Максвелла – мог в сосуде различать горячие и холодные молекулы газов и как привратник пропускать через дверь в одну сторону только холодные, а в другую только горячие молекулы. Таким образом, демон мог нарушать Второе начало термодинамики и заставлять тепло переходить от холодного тела к горячему.

Представьте себя на месте такого химического демона Максвелла и предложите пять физических и/или химических способов разделения газовой смеси азота и кислорода. Помните, что после предложенного метода разделения на выходе должны получиться чистые газы. При использовании химических методов обязательно напишите уравнения соответствующих реакций.

5. «Старый эквимольный сплав»

Юный химик Петя, копаясь в гараже отца, нашел цилиндр, на котором было написано «Эквимольный сплав, 2 металла». Петя очень заинтересовался, из чего же состоит этот сплав, и решил провести серию химических экспериментов. Для начала Петя зачистил поверхность цилиндра наждачной бумагой, затем отпилил кусок массой 6,05 г и разделил его на две части. Первую часть обработал 7%-ной соляной кислотой с плотностью $1,03 \text{ г/см}^3$, при этом выделилось 896 мл газа (н.у.). Вторую часть Петя сжег на воздухе (в одном из полученных при этом оксидов массовая доля одного из элементов составляет 27,59%). Для растворения образовавшейся после сжигания твердой смеси Пете потребовалось 55,7 мл такого же раствора соляной кислоты. Из полученных растворов Петя выделил образовавшиеся соли и выяснил, что масса солей, образовавшихся из первой порции сплава, оказалась в 1,64 раз больше, чем масса солей, образовавшихся из второй порции сплава. Помогите Пете установить качественный и количественный в % по массе состав исходного сплава.