

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Задача 9-1.

Соль **A**, используемая в качестве средства для диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта, представляет собой, белый кристаллический порошок не растворимый в воде и кислотах. Помещённая в кварцевую трубку и нагретая до 1000 °С в токе водорода, соль **A** превращается в соль **B**, взаимодействие которой с водой приводит к выделению неприятно пахнущего вещества **C** и образованию в растворе двух соединений **D** и **E**. При длительном стоянии на воздухе этот раствор мутнеет вследствие выпадения в осадок соли **F**. При нагревании выше 1450 °С соль **F** разлагается с выделением бесцветного газа **G** не имеющего запаха и образованием белого твёрдого вещества **K**, которое под действием воды превращается в соединение **E**. В реакции **F** с соляной кислотой образуется раствор соли **H** и выделяется газ **G**. Соль **H** токсична при приёме внутрь, однако широко используется в аналитической химии как реагент для качественного определения одного из анионов. Доказательством наличия последнего в растворе является образование осадка соли **A**.

Вопросы.

1. Установите формулу неизвестной соли и других зашифрованных соединений.
2. Напишите уравнения всех реакций, упомянутых в условии задачи.
3. С какой целью соль **A** добавляют в детский конструктор LEGO и бумагу для банкнот?
4. Каким способом соединение **A** можно перевести в раствор?

Задача 9-2.

Чрезвычайно ядовитая соль калия **X**, используемая в золотодобывающей промышленности, реагирует с хлором на свету (**реакция 1**). При этом образуется ядовитый газ **A** ($\omega(\text{N}) = 22,764\%$) с отвратительным запахом. Этот газ может быть полностью поглощён раствором едкого натра (**реакция 2**). При осторожном упаривании полученного раствора образуется твёрдый остаток, состоящий из двух солей **B** и **C** и содержащий 11,336 % азота по массе. Соль **B** – бесцветные кристаллы, хорошо растворимые в воде. Эти кристаллы широко распространены в природе в виде минерала **M** в соляных отложениях некоторых озёр (минерал **M** и соль **B** имеют одинаковый качественный и количественный состав). Соль **C** является кислородосодержащей, а при её термоллизе (700 °С) образуется смесь твёрдых солей **E** (подобна соли **X**) и **D**, а также смесь двух газов **G** и **F** (**реакция 3**). Известно, что оба газа легче воздуха и не поддерживают горение.

Вопросы.

1. Определите соль **X** и соединения **A–G**. Ответ подтвердите расчётами.
2. Напишите уравнения проведенных реакций (1–3).
3. Предположите, каким образом соль **X** может быть использована в золотодобывающей промышленности. Напишите уравнение реакции.
4. Предложите ещё 2 реагента, переводящие золото в раствор. Напишите уравнения реакций.
5. Какие степени окисления наиболее характерны для золота? Укажите примеры трех соединений для каждой положительной степени окисления.
6. Приведите название минерала **M**.

Задача 9-3.

Для защиты плодово-ягодных культур от болезней в садоводческой практике широко применяется так называемая бордоская жидкость. Опрыскивание данным препаратом помогает, например, при плодовой и серой гнили. В качестве исходных веществ для приготовления бордоской жидкости используются **A** и **B**. В руководстве по садоводству приведена следующая методика (для удобства количества реагентов изменены): «В одной небольшой деревянной или глиняной посуде растворяют в горячей воде 10,0 г **A** и доливают до 500 мл. В другой разводят 3,0 г **B** и также доливают до 500 мл воды. Раствор **B** процеживают через редкую ткань в другую посуду. Затем в раствор **B** медленной струёй подливают раствор **A** и размешивают.» По данной методике получается жидкость ярко-голубой окраски. Эквимолярное соотношение реагентов должно выполняться с достаточной степенью точности, т. к. избыток **A** может дать ожоги на листьях. Из-за этой причины его содержание необходимо контролировать с помощью какого-либо нержавеющей металлического предмета (гвоздя, ножа и т. п.).

Центрифугированием полученной жидкости выделяют осадок, частично растворимый в разбавленных кислотах (даже в уксусной) без газовыделения и прокаливают его для удаления влаги. Масса полученного остатка тёмно-серого цвета составила 8,7 г.

Дополнительно известно, что прозрачный раствор, оставшийся после отделения осадка, обладает очень низкой удельной электропроводностью.

Вопросы.

1. Определите неизвестные вещества **A** и **B**. Подтвердите ваше предположение о составе бордоской жидкости расчетом.

2. Напишите уравнения реакций, протекающих при получении бордоской жидкости и прокаливании осадка.
3. Что происходит с железным гвоздём при опускании в бордоскую жидкость, содержащую избыток А? Напишите уравнение реакции.
4. Напишите схему регенерации А и В из бордоской жидкости в три-четыре стадии. Большее число стадий оценивается меньшим числом баллов.

Задача 9-4.

Бесцветная жидкость ($T_{пл} = -112\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{кип} = 46\text{ }^{\circ}\text{C}$) сгорает голубым пламенем в избытке кислорода, образуя смесь газов, плотность которой почти вдвое больше плотности воздуха. Полученная смесь полностью поглощается водным раствором щёлочи. При поглощении продуктов сгорания водным раствором пероксида водорода объём смеси уменьшается в три раза, причём оставшийся газ имеет плотность приблизительно в полтора раза больше плотности воздуха.

Вопросы.

1. Определите состав жидкости, предложите химическое название соединения.
2. Напишите уравнения реакций получения, горения жидкости, реакции поглощения продуктов горения раствором щелочи и пероксидом водорода.
3. Для аналогов элементов, входящих в состав жидкости, напишите формулы химических соединений, образованных элементами, находящимися ниже в соответствующих группах. Предскажите их свойства (в первую очередь агрегатное состояние). Приведите 2 примера.

Задача 9-5.

Оптимальное топливо

В вашем распоряжении имеются три вида топлива: газообразный водород под давлением 10 атм и при температуре $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (стоимость 25 у. е. за кубометр), газообразный метан при тех же условиях (стоимость 5 у. е. за кубометр) и уголь (стоимость 3 у. е. за килограмм), представляющий собой чистый графит.

Вопросы.

1. Запишите уравнения сгорания каждого из веществ и рассчитайте тепловой эффект.
2. Определите, какой из видов топлива даёт наибольшую энергию при сгорании:
 - а) на единицу объёма;
 - б) на единицу массы;
 - в) на одну у. е. стоимости.

Справочные данные.

а) Теплоты образования Q (кДж/моль):

CH_4 74,8

CO_2 393,5

$\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ 285,8

б) Плотность графита: $2,27 \text{ г/см}^3$.