

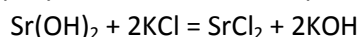
Задания 3 тура интернет-олимпиады 2019-20 (9-10 кл) с ответами

Задача 1.

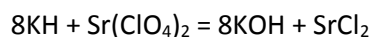
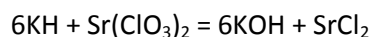
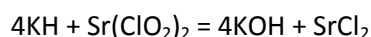
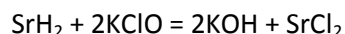
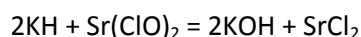
Какие 2 вещества вступили в реакцию, если образовались продукты SrCl_2 и KOH ? Приведите два варианта решения, напишите уравнения реакций.

Решение:

Для любителей простых решений сразу скажем: обменная реакция



идти не будет. В ней не происходит образования осадка (исходные вещества даже менее растворимы, чем продукты), газа и слабого электролита (все вещества – сильные электролиты). Если обменная реакция не подходит, напрашивается вывод, что это окислительно-восстановительное взаимодействие. Какие окислители и восстановители можно составить из элементов Sr, Cl, K, O, H? Известный окислитель и восстановитель – H_2O_2 , однако тогда во втором веществе одновременно должны присутствовать Sr, Cl, K, что весьма сомнительно. Хорошие восстановители – гидриды. Если взять как восстановитель SrH_2 или KH , то окислителем будет одна из солей кислородсодержащей кислоты хлора: KClO_x или $\text{Sr(ClO}_x)_2$. Проверим варианты:



По 1 баллу за пару реагирующих веществ, максимум 2. По 2 балла за уравнение реакции, максимум 4. Итого 6 баллов.

Задача 2. Приключения Феда, часть 1

Юный химик Федя оказался в Средиземье в самый разгар противостояния Братства Кольца и Саурона. Новые друзья хоббиты рассказали Феде про Гэндальфа, и Федя понял, что этот серый маг если и не химик, то хороший пиротехник. Федя предложил магу сотрудничество, и Гэндальф принял помощь «консультанта», несмотря на его юный возраст.

В это время столицу королевства Гондор – Минас Тирит – с воздуха атаковали назгул на ужасных крылатых тварях, которые своим жутким воем сильно пугали защитников крепости.



Гэндальф и Федя пропустили водяной пар через раскаленную железную трубку и получили газ, который Гэндальф назвал «невесомым», потому что наполненные им мыльные пузыри взлетали вверх. Затем они долго нагревали ртуть на воздухе, пока жидкий металл не превратился в

красный порошок. При сильном нагревании красного порошка получился газ, который они собрали в банке и внесли в нее тлеющий уголек. Уголек ярко вспыхнул в «ртутном газе». Затем Гэндальф собрал в кожаный мешочек «невесомый» и «ртутный» газы в объемном соотношении 2 : 1 и внес в газовую смесь тлеющий уголек... Когда слух вернулся к оглохшему магу, он понял, что средство противовоздушной обороны создано.

Гэндальф одолжил у эльфов тончайшую ткань. Чтобы хранить в мешке из этой ткани газы, эльф Макинтош предложил пропитать ткань соком особого дерева. Этот сок застывал при нагревании и превращался в эластичную массу. Из пропитанной ткани Макинтоша сшили огромную подушку объемом 44,8 кубометров. Эту подушку наполнили смесью «невесомого» и «ртутного» газов в объемном соотношении 2 : 1. Подушка стала немедленно подниматься вверх. При появлении в небе назгул на крылатых тварях подушку отпустили на прочной веревке. Она поднялась так, что коснулась шеи крылатой твари. Гэндальф дернул за специальный шнурок, который прижал к ткани тлеющий фитиль. Защитники Минас Тирита услышали звук грозы. Крылатая тварь так дернулась от ударной волны, что назгул полетел на каменистую землю. От удара его стальной доспех превратился в лепешку, и его боеспособность резко снизилась. При появлении в воздухе следующих назгул вновь вверх были подняты газовые «подушки». Увидев их, назгул покинули небо над крепостью и больше там не появлялись.

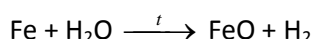
- 1) Напишите уравнения реакций получения «невесомого» и «ртутного» газов.
- 2) Сколько весила ткань Макинтоша для летающей подушки вместе с веревкой?
- 3) Кто уничтожил назгул, долетевшего до поля битвы у крепости? Подсказка – назгул сказал: «Меня не убить смертному мужу!»



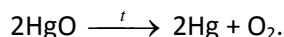
Решение:

- 1) «Невесомый» газ – водород, «ртутный» газ – кислород. (1 балл)

Уравнения реакций:



(или $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2$; реакция с получением Fe_2O_3 в восстановительной атмосфере неверна);



(По 1 баллу за реакцию).

- 2) Смесью водорода с кислородом 2 : 1 имеет среднюю молярную массу

$$M = 2 \cdot 2/3 + 32 \cdot 1/3 = 12 \text{ г/моль. (1 балл)}$$

Чтобы объект поднялся в воздух, его плотность должна быть меньше плотности воздуха. Тогда 1 моль смеси может поднять $29 \text{ г} - 12 \text{ г} = 17 \text{ г}$ груза. 44,8 кубометра – это 2000 моль смеси. Они поднимут 34 кг. Такова максимальная масса подушки и веревки. (2 балла)

- 3) Назгул убила Эовин – внучка роханского короля Тенгела, племянница короля Теодена. (1 балл)

Итого 7 баллов.

Задача 3. Приключения Феда, часть 2

Когда маг Гэндальф заявил, что Кольцо Всевластья надо уничтожить, гном Гимли решил разрубить Кольцо своей секирой. Секира раскололась, как стеклянная, а Кольцо уцелело. Братство Кольца

решило, что Кольцо надо вернуть в огненное жерло Ородруина – Роковой Горы. Для этого нужно пройти трудный и опасный путь.

Федя задумался, как можно лишить Кольцо его власти другим способом, и сказал Гэндальфу, что магия Кольца, возможно, пропадет, если его разделить на мельчайшие, далее неделимые частицы. Серый маг согласился:

– Делить надо, но как поможет любимая тобой химия?

– Кольцо золотое, а золото можно растворить, – ответил Федя. – Сначала нужно раздобыть неуловимый металл, который нельзя взять в руки – он растворяет золото. Неуловимый металл помогут добыть гномы – знатоки руд.

– Но Кольцо справится с угрожающим ему металлом, как это уже было с секирой Гимли, – возразил Гэндальф.

Федя вспоминал знакомые ему растворители золота, но для этого нужны реактивы, еще неизвестные в Средиземье.

– Подойдет царская ... ой, а из чего ее тут сделать? – Федя судорожно вспоминал содержимое эпоса «Властелин колец». – Есть идея! Нам нужно выяснить, где добыл сырье для своих огненных зерен, взрывом которых разрушили стену крепости Хельмова Падь, маг-изменник Саруман.

В результате долгого наблюдения за башней Сарумана удалось выяснить, что главной тайной его огненных зерен была белая соль, вспыхивающая на раскаленных углях. Посланные Саруманом орки приносили нужное для производства белой соли сырье, которое они собирали на приморских скалах, где веками селились птицы.

– Значит, и в Средиземье есть своя «чилийская ...», – обрадовался Федя. – Теперь с помощью гномов добываем железный купорос и готовим купоросное масло. А купоросное масло поможет получить из белой соли и поваренной соли нужную нам едкую царскую ...

После долгой работы на столе лаборатории Гэндальфа и Феде, расположенной в Минас Тирите, стояла объемистая колба с желтоватой едкой жидкостью.

Фродо и Сэму пришлось изменить свой опасный маршрут и зайти в Минас Тирит вместо Мордора. Друзья привели их в отдельную комнату лаборатории, обнесенную на всякий случай земляным валом. Фродо поднес Кольцо на цепочке к горлу колбы и выпустил его из рук... Кольцо покрылось пузырьками газа, раскалилось докрасна и попыталось всплыть. Все выскочили из комнаты. На месте колбы вспыхнул огненный шар и молнией устремился в Мордор, к Роковой горе. Оттуда донеслись грозные раскаты – это рухнула башня Саурона со всевидящим оком наверху.

См. фильм по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=6vry0ijbJVE>

Армия орков, которая готовилась продолжать атаковать Минас Тирит, исчезла – на ее месте осталась огромная желтая лужа, дымящаяся рыжим туманом.

Гэндальф послал гонцов к Арагорну – ведь королю Гондора надо было занять свое место.

– Похоже, нам предстоит готовить грандиозный фейерверк, – сказал Федя Гэндальфу.

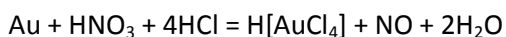
В Средиземье началась новая эпоха – эпоха химии...

1) Приведите примеры трех жидкостей, в которых растворяется золото при комнатной температуре. Напишите уравнения реакций.

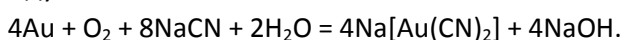
2) Опишите технологию получения «царской ...» из «чилийской ...» и поваренной соли с помощью железного купороса. Напишите уравнения реакций.

Решение:

1) Золото растворяется в ртути с образованием амальгамы (жидкого сплава), «царской водке»:

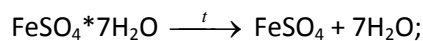


и растворе цианида на воздухе:



За амальгаму – 1 балл, за 2 уравнения химических реакций – по 2 балла, всего 5 баллов за п.1.

2) При прокаливании железный купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ сначала теряет кристаллизационную воду, а затем разлагается:



Вода испаряется, остается серная кислота высокой концентрации.



Суммарно:



За три реакции или суммарную реакцию – 3 балла.

Из купоросного масла (концентрированной серной кислоты) и чилийской селитры (нитрата натрия) при нагревании получается азотная кислота:



Аналогично из поваренной соли можно получить соляную кислоту:



и далее их смешением – «царскую водку». (1 балл)

Уравнения реакций до Na_2SO_4 не могут быть оценены полным баллом, т.к. реакция твердого вещества с концентрированной кислотой протекает на границе раздела, где кислота в большом избытке. Образуется именно кислая соль. За такие уравнения – по 0,5 балла.

Всего 6 баллов за п.2.

Итого 11 баллов.

Задача 4.

Карбонат никеля растворили в точно рассчитанном количестве 20%-го раствора серной кислоты. К полученному раствору прилили рассчитанное количество насыщенного раствора сульфата калия. Выпал осадок, который был отфильтрован и высушен на воздухе:

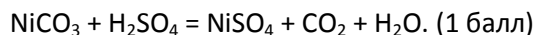


Чтобы установить состав осадка, его прокалили. Потеря массы составила 24,7%.

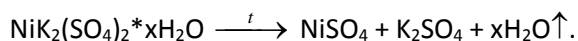
Определите состав осадка. Напишите уравнения трех описанных реакций.

Решение:

Растворение карбоната никеля в серной кислоте:



При добавлении сульфата калия в осадок может выпасть только двойная соль. Это явно не безводная соль, а кристаллогидрат (1 балл) (т.к. соль переходного металла выделяется из водного раствора, к тому же окраска вещества на фото соответствует аквакомплексу никеля). Т.е. при прокаливании удаляется вода:



Потеря массы

$$0,24 = \frac{xM(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{NiK}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O})} = \frac{18x}{329 + 18x}$$

Отсюда $x = 6$. Состав осадка $\text{NiK}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (1 балл). Уравнение реакции при прокаливании:



Уравнение реакции образования двойной соли:



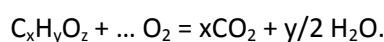
Итого 5 баллов.

Задача 5.

При сгорании 54 мг вещества X получилось 89,6 мл (н.у.) углекислого газа и 54 мл (н.у.) воды. Пары X в 1,86 раз тяжелее воздуха.

Напишите простейшую формулу, брутто-формулу и все возможные структурные формулы X. Напишите уравнение сгорания X.

Решение:



Найдем молярную массу X:

$$M(X) = 1,86M(\text{возд.}) = 1,86 \cdot 29 = 54 \text{ г/моль. (1 балл)}$$

Значит, исходно был взят 1 ммоль вещества. В нем содержится:

$$v(\text{C}) = v(\text{CO}_2) = 89,6 \text{ мл} / 22,4 \text{ л} = 4 \text{ ммоль};$$

$$m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 4 \cdot 12 = 48 \text{ мг};$$

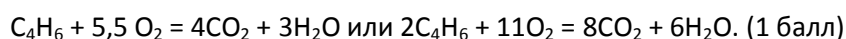
$$v(\text{H}) = 2v(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 54 \text{ мг} / 18 \text{ г} = 6 \text{ ммоль};$$

$$m(\text{H}) = v(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 6 \cdot 1 = 6 \text{ мг};$$

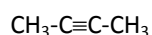
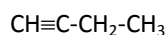
$$m(\text{O}) = m(X) - m(\text{C}) - m(\text{H}) = 54 - 48 - 6 = 0.$$

Итак, брутто-формула C_4H_6 . (1 балл) Простейшая формула C_2H_3 . (1 балл)

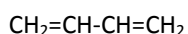
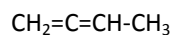
Уравнение сгорания:



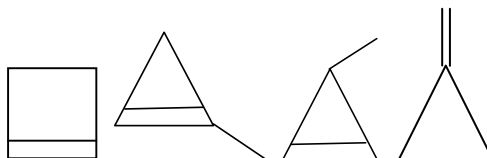
C_4H_6 относится к ряду $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Т.е. в молекуле существуют 2 «непредельности». Это может быть тройная связь (1 балл):



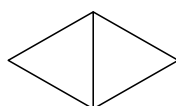
две двойных связи (1 балл):



двойная связь и цикл (4 балла):



или два цикла (1 балл):



Всего за структурные формулы 7 баллов.

Итого 11 баллов.

В сумме за комплект 40 баллов.