

Всероссийская олимпиада школьников по химии, 2013/14 год

I этап

9 класс

Задача 1. Винни-Пух и Пятачок не нашли в лаборатории банку с поваренной солью и решили получить ее химическим путем, используя склянки с растворами веществ, хранящимися на полке в школьном кабинете химии. Внимательно прочитав учебник, им удалось получить чистую поваренную соль пятью различными способами. А вот записать уравнения реакций наши герои не смогли. Помогите им.

Задача 2. Смесь метана, ацетилена (C_2H_2) и водорода массой 20 г при полном сгорании дает 36 г воды. Найдите объем углекислого газа, измеренный при н.у., который при этом образуется.

Задача 3. Отбеливающее средство «Белизна» представляет собой водный раствор гипохлорита натрия $NaClO$. Благодаря своей доступности «Белизна» получила широкое применение для отбеливания и удаления пятен с белых изделий из хлопчатобумажных и льняных тканей, мытья и дезинфекции посуды, керамической плитки, изделий из пластика и фаянса.

При нагревании препарата происходит разложение гипохлорита натрия. Одним из продуктов реакции является кислород. Скорость реакции разложения гипохлорита натрия резко возрастает при добавлении свежесозданного гидроксида кобальта(III). Причем гидроксид кобальта(III) можно использовать для разложения отбеливающего средства многократно.

- а) Запишите уравнение реакции разложения гипохлорита натрия.
- б) Какой объем кислорода (н.у.) можно получить из 200 г препарата «Белизна», если известно, что массовая доля гипохлорита натрия в препарате составляет 7%?
- в) Какую роль выполняет гидроксид кобальта (III) в данной реакции?

Задача 4. В заливе Кара-Богаз-Гол Каспийского моря находятся богатейшие запасы минерала мирабилита – кристаллогидрата сульфата натрия. Каждый год в конце ноября, когда температура воды падает до $6^\circ C$, вода оказывается насыщенной сульфатом натрия, и мирабилит начинает выделяться в виде бесцветных кристаллов, оседающих на дно залива и на его берегах. Эти кристаллы содержат в своем составе соль и воду.

Для определения формулы минерала 3,22 г мирабилита растворили в воде. К полученному раствору прилили избыток раствора хлорида бария. Выпавший осадок был отфильтрован, промыт и взвешен. Его масса оказалась равной 2,33 г.

На основе химического анализа определите формулу минерала мирабилита. Запишите уравнение реакции.

Задача 5. Запишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Назовите вещества, обозначенные буквами А, В, С.

Задача 6. При обжиге черного бинарного соединения А в токе воздуха образовался газ Б, при этом ни масса, ни цвет порошка не изменились. Твердый продукт обжига В растворили в концентрированной соляной кислоте, получив зеленый раствор вещества Г. При добавлении к раствору Г избытка водного раствора аммиака образуется темно-синий раствор вещества Д. Если пропустить газ Б через раствор Д, последний обесцвечивается и выпадает белый осадок Е.

Определите вещества А – Е и напишите уравнения описанных реакций.

Решения - 9 класс

Задача 1.

Возможные уравнения реакций:

- 1) $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$
- 5) $2\text{AlCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2 + 6\text{NaCl}$

Возможны и другие реакции.

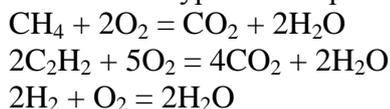
Сходные реакции (например, замену ионов бария на ионы кальция или стронция в уравнении 4) рекомендуется засчитывать как одну.

Использование твердых веществ в качестве реагентов (Na_2O , Na_2O_2 и т.д.) не допускается (см. условие).

Итого: 10 баллов

Задача 2.

Возможные уравнения реакций:



Весь водород, содержащийся в исходной смеси, при сгорании перешел в воду. Таким образом, масса водорода, содержащегося в исходной смеси, равна:

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 36/18 = 4 \text{ моль}, \quad m(\text{H}) = 3 \cdot 1 = 4 \text{ г}$$

Оставшаяся масса исходной смеси приходится на углерод. Масса углерода в исходной смеси равна $20 - 4 = 16 \text{ г}$. Весь углерод при сгорании переходит в углекислый газ. Его количество равно: $n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = 16/12 = 4/3 \text{ моль}$, а объем углекислого газа равен:

$$V(\text{CO}_2) = 22,4 \cdot 4/3 = 29,9 \text{ л.}$$

Ответ: 29,9 л

Итого: 10 баллов

Задача 3.

Решение	Число баллов
$2\text{NaClO} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NaCl} + \text{O}_2 \uparrow$	3 балла
$m(\text{NaClO}) = 200 \text{ г} \times 0,07 = 14 \text{ г}$ $v(\text{NaClO}) = 14 \text{ г} / 74,5 \text{ г/моль} = 0,188 \text{ моль}$ $v(\text{O}_2) = 0,188 \text{ моль} / 2 = 0,094 \text{ моль}$ $V(\text{O}_2) = v \times V_m = 0,094 \text{ моль} \times 22,4 \text{ л/моль} = 2,10 \text{ л}$	4 балла
Гидроксид кобальта(III) в данной реакции является катализатором	3 балла
<i>Приемлемы и другие варианты решения</i>	

Итого: 10 баллов

Задача 4.

Решение	Число баллов
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \times x \text{H}_2\text{O} + \text{BaCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{BaSO}_4\downarrow + x \text{H}_2\text{O}$	2 балла
$\nu \text{BaSO}_4 = \nu \text{Na}_2\text{SO}_4 \times x \text{H}_2\text{O} = 0,01 \text{ моль}$	2 балла
$M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \times x \text{H}_2\text{O}) = 3,22/0,01 = 322 \text{ г/моль}$	2 балла
$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}$	1 балл
Разность молярных масс кристаллогидрата и сульфата натрия составляет $322 - 142 = 180$	1 балл
$x = 180\text{г} / 18\text{г/моль} = 10 \text{ моль}$	1 балл
Формула мирабилита $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10 \text{H}_2\text{O}$	
Приемлемы и другие варианты решения	1 балл

Итого: 10 баллов

Задача 5.

Решение	Число баллов
$3 \text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$	2 балла
$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8 \text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$	3 балла
$\text{FeCl}_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2 \text{NaCl}$	1 балл
$\text{FeCl}_3 + 3 \text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3 \text{NaCl}$	1 балл
$2 \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Fe}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^0} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$	2 балла
Вещества: А - Fe_3O_4 ; В и С - $\text{Fe}(\text{OH})_2$ или $\text{Fe}(\text{OH})_3$;	1 балл

Итого: 10 баллов

Задача 6.

Вещества:

А – Cu_2S 1 балл

Б – SO_2 1 балл

В – CuO 1 балл

Г – $\text{H}_2[\text{CuCl}_4]$ 1 балл

Д – $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ 1 балл (допускается вариант $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$)

Е – CuCl 1 балл

Уравнения реакций:

$\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{O}_2 = 2\text{CuO} + \text{SO}_2$ 1 балл

$\text{CuO} + 4\text{HCl} = \text{H}_2[\text{CuCl}_4]$ 1 балл

$\text{H}_2[\text{CuCl}_4] + 6\text{NH}_3 = 2\text{NH}_4\text{Cl} + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ 1 балл

$2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 5\text{SO}_2 = 2\text{CuCl}\downarrow + 4\text{NH}_4\text{HSO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ 1 балл

(допускается $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ вместо NH_4HSO_3)

Итого: 10 баллов

Макс. балл: 60