

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ. 2022-2023 уч. г. МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 класс

**Общие указания:** если в задаче требуются расчеты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведенный без расчетов или иного обоснования, не засчитывается.

10 класс

**Задание 1**

В лаборатории в одной колбе находится 100 г раствора гидросульфата калия, а в другой колбе 100 г раствора поташа.. Если к раствору гидросульфата калия по каплям при перемешивании прибавить раствор поташа, то масса полученного раствора составит 197,8 г. Если, наоборот, к раствору поташа прибавлять по каплям при перемешивании раствор гидросульфата, то масса приготовленного раствора будет равна 199,1 г.

- 1) Почему в данном эксперименте массы приготовленных растворов оказались различными?
- 2) Рассчитайте массовые доли солей в исходных растворах. Растворимостью газа в растворе пренебречь.

**Решение, критерии оценивания:**

1) При добавлении гидросульфата калия к раствору карбоната калия при перемешивании, выделяющийся углекислый газ реагирует в растворе с карбонатом, образуя гидрокарбонат, поэтому масса выделившегося газа будет меньше, чем в первом случае (**4 балла**).

2) Уравнение реакции (при добавлении раствора поташа к раствору гидросульфата калия):



Уравнение реакций (при добавлении раствора гидросульфата калия к раствору поташа):



Рассчитаем количество выделившегося  $\text{CO}_2$ :

$$m(\text{CO}_2) \text{ по (1)} = 200 - 197,8 = 2,2 \text{ г}$$

$$n(\text{CO}_2) \text{ по (1)} = 2,2/44 = 0,05 \text{ моль}$$

Тогда в растворе 0,1 моль гидросульфата калия

$$m(\text{CO}_2) \text{ по (2) и (3)} = 200 - 199,1 = 0,9 \text{ г}$$

$$n(\text{CO}_2) \text{ по (3)} = 0,9/44 \approx 0,02 \text{ моль}$$

Тогда в растворе 0,1 – 0,02 = 0,08 моль карбоната калия

Рассчитываем массовые доли солей в исходных растворах:

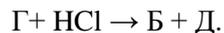
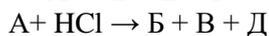
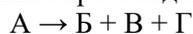
$$\omega(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,08 \cdot 138/100 = 11,04\% \quad (4 \text{ балла})$$

$$\omega(\text{KHSO}_4) = 0,1 \cdot 136/100 = 13,6\% \quad (4 \text{ балла})$$

**Всего за задание: 23 балла**

**Задание 2**

В схеме превращений коэффициенты не проставлены. Одинаковыми буквами зашифровано одно и то же вещество. А представляет собой нерастворимое в воде вещество зеленого цвета. Вещества Б, В, Г – оксиды. Оксид Г – амфотерный оксид с сильным преобладанием основных свойств.



Определите вещества А-Д, участвующие в превращениях.

- 1) Запишите уравнения реакций.
- 2) Приведите два названия вещества А.
- 3) Какой химической реакцией можно показать наличие у оксида Г слабовыраженных кислотных свойств? Запишите уравнение этой реакции.

**Решение, критерии оценивания:**



- 2) 2. Вещество А –  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  – малахит (**4 балла**), основной карбонат меди (гидроксокарбонат меди (II)) (**4 балла**); Б –  $\text{H}_2\text{O}$  – вода; В –  $\text{CO}_2$  – углекислый газ (диоксид углерода, оксид углерода (IV)); Г –  $\text{CuO}$  – оксид меди (II); Д –  $\text{CuCl}_2$  – хлорид меди (II).
- 3) Наличие у оксида меди (II) слабовыраженных кислотных свойств можно показать, например, уравнением реакции растворения оксида в концентрированном растворе щёлочи при нагревании:  
 $\text{CuO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$  (**4 балла**)

**Всего за задание: 21 балл**

### Задание 3

В смеси углекислого газа с газом «Г» массовые доли газов равны, а массовая доля углерода составляет 54,55%. После пропускания этой смеси через раствор гидроксида калия ее объем уменьшается вдвое.

1. Установите формулу газа «Г».
2. Приведите уравнения двух реакций получения газа Z по схеме:



### Решение, критерии оценивания:

Один из газов поглощается щелочью – это углекислый газ, другой с ней не реагирует. Равенство массовых и объемных (мольных) долей газов означает, что они имеют одинаковую молярную массу. (**3 балла**)

Возьмем для рассмотрения смесь, содержащую по 1 моль  $\text{CO}_2$  и газа «Г», масса смеси составит 88 г. В этой смеси 48 г приходится на углерод (значит, в состав неизвестного газа входит 3 атома углерода), 32 г на кислород, остаток в 8 г – очевидно, что это 8 атомов водорода, неизвестный газ – пропан  $\text{C}_3\text{H}_8$ . (**6 баллов**).

Сплавление бутирата натрия со щёлочью (**3 балла**) и сплавление изобутирата натрия со щёлочью (**3 балла**)

**Всего за задание: 15 баллов**

### Задание 4

В пластиковой бутылке смешали два объёма водорода и один объём кислорода. Получившуюся смесь подожгли.

- 1) Запишите уравнение реакции.
- 2) Почему произошёл взрыв?
- 3) Кислород в лаборатории получили разложением перманганата калия, водород – реакцией цинка с хлороводородной кислотой. Какие массы перманганата калия и цинка необходимо взять для получения 0,5 л (н.у.) гремучей смеси.
- 4) Во сколько раз объём получившейся после конденсации водяного пара жидкой воды стал меньше, чем объём исходной гремучей смеси?
- 5) По термохимическому уравнению  $2\text{H}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + 482 \text{ кДж}$  рассчитайте, какое количество теплоты выделится при сгорании 0,5 л (н.у.) гремучей смеси?

### Решение, критерии оценивания:

- 1)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  (**3 балла**)
- 2) Цепная реакция. (**3 балла**)
- 3)  $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ .  $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ . Кислорода нужно получить из перманганата 0,5/3 л, а водорода 0,5·2/3 л. Тогда масса перманганата калия равна  $(0,5/3) \cdot 2 \cdot 158/22,4 = 2,35 \text{ г}$ . (**3 балла**) Масса цинка  $(0,5 \cdot 2/3) \cdot 65/22,4 = 0,97 \text{ г}$ . (**3 балла**)
- 4) Объём воды составит  $(0,5 \cdot 2/3) \cdot 18/22,4 = 0,267 \text{ мл}$ . Тогда объём жидкой воды будет меньше объёма взятой смеси в  $500/0,267 = 1873$  раза. (**4 балла**)
- 5) Количество теплоты можно рассчитать по термохимическому уравнению  $(0,5 \cdot 482)/(22,4 \cdot 3) = 3,6 \text{ кДж}$ . (**3 балла**)

**Всего за задание: 19 баллов**

### Задание 5

В 1886 году французский химик Анри Муассан сумел выделить фтор электролизом смеси жидкого безводного фтороводорода и гидродифторида калия. Учитывая высокую реакционную способность фтора, Муассан проводил электролиз в аппаратуре, изготовленной из платины. При этом каждый грамм полученного фтора «съедал» до 6 грамм платины. Позднее Муассан стал использовать значительно более дешёвый медный электролизёр, который оказался более устойчив к разрушительному действию фтора.

- 1) Запишите уравнения электродных процессов получения фтора по методу Муассана. Какой электрод играет роль окислителя, а какой восстановителя в этом процессе?
- 2) Зачем Муассан добавлял гидродифторид калия к фтороводороду при проведении электролиза? К какому классу солей принадлежит это вещество? Каково его строение?
- 3) Почему медный электролизёр оказался более устойчив к разрушительному действию фтора?
- 4) Запишите уравнение реакции платины с фтором. Рассчитайте, каков был выход фтора, получаемого Муассаном в платиновом электролизёре?

**Решение, критерии оценивания:**

- 1)  $2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2$ ;  $2\text{F}^- - 2\text{e} = \text{F}_2$  (3 балла) Восстановитель – катод, окислитель – анод (2 балла)
- 2) Чистый фтороводород практически не проводит электрический ток, гидродифторид калия в жидком фтороводороде диссоциирует значительно лучше и обеспечивает высокую электропроводность системы. (3 балла) Гидродифторид калия - кислая соль. (3 балла) Ионная кристаллическая решётка; межатомные водородные связи внутри аниона:  $\text{K}^+[\text{F} \cdots \text{H} \cdots \text{F}]^-$ . (4 балла)
- 3) Аналогично оксидным пленкам на некоторых металлах образуются защитные фторидные пленки (медь, никель). (3 балла)
- 4)  $\text{Pt} + 2\text{F}_2 \rightarrow \text{PtF}_4$  Масса «съеденного» фтора составляла  $2 \cdot (6:195) \cdot 38 = 2,33$  г. Тогда выход фтора в платиновом электролизере составлял 30% (4 балла)

**Всего за задание: 22 балла**

**Всего за работу: 100 баллов**