

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП 2023

8 класс

Решения и критерии оценивания
Максимальное количество баллов - 100

Задача 1. Запишите формулы веществ солей, у которых молярные массы равны 100; 150; 200; 400 (г/моль). Ответы подтвердите расчетами. Напишите реакции получения данных солей (по одной на каждую соль), а также реакции их гидролиза.

Ответ:

а) Молярная масса 100 г/моль – соль карбонат кальция, CaCO_3 , $40 \cdot 1 + 12 + 16 \cdot 3 = 100$ г/моль (2 балла) или **силикат магния, MgSiO_4**

Реакции: $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ (1 балл)

$2\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ (2 балла)

б) Молярная масса 150 г/моль – сульфид алюминия, Al_2S_3 , $27 \cdot 2 + 32 \cdot 3 = 150$ г/моль (2 балла) или **йодид натрия, NaI**

Реакции: $2\text{Al} + 3\text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$ (1 балл)

$\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$ (2 балла)

в) Молярная масса 200 г/моль – сульфид хрома, Cr_2S_3 , $52 \cdot 2 + 32 \cdot 3 = 200$ г/моль (2 балла) или **бромид кальция, CaBr_2**

Реакции: $2\text{Cr} + 3\text{S} = \text{Cr}_2\text{S}_3$ (1 балл)

$\text{Cr}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$ (2 балла)

г) Молярная масса 400 г/моль – сульфат железа, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$,
 $56 \cdot 2 + (32 + 16 \cdot 4) \cdot 3 = 400$ г/моль (2 балла)

Реакции: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (1 балл)

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (2 балла)

Итого 20 баллов

Задача 2. Крокодил Гена взял в столовой стакан чая. Пока ходил за чайной ложкой, старуха Шапокляк подсыпала в чай хлорид бария BaCl_2 . Она не знала, что повара для придания плохому чаю хорошего цвета добавляют в него соду Na_2CO_3 . Вернувшись, Гена помешал чай и заметил в нем странную муть. Почуввав неладное, Гена отнес чай к знакомому химику. Химик, отфильтровав муть, обнаружил в чае лишь хлорид натрия массой 0,30 г. Объясните, что произошло с другими частицами исходных веществ. Определите массу соды, которая была в стакане с чаем. Рассчитайте массу хлорида бария, который подсыпала старуха.

Ответ:

Взаимодействие растворимого хлорида бария с гидрокарбонатом натрия дает нерастворимый и безвредный осадок карбоната бария и хлорид натрия в растворе:

$\text{BaCl}_2 + \text{NaHCO}_3 = \text{NaCl} + \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{HCl}$ (5 баллов)

$M_r(\text{NaCl}) = 23 + 35,5 = 58,5$ г/моль (2 балла)

Находим количество вещества хлорида натрия

$\nu = 0,3 \text{ г} / 58,5 \text{ г/моль} = 0,005$ моль (2 балла)

1 моль хлорида бария образует 1 моль хлорида натрия, отсюда находим количество вещества хлорида бария: $0,005 = 0,005$ моль (2 балла)

Масса хлорида бария будет равна $m = \nu \cdot M_r(\text{BaCl}_2)$

$M_r(\text{BaCl}_2) = 137 + 35,5 \cdot 2 = 208$ г/моль (2 балла)

$m = 0,005 \text{ моль} \cdot 208 \text{ г/моль} = 1,04$ г (2 балла)

По уравнению реакции количество вещества гидрокарбоната натрия ($M_r = 23+1+2+16*3 = 74$ г/моль) 0,005 моль (2 балла), значит, масса соды в чае составляла: $0,005 \text{ моль} * 74 \text{ г/моль} = 0,37 \text{ г}$ (3 балла).

Итого 20 баллов

Задача 3. У химика-экспериментатора имеются восемь реактивов: растворы H_2SO_4 , HCl , $NaOH$, а также Fe , $CaCO_3$, $NaCl$, Cu , SiO_2 в виде порошков. При этом в его распоряжении имеются лишь четыре пустых склянки. Как разместить эти реактивы в четырех склянках, чтобы их легко можно было выделить оттуда в чистом виде? Укажите методы выделения, обоснуйте свой ответ.

Ответ:

1 пробирка: железные опилки и соль хлорида натрия – железные опилки можно отделить магнитом из смеси порошка (5 баллов)

2 пробирка: медь, соляная кислота и оксид кремния – отфильтровать кислоту, которая не реагирует с медью и оксидом кремния, медь отделить магнитом от оксида кремния (5 баллов)

3 пробирка – раствор серной кислоты (5 баллов)

4 пробирка – мел или карбонат кальция и раствор щелочи ($NaOH$) не реагируют между собой, легко можно отфильтровать (5 баллов)

Итого 20 баллов

Задача 4. Познакомившись на уроках химии со способами выражения концентрации растворов, Настя для себя решила, что станет фармацевтом. Для домашней аптечки 3%-й раствор перекиси водорода она взялась приготовить сама.

Сполоснув флакончик дистиллированной водой и бросив в него таблетки гидроперита - H_2O_2 (каждая по 0,75 г), она отмерила цилиндром объем воды, влила во флакон и плотно закрутила крышечку. Найдите количество таблеток гидроперита, необходимые для приготовления 3 %-ного раствора перекиси водорода, какой объем воды взяла Настя? Для каких целей используют 3 %-ный раствор? Какая реакция лежит в основе данных свойств перекиси водорода?

Ответ:

Настя все сделала правильно: 3%-й раствор перекиси водорода получился.

1. Найдем массу гидроперита $m = 4 \times 0,75 = 3 \text{ г}$ (2 балла)

2. Найдем массу раствора $97 \text{ г} + 3 = 100$ (2 балла)

3. Найдем массовую долю раствора $3/100 = 0,03$ или 3% (4 балла)

4. Дезинфекция и обработка ран (2 балла)

5. Выделение кислорода способствует разрушению клеток бактерий и вирусов, а также подсушивает края раны и устраняет мелкие капиллярные кровотечения (4 балла)

6. Реакция разложения пероксида водорода: $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$ (6 баллов)

Итого 20 баллов

Задача 5. Для приготовления 8 %-ного (по массе) раствора сульфата железа (II) необходимо рассчитать количество воды для растворения 27,8 г $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. При увеличении концентрации полученного раствора до 15% (по массе) какое количество граммов $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ следует добавить к этому раствору, чтобы процентное содержание $FeSO_4$ возросло (20 баллов)?

Ответ:

Найдем количество сульфата железа ($M=152$ г/моль) в кристаллогидрате сульфата железа ($M=278$ г/моль):

$m = 27,8 * 152 / 278 = 15,2 \text{ г}$ или $v = 0,1 \text{ моль}$ ($27,8/278$), значит

$m = 0,1 * 152 = 15,2 \text{ г}$ (3 балла)

Преобразуем уравнение $\omega = m_{p.v}/m_{p-ra} * 100\%$, где $m_{p-ra} = 27,8 + x$ (2 балла)

x – масса воды

$$x = m_{p.v} * 100 / \omega - m(\text{кристаллогидрата})$$

$$x = 15,2 * 100 / 8 - 27,8 = 162,2 \text{ г воды (4 балла)}$$

Если в полученный раствор внести y г, т.е. $y/278$ моль $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (2 балла), то масса раствора станет равной $27,8 + 162,2 + y$ (2 балла), а масса растворенного FeSO_4 в этом растворе будет равна $152y/278 = 0,547y$ г (2 балла).

$$\omega_2 = 15\% = (15,2 + 0,547y) / (27,8 + 162,2 + y) * 100\%$$

$$0,15(27,8 + 162,2 + y) = 1,2 + 0,547y$$

$$13,3 = 0,397y$$

$$y = 33,5 \text{ г. (5 баллов)}$$

Итого – 20 баллов