

Пермский край
2023-2024 учебный год
**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
10 КЛАСС**

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
Представлен один из возможных вариантов решения задач

Задача № 10-1

Допустим, что вещество B_1 имеет формулу $H_x\text{Э}$, тогда

$$x : 1 = \frac{1,24}{1} : \frac{100 - 1,24}{A(\text{Э})} = 1,24 : \frac{98,76}{A(\text{Э})}$$

$$A(\text{Э}) = \frac{98,76x}{1,24} = 79,65x$$

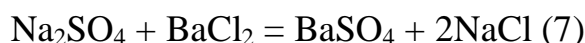
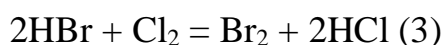
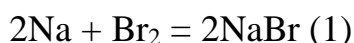
При $x=1$, $A(\text{Э}) = 79,65$ а.е.м, что близко к относительной атомной массе брома, поэтому B_1 – это HBr .

Вероятно, что B – это бромид металла имеющий формулу $\text{Э}Br_x$, тогда

$$x : 1 = \frac{100 - 22,33}{80} : \frac{22,33}{A(\text{Э})} = 0,971 : \frac{22,33}{A(\text{Э})}$$

$$A(\text{Э}) = \frac{22,33x}{0,971} = 22,9x,$$

При $x=1$, $A(\text{Э}) = 22,9$ а.е.м, что близко к относительной атомной массе натрия, поэтому B – это $NaBr$.



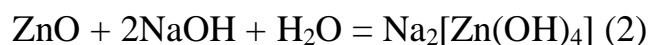
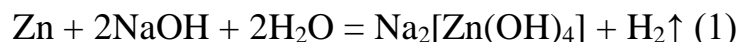
A₁	Na	A₂	Na ₃ PO ₄	A₃	NaCl
B₁	Br ₂	B₂	HBr	B	NaBr

Разбалловка

Определение веществ A ₁ –A ₃ , B ₁ , B ₂ , B	6 x 0,5 б. = 3 б.
Написание уравнений (1)–(7)	7 x 1 б. = 7 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10-2

Из представленных компонентов смеси с водным раствором гидроксида натрия взаимодействует цинк с выделением водорода и оксид цинка:



Из уравнения реакции (1) следует:

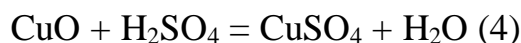
$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = \frac{0,540}{22,4} = 0,024 \text{ моль.}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,024 \cdot 65 = 1,56 \text{ г.}$$

Зная массу исходной смеси, не растворившегося остатка и массу цинка вычислим массу оксида цинка:

$$m(\text{ZnO}) = 6,50 - 2,50 - 1,56 = 2,44 \text{ г.}$$

Медь и оксид меди взаимодействуют с концентрированной серной кислотой:



Выделяющийся диоксид серы поглотили гидроксидом калия:



Исходя из реакций (3) и (5)

$$n(\text{Cu}) = n(\text{SO}_2) = \frac{1,55}{64} = 0,024 \text{ моль,}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,024 \cdot 64 = 1,54 \text{ г.}$$

Рассчитаем массовые доли компонентов смеси:

$$w(\text{Zn}) = \frac{1,56}{6,50} \cdot 100 = 24,0\%$$

$$w(\text{ZnO}) = \frac{2,44}{6,50} \cdot 100 = 37,5\%$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{1,54}{6,50} \cdot 100 = 23,7\%$$

$$w(\text{CuO}) = 100,0 - 24,0 - 37,5 - 23,7 = 14,8 \%$$

Вычислим массу гидроксида натрия, который был взят для реакции:

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(p - pa)} \cdot 100 \Rightarrow m(\text{NaOH}) = \frac{w(\text{NaOH}) \cdot m(p - pa)}{100} = \frac{10,0 \cdot 120,0}{100} = 12,0 \text{ г}$$

Рассчитаем массу гидроксида натрия, которая потребовалась для растворения цинка и оксида цинка:

$$n_1(\text{NaOH}) = 2n(\text{Zn}) + 2n(\text{ZnO}) = 2 \cdot 0,024 + 2 \cdot \frac{2,44}{81} = 0,108 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,108 \cdot 40 = 4,32 \text{ г}$$

Тогда, после реакции останется $120,0 - 4,32 = 7,68$ г гидроксида натрия. А масса полученного раствора будет равна массе исходного раствора + масса цинка и оксида цинка за вычетом массы выделившегося водорода:

$$m(p-ra) = 120,0 + 1,56 + 2,44 - 2 \cdot 0,024 = 123,95 \text{ г.}$$

Рассчитаем массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе:

$$w(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{m(p-ra)} \cdot 100 = \frac{7,68}{123,95} \cdot 100 = 6,2\%$$

Разбалловка

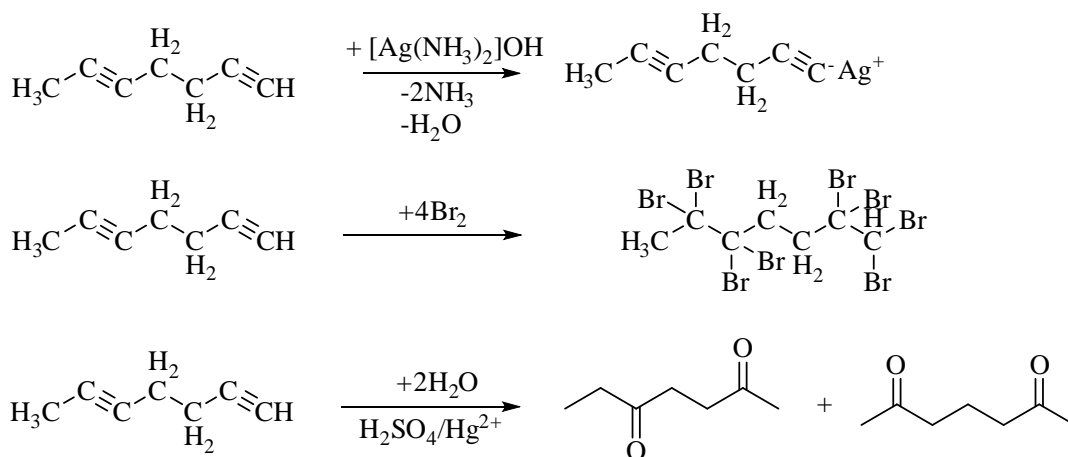
Написание уравнений (1)–(5)	5 x 0,5 = 2,5 б.
Расчет массы цинка и меди	2 x 2 б. = 4 б.
Расчет массовых долей компонентов смеси	4 x 0,5 б. = 2 б.
Расчет массовой доли гидроксида натрия в растворе	1,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10-3

Раз вещество А бинарное органическое, то можно предположить, что это углеводород общей формулой C_xH_y :

$$x : y = \frac{100 - 8,75}{12} : \frac{8,75}{1} = 7,60 : 8,75 = 7 : 8.$$

Простейшая формула углеводорода C_7H_8 . Взаимодействие с реактивом Толленса свидетельствует, что это алкин с концевой тройной связью (одной или двумя). Расчет массовой доли серебра возможных продуктов взаимодействия с реактивом Толленса свидетельствует, что в Б – один атом серебра, поэтому А – гепта-1,5-диин.

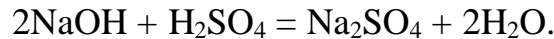


Разбалловка

Структурные формулы вещества А	2 б.
Структурные формулы веществ Б–Д	4 x 1 б. = 4 б.
Название вещества А	1 б.
Уравнения реакций	3 x 1 б. = 3 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10-4

При полной нейтрализации серной кислоты гидроксидом натрия образуется сульфат натрия:



Рассчитаем количество серной кислоты в полученном растворе:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{w(\text{H}_2\text{SO}_4)}{100} \cdot \rho \cdot V(p - pa) = \frac{98}{100} \cdot 1,84 \cdot 2 = 3,61 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{3,61}{98} = 0,037 \text{ моль}$$

По уравнению реакции:

$$m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{NaOH}) = 2 \cdot 0,037 \cdot 40 = 2,96 \text{ г}$$

$$m(p - pa) = \frac{m(\text{NaOH})}{w(\text{NaOH})} = \frac{2,96}{0,05} = 59,2 \text{ г}$$

При этом образуется

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,037 \cdot 142 = 5,25 \text{ г}$$

Масса воды в полученном растворе будет равна

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 150 + 59,2 \cdot (1 - 0,05) + 2 \cdot 0,037 \cdot 18 = 207,57 \text{ г}$$

Рассчитаем сколько воды нужно упарить:

В 100 г воды растворяется 42,3 г сульфата натрия

В x г воды растворяется 5,25 г сульфата натрия

$$x = 12,41 \text{ г воды.}$$

Получаем, что необходимо упарить $207,57 - 12,41 = 195,16$ г воды.

Рассчитаем массовую долю сульфата натрия в насыщенном при 20°C растворе:

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{19,2}{100,0 + 19,2} \cdot 100 = 16,1\%$$

Допустим, что из нашей смеси кристаллизуется x г $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, в котором содержится:

в 1 моль = 322 г $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ содержится 1 моль = 142 г Na_2SO_4

в x г $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ содержится y г Na_2SO_4

$$y = 0,441x \text{ г}$$

Тогда для раствора после кристаллизации верно равенство

$$16,1 = \frac{5,25 - 0,441x}{(12,41 + 5,25) - x} \cdot 100.$$

Решая уравнение, получим

$$x = 8,61 \text{ г.}$$

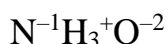
Таким образом, из раствора выпадет в осадок 8,61 г $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Разбалловка

Расчет массы раствора гидроксида натрия	3 б.
Расчет объема упаренной воды	3 б.
Расчет массы образовавшегося $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	4 б.
ИТОГО	10 б.

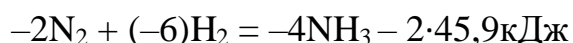
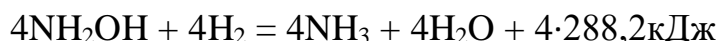
Задача № 10-5

Степени окисления

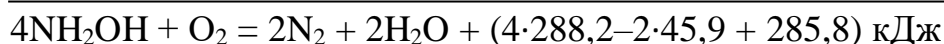
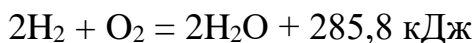
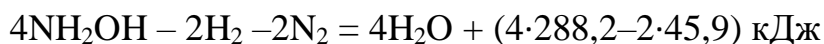


Структурная формула

Так как в реакции горения гидроксил $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad / \\ \text{N} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ гвует 4 моль гидроксиламина, умножим реакцию (1) на 4 и вычтем реакцию (2) умножив в ней все коэффициенты на два:



Затем к полученной реакции прибавим реакцию (3):



Вычисляя тепловой эффект получим 1346,8 кДж.

Рассчитаем массу гидроксиламина в навеске исходя из величины теплового эффекта:

при сгорании 4 моль гидроксиламина выделяется 1346,8 кДж теплоты

при сгорании x моль – 25 кДж теплоты

$$x = 0,074 \text{ моль,}$$

$$m(\text{NH}_2\text{OH}) = 0,074 \cdot 33 = 2,45 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NH}_2\text{OH}) = \frac{2,45}{5,5} \cdot 100 = 44,6\%$$

Исходя из уравнения реакции



в навеске помимо гидроксиламина и примесей содержится хлороводородная кислота (хоть и формально):

$$m(\text{HCl}) = 0,074 \cdot 36,5 = 2,7 \text{ г;}$$

$$m(\text{примесей}) = 0,35 \text{ г,}$$

$$\omega(\text{примесей}) = \frac{0,35}{5,5} \cdot 100 = 6,4\%$$

Рассчитаем количество гидроксида натрия, которое необходимо для выделения гидроксиламина (формально для нейтрализации связанной хлороводородной кислоты):

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = 0,074 \text{ моль}$$

$$V(p - pa) = \frac{n(\text{NaOH})}{C(\text{NaOH})} = \frac{0,074}{1,0} = 0,074 \text{ л} = 74 \text{ мл.}$$

Разбалловка

Структурная формула гидроксиламина	1 б.
Указание степеней окисления элементов в гидроксилаmine	1 б.
Расчет теплового эффекта реакции сгорания гидроксиламина	2 б.
Расчет количества гидроксиламина по тепловому эффекту	2 б.
Расчет массовой доли гидроксиламина	1 б.
Расчет массовой доли примесей	2 б.
Расчет объема 1,0 моль/л раствора гидроксида натрия	1 б.
ИТОГО	10 б.