

Пермский край
2024-2025 учебный год
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
7-8 КЛАСС

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Представлен один из возможных вариантов решения задач

Задача № 8-1

1. Для вычисления мольной доли золота в сплаве вычислим количество вещества каждого металла в 1 г сплава:

$$n(\text{Au}) = 0,585 \text{ г} / 197 \text{ г/моль} = 0,0030 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}) = 0,334 \text{ г} / 64 \text{ г/моль} = 0,0052 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ag}) = 0,083 \text{ г} / 108 \text{ г/моль} = 0,0008 \text{ моль}$$

Вычислим мольную долю золота:

$$\chi(\text{Au}) = \frac{n(\text{Au})}{n(\text{Au}) + n(\text{Cu}) + n(\text{Ag})} \cdot 100\% = \frac{0,003}{0,003 + 0,0052 + 0,0008} \cdot 100 = 33,33 \text{ мол.}\%$$

2. Чтобы вычислить пробы сплава, нам необходимо рассчитать массовое соотношение металлов в сплаве:

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} \Rightarrow m = \frac{N \cdot M}{N_A}$$

Так как мы ищем соотношение масс, а в знаменателе полученного выражения находится постоянная величина, то при расчетах ее учитывать не будем:

$$m(\text{Au}) : m(\text{Ag}) : m(\text{Ni}) = 100 \cdot 197 : 78 \cdot 107 : 114 \cdot 59 = 19700 : 8346 : 6726.$$

То есть 19700 мг золота содержится в $19700 + 8346 + 6726 = 34722$ мг сплава, тогда X мг золота содержится в 1000 мг сплава.

$$X = \frac{19700 \cdot 1000}{34722} = 567$$

Таким образом, проба белого золота равна 567.

3. 24 карата соответствуют $24 \cdot 0,2 = 4,8$ г сплава, в этой массе сплава содержится $9 \cdot 0,2 = 1,8$ г золота. Тогда метрическая проба будет равна:

в 4,8 г сплава содержится 1,8 г золота

в 1 г сплава содержится X г золота

$$X = \frac{1 \cdot 1,8}{4,8} = 0,375 \text{ г} = 375 \text{ мг}$$

Таким образом, метрическая проба 9 каратного золота равна 375.

4. Так как 9 каратное золото представляет собой сплав, который содержит 0,375 г золота и $1 - 0,375 = 0,625$ г меди, то для получения 10,0 г сплава потребуется:

$$m(\text{Au}) = 0,375 \cdot 10 = 3,75 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu}) = 10 - 3,75 = 6,25 \text{ г.}$$

Разбалловка

Расчет мольной доли золота в сплаве (п.1)	2 б.
Расчет пробы белого золота (любым способом)	4 б.
Доказательство пробы 9 каратного золота (п.3)	26.
Расчет масс золота и меди для приготовления сплава (п.4)	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 8-2



2. По реакции (1) на нейтрализацию 1 моль азотной кислоты требуется 1 моль аммиака, поэтому:

$$m(\text{HNO}_3) = 100\,000 \text{ г} \cdot 65\% / 100 = 65\,000 \text{ г}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 65\,000 \text{ г} / 63 \text{ г/моль} = 1\,031,7 \text{ моль}$$

$$V(\text{NH}_3) = n(\text{HNO}_3) \cdot V_m = 1\,031,7 \cdot 22,4 = 23\,110,1 \text{ л} = 23,11 \text{ м}^3.$$

3.
$$w(N) = \frac{2A_r(N)}{M(\text{NH}_4\text{NO}_3)} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 14}{14 + 4 \cdot 1 + 14 + 3 \cdot 16} \cdot 100 = 35\%$$

4. Рассчитаем в какой массе аммиачной селитры содержится 120 кг азота:
в 100 кг нитрата аммония содержится 35 кг азота
в X кг нитрата аммония содержится 120 кг азота

$$X = \frac{100 \cdot 120}{35} = 342,9 \text{ кг.}$$

Так как аммиачная селитра содержит 2% примесей, получим:

в 100 г аммиачной селитры содержится 98 г нитрата аммония

в X кг аммиачной селитры содержится 342,9 кг нитрата аммония

$$X = \frac{100 \cdot 342,9}{98} = 349,9 \text{ кг}$$

Таким образом на 1 га необходимо внести 349,9 кг аммиачной селитры, тогда для удобрения 120 га потребуется $120 \cdot 349,9 = 41\,988 \text{ кг} = 41,99 \text{ т}$ аммиачной селитры.

Разбалловка

Написание уравнения реакции	2 б.
Расчет объема аммиака для реакции	3 б.
Расчет массовой доли азота	2 б.
Расчет массы аммиачной селитры	3 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 8-3

В образовавшемся растворе протекает одна химическая реакция:



Чтобы рассчитать массовую долю хлорида натрия в растворе нам необходимо вычислить массу хлорида натрия в полученном растворе и массу образовавшегося раствора.

1. Общая масса хлорида натрия в конечном растворе будет складываться из массы хлорида натрия в исходном растворе (обозначим m_1) и хлорида натрия, полученного при протекании реакции (1), обозначим ее как m_2 :

$$m_1 = 150 \text{ г} \cdot 12,5\% / 100 = 18,75 \text{ г.}$$

Чтобы определить массу m_2 необходимо определить какое из исходных веществ – хлорид бария или сульфат натрия находится в недостатке:

$$n(\text{BaCl}_2) = n(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 5,5 / 244 = 0,023 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 25 \text{ г} \cdot 5,0 / 100 = 1,25 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1,25 / 142 = 0,009 \text{ моль}$$

Так как хлорид бария и сульфат натрия реагируют в мольном соотношении 1:1, то в недостатке находится сульфат натрия, поэтому:

$$n_2(\text{NaCl}) = 2 \cdot 0,018 \text{ моль,}$$

$$m_2 = 0,018 \cdot 58,5 = 1,05 \text{ г.}$$

Тогда общая масса хлорида натрия равна $18,75 + 1,05 = 19,80 \text{ г}$

2. Общая масса конечного раствора будет складываться из массы исходного раствора, добавленного кристаллогидрата хлорида бария и раствора сульфата натрия за вычетом массы образовавшегося осадка сульфата бария.

По уравнению реакции количество моль образовавшегося сульфата бария равно количеству моль сульфата натрия, вступившего в реакцию, поэтому

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,009 \cdot 233 = 2,1 \text{ г.}$$

Тогда масса раствора равна $150 + 5,5 + 25 - 2,1 = 178,4 \text{ г}$

Массовая доля хлорида натрия:

$$w(\text{NaCl}) = \frac{19,8}{178,4} \cdot 100 = 11,1\%$$

Разбалловка

Написание уравнения реакции (1)	1 б.
Расчет массы хлорида натрия в исходном растворе	1 б.
Расчет массы хлорида натрия, образовавшегося в реакции (1)	3 б.
Расчет массы сульфата бария	2 б.
Расчет общей массы конечного раствора	2 б.
Расчет массовой доли хлорида натрия	1 б.
ИТОГО	10б.

Задача № 8-4

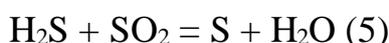
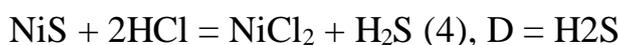
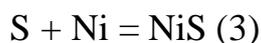
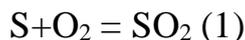
Очевидно, что вещество А – это оксид элемента Э, выведем его формулу. Допустим, что формула оксида $\text{ЭO}_{n/2}$, где n – валентность Э, тогда

$$w(\text{Э}) = \frac{A_r(\text{Э})}{A_r(\text{Э}) + n/2 \cdot A_r(\text{O})} = \frac{A_r(\text{Э})}{A_r(\text{Э}) + 8n} = 0,50$$
$$A_r(\text{Э}) = 8n$$

При n = 4, $A_r(\text{Э}) = 32$, что соответствует сере, поэтому Э = сера, А = SO_2 .

Вещество С – это сульфид никеля NiS , для которого $w(\text{S}) = 32 / 91 \cdot 100 = 35,16\%$

Уравнения реакций:



Разбалловка

Обоснованное определение веществ А и С (без обоснования – по 0,5 б.)	2x1 б. = 2 б.
Указание формул X, B и D	3x1 б. = 3 б.
Написание уравнений реакций (1)–(5)	5x1 б. = 5 б.
ИТОГО	10б.

Задача № 8-5

1. Вычислим массовую долю воды в кристаллогидрате ацетата натрия $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$:

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O})} = \frac{3 \cdot 18}{136} = 0,397.$$

То есть в 100 г $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ содержится 39,7 г воды и 60,3 г ацетата натрия
Для получения 200 г раствора необходимо $39,7 \cdot 2 = 79,4$ г воды и 120,6 г ацетата натрия.

2. Рассчитаем какое количество теплоты нужно для нагрева 250 мл воды

Для нагрева 1 кг воды требуется 336 кДж

Для нагрева 0,25 кг воды требуется X кДж

$$X = \frac{0,25 \cdot 336}{1} = 84 \text{ кДж}$$

Рассчитаем какое количество теплоты выделяет одна солевая грелка:

Кристаллизация 1 кг $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, сопровождается выделением 270 кДж

Кристаллизация 0,1 кг $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ сопровождается выделением X КДж

$$X = \frac{0,1 \cdot 270}{1} = 27 \text{ кДж}$$

Таким образом, для нагрева воды потребуется $84/27 = 3,11 = 4$ грелки.

Разбалловка

Расчет массы воды и ацетата натрия (п. 1)	3 б.
Расчет количества теплоты для нагрева 250 мл воды	3 б.
Расчет количества грелок	4 б.
ИТОГО	10б.