

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

8, 9 классы

Вариант 1

- 1.** Отношение молярных масс йодида металла и его оксида равно 2,849. Определите неизвестный металл, если известно, что в данных соединениях он имеет валентность III. В ответе запишите химический символ неизвестного металла.
- 2.** Смесь кислорода с озоном называют озонированным кислородом. После разложения всего озона, объем смеси увеличился на 5%. Вычислите содержание озона (в % по объему) в исходной смеси.
- 3.** Какую массу воды (г) следует взять, чтобы при растворении в ней строго необходимой навески калия можно получить 140 г раствора гидроксида калия с массовой долей 0,1?
- 4.** Имеется смесь, содержащая по 0,6 моль каждого из веществ: HgO , KMnO_4 , KCIO_3 , KNO_3 . Рассчитайте общий объем (л) кислорода (н.у.), который может выделиться при нагревании такой смеси.
- 5.** Имеется 105 г раствора с массовой долей гидрокарбоната натрия 9,6%. Этот раствор прокипятили и после охлаждения добавили раствор с массовой долей хлорида кальция 12% ($\rho = 1,11 \text{ г/мл}$). Рассчитайте, какой объем (мл) раствора хлорида кальция может прореагировать с полученным после кипячения раствором? Испарением воды можно пренебречь.
- 6.** Образец минерала магнезита (MgCO_3) массой 135 г, содержащий 44% пустой породы, подвергли обжигу. Газ, выделившийся при обжиге этого образца, пропустили через раствор, полученный при растворении 50 г металлического натрия в 200 мл воды. Определите массовую долю (%) образовавшейся соли в растворе.
- 7.** Смесь металлов, состоящую из 39 г цинка и 11,2 г железа, нагрели с избытком серы. Полученные продукты реакции растворили в избытке раствора соляной кислоты. Выделившийся газ полностью поглотили раствором ($\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$), с массовой долей сульфата меди (II) 12%. Какой объем (мл) раствора сульфата меди был затрачен на поглощение этого газа?

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

Критерии оценивания заданий:

Максимальная сумма баллов за 7 заданий варианта составляет 100 баллов.

Распределение баллов по заданиям следующее:

Номер задания	8 класс	9 класс
1	10	10
2	10	10
3	10	10
4	15	15
5	15	15
6	20	20
7	20	20

За каждое задание выставляется либо максимальный балл в случае правильного ответа, либо 0, если ответ отсутствует или неверный.

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия
Решение варианта 1

1. Химические формулы хлорида и оксида металла MeI_3 ; Me_2O_3 .

Молярные массы таких соединений $M(\text{MeI}_3) = A_r(\text{Me}) + 127 \cdot 3$; $M(\text{Me}_2\text{O}_3) = A_r(\text{Me}) \cdot 2 + 16 \cdot 3$.

Тогда соотношение молярных масс таких соединений будет

$$2,849 = \frac{A_r(\text{Me}) + 127 \cdot 3}{A_r(\text{Me}) \cdot 2 + 16 \cdot 3} = \frac{A_r(\text{Me}) + 381}{A_r(\text{Me}) \cdot 2 + 48} \Rightarrow 5,698 \cdot A_r(\text{Me}) + 136,752 = A_r(\text{Me}) + 381$$

$$4,698 \cdot A_r(\text{Me}) = 244,248 \Rightarrow A_r(\text{Me}) \approx 52.$$

Неизвестный металл Me хром Cr.

Ответ. Cr

2. Уравнение химической реакции $2 \text{ O}_3 \rightarrow 3 \text{ O}_2$
2 л — 3 л

Предположим, что у нас есть 100 л озонированного кислорода.

По условию задания, увеличение объема после разложения всего озона в смеси 100 л – 100 % объема

$$X \text{ л} - 105 \% \text{ объема} \Rightarrow X = \frac{100 \text{ л} \cdot 105 \%}{100 \%} = 105 \text{ л}. \text{ Увеличение объема } \Delta V = 5 \text{ л.}$$

Увеличение объема смеси происходит при разложении озона, тогда исходя из уравнения реакции 2 л O_3 – 3 л O_2 или $\Delta V = 1 \text{ л}$

$$\text{по условию } Y \text{ л } \text{O}_3 \text{ — } \Delta V = 5 \text{ л}$$

$$Y = \frac{2 \text{ л} \cdot 5 \text{ л}}{1} = 10 \text{ л}$$

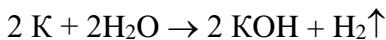
увеличение объема при распаде озона равно половине исходного объема озона.

Объемная доля содержания озона φ

$$\varphi = \frac{V_{\text{O}_3} \cdot 100 \%}{V_{\text{смеси}}} = \frac{10 \cdot 100 \%}{100} = 10 \%$$

Ответ. 10

3. Уравнение химической реакции взаимодействия калия с водой



Масса гидроксида калия в растворе

$$m(\text{KOH}) = 140 \cdot 0,1 = 14 \text{ г}, \text{ тогда } M(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = 14/56 = 0,25 \text{ моль}$$

Количество вещества и масса калия, которую необходимо добавить в раствор

$$v(\text{K}) = v(\text{KOH}) = 0,25 \text{ моль (по уравнению реакции), тогда}$$

$$m(\text{K}) = M(\text{K}) \cdot v(\text{K}) = 39 \cdot 0,25 = 9,75 \text{ г } M(\text{K}) = 39 \text{ г/моль}$$

Количество вещества и масса водорода, которое выделится из раствора

$$v(\text{H}_2) = 1/2 v(\text{K}) = 0,5 \cdot 0,25 = 0,125 \text{ моль; } m(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,125 \cdot 2 = 0,25 \text{ г.}$$

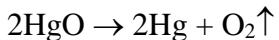
$$m(\text{p-pa}) = 140 \text{ г} = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{K}) - m(\text{H}_2) \quad M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{p-pa}) - m(\text{K}) + m(\text{H}_2) = 140 - 9,75 + 0,25 = 130,5 \text{ г}$$

Ответ. 130,5

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

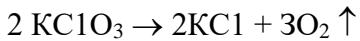
4. Уравнения реакций



0,6 моль ————— 0,3 моль



0,6 моль ————— 0,3 моль



0,6 моль ————— 0,9 моль



0,6 моль ————— 0,3 моль

Из 0,6 моль KC1O₃ выделяется 0,9 моль O₂, а из 0,6 моль каждого из остальных трёх веществ по 0,3 моль O₂.

Расчёт общего количества выделившегося кислорода

$$v_{\text{общее}}(\text{O}_2) = v_{\text{HgO}}(\text{O}_2) + v_{\text{KMnO}_4}(\text{O}_2) + v_{\text{KC1O}_3}(\text{O}_2) + v_{\text{KNO}_3}(\text{O}_2) = 0,3 + 0,3 + 0,9 + 0,3 = 1,8 \text{ моль.}$$

Расчёт общего объема выделившегося кислорода

$$V_{\text{общее}}(\text{O}_2) = v_{\text{общее}}(\text{O}_2) \cdot V_m; V_{\text{общее}}(\text{O}_2) = 1,8 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 40,32 \text{ л.}$$

Ответ. 40,32

5. Масса и количество гидрокарбоната натрия в исходном растворе

$$m(\text{NaHCO}_3) = \frac{m_{\text{p-p}}(\text{NaHCO}_3) \cdot w(\text{NaHCO}_3)}{100\%} = \frac{105 \cdot 9,6}{100} = 10,08 \text{ г}$$

$$v(\text{NaHCO}_3) = 10,08 / 84 = 0,12 \text{ моль} \quad M(\text{NaHCO}_3) = 84 \text{ г/моль}$$

Уравнение химической реакции, протекающей при кипячении раствора

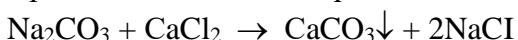


2 моль — 1 моль — 1 моль

Масса и количество карбоната натрия в полученном растворе

$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \cdot v(\text{NaHCO}_3) = 0,06 \text{ моль};$$

Уравнение химической реакции взаимодействия карбоната натрия с хлоридом кальция



1 моль — 1 моль

Количество и масса хлорида кальция, взаимодействующего с карбонатом натрия

$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{CaCl}_2) = 0,06 \text{ моль}; \quad M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = v(\text{CaCl}_2) \cdot M(\text{CaCl}_2) = 0,06 \cdot 111 = 6,66 \text{ г}$$

Масса и объем раствора хлорида кальция, взаимодействующего с карбонатом натрия

$$m_{\text{p-p}}(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2) \cdot 100\%}{w(\text{CaCl}_2)} = \frac{6,66 \cdot 100}{12} = 55,5 \text{ г}$$

$$V(\text{CaCl}_2)_{\text{p-p}} = m / \rho = 55,5 : 1,11 \approx 50 \text{ мл}$$

Ответ. 50

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

6. Определение массы и количества карбоната магния, содержащееся в 135 г магнезита
 $w(\text{MgCO}_3) = 100 - 44 = 56\%$;

$$w(\text{MgCO}_3) = \frac{m(\text{MgCO}_3) \cdot 100\%}{m_{\text{магнезита}}} \Rightarrow m(\text{MgCO}_3) = \frac{w(\text{MgCO}_3) \cdot m_{\text{магнезита}}}{100\%} = \frac{56 \cdot 135}{100} = 75,6 \text{ г.}$$

Расчёт количества и массы выделившегося оксида углерода (IV) при обжиге

$$v(\text{MgCO}_3) = 75,6 : 84 = 0,9 \text{ моль}$$

$$M(\text{MgCO}_3) = 84 \text{ г/моль}$$

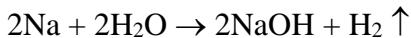


$$1 \text{ моль} \quad — \quad 1 \text{ моль}$$

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{CO}_2) = v(\text{MgCO}_3) = 0,9 \text{ моль} \quad m(\text{CO}_2) = 44 \cdot 0,9 = 39,6 \text{ г}$$

Определение избытка вещества в реакции натрия с водой



$$v(\text{Na}) = 50/23 \approx 2,17 \text{ моль}$$

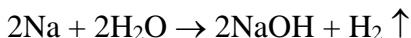
$$M(\text{Na}) = 23 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 200/18 \approx 11,11 \text{ моль}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{Na}) = 2,17 \text{ моль} < v(\text{H}_2\text{O}) \approx 11,11 \text{ моль} \Rightarrow \text{вода в избытке,}$$

Вычисление количества гидроксида натрия и массы выделившегося водорода при взаимодействии натрия с водой



$$2 \text{ моль} \quad — \quad 2 \text{ моль} \quad — \quad 1 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaOH}) = v(\text{Na}) = 2,17 \text{ моль}$$

$$M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{H}_2) = 1/2 \cdot v(\text{Na}) \approx 1,09 \text{ моль}; \quad m(\text{H}_2) = 1,09 \cdot 2 \approx 2,17 \text{ г}$$

Определим состав и количество продукта взаимодействия оксида углерода (IV) и гидроксида натрия



$$1 \text{ моль} — 2 \text{ моль}$$

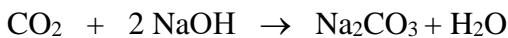
$$0,9 \text{ моль} \rightarrow 2 \cdot 0,9 \text{ моль} = 1,8 \text{ моль}$$

Из уравнения реакции следует: для реакции с 0,9 моль CO₂ требуется 1,8 моль NaOH, т.е.

$$v_{\text{необходимое}}(\text{NaOH}) = 2 \cdot v(\text{CO}_2) = 1,8 \text{ моль}$$

По условию, количество $v_{\text{по условию}}(\text{NaOH}) = 2,17 \text{ моль}$, т.е.

$v_{\text{необходимое}}(\text{NaOH}) = 2 \cdot v(\text{CO}_2) = 1,8 \text{ моль} < v_{\text{по условию}}(\text{NaOH}) = 2,17 \text{ моль}$, следовательно, NaOH в избытке и образуется средняя соль – карбонат натрия



$$1 \text{ моль} — \text{избыток} — 1 \text{ моль} \quad M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{CO}_2) = 0,9 \text{ моль}; \quad m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \cdot 0,9 = 95,4 \text{ г}$$

Определим массу и массовую долю карбоната натрия в растворе

$$m_{\text{п-п}}(\text{NaOH}) = m(\text{Na}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2) = 50 + 200 - 2,17 = 247,83 \text{ г}$$

$$m_{\text{п-п}} = m_{\text{п-п}}(\text{NaOH}) + m(\text{CO}_2) = 247,83 + 39,6 = 287,43 \text{ г}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m_{\text{п-п}}} \cdot 100\% = \frac{95,4 \cdot 100}{287,43} \approx 33,19 \%$$

Ответ. 33,19

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

7.

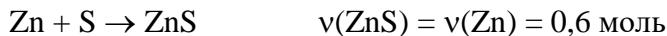
Уравнение реакции металлов с серой и расчет количества образовавшихся веществ $v = \frac{m}{M}$

$$v(Zn) = 39/65 = 0,6 \text{ моль}$$

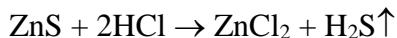
$$M(Zn) = 65 \text{ г/моль}$$

$$v(Fe) = 56/56 = 0,2 \text{ моль}$$

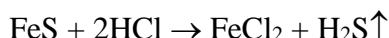
$$M(Fe) = 56 \text{ г/моль}$$



Уравнение реакции сульфидов с соляной кислотой и расчет количества образовавшихся веществ



$$v(ZnS) = v_1(H_2S) = 0,6 \text{ моль}$$

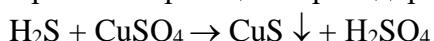


$$v(FeS) = v_2(H_2S) = 0,2 \text{ моль}$$

Общее количество сероводорода по двум реакциям

$$v(H_2S) = v_1(H_2S) + v_2(H_2S) = 0,6 + 0,2 = 0,8 \text{ моль}$$

Уравнение реакции сероводорода с сульфатом меди и расчет массы образовавшегося осадка



$$v(H_2S) = v(CuSO_4) = 0,8 \text{ моль}$$

$$m(CuSO_4) = 160 \cdot 0,8 = 128 \text{ г}$$

$$M(CuSO_4) = 160 \text{ г/моль}$$

Расчет массы и объема раствора сульфата меди

$$m_{p-p}(CuSO_4) = \frac{m(CuSO_4)}{w(CuSO_4)} \cdot 100\% = \frac{128}{12} \cdot 100 \approx 1066,67 \text{ г}$$

$$V_{p-p}(CuSO_4) = \frac{m_{p-p}(CuSO_4)}{\rho} = \frac{1066,67}{1,12} = 952,38 \text{ мл}$$

Ответ. 952,38