

9 класс

I вариант

№ 1

- 1) Находим массу азотной кислоты в 10 мл 65%-ного раствора: $1,39 \cdot 10 \cdot 0,65 = 9,035$ (г).
Общая масса раствора: $250 + 1,39 \cdot 10 = 263,9$ (г).
Массовая доля кислоты: $100 \cdot 9,035 / 263,9 = \mathbf{3,4\%}$.
- 2) Количество вещества азотной кислоты: $9,035 / 63 = 0,1434$ (моль)
Общий объем раствора: $263,9 / 1,02 = 258,7$ (мл).

Учитывая диссоциацию азотной кислоты: $\text{HNO}_3 = \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$, находим число моль H^+ в расчёте на 1 л раствора: $0,1434 / 0,2587 = 0,5535$ (моль/л).

Рекомендации к оцениванию

1. Верно рассчитана массовая доля кислоты в полученном растворе 2 балла
2. Верно рассчитана концентрация ионов водорода в расчёте на 1 л полученного раствора 3 балла

ИТОГО: 5 баллов

№ 2

Ниже указаны **некоторые** возможные реакции, удовлетворяющие условию задачи. Должны быть оценены и зачтены все альтернативные решения, не противоречащие химическому смыслу.

- 1) $\text{PI}_3 + 3\text{HON} = 3\text{HI} + \text{H}_3\text{PO}_3$ (обычные условия)
- 2) $\text{C} + 4\text{HNO}_3 = 4\text{NO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (конц. кислота)
либо $\text{CO} + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ (обычные условия)
- 4) $2\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 = \text{MgO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ (прокаливание)
- 5) $\text{NaN} + \text{F}_2 = \text{NaF} + \text{HF}$ (обычные условия)

Рекомендации к оцениванию

1. Записаны уравнения возможных реакций, не противоречащих химическому смыслу по 1 баллу за реакцию 5 баллов

ИТОГО: 5 баллов

№ 3

Уравнение реакции нейтрализации: $\text{HI} + \text{KOH} = \text{KI} + \text{H}_2\text{O} + Q$

Число молей HI: $(160 \cdot 2) / 1000 = 0,32$ (моль)

Число молей KOH: $(12,94 \cdot 1,082 \cdot 0,1) / 56 = 0,025$ (моль)

Щелочь полностью вступила в реакцию и расчет теплоты нейтрализации ведем по ней.

$Q = 1,4 / 0,025 = 56$ (кДж) – в расчёте на 1 моль HI или 1 моль KOH.

Рекомендации к оцениванию

1. Записано уравнение протекающей реакции 1 балл
2. Рассчитаны количества чистых реагентов по 1 баллу 2 балла
3. Определена теплота нейтрализации реакции в расчёте на 1 моль реагентов 2 балла

ИТОГО: 5 баллов

№ 4

По совокупности данных, указанных в условии, элемент X – металл. Тогда при взаимодействии с водородом образуется гидрид A, который гидролизуется с образованием щелочи B. Следовательно, вещество C – бромид металла X. Пусть его формула XBr_n , где n – валентность металла, тогда:

$$\omega(\text{Br}) = \frac{80n}{M(\text{X}) + 80n} = 0,672$$

Решая это уравнение относительно n, получаем зависимость молярной массы металла от его валентности:

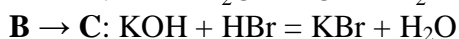
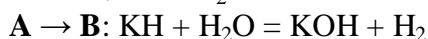
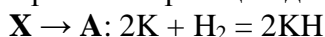
$$M(\text{X}) = (39n) \text{ г/моль}$$

Если $n = 1$, то $M(\text{X}) = 39$ г/моль, следовательно, искомым металл X – калий K.

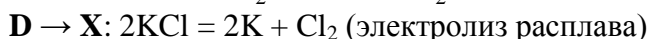
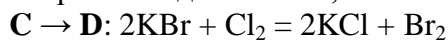
Если $n = 2$, то $M(\text{X}) = 78$ г/моль – нет таких металлов.

Если $n = 3$, то $M(\text{X}) = 117$ г/моль – нет таких металлов.

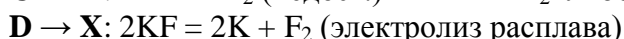
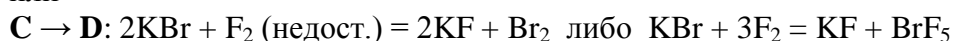
Уравнения реакций для калия:



Т.к. из вещества **D** при определенных условиях можно получить калий (активный металл), то подходят галогениды калия (способ получения – электролиз расплава), которые можно получить вытеснением брома из бромида калия свободными галогенами – фтором либо хлором. Следовательно, в качестве **D** подходят фторид калия, хлорид калия.



или

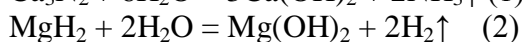


Рекомендации к оцениванию

1. Определены вещества **X**, **A** – **D** – по 0,25 балла 1,25 балла
2. Приведено обоснование калия (расчет и перебор *n*) – 0,75 балла 0,75 балла
3. Записаны уравнения 5 реакций – по 0,5 балла, для перехода **D** → **X** 3 балла
указано условие (электролиз расплава) – 0,5 балла

ИТОГО: 5 баллов

№ 5



При реакции выделяется смесь газов.

Средняя молярная масса смеси газов: $0,457 \cdot 29 = 13,25$ (г/моль).

Находим мольную долю каждого газа в смеси (она также равна объёмной доле). Пусть мольная доля аммиака x , тогда мольная доля водорода $(1 - x)$. Получаем уравнение: $17x + 2(1 - x) = 13,25$.

Решая уравнение, находим мольную долю аммиака в смеси: $x = 0,75$. Мольная доля водорода – $0,25$.

Проведём расчёт массовых долей веществ в твёрдой смеси, предполагая, что выделился 1 моль газовой смеси. Тогда в смеси газов было 0,75 моль аммиака и 0,25 моль водорода.

По уравнениям реакций (1) и (2) находим массы исходных компонентов в смеси

Масса нитрида кальция: $0,375 \cdot 148 = 55,5$ (г).

Масса гидрида магния: $0,125 \cdot 26 = 3,25$ (г).

Массовая доля нитрида кальция: $55,5 / (55,5 + 3,25) = 0,945$ или 94,5%.

Массовая доля гидрида магния: 0,055 или 5,5%.

Рекомендации к оцениванию

1. Записаны уравнения 2 протекающих реакций – по 1 баллу 2 балла
2. Определены мольные доли газов в газовой смеси 1,5 балла
3. Рассчитаны массовые доли компонентов в исходной смеси – по 0,75 балла за значение 1,5 балла

ИТОГО: 5 баллов

II вариант

№ 1

1) Находим массу NaOH в 50 мл 35%-ного раствора: $1,38 \cdot 50 \cdot 0,35 = 24,15$ (г).

Общая масса раствора: $500 + 1,38 \cdot 50 = 569$ (г).

Массовая доля гидроксида натрия: $100 \cdot 24,15 / 569 = 4,2\%$.

2) Общий объем раствора: $569/1,04 = 547,1$ (мл).

Число молей NaOH в этом объеме раствора: $24,15 / 40 = 0,60375$ (моль).

Учитывая диссоциацию гидроксида натрия: $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$, находим число **моль OH⁻** в расчёте на 1 л раствора: $0,60375 / 0,5471 = 1,104$ (моль/л).

Рекомендации к оцениванию

1. Верно рассчитана массовая доля щелочи в полученном растворе 2 балла
2. Верно рассчитана концентрация гидроксид-ионов в расчёте на 1 л полученного раствора 3 балла

ИТОГО: 5 баллов

№ 2

Ниже указаны **некоторые** возможные реакции, удовлетворяющие условию задачи. Должны быть оценены и зачтены все альтернативные решения, не противоречащие химическому смыслу.

1) $\text{PCl}_5 + 4\text{HON} = 5\text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$ (обычные условия)

2) $\text{S} + 4\text{HNO}_3 = \text{SO}_2 + 4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (конц. кислота)

3) $2\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ (обычные условия)

либо $4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2$ (обычные условия)

4) $2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$ (прокаливание)

5) $\text{LiH} + \text{Cl}_2 = \text{LiCl} + \text{HCl}$ (обычные условия)

Рекомендации к оцениванию

1. Записаны уравнения возможных реакций, не противоречащих химическому смыслу – по 1 баллу за реакцию 5 баллов

ИТОГО: 5 баллов

№ 3

Уравнение реакции нейтрализации: $\text{HBr} + \text{KOH} = \text{KBr} + \text{H}_2\text{O} + Q$

Число молей KOH: $(0,6 \cdot 25) / 1000 = 0,015$ (моль)

Число молей HBr: $(16,2 \cdot 1,042 \cdot 0,06) / 81 = 0,0125$ (моль)

Кислота полностью вступила в реакцию и расчет теплоты нейтрализации ведем по ней.

$Q = 0,7 / 0,0125 = 56$ (кДж) – в расчёте на 1 моль HBr или 1 моль KOH.

Рекомендации к оцениванию

1. Записано уравнение протекающей реакции 1 балл
2. Рассчитаны количества чистых реагентов по 1 баллу 2 балла
3. Определена теплота нейтрализации реакции в расчёте на 1 моль реагентов 2 балла

ИТОГО: 5 баллов

№ 4

По совокупности данных, указанных в условии, элемент **X** – металл, причем, вероятно, щелочной или щелочноземельный. Вещество **D** представляет собой бромид, путем электролиза расплава которого можно получить металл **X**. Пусть его формула XBr_n , где n – валентность металла, тогда:

$$\omega(\text{Br}) = \frac{80n}{M(\text{X}) + 80n} = 0,539$$

Решая это уравнение относительно n , получаем зависимость молярной массы металла от его валентности:

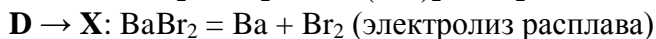
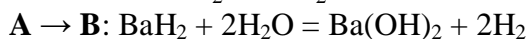
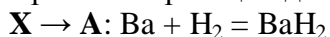
$$M(\text{X}) = (68,4n) \text{ г/моль}$$

Если $n = 1$, то $M(\text{X}) = 68,4$ г/моль – нет таких металлов.

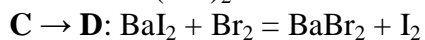
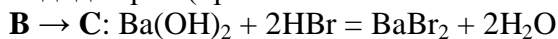
Если $n = 2$, то $M(\text{X}) = 136,8$ г/моль, следовательно, искомым металлом **X** – барий Ba.

Если $n = 3$, то $M(\text{X}) = 205,2$ г/моль – нет таких металлов.

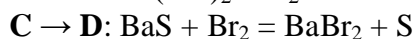
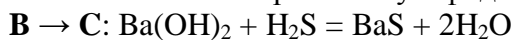
Уравнения реакций для бария:



Т.к. бромид бария образуется путем взаимодействия **С** с бромом, то возможный вариант **С** – иодид бария (бром не может вытеснить хлор из хлоридов и фтор из фторидов).



Также возможен вариант с сульфидом бария в качестве **С**:

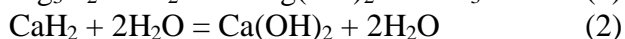
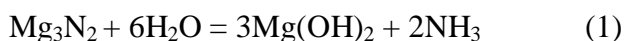


Рекомендации к оцениванию

1. Определены вещества **X**, **A** – **D** – по 0,25 балла 1,25 балла
2. Приведено обоснование бария (расчет и перебор n) – 0,75 балла 0,75 балла
3. Записаны уравнения 5 реакций – по 0,5 балла, для перехода **D** → **X** 3 балла
указано условие (электролиз расплава) – 0,5 балла

ИТОГО: 5 баллов

№ 5



При реакции выделяется смесь газов.

Средняя молярная масса смеси газов: $0,121 \cdot 29 = 3,5$ (г/моль).

Находим мольную долю каждого газа в смеси (она также равна объёмной доле). Пусть мольная доля аммиака x , тогда мольная доля водорода $(1 - x)$. Получаем уравнение: $17x + 2(1 - x) = 3,5$.

Решая уравнение, находим мольную долю аммиака в смеси: $x = 0,1$. Мольная доля водорода – **0,9**.

Проведём расчёт массовых долей веществ в твёрдой смеси, предполагая, что выделился 1 моль газовой смеси. Тогда в смеси газов было 0,1 моль аммиака и 0,9 моль водорода.

По уравнениям реакций (1) и (2) находим массы исходных компонентов в смеси

Масса нитрида магния: $0,05 \cdot 100 = 5$ (г).

Масса гидрида кальция: $0,45 \cdot 42 = 18,9$ (г).

Массовая доля нитрида магния: $5 / (5 + 18,9) = 0,209$ или 20,9%.

Массовая доля гидрида кальция: 0,791 или 79,1%.

Рекомендации к оцениванию

1. Записаны уравнения 2 протекающих реакций – по 1 баллу 2 балла
2. Верно определены мольные доли газов в газовой смеси 1,5 балла
3. Верно рассчитаны массовые доли компонентов в исходной смеси – по 1,5 балла
0,75 балла за значение

ИТОГО: 5 баллов