

РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ОТБОРОЧНОГО (РАЙОННОГО) ЭТАПА
Теоретический тур
9 класс

Задача 1. Вариант 1

К 250 мл дистиллированной воды прибавили 10 мл 65%-ного раствора азотной кислоты с плотностью 1,39 г/мл.

а) Какова массовая доля кислоты в полученном растворе?

б) Какое количество вещества ионов водорода содержится в 1 литре этого раствора?

Плотность конечного раствора равна 1,02 г/мл.

Приведите соответствующие расчёты.

Вариант решения

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: $100 \cdot 9,035 / 263,9 = 3,4\%$.

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

- | | |
|--|---------|
| <p>1. Верно рассчитана массовая доля кислоты в полученном растворе, в том числе присутствует:</p> <ul style="list-style-type: none">• масса чистой HNO_3 в виде значения либо как часть общей формулы – 0,5 балла• масса конечного раствора в виде значения либо как часть общей формулы – 0,5 балла• значение массовой доли (независимо от наличия выкладок) – 1 балл | 2 балла |
| <p>2. Верно рассчитана концентрация ионов водорода в расчёте на 1 л полученного раствора, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none">• числа молей HNO_3 в растворе в виде значения либо как часть общей формулы – 1 балл• объём конечного раствора в виде значения либо как часть общей формулы – 1 балл• значение концентрации (независимо от наличия выкладок) – 1 балл | 3 балла |

ИТОГО: 5 баллов

Задача 1. Вариант 2

К 500 мл дистиллированной воды прибавили 50 мл 35%-ного раствора гидроксида натрия с плотностью 1,38 г/мл.

а) Какова массовая доля гидроксида натрия в полученном растворе?

б) Какое количество вещества гидроксид-ионов содержится в 1 литре этого раствора?

Плотность конечного раствора равна 1,04 г/мл.

Приведите соответствующие расчёты.

Вариант решения

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 гидроксида натрия в полученном растворе, в том числе присутствует: | 2 балла |
| • масса чистого NaOH (значение либо как часть общей формулы) – 0,5 балла | |
| • масса конечного раствора (значение либо как часть общей формулы) – 0,5 балла | |
| • значение массовой доли (независимо от наличия выкладок) – 1 балл | |
| 2. Верно рассчитана концентрация гидроксид-ионов в расчёте на 1 л полученного раствора, в том числе: | 3 балла |
| • числа молей NaOH (значение либо как часть общей формулы) – 1 балл | |
| • объём конечного раствора (значение либо как часть общей формулы) – 1 балл | |
| • значение концентрации (независимо от наличия выкладок) – 1 балл | |
| ИТОГО: 5 баллов | |

Задача 2. Вариант 1

Ниже приведены продукты реакций без стехиометрических коэффициентов:

А) _____ + _____ \rightarrow HI + H₃PO₃ (реакция без изменения степеней окисления)

Б) _____ + _____ \rightarrow CO₂ + NO₂ + H₂O (окислительно-восстановительная реакция)

В) _____ + _____ \rightarrow Na₂CO₃ + O₂

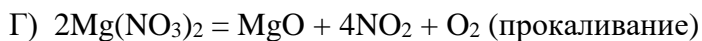
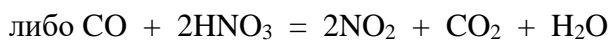
Г) _____ \rightarrow MgO + NO₂ + O₂

Д) _____ + _____ \rightarrow NaF + HF

Какие вещества вступили в реакцию? Заполните пропуски (одна горизонтальная черта обозначает одно вещество) и напишите уравнения реакций, укажите условия их осуществления.

Вариант решения

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



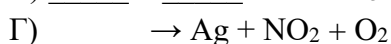
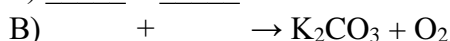
Рекомендации к оцениванию

- | | |
|---|----------|
| 1. Записаны уравнения возможных реакций, не противоречащих химическому смыслу – по 1 баллу за реакцию | 5 баллов |
| • возможная реакция, но без коэффициентов – 0,5 балла | |

ИТОГО: | 5 баллов

Задача 2. Вариант 2

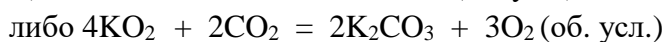
Ниже приведены продукты реакций без стехиометрических коэффициентов:



Какие вещества вступили в реакцию? Заполните пропуски (одна горизонтальная черта обозначает одно вещество) и напишите уравнения реакций, укажите условия их осуществления.

Вариант решения

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



Рекомендации к оцениванию

- | | |
|---|----------|
| 1. Записаны уравнения возможных реакций, не противоречащих химическому смыслу – по 1 баллу за реакцию | 5 баллов |
| • возможная реакция, но без коэффициентов – 0,5 балла | |

ИТОГО: | 5 баллов

Задача 3. Вариант 1

Рассчитайте тепловой эффект реакции нейтрализации иодоводородной кислоты гидроксидом калия (в кДж/моль), если известно, что при сливании 160 мл 2,0 М раствора указанной кислоты и 12,94 мл 10%-ного раствора гидроксида калия (плотность раствора 1,082 г/мл) выделилось 1,4 кДж теплоты.

Вариант решения

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. Верно рассчитано число молей чистых реагентов: KOH – 1 балл, HI – 1 балл | 2 балла |
| 3. Определена теплота нейтрализации реакции в расчёте на 1 моль реагентов | 2 балла |
| ИТОГО: | 5 баллов |

Задача 3. Вариант 2

Рассчитайте тепловой эффект реакции нейтрализации бромоводородной кислоты гидроксидом калия (в кДж/моль), если известно, что при сливании 25 мл 0,6 М раствора гидроксида калия и 16,2 мл 6%-ного раствора указанной кислоты (плотность раствора 1,042 г/мл) выделилось 0,7 кДж теплоты.

Вариант решения

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.

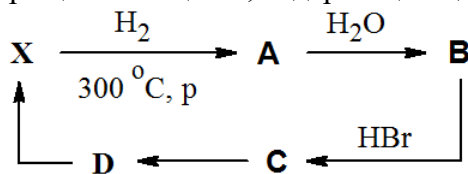
$Q = 0,7 / 0,0125 = 56$ (кДж) – в расчёте на 1 моль HBr или 1 моль KOH.

Рекомендации к оцениванию

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Записано уравнение протекающей реакции | 1 балл |
| 2. Верно рассчитано число молей чистых реагентов: KOH – 1 балл, HBr – 1 балл | 2 балла |
| 3. Определена теплота нейтрализации реакции в расчёте на 1 моль реагентов | 2 балла |
| ИТОГО: | 5 баллов |

Задача 4. Вариант 1

На схеме представлены превращения веществ, содержащих один и тот же элемент:



Этот элемент образует простое вещество **X** серебристо-белого цвета. Расшифруйте все вещества, представленные на схеме, если известно, что массовая доля брома в соединении **C** равна 67,2 %. Напишите уравнения реакций для соответствующих переходов. При необходимости указывайте условия проведения реакций. При наличии нескольких возможных вариантов соединения приведите один из них.

Вариант решения

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:

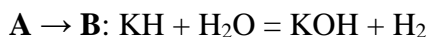
$$M(\text{X}) = (39n) \text{ г/моль}$$

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

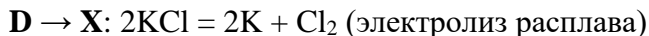
Если $n = 2$, то $M(\text{X}) = 78$ г/моль – нет таких металлов.

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

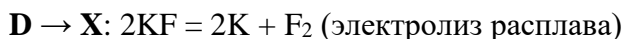
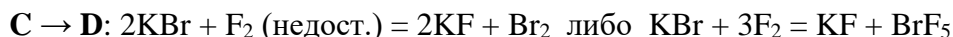
Уравнения реакций для калия:



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



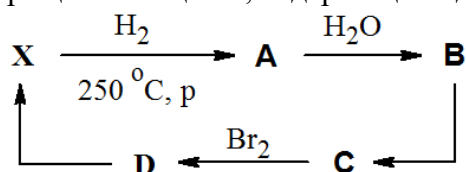
Рекомендации к оцениванию

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

Задача 4. Вариант 2

На схеме представлены превращения веществ, содержащих один и тот же элемент:



Этот элемент образует простое вещество **X** серебристо-белого цвета. Расшифруйте все вещества, представленные на схеме, если известно, что массовая доля брома в соединении **D** равна 53,9 %. Напишите уравнения реакций для соответствующих переходов. При необходимости указывайте условия проведения реакций. При наличии нескольких возможных вариантов соединения приведите один из них.

Вариант решения

По совокупности данных, указанных в условии, элемент **X** – металл, причем, вероятнее 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:

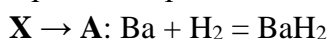
$$M(\text{X}) = (68,4n) \text{ г/моль}$$

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, искомый металл **X** – барий Ва.

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

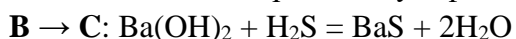
Уравнения реакций для бария:



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



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



Рекомендации к оцениванию

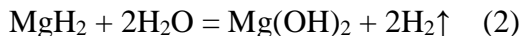
1. Определены вещества **X**, **A** – **D** – по 0,25 балла 1,25 балла
2. Приведено обоснование бария (расчет и перебор n) – 0,75 балла 0,75 балла
3. Записаны уравнения 5 реакций – по 0,5 балла, для перехода **D** → **X** 3 балла
указано условие (электролиз расплава) – 0,5 балла

ИТОГО: 5 баллов

Задача 5. Вариант 1

При реакции с водой смеси нитрида кальция и гидрида магния выделился газ с относительной плотностью по воздуху 0,457. Считая, что исходные вещества прореагировали без остатка, определите массовые доли компонентов в исходной смеси. Растворимостью газов в воде пренебречь.

Вариант решения



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%**.

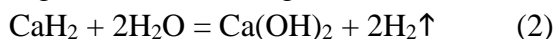
Рекомендации к оцениванию

1. Записаны уравнения 2 протекающих реакций – по 1 баллу	2 балла
2. Верно определены мольные доли газов в газовой смеси, в том числе <ul style="list-style-type: none">• средняя молярная масса газовой смеси (значение либо как часть общей формулы) – 0,5 балла• уравнение для нахождения мольных (объёмных) долей газов или другие выкладки – 0,5 балла• 2 верных значения мольных долей газов (независимо от наличия выкладок) – по 0,25 балла за значение	1,5 балла
3. Верно рассчитаны массовые доли компонентов в исходной смеси – по 0,75 балла за значение, в том числе <ul style="list-style-type: none">• приведены расчёты, ведущие к верному ответу – 0,5 балла• приведены 2 верных значения (независимо от наличия выкладок) – по 0,5 балла за каждое	1,5 балла
ИТОГО:	5 баллов

Задача 5. Вариант 2

При реакции с водой смеси нитрида магния и гидрида кальция выделился газ с относительной плотностью по воздуху 0,121. Считая, что исходные вещества прореагировали без остатка, определите массовые доли компонентов в исходной смеси. Растворимостью газов в воде пренебречь.

Вариант решения



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

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

Массовая доля гидроксида 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, в том числе <ul style="list-style-type: none">• средняя молярная масса газовой смеси (значение либо как часть общей формулы) – 0,5 балла• уравнение для нахождения мольных (или объёмных) долей газов или другие выкладки – 0,5 балла• 2 верных значения мольных долей газов (независимо от наличия выкладок) – по 0,25 балла за значение | 1,5 балла |
| 3. Верно рассчитаны массовые доли компонентов в исходной смеси – по 0,75 балла за значение <ul style="list-style-type: none">• приведены расчёты, ведущие к верному ответу – 0,5 балла• приведены 2 верных значения (независимо от наличия выкладок) – по 0,5 балла за каждое | 1,5 балла |

ИТОГО: 5 баллов