

РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ОТБОРОЧНОГО (РАЙОННОГО) ЭТАПА

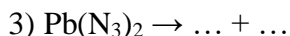
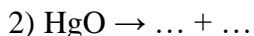
Теоретический тур

8 класс

№ 1

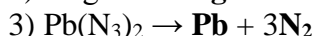
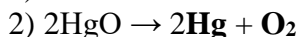
I вариант

Ниже представлены схемы реакций разложения, в каждой из которых пропущено одно или несколько простых веществ. Заполните пропуски и составьте уравнения этих реакций.



Если провести разложение 0.1 моль каждого из этих веществ в закрытом толстостенном сосуде при нагревании, то в каком случае давление в сосуде окажется максимальным? Ваш ответ поясните.

Решение:



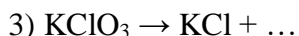
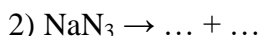
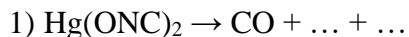
Количества образовавшихся газообразных веществ при разложении 0.1 моль исходного вещества будут составлять:

Реакция	v, моль	
1	0.05 (O_2)	0.05
2	0.1 (Hg) + 0.05 (O_2)	0.15
3	0.3 (N_2)	0.3

Следовательно, давление окажется максимальным **в третьем случае** (т.к. при разложении $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ образуется максимальное количество газообразных веществ).

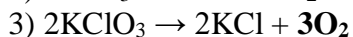
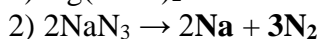
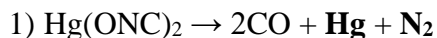
II вариант

Ниже представлены схемы реакций разложения, в каждой из которых пропущено одно или несколько простых веществ. Заполните пропуски и составьте уравнения этих реакций.



Если провести разложение 0.1 моль каждого из этих веществ в закрытом толстостенном сосуде при нагревании, то в каком случае давление в сосуде окажется максимальным? Ваш ответ поясните.

Решение:



Количества образовавшихся газообразных веществ при разложении 0.1 моль исходного вещества будут составлять:

Реакция	v, моль	
1	0.2 (CO) + 0.1 (Hg) + 0.1 (N ₂)	0.4
2	0.15 (N ₂)	0.15
3	0.15 (O ₂)	0.15

Следовательно, давление окажется максимальным **в первом случае** (т.к. при разложении Hg(ONC)₂ образуется максимальное количество газообразных веществ).

Рекомендации к оцениванию:

1. Уравнения реакций по 1 баллу 3 балла
2. Выбор верного случая с обоснованием 2 балла 2 балла
(без обоснования 0.5 балла)

ИТОГО: 5 баллов

№ 2

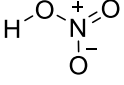



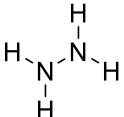
I вариант

В таблице приведены формулы азотсодержащих соединений:

NOF	N ₂ H ₄	HNO ₃	N ₂	NO ₂
-----	-------------------------------	------------------	----------------	-----------------

- 1) Укажите значение степени окисления атома азота в каждом из этих соединений.
- 2) Изобразите структурную формулу соединения со степенью окисления азота -2.

Решение:

Брутто-формула	Степень окисления атома азота	Структурная формула
N ₂ H ₄	-2	
N ₂	0	
NOF	+3	
NO ₂	+4	
HNO ₃	+5	

№ 2
II вариант

В таблице приведены формулы фосфорсодержащих соединений:

H_3PO_2	H_3PO_4	P_2H_4	PBr_3	P_4
-------------------------	-------------------------	------------------------	----------------	--------------

- 1) Укажите значение степени окисления атома фосфора в каждом из этих соединений.
- 2) Изобразите структурную формулу соединения со степенью окисления азота -2

Решение:

Брутто-формула	Степень окисления атома азота	Структурная формула
P_2H_4	-2	
P_4	0	
H_3PO_2	+1	
PBr_3	+3	
H_3PO_4	+5	

Рекомендации к оцениванию

1. Степени окисления определены верно
2. Структурная формула

0.5 × 5 = 2.5 балла

2.5 балла

Итого: 5 баллов

№ 3
I вариант

Жидкий азот – это бесцветная жидкость, применяемая в технике и на производстве для глубокого охлаждения (его температура кипения: $-195.75\text{ }^\circ\text{C}$, плотность при этой температуре: 0.808 г/мл). Его получают путём сжижения воздуха и дальнейшей перегонки. Рассчитайте, какой объём воздуха (при нормальных условиях) необходим для получения из него 10 литров жидкого азота.

Решение:

Рассчитаем массу 10 литров жидкого азота: $m = 10 \cdot 0.808 = 8,08$ кг.

Азот представляет собой двухатомную молекулу N_2 , поэтому его молярная масса равна $14 \cdot 2 = 28$ г/моль. Тогда количество вещества газа: $n = 8080/28 = 288.6$ моль.

При нормальных условиях такое количество вещества азота займет объём: $V = 288.6 \cdot 22.4 = 6465$ л.

Учитывая, что воздух содержит 78% азота по объёму, то объём воздуха, необходимый для получения 10 литров жидкого азота равен: $V_{\text{возд}} = 6465/0.78 \approx 8300$ л. (Верным ответом считается интервал 8080–8300 л, отвечающий содержанию азота в воздухе 78–80%.)

II вариант

Жидкий кислород – это голубая жидкость, применяемая в космической отрасли как компонент ракетного топлива (его температура кипения: -182.96 °С, плотность при этой температуре: 1.141 г/мл). Его получают путём сжижения воздуха и дальнейшей перегонки. Рассчитайте, какой объём воздуха (при нормальных условиях) необходим для получения из него 10 литров жидкого кислорода.

Решение:

Рассчитаем массу 10 литров жидкого кислорода: $m = 10 \cdot 1.141 = 11,41$ кг.

Кислород представляет собой двухатомную молекулу O_2 , поэтому его молярная масса равна $16 \cdot 2 = 32$ г/моль. Тогда количество вещества газа: $n = 11410/32 = 356,6$ моль.

При нормальных условиях такое количество вещества кислорода займет объём: $V = 356.6 \cdot 22.4 = 7990$ л.

Учитывая, что воздух содержит 21% кислорода по объёму, то объём воздуха, необходимый для получения 10 литров жидкого кислорода равен: $V_{\text{возд}} = 7990/0.21 \approx 38000$ л. (Верным ответом считается интервал 38000–39900 л, отвечающий содержанию кислорода в воздухе 20–21%.)

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|--------|
| 1. Упоминание о двухатомном строении молекулы (в том числе использование молярной массы, соответствующей молекуле X_2) | 1 балл |
| 2. Масса газа в 10 литрах | 1 балл |
| 3. Количество вещества газа в 10 литрах | 1 балл |
| 4. Объём газа | 1 балл |
| 5. Объём воздуха (если расчет вёлся в виде общей формулы, и получен правильный ответ, то выставляется полный балл за задачу) | 1 балл |

ИТОГО: 5 баллов

№ 4
I вариант

Соединение **X**, содержащее в своем составе по массе 34.3 % магния, 45.7 % кислорода и еще некий элемент, является одним из компонентов известного полудрагоценного камня.

- 1) Установите формулу соединения **X**. Ответ подтвердите расчетом.
- 2) Какое число протонов содержит одна формульная единица соединения **X**? Ответ подтвердите расчетом.

Примечание: формульная единица – группа атомов, соответствующая простейшей формуле вещества.

Решение:

1) Массовая доля третьего элемента $\omega(\text{Э}) = 100 - 34.3 - 45.7 = 20\%$. Пусть формула соединения **X** – $\text{Mg}_x\text{Э}_y\text{O}_z$, тогда:

$$x : y : z = \frac{34.3}{24} : \frac{20}{A_r(\text{Э})} : \frac{45.7}{16} = 1.429 : \frac{20}{A_r(\text{Э})} : 2.8563 = 1 : \frac{14}{A_r(\text{Э})} : 2$$

Значения $A_r(\text{Э}) = 14$ или 7 не удовлетворяют химическому смыслу. Значит, исходное соотношение требуется, как минимум, удвоить:

$$x : y : z = 2 : \frac{28}{A_r(\text{Э})} : 4$$

В этом случае $A_r(\text{Э}) = 28$, т.е. неизвестный элемент – кремний, а формула соединения **X** – **Mg_2SiO_4** , являющегося одним из компонентов полудрагоценного камня – хризолита.

2) В одной формульной единице Mg_2SiO_4 : $N(\frac{1}{1}p) = 12 \cdot 2 + 14 + 8 \cdot 4 = 70$.

II вариант

Соединение **X**, содержащее в своем составе по массе 54.9 % железа, 31.4 % кислорода и еще некий элемент, является одним из компонентов известного полудрагоценного камня.

- 1) Установите формулу соединения **X**. Ответ подтвердите расчетом.
- 2) Какое число протонов содержит одна формульная единица соединения **X**? Ответ подтвердите расчетом.

Примечание: формульная единица – группа атомов, соответствующая простейшей формуле вещества

Решение:

1) Массовая доля третьего элемента $\omega(\text{Э}) = 100 - 54.9 - 31.4 = 13.7\%$. Пусть формула соединения **X** – $\text{Fe}_x\text{Э}_y\text{O}_z$, тогда:

$$x : y : z = \frac{54.9}{56} : \frac{13.7}{A_r(\text{Э})} : \frac{31.4}{16} = 0.98 : \frac{13.7}{A_r(\text{Э})} : 1.963 = 1 : \frac{14}{A_r(\text{Э})} : 2$$

Значения $A_r(\text{Э}) = 14$ или 7 не удовлетворяют химическому смыслу. Значит, исходное соотношение требуется, как минимум, удвоить:

$$x : y : z = 2 : \frac{28}{A_r(\text{Э})} : 4$$

В этом случае $A_r(\text{Э}) = 28$, т.е. неизвестный элемент – кремний, а формула соединения **X** – **Fe_2SiO_4** , являющегося одним из компонентов полудрагоценного камня – хризолита.

2) В одной формульной единице Fe_2SiO_4 : $N(\frac{1}{1}p) = 26 \cdot 2 + 14 + 8 \cdot 4 = 98$.

Рекомендации к оцениванию:

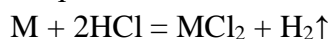
- | | |
|---|---------|
| 1. Формула соединения X – 3 балла
(без расчета 0 баллов) | 3 балла |
| 2. Число протонов – 2 балла
(без расчета 0.5 балла) | 2 балла |

ИТОГО: 5 баллов**№ 5****I вариант**

К 225 мл 10 %-ной соляной кислоты плотностью 1.047 г/мл добавили навеску магния, содержащую 90 триллиардов ($9.0 \cdot 10^{22}$) атомов. В скором времени металл полностью растворился. Чему равна массовая доля хлорида магния в полученном растворе? Свой ответ подтвердите вычислениями и уравнением химической реакции.

Решение:

Металл взаимодействует с водным раствором соляной кислоты с образованием раствора хлорида металла и выделением газообразного водорода:



Так как в условии задачи указано, что металл полностью растворился, то кислота взята в избытке по отношению к добавленному количеству металла, и расчет можно вести по количеству вещества металла: $v(M) = N(M)/N_{Av}$; $v(Mg) = 0.15$ моль.

Масса полученного раствора равна массе исходного раствора кислоты + масса добавленного металла – масса выделившегося газообразного водорода.

В соответствии с уравнением реакции: $v(Mg) = v(MgCl_2) = v(H_2)$.

$$m(\text{полученный раствор}) = V \cdot \rho + v(Mg) \cdot [M(Mg) - M(H_2)]$$

Массовая доля хлорида магния в полученном растворе:

$$\omega\%(MgCl_2) = \frac{100\% \cdot v(MgCl_2) \cdot M(MgCl_2)}{m(\text{полученный раствор})} = \frac{100\% \cdot M(MgCl_2)}{V \cdot \rho / v(Mg) + M(Mg) - M(H_2)}$$

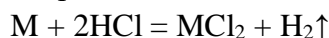
$$\omega\%(MgCl_2) = 6.0\%$$

II вариант

К 125 мл 15 %-ной соляной кислоты плотностью 1.073 г/мл добавили навеску цинка, содержащую 30 триллиардов ($3.0 \cdot 10^{22}$) атомов. В скором времени металл полностью растворился. Чему равна массовая доля хлорида цинка в полученном растворе? Свой ответ подтвердите вычислениями и уравнением химической реакции.

Решение:

Металл взаимодействует с водным раствором соляной кислоты с образованием раствора хлорида металла и выделением газообразного водорода:



Так как в условии задачи указано, что металл полностью растворился, то кислота взята в избытке по отношению к добавленному количеству металла, и расчет можно вести по количеству вещества металла: $v(M) = N(M)/N_{Av}$; $v(Zn) = 0.05$ моль.

Масса полученного раствора равна массе исходного раствора кислоты + масса добавленного металла – масса выделившегося газообразного водорода.

В соответствии с уравнением реакции: $\nu(\text{Zn}) = \nu(\text{ZnCl}_2) = \nu(\text{H}_2)$.

$$m(\text{полученный раствор}) = V \cdot \rho + \nu(\text{Zn}) \cdot [M(\text{Zn}) - M(\text{H}_2)]$$

Массовая доля хлорида цинка в полученном растворе:

$$\omega\%(\text{ZnCl}_2) = 100\% \cdot \nu(\text{ZnCl}_2) \cdot M(\text{ZnCl}_2) / m(\text{полученный раствор}) = 100\% \cdot M(\text{ZnCl}_2) / [V \cdot \rho / \nu(\text{Zn}) + M(\text{Zn}) - M(\text{H}_2)]$$

$$\omega\%(\text{ZnCl}_2) = 5.0\%.$$

Рекомендации к оцениванию:

1. Приведено верное уравнение химической реакции *1 балл*
2. Найдено количество вещества металла *1.5 балла*
(или дана верная формула для расчёта количества вещества металла и подставлены верные числовые данные)
3. Правильно вычислена концентрация соли в смеси *2.5 балла*
(если в расчетах забыли учесть улетучивающийся водород, то баллов за расчеты концентрации соли не давать)

ИТОГО: 5 баллов