

## РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ОТБОРОЧНОГО (РАЙОННОГО) ЭТАПА

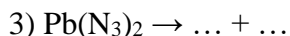
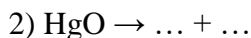
### Теоретический тур

8 класс

№ 1

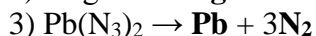
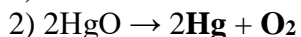
I вариант

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:



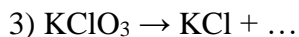
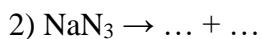
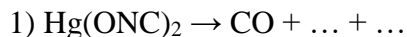
Количества образовавшихся газообразных веществ при разложении 0.1 моль исходного вещества будут составлять:

Реакция	v, моль	
1	0.05 (O <sub>2</sub> )	0.05
2	0.1 (Hg) + 0.05 (O <sub>2</sub> )	0.15
3	0.3 (N <sub>2</sub> )	0.3

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

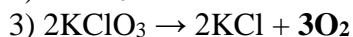
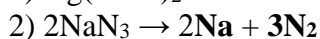
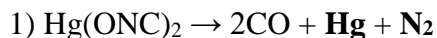
### II вариант

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 <sub>2</sub> )	0.4
2	0.15 (N <sub>2</sub> )	0.15
3	0.15 (O <sub>2</sub> )	0.15

Следовательно, давление окажется максимальным **в первом случае** (т.к. при разложении Hg(ONC)<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
-----	-------------------------------	------------------	----------------	-----------------

- 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 <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	-2	
N <sub>2</sub>	0	
NOF	+3	
NO <sub>2</sub>	+4	
HNO <sub>3</sub>	+5	

**№ 2**  
**II вариант**

В таблице приведены формулы фосфорсодержащих соединений:

$\text{H}_3\text{PO}_2$	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{P}_2\text{H}_4$	$\text{PBr}_3$	$\text{P}_4$
-------------------------	-------------------------	------------------------	----------------	--------------

- 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
$\text{P}_2\text{H}_4$	-2	
$\text{P}_4$	0	
$\text{H}_3\text{PO}_2$	+1	
$\text{PBr}_3$	+3	
$\text{H}_3\text{PO}_4$	+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:  $0.808\text{ г/мл}$ ). 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** –  **$\text{Mg}_2\text{SiO}_4$** , являющегося одним из компонентов полудрагоценного камня – хризолита.

2) В одной формульной единице  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ :  $N(\frac{1}{1}p) = 12 \cdot 2 + 14 + 8 \cdot 4 = 70$ .

**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** –  **$\text{Fe}_2\text{SiO}_4$** , являющегося одним из компонентов полудрагоценного камня – хризолита.

2) В одной формульной единице  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ :  $N(\frac{1}{1}p) = 26 \cdot 2 + 14 + 8 \cdot 4 = 98$ .

**Рекомендации к оцениванию:**

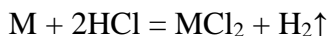
- |   |         |
|---|---------|
| 1. Формула соединения X – 3 балла<br>(без расчета 0 баллов) | 3 балла |
| 2. Число протонов – 2 балла<br>(без расчета 0.5 балла)      | 2 балла |

**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:  $\nu(M) = N(M)/N_{Av}$ ;  $\nu(Mg) = 0.15$  моль.

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

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

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

Массовая доля хлорида магния в полученном растворе:

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

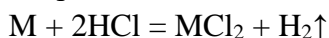
$$\omega\%(MgCl_2) = 6.0\%$$

**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:  $\nu(M) = N(M)/N_{Av}$ ;  $\nu(Zn) = 0.05$  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**