

РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ОТБОРОЧНОГО (РАЙОННОГО) ЭТАПА

Теоретический тур

8 класс

Задача 1. Вариант 1

Напишите формулы следующих веществ: фтор, гелий, оксид углерода (II), хлорид бария.

- а) Среди указанных веществ есть только одно кристаллическое при комнатной температуре. Какое?
- б) В состав одного моля какого из указанных веществ входит наибольшее число атомов? Наименьшее число атомов?

Вариант решения

1. F_2 , He, CO, $BaCl_2$.
2. При комнатной температуре кристаллический – хлорид бария, поскольку он относится к классу солей. Остальные вещества – газообразные.
3. Среди указанных веществ количество атомов в формуле максимально у хлорида бария – три атома. Соответственно и в 1 моле этого вещества будет наибольшее число атомов среди указанных веществ. Наименьшее число атомов в 1 моле будет, если молекула состоит из одного атома, т. е. в случае гелия.

Рекомендации к оцениванию

- | | |
|--|----------------|
| 1. Верно записаны 4 формулы веществ | 4 · 0,75 балла |
| 2. Указано, что кристаллическим является хлорид бария | 1 балл |
| 3. Указано, что наибольшее число атомов – в 1 моле хлорида бария, наименьшее число атомов – в 1 моле гелия | 2 · 0,5 балла |

ИТОГО: 5 баллов

Задача 1. Вариант 2

Напишите формулы следующих веществ: водород, аргон, оксид серы (IV), фторид калия.

- а) Среди указанных веществ есть только одно кристаллическое при комнатной температуре. Какое?
- б) В состав одного моля какого из указанных веществ входит наибольшее число атомов? Наименьшее число атомов?

Вариант решения

1. H_2 , Ar, SO_2 , KF.
2. При комнатной температуре кристаллический – фторид калия, поскольку он относится к классу солей. Остальные вещества – газообразные.
3. Среди указанных веществ количество атомов в формуле максимально у оксида серы (IV) – три атома. Соответственно и в 1 моле этого вещества будет наибольшее число атомов среди указанных веществ. Наименьшее число атомов в 1 моле будет, если молекула состоит из одного атома, т. е. в случае аргона.

Рекомендации к оцениванию

1. Верно записаны 4 формулы веществ	4 · 0,75 балла
2. Указано, что кристаллическим является фторид калия	1 балл
3. Указано, что наибольшее число атомов – в 1 моле оксида серы (IV), наименьшее число атомов – в 1 моле аргона	2 · 0,5 балла
ИТОГО:	5 баллов

Задача 2. Вариант 1

В состав воздуха входят простые вещества, образованные элементами **X** и **Y**. Известно, что порядковый номер элемента **X** меньше, чем **Y**.

- 1) Напишите формулы всех возможных бинарных соединений между этими элементами.
- 2) В каком веществе массовая доля элемента **X** максимальна среди этих соединений? Ваш ответ обоснуйте. Изобразите его структурную формулу.
- 3) В каком соединении мольная доля одного из элементов в 2,5 раза больше, чем другого?

Вариант решения

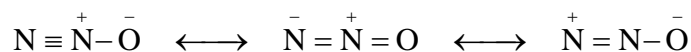
Основные компоненты воздуха – азот N_2 (78 об. %) и кислород O_2 (21 об. %). Значит, искомые элементы: **X** – N, **Y** – O.

1. Азот в оксидах может принимать положительные степени окисления от +1 до +5, следовательно, образует следующие оксиды: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 (либо N_2O_4), N_2O_5 .
2. Массовая доля азота максимальна в соединении, в формуле которого на одно и то же число атомов кислорода приходится наибольшее число атомов азота. Приходим к выводу, что это оксид азота (I) – N_2O .

Также можно напрямую рассчитать массовую долю азота в каждом оксиде, что приведет к тому же выводу:

	N_2O	NO	N_2O_3	NO_2	N_2O_5
$\omega(N)$, %	63,64	46,67	36,84	30,43	25,93

Для оксида азота (I) не существует единственной структурной формулы, он наиболее правильно описывается набором нескольких формул (резонансных структур), записанных в соответствии с валентностью элементов. Одна любая структура из этих структур засчитывается как верный ответ:



3. Количество вещества в молях пропорционально числу частиц. Следовательно, мольное соотношение элементов 1 : 2,5, или 2 : 5, соответствует соотношению индексов в молекуле. Такая молекула – N_2O_5 .

Рекомендации к оцениванию

1. Записаны формулы оксидов азота (по 0,5 балла за каждую верную)	2,5 балла
2. Установлена молекулярная формула N_2O – 0,5 балла Приведено одно любое обоснование – 0,75 балла Записана хотя бы одна структурная формула N_2O – 0,5 балла	1,75 балла
3. Установлена молекулярная формула N_2O_5 – 0,75 балла	0,75 балла
ИТОГО:	5 баллов

Задача 2. Вариант 2

В состав воздуха входят простые вещества, образованные элементами **X** и **Y**. Известно, что порядковый номер элемента **X** меньше, чем **Y**.

- 1) Напишите формулы всех возможных бинарных соединений между этими элементами.
- 2) В каком веществе массовая доля элемента **X** минимальна среди этих соединений? Ваш ответ обоснуйте. Изобразите его структурную формулу.
- 3) В каком соединении мольная доля одного из элементов в 1,5 раза больше, чем другого?

Вариант решения

Основные компоненты воздуха – азот N_2 (78 об. %) и кислород O_2 (21 об. %). Значит, искомые элементы: **X** – N, **Y** – O.

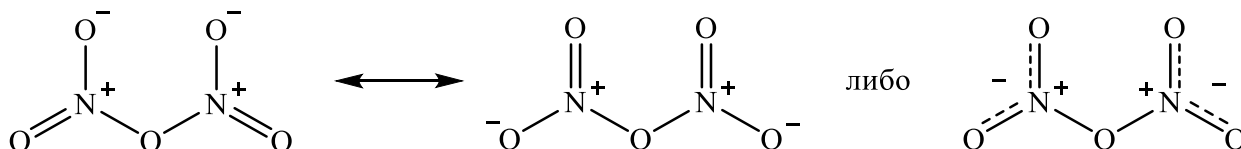
1. Азот в оксидах может принимать положительные степени окисления от +1 до +5, следовательно, образует следующие оксиды: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 (либо N_2O_4), N_2O_5 .

2. Массовая доля азота минимальна в соединении, в формуле которого на одно и то же число атомов азота приходится наибольшее число атомов кислорода. Приходим к выводу, что это оксид азота (V) – N_2O_5 .

Также можно напрямую рассчитать массовую долю азота в каждом оксиде, что приведет к тому же выводу:

	N_2O	NO	N_2O_3	NO_2	N_2O_5
$\omega(N), \%$	63,64	46,67	36,84	30,43	25,93

Для оксида азота (V) не существует единственной структурной формулы, он наиболее правильно описывается набором нескольких формул (резонансных структур), записанных в соответствии с валентностью элементов. Одна любая структура из этих структур засчитывается как верный ответ:



3. Количество вещества в молях пропорционально числу частиц. Следовательно, мольное соотношение элементов 1 : 1,5, или 2 : 3, соответствует соотношению индексов в молекуле. Такая молекула – N_2O_3 .

Рекомендации к оцениванию

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Записаны формулы оксидов азота (по 0,5 балла за каждую верную) | 2,5 балла |
| 2. Установлена молекулярная формула N_2O_5 – 0,5 балла | 1,75 балла |
| Приведено любое одно обоснование – 0,75 балла | |
| Записана хотя бы одна структурная формула N_2O_5 – 0,5 балла | |
| 3. Установлена молекулярная формула N_2O_3 – 0,75 балла | 0,75 балла |
| ИТОГО: | 5 баллов |

Задача 3. Вариант 1

Юный химик заболел ангиной и решил приготовить полоскание для горла – раствор пищевой соды (NaHCO_3). Известно, что при $25\text{ }^\circ\text{C}$ в 100 мл воды растворяется 9,59 г NaHCO_3 .

- 1) Вычислите, какой объём воды (мл) при $25\text{ }^\circ\text{C}$ нужно взять, чтобы из 12 г NaHCO_3 приготовить *максимально концентрированный раствор I*, и при этом всё вещество растворилось.
- 2) Юный химик приготовил *раствор II* из 15 г NaHCO_3 и 300 мл воды при $25\text{ }^\circ\text{C}$, и такое полоскание не помогло. Определите, какую массу NaHCO_3 химику достаточно было добавить в *раствор II*, чтобы тот стал максимально концентрированным.
- 3) Что можно сделать, чтобы получить ещё более концентрированный раствор, чем *раствор I*?

Вариант решения

1. Составляем пропорцию:

9,59 г NaHCO_3 растворяется в 100 мл воды

12 г NaHCO_3 растворяется в X мл воды

Находим, что $X = 125,13\text{ мл} \approx 126\text{ мл}$ – объём воды для приготовления *раствора I*.

Правильнее округлять в большую сторону, т.к. при меньшем объёме получится хоть и насыщенный (максимально крепкий) раствор, но с осадком.

2. Для начала определим, сколько граммов NaHCO_3 надо было добавить в 300 мл воды, чтобы получился насыщенный раствор:

9,59 г NaHCO_3 растворяется в 100 мл воды

Y г NaHCO_3 растворяется в 300 мл воды

Находим, что $Y = 28,77\text{ г}$ вещества на 300 мл воды. Юный химик взял 15 г вещества. Значит, ему надо было добавить в *раствор II* массу соды, равную $28,77 - 15 = 13,77\text{ г}$ **или больше** (остальное не растворится и выпадет в осадок).

3. Поскольку растворимость многих веществ увеличивается при нагревании, можно растворять вещества в нагретой воде. В 100 г нагретой воды можно растворить больше вещества до насыщения, т.е. полоскание будет более крепким.

Рекомендации к оцениванию

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Рассчитан объём воды для приготовления <i>раствора I</i> | 1,5 балла |
| • за округление в меньшую сторону (если округлено) – минус 0,5 балла | |
| • верный точный ответ, но без выкладок – минус 0,5 балла | |
| 2. Рассчитана масса вещества для насыщенного раствора с 300 мл воды | 1,5 балла |
| • верный точный ответ, но без выкладок – минус 0,5 балла | |
| 3. Рассчитана масса добавки в <i>раствор II</i> | 1 балл |
| • верный точный ответ, но без выкладок – минус 0,5 балла | |
| • нет выкладок, но указана любая масса вещества, превышающая 13,77 г – минус 0,5 балла | |
| 4. Предложен метод приготовления более крепкого раствора | 1 балл |
| ИТОГО: | 5 баллов |

Задача 3. Вариант 2

Для защиты плодоносящих деревьев на даче от вредителей юный химик решил обработать их раствором сульфата меди (II) (CuSO_4). Известно, что при 25°C в 100 мл воды растворяется 22,3 г CuSO_4 .

- 1) Вычислите, какой объём воды (мл) при 25°C нужно взять, чтобы из 40 г CuSO_4 приготовить *максимально концентрированный раствор I*, и при этом всё вещество растворилось.
- 2) Юный химик приготовил *раствор II* из 55 г CuSO_4 и 400 мл воды при 25°C , и такая обработка деревьев не помогла. Определите, какую массу CuSO_4 химику достаточно было добавить в *раствор II*, чтобы тот стал максимально концентрированным.
- 3) Что можно сделать, чтобы получить ещё более концентрированный раствор, чем *раствор I*?

Вариант решения

1. Составляем пропорцию:

22,3 г CuSO_4 растворяется в 100 мл воды

40 г CuSO_4 растворяется в X мл воды

Находим, что $X = 179,37$ мл ≈ 180 мл – объём воды для приготовления *раствора I*. Правильнее округлять в большую сторону, т.к. при меньшем объёме получится хоть и насыщенный (максимально крепкий) раствор, но с осадком.

2. Для начала определим, сколько граммов CuSO_4 надо было добавить в 300 мл воды, чтобы получился насыщенный раствор:

22,3 г CuSO_4 растворяется в 100 мл воды

Y г CuSO_4 растворяется в 300 мл воды

Находим, что $Y = 89,2$ г вещества на 300 мл воды. Юный химик взял 55 г вещества. Значит, ему надо было добавить в *раствор II* массу CuSO_4 , равную $89,2 - 55 = 34,2$ г **или больше** (остальное не растворится и выпадет в осадок).

3. Поскольку растворимость многих веществ увеличивается при нагревании, можно растворять вещества в нагретой воде. В 100 г нагретой воды можно растворить больше вещества до насыщения, т.е. полоскание будет более крепким.

Рекомендации к оцениванию

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Рассчитан объём воды для приготовления <i>раствора I</i> | 1,5 балла |
| • за округление в меньшую сторону (если округлено) – минус 0,5 балла | |
| • верный точный ответ, но без выкладок – минус 0,5 балла | |
| 2. Рассчитана масса вещества для насыщенного раствора с 400 мл воды | 1,5 балла |
| • верный точный ответ, но без выкладок – минус 0,5 балла | |
| 3. Рассчитана масса добавки в <i>раствор II</i> | 1 балл |
| • верный точный ответ, но без выкладок – минус 0,5 балла | |
| • нет выкладок, но указана любая масса вещества, превышающая 34,2 г – минус 0,5 балла | |
| 4. Предложен метод приготовления более крепкого раствора | 1 балл |
| ИТОГО: | 5 баллов |

Задача 4. Вариант 1

Давление газа на стенки закрытого сосуда прямо пропорционально количеству частиц газа в этом сосуде.

Взяли 140 г газообразного аргона и 89,6 л (при нормальных условиях) углекислого газа. Каждый из газов полностью закачали в пустые баллоны одинакового объёма. В каком из баллонов будет большее давление? Приведите Ваши расчёты.

Как изменится давление в баллонах при увеличении температуры и почему?

Вариант решения

1. Рассчитаем количества вещества газов, которые попадут в каждый сосуд:

$$n(\text{Ar}) = \frac{m}{M} = \frac{140 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 3,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{89,6 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 4 \text{ моль}$$

2. Поскольку объёмы сосудов одинаковые, большее давление будет в том баллоне, в котором больше количество вещества газа (или число частиц). Значит, в баллоне с углекислым газом давление будет больше, чем в баллоне с аргоном.

Также допускается расчёт числа частиц в баллонах и их сравнение.

3. При увеличении температуры возрастает кинетическая энергия частиц газа. Как следствие, возрастает число ударов частиц газа о стенки сосуда, а это значит, что давление газа, имеющего большую температуру, будет больше. Поэтому газовые баллоны нельзя нагревать во избежание взрыва.

Рекомендации к оцениванию

- | | |
|--|---------------|
| 1. Определено, сколько моль (или частиц) каждого из газов было | 2 · 1,5 балла |
| 2. Сделан вывод о том, что большее давление будет в баллоне с углекислым газом | 1 балл |
| 3. Сделан вывод о том, что давление газа увеличивается с увеличением температуры | 1 балл |

ИТОГО: 5 баллов

Задача 4. Вариант 2

Давление газа на стенки закрытого сосуда прямо пропорционально количеству частиц газа в этом сосуде.

Взяли 78 г газообразного неона и 72,8 л (при нормальных условиях) кислорода. Каждый из газов полностью закачали в пустые баллоны одинакового объёма. В каком из баллонов будет большее давление? Приведите Ваши расчёты.

Как изменится давление в баллонах при увеличении температуры и почему?

Вариант решения

1. Рассчитаем количества вещества газов, которые попадут в каждый сосуд:

$$n(\text{Ne}) = \frac{m}{M} = \frac{78 \text{ г}}{20 \text{ г/моль}} = 3,9 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{72,8 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 3,25 \text{ моль}$$

2. Поскольку объёмы сосудов одинаковые, большее давление будет в том баллоне, в котором больше количество вещества газа (или число частиц). Значит, в баллоне с неонам давление будет больше, чем в баллоне с кислородом.

Также допускается расчёт числа частиц в баллонах и их сравнение.

3. При увеличении температуры возрастает кинетическая энергия частиц газа. Как следствие, возрастает число ударов частиц о стенки сосуда, а это значит, что давление газа, имеющего большую температуру, будет больше. Поэтому газовые баллоны нельзя нагревать во избежание взрыва.

Рекомендации к оцениванию

1. Определено, сколько моль (или частиц) каждого из газов было	2 · 1,5 балла
2. Сделан вывод о том, что большее давление будет в баллоне с неонам	1 балл
3. Сделан вывод о том, что давление газа увеличивается с увеличением температуры	1 балл
ИТОГО:	5 баллов

Задача 5. Вариант 1

Простое вещество **А** образовано элементом **Х**. 27 г вещества **А** нагрели в избытке водорода. При этом образовалось вещество **Б** массой 33 г. Определите элемент **Х** и вещества **А** и **Б**. Напишите уравнение происходившей химической реакции. Какие степени окисления имеют элементы в соединении **Б**?

Вариант решения

1. При реакции с водородом простое вещество превращается в бинарное водородное соединение.

Масса водорода в водородном соединении (по закону сохранения массы): $33 - 27 = 6$ (г).

Отношение масс неизвестного элемента и водорода в соединении **Б** равно $27 : 6$, или $4,5 : 1$.

Если в соединении **Б** один атом водорода ($M = 1$ г/моль) и один атом неизвестного элемента, то молярная масса неизвестного элемента должна быть $4,5$ г/моль. Элемента, соответствующего такой молярной массе, нет.

Если в соединении **Б** два атома водорода и один атом неизвестного элемента (т.е. элемент проявляет валентность 2), то молярная масса неизвестного элемента: $M(\text{Э}) = 4,5 \times 2 \times 1$ г/моль = 9 г/моль, что соответствует бериллию. Тогда элемент **Х** – бериллий (Be), вещество **А** – бериллий (Be), вещество **Б** – гидрид бериллия (BeH_2).

2. Уравнение реакции: $\text{Be} + \text{H}_2 = \text{BeH}_2$

3. Степень окисления бериллия: +2, водорода: -1.

Рекомендации к оцениванию

1. Приведено обоснование по определению неизвестного элемента: $m(\text{H})$, соотношение масс водорода и элемента в соединении, перебор разного числа атомов водорода (по 0,5 балла)	1,5 балла
--	-----------

2. Установлено, что неизвестный элемент $X = \text{Be}$	0,5 балла
3. Определены вещества $A = \text{Be}$ и $B = \text{BeH}_2$ (по 0,5 балла)	1 балл
4. Записано уравнение реакции	1 балл
• неверные формулы – 0 баллов	
• с неверными коэффициентами – 0 баллов	
5. Определены степени окисления элементов в BeH_2 (по 0,5 балла)	1 балл
ИТОГО:	5 баллов

Задача 5. Вариант 2

Простое вещество **A** образовано элементом **X**. 40 г вещества **A** нагрели в избытке водорода. При этом образовалось вещество **B** массой 45 г. Определите элемент **X** и вещества **A** и **B**. Напишите уравнение происходившей химической реакции. Какие степени окисления имеют элементы в соединении **B**?

Вариант решения

1. При реакции с водородом простое вещество превращается в бинарное водородное соединение.

Масса водорода в водородном соединении (по закону сохранения массы): $45 - 40 = 5$ (г).

Отношение масс неизвестного элемента и водорода в соединении **B** равно $40 : 5$, или $8 : 1$.

Если в соединении **B** один атом водорода ($M = 1$ г/моль) и один атом неизвестного элемента, то молярная масса неизвестного элемента должна быть 8 г/моль. Элемента, соответствующего такой молярной массе, нет.

Если в соединении **B** два атома водорода и один атом неизвестного элемента (т.е. элемент проявляет валентность 2), то молярная масса неизвестного элемента: $M(\text{Э}) = 8 \times 2 \times 1$ г/моль = 16 г/моль, что соответствует кислороду. Тогда элемент **X** – кислород (O), вещество **A** – кислород (O_2), вещество **B** – вода (H_2O).

2. Уравнение реакции: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$

3. Степень окисления водорода: +1, кислорода: -2.

Рекомендации к оцениванию

1. Приведено обоснование по определению неизвестного элемента: $m(\text{H})$, соотношение масс водорода и элемента в соединении, перебор разного числа атомов водорода (по 0,5 балла)	1,5 балла
2. Установлено, что неизвестный элемент $X = \text{O}$	0,5 балла
3. Определены вещества $A = \text{O}_2$ и $B = \text{H}_2\text{O}$ (по 0,5 балла)	1 балл
4. Записано уравнение реакции	1 балл
• неверные формулы – 0 баллов	
• с неверными коэффициентами – 0 баллов	
5. Определены степени окисления элементов в H_2O (по 0,5 балла)	1 балл
ИТОГО:	5 баллов