

## 2. Решения задач

### 2.1. Отборочный (районный) этап. Теоретический тур

8 класс

I вариант

№ 1

- 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. Формулы 4-х веществ по 0,75 балла 3 балла
2. Указано, что кристаллическим является хлорид бария 1 балл
3. Указаны вещества с наибольшим и наименьшим числом атомов в 1 моле по 0,5 балла 1 балл

**ИТОГО: 5 баллов**

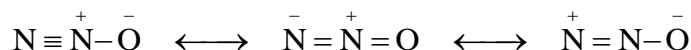
№ 2

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	$N_2O_3$	$NO_2$	$N_2O_5$
$\omega(N)$ , %	<b>63,64</b>	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 1,75 балла  
Приведено одно любое обоснование – 0,75 балла  
Записана хотя бы одна структурная формула  $N_2O$  – 0,5 балла
3. Установлена молекулярная формула  $N_2O_5$  – 0,75 балла 0,75 балла

**ИТОГО: 5 баллов**

### № 3

1) Составляем пропорцию:

9,59 г  $\text{NaHCO}_3$  растворяется в 100 мл воды

12 г  $\text{NaHCO}_3$  растворяется в  $X$  мл воды

Находим, что  $X = 125,13$  мл  $\approx 126$  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  $\text{NaHCO}_3$  надо было добавить в 300 мл воды, чтобы получился насыщенный раствор:

9,59 г  $\text{NaHCO}_3$  растворяется в 100 мл воды

$Y$  г  $\text{NaHCO}_3$  растворяется в 300 мл воды

Находим, что  $Y = 28,77$  г вещества на 300 мл воды. Юный химик взял 15 г вещества.

Значит, ему надо было добавить в *раствор II* массу соды, равную  $28,77 - 15 = 13,77$  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 |
| 2. Рассчитана масса вещества для насыщенного раствора с 300 мл воды | 1,5 балла |
| 3. Рассчитана масса добавки в <i>раствор II</i>                     | 1 балл    |
| 4. Предложен метод приготовления более крепкого раствора            | 1 балл    |

**ИТОГО: 5 баллов**

### № 4

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, количество вещества или число частиц каждого из газов по | 3 балла |
| 1,5 балла   |         |
| 2. Вывод о том, что большее давление будет в баллоне с углекислым газом | 1 балл  |
| 3. Вывод о том, что давление газа растёт с увеличением температуры      | 1 балл  |

**ИТОГО: 5 баллов**

### № 5

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 ( $\text{BeH}_2$ ).

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:<br>$m(\text{H})$ , соотношение масс водорода и элемента в соединении, перебор<br>разного числа атомов водорода (по 0,5 балла) | 1,5 балла |
| 2. Установлено, что неизвестный элемент <b>Х</b> = Be  | 0,5 балла |
| 3. Определены вещества <b>А</b> = Be и <b>Б</b> = $\text{BeH}_2$ (по 0,5 балла)  | 1 балл    |
| 4. Записано уравнение реакции  | 1 балл    |
| 5. Определены степени окисления элементов в $\text{BeH}_2$ (по 0,5 балла)  | 1 балл    |

**ИТОГО: 5 баллов**

### II вариант

#### № 1

1)  $\text{H}_2$ , Ar,  $\text{SO}_2$ , 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. Формулы 4-х веществ по 0,75 балла   | 3 балла |
| 2. Указано, что кристаллическим является фторид калия                                | 1 балл  |
| 3. Указаны вещества с наибольшим и наименьшим числом атомов в 1<br>моле по 0,5 балла | 1 балл  |

**ИТОГО: 5 баллов**

#### № 2

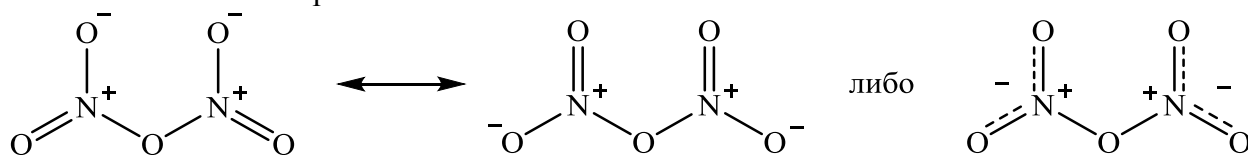
Основные компоненты воздуха – азот  $\text{N}_2$  (78 об. %) и кислород  $\text{O}_2$  (21 об. %). Значит, искомые элементы: **Х** – N, **У** – O.

1) Азот в оксидах может принимать положительные степени окисления от +1 до +5, следовательно, образует следующие оксиды:  $\text{N}_2\text{O}$ , NO,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$  (либо  $\text{N}_2\text{O}_4$ ),  $\text{N}_2\text{O}_5$ .

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) –  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Также можно напрямую рассчитать массовую долю азота в каждом оксиде, что приведет к тому же выводу:

	$\text{N}_2\text{O}$	NO	$\text{N}_2\text{O}_3$	$\text{NO}_2$	$\text{N}_2\text{O}_5$
$\omega(\text{N}), \%$	63,64	46,67	36,84	30,43	<b>25,93</b>

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**

#### № 3

- 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  $\approx 180$  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 400 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 |
| 2. Рассчитана масса вещества для насыщенного раствора с 400 мл воды | 1.5 балла |
| 3. Рассчитана масса добавки в <i>раствор II</i>                     | 1 балл    |
| 4. Предложен метод приготовления более крепкого раствора            | 1 балл    |

**ИТОГО: 5 баллов**

#### № 4

- 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 неонем 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, количество вещества или число частиц каждого из газов по | 3 балла |
| 1,5 балла   |         |
| 2. Вывод о том, что большее давление будет в баллоне с неонем           | 1 балл  |
| 3. Вывод о том, что давление газа растёт с увеличением температуры      | 1 балл  |
| <b>ИТОГО: 5 баллов</b>  |         |

#### № 5

- 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 **Б** равно  $40 : 5$ , или  $8 : 1$ .  
Если в соединении **Б** 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 **Б** 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 **Х** – кислород (О), вещество **А** – кислород (О<sub>2</sub>), вещество **Б** – вода (H<sub>2</sub>O).
- 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:<br>$m(\text{H})$ , соотношение масс водорода и элемента в соединении, перебор<br>разного числа атомов водорода (по 0,5 балла) | 1.5 балла |
| 2. Установлено, что неизвестный элемент <b>Х</b> = О   | 0.5 балла |
| 3. Определены вещества <b>А</b> = О <sub>2</sub> и <b>Б</b> = H <sub>2</sub> O (по 0,5 балла)  | 1 балл    |
| 4. Записано уравнение реакции  | 1 балл    |
| 5. Определены степени окисления элементов в H <sub>2</sub> O (по 0,5 балла)  | 1 балл    |
| <b>ИТОГО: 5 баллов</b>   |           |