

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Школьный этап, 11 класс**  
**04 октября 2017 года**

**Решение задач.**

**Задача 1** (Б.В.Мартыненко, М.В.Михалёва)

В обычной водопроводной воде массовая доля тяжелой воды составляет 0,018%. Сколько молекул тяжелой воды ( $^2\text{H}_2^{16}\text{O}$ ) попадает ежедневно в организм человека, потребляющего 1,5 л воды в сутки?

**Решение и указание к оцениванию:**

Элемент решения		Балл
1.	$m(^2\text{H}_2^{16}\text{O}) = 1500 \cdot 1 \cdot 0,00018 = 0,27 \text{ г}$	5
2	$n(^2\text{H}_2^{16}\text{O}) = 0,27/20 = 0,0135 \text{ моль}$	5
3	$N = 0,0135 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 8,1 \cdot 10^{21}$	2
<b>Итого</b>		<b>15 баллов</b>

**Задача 2** (Н.Е.Кузменко, В.В.Еремин)

13,44 л оксида серы (IV) н.у. пропустили через трубку, заполненную 50 г смеси оксида натрия и хлорида натрия. Вышедший из трубки газ обесцветил бромную воду, содержащую 16,0 г брома. Определите массовую долю веществ в исходной смеси.

**Решение и указание к оцениванию:**

Элемент решения		Балл
1.	$\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \quad (1)$	3
	$\text{SO}_2 + \text{NaCl} \nrightarrow \quad (2)$	2
	$\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \quad (3)$	5
2	$n(\text{SO}_{2\text{общее}}) = 13,44/22,4 = 0,6 \text{ моль}$	3
3	$n(\text{SO}_2 \text{ в р-и (3)}) = n(\text{Br}_2) = 16/160 = 0,1 \text{ моль}$	3
3	$n(\text{SO}_2 \text{ в р-и (1)}) = 0,6 - 0,1 = 0,5 \text{ моль}$	2
4	по р-и (1) $n(\text{Na}_2\text{O}) = n(\text{SO}_2) = 0,5 \text{ моль}$	4
	$m(\text{Na}_2\text{O}) = 31 \text{ г}$	

5	$\omega(\text{Na}_2\text{O}) = 62\%$ $\omega(\text{NaCl}) = 38\%$	4
<b>Итого</b>		<b>26 баллов</b>

### Задача 3.

Предложите схему получения поливинилхлорида (ПВХ) из метана, используя только неорганические вещества и катализаторы. По предложенной Вами схеме составьте уравнения химических реакций и рассчитайте выход продукта реакции, если из 1 м<sup>3</sup> (20<sup>0</sup>С, 1 атм.) природного газа, содержащего 95% (объемных долей) метана, удалось получить 0,5 кг ПВХ.

#### Решение и указание к оцениванию:

Элемент решения		Балл
1	$\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl} \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$ $2\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$ $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl}$ $n\text{CH}_2=\text{CHCl} \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$	5 3 3 3
2	$v(\text{CH}_4) = 1000 \text{ л} \cdot 0,95 = 950 \text{ л}$	5
3	$pV = nRT$ $n(\text{CH}_4) = 39,54 \text{ моль}$	3
4	согласно схеме превращений $39,54 \text{ моль } \text{CH}_4 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_{19,77}$	3
5	$m(\text{ПВХ}) = 19,77 \text{ моль} \cdot 62 \text{ г/моль} = 1235,6 \text{ г}$	4
6	$\eta = 500/1235,6 = 0,405 \text{ или } 40,5\%$	4
<b>Итого</b>		<b>29 баллов</b>

### Задача 4.

Навеску минерала **Х** в форме кристаллов желтовато-коричневого цвета прокалили при 500<sup>0</sup>С (реакция 1) в инертной атмосфере. При этом получили черный порошок вещества **А** и бесцветный газ **Б**. Вещество **А** содержит 22,22% кислорода и окисляется во

влажном воздухе до вещества **С** бурого цвета (реакция 2). Газ **Б** вызывает помутнение известковой воды (реакция 3).

1. Назовите минерал **Х**.

2. Предложите формулы веществ **А**, **Б**, **С**.

3. Напишите уравнения проведенных реакций.

### Решение.

Черный порошок **А** скорее всего является оксидом металла  $\text{Me}_x\text{O}_y$ .

$$\text{Mr}(\text{Me}_x\text{O}_y) = y \cdot 16 / 0,2222 = 72 y$$

$$\text{Ar}(\text{Me}) = 0,7778 \cdot 72 y = 56x/y$$

С учетом валентности металла получаем значения возможных атомных масс металла:

$$\text{Валентность } 1 - x=2, y=1 \quad \text{Ar} = 28 \text{ а.е.м}$$

$$\text{Валентность } 2 - x=1, y=1 \quad \text{Ar} = 56 \text{ а.е.м}$$

$$\text{Валентность } 3 - x=2, y=3 \quad \text{Ar} = 84 \text{ а.е.м}$$

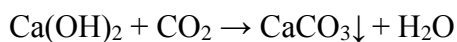
$$\text{Валентность } 4 - x=1, y=2 \quad \text{Ar} = 112 \text{ а.е.м. и т.д.}$$

Из этого следует, что металл – железо, а вещество **А** –  $\text{FeO}$ .

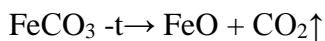
Оксид железа (II) окисляется во влажном воздухе до **С** - оксида железа (III) бурого цвета (или до метагидроксида железа (III)).



Газ **Б**, вызывающий помутнение известковой воды, это  $\text{CO}_2$ .



Исходный минерал **Х** – сидерит, содержащий карбонат железа (II).



### Указание к оцениванию:

Элемент решения		Балл
1	За название минерала	4
	и указание на его химическую природу	2
2	За формулы веществ <b>А</b> , <b>Б</b> и <b>С</b> по 5 баллов	15

3	За уравнения реакций по 3 балла	9
<b>Итого</b>		<b>30 баллов</b>