

**«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» 2015/16**  
**ФИНАЛЬНЫЙ ТУР. Время на выполнение – 180 минут**  
**8 класс**

**Задача 8-1**

Некоторая минеральная вода содержит смесь солей четырех металлов и имеет следующий ионный состав (мг/л):

Cl <sup>-</sup>	1300
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	400
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	300
Ca <sup>2+</sup>	60
Mg <sup>2+</sup>	25
(Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> )	?

1. Вычислите содержание (Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>) в 1 л воды.
2. Вычислите массу сухого остатка после выпаривания 1 л минеральной воды и прокаливании при 200-300°С.

**Решение**

1. В 1 л минеральной воды содержится:

$$n(\text{Cl}^-) = 1.3 \text{ г} / 35.5 \text{ г/моль} = 0.0366 \text{ моль}; \quad n(\text{HCO}_3^-) = 0.4 \text{ г} / 61 \text{ г/моль} = 0.0066 \text{ моль};$$

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.3 \text{ г} / 96 \text{ г/моль} = 0.0031 \text{ моль}; \quad n(\text{Ca}^{2+}) = 0.06 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0.0015 \text{ моль};$$

$$n(\text{Mg}^{2+}) = 0.025 \text{ г} / 24 \text{ г/моль} = 0.001 \text{ моль};$$

$$n(\text{Na}^+ + \text{K}^+) = 0.0366 + 0.0066 + 2 \cdot 0.0031 - 2 \cdot 0.0015 - 2 \cdot 0.001 = 0.0444 \text{ моль}.$$

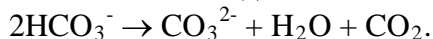
Если в воде присутствует только Na<sup>+</sup>, то  $m(\text{Na}^+) = 23 \cdot 0.0444 = 1.022 \text{ г}$  в 1 л.

Если в воде присутствует только K<sup>+</sup>, то  $m(\text{K}^+) = 39 \cdot 0.0444 = 1.7316 \text{ г}$  в 1 л.

Таким образом, общее содержание Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup> находится в интервале:

$$1.022 \text{ г} < m(\text{Na}^+ + \text{K}^+) < 1.7316 \text{ г}$$

2. Масса осадка после выпаривания:



$$n(\text{HCO}_3^-)_{\text{в } 1 \text{ л}} = 0.0066 \text{ моль}; \quad n(\text{CO}_3^{2-}) = n(\text{осадка}) = 0.0033 \text{ моль}.$$

$$m(\text{CO}_3^{2-}) = 60 \cdot 0.0033 = 0.198 \text{ г}.$$

Потеря массы при выпаривании 1 л равна  $0.4 \text{ г} - 0.198 \text{ г} = 0.202 \text{ г}$ .

Масса осадка от 2905 до 3614 мг.

**Разбалловка:**

За вычисления содержания Na <sup>+</sup> и K <sup>+</sup>	12 баллов (6 баллов за правильный ответ и 6 баллов за решение)
За вычисление массы сухого остатка	9 баллов (5 баллов за правильный ответ и 4 балла за решение)
За реакцию	5 баллов
Всего	26 баллов

### **Задача 8-2**

М.В. Ломоносов считал металлом светлое тело, которое можно ковать. Таких тел он выделил шесть:

«Металл (1) чрез свой изрядной желтой цвет и блестящая светлость от прочих металлов отлично. Воздух (1) не может учинить никакой перемены или утраты, и высокой его цвет и светлость без всякого повреждения оставляет. В земле находится (1) почти всегда чистое кусками, листочками или зернышками. Уже от древних лет химики назвали (1) Солнцем, и дали ему тот же знак, которым Астрономы солнце назначают».

«(2) от (1) разнится больше цветом и тягостию. Цвет его толь бел, что ежели (2) совсем чисто и только после плавления вылито, а не полировано, то кажется оно издали бело как мел. (2) около десяти раз тяжелее воды, а от (1) почти вдвое легче. От воздуха не бывает на (2) ничего опречь туску весьма легкого, однако и то от влажного. От химиков называется ...».

«Металл (3) от воздуха нарушается и зеленью поводится. Древние люди, у которых с (5) скудно было, делали себе из (3) сабли и палаши и на войне употребляли. Металл (3) имеет природный красный цвет. От химиков (3) называется...».

«Металл (4), когда его изгибают, то слышен в нем некоторой слабой треск. Химики называют его...».

«Металл (5) ниже и дешевле изо всех почитается: понеже оно в несравненно большем количестве находится, и на огне очень легко сгорает в темной желтоватой пепел, на воздухе скоро ржавеет. Но никоим свойством оно толь не славно, как оною силою, которую магнит камень к себе притягивает. Химики называют его...».

«Металл (6) расплавивши в воду выливают, то рассказывается он с немалым шумом на мелкую дробь. Сей металл нигде больше почти не полезен, как при некоторых металлургических действиях, и в тех случаях, где дешевая, однако тяжелая материя надобна. Химики называют (6)...».

Определите металлы по свойствам, которые описывает М.В. Ломоносов, если (4) – один из самых безопасных тяжелых металлов в металлическом состоянии.

### **Решение**

- 1 – золото;
- 2 – серебро;
- 3 – медь;
- 4 – олово;
- 5 – железо;
- 6 – свинец.

### **Разбалловка:**

За указание каждого металла по 4 балла	24 балла
Всего	24 балла

### Задача 8-3

Твердое кристаллическое вещество **A** фиолетового цвета состоит из марганца, натрия и элемента Э. При нагревании вещество **A** распадается по уравнению:  $2A \rightarrow B + C + D$  с образованием твердых продуктов **B** зеленого цвета, **C** бурого цвета и газообразного бесцветного простого вещества **D**, которое участвует в природе во всех процессах горения и дыхания. Массовые доли элементов, составляющих сложные вещества **A, B, C** приведены в таблице. Определите формулы веществ **A, B, C, D**. Напишите уравнение реакции распада вещества **A**.

Вещество	Массовая доля, %		
	Mn	Na	Э
<b>A</b>	38.73	16.20	45.07
<b>B</b>	33.33	27.88	38.79
<b>C</b>	63.22	-	36.78

### Решение

Простое вещество — кислород  $O_2$ . Элемент — кислород  $O$ .

На основе знания массовых долей и атомных масс найдем соотношение элементов в веществах.

Для вещества **A**:  $n(Mn) : n(Na) : n(O) = 38.73/55 : 16.20/23 : 45.07/16 = 0.7042:0.7042:2.82 = 1:1:4$ . Формула  $NaMnO_4$ , перманганат натрия.

Для вещества **B**:  $n(Mn) : n(Na) : n(O) = 33.33/55 : 27.88/23 : 38.79/16 = 1:2:4$ . Формула  $Na_2MnO_4$ , манганат натрия.

Для вещества **C**:  $n(Mn) : n(O) = 63.22/55 : 36.78/16 = 1:2$ . Формула  $MnO_2$ , диоксид марганца.  
 $2NaMnO_4 \rightarrow Na_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$

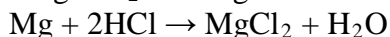
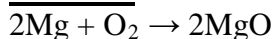
### Разбалловка:

За определение формул 4 веществ <b>A, B, C, D</b> по 5 б.	20 баллов
За уравнение распада <b>A</b>	5 баллов
Всего	25 баллов

### Задача 8-4

Тонкую магниевую проволоку массой 0.72 г разогрели на пламени спиртовки, внесли в цилиндр, заполненный кислородом, и закрыли цилиндр пробкой. Началась реакция с ярким свечением, выделением белого дыма, и это прекратилось только когда израсходовался весь кислород и треть магния. Определите количество вещества вступившего в реакцию кислорода и массу белого порошкообразного вещества, осевшего на дне и стенках цилиндра. Определите количество вещества хлорида магния, которое получилось бы в результате полного растворения не сгоревшего остатка проволоки в соляной кислоте. Напишите уравнения 2 описанных реакций с участием магния.

### Решение



Найдем количества вещества магния:  $n(Mg)_{исх.} = 0.72/24 = 0.03$  моль.

Прореагировало магния с кислородом:  $n(Mg)_{прореаг. с O_2} = 0.03/3 = 0.01$  моль.

Прореагировало кислорода:  $n(O_2) = 0.01/2 = 0.005$  моль.

Выделилось:  $n(MgO) = 0.01$  моль,  $m(MgO) = 0.01 \cdot 40 = 0.4$  г.

Прореагировало магния с  $HCl$ :  $n(Mg)_{прореаг. с HCl} = 0.03 \cdot 2/3 = 0.02$  моль.

Выделилось:  $n(MgCl_2) = 0.02$  моль.

### Разбалловка:

За 2 уравнения по 5 б.	10 баллов
За расчет $m(MgO)$ , $n(O_2)$ , $n(MgCl_2)$ по 5 б.	15 баллов
Всего	25 баллов