

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ 2015–2016 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП

9 класс

**Решения и критерии оценивания**

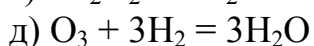
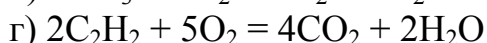
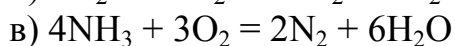
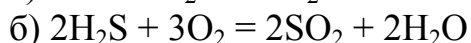
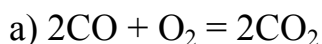
В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается.

**1. Реакции между газами**

Напишите уравнения реакций, в которых два газообразных при обычных условиях вещества реагируют друг с другом в объёмном соотношении:

- а) 2 : 1,                      б) 2 : 3,                      в) 4 : 3,                      г) 2 : 5,                      д) 1 : 3.

**Ответ.**



**По 2 балла** за каждое уравнение.

В каждом случае возможно несколько вариантов решения, поэтому принимаются любые разумные ответы, соответствующие условию.

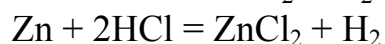
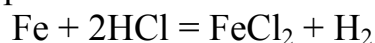
**Всего за задачу – 10 баллов.**

**2. Разделение сплава – планирование эксперимента**

Предложите химический способ выделения чистого железа из сплава, содержащего железо, медь и цинк. В вашем распоряжении есть лабораторная посуда, фильтровальная бумага, соляная кислота, магнит, а также ещё один реагент на выбор. В решении опишите процесс разделения по стадиям, дайте каждой стадии название. Запишите уравнения реакций.

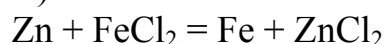
**Ответ.**

1) Обработка сплава соляной кислотой:



2) Отделение осадка меди фильтрованием.

3) Добавление к полученному раствору цинковой пудры (дополнительный реагент):



4) Отделение порошка железа в виде смеси с остатками порошка цинка фильтрованием.

5) Отделение железа от цинка магнитом.

Разделение, основанное на использовании амфотерности цинка, не подходит, так как для выделения железа не хватит реагентов. Электролиз не подходит, так как нет соответствующего оборудования.

**Система оценивания.**

За каждое уравнение реакции – по **1 баллу**,  
за выбор дополнительного реагента – **2 балла**.

За описание хода разделения – **5 баллов** (по одному за каждую стадию).

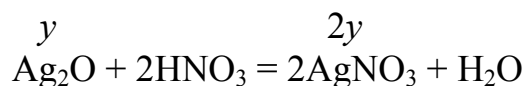
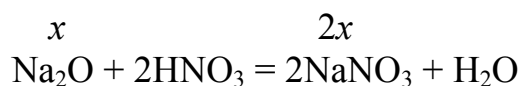
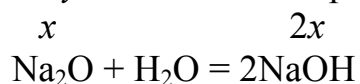
**Всего за задачу – 10 баллов.**

### 3. Анализируем смесь

Смесь оксидов натрия и серебра(I) обработали 97 мл воды. Образовался 4%-й раствор щёлочи. При обработке такого же количества исходной смеси избытком азотной кислоты и последующем выпаривании раствора получили 25,5 г смеси солей. Определите состав смеси оксидов в массовых процентах. Напишите уравнения проведённых реакций.

**Ответ.**

С водой реагирует только оксид натрия. Пусть в смеси содержалось  $x$  моль оксида натрия и  $y$  моль оксида серебра. Тогда



$$\omega(\text{NaOH}) = m(\text{в-ва}) / m(\text{р-ра}) = 2x \cdot 40 / (97 + 62x) = 0,04$$

$$x = 0,05$$

Масса смеси нитратов:

$$2x \cdot 85 + 2y \cdot 170 = 25,5$$

$$y = 0,05$$

Масса смеси оксидов равна:  $m = 0,05 \cdot 62 + 0,05 \cdot 232 = 3,1 + 11,6 = 14,7$  г

$$\omega(\text{Na}_2\text{O}) = 3,1 / 14,7 = 0,211 \text{ или } 21,1 \%$$

$$\omega(\text{Ag}_2\text{O}) = 11,6 / 14,7 = 0,789 \text{ или } 78,9 \%$$

**Система оценивания:**

Уравнение реакции  $\text{Na}_2\text{O}$  с водой – **2 балла**.

Уравнения реакций оксидов с азотной кислотой – **по 1,5 балла**, всего **3 балла**.

Определение количества  $\text{Na}_2\text{O}$  по массовой доле щёлочи – **2 балла**.

Определение количества  $\text{Ag}_2\text{O}$  по массе смеси нитратов – **2 балла**.

За расчёт массовых долей – **по 0,5 балла**, всего **1 балл**.

**Всего за задачу – 10 баллов.**

#### 4. Трёхатомные частицы

Три частицы – **X**, **Y** и **Z** – содержат одинаковое число электронов – по 22. Каждая частица состоит из трёх атомов. Частицы **X** и **Y** – это нейтральные молекулы, а частица **Z** представляет собой отрицательный ион и включает атомы только одного элемента. Предложите формулы всех частиц. Напишите уравнение реакции, в которой из вещества **X** получается вещество **Y**. Приведите формулы двух веществ, в состав которых входит частица **Z**.

#### Ответ.

Начнём с частицы **Z**. Если отрицательный ион имеет заряд  $-1$ , то на три атома одного элемента приходится 21 электрон, на каждый атом – 7 электронов, это азот. Формула иона **Z**:  $\text{N}_3^-$ .

Формулы молекул находятся простым подбором: **X** –  $\text{N}_2\text{O}$ , **Y** –  $\text{CO}_2$ .

**По 2 балла** за каждую частицу, всего – **6 баллов**

За правильный ответ принимаются также молекула НСР и гипотетические молекулы, состоящие из атомов неметаллов:  $\text{HSiN}$ ,  $\text{HBS}$ .

За вещества, содержащие металлы, такие как  $\text{Li}_2\text{S}$  или  $\text{MgB}_2$ ,

**по 1 баллу вместо 2-х.**

Уравнение реакции:  $2\text{N}_2\text{O} + \text{C} = \text{CO}_2 + 2\text{N}_2$  (возможны и другие реакции окисления, например  $\text{N}_2\text{O} + \text{CO}$  и т. д.) **2 балла**

Вещества, содержащие **Z**:  $\text{HN}_3$ ,  $\text{NaN}_3$  и другие азиды. **По 1 баллу за вещество.**

**Всего за задачу – 10 баллов.**

#### 5. Металл, похожий на другие.

История открытия этого металла интересна тем, что вплоть до XVIII в. его путали со свинцом, оловом и сурьмой. Он был известен в Центральной Европе с XV в. под разными названиями. В XVI и XVII вв. металл широко применялся в сплавах (в частности, в типографском сплаве), а его соли – в медицине и косметике. В русской научной литературе сведения об этом металле имеются у Ломоносова в его «Первых основаниях металлургии». В «Словаре химическом» Луи Кадета, изданном В.М. Севергиным в 1810 г., элемент и некоторые его соединения описаны довольно подробно и приведены многие синонимы названия: демогоргон (*Demogorgon*), глаура (*Glaure*), нимфа (*Nimphe*), стекловатое (хрупкое) олово (*Etain de glace*), серое олово (*Etain gris*).

Этот элемент образует непрочное летучее водородное соединение, в котором массовая доля водорода составляет 1,415 %. Водородное соединение образуется при действии на раствор хлорида  $\text{ЭCl}_3$  металлическим цинком в солянокислой среде.

1. Расчётным путём определите, какой это элемент, если известно, что в хлориде и гидриде он проявляет одну и ту же валентность.
2. Почему, на Ваш взгляд, этот элемент долгое время путали со свинцом?
3. Запишите уравнения реакций:
  - а) разложения водородного соединения при нагревании;
  - б) образования водородного соединения из солей этого металла.

**Ответ.**

1. Формула водородного соединения  $\text{ЭH}_3$ . Молярную массу элемента находим по содержанию водорода:

$$\omega(\text{H}) = 3 / (3 + M(\text{Э})) \cdot 100\% = 1,415\%,$$

откуда  $M(\text{Э}) = 209$  г/моль – это висмут.

**(4 балла)**

2. Вероятно, исследователей этого элемента вводили в заблуждение близкие значения атомных (молярных) масс висмута и свинца. Другое общее свойство – легкоплавкость простых веществ. **(2 балла за любой разумный вариант ответа)**

3. а)  $2\text{BiH}_3 = 2\text{Bi} + 3\text{H}_2$

**(2 балла)**

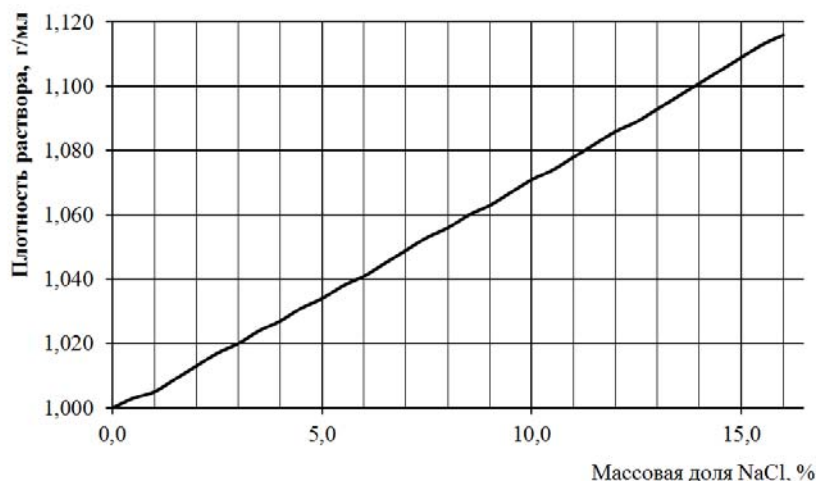
б)  $\text{BiCl}_3 + 3\text{Zn} + 3\text{HCl} = \text{BiH}_3\uparrow + 3\text{ZnCl}_2$

**(2 балла)**

**Всего за задачу – 10 баллов.**

### 6. Определение состава раствора

Перед учениками была поставлена экспериментальная задача, определить массовую долю поваренной соли в выданном растворе. Зависимость плотности раствора от массовой доли соли представлена на графике.



Ученик взял чистую пробирку, поместил в неё несколько металлических шариков и закрыл пробкой. Затем опустил её в стакан со 100 мл чистой воды так, чтобы пробирка свободно плавала, и отметил на ней уровень жидкости, поставив цифру 1 (см. рис. 1).

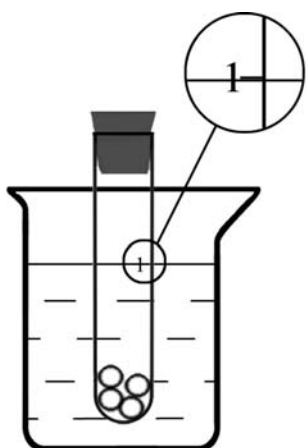


Рисунок 1

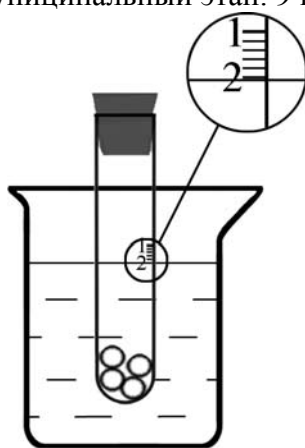


Рисунок 2

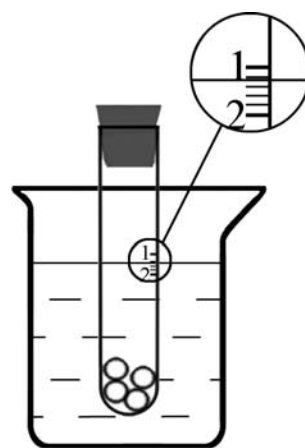


Рисунок 3

После этого он растворил в воде 16 г соли и снова опустил пробирку с шариками, отметив уровень цифрой 2. Расстояние от 1 до 2 он разделил на 5 равных частей (см. рис. 2).

В выданном растворе пробирка погрузилась до уровня, показанного на рис. 3.

А. Почему отметка уровня 1 выше, чем 2?

Б. Какова массовая доля поваренной соли в растворе, который приготовил ученик (рис. 2)? Приведите соответствующие расчёты.

В. Какова примерная массовая доля поваренной соли в растворе, который был выдан ученику для исследования (рис. 3)? Ответ обоснуйте.

Г. Сколько граммов соли потребуется для приготовления 100 мл раствора, выданного ученику для исследования?

**Ответ.**

А. Чем выше значение плотности жидкости, тем больше сила Архимеда, которая действует на погружённое в неё тело, т. е. на пробирку с шариками. Плотность раствора поваренной соли выше, чем плотность чистой воды, поэтому пробирка выталкивается на бóльшую высоту.

**2 балла**

Б. Плотность воды равна 1 г/мл, поэтому масса взятой для приготовления раствора воды составляет 100 г.

$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{16}{100 + 16} \approx 13,8 \%$$

**2 балла**

В. В соответствии с графиком, приведённым в условии задачи, раствор, содержащий 13,8 % соли по массе, имеет плотность 1,1 г/мл. Расстояние от уровня 1 (1,00 г/мл) до уровня 2 (1,10 г/мл) разделено на 5 равных частей, следовательно, каждому делению соответствует 0,02 г/мл.

На рисунке 3 видно, что пробирка погрузилась в раствор так, что уровень отличается от уровня 1 на одно деление. Таким образом, плотность выданного раствора составляет 1,02 г/мл. По графику такая плотность раствора соответствует массовой доле соли ~ 3 %.

**4 балла**

Г. Масса раствора составляет  $100 \text{ мл} \cdot 1,02 \text{ г/мл} = 102 \text{ г}$ .

Масса соли, соответственно, равна  $102 \text{ г} \cdot 0,03 = 3,06 \text{ г}$ .

**2 балла**

**Всего за задачу – 10 баллов.**

**Максимальная оценка за всю работу – 50 баллов. Учитываются пять решений из шести, за которые участник набрал наибольшие баллы.**