

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии  
2016–2017 гг.  
Решения**

**Инструкция для жюри**

**Жирным шрифтом** выделены правильные ответы, за которые начисляются баллы, и разбалловка.

Во многих расчетных задачах оцениваются промежуточные шаги. Школьник может решать задачу не так, как в авторском решении, при этом, если он получил верный конечный ответ, решение должно быть оценено полным баллом как за этот ответ, так и за все шаги, ведущие к нему в авторском решении.

В многоступенчатых расчетных задачах за одну чисто арифметическую ошибку, приведшую к численно неверному ответу, суммарный балл за весь расчет не должен снижаться более чем наполовину.

Уравнения реакций с неверными или отсутствующими коэффициентами, как правило, оцениваются в половину от максимального количества баллов, а в тех случаях, когда уравнения без коэффициентов приведены в самом условии, в 0 баллов.

Школьники могут использовать при решении как округленные до целого числа, так и точные (1-3 знака после запятой) атомные массы элементов. В последнем случае ответ может содержать больше значащих цифр, чем приведено в данном решении.

При проверке работ одну и ту же задачу у всех участников должен проверять один человек.

Максимальный балл за каждую задачу различен и указан в конце решения. Максимальный балл за все задачи в 8 классе 58 баллов, в 9 классе 59 баллов, в 10 классе 56 баллов, в 11 классе 52 балла.

**9 класс**  
**Продолжительность - 5 часов**  
**Максимальный балл - 59 балл**

**Задание 1.**

1. а) Рассчитаем общую массу хлорида натрия в баке:

$$m(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl было}) + m(\text{NaCl добавл}) = 450 \cdot 1,15 \cdot 0,2 + 3390 = 3493,5 \text{ кг}$$

**(2 балла за верную массу)**

Вычислим объем воды, который требуется добавить в бак для приготовления насыщенного раствора хлорида натрия:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = (m(\text{H}_2\text{O в насыщ. р-ре}) - m(\text{H}_2\text{O было})) / \rho(\text{H}_2\text{O}) = \left( \frac{3493,5}{35,7} \cdot 100 - 450 \cdot 1,15 \cdot 0,8 \right) / 1 = \\ = 9372 \text{ л} \approx 9,4 \text{ м}^3$$

**(2 балла)**

б) Вычислим объем воды, который требуется добавить в бак для приготовления 20%-ного раствора хлорида натрия:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = (m(\text{NaCl добавл}) / 0,2 - m(\text{NaCl добавл})) / \rho(\text{H}_2\text{O}) = \\ = (3390 / 0,2 - 3390) / 1,00 = 13560 \text{ л} \approx 13,6 \text{ м}^3$$

**(2 балла)**

2. На  $\Delta V = 13560 - 12000 = 1560 \text{ л} \approx 1,6 \text{ м}^3$  (1 балл)

3.  $\omega(\text{NaCl}) = \frac{3493,5}{12000 \cdot 1,20} \cdot 100\% = 24,2\%$  (2 балла)

**Всего максимум 9 баллов.**

**Задание 2.**

1. Азот (+5) –  $\text{N}_2\text{O}_5$

Кремний (+4) –  $\text{SiO}_2$

Хром (+2) –  $\text{CrO}$

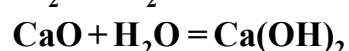
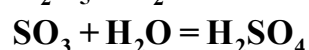
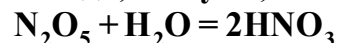
Сера (+6) –  $\text{SO}_3$

Таллий (+1) –  $\text{Tl}_2\text{O}$

Кальций (+2) –  $\text{CaO}$

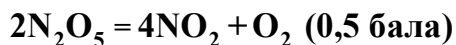
**По 0,5 балла за каждую формулу, всего 3 балла.**

2. С водой взаимодействуют  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Tl}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  (2 балла за 4 верных оксида, минус 0,5 балла за каждый неверный или лишний оксид).



**По 0,5 балла за каждую реакцию, всего 2 балла.**

3.  $\text{N}_2\text{O}_5$  (0,5 балла)



4. +1 (1 балл)

**Всего максимум 9 баллов.**

### Задание 3.

1. Определим соотношения между количеством атомов каждого типа в соединениях А и В. Из соотношений найдем формулы А и В. Для А:

$$n(\text{N}):n(\text{C}):n(\text{O}):n(\text{H}) = \frac{17.7}{14.007} : \frac{15.2}{12.011} : \frac{60.7}{16.000} : \frac{6.4}{1.008} = \\ = 1.264 : 1.266 : 3.794 : 6.349 = 1 : 1 : 3 : 5$$

Брутто-формула А –  $\text{NH}_5\text{CO}_3$ . Молекулярная формула А –  **$\text{NH}_4\text{HCO}_3$  (2 балла, 1 балл если приведена только брутто-формула)**

Для В:

$$n(\text{N}):n(\text{C}):n(\text{O}):n(\text{H}) = \frac{29.2}{14.007} : \frac{12.5}{12.011} : \frac{50.0}{16.000} : \frac{8.4}{1.008} = \\ = 2.085 : 1.041 : 3.125 : 8.333 = 2 : 1 : 3 : 8$$

Брутто-формула В –  $\text{N}_2\text{H}_8\text{CO}_3$ . Молекулярная формула В –  **$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  (2 балла, 1 балл если приведена только брутто-формула)**

2. А ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ) – **гидрокарбонат аммония (0,5 балла)**

В [ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ] – **карбонат аммония (0,5 балла)**

3. При разложении как карбоната аммония, так и гидрокарбоната аммония образуются аммиак, вода и углекислый газ. Так как именно аммиак получают в промышленности взаимодействием простых веществ (водорода и азота) на катализаторе, С –  $\text{NH}_3$ . При сжигании аммиака в отсутствие катализатора образуются вода и азот. Значит **Д** – вода  $\text{H}_2\text{O}$ , **Ф** – азот  $\text{N}_2$ . Тогда **Е** – углекислый газ  $\text{CO}_2$ , а **Г** – водород  $\text{H}_2$ .

Проверим вывод о соединении **Е**:

$$M(\text{Е}) = 17\text{г/моль} \cdot 2.58 = 43.9\text{г/моль}, \text{ что соответствует } \text{CO}_2.$$

При окислении аммиака кислородом в присутствии катализатора образуется оксид азота (II). **Н** –  $\text{NO}$ .

При окислении оксида азота (II) кислородом образуется оксид азота (IV)  $\text{NO}_2$  (**И**). При взаимодействии  $\text{NO}_2$  с водой образуются азотная кислота  $\text{HNO}_3$  (**Ж**) и оксид азота (II).

**С** –  $\text{NH}_3$

**Д** –  $\text{H}_2\text{O}$

**Е** –  $\text{CO}_2$

**Ф** –  $\text{N}_2$

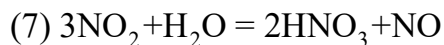
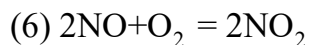
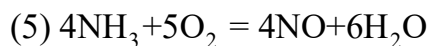
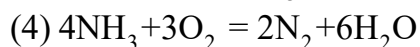
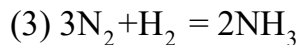
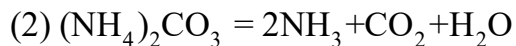
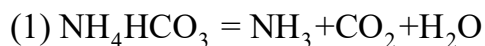
**Н** –  $\text{NO}$

**И** –  $\text{NO}_2$

**Ж** –  $\text{HNO}_3$

**По 0,5 балла за каждое соединение, всего 3,5 балла.**

4.



**По 0,5 балла за реакцию, всего 3,5 балла.**

**Всего максимум 12 баллов.**

**Задание 4 – тест.**

1) 2

2) 1

3) 3

4) 4

5) 2

6) 3

7) 3

8) 1

9) 3

10) 3

11) 4

12) 2

13) 3

14) 1

15) 2

**По 1 баллу за каждый верный ответ. Если на вопрос указано более одного варианта, среди которых есть верный, 0 баллов.**

**Всего максимум 15 баллов.**

**Задание 5.**

1. Натрий сернокислый –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Цинк сернокислый –  $\text{ZnSO}_4$

Барий хлористый –  $\text{BaCl}_2$

Натрий фосфорнокислый –  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

Калий сернистый –  $\text{K}_2\text{S}$

Калий цианистый –  $\text{KCN}$

**По 0,5 балла за каждую формулу, всего 3 балла.**

2. 1 –  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

2 –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

3 –  $\text{K}_2\text{S}$

4 –  $\text{BaCl}_2$

5 –  $\text{KCN}$

6 –  $\text{ZnSO}_4$

По 1 баллу за верное соответствие номера соединению, всего 6 баллов.

3.  $2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{BaCl}_2 = \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaCl}$

$2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{ZnSO}_4 = \text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$

$\text{K}_2\text{S} + \text{ZnSO}_4 = \text{ZnS} + \text{K}_2\text{SO}_4$

$\text{ZnSO}_4 + \text{KCN} = \text{Zn}(\text{CN})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$

$\text{Zn}(\text{CN})_2 + 2\text{KCN} = \text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$

$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$  или любое из двух молекулярных уравнений

По 0,5 балла за реакцию, всего 3 балла.

4. (В порядке возрастания чистоты) техн – технический, ч – чистый, чда – чистый для анализа, хч химически чистый, осч – особо чистый. По 0,3 балла за каждую верную расшифровку, всего 1,5 балла.

Самую высокую чистоту имеет цианистый калий (0,25 балла), самую низкую – сернокислый натрий (0,25 балла).

Всего максимум 14 баллов.