

# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ХИМИЯ. 2025–2026 уч. г.

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 7–8 КЛАСС

## ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

**Максимальный балл за работу – 100.**

### Задача 1

Смесь кислорода, водорода и азота общим объёмом 4 л взорвали в закрытом сосуде. После охлаждения сосуда объём смеси стал равным 1 л. Оставшийся газ пропускали через раскалённый оксид меди(II) до тех пор, пока объём газа не перестал изменяться. После конденсации паров воды объём оставшегося газа составил 0,5 л. Сколько литров кислорода, водорода и азота содержалось в первоначальной смеси? Все измерения объёмов газов производились при нормальных условиях.

#### Ответ

Газ	Объём (л)
H <sub>2</sub>	2,5
O <sub>2</sub>	1
N <sub>2</sub>	0,5

**За каждый верный ответ – 2 балла. Всего 6 баллов.**

#### Решение

После реакции  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  и охлаждения объём уменьшился на 3 л, следовательно, в реакцию вступило 2 л H<sub>2</sub> и 1 л O<sub>2</sub>. Остался 1 л газов.

С оксидом меди(II) реагировал водород: CuO + H<sub>2</sub> = Cu + H<sub>2</sub>O. Оставшиеся 0,5 л – это объём N<sub>2</sub>, следовательно, в реакцию с CuO вступило 0,5 л H<sub>2</sub>. Итого в исходной смеси было 2,5 л H<sub>2</sub>, 1 л O<sub>2</sub>, 0,5 л N<sub>2</sub>.

### Задача 2

При сжигании в токе кислорода 1,44 г неизвестного вещества лимонно-жёлтого цвета, используемого в производстве светодиодных ламп, получили 0,81 г оксида цинка и 1,11 г оксида четырёхвалентного неметалла, содержащего 28,8 % кислорода по массе. Определите формулу неизвестного вещества.

**Ответ. ZnSe или SeZn.**

**За верный ответ 8 баллов.**

#### Решение

Начнём с неметалла. Оксид RO<sub>2</sub>.  $\omega(\text{O}) = \frac{2 \cdot 16}{M(\text{R}) + 2 \cdot 16} = 0,288$ , отсюда  $M(\text{R}) = 79$  г/моль, R – Se.

$v(\text{ZnO}) = 0,81 / 81 = 0,01$  моль =  $v(\text{Zn})$

$$m(\text{Zn}) = 0,01 \cdot 65 = 0,65 \text{ г}$$
$$m(\text{Se}) = 1,44 - 0,65 = 0,79 \text{ г}$$
$$v(\text{Se}) = 0,79/79 = 0,01 \text{ моль}$$

$v(\text{Zn}) = v(\text{Se})$ , следовательно, формула вещества –  $\text{ZnSe}$ .

### Задача 3

В одном из алюмосиликатов, входящих в состав земной коры, массовая доля оксида кремния(IV) равна 46,5 %, а оксида алюминия – 39,5 %. Сколько граммов кремния приходится в этом минерале на 1 г алюминия? Ответ округлите до целого числа.

**Ответ: 1.**

**За верный ответ 8 баллов.**

### Решение

Возьмём 100 г алюмосиликата, тогда

$$m(\text{SiO}_2) = 46,5 \text{ г}, m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 39,5 \text{ г}$$
$$m(\text{Si}) = m(\text{SiO}_2) \cdot \omega(\text{Si}) = 46,5 \cdot 28/60 = 21,7 \text{ г}$$
$$m(\text{Al}) = m(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot \omega(\text{Al}) = 39,5 \cdot 2 \cdot 27/102 = 20,9 \text{ г}$$
$$m(\text{Si}) / m(\text{Al}) = 21,7 / 20,9 = 1,04 \approx 1$$

### Задача 4

В водородной энергетике для хранения водорода предлагают использовать вещества с высоким содержанием этого элемента. Из перечисленных ниже соединений выберите два, в которых массовая доля водорода – наибольшая.

- 1)  $\text{LiH}$
- 2)  $\text{NH}_3$
- 3)  $\text{LiBH}_4$
- 4)  $\text{NaBH}_4$
- 5)  $\text{H}_3\text{NBH}_3$
- 6)  $\text{LaNi}_5\text{H}_6$

**Ответ: 3) и 5) в любом порядке.**

**За каждый верный ответ – 4 балла. Если выбрано более двух ответов – 0 баллов. Всего 8 баллов.**

**Решение**

LiH	$\omega(H) = 1/8 = 0,125 = 12,5 \%$
NH <sub>3</sub>	$\omega(H) = 3/17 = 0,176 = 17,6 \%$
LiBH <sub>4</sub>	$\omega(H) = 4/22 = 0,182 = 18,2 \%$
NaBH <sub>4</sub>	$\omega(H) = 4/38 = 0,105 = 10,5 \%$
H <sub>3</sub> NBH <sub>3</sub>	$\omega(H) = 6/31 = 0,194 = 19,4 \%$
LaNi <sub>5</sub> H <sub>6</sub>	$\omega(H) = 6/440 = 0,014 = 1,4 \%$

**Задача 5**

При полном сжигании этилена C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> образовались вода массой 27 г и углекислый газ. Чему равен объём углекислого газа (в литрах, в пересчёте на н. у.)? Ответ запишите с точностью до десятых.

**Ответ: 33,6.**

**За верный ответ 6 баллов.**

**Решение**

$$\begin{aligned} C_2H_4 + 3O_2 &= 2CO_2 + 2H_2O \\ v(H_2O) &= 27/18 = 1,5 \text{ моль} \\ v(CO_2) &= n(H_2O) = 1,5 \text{ моль} \\ V(CO_2) &= 1,5 \cdot 22,4 = 33,6 \text{ л} \end{aligned}$$

**Задача 6 (№ 6-7)**

Азот образует с водородом два вещества **X** и **Y**, состоящие из молекул. В веществе **Y** атомная доля азота больше, чем в **X**. В молекулах обоих веществ азот трёхвалентен. Для превращения вещества **Y** в **X** его пары нагревают в атмосфере газа **Z**, при этом происходит реакция соединения.

**6.** Определите формулы веществ **X**, **Y**, **Z**.

**Ответ**

<b>X</b>	NH <sub>3</sub> или H <sub>3</sub> N
<b>Y</b>	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> или H <sub>4</sub> N <sub>2</sub> ; засчитывается также ответ: N <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
<b>Z</b>	H <sub>2</sub>

**За каждый верный ответ – 2 балла. Всего 6 баллов.**

**7.** Напишите уравнение превращения **Y** в **X**, в ответе укажите сумму всех коэффициентов в уравнении (считая, что коэффициенты – минимально возможные натуральные числа).

**Ответ:** сумма коэффициентов = 4; засчитывается также сумма коэффициентов 5, соответствующая  $\text{N}_2\text{H}_2$ .

**За верный ответ 2 балла. Итого за задания № 6–7 – 8 баллов.**

### Решение

Самое распространённое соединение азота с водородом – аммиак,  $\text{NH}_3$ , в нём атомная доля азота – 25 %. Другое известное соединение – гидразин,  $\text{N}_2\text{H}_4$ , в нём атомная доля азота – 33 %, т.е., больше, чем в  $\text{NH}_3$ . Поэтому  $\mathbf{X} = \text{NH}_3$ ,  $\mathbf{Y} = \text{N}_2\text{H}_4$ . Чтобы гидразин превратить в аммиак, требуются дополнительные атомы водорода, вещество  $\mathbf{Z} = \text{H}_2$ . Уравнение реакции:



Сумма коэффициентов:  $1 + 1 + 2 = 4$ .

### Задача 7 (№ 8)

При сгорании каких газов в замкнутом сосуде, заполненном кислородом, давление, измеренное при температуре выше 100 °C, уменьшается в ходе протекания реакции?

- 1)  $\text{H}_2$
- 2)  $\text{H}_2\text{S}$
- 3)  $\text{CH}_4$
- 4)  $\text{C}_2\text{H}_6$
- 5)  $\text{SiH}_4$
- 6)  $\text{CO}$

**Ответ: 1, 2, 5, 6.**

**За каждый верный ответ – 2 балла, за каждый неверный ответ вычитается 4 балла. Всего 8 баллов.**

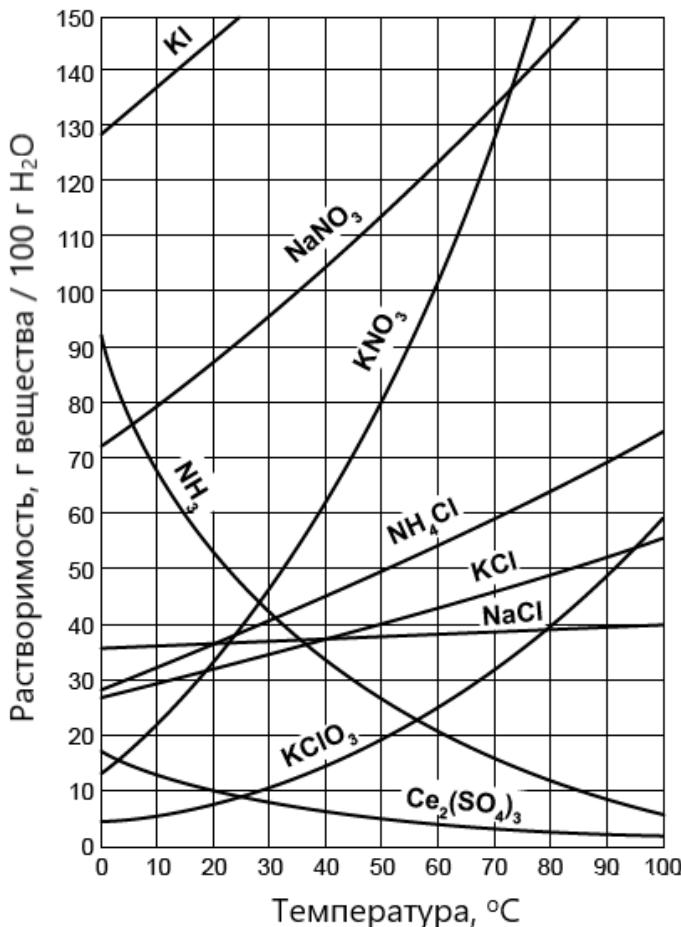
### Решение

Выше 100 °C вода – газ. Давление пропорционально числу молекул в газовой фазе.

- 1)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  (из 3 молекул газов образуются 2, давление уменьшается).
- 2)  $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$  (из 5 молекул газов образуются 4, давление уменьшается).
- 3)  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (из 3 молекул газов образуются 3, давление не меняется).
- 4)  $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  (из 9 молекул газов образуются 10, давление увеличивается).
- 5)  $\text{SiH}_4 + 2\text{O}_2 \downarrow = \text{SiO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$  (из 3 молекул газов образуются 2 ( $\text{SiO}_2$  – твёрдое вещество), давление уменьшается).
- 6)  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$  (из 3 молекул газов образуются 2, давление уменьшается).

**Задача 8 (№ 9)**

Многие вещества хорошо растворимы в горячей воде. На рисунке изображены кривые растворимости 9 веществ.



<https://classnotes.org.in/class12/chemistry12/solutions/solubility-gases-solids-liquids/>

Используя рисунок, укажите все вещества, у которых массовая доля в насыщенном при 50 °C растворе больше 30 %.

- 1) Ce<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>
- 2) KCl
- 3) KClO<sub>3</sub>
- 4) KI
- 5) KNO<sub>3</sub>
- 6) NaCl
- 7) NaNO<sub>3</sub>
- 8) NH<sub>3</sub>
- 9) NH<sub>4</sub>Cl

**Ответ:** 4, 5, 7, 9.

За каждый верный ответ – 2 балла, за каждый неверный ответ вычитается 2 балла. Всего 8 баллов.

**Решение.**

Массовой доле 30 % соответствует растворимость 43 г / 100 г воды ( $43/143 = 0,3 = 30\%$ ). Растворимость выше этого значения при  $50^{\circ}\text{C}$  имеют 4 соли: KI, KNO<sub>3</sub>, NaNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl.

**Задача 9 (№ 10)**

Крупная молекула (кластер) состоит из атомов золота ( $A_r = 197$ ) и одинаковых цепочек других атомов. Каждая цепочка содержит 18 атомов и весит 137 а. е. м. Масса всей молекулы равна 7391 а. е. м., в ней 349 атомов. Сколько атомов золота входит в состав молекулы?

**Ответ: 25.**

**За верный ответ 8 баллов.**

**Решение**

Пусть молекула содержит  $x$  атомов Au и  $y$  цепочек, тогда

число атомов:  $349 = x + 18y$

масса молекулы:  $7391 = 197x + 137y$

$x = 25, y = 18$

**Задача 10 (№ 11)**

**10.** Соотнесите названия химических элементов с названиями химических веществ, в состав которых они входят, а названия химических веществ – с названиями объектов, в которых они содержатся

**Вещества**

хлорофилл  
фосфат кальция  
пищевая сода  
гемоглобин  
карбид урана  
оксид кремния(IV)

**Названия объектов**

кровь человека  
зелёные листья  
ядерное топливо  
речной песок  
минеральная вода  
костная ткань человека

**Ответ**

Химический элемент	Вещество	Название объекта
кремний	оксид кремния(IV)	речной песок
фосфор	фосфат кальция	костная ткань человека
магний	хлорофилл	зелёные листья
железо	гемоглобин	кровь человека
уран	карбид урана	ядерное топливо
натрий	пищевая сода	минеральная вода

**За каждый верный ответ – 1 балл. Всего 12 баллов.**

**Задача 11 (№ 12-13)**

В состав четырёх веществ: **A**, **B**, **C** и **D** – входят атомы одного и того же химического элемента **X**. В таблице ниже представлены шаростержневые модели молекул этих веществ и диаграммы, отражающие массовые доли элементов в них.

Вещество	Шаростержневая модель молекулы*	Массовые доли элементов в веществе**
<b>A</b>		
<b>B</b>		
<b>C</b>		
<b>D</b>		

\* «Шариками» одного цвета показаны модели атомов одного элемента.

\*\* Одинаковый цвет секторов соответствует одному химическому элементу.

**12.** Определите химический элемент **X**. В поле для ответа введите символ этого элемента.

**Ответ**

X
C

**За верный ответ 2 балла.**

**13.** Определите молярные массы веществ **A–D**. В поля для ответа введите числовые значения (в г/моль), округлив их до целых.

**Ответ**

A	B	C	D
16	70	88	30

**За каждый верный ответ – 2 балла. Всего 8 баллов.**

**Итого за задания № 12-13 – 10 баллов.**

**Решение**

**A – CH<sub>4</sub>, B – CHF<sub>3</sub>, C – CF<sub>4</sub>, D – CH<sub>2</sub>O**

### **Задача 12 (№ 14)**

Учителям выдали 5 образцов поваренной соли: один является индивидуальным веществом, четыре других содержат примеси мела, питьевой соды, мелких частичек кварцевого песка и сахара. В каждом образце примесь только одного из перечисленных веществ. Ученики провели исследование, результаты которого представлены в таблице ниже.

Номер образца	Как исследовали	Растворение в воде	Нагревание на спиртовке	Добавление соляной кислоты
1		Образец растворился не полностью, после отстаивания на дне остался осадок	Изменения не наблюдались	Изменения не наблюдались
2		Образец растворился полностью	Образец потемнел	Изменения не наблюдались
3		Образец растворился полностью	Изменения не наблюдались	Изменения не наблюдались

4	Образец растворился не полностью, после отстаивания на дне остался осадок	Изменения не наблюдались	Наблюдалось бурное выделение бесцветного газа
5	Образец растворился полностью	Изменения не наблюдались	Наблюдалось бурное выделение бесцветного газа

Укажите, какой номер соответствует каждому выданному образцу.

**Ответ**

Чистая поваренная соль	Поваренная соль с примесью мела	Поваренная соль с примесью питьевой соды	Поваренная соль с примесью кварцевового песка	Поваренная соль с примесью сахара
3	4	5	1	2

**За каждый верный ответ – 2 балла. Всего 10 баллов.**

**Решение**

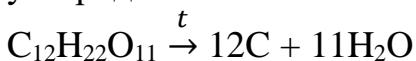
Среди примесей – две нерастворимые в воде: песок и мел, но песок не реагирует с соляной кислотой, а мел – реагирует с выделением газа:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ . Примесь мела – образец 4, примесь песка – образец 1.

Из растворимых примесей газ с соляной кислотой даёт питьевая сода:



Примесь соды – образец 5.

При нагревании темнеет сахар – из-за разложения сахарозы с образованием углерода:



Примесь сахара – в образце 2. Тогда чистая поваренная соль – образец 3.