

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Школьный этап, 7-8 класс**

**Решения и указания к оцениванию.**

**Задание 1.**

Тестовые задания по химии (2 балла за верный ответ)

**Решение:**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
в	в	г	в	б	б	в	в	г	а

Итого: 20 баллов

**Задача 2.**

Ученик 6 класса, который еще не изучает химию и не знаком с правилами поведения в химической лаборатории, случайно уронил 3 банки с веществами: 1)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 2)  $\text{CuO}$ , 3)  $\text{Cu}$ . Банки разбились, вещества перемешались.

Предложите способ, позволяющий извлечь из смеси (выделить в чистом виде) максимальное число компонентов.

**Решение:**

Элементы решения	Баллы
1. Добавить к смеси веществ воду – растворяется медный купорос	5 б
2. Р-ор $\text{CuSO}_4$ отделить от нерастворимых в воде $\text{Cu}$ и $\text{CuO}$ фильтрованием и выделить $\text{CuSO}_4$ из раствора с помощью выпаривания	5 б
3. Добавить к $\text{Cu}$ и $\text{CuO}$ соляную кислоту. Медь не раствориться, а оксид растворится. Можно отфильтровать медь.	5 б
4. К полученному раствору прилить щелочь и нагревать полученный голубой осадок до получения черного порошка $\text{CuO}$ .	10 б
<b>Итого</b>	<b>25 баллов</b>

**Задача 3.**

Лесные звери варили клюквенный компот. Клюквенный отвар получился очень кислым, пришлось добавлять сахар. В 4 кг отвара медведь высыпал пакет (1 кг) сахара, барсук - 1 стакан (200 г) сахара, заяц – 5 столовых ложек (по 15 г), белочка и ёжик – по 10 чайных ложек (5 г). Определите массовую долю сахара в полученном компоте.

**Решение:**

Элементы решения	Баллы
Подбор формулы для расчета $W(v-va) = m(v - va)/m(p - pa)$	4 б
Определение массы растворенного вещества $m (v-va) = 1000+200+75+50+50 = 1375 \text{ г}$	7 б
Определение массы раствора $m (p-pa) = 4000+1375 = 5375 \text{ г}$	7 б
Расчет массовой доли сахара $W(\text{сахара}) = 25,6\%$	7 б
<b>Итого</b>	<b>25 баллов</b>

**Задача 4.**

Кварц, горный хрусталь, аметист, халцедон, агат, оникс... Трудно поверить, но все эти и многие другие «чудеса подземного мира» состоят из одного и того же вещества, о котором речь пойдет в задаче. Известно, что это вещество состоит из атомов кремния и кислорода, причем массовая доля кремния составляет 46,7%.

1. Определите формулу этого вещества.
2. Вычислите молекулярную массу этого вещества.
3. Какое это вещество – простое или сложное?
4. Сколько электронов содержится на внешнем энергетическом уровне атома кремния

**Решение:**

Элементы решения	Баллы
$n(\text{Si}) : n(\text{O}) = (W(\text{Si})) / (\text{Ar}(\text{Si})) : (W(\text{O})) / (\text{Ar}(\text{O}))$	5 б
$\frac{46,7}{28} : \frac{53,3}{16} = 1,67 : 3,33 = 1:2 \quad \text{SiO}_2$	10 б
60 а.е.м.	5 б
Сложное вещество	3 б
4 электрона	7 б
<b>Итого</b>	<b>30 баллов</b>

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Школьный этап, 9 класс**

**Решения и критерии оценивания.**

**Задание 1**

Металл массой 5,4 г полностью сожгли в кислороде. При этом было получено 10,2 г оксида, в котором металл трехвалентен. Запишите уравнение реакции металла с кислородом (неизвестный металл можно обозначить любой буквой). Рассчитайте молярную массу металла. Пользуясь периодической системой элементов, определите его название.

**20 баллов**

**Решение:**

Реакция в общем виде       $4M + 3O_2 = 2M_2O_3$

Один из вариантов расчета:

При образовании оксида присоединилось 4,8 г кислорода.

Если  $x$  — молярная масса металла, то  $4x$  г металла присоединяет  $3 \times 32 = 96$  г кислорода.

А 5,4 г металла — 4,8 г кислорода.

Отсюда  $x = 27$ .

Металл — алюминий (Al).

**Указания к оцениванию:**

Элемент решения	Баллы
За составление уравнения реакции в общем виде	<b>5</b>
За правильное определение молярной массы	<b>12</b>
За название металла	<b>3</b>
<b>Итого</b>	<b>20</b>

**Задание 2**

Буквами А, Б и В зашифрованы химические элементы. Определите эти элементы, если известно, что  $B_2$  — бесцветный газ, не входящий в состав воздуха. Перепишите схемы реакций с учетом найденных элементов, расставьте в них коэффициенты.

- 1)  $A_3 \rightarrow A_2$
- 2)  $B_2A_2 \rightarrow B_2A + A_2$
- 3)  $B_{60} + A_2 \rightarrow BA_2$
- 4)  $B + BA_2 \rightarrow BA$

**25 баллов**

**Решение:**

А — O<sub>2</sub>, Б — H<sub>2</sub>, В — C

- 1)  $2O_3 \rightarrow 3O_2$
- 2)  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$
- 3)  $C_{60} + 60O_2 \rightarrow 60CO_2$
- 4)  $C + CO_2 \rightarrow 2CO$

**Указания к оцениванию:**

<i>Элемент решения</i>	<i>Баллы</i>
За правильное определение веществ А, Б и В по 3 балла	<b>9</b>
За правильное написание уравнений реакций по 4 балла	<b>16</b>
<b>Итого</b>	<b>25</b>

**Задание 3.**

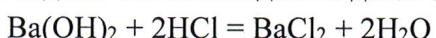
Известно, что в пяти пробирках находятся разбавленные растворы пяти веществ: KCl, HCl, Ba(OH)<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, но не известно, какое именно вещество находится в каждой конкретной пробирке. Определите, какое вещество находится в каждой пробирке, не используя дополнительных реагентов. Ответ проиллюстрируйте соответствующими уравнениями реакций.

**30 баллов****Решение:**

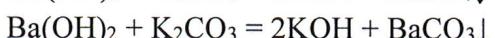
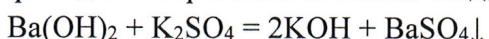
- При приливании к раствору KCl поочередно растворов из других пробирок видимых эффектов не происходит ни в одном из четырех случаев.
- В случае такого же испытания раствора HCl видимый эффект наблюдается только при взаимодействии с K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (выделение углекислого газа):



- С HCl взаимодействует и KOH, но визуально идентифицировать протекание этой реакции затруднительно. Для видимости необходим индикатор (фенолфталеин):



- Испытание для Ba(OH)<sub>2</sub> приводит к образованию белых осадков в двух случаях:



Таким образом:

NaCl – нет видимых эффектов взаимодействия

HCl – образование газа в одном случае

Ba(OH)<sub>2</sub> – образование осадков в двух случаях

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – образование осадка в одном случае

K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – образование осадка и образование газа

**Указания к оцениванию:**

<i>Элемент решения</i>	<i>Баллы</i>
За предложение рационального алгоритма решения задачи	<b>3</b>
За правильное обоснование идентификации для каждого вещества по 3 балла	<b>15</b>
За правильное написание уравнений реакций по 3 балла	<b>12</b>
<b>Итого</b>	<b>30</b>

**Задание 4.**

Медный купорос  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  массой 5,16 г растворили в воде. К полученному раствору добавили раствор, содержащий сульфида натрия. Выпавший осадок отфильтровали, высушили и взвесили. Какова масса образовавшегося осадка?

**25 баллов**

**Решение:**

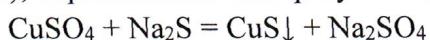
Определим массу сульфата меди (II) в известной массе медного купороса:

$$m(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \times M(\text{CuSO}_4) / M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 5,16 \times 160 / 250 = 3,3024 \text{ г}$$

Этой массе соответствует ее количество, равное

$$n(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) / M(\text{CuSO}_4) = 3,3024 / 160 = 0,02 \text{ моль}$$

Количество сульфида меди (II), образовавшегося в результате реакции



равно:

$$n(\text{CuS}) = n(\text{CuSO}_4) = 0,02 \text{ моль}$$

Масса образовавшегося осадка равна:

$$m(\text{CuS}) = n(\text{CuS}) \times M(\text{CuS}) = 0,02 \times 96 = 1,92 \text{ г}$$

**Указания к оцениванию:**

Элемент решения	Баллы
За правильно написанное уравнение реакции	<b>5</b>
За правильное нахождение массы и количество вещества сульфата меди (II) по 5 баллов	<b>10</b>
За правильное нахождение количества вещества и массы сульфида меди (II) по 5 баллов	<b>10</b>
<b>Итого</b>	<b>25</b>

**Всероссийская олимпиада школьников по химии.  
Школьный этап, 10 класс.**

**Решения и указания к оцениванию.**

**Задание 1.**

Каждое из четырех веществ, три из которых являются простыми веществами, а четвертое — оксидом некоторого элемента, способно взаимодействовать с тремя остальными. Предложите возможные формулы таких веществ и приведите уравнения соответствующих химических реакций.

**Решение:**

Элементы решения	Баллы
1. За определение веществ по 3 балла. Простые: Al — алюминий, C — углерод, O <sub>2</sub> — кислород. Оксид — FeO оксид железа (II).	12 б
2. Составление уравнений (по 2 балла) $4Al + 3O_2 \xrightarrow{f^o} 2Al_2O_3$ $4Al + 3C \xrightarrow{f^o} Al_4C_3$ $2Al + 3FeO \xrightarrow{f^o} 3Fe + Al_2O_3$ $C + O_2 = CO_2$ $C + FeO \xrightarrow{f^o} Fe + CO$ $4FeO + O_2 \xrightarrow{f^o} 2Fe_2O_3$	12 б
<b>Итого</b>	<b>24 балла</b>

*Возможны другие варианты ответа.*

**Задание 2**

Соль **A** является соединением металла **X**, окрашивающим бесцветное пламя газовой горелки в жёлтый цвет. При нагревании до 300°C **A** разлагается с образованием хорошо растворимой в воде соли **B**. Взаимодействие раствора гидроксида кальция с раствором соли **B** или с раствором соли **A** приводит к выпадению осадка вещества **B**, которое разлагается при нагревании до 1000°C на газ **Г**(без запаха) и твёрдое вещество **Д**. Пропускание газа **Г** через раствор соли **B** приводит к образованию **A**.

Определите металл **X** и вещества **A**–**D**, составьте уравнения описанных реакций.

**Решение:**

**B** жёлтый цвет окрашивают пламя газовой горелки соединения натрия.

**X** — Na.

**B** — соль кальция, тогда **Г** — кислотный газообразный оксид, например, CO<sub>2</sub> или SO<sub>2</sub>. Подходит только CO<sub>2</sub>, т.к. SO<sub>2</sub> имеет резкий запах.

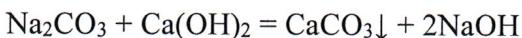
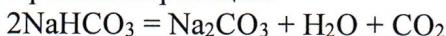
**B** — CaCO<sub>3</sub>,

**D** — CaO.

Тогда **B** — Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,

а **A** — NaHCO<sub>3</sub>.

Уравнения реакций:



**Указания к оцениванию:**

Элементы решения	Баллы
За определение металла X – 2 балла,	2 б
веществ А, Б, В, Г, Д с пояснением - по 3 балла.	15 б
Составление уравнений (по 2 балла)	10 б
<b>Итого</b>	<b>27 баллов</b>

**Итого 25 баллов**

**Задание 3**

При сгорании некоторого органического вещества массой 5,8 г получено 8,96 л углекислого газа (н. у.) и 9 г воды. Известно, что данное вещество имеет разветвленное строение.

На основании данных условия задачи:

- 1) произведите вычисления, необходимые для нахождения молекулярной формулы данного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества и назовите вещество
- 3) составьте формулы всех возможных структурных изомеров;
- 4) напишите уравнение реакции хлорирования этого вещества на свету.

**Решение:**

Элементы решения	Баллы
За вычисление количества веществ углекислого газа и воды, образующихся при сгорании органического вещества – $n(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль}, n(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \text{ моль}.$	2 б
За вычисление количества вещества входящих в них элементов: $n(\text{C}) = 0,4 \text{ моль}, n(\text{H}) = 1,0 \text{ моль}.$	2 б
За вывод об отсутствии в сгоревшем веществе кислорода $m(\text{O}) = 5,8 - 0,4 \cdot 12 - 1 = 0$	4 б
За простейшую и молекулярную формулы по 3 балла: $\text{C:H} = 0,4 : 1,0 = 2 : 5.$ $\text{C}_2\text{H}_5$ –простейшая формула. Т.к. углеводородов с нечетным количеством атомов кислорода не существует, то $\text{C}_4\text{H}_{10}$ – молекулярная формула.	3 б
За составление структурной формулы (3 балла) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$	3 б
Названия (по 2 балла): 2-метилпропан, изобутан.	4 б
За указание, что существует только один структурный изомер и его формулу $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	3 б
За составление уравнения хлорирования изобутана на свету	4 б

$\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)}\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CCl(CH}_3\text{)}\text{-CH}_3 + \text{HCl}$	
<b>Итого</b>	<b>28 баллов</b>

#### Задание 4

Непредельный углеводород ацетилен был открыт в 1836 году Э.Дэви. Было замечено, что при сгорании в кислороде ацетилен даёт высокотемпературное пламя. Теплота сгорания ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$  составляет 1257 кДж/моль. Эта его способность широко используется при сварке и резке металлов.

Составьте термохимическое уравнение сгорания ацетилена и определите количество теплоты, выделившейся в этой реакции при образовании 24,16 л углекислого газа (1 атм.,  $1200^{\circ}\text{C}$ ).

**Решение:**

Элементы решения	Баллы
За составление термохимического уравнения: $\text{C}_2\text{H}_2 + 5/2 \text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 1257 \text{ кДж}$	8 б
За определение количества вещества $\text{CO}_2$ в условиях, отличных от нормальных $n = pV/RT$ $n(\text{CO}_2) = 1 \cdot 24,16 / 0,082 \cdot 1473 = 0,2$ (моль)	8 б
За расчет количества теплоты $Q = 1257 \cdot 0,2 / 2 = 127,5$ (кДж)	5 б
<b>Итого</b>	<b>21 балл</b>

**Всероссийская олимпиада школьников по химии.  
Школьный этап. 11 класс.**

**Решения и критерии оценивания.**

**Задание 1.**

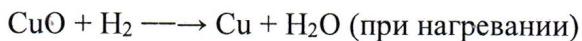
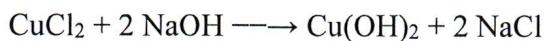
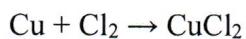
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие цепочки превращений. Определите вещества, обозначенные буквами (предложите один вариант для каждого вещества). Укажите условия протекания реакций. Каждая стрелка соответствует одной реакции.



**Один из вариантов решения:**

А = гидроксид меди(II), Б = нитрат меди(II).

Реакции:



**Критерии оценивания:**

За правильные варианты веществ А и Б по 2 балла	4 балла
За уравнения химических реакций по 3 балла	18 баллов
Всего	<b>22 балла</b>

**Задание 2.**

При сжигании в токе кислорода 22,0 г белого кристаллического вещества А, относящегося к карбонилам, было получено 13,44 л (н.у.) диоксида углерода и 7,6 г зеленого порошка Б, не растворимого ни в кислотах, ни в щелочах. Вещество Б представляет собой оксид металла X, который по данным химического анализа содержит

68,4% металла по массе. При нагревании вещества А той же массы (22,0 г) выше 150 °С оно полностью разложилось с образованием двух продуктов — бесцветного газа В (13,44 л при н.у.) и металла Х. Определите вещества А, Б, В и Х, напишите уравнения упомянутых реакций. Приведите необходимые рассуждения и расчеты.

**Решение:**

Определим металл Х на основании состава оксида Б:

Пусть z — атомная масса металла, тогда (для одновалентного металла):

$$2z \cdot 2z + 16 = 0,684 \text{ откуда } z = 17, 3.$$

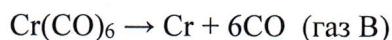
Атомная масса металла — 17, 3n, где n — валентность металла в оксиде.

При n = 3 подходит хром (что можно предположить на основании свойств оксида).

Таким образом, Б = Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а Х = Cr.

Масса оксида хрома (7,6 г) соответствует 0,05 моль. Если вещество А содержит один атом хрома в молекуле, то его было взято 0,1 моль, а его молекулярная масса составляет 220 г. Кроме того, вещество А содержит углерод, шесть атомов (на один атом хрома), так как при окислении 0,1 моль А получено 0,6 моль CO<sub>2</sub>.

Такое соотношение указывает на карбонил хрома Cr(CO)<sub>6</sub>, что подтверждается его молярной массой (220).



**Критерии оценивания:**

За определение вещества Б (при наличии расчета)	5 баллов
За определение металла Х (при наличии расчета)	6 баллов
За определение газа В	4 балла
За определение вещества А (при наличии расчета)	7 баллов
За уравнения химических реакций по 3 балла	6 баллов
<b>Всего</b>	<b>28 баллов</b>

**Задание 3.**

Смесь циклопропана и водорода, имеющую плотность по водороду 13,0, пропустили при нагревании над никелевым катализатором. Плотность по водороду газовой смеси на выходе из реактора составила 16,25. Определите, какая часть (по объему) циклопропана вступила в реакцию. Напишите уравнение реакции. Приведите необходимые расчеты.

**Решение.**

Возьмем 1 моль исходной смеси. Пусть  $x$  — доля циклопропана

$$\text{Состав исходной смеси: } 21x + 1(1 - x) = 13, \quad x = 0,6.$$

Таким образом, в смеси 60% циклопропана и 40% водорода.

Состав конечной смеси: смесь содержит пропан, циклопропан и водород, причем их количества связаны между собой в соответствии с реакцией:  $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{H}_2 = \text{C}_3\text{H}_8$

Допустим, в реакцию вступило  $z$  моль циклопропана. Тогда, общий объем конечной смеси:  $(0,6 - z) + (0,4 - z) + z = 1 - z$

Уравнение:

$$21 \times (0,6 - z) + (0,4 - z) + 22z = 16,25 \times (1 - z)$$

Решая уравнение, получаем  $z = 0,2$ .

Конверсия циклопропана составляет  $0,2/0,6 = 1/3 (33,3\%)$

**Критерии оценивания:**

За определение состава исходной смеси	7 баллов
За составление уравнения реакции	3 балла
За определение качественного состава конечной смеси	2 балла
За определение количественного состава конечной смеси	8 баллов
За расчет конверсии	5 баллов
<b>Всего</b>	<b>25 баллов</b>

#### Задание 4.

При обжиге в избытке воздуха некоторого количества сульфида меди(I) выделилось 265 кДж теплоты. Рассчитайте массу образовавшегося при этом оксида серы(IV), если теплоты образования  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{CuO}$  и  $\text{SO}_2$  равны 79, 156 и 297 кДж/моль соответственно.

**Решение.**

Запишем термохимическое уравнение полного окисления  $\text{Cu}_2\text{S}$ :



По закону Гесса

$$Q = 2Q_{\text{обр}}(\text{CuO}) + Q_{\text{обр}}(\text{SO}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{Cu}_2\text{S}) = 2 \cdot 156 + 297 - 79 = 530 \text{ кДж/моль}$$

При сгорании 1 моль  $\text{Cu}_2\text{S}$  выделяется 530 кДж теплоты, а по условию выделилось 265 кДж, следовательно, в реакцию вступило  $265/530 = 0,5$  моль  $\text{Cu}_2\text{S}$ .

По уравнению реакции  $n(\text{Cu}_2\text{S}) = n(\text{SO}_2)$ .

Определяем массу  $\text{SO}_2$ :  $m(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) \cdot M(\text{SO}_2) = 0,5 \cdot 96 = 48 \text{ г.}$

Ответ: 48 г.

**Критерии оценивания:**

За уравнение реакции полного окисления	6 баллов
За выражение теплоты реакции через теплоты образования участников	7 баллов
За расчет количества вещества $\text{Cu}_2\text{S}$ , подвергшегося окислению	6 баллов
За расчет количества вещества $\text{SO}_2$	3 балла
За расчет массы $\text{SO}_2$	3 балла
<b>Всего</b>	<b>25 баллов</b>

При составлении заданий использованы тексты Турнира им. М. В. Ломоносова.