

**Решения к комплекту задач для 10 классов
муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников
в 2025/26 учебном году
по общеобразовательному предмету: ХИМИЯ**

Задание 1. (автор Дудко Е.Р.)

1) По описанию можно догадаться, что речь идет об элементе серы. До этого также можно дойти и расчетным методом по массовой доле кислорода в составе **B**. Мы знаем, что оно получается из простого вещества **X** окислением кислородом. Небольшим перебором получаем, что **B** – SO_3 .

X – S

F – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$

A – SO_2

G – NaHSO_3

B – SO_3

H – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$

C – NaHSO_4

I – Na_2SO_3

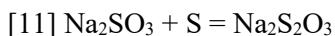
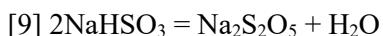
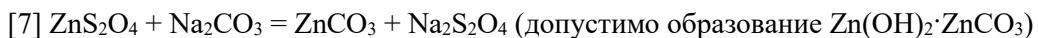
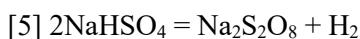
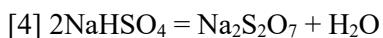
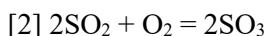
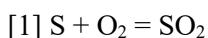
D – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$

J – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

E – ZnS_2O_4

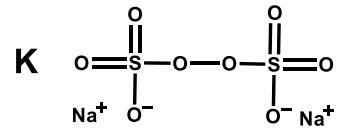
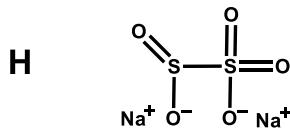
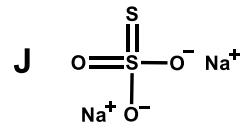
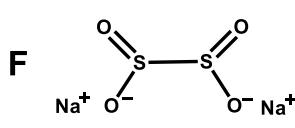
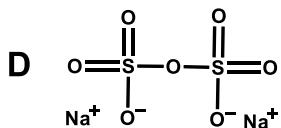
K – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$

Уравнения реакций, встречающиеся в схеме:



Для окисления диоксида серы до SO_3 в промышленности используют оксид ванадия(V) – V_2O_5 .

Структурные формулы:



Система оценивания:

1. Элемент **X** и формулы веществ 1 баллу, 11 уравнений по 2 балла, 5 структурных формул по 1 баллу, верный катализатор – 1 б

$$1 \cdot 12 + 2 \cdot 11 + 5 \cdot 1 + 1 = 40 \text{ баллов}$$

ИТОГО

40 баллов

Задание 2. (автор Дудко Е.Р.)

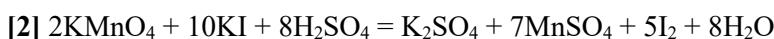
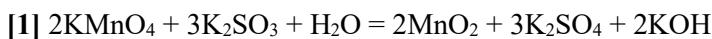
1) По описанию цвета вещества, его применении в медицине, а также сильных окислительных свойствах можно догадаться, что речь идет о перманганате калия (народное название – марганцовка, вещество **X**). Подтвердим это, рассчитав массовую долю кислорода в составе $KMnO_4$:

$$\omega(O) = \frac{16 \text{ г/моль} \cdot 4}{39 \text{ г/моль} + 55 \text{ г/моль} + 16 \text{ г/моль} \cdot 4} = 0,405.$$

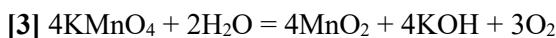
Приняв плотность воды за 1,0 г/мл, рассчитаем, сколько грамм перманганата калия требуется для приготовления 1000 г раствора с массовой долей 0,5%:

$$m(KMnO_4) = 1000 \text{ г} \cdot 0,005 = 5 \text{ г.}$$

Состав продуктов восстановления перманганата калия зависит от кислотности среды. Так, в кислой среде будет образовываться Mn^{2+} , а в нейтральной среде – MnO_2 . Приведем соответствующие уравнения реакций:



На свету перманганат калия в растворе постепенно разлагается в соответствии с уравнением:



2) Самый известный антисептик, который продается в виде 3% раствора – это пероксид водорода (вещество **Y**). В присутствии фермента каталазы происходит его разложение в соответствии с уравнением: [4] $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$

Коммерческое название концентрированного раствора пероксида водорода (имеющего концентрацию 30% или выше) – пергидроль. На самом деле помимо воды и пероксида водорода, в пергидроле содержатся различные стабилизаторы, которые подавляют процессы разложения. При взаимодействии пергидроля с сильными окислителями будет выделяться большое количество кислорода: [5] $2KMnO_4 + 3H_2O_2 = 2KOH + 2MnO_2 + 3O_2 + 2H_2O$

3) Начнем определение **Z** с расчета его молярной массы. На один атом иода приходится:

$$M = \frac{M(I)}{w(I)} = \frac{127}{0,967} = 131,33 \text{ г/моль}$$

Т.е. молярная масса остатка без иода составляет 4,33 г/моль. С учетом методики синтеза (использование этанола помимо иода) и подсказки про количество атомов находим, что **Z** – CHI_3 , известный как иодоформ.

Методика получения: [6] $C_2H_5OH + 4I_2 + 6NaOH = CHI_3 + HCOONa + 5NaI + 5H_2O$

Найдем количество вещества иодоформа:

$$n(CHI_3) = \frac{10,0 \text{ г}}{394 \text{ г/моль}} = 0,0254 \text{ моль}$$

Тогда количество спирта с учетом выхода 75%:

$$n(C_2H_5OH) = \frac{0,0254}{0,75} = 0,0338 \text{ моль}$$

Масса спирта:

$$m(C_2H_5OH) = 0,0338 \cdot 46 = 1,56 \text{ г}$$

Система оценивания:

1. Формулы веществ **X-Z** и уравнения реакция 1-6 по 2 балла

$2 \cdot 3 + 2 \cdot 6 = 18$ баллов

2. Массы перманганата и этанола по 1 баллу

$1 \cdot 2 = 2$ балла

3. Тривиальное название пергидроля – 1 балл

1 балл

ИТОГО

21 балл

Задание 3. (автор Гаркуль И.А.)

A – O₂

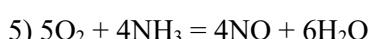
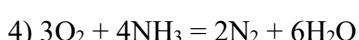
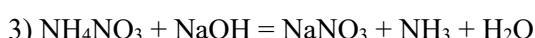
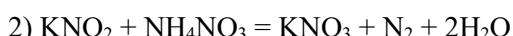
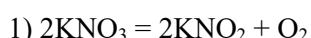
B – N₂

C – NH₃

D – NO

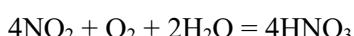
E – NO₂

F – N₂O₃

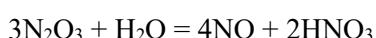


Поскольку речь в задаче идет про молекулярные кислород и азот, которые содержатся в воздухе, то значения «21» и «78» в названии указывают на содержание этих газов по объему в атмосфере.

2. Оксид азота(IV), он же «лисий хвост», является промежуточным веществом в процессе синтеза азотной кислоты:



3. Азотистая кислота HNO₂, образующаяся при взаимодействии N₂O₃ с водой, неустойчива при комнатной температуре и диспропорционирует на оксид азота(II) и азотную кислоту:



Система оценивания:

1. Формулы веществ A-F и уравнения реакция 1–7 по 1 баллу, указание о долях 1,5 балла

$$1 \cdot 6 + 1 \cdot 7 + 1,5 = 14,5 \text{ баллов}$$

2. Уравнение получения HNO₃ 1,5 балла (возможны альтернативные ответы)

$$1,5 \text{ балла}$$

3. Уравнения реакций N₂O₃ с водой по 1,5 балла

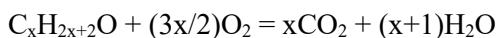
$$2 \cdot 1,5 = 3 \text{ балла}$$

ИТОГО

$$19 \text{ баллов}$$

Задание 4. (автор Гаркуль И.А.)

1. Запишем процесс горения одноатомного алифатического спирта в общем виде:



Для идеального газа при условиях, отличных от нормальных (0 °C, 1 атм), целесообразно использовать уравнение Менделеева-Клапейрона $PV = nRT$.

Составим систему уравнений:

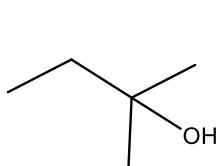
До реакции) $1 \text{ атм} \cdot 9,48 \text{ л} = n_0 \cdot [0,082 \text{ л} \cdot \text{атм}/(\text{моль} \cdot \text{К})] \cdot (160+273) \text{ К}$, откуда $n_0 = 0,267 \text{ моль}$

После реакции) $(777/760) \text{ атм} \cdot 14,34 \text{ л} = n_k \cdot [0,082 \text{ л} \cdot \text{атм}/(\text{моль} \cdot \text{К})] \cdot (333+273) \text{ К}$, откуда $n_k = 0,295 \text{ моль}$

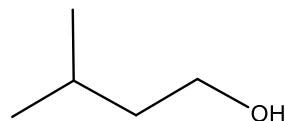
Таким образом, по изменению количества вещества получится уравнение $[1/M(C_xH_{2x+2}O)](x+x+1-1.5x-1) = 0,295-0,267 = 0,028$

$[1/(12x+2x+2+16)] \cdot 0,5x = 0,028$, откуда $x = 5$, а формула спирта $C_5H_{12}O$ или $C_5H_{11}OH$

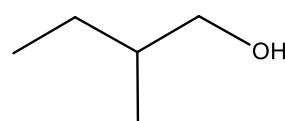
2. Для одноатомного алифатического спирта с формулой $C_5H_{11}OH$ возможно 10 изомеров, две пары из которых являются оптическими изомерами:



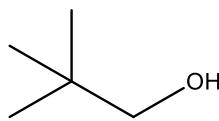
2-метилбутанол-2



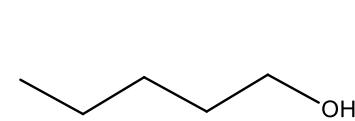
3-метилбутанол-1



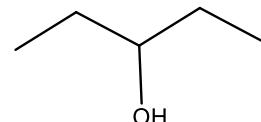
2-метилбутанол-1



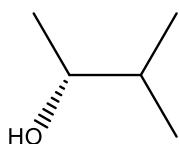
2,2-диметилпропанол



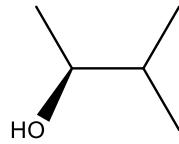
пентанол-1



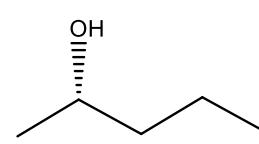
пентанол-3



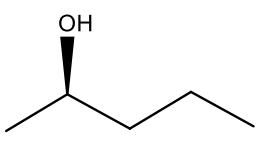
(R)-3-метилбутанол-2



(S)-3-метилбутанол-2



(S)-пентанол-2



(R)-пентанол-2

Также изомерами для одноатомных алифатических спиртов являются простые эфиры:

$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_3$ этилпропиловый эфир, $CH_3-CH_2-O-CH(CH_3)_2$ этилизопропиоловый эфир,

$CH_3-O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ метилбутиловый эфир, $CH_3-O-CH_2-CH(CH_3)_2$ метилизобутиловый эфир,

$CH_3-O-C(CH_3)_3$ метилтретбутиловый эфир, $CH_3-O-CH(CH_3)(CH_2CH_3)$ метилвторбутиловый эфир,

Система оценивания:

1. Расчет численного изменения количества веществ в смеси 3 балла, выражение для изменения количества веществ через « x » 3 балла, итоговая молекулярная формула 3 балла (при написании верной формулы сразу ставится 9 баллов).

3 + 3 + 3 = 9 баллов

2. Структурные формулы любых верных 10 изомеров, их названия, указание стереоцентров по 0,5 балла (если приведено больше 10 изомеров, то остальные не оцениваются)

$$10 \cdot (0,5 + 0,5) + 2 \cdot 0,5 = 11 \text{ баллов}$$

ИТОГО

20 баллов