

## Решения заданий 2-го этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии 2019 – 20 учебный год

### 10 класс

#### Задача 10.1 (В.Н. Доронькин, А.Г. Бережная, В.А. Февралева; ЕГЭ-2020)

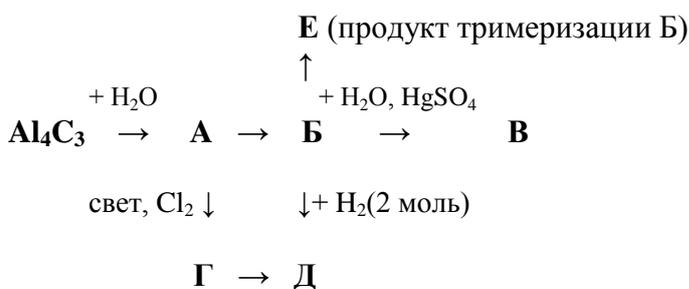
При сгорании монобромпроизводного углеводородов массой 6,15 г образовался углекислый газ, 2,7 мл воды и бромоводород объёмом 1,12 л (н.у.). Известно, что данное вещество было получено при взаимодействии органического вещества с бромом при освещении. Установите молекулярную и структурную формулы монобромпроизводного. Напишите уравнение реакции получения данного монобромпроизводного, приведённое в тексте задачи.

#### Решение:

№	Элементы решения	Баллы
1	Так как монобромпроизводное углеводородов, значит оно не содержит кислорода – $C_xH_yBr$	1
2	Находим количественный состав образца: а) $n(Br)=n(H)=n(HBr)=1,12/22,4=0,05$ моль $m(Br)=0,05*80=4$ г б) $m(H_2O)=2,7*1=2,7$ г $n(H)=2n(H_2O)=2*2,7/18=0,3$ моль $n(H)_{общее}=0,05+0,3=0,35$ моль $m(H)=1*0,35=0,35$ г в) $m(C)=6,15-(4+0,35)=1,8$ г $n(C)=1,8/12=0,15$ моль	1  1  1
3	Находим молекулярную формулу вещества: $x : y : Br = n(C) : n(H) : n(Br) = 0,15 : 0,35 : 0,05 = 3 : 7 : 1$ Полученная формула – $C_3H_7Br$	2
4	Структурная формула монобромпроизводного: $CH_3-CH(Br)-CH_3$	2
5	Уравнение реакции получения монобромпроизводного: $CH_3-CH_2-CH_3 + Br_2 \xrightarrow{h\nu} HBr + CH_3-CH(Br)-CH_3$	2
<b>Всего</b>		<b>10 баллов</b>

#### Задача 10.2 (автор Шишин И.М.)

Расшифруйте, какие органические вещества обозначены как А - Е, и напишите уравнения соответствующих реакций (для записи используйте структурные формулы):



#### Решение:

## Система оценивания

Элементы решения	Баллы
А – CH <sub>4</sub> Б – C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> В – CH <sub>3</sub> COH Г – CH <sub>3</sub> Cl Д – C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> Е – C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	3
по 0,5 б за каждое расшифрованное вещество	
1) $Al_4C_3 + 12 H_2O \xrightarrow{1500^\circ C} 3 CH_4 + 4Al(OH)_3$ 2) $2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$ 3) $C_2H_2 + 3H_2O \rightarrow CH_3COH$ 4) $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$ 5) $2 CH_3Cl + 2Na \rightarrow C_2H_6 + 2 NaCl$ 6) $C_2H_2 + 2H_2 \xrightarrow{600^\circ C, \text{Сактив.}} C_2H_6$ 7) $3C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$	7
<b>По 1б за каждое уравнение химической реакции</b>	
<b>Всего</b>	<b>10</b>

### Задача 10.3 (Сборник олимпиадных задач Архангельская О., Павлова М., Тюльков И. 1 сентября)

Для устойчивого горения пиротехнической смеси (KClO<sub>3</sub> + C) без доступа воздуха необходимо, чтобы на 1 г этой смеси исходных веществ выделялось не менее 1,5 кДж теплоты. Теплота сгорания угля равна +394 кДж/моль.

Теплота реакции: KClO<sub>3</sub> = KCl + 1,5O<sub>2</sub> равна +48 кДж/моль KClO<sub>3</sub>.

Вычислите минимальную массу (г) угля (допустимо считать его чистым углеродом), которую нужно добавить к 100 г KClO<sub>3</sub> для устойчивого горения смеси. Составьте уравнение реакции взаимодействия веществ в пиротехнической смеси, укажите названия

**Решение:**

№ п/п	Этап решения	Балл
1	Термохимическое уравнение реакции горения угля: C (гр.) + O <sub>2</sub> (г.) = CO <sub>2</sub> (г.) + 394 кДж.	1
2	При сгорании 1 моль (соответственно 12 г) углерода выделяется 394 кДж теплоты.	1
3	Пусть надо взять x г угля, тогда масса пиротехнической смеси будет составлять: $m = 100 + x$ .	1
4	При горении x г углерода выделяется $(394 \cdot x / 12)$ кДж.	1
5	При разложении 100 г KClO <sub>3</sub> выделяется $(48 \cdot 100 / 122,5)$ кДж.	1
6	Отсюда следует, что при горении смеси массой $m = (100 + x)$ выделится: $((394 \cdot x / 12) + (48 \cdot 100 / 122,5))$ кДж.	1
7	По условию для устойчивого горения необходимо, чтобы на 1 г смеси выделялось не менее 1,5 кДж. Из получившегося уравнения: $[(394 \cdot x / 12) + (48 \cdot 100 / 122,5)] / (100 + x) = 1,5$ находим, что $x = 3,54$ г.	2 (1 балл при наличии)

		математической ошибки)
8	$2\text{KClO}_3 + 3\text{C} = 2\text{KCl} + 3\text{CO}_2$	1
9	$\text{KClO}_3$ - хлорат калия или бертолетова соль $\text{KCl}$ – хлорид калия $\text{C}$ - углерод или уголь $\text{CO}$ - угарный газ или оксид углерода (II)	1
<b>Всего</b>		<b>10</b>

**Задача 10.4 (С.И. Широкопояс, И.С. Борисов)**

Навеску фосфора массой 31 г сожгли в некотором количестве кислорода. В результате была получена смесь из двух сложных веществ, которую затем растворили в воде. Определите массовую долю оксида фосфора (V) в продуктах сгорания фосфора, если полученный раствор может полностью обесцветить 63,2 г 5%-ного раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой.

**Решение:**

- (1)  $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$
- (2)  $4\text{P} + 3\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_3$
- (3)  $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$
- (4)  $\text{P}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_3$
- (5)  $5\text{H}_3\text{PO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

$$m(\text{KMnO}_4) = 63,2 \times 0,05 = 3,16 \text{ г}$$

$$n(\text{KMnO}_4) = 0,04 \text{ моль}$$

С перманганатом калия реагирует только фосфористая кислота, по уравнению реакции (5)

$$n(\text{H}_3\text{PO}_3) = 0,05 \text{ моль}, n(\text{P}_2\text{O}_3) = 0,025 \text{ моль (4)}$$

$$\text{По (2)} n_1(\text{P}) = 0,05 \text{ моль}$$

Общее количество вещества фосфора, сожженного в кислороде  $n_{\text{общ}}(\text{P}) = 1 \text{ моль}$

$$n_2(\text{P}) = 1 - 0,05 = 0,95 \text{ моль}$$

$$\text{По (1)} n(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,475 \text{ моль}$$

$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = 67,45 \text{ г}$$

$$m(\text{P}_2\text{O}_3) = 2,75 \text{ г}$$

$$\omega(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{67,45}{67,45 + 2,75} \cdot 100\% = 96,1\%$$

**Система оценивания:**

За каждое уравнение реакции по 1 баллу	5 баллов
Определение количества веществ фосфористой кислоты и оксида фосфора (III)	2 балла
Определение количества вещества оксида фосфора (V)	2 балла
Определение массовой доли оксида фосфора (V) в продуктах сгорания фосфора	1 балл
<b>Всего</b>	<b>10 баллов</b>

**Задача 10.5 (100 баллов по химии. Полный курс для поступающих в вузы : учебное пособие / И.Ю. Белавин [и др.] ; под редакцией В.В. Негребецкого. – М.: Лаборатория знаний, 2018. – 480 с.)**

Простое вещество в количестве 12,4 г, смесь которого с бертолетовой солью воспламеняется даже при слабом трении или нажиме, сожгли в избытке кислорода. Твердое белое вещество, получившееся в результате сгорания, растворили в 150 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей 25% и плотностью 1,28 г/мл. При этом образовалась соль А, которая с раствором нитрата серебра дает ярко желтый осадок. Определите неизвестное простое вещество, состав соли А и ее массовую долю в растворе.

**Решение:**

**Система оценивания**

Элементы решения	Баллы
Определение простого вещества - фосфора	<b>2</b>
$P + KClO_3 = KCl + P_2O_5$ $2P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$ $\begin{matrix} 0,4 \text{ моль} & & 0,8 \end{matrix}$ $P_2O_5 + 6NaOH \rightarrow 2Na_3PO_4 + 3H_2O$ $\begin{matrix} 0,8 \text{ изб} & 1,2 & 0,4 \\ 0,2 \end{matrix}$ $P_2O_5 + 4NaOH \rightarrow 2Na_2HPO_4 + H_2O$ $P_2O_5 + 2NaOH + H_2O \rightarrow 2NaH_2PO_4$ $Na_3PO_4 + 3AgNO_3 \rightarrow Ag_3PO_4 \downarrow + 3NaNO_3$ <p>За каждое уравнение по 1 баллу</p>	<b>6</b>
<p>Вывод и расчеты сделаны на основе результатов эксперимента, а не расчета</p> $m(NaOH) = 192 \text{ г}$ $n(NaOH) = 1,2 \text{ моль}$ $m_{\text{соли}} = 65,6 \text{ г}$ $m(p-pa) = 28,4 + 192 = 220,4 \text{ г}$ $w_{\text{соли}} = 29,8\%$	<b>2</b>
<b>Всего</b>	<b>10</b>

**Общее количество баллов – 50.**

Допускаются другие варианты решения задач, не искажающие смысл.

***ВНИМАНИЕ! Уважаемые коллеги!***

При отправке детей на региональный этап олимпиады не забудьте про экспериментальный тур, где требуется защищающий одежду ХАЛАТ!

Региональный этап (теоретический тур) состоится по адресу: улица Каманина, д. 18/38, в центре для одаренных детей «Платформа 33»