

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)

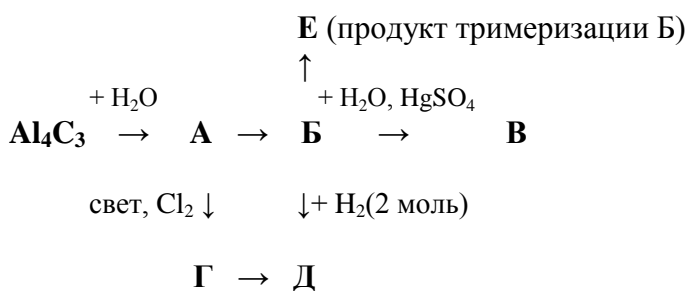
При сгорании монобромпроизводного углеводородов массой 6,15 г образовался углекислый газ, 2,7 мл воды и бромоводород объёмом 1,12 л (н.у.). Известно, что данное вещество было получено при взаимодействии органического вещества с бромом при освещении. Установите молекулярную и структурную формулы монобромпроизводного. 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: $CH_3-CH_2-CH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{свет}} HBr + CH_3-CH(Br)-CH_3$	2
Всего		10 баллов

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 ₄ Б – C ₂ H ₂ В – CH ₃ COH Г – CH ₃ Cl Д – C ₂ H ₆ Е – C ₆ H ₆	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
По 1б за каждое уравнение химической реакции	
Всего	10

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

Для устойчивого горения пиротехнической смеси (KClO₃ + 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: KClO₃ = KCl + 1,5O₂ равна +48 кДж/моль KClO₃.

Вычислите минимальную массу (г) угля (допустимо считать его чистым углеродом), которую нужно добавить к 100 г KClO₃ 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 ₂ (г.) = CO ₂ (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 ₃ 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	KClO_3 - хлорат калия или бертолетова соль KCl – хлорид калия C - углерод или уголь CO - угарный газ или оксид углерода (II)	1
Всего		10

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
Всего	10 баллов

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

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»