

**Варианты решений и критерии оценивания задач
Муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников
по химии
2020-2021 учебный год
11 класс
Максимальный балл – 95**

Задание 11.1 (максимум **20** баллов)

При сгорании некоторого органического вещества *A* массой 1,76 г (плотность паров равна 3,9286 г/л) образуется 2,24 л (н.у.) оксида углерода (IV) и 2,16 мл воды. Соединение *A* реагирует с металлическим натрием, выделяя водород, а при осторожном окислении дихроматом калия в кислой среде превращается в соединение *B*, не взаимодействующее при нагревании с аммиачным раствором оксида серебра. Нагревание вещества *A* с концентрированной серной кислотой приводит к образованию углеводорода *B*, при окислении которого перманганатом калия в присутствии серной кислоты получают кетон *Г* и кислота *Д*.

- 1) Определите вещества *A*, *B*, *В*, *Г* и *Д*, составьте формулы найденных веществ и дайте им названия.
- 2) Напишите соответствующие уравнения реакций, о которых идёт речь в задании.

Критерии оценивания:

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Записана общая формула молекулы органического вещества: $C_x H_y O_z$ (возможны другие обозначения индексов) Рассчитаны количества вещества и массы С, Н и О: $n(CO_2) = 2,24/22,4 = 0,1$ моль; $n(C) = 0,1$ моль; $m(C) = 0,1 \cdot 12 = 1,2$ г $n(H_2O) = 2,16/18 = 0,12$ моль; $n(H) = 0,24$ моль; $m(H) = 0,24 \cdot 1 = 0,24$ г $m(C) + n(H) = 1,2 + 0,24 = 1,44$ г $m(O) = 1,76 - 1,44 = 0,32$ г; $n(O) = 0,32/16 = 0,02$ моль	3 балла
2	Определена молярная масса органического вещества: $M(в-ва) = 1,965 \cdot 22,4 = 88$ г/моль	1 балл
3	Рассчитано мольное соотношение атомов С, Н и О в молекуле органического вещества и определена его молекулярная формула: $x : y : z = 0,1 : 0,24 : 0,02 = 5 : 12 : 1$ Простейшая формула: $C_5H_{12}O$; $M(C_5H_{12}O) = 44 \cdot 2 = 88$ г/моль, что соответствует условию задачи. Истинная молекулярная формула: $C_5H_{12}O$.	2 балла
4	Записана структурная формула органического вещества: Судя по молекулярной формуле $C_5H_{12}O$ вещество <i>A</i> может быть предельным одноатомным спиртом или простым эфиром. Но реакция с металлическим натрием указывает на то, что <i>A</i> – это спирт. Исходя из условия задачи, что при осторожном окислении спирта образуется вещество <i>B</i> , не взаимодействующее с аммиачным раствором оксида серебра. Значит <i>B</i> – это кетон, а вещество <i>A</i> – вторичный спирт.	3 балла
5	Записано уравнение реакции дегидратации вторичного спирта: $\begin{array}{c} CH_3 - CH - CH - CH_3 \\ \quad \\ CH_3 \quad OH \end{array} \xrightarrow{H_2SO_4(конц), t^0} \begin{array}{c} CH_3 - C = CH - CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array} + H_2O$ 2-метилбутен-2	3 балла (16 за уравнение, по 0,5 б. за название в-ва и

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
	<i>A</i> – 3-метилбутанол-2, <i>B</i> – 2-метилбутен-2	структурную формулу)
6	$3\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{OH} \end{array} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ $\rightarrow 3\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{O} \end{array} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O}$ <p><i>B</i> – 3-метилбутанон-2</p>	3 балла (16 за уравнение, по 0,5 б. за название в-ва и структурную формулу)
7	<p>Записано уравнение реакции окисления 2-метилбутена-2:</p> $5\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ $\rightarrow 5\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array} + 5\text{CH}_3\text{COOH} + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{MnSO}_4 + 9\text{H}_2\text{O}$ <p><i>Г</i> – диметилкетон (ацетон) <i>Д</i> – уксусная кислота</p>	4 балла (за уравнение реакции – 2 балла, за название в-в по 1б)
8	<p>Записано уравнение реакции взаимодействия вещества <i>A</i> с металлическим натрием:</p> $2\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{OH} \end{array} + 2\text{Na} \rightarrow 2\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{ONa} \end{array} + \text{H}_2\uparrow$	1 балл
	Итого	20 баллов

Задание 11.2 (максимум 15 баллов)

Смесь муравьиной и уксусной кислот массой 11,65 г растворили в воде объёмом 38,35 мл и добавили избыток магния. Образовавшийся газ пропустили через раствор уксусного альдегида массой 8,8 г в присутствии палладиевого катализатора. По окончании реакции катализатор отфильтровали и к фильтрату добавили избыток аммиачного раствора оксида серебра. При легком нагревании полученной смеси выпал осадок массой 21,6 г. Вычислите массовые доли кислот в исходном растворе.

Критерии оценивания:

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	<p>Записаны уравнения химических реакций:</p> $\text{Mg} + 2\text{HCOOH} \rightarrow (\text{HCOO})_2\text{Mg} + \text{H}_2\uparrow \quad (1)$ <p style="text-align: center;"><small>M = 46 г/моль</small></p> $\text{Mg} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg} + \text{H}_2\uparrow \quad (2)$ <p style="text-align: center;"><small>M = 60 г/моль</small></p> $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} \quad (3)$	4 балла

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
	$\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \quad (4)$ $M = 108 \text{ г/моль}$	
2	$n(\text{CH}_3\text{CHO}) = 8,8/44 = 0,2 \text{ моль};$	1 балл
3	по уравнению (4): $n(\text{Ag}) = 21,6/108 = 0,2 \text{ моль};$ $n(\text{CH}_3\text{CHO}) = 1/2 n(\text{Ag}) = 0,1 \text{ моль}$	1 балл
4	По уравнению (3): $n(\text{CH}_3\text{CHO на взаимодействие с H}_2) = 0,2 - 0,1 = 0,1 \text{ моль};$ $n(\text{H}_2) = n(\text{CH}_3\text{CHO}) = 0,1 \text{ моль}.$	1 балл
5	Составлена система уравнений: пусть $n(\text{H}_{2\text{по ур.1}}) = x \text{ моль}$, тогда $n(\text{НСООН}) = 2x \text{ моль}$ пусть $n(\text{H}_{2\text{по ур.1}}) = y \text{ моль}$, тогда $n(\text{СН}_3\text{СООН}) = 2y \text{ моль}$ $\begin{cases} 46 \cdot 2x + 60 \cdot 2y = 11,65 \\ x + y = 0,1 \end{cases}$	3 балла
6	Решена система уравнений: $x = 0,0125 \text{ моль}$ $y = 0,0875 \text{ моль}$	1 балл
7	Рассчитаны массы кислот в исходном растворе: $m(\text{НСООН}) = 2 \cdot 46 \cdot 0,0125 = 1,15 \text{ г}$ $m(\text{СН}_3\text{СООН}) = 2 \cdot 60 \cdot 0,0875 = 10,5 \text{ г}$	1 балл
8	Рассчитана масса исходного раствора кислот: $m(\text{р-ра}) = 11,65 + 38,35 = 50 \text{ г}$	1 балл
9	Рассчитаны массовые доли кислот в исходном растворе: $\omega(\text{НСООН}) = 1,15/50 = 0,023$, или 2,3% $\omega(\text{СН}_3\text{СООН}) = 10,5/50 = 0,21$, или 21%.	2 балла
	Итого	15 баллов

Задание 11.3 (максимум 20 баллов)

После взрыва смеси ацетилена, пропана и кислорода, в которой содержался избыток кислорода, и приведения системы к начальным давлению и температуре, объём смеси уменьшился на 33%, а после пропускания образовавшейся смеси газов через избыток раствора гидроксида натрия объём остатка составил 29% объёма исходной смеси. Вычислите массовые доли газов в исходной смеси.

Критерии оценивания:

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Записаны уравнения химических реакций: $\begin{array}{ccc} x \text{ моль} & 2,5 x \text{ моль} & 2x \text{ моль} \\ 2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 & \rightarrow & 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} & (1) \\ M=26 \text{ г/моль} & & M=44 \text{ г/моль} & \end{array}$ $\begin{array}{ccc} y \text{ моль} & 5y \text{ моль} & 3y \text{ моль} \\ \text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 & \rightarrow & 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} & (2) \\ M=26 \text{ г/моль} & M=32 \text{ г/моль} & & \end{array}$	2 балла
2	Рассчитаны количества вещества ацетилена и пропана в исходной смеси: Пусть $n(\text{исходной смеси}) = 100 \text{ моль};$	2 балла

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
	$n(\text{C}_2\text{H}_2) = x$ моль; $n(\text{C}_3\text{H}_8) = y$ моль;	
3	по уравнению (1) уменьшение количества вещества газов произошло на $1,5x$ моль; по уравнению (2) уменьшение количества вещества газов произошло на $3y$ моль; $1,5x + 3y = 33$	3 балла
4	Рассчитаны количества вещества углекислого газа $n(\text{полученной смеси}) = 67$ моль $n(\text{CO}_2 \text{ прореагиров.}) = 67 - 29 = 38$ моль; $n(\text{CO}_2 \text{ по ур.1}) = 2x$ моль $n(\text{CO}_2 \text{ по ур.2}) = 3y$ моль $2x + 3y = 38$	3 балла
5	Составлена система уравнений: $\begin{cases} 1,5x + 3y = 33 \\ 2x + 3y = 38 \end{cases}$	2 балла
6	Решена система уравнений: $x = 10$ моль $y = 6$ моль	1 балл
7	Определены количества вещества газов в исходной смеси: $n(\text{C}_2\text{H}_2) = 10$ моль; $n(\text{C}_3\text{H}_8) = 6$ моль; $n(\text{O}_2) = 84$ моль.	3 балла
8	Рассчитана масса исходной смеси: $m(\text{исх. смеси}) = 10 \cdot 26 + 6 \cdot 44 + 84 \cdot 32 = 3212$ г	1 балл
9	Рассчитаны массовые доли газов в исходной смеси: $\omega(\text{C}_2\text{H}_2) = 10 \cdot 26/3212 = 0,0809$, или 8,09%; $\omega(\text{C}_3\text{H}_8) = 6 \cdot 44/3212 = 0,0822$, или 8,22%; $\omega(\text{O}_2) = 84 \cdot 32/3212 = 0,8369$, 83,69%	3 балла
	Итого	20 баллов

Задание 11.4 (максимум 20 баллов)

Определите реагирующие вещества и составьте уравнения реакций по их правым частям (все вещества указаны с коэффициентами в уравнении реакции).

- 1) ... + ... = $\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HCl}$
- 2) ... + ... = $2\text{FeS} + \text{S} + 6\text{HCl}$
- 3) ... + ... = $\text{FeCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 4) ... + ... = $3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 5\text{H}_2\text{O}$
- 5) ... + ... + ... = $5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
- 6) ... + ... = $2\text{N}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 7) ... + ... + ... = $3\text{Br}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
- 8) ... + ... + ... = $3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$
- 9) ... + ... = $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{HCl}$
- 10) ... + ... + ... = $8\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$

Критерии оценивания:

№ п/п	Содержание ответа	Баллы
1	Записаны уравнения химических реакций: 1) $\text{PCl}_5 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HCl}$ 2) $3\text{H}_2\text{S} + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{FeS} + \text{S} + 6\text{HCl}$ 3) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ 4) $3\text{FeO} + 10\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 5\text{H}_2\text{O}$ 5) $10\text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ 6) $2\text{KNO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 2\text{N}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ 7) $6\text{KBr} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Br}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ 8) $3\text{P} + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$ 9) $3\text{H}_2\text{S} + 4\text{HClO}_3 = 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{HCl}$ 10) $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = 8\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$	За каждое правильно составленное уравнение – 2 балла
	Итого	20 баллов

Задание 11.5 (максимум 20 баллов)

Критерии оценивания мысленного эксперимента

№ п/п	Критерии						Баллы
1		ZnCl_2	Na_2CO_3	KOH	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	FeCl_3	Всего 10 баллов: За правильное заполнение таблицы (0,5 баллов за каждый признак)
	ZnCl_2	X	образование осадка и выделение газа	↓ осадок белого цвета, растворим в избытке щелочи	без изменений	без изменений	
	Na_2CO_3	образование осадка и выделение газа	X	без изменений	без изменений	образование осадка и выделение газа	
	KOH	↓ осадок белого цвета, растворим в избытке щелочи	без изменений	X	изменение цвета раствора	↓ осадок красно-бурого цвета, растворим в кислотах	
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	без изменений	без изменений	изменение цвета раствора	X	без изменений	
	FeCl_3	без изменений	образование осадка и выделение газа	↓ осадок красно-бурого цвета, растворим в кислотах	без изменений	X	
2	Записаны уравнения реакций.						Всего 6 баллов
а)	$2\text{ZnCl}_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = (\text{ZnOH})_2\text{CO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NaCl}$ осадок белого цвета						1 балл (0,5 б. за

