

**Министерство образования и науки РТ
Казанский федеральный университет**

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады
школьников по химии 2020–2021 гг.
Решения**

**Авторы и составители: Седов И.А., Болматенков Д.Н.,
рецензент Магсумов Т.И.**

Инструкция для жюри

Жирным шрифтом выделены правильные ответы, за которые начисляются баллы, и разбалловка.

Во многих расчетных задачах оцениваются промежуточные шаги. Школьник может решать задачу не так, как в авторском решении, при этом, если он получил верный конечный ответ, решение должно быть оценено полным баллом как за этот ответ, так и за все шаги, ведущие к нему в авторском решении.

В многоступенчатых расчетных задачах за одну чисто арифметическую ошибку, приведшую к численно неверному ответу, суммарный балл за весь расчет не должен снижаться более чем наполовину.

Уравнения реакций с неверными или отсутствующими коэффициентами, как правило, оцениваются в половину от максимального количества баллов, а в тех случаях, когда уравнения без коэффициентов приведены в самом условии, в 0 баллов.

Школьники могут использовать при решении как округленные до целого числа, так и точные (1–3 знака после запятой) атомные массы элементов. В последнем случае ответ может содержать больше значащих цифр, чем приведено в данном решении.

При проверке работ одну и ту же задачу у всех участников должен проверять один человек.

Максимальный балл за каждую задачу различен и указан в конце решения. Максимальный балл за все задачи в 8 классе 39 баллов, в 9 классе 45 баллов, в 10 классе 47 баллов, в 11 классе 54 балла.

8 класс

Задание 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Г	В	А	Б	В	Б	Г	Б	В	А

По 1 баллу за правильный ответ. Если указано более одного варианта, среди которых есть верный, 0 баллов.

Всего максимум 10 баллов.

Задание 2.

1. Из условия задачи известно, что количество одновалентного металла M^1 в сплаве равно количеству четырехвалентного металла M^2 :

$$n(M^1) = n(M^2)$$

Тогда можно записать следующее выражение:

$$\frac{m(M^1)}{M(M^1)} = \frac{m(M^2)}{M(M^2)},$$

где $m(M^1)$ и $m(M^2)$ – масса металлов M^1 и M^2 , соответственно. То есть

$$\frac{10}{M(M^1)} = \frac{4,44}{M(M^2)}$$

При взаимодействии сплава с избытком хлора вероятнее всего образуются их хлориды в высших степенях окисления, то есть M^1Cl и M^2Cl_4 . Для полученных хлоридов молярные массы будут равны:

$$M(M^1Cl) = M(M^1) + 35,5$$

$$M(M^2Cl_4) = M(M^2) + 35,5 \cdot 4$$

Кроме того, очевидно, что количество образующихся хлоридов одинаково.

Таким образом, можно составить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{10}{M(M^1)} = \frac{4,44}{M(M^2)} \\ M(M^1) + 35,5 + M(M^2) + 35,5 \cdot 4 = \frac{30,87}{10 / M(M^1)} \end{cases}$$

Решая ее, находим, что $M(M^1) = 108$, что соответствует серебру Ag.

Тогда $M(M^2) = 108 \cdot 4,44 / 10 = 48$, что соответствует титану Ti.

Таким образом, M^1 – серебро (3 балла), M^2 – титан (3 балла).

2.



Всего максимум 8 баллов.

Задание 3.

1. Элементами, название которых женского рода, являются сера, медь, сурьма, платина и ртуть. Элементами, название которых среднего рода, являются железо, серебро, олово и золото. Очевидно, что элементом А из первого ряда является сера S. При взаимодействии с металлами из второго ряда будут образовываться сульфиды: Ag₂S, FeS и SnS. С золотом сера взаимодействовать не будет. Значит А – S, X – Ag, M – Au. (По 1 баллу за каждое вещество).



2. При взаимодействии олова с серой может образоваться вещество золотистого цвета – SnS₂. А растворять олово и серу из приведенного списка может только ртуть. (Этот вывод также подтверждается ниже массовой долей серы в одном из сульфидов железа). Значит, Y – Sn, Z – Fe, B – Hg. (По 1 баллу за каждое вещество).



3. Из массовой доли A можно найти состав соединения Fe_xS_y:

$$M(Fe_xS_y) = 32y/0,53,$$

$$x = (32y/0,53 - 32y) / M(Fe)$$

Перебирая различные значения у, можно найти, что при у = 2, вещество будет иметь состав FeS₂ (1 балл), что соответствует формуле минерала пирита.

Другим бинарным соединением железа и серы является Fe₂S₃ (1 балл).

4. Сера при комнатной температуре состоит из восьмиатомных молекул и, строго говоря, имеет формулу S₈. Поэтому юный химик прав (0,5 балла) и чтобы получить FeS, необходимо взять на 1 моль S₈ 8 моль Fe:



Все другие уравнения засчитываются как верные и в том случае, если в них фигурирует S₈.

Всего максимум 11 баллов.

Задание 4.

1. NaHSO₃
2. Na₂SO₄·10H₂O
3. Na₂S₂O₃
4. NaHSO₄
5. Na₂S₂O₈
6. Na₂S₂O₇
7. NaHS
8. H₂O
8. H₂S₈
10. Na₂S₂O₃·5H₂O

По 1 баллу за правильный ответ. Если указана неверная с химической точки зрения формула (NaSO_4 вместо $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, HS_4 вместо H_2S_8 , $\text{Na}_2\text{SO}_{14}\text{H}_{20}$ вместо $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), по 0,7 балла.

Всего максимум 10 баллов.

9 класс

Задание 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Б	Б	В	Г	Г	В	В	А	Г	В	В	Г	Б	Г	Г

По 1 баллу за правильный ответ. Если указано более одного варианта, среди которых есть верный, 0 баллов.

Всего максимум 15 баллов.

Задание 2.

1. Sodium – латинское название натрия. Состав содово-известкового стекла можно выразить формулой $x\text{Na}_2\text{O}\cdot y\text{CaO}\cdot z\text{SiO}_2$. (1 балл)

2. В процессе сплавления протекают реакции разложения карбонатов:



Итоговое количество оксида калия равно количеству карбоната калия: $n(\text{K}_2\text{O}) = n(\text{K}_2\text{CO}_3) = m(\text{помаша}) \cdot w(\text{K}_2\text{CO}_3)/M(\text{K}_2\text{CO}_3) = 484 \cdot 0,97/138,20 = 3,397 \text{ моль}$; то же справедливо и для карбоната кальция: $n(\text{CaO}) = n(\text{CaCO}_3) = m(\text{мела}) \cdot w(\text{CaCO}_3)/M(\text{CaCO}_3) = 362 \cdot 0,94/100,09 = 3,400 \text{ моль}$.

Количество диоксида кремния может быть найдено следующим образом: $n(\text{SiO}_2) = m(\text{песка}) \cdot w(\text{SiO}_2)/M(\text{SiO}_2) = 1316 \cdot 0,93/60,08 = 20,371 \text{ моль}$. Тогда соотношение $x:y:z$ равно $3,397 : 3,400 : 20,371 = 1:1:6$. (3 балла)

3. Масса стекла может быть найдена как сумма масс его составляющих:

$$m(\text{стекла}) = m(\text{K}_2\text{O}) + m(\text{CaO}) + m(\text{SiO}_2) = n(\text{K}_2\text{O}) \cdot M(\text{K}_2\text{O}) + n(\text{CaO}) \cdot M(\text{CaO}) + n(\text{SiO}_2) \cdot M(\text{SiO}_2) = 3,397 \cdot 94,2 + 3,400 \cdot 56,08 + 20,371 \cdot 60,08 = 1734 \text{ г} \quad (1 \text{ балл})$$

4. Выразим массовые доли кислорода и кальция через x , y и z :

$$w(O) = 16,00 \cdot (x + y + 2 \cdot z) / (94,2 \cdot x + 56,08 \cdot y + 60,08 \cdot z) = 0,4192$$

$$w(Ca) = 40,08 \cdot y / (94,2 \cdot x + 56,08 \cdot y + 60,08 \cdot z) = 0,0553$$

Делением одного уравнения на другое получим:

$$16,00 \cdot (x + y + 2 \cdot z) / (40,08 \cdot y) = 0,4192 / 0,0553 = 7,58;$$

$$18 \cdot y = x + 2 \cdot z$$

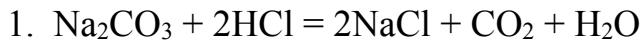
Для удобства зафиксируем одну из переменных: $y = 1$. Подстановка в одно из исходных уравнений ведёт к $x = 2$ и $z = 8$, откуда $x : y : z = 2 : 1 : 8$ (3 балла)

5. Обозначим формулу оксида как MO_x . Тогда массовая доля кислорода может быть выражена как $w(O) = 16,00 \cdot x / (M(M) + 16,00 \cdot x) = 0,4800$. Решение данного уравнения даёт $M(M)/x = 17,33$, что соответствует хрому при $x = 3$. Таким образом, формула первого оксида – CrO_3 . (1 балл)

Аналогичный расчёт по массовой доле металла для второго оксида даёт $x = 1,5$. Искомый оксид будет верно записать не как $\text{CrO}_{1,5}$, а как Cr_2O_3 . (1 балл)

Всего максимум 10 баллов.

Задание 3.



Пусть a, b, c – массовая доля карбоната натрия в растворах **A**, **B** и **C**. При н.у. 1 моль любого газа занимает объем 22,4 л. Из уравнения реакции количество углекислого газа равно количеству карбоната в реакции. Молярная масса карбоната натрия – 106 г/моль. Запишем и решим систему из трех уравнений:

$$\begin{cases} 150a + 100b + 50c = \frac{8,92}{22,4} \cdot 106 \\ 150a + 100b + 150c = \frac{12,09}{22,4} \cdot 106 \\ 100a + 100b + 100c = \frac{8,85}{22,4} \cdot 106 \end{cases}$$

$$a = 0,156; b = 0,112; c = 0,150.$$

Таким образом, массовые доли карбоната натрия в растворах **A**, **B** и **C** соответственно равны **15,6%**, **11,2%**, **15,0%** (по 1 баллу).

2. Массовая доля соли в каждой из смесей будет находиться как отношение массы карбоната натрия и общей массы раствора.

$$\text{Смесь 1: } \frac{\frac{8,92}{22,4} \cdot 106}{300} \cdot 100\% = 14,1\%$$

$$\text{Смесь 2: } \frac{\frac{12,09}{22,4} \cdot 106}{400} \cdot 100\% = 14,3\%$$

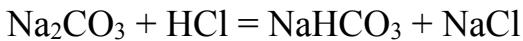
$$\text{Смесь 3: } \frac{\frac{8,85}{22,4} \cdot 106}{300} \cdot 100\% = 14,0\% \text{ (по 0,5 балла)}$$

3. Найдем количество кислоты и карбоната натрия:

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{8,85}{22,4} = 0,395 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{103 \cdot 0,14}{36,5} = 0,395 \text{ моль}$$

Поскольку газ не выделялся, реакция идет с образованием гидрокарбоната натрия:



В растворе остаются две соли, количества которых равны также 0,395 моль. Масса раствора $103 + 300 = 403$ г. Тогда массовые доли компонентов:

$$\omega(\text{NaHCO}_3) = \frac{0,395 \cdot 84}{403} \cdot 100\% = 8,2\%$$

$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{0,395 \cdot 58,5}{403} \cdot 100\% = 5,7\%$$

(По 1 баллу).

4. Смесь 1 состоит из 42,2 г соли и $300 - 42,2 = 257,8$ г воды. Если при 0°C выпадет x г гидрата, то масса воды в растворе уменьшится до $257,8 - 180x/286$ г, в которой будет растворено $6,75/100 \cdot (257,8 - 180x/286)$ г соли. Тогда из условия сохранения общей массы соли $6,75/100 \cdot (257,8 - 180x/286) + 106/286x = 42,2$ находим $x = 75,6$ г осадка (**2,5 балла**).

Всего максимум 9 баллов.

Задание 4.

1. Смесь сульфида свинца с пероксидом бария после реакции меняет цвет с **чёрного на белый**:



Карбонат никеля разлагается при нагревании, изменяя цвет с **зелёного на чёрный**:



(по 1 баллу за реакцию и по 0,25 баллов за каждый цвет; итого до 3 баллов за пункт)

2. Общая формула кристаллогидрата $\text{MCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Потеря массы при нагревании этого вещества – это массовая доля воды в соединении. Выразим её через молярную массу металла M и n :

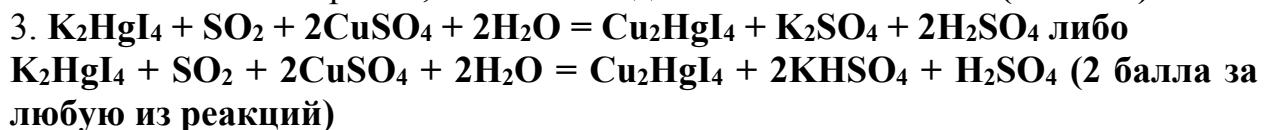
$w(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \cdot n / (M + 70,91 + 18,02 \cdot n) = 0,4544$. После преобразований получим:

$M = 21,64 \cdot n - 70,91$. Составим таблицу зависимости M от n , заметив, что при $n < 4$ молярная масса отрицательна:

n	4	5	6	7	8
M	15,65	37,29	58,93	80,57	102,21

Молярная масса около 59 г/моль соответствует никелю или кобальту, но описанные цвета характерны только для кобальта. Молярная масса около 102

г/моль соответствует родию, но его нельзя назвать распространённым металлом. Таким образом, искомое соединение - $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (2 балла).



4. Установим уравнение связи между температурой перехода и составом термоиндикатора. Для $x = 0$ температура перехода составляет 70°C , а для $x = 2$ 40°C . Записав уравнение связи как $T = ax + b$, получим для параметра b значение 70, а для a -15. Таким образом, $T = 70 - 15x$.

Для термоиндикатора, меняющего цвет при 45°C , x будет равен 1,667. Тогда его формулу можно будет выразить как $\text{Ag}_{1,667}\text{Cu}_{0,333}\text{HgI}_4$ или $\text{Ag}_5\text{Cu}[\text{HgI}_4]_3$ (2 балла)

5. Если массовые доли меди и серебра одинаковы, то в одном моле термоиндикатора содержатся равные массы ионов этих металлов. Т.е. x определяется из уравнения:

$$107,87 \cdot x = 63,55 \cdot (2-x)$$

Решение данного уравнения даёт $x = 0,7415$. Температура перехода может быть найдена по выведеному ранее уравнению: $T = 70 - 15 \cdot 0,7415 = 58,9^\circ\text{C}$ (2 балла)

Всего максимум 11 баллов

10 класс

Задание 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Б	А	Б	В	В	В	А	В	Г	Г	В	В	Б	Г	В

По 1 баллу за правильный ответ. Если указано более одного варианта, среди которых есть верный, 0 баллов.

Всего максимум 15 баллов.

Задание 2.

1. Массу раствора можно найти сложением масс составляющих его веществ:

$$m(p-pa) = 1000 + 250 + 5 + 5 + 25 = 1285 \text{ г}$$

Массовые доли компонентов составят:

$$w(\text{NiSO}_4) = 250/1285 = 0,1946 \Rightarrow 19,46\%$$

$$w(\text{H}_3\text{BO}_3) = 25/1285 = 0,0195 \Rightarrow 1,95\%$$

$$w(\text{KCl}) = w(\text{KF}) = 5/1285 = 0,0039 \Rightarrow 0,39\%$$

(по 0,5 балла за каждый компонент, всего 2 балла)

2. Обозначим количество добавляемого кристаллогидрата сульфата никеля за x . Тогда вместе с этой солью в раствор попадёт $x \cdot 18 \cdot 7 / (18 \cdot 7 + 154,75) = 0,4488 \cdot x$ воды и $x \cdot 154,75 / (18 \cdot 7 + 154,75) = 0,5512 \cdot x$ безводного сульфата никеля. Массу полученного раствора обозначим за y . Тогда:

$$w(\text{H}_2\text{O}) = (1000 + 0,4488 \cdot x) / y = 0,7782$$

$$w(\text{NiSO}_4) = 0,5512 \cdot x / y = 0,1946$$

Эта система уравнений имеет решение $x = 570$ и $y = 1614$.

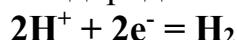
Таким образом, масса необходимого количества кристаллогидрата сульфата никеля составляет **$m(\text{NiSO}_4) = 570$ г**. Массы остальных компонентов можно найти, используя массу раствора и массовые доли этих компонентов:

$$m(\text{H}_3\text{BO}_3) = 0,0195 \cdot 1614 = 31,5 \text{ г}$$

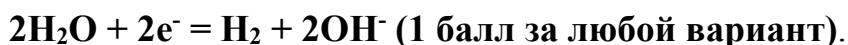
$m(\text{KF}) = m(\text{KCl}) = 0,0039 \cdot 1614 = 6,3 \text{ г}$ (по 0,75 балла за массу каждого компонента, всего 3 балла)

3. Основной процесс: $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Ni}$ (1 балл).

Второй возможный катодный процесс при проведении электролиза металлов средней активности – выделение водорода:



или



4. Закон электролиза Фарадея, связывающий массу выделившегося при электролизе вещества с силой тока, может быть записан следующим образом: $m = I \cdot t \cdot M / (n \cdot F)$.

Вычислим теоретически выделяющуюся массу металла: $m(Ni, meop) = 8 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 58,7 / (2 \cdot 96485) = 5,84$ г. С учётом выхода по току масса металла составит $m(Ni, прак) = 0,97 \cdot 6,51 = 5,67$ г. Объём никеля $V = 5,67 / 8,9 = 0,637$ см³.

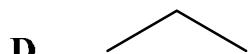
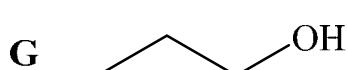
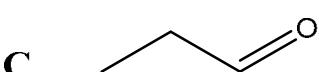
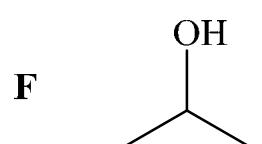
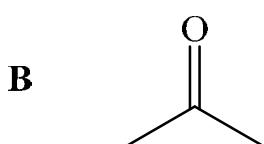
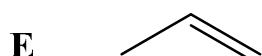
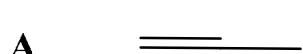
Толщина покрытия может быть найдена как отношение объёма металла к занимаемой им площади: $0,637 / 320 = 0,002$ см = **20 мкм.** (**3 балла**)

5. На покрытие одной детали требуется 5,67 г металла. Исходный раствор содержит 250 г сульфата никеля, что соответствует $250 \cdot 58,7 / 154,75 = 94,8$ г никеля. Количество деталей $N = 94,8 / 5,67 = 16,7$, т.е. можно покрыть **16** деталей (**1 балл за ответ 16 или 16,7, 0,5 балла за неверно округленный ответ 17.**)

Всего максимум 11 баллов.

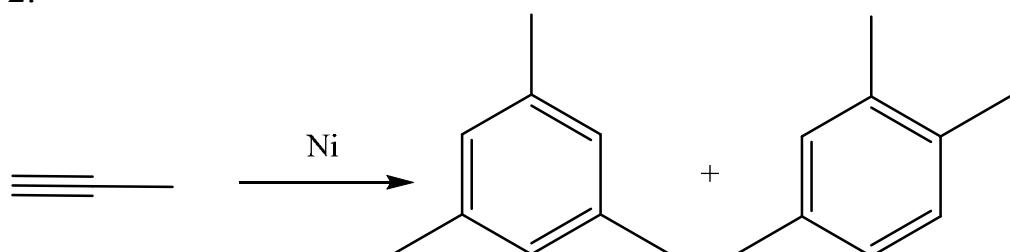
Задание 3.

1.



По 1 баллу за каждую верную структуру

2.

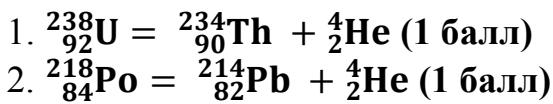


По 0,5 балла за каждую верную структуру

3. Кучеров, Хараш (Карааш), Майо, Кижнер, Вольф, Клемменсен, Марковников, Линдлар (**любые два из списка, по 0,5 балла**)

Всего максимум 11 баллов.

Задание 4.



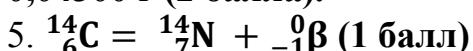
3. В результате распада масса уменьшилась на 0,00020 г в результате выделения альфа-частиц. Количество выделившихся через 77 секунд альфа-частиц равно $0,00020/4 = 0,05$ ммоль, масса распавшегося вещества составит $0,05 \cdot 218 = 10,9$ мг, а масса нераспавшегося: $43,6 - 10,9 = 32,7$ мг. (1 балл)

Период полураспада можно выразить следующим образом:

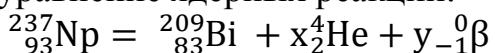
$$T_{\frac{1}{2}} = -\frac{t \cdot \ln(2)}{\ln\left(\frac{m}{m_0}\right)} = -\frac{77 \cdot 0,693}{\ln\left(\frac{10,9}{32,7}\right)} = 185,5 \text{ с (2 балла)}$$

4. $m = m_0 \cdot 2^{-t/T_{\frac{1}{2}}} = 43,6 \cdot 2^{-370/185,5} = 10,9$ мг

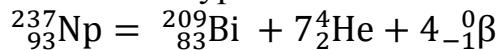
Следовательно, распалось $43,6 - 10,9 = 32,7$ мг, что соответствует выделению $32,7/218 \cdot 4 = 0,6$ мг альфа-частиц. Весы покажут значение $0,04360 - 0,0006 = 0,04300$ г (2 балла).



5. Запишем суммарное уравнение ядерных реакций:



Закон сохранения масс будет выглядеть следующим образом: $237 = 209 + 4x$, откуда получаем $x = 7$. Закон сохранения заряда даст: $93 = 83 + 2x - y = 97 - y$, следовательно, y равен 4. Итоговое уравнение:



Таким образом, превращения нептуния-237 в висмут-209 включает **7 альфа- и 4-бета-распада (по 1 баллу за каждое число)**

Всего максимум 10 баллов.

11 класс

Задание 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	B	Г	A	B	Б	Г	B	Г	B	Б	A	B	B	Б

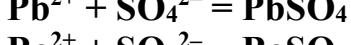
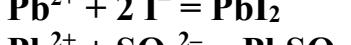
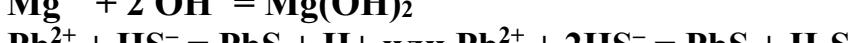
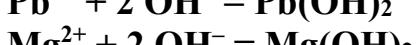
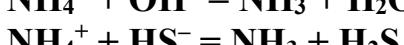
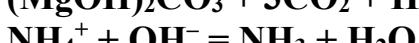
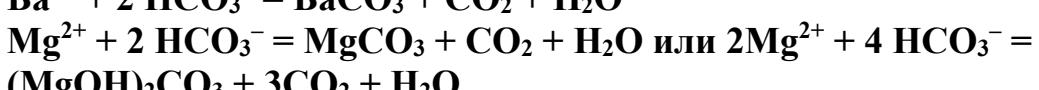
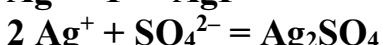
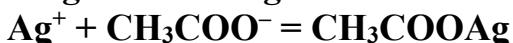
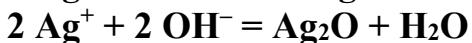
По 1 баллу за правильный ответ. Если указано более одного варианта, среди которых есть верный – 0 баллов.

Всего максимум 15 баллов.

Задание 2.

1	2	3	4	5	6	7	8
AgNO ₃	KHCO ₃	NH ₄ ClO ₄	NaOH	NaHS	Pb(OAc) ₂	BaI ₂	MgSO ₄

По 0,5 балла за верное соответствие. Если указано более одного варианта, среди которых есть верный – 0 баллов.

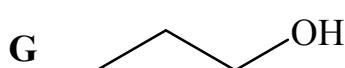
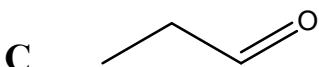
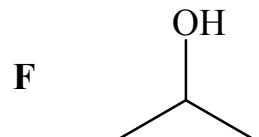
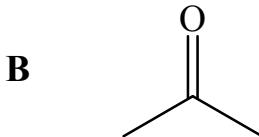
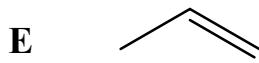
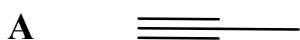


По 0,5 балла за каждое верное уравнение реакции с коэффициентами в ионном или молекулярном виде.

Всего максимум 14 баллов.

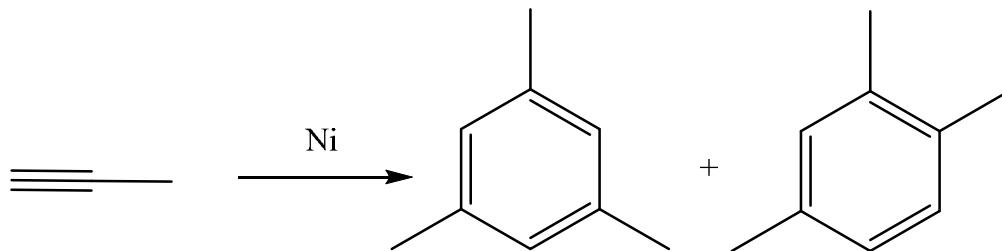
Задание 3.

1.



По 1 баллу за каждую верную структуру

2.



По 0,5 балла за каждую верную структуру

3. Кучеров, Хараш (Караш), Майо, Кижнер, Вольф, Клемменсен, Марковников, Линдлар (любые два из списка, по 0,5 балла)

Всего максимум 11 баллов.

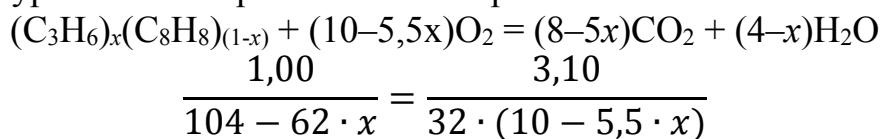
Задание 4.

1. Выразим массовую долю углерода через x :

$$0,9113 = \frac{12 \cdot 3 \cdot x + 12 \cdot 8 \cdot (1 - x)}{42 \cdot x + 104 \cdot (1 - x)} = \frac{96 - 60 \cdot x}{104 - 62 \cdot x}$$

Решением данного уравнения является $x = 0,35$ (2 балла). (Если были использованы точные массы элементов, $x = 0,34$).

2. Запишем уравнение сгорания сополимера:



Отсюда $x = 0,15$ (2 балла). (Если были использованы точные массы элементов, $x = 0,18$).

3. Вычислим значения мольных теплот сгорания сополимеров I и II, умножив удельную теплоту сгорания на молярную массу. Для образца I:

$$Q = 42,9 \cdot 82,3 = 3530,67 \text{ кДж/моль}$$

$$\text{Для образца II: } Q = 42,2 \cdot 94,7 = 3996,34 \text{ кДж/моль}$$

Известно, что мольные теплоты сгорания находятся в линейной зависимости от x , то есть:

$$Q = a + b \cdot x.$$

Составим систему и найдём параметры уравнения:

$$3530,67 = a + 0,35b$$

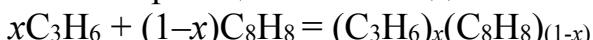
$$3996,34 = a + 0,15b$$

Откуда $b = -2328,35$, $a = 4345,59$.

Теперь вычислим значение x для образца III. Его мольная теплота сгорания равна $46,8 \cdot (104 - 62x)$. Тогда: $46,8 \cdot (104 - 62x) = 4345,59 - 2328,35x$.

Решением данного уравнения является $x = 0,91$ (2 балла) (Если были использованы точные массы элементов, $x \approx 1$. Ответ следует оценивать с учетом полученных в пунктах 1 и 2 значений).

4. Уравнение реакции полимеризации имеет вид:



Её тепловой эффект равен: $Q = x \cdot Q_{cgor}(C_3H_6) + (1-x) \cdot Q_{cgor}(C_8H_8) - Q_{cgor}((C_3H_6)_x(C_8H_8)_{(1-x)}) = 0,35 \cdot 2060 + 0,65 \cdot 4386 - 3530,67 = 41 \text{ кДж/моль}$ для образца I. (2 балла) (Ответ чувствителен к полученному в пункте 1 значению, правильность ответа следует оценивать исходя из этой величины.)

Всего максимум 8 баллов

Задание 5.

Из размерности константы скорости можно найти порядок реакции – он равен 1+степень литров в константе. Тогда:

А) Первый порядок. $v = kC_0 = 0,02 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, $t_{1/2} = \ln 2 / k = 35 \text{ мин}$.

Б) Второй порядок. $v = kC_0^2 = 0,0125 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, $t_{1/2} = 1 / kC_0 = 20 \text{ мин}$.

В) Нулевой порядок. $v = k = 0,01 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, $t_{1/2} = C_0 / 2k = 55 \text{ мин}$.

По 1 баллу за каждое верное значение с правильной размерностью (0,5 балла без размерности).

Всего максимум 6 баллов.