

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ХИМИЯ. 2025–2026 уч. г.

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 100.

Задача 1

Природное соединение **X** состоит из двух элементов, **A** и **B**. При сжигании его навески в атмосфере кислорода образовалось 12,96 г твёрдого простого вещества, образованного элементом **A**, и 1,344 л (в пересчёте на н. у.) газа, дающего осадок с известковой водой и обесцвечивающего бромную воду. Определите неизвестные элементы и вещество **X**, в ответе запишите их формулы.

Ответ

Элемент A –	Ag	(2 балла)
Элемент B –	S	(2 балла)
Вещество X –	Ag₂S	(4 балла)

Всего 8 баллов.

Решение

По описанию понятно, что газ – это SO₂, следовательно, элемент **B** – S. При обжиге сульфидов простое вещество образуется в том случае, если оксид элемента при нагревании разлагается. Таким свойством обладает серебро Ag – элемент **A**.

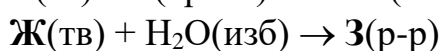
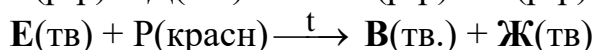
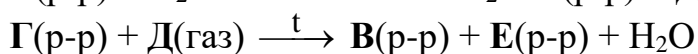
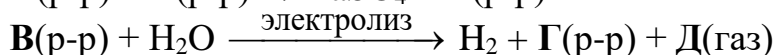
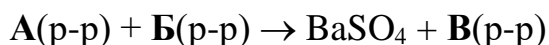
$$v(\text{Ag}) = 12,96 / 108 = 0,12 \text{ моль}$$

$$v(\text{S}) = v(\text{SO}_2) = 1,344 / 22,4 = 0,06 \text{ моль}$$

$$v(\text{Ag}) : v(\text{S}) = 2 : 1, \text{ следовательно формула } \mathbf{X} - \text{Ag}_2\text{S}.$$

Задача 2

Даны схемы превращений:



Вещество **A** окрашивает пламя в фиолетовый цвет, **B** – бинарное соединение, которое с раствором нитрата серебра даёт белый творожистый осадок.

Определите вещества **A–Ж**, в ответ введите их формулы.

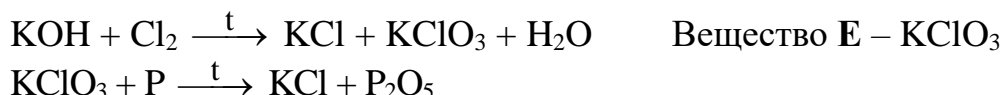
Ответ

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
K ₂ SO ₄	BaCl ₂	KCl	KOH	Cl ₂	KClO ₃	P ₂ O ₃ (P ₄ O ₆) или P ₂ O ₅ (P ₄ O ₁₀)	H ₃ PO ₄ или H ₃ PO ₃

По 1 баллу за каждый ответ. Итого 8 баллов.

Решение

Вещество **А** – сульфат металла, катионы которого окрашивают пламя в фиолетовый цвет, т.е. калия. **А** – K₂SO₄. **Б** – BaCl₂ (содержит Ba и даёт белый осадок с AgNO₃). Из первой реакции очевидно, что **В** – KCl. При электролизе раствора KCl образуются KOH (вещество **Г**) и Cl₂ (газ **Д**).



Вещество **Ж** – P₂O₅ (или P₂O₃ при недостатке KClO₃). С водой оксиды фосфора дают H₃PO₄ или H₃PO₃ (вещество **З**).

Задача 3 (№ 3–4)

Простое вещество – s-металл имеет плотность 1,7 г/см³. Концентрация валентных электронов в электронном облаке металла равна 142 моль/л. Определите металл и укажите число валентных электронов в его атоме.

Ответ

3. Формула металла –	Mg	(6 баллов)
4. Число валентных электронов в атоме =	2	(2 балла)

Всего за задания № 3–4 – 8 баллов.

Решение

Возьмём 1 л металла, тогда $\nu(\text{Me}) = 1000 \cdot 1,7 / M(\text{Me})$,

$\nu(e) = \nu(\text{Me}) \cdot N = 142$ (N – число валентных электронов в атоме). Отсюда $M(\text{Me}) = 12N$. При $N = 2$, $M(\text{Me}) = 24$ г/моль – Mg, атом содержит 2 валентных электрона.

Задача 4 (№ 5–6)

Массовая доля углерода в углеводороде C_xH_y составляет 92,3 %, а плотность паров по водороду равна 39. Этот углеводород обесцвечивает раствор брома, даёт осадок при взаимодействии с аммиачным раствором оксида серебра, а при исчерпывающем гидрировании превращается в соединение с неразветвлённым углеродным скелетом. При деструктивном окислении углеводорода подкисленным раствором перманганата калия образуются уксусная кислота, пропандиовая (малоновая) кислота и углекислый газ. Установите формулу углеводорода C_xH_y . Установите структуру углеводорода C_xH_y составьте уравнение его окисления. В ответ запишите отношение коэффициентов при $KMnO_4$ и C_xH_y с точностью до десятых.

Ответ

5. Формула углеводорода –	C_6H_6 (2 балла)
6. $\nu(KMnO_4) / \nu(C_xH_y) =$	2,8 (6 баллов) За ответ: 4,7 - 3 балла

Всего за задания № 5–6 – 8 баллов.

Решение

Углеводород – $CH_3-C\equiv C-CH_2-C\equiv CH$, ненасыщенный изомер бензола с открытой цепью. Уравнение реакции окисления:



$$\nu(KMnO_4) / \nu(C_6H_6) = 14/5 = 2,8$$

Задача 5 (№ 7)

7. Для нахождения молярной массы неизвестного вещества можно использовать измерение свойств его раствора. Одним из таких свойств является разность температур замерзания растворителя и раствора, которая находится по формуле:

$$\Delta T_{\text{замерзания}} = K \cdot m,$$

где K – криоскопическая константа растворителя [$K \cdot \text{кг}/\text{моль}$], m – моляльность раствора, т.е. количество растворённого вещества в 1 кг растворителя [$\text{моль}/\text{кг}$].

Навеску сахарозы ($C_{12}H_{22}O_{11}$) массой 34,2 г растворили в 500 г воды. На сколько градусов температура замерзания раствора меньше температуры замерзания воды (в $^{\circ}\text{C}$)? $K(H_2O) = 1,86 K \cdot \text{кг}/\text{моль}$. В ответ введите число с точностью до сотых.

Ответ: 0,37 и диапазон от 0,37 до 0,38, принимается также –0,37 и диапазон от –0,38 до –0,37. За верный ответ 6 баллов.

За ответ в диапазоне $[0,35; 0,37]$ и $(0,38; 0,4]$ выставляется 3 балла.

Решение

Найдём моляльность раствора. На 1 кг воды приходится $34,2 \cdot 1000 / 500 = 68,4$ г сахарозы, что составляет $68,4 / 342 = 0,2$ моль. $m = 0,2$ моль/кг. Температура замерзания раствора меньше температуры замерзания воды на $\Delta T_{\text{замерзания}} = 1,86 \cdot 0,2 = 0,372 \approx 0,37$ К.

Задача 6 (№ 8–9)

Серый порошок массой 11,0 г, представляющий собой смесь бертолетовой соли и бинарного вещества X, аккуратно нагревали до тех пор, пока масса твёрдого остатка не перестала уменьшаться, в результате выделилось 2,69 л (н. у.) газа, поддерживающего горение. Твёрдый остаток перемешали с водой, при этом часть остатка не растворилась. Осадок отфильтровали и высушили. Высушенный осадок, являющийся веществом X, содержит 36,8 % кислорода по массе.

8. Определите вещество X, в ответ запишите его формулу.

Ответ

Формула X –	MnO₂	(4 балла)
-------------	------------------------	-----------

9. Какова массовая доля (%) бертолетовой соли в исходном порошке? В ответ введите число, округлив его до целого значения.

Ответ

$\omega\%(\text{KClO}_3) =$	89 (принимать диапазон от 89 до 90)	(4 балла)
-----------------------------	--	-----------

Всего за задания № 8–9 – 8 баллов.

Решение

8. Вещество X – MnO₂ ($\omega(\text{O}) = 32/87 = 0,368$), катализатор разложения бертолетовой соли.

9. Газ, поддерживающий горение, – кислород O₂.



$$v(\text{O}_2) = 2,69 / 22,4 = 0,12 \text{ моль}$$

$$v(\text{KClO}_3) = 2/3 \cdot 0,12 = 0,08 \text{ моль}$$

$$m(\text{KClO}_3) = 0,08 \cdot 122,5 = 9,8 \text{ г}$$

$$\omega \text{ KClO}_3 = 9,8 / 11,0 = 0,89 = 89 \%$$

Задача 7 (№ 10–11)

При обработке циклоалкена **Z**, не содержащего первичных атомов углерода, холодным водным раствором перманганата калия образовалось только одно органическое вещество, причём массовые доли углерода в циклоалкене и в продукте окисления различаются в 1,414 раза.

10. Определите циклоалкен **Z**. Запишите в ответ его молекулярную формулу и название.

Ответ

Формула Z	C₆H₁₀	(6 баллов)
Название Z	циклогексен	(2 балла)

11. Составьте уравнение реакции окисления циклоалкена **Z** холодным водным раствором перманганата калия. В ответ запишите сумму двух коэффициентов – перед перманганатом калия и перед циклоалкеном **Z** (коэффициенты – минимальные натуральные числа).

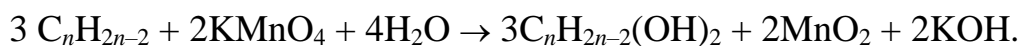
Ответ

Сумма двух коэффициентов =	5	(2 балла)
----------------------------	----------	-----------

Всего за задания № 10–11 – 10 баллов

Решение

Циклоалкен – C_nH_{2n-2}. При мягком окислении двойная связь в цикле присоединяет две группы OH:



Соотношение между массовыми долями углерода в циклоалкене и в циклическом диоле:

$$\frac{12n}{12n + 2n - 2} = 1,414 \cdot \frac{12n}{12n + 2n - 2 + 2 \cdot 17}$$

или

$$14n + 32 = 1,414 \cdot (14n - 2),$$

$n = 6$. Формула **Z** – C₆H₁₀. По условию, циклоалкен – неразветвлённый, название – циклогексен.

Сумма двух коэффициентов в уравнении окисления: $3 + 2 = 5$.

Задача 8 (№ 12)

Имеется смесь этана и ацетилена.

- 1) Рассчитайте объём (л) углекислого газа, который образуется при полном сжигании 15 л данной смеси. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.
- 2) Такую же смесь пропустили через избыток бромной воды, при этом объём газа уменьшился в 10 раз (объёмы измерены при одинаковых условиях). Рассчитайте среднюю молярную массу (г/моль) исходной смеси. В ответе запишите число с точностью до десятых.

Ответ

1) $V(\text{CO}_2)$, л =	30 (2 балла)
2) $M(\text{смеси})$, г/моль =	26,4 (4 балла) Ответ в диапазоне от 26 до 26,3 и от 25,4 до 26,8 оценивается 2 баллами

Ответ в

Всего за задание № 12 – 6 баллов.

Решение

- 1) При сгорании каждого углеводорода образуется по 2CO_2 , следовательно, $V(\text{CO}_2) = 2V(\text{смеси}) = 30$ л.
- 2) При пропускании через бромную воду ацетилен поглощается, а остаётся этан, объём которого в 10 раз меньше объёма смеси. Значит, в исходной смеси объёмное соотношение $\text{C}_2\text{H}_6 : \text{C}_2\text{H}_2 = 1 : 9$. Средняя молярная масса смеси:

$$M(\text{смеси}) = \frac{1 \cdot 30 + 9 \cdot 26}{1 + 9} = 26,4 \text{ г/моль.}$$

Задача 9 (№ 13–15)

Гомологи – это вещества, обладающие схожим строением и свойствами и отличающиеся по составу на одну или несколько *гомологических разностей* – повторяющихся структурных единиц. Чаще всего гомологической разностью называют фрагмент $-\text{CH}_2-$. Однако могут быть и другие структурные единицы, выступающие в этой роли.

Газообразное вещество **А** состоит из двух элементов, имеет плотность по гелию 25, при его полимеризации образуется вещество, которое используется для создания антипригарных покрытий. Вещество **Б** – ближайший гомолог **А**, также состоит из двух элементов, а его относительная молекулярная масса не превышает 160.

13. Как в быту называется полимер, получаемый из вещества **А**?

Ответ

Название полимера –	тефлон
---------------------	---------------

14. Чему равны относительные молекулярные массы **А** и **Б**? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ

$M_r(\text{А}) =$	100
$M_r(\text{Б}) =$	150

15. Какой фрагмент является гомологической разностью? В ответ введите химическую формулу (например, CH_2).

Ответ

Формула гомологической разности –	CF_2 или F_2C
-----------------------------------	---

По 2 балла за каждый ответ.

Всего за задания № 13–15 – 8 баллов.

Решение:

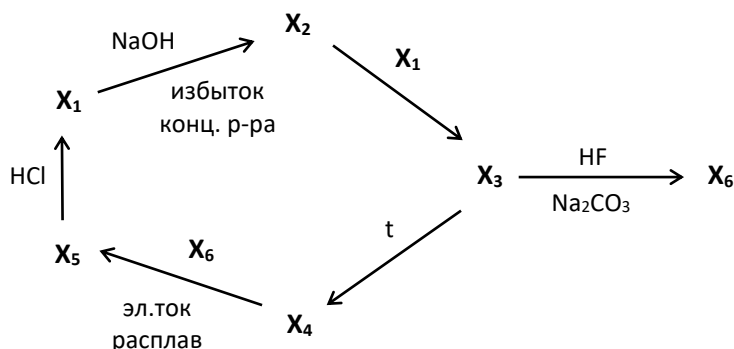
13. Вещество **А** – тетрафторэтилен C_2F_4 (молярная масса равна 100 г/моль, можно проверить по плотности по гелию), бытовое название – тефлон, или фторопласт. Догадаться о тетрафторэтилене можно по намёку об антипригарных покрытиях, которые изготавливаются из тефлона. $M_r(\text{А}) = 100$.

14. Вещество **Б** – также бинарное, следовательно, состоит только из атомов углерода и фтора. Тетрафторэтилен – простейший представитель алкенов, в которых все атомы водорода замещены на атомы фтора, следовательно, общая формула этого класса соединений C_nF_{2n} , а гомологическая разница – это $-\text{CF}_2-$. У второго члена гомологического ряда C_3F_6 молярная масса равна $100 + 50 = 150$ г/моль, следовательно, он является веществом **Б**.

15. Гомологическая разность в ряду полностью замещённых фторалкенов: CF_2 .

Задача 10 (№ 16)

Дана цепочка превращений. Все вещества X_1 – X_6 содержат атомы одного и того же элемента.



Массовая доля этого элемента в X_3 равна 34,6 %. Вещество X_5 – продукт электролиза на катоде. Определите вещества X_1 – X_6 , в ответе укажите их молярные массы. При расчёте молярные массы элементов округляйте до целых, кроме хлора, его молярную массу примите равной 35,5 г/моль.

Ответ

Вещество	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Молярная масса	133,5	198, или 118, или 154	78; засчитывается также ответ: 156 ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$)	102	27	210; засчитывается также ответ: 126 ($NaAlF_4$)

По 2 балла за каждый ответ. Итого 12 баллов.

Решение

Вещество	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Формула	$AlCl_3$	$Na_3[Al(OH)_6]$, или $Na[Al(OH)_4]$, или $Na[Al(OH)_4(H_2O)_2]$	$Al(OH)_3$	Al_2O_3	Al	$Na_3[AlF_6]$
Молярная масса (г/моль)	133,5	198, или 118, или 154	78	102	27	210

Задача 11 (№ 17–19)

В навеске некоторого вещества А массой 320 мг содержится $4,82 \cdot 10^{21}$ атомов элемента X, $9,63 \cdot 10^{21}$ атомов водорода и $7,22 \cdot 10^{21}$ атомов кислорода. При аккуратном нагревании А разлагается с образованием газа В (бинарного соединения) и паров воды. При действии щёлочи на вещество А выделяется газ С.

17. Определите химический элемент X. В поле для ответа введите символ этого элемента.

Ответ

X	N	(2 балла)
---	---	-----------

18. Определите общее число атомов в формульной единице вещества А.

Ответ

Число атомов =	9	(2 балла)
----------------	---	-----------

19. Определите вещества В и С. В поля для ответа введите формулы этих веществ.

Ответ

В	С
N ₂ O	NH ₃

По 2 балла за каждую верную формулу. Итого 4 балла.

Всего за задания № 17–19 – 8 баллов.

Решение

Газ С – NH₃ (выделяется из раствора при действии щёлочи), тогда элемент X – N. Найдём отношение числа атомов элементов в А (в моли можно не переводить):

$$N(N) : N(H) : N(O) = (4,82 \cdot 10^{21}) : (9,63 \cdot 10^{21}) : (7,22 \cdot 10^{21}) = 2 : 4 : 3.$$

Формула А – N₂H₄O₃, это – нитрат аммония, NH₄NO₃. В формульной единице – 9 атомов. Уравнение разложения NH₄NO₃ при нагревании



Газ В – N₂O.

Задача 12 (№ 20–21)

Раствор хлорида некоторого металла **X** разделили на 4 пробирки и провели опыты, описанные в таблице ниже.

№ пробирки	Ход исследования	Наблюдения
1	Добавили раствор тиоцианата (роданида) калия	Раствор приобрёл интенсивную кроваво-красную окраску
2	Раствор подкислили соляной кислотой и добавили гранулы алюминия	Выделялся газ A , сначала медленно, но потом реакция ускорилась; раствор сильно разогрелся; бурая окраска раствора исчезла; через несколько секунд образовалась непрозрачная суспензия, содержащая частички простого вещества B тёмно-серого цвета, которые притягивались к магниту
3	В раствор пропустили бесцветный газ C с резким запахом	Бурая окраска раствора исчезла, раствор практически полностью обесцветился; при добавлении к полученному раствору хлорида бария выпал осадок белого цвета
4	В раствор пропустили бесцветный газ D с неприятным запахом	Бурая окраска раствора исчезла, раствор помутнел за счёт образования осадка простого вещества светло-жёлтого цвета

20. Определите химический элемент **X**. В поле для ответа введите символ этого элемента.

Ответ

X	Fe	(2 балла)
----------	-----------	-----------

21. Определите вещества **A–D**. В поля для ответа введите их молярные массы (г/моль) с точностью до целых.

Ответ

A	B	C	D
2	56	64	34

По 2 балла за каждый верный ответ. Всего за задания № 20–21 – 10 баллов.

Решение

Изменения в пробирке № 1 говорят о том, что исходный хлорид – FeCl_3 .

Пробирка № 2. В растворе FeCl_3 среда кислая из-за гидролиза, поэтому сначала алюминий растворяется с выделением H_2 (газ **A**, $M = 2$ г/моль), затем происходит восстановление FeCl_3 алюминием до Fe (простое вещество **B**, $M = 56$ г/моль).

Пробирка № 3. FeCl_3 восстанавливается сернистым газом SO_2 (газ **C**, $M = 64$ г/моль): $2\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$.

Пробирка № 4. FeCl_3 восстанавливается сероводородом H_2S (газ **D**, $M = 34$ г/моль): $2\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{FeCl}_2 + \text{S}\downarrow + 2\text{HCl}$.