

**Решения и критерии оценивания районного этапа всероссийской олимпиады
школьников по химии в 2025/26 учебном году
Теоретическая часть**

10 Класс

№1

I вариант

Решение:

Продуктом клеточного дыхания аэробных организмов является углекислый газ (**В**). Он получается при окислении кислородом угарного газа (**А**). Тогда исходное простое вещество **Х** – углерод.

СО при пропускании под давлением через горячий раствор щелочи образует формиаты – соли муравьиной кислоты (**Д**). Являясь восстановителем, восстанавливает серебро из раствора гидроксида диаминсеребра, переходя при этом в карбонат аммония (**Е**).

Наиболее сложным является переход **А** – **Е**. Однако в тексте задачи указано, что данная реакция является реакцией присоединения. Следовательно, получится вещество с брутто-формулой $M(CO)_x$. Массовая доля никеля в полученном продукте соответствует $x = 4$.

1. Расшифровка неизвестных веществ

Х	А	В	С	Д	Е	Е
С	СО	CO ₂	Na ₂ CO ₃	HCOONa	Ni(CO) ₄ Допускается Ni ₂ (CO) ₈	(NH ₄) ₂ CO ₃

2. Уравнения реакций

- 1) $C + PbO = Pb + CO$
- 2) $2CO + O_2 = 2CO_2$
- 3) $CO_2 + 2NaOH_{изб.} = Na_2CO_3 + H_2O$
- 4) $CO + NaOH = HCOONa$
- 5) $Ni + 4CO = Ni(CO)_4$
- 6) $CO + 2[Ag(NH_3)_2]OH = 2Ag + 2NH_3 + (NH_4)_2CO_3$

II вариант

Продуктом клеточного дыхания аэробных организмов является углекислый газ (**В**). Он получается при окислении кислородом угарного газа (**А**). Тогда исходное простое вещество **Х** – углерод.

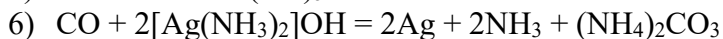
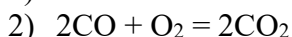
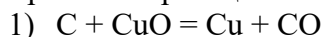
СО при пропускании под давлением через горячий раствор щелочи образует формиаты – соли муравьиной кислоты (**Д**). Являясь восстановителем, восстанавливает серебро из раствора гидроксида диаминсеребра, переходя при этом в карбонат аммония (**Е**).

Наиболее сложным является переход **А** – **Е**. Однако в тексте задачи указано, что данная реакция является реакцией присоединения. Следовательно, получится вещество с брутто-формулой $M(CO)_x$. Массовая доля железа в полученном продукте соответствует $x = 5$.

1. Расшифровка неизвестных веществ

Х	А	В	С	Д	Е	Е
С	СО	CO ₂	NaHCO ₃	HCOONa	Fe(CO) ₅ Допускается Fe ₂ (CO) ₉	(NH ₄) ₂ CO ₃

2. Уравнения реакций



Рекомендации к оцениванию:

1. Расшифровка веществ: 0,5 балла за карбонилы, по 0,25 балла за остальные вещества 2,0 балла

2. Уравнения реакций по 0,5 балла 3,0 балла

ИТОГО: 5 баллов

№2

I вариант

Решение:

Образование белого творожистого осадка при добавлении раствора нитрата серебра указывает на присутствие хлорид-иона, а желтое окрашивание пламени – на присутствие иона натрия. Тогда исходное вещество – натриевая соль некоторой летучей кислоты, соль которой с ионом аммония разлагается при нагревании. Можно предположить, что газообразные вещества, выделившиеся в ходе реакции, – это аммиак и летучая кислота, кислотный остаток которой входил в состав исходной натриевой соли. Пусть n – основность этой летучей кислоты, а M – молярная масса кислотного остатка. Уравнение реакции можно записать так: $Na_nX + n NH_4Cl = n NaCl + H_nX + n NH_3$

$$M(NH_4Cl) = 14 + 4 + 35,5 = 53,5 \text{ г/моль}$$

По уравнению реакции, если взять 53,5n г NH_4Cl выделится $(18n + M)$ г газов

Из условия задачи, если взять 2,14 г NH_4Cl выделится 1,36 г газов,

$$\text{Откуда } 2,14 \cdot 18n + 2,14 \cdot M = 1,36 \cdot 53,5 \quad 72,76n - 38,52n = 34,24n = 2,14M \quad \text{или } 16n = M$$

$$\text{При } n=1 \quad M = 16$$

$$n=2 \quad M = 32$$

$$n=3 \quad M = 48$$

единственное возможное решение $M = 32$, $n = 2$.

Таким образом, соль – Na_2S , уравнение реакции:



II вариант

Решение:

Образование белого творожистого осадка при добавлении раствора нитрата серебра указывает на присутствие хлорид-иона, а фиолетовое окрашивание пламени – на присутствие иона калия. Тогда исходное вещество – калиевая соль некоторой летучей кислоты, соль которой с ионом аммония разлагается при нагревании. Можно предположить, что газообразные вещества, выделившиеся в ходе реакции, – это аммиак и летучая кислота, кислотный остаток которой входил в состав исходной калиевой соли.

Пусть n – основность этой летучей кислоты, а M – молярная масса кислотного остатка.

Уравнение реакции можно записать так: $K_nX + n NH_4Cl = n KCl + H_nX + n NH_3$

$$M(NH_4Cl) = 14 + 4 + 35,5 = 53,5 \text{ г/моль}$$

По уравнению реакции, если взять 53,5n г NH_4Cl выделится $(18n + M)$ г газов

Из условия задачи, если взять 2,675 г NH_4Cl выделится 1,7 г газов,
 Откуда $2,675 \cdot 18n + 2,675 \cdot M = 1,7 \cdot 53,5$ $n = 90,95n - 48,15n = 42,8n = 2,675M$ или $16n = M$
 При $n=1$ $M = 16$
 $n=2$ $M = 32$
 $n = 3$ $M = 48$

единственное возможное решение $M = 32$, $n = 2$.

Таким образом, соль – K_2S , уравнение реакции:



Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|---------------|--|-----------------|
| 1. | Определение состава сухого остатка | 1 балл |
| 2. | Проведение расчета для установления формулы соли | 3 балла |
| 3. | Уравнение реакции | 1 балл |
| ИТОГО: | | 5 баллов |

№3

I вариант

Решение:

- Запишем уравнение протекающей реакции:

$$\text{M} + n\text{HCl} \rightarrow \text{MCl}_n + n/2\text{H}_2\uparrow$$
- Масса хлороводорода в растворе:
 $m(\text{HCl}) = 132,88 \cdot 0,1 = 13,288$ (г).
- Массы выделившегося водорода и кислотного остатка:
 $m(\text{H}_2) = 13,288 \cdot (1/36,5) = 0,364$ г;
 $m(\text{Cl}^-) = 13,288 - 0,364 = 12,924$ (г).
- Пусть a г – масса навески металла. Тогда масса раствора после реакции:
 $m(\text{р-ра}) = 132,88 + a - 0,364 = (132,516 + a)$ (г).
 Массу навески находим из соотношения:
 $(a + 12,924)/(a + 132,516) = 0,1609$
 Откуда $a = 10,00$ г.
- Из уравнения реакции можем утверждать, что
 при реакции 10,00 г металла выделяется 0,364 г водорода,
 а при реакции A г x г водорода.
- Откуда $A = 27,47$ г
- Для $x = 1$ ($A = 27,47$ г/моль) такого металла нет; $x = 2$ ($A = 54,94$ г/моль) металл Mn
 Для $x = 3$ ($A = 82,41$ г/моль) такого металла нет; $x=4$ $A = 109,88$ г/моль – атомная
 масса между Ag и Cd, ни один из них не может быть четырёхвалентным. Подходит
 только Mn
- ОТВЕТ: марганец (Mn); масса 10,00 г
- Электронная конфигурация атома: $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^5 4s^2$; иона: $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^5$
- Атом марганца содержит 25 протонов, 25 электронов
- Реакция $\text{Mn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$

II вариант

Решение:

1. Запишем уравнение протекающей реакции:

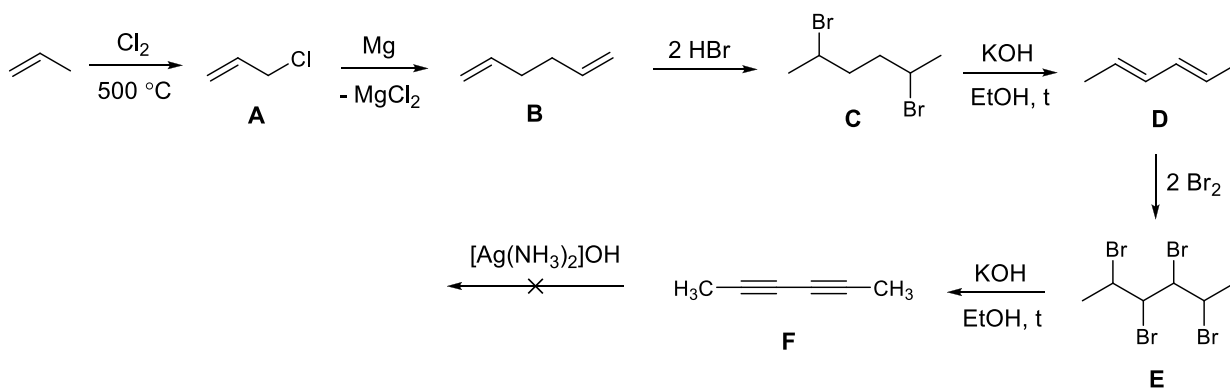


2. Масса хлороводорода в растворе:
 $m(HCl) = 146,2 \cdot 0,1 = 14,62$ (г).
3. Массы выделившегося водорода и кислотного остатка:
 $m(H_2) = 14,62 \cdot (1/36,5) = 0,4$ г;
 $m(Cl^-) = 14,62 - 0,4 = 14,22$ (г).
4. Пусть a г – масса навески металла. Тогда масса раствора после реакции:
 $m(p-ра) = 146,2 + a - 0,4 = (145,8 + a)$ (г).
 Массу навески находим из соотношения:
 $(a + 14,22)/(a + 145,8) = 0,1651$.
 Откуда $a = 11,80$.
5. Из уравнения реакции можем утверждать, что
 при реакции 11,80 г металла выделяется 0,4 г водорода,
 а при реакции A г x г водорода.
6. Откуда $A = 29,5 x$
7. Для $x = 1$ ($A = 29,5$ г/моль) такого металла нет; $x = 2$ ($A = 59,0$ г/моль) металл Со г/моль (58,93 г/моль отличие в 0,05%). Для $x = 3$ ($A = 88,5$) металл – иттрий 88,9 г/моль, отличие в 0,5% и раствор бесцветный) Для $x = 4$ $A = 118,0$ металл олово ($A = 118,7$ г/моль но при взаимодействии с HCl дает дихлорид; для $x=5$ $A = 147,5$ г/моль – область редкоземельных элементов. Подходит только Со.
8. ОТВЕТ: кобальт (Со); масса 11,8 г
9. Электронная конфигурация атома: $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^7 4s^2$; иона: $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^7$
10. Атом кобальта содержит 27 протонов, 27 электронов
11. Реакция $Co + 2HCl \rightarrow CoCl_2 + H_2\uparrow$

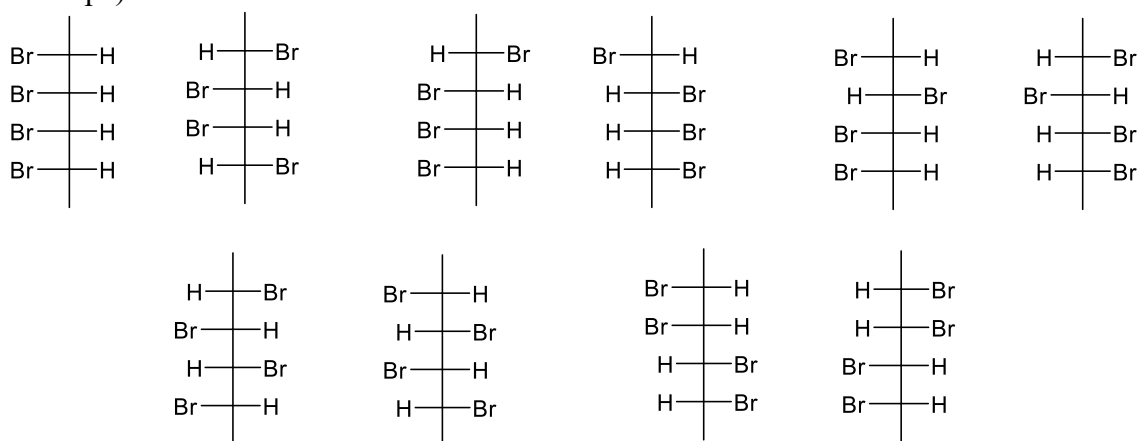
Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Уравнение реакции | 0,5 балла |
| 2. Определение металла | 1 балл |
| 3. Определение массы взятого металла | 1 балл |
| 4. Содержание протонов, электронов в атоме металла | 0,5 балла |
| 5. Содержание протонов и электронов в хлориде | 1 балл |
| 3. Электронная конфигурация металла и иона (по 0,5 балла) | 1 балл |

ИТОГО:**5 баллов****№4****I вариант****Решение:**

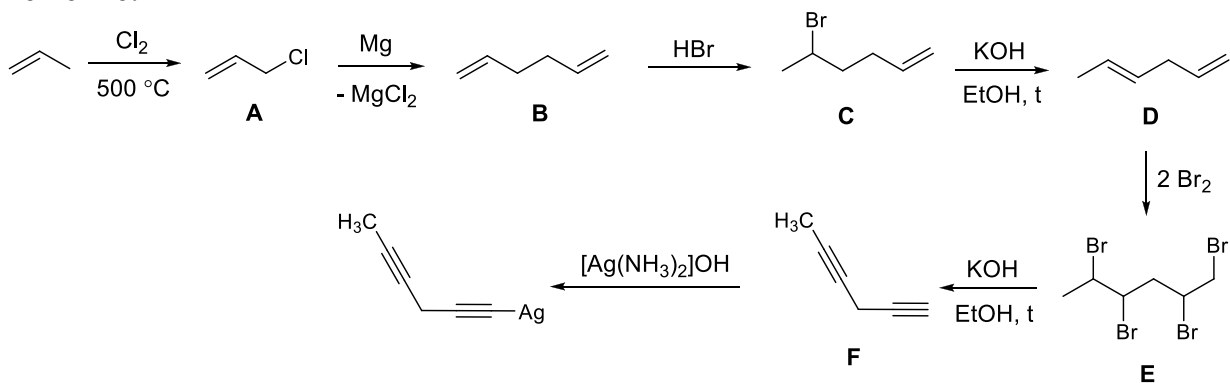


Соединение **E** может образовывать 10 стереоизомеров (показаны в виде проекций Фишера):

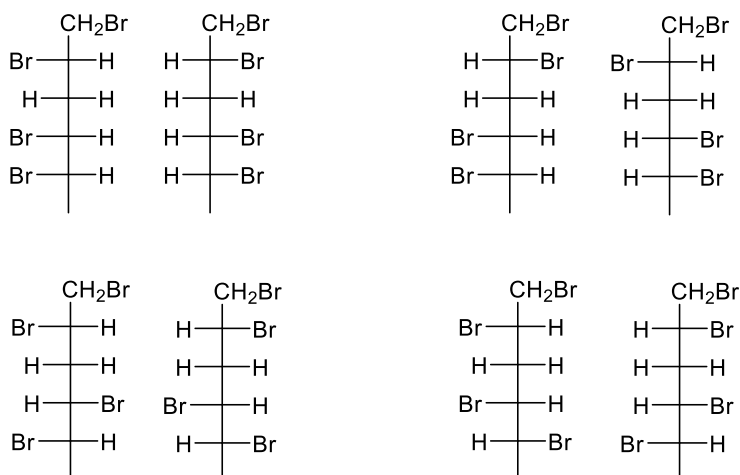


II вариант

Решение:



Соединение **E** может образовывать 8 стереоизомеров (показаны в виде проекций Фишера):



Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Структурные формулы веществ A-E – по 0.7 балла
(принимаются любые стереоизомеры соединения D) | 3.5 балла |
| 2. Структурная формула вещества F – 1 балл | 1 балл |
| 3. Число стереоизомеров E – 0.5 балла | 0.5 балла |

№5

I вариант

Решение

Количество выделившей теплоты может быть рассчитано по формуле:

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t,$$

где Q – количество теплоты, C – удельная теплоемкость, m – масса, Δt – изменение температуры.

Тогда в соответствии с данными задачи

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t = 4.18 \cdot (100 + 5) \cdot 11.2 = 4.92 \text{ кДж}$$

Мольная теплота растворения Q_m составит

$$Q_m = 4.92 \cdot 56 / 5 = 55.06 \text{ кДж/моль}$$

II вариант

Решение

Количество выделившей теплоты может быть рассчитано по формуле:

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t,$$

где Q – количество теплоты, C – удельная теплоемкость, m – масса, Δt – изменение температуры.

Тогда в соответствии с данными задачи

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t = 4.18 \cdot (500 + 7.4) \cdot 4.2 = 8.91 \text{ кДж}$$

Мольная теплота растворения Q_m составит

$$Q_m = 8.91 \cdot 40 / 7.4 = 48.2 \text{ кДж/моль}$$

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|---------|
| 1. Уравнение связи теплоты, массы, теплоемкости и изменения температуры | 1 балл |
| 2. Расчет теплоты, выделившейся при растворении приведенной в условии массы | 2 балла |
| 3. Расчет мольной теплоты растворения | 2 балла |

ИТОГО: 5 баллов