

Отборочный (районный) этап. Теоретический тур

8 класс

№ 1

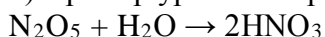
1 вариант

1) По составу кислот HXO_3 и H_3ZO_4 можно вычислить степень окисления **X** и **Z**: +5. Следовательно, речь идет об элементах V группы: азот (**X**), фосфор (**Y**), мышьяк (**Z**).

2)

Формула кислоты	Название кислоты
HNO_3	азотная
H_3PO_4	фосфорная (ортофосфорная)
HPO_3	метафосфорная
H_3AsO_4	мышьяковая

3) Пример уравнения реакции:



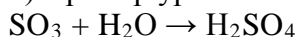
2 вариант

1) По составу кислот H_2YO_4 и H_2ZO_4 можно вычислить степень окисления **Y** и **Z**: +6. Значит, речь идет об элементах VI группы: кислород (**X**), сера (**Y** или **Z**), селен (**Z** или **Y**).

2)

Формула кислоты	Название кислоты	Название соли
H_2SO_4	серная	сульфат
H_2SeO_4	селеновая	селенат

3) Пример уравнения реакции:



Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Элементы X , Y , Z по 0.5 балла | 1.5 балла |
| 2. Каждое название по 0.5 балла | 2 балла |
| 3. Уравнение реакции | 1.5 балла |

ИТОГО: 5 баллов

№ 2

1 вариант

1) Обозначим число моль CaCO_3 в смеси через X , а число моль MgCO_3 — Y .

Тогда, с учетом молярных масс карбонатов: $100X + 84Y = 12$

Рассчитаем количество моль протонов: $n(\text{p}) = 1.63 \cdot 20^{24} / (6.02 \cdot 10^{23}) = 2.71$ моль

Но в 1 моле CO_2 содержится 22 протона, следовательно, $n(\text{CO}_2) = n(\text{p}) / 22 = 0.123$ моль

2) Разложение карбонатов происходит по реакциям:



3) Число моль выделяющегося CO_2 соответствует числу моль карбоната, т.е. второе уравнение, необходимое для расчета состава смеси:

$$X + Y = 0.123$$

$$100X + 84Y = 12$$

$$\text{Откуда } X = 0.104 \quad Y = 0.019$$

$$4) \text{Масса } \text{CaCO}_3 = 10.4 \text{ г} \quad \text{MgCO}_3 = 1.6 \text{ г}$$

$$w(\text{CaCO}_3) = 86.7 \% \quad w(\text{MgCO}_3) = 13.3 \%$$

1) Обозначим число моль CaCO_3 в смеси через X , а число моль MgCO_3 — Y .

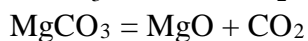
Тогда, с учетом молярных масс карбонатов: $100X + 84Y = 12$

2 вариант

Рассчитаем количество моль протонов: $n(e^-) = 1.63 \cdot 20^{24} / (6.02 \cdot 10^{23}) = 2.71$ моль

Но в 1 моле CO_2 содержится 22 электрона, следовательно, $n(CO_2) = n(e^-) / 22 = 0.123$ моль

2) Разложение карбонатов происходит по реакциям:



3) Число моль выделяющегося CO_2 соответствует числу моль карбоната, т.е. второе уравнение, необходимое для расчета состава смеси:

$$X + Y = 0.123$$

$$100X + 84Y = 12$$

Откуда $X = 0.104$ $Y = 0.019$

4) Масса $CaCO_3 = 10.4$ г $MgCO_3 = 1.6$ г

$w(CaCO_3) = 86.7\%$ $w(MgCO_3) = 13.3\%$

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|---------|
| 1. Определено количество моль CO_2 | 1 балл |
| 2. Уравнения реакции по 0.5 балла | 1 балл |
| 4. Рассчитаны массовые доли $CaCO_3$ и $MgCO_3$ | 3 балла |

ИТОГО: 5 баллов

№ 3

1 вариант

	С						П			
Ж	Е	Л	Е	З	О		А			
	Р				Л		Р		М	
	Е				О		А		Е	
	Б				В		Ц		Д	
А	Р	И	С	Т	О	Т	Е	Л	Ь	
	О						Л			
							Ь			
							С			

2 вариант

								Р		
					О			Т		
	З				Г	Л	А	У	Б	Е
	О				О			Т		
П	Л	А	Т	О	Н			Ь		
	О				Ь					
	Т									
В	О	Д	А							

Рекомендации к оцениванию:

- Отгадано 1 слово – 1 балл
 Отгаданы 2 слова – 2 балла
 Отгаданы 3 слова – 2.5 балла
 Отгаданы 4 слова – 3.5 балла
 Отгаданы 5 слов – 4 балла
 Отгаданы 6 слов – 5 баллов

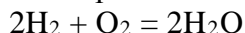
5 баллов

ИТОГО: 5 баллов**№ 4****1 вариант**

Газ **Б** является благородным, и он так же должен быть легче воздуха. Кроме того сказано, что плотность газа **Б** (а значит и его молярная масса) вдвое больше чем плотность газа **А**. Молярная масса водорода равна 2 г/моль, следовательно газ **Б** имеет молярную массу 4 г/моль, что соответствует гелию. **Б – He**

Установить газы **А** и **Б** можно и в обратном порядке. Сначала указать на то, что единственным благородным газом легче воздуха является гелий, а потом, поделив его молярную массу на два, показать, что газ **А** – водород.

Водород реагирует с кислородом с образованием воды:



При нормальных условиях один моль любого газа занимает объём 22,4 л. Чтобы узнать количество газа, необходимое для заполнения оболочки дирижабля, необходимо объём оболочки поделить на молярный объём. Перед этим необходимо перевести кубометры в литры.

$$n(\text{He}) = \frac{V}{V_{\text{одного моля}}} = \frac{200000 \text{ м}^3 \cdot 1000 \frac{\text{л}}{\text{м}^3}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 8,93 \cdot 10^6 \text{ моль}$$

$$n(\text{He}) = 8,93 \cdot 10^6 \text{ моль}$$

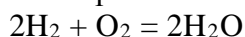
Водород используется как восстановитель в металлургии и в химических лабораториях, в промышленном синтезе аммиака, хлороводорода, метанола, как экологичное топливо, при гидрировании непредельных жирных кислот в пищевой промышленности, в процессе гидрообессеривания нефти.

2 вариант

Газ **Б** является благородным, и он так же должен быть легче воздуха. Кроме того сказано, что плотность газа **Б** (а значит и его молярная масса) вдвое больше чем плотность газа **А**. Молярная масса водорода равна 2 г/моль, следовательно газ **Б** имеет молярную массу 4 г/моль, что соответствует гелию. **Б – He**

Установить газы **А** и **Б** можно и в обратном порядке. Сначала указать на то, что единственным благородным газом легче воздуха является гелий, а потом, поделив его молярную массу на два, показать, что газ **А** – водород.

Водород реагирует с кислородом с образованием воды:



При нормальных условиях один моль любого газа занимает объём 22,4 л. Чтобы узнать количество газа, необходимое для заполнения оболочки дирижабля, необходимо объём оболочки поделить на молярный объём. Перед этим необходимо перевести кубометры в литры.

$$n(\text{He}) = \frac{V}{V_{\text{одного моля}}} = \frac{4500 \text{ м}^3 \cdot 1000 \frac{\text{л}}{\text{м}^3}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 2,01 \cdot 10^5 \text{ моль}$$

$$n(\text{He}) = 2,01 \cdot 10^5 \text{ моль}$$

Гелий находит применение как газ для создания инертной атмосферы в промышленности и при химических синтезах, в медицине как компонент дыхательных смесей и при лечении астмы, теплоноситель в ядерных реакторах, наполнитель воздушных шариков.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Газы А, Б по 0.75 балла | 2.5 балла |
| Уравнение реакции – 1 балл | |
| 2. Количество вещества (с расчетом) – 1 балл | 1 балл |
| 3. Примеры использования по 0.75 балла | 1.5 балла |
| ИТОГО: 5 баллов | |

№ 5

1 вариант

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1) $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$ | азот |
| 2) $2\text{K} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl}$ | хлорид калия |
| 3) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ | оксид углерода (IV), углекислый газ |
| 4) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 = \text{Mg}(\text{NO}_2)_2 + \text{O}_2$ | нитрат магния |
| 5) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | гидросульфат натрия |

2 вариант

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1) $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ | кислород |
| 2) $\text{Mg} + \text{Br}_2 = \text{MgBr}_2$ | бромид магния |
| 3) $\text{CaO} + \text{SO}_3 = \text{CaSO}_4$ | оксид серы (VI), серный ангидрид |
| 4) $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$ | нитрат калия |
| 5) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | дигидрофосфат натрия |

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---------------------------------|-----------|
| 1. Верная формула по 0.5 балла | 2.5 балла |
| 2. Верное название по 0.5 балла | 2.5 балла |
| ИТОГО: 5 баллов | |

9 класс

№ 1

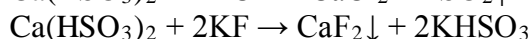
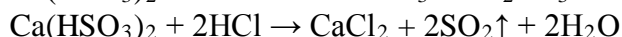
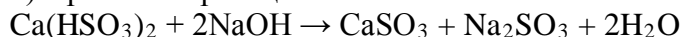
1 вариант

1) Заметим, что сумма массовых долей $\omega(\text{Ca}) + \omega(\text{S}) + \omega(\text{O}) = 19,80 + 31,61 + 47,52 = 98,93\% \neq 100\%$. Значит, вещество содержит еще четвертый элемент. Поскольку его содержание очень незначительно ($\omega = 100 - 98,93 = 1,07\%$), логично предположить, что четвертый элемент – водород. Пусть формула искомого соединения $\text{Ca}_x\text{S}_y\text{O}_z\text{H}_k$, тогда

$$x : y : z : k = \frac{19,80}{40} : \frac{31,61}{32} : \frac{47,52}{16} : \frac{1,07}{1} = 0,495 : 0,988 : 2,97 : 1,07 = 1 : 2 : 6 : 2$$

Таким образом, **X** – $\text{CaS}_2\text{O}_6\text{H}_2$ или $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$, гидросульфит кальция, относится к классу кислых солей.

2) Уравнения реакций:



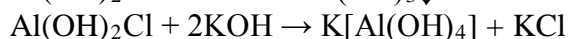
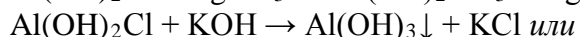
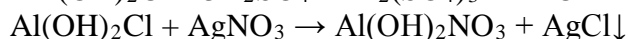
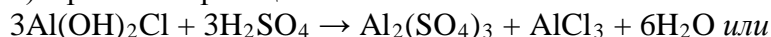
2 вариант

1) Заметим, что сумма массовых долей $\omega(\text{Al}) + \omega(\text{O}) + \omega(\text{Cl}) = 27,98 + 33,16 + 36,79 = 97,93\% \neq 100\%$. Значит, вещество содержит еще четвертый элемент. Поскольку его содержание очень незначительно ($\omega = 100 - 97,93 = 2,07\%$), логично предположить, что четвертый элемент – водород. Пусть формула искомого соединения $\text{Al}_x\text{O}_y\text{Cl}_z\text{H}_k$, тогда

$$x : y : z : k = \frac{27,98}{27} : \frac{33,16}{16} : \frac{36,79}{35,5} : \frac{2,07}{1} = 1,036 : 2,073 : 1,036 : 2,07 = 1 : 2 : 1 : 2$$

Таким образом, **X** – AlO_2ClH_2 или $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$, дигидроксохлорид алюминия, относится к классу основных солей.

2) Уравнения реакций:



Рекомендации к оцениванию:

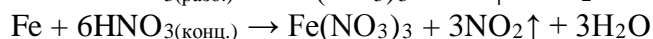
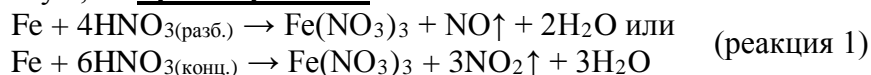
- | | |
|--|---------|
| 1. Формула X – 1 балл | 2 балла |
| Название и класс соединения по 0.5 балла | |
| 2. Уравнения реакций по 1 баллу | 3 балла |

ИТОГО: 5 баллов

№ 2

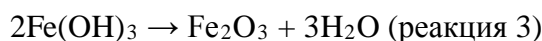
1 вариант

Первое превращение возможно двумя путями – по реакции с растворимой солью (замещение более активным металлом менее активного) или по реакции с азотной кислотой. Однако в реакции замещения с солью в продуктах получится двухвалентное железо, что противоречит условию. Железо, алюминий и хром пассивируются концентрированной азотной кислотой на холоду. Поэтому можно использовать разбавленную кислоту или концентрированную, но **при нагревании**:



Следующие три реакции отражают типичные свойства неорганических веществ:



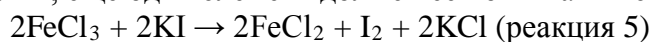


Для определения вещества \mathbf{X}_4 вычислим его молекулярную массу, предполагая наличие в его составе одного атома металла (скорее всего \mathbf{X}_4 – галогенид):

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{A_r(\text{Fe})}{M_r(\mathbf{X}_4)}$$

$$M_r(\mathbf{X}_4) = \frac{A_r(\text{Fe})}{\omega(\text{Fe})} = \frac{56}{0.441} = 127$$

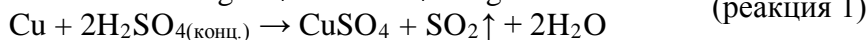
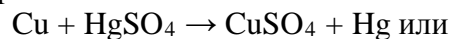
На остаток (без массы металла) приходится $127 - 56 = 71$, что соответствует двум атомам хлора. Значит, \mathbf{X}_4 – FeCl_2 , а последняя реакция – окислительно-восстановительная. К такому же выводу можно прийти, если заметить по таблице растворимости, что иодид железа (III), который должен образоваться по реакции обмена, не существует. Железо понижает свою степень окисления, значит, еще один элемент должен ее повышать – это иод:



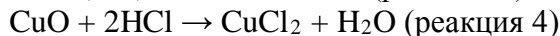
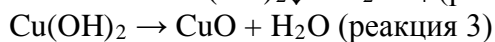
\mathbf{X}_1	\mathbf{X}_2	\mathbf{X}_3	\mathbf{X}_4
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	Fe_2O_3	FeCl_3	FeCl_2

2 вариант

Первое превращение возможно двумя путями – по реакции с растворимой солью (замещение более активным металлом менее активного) или по реакции с концентрированной серной кислотой:



Следующие три реакции отражают типичные свойства неорганических веществ:

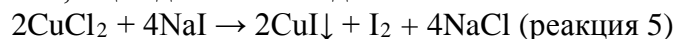


Для определения вещества \mathbf{X}_4 вычислим его молекулярную массу, предполагая наличие в его составе одного атома металла (скорее всего \mathbf{X}_4 – галогенид):

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{A_r(\text{Cu})}{M_r(\mathbf{X}_4)}$$

$$M_r(\mathbf{X}_4) = \frac{A_r(\text{Cu})}{\omega(\text{Cu})} = \frac{64}{0.335} = 191$$

На остаток (без массы металла) приходится $191 - 64 = 127$, что соответствует атому иода. Значит, \mathbf{X}_4 – CuI , а последняя реакция – окислительно-восстановительная. К такому же выводу можно прийти, если заметить по таблице растворимости, что иодид меди (II), который должен образоваться по реакции обмена, не существует. Медь понижает свою степень окисления, значит, еще один элемент должен ее повышать – это иод:



\mathbf{X}_1	\mathbf{X}_2	\mathbf{X}_3	\mathbf{X}_4
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	CuO	CuCl_2	CuI

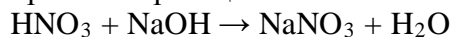
Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|---------|
| 1. Вещества $\mathbf{X}_1 - \mathbf{X}_4$ по 0.5 балла | 2 балла |
| 2. Уравнения реакций по 0.5 балла
(если реакция уравнена неверно – 0 баллов)
Условия для первого превращения – 0.5 балла | 3 балла |

ИТОГО: 5 баллов

1 вариант

1) При смешивании растворов протекает реакция:



2) Количество веществ в растворах:

$$\nu(\text{HNO}_3) = \frac{150 \cdot 1.04 \cdot 0.04}{63} = 0.097 \text{ моль}; \quad \nu(\text{NaOH}) = \frac{50 \cdot 1.04 \cdot 0.04}{40} = 0.052 \text{ моль}$$

В избытке остается азотная кислота:

$$\nu(\text{HNO}_3)_{\text{ост.}} = 0.097 - 0.052 = 0.045 \text{ моль}$$

3) Концентрация ионов водорода:

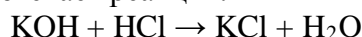
$$[\text{H}^+] = \frac{0.045}{0.15 + 0.05} = 0.225 \text{ моль/л}$$

4) Концентрация гидроксид-ионов:

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{0.225} = 4.4 \cdot 10^{-14} \text{ моль/л}$$

2 вариант

1) При смешивании растворов протекает реакция:



2) Количество веществ в растворах:

$$\nu(\text{KOH}) = \frac{350 \cdot 1.04 \cdot 0.04}{56} = 0.260 \text{ моль}; \quad \nu(\text{HCl}) = \frac{50 \cdot 1.04 \cdot 0.09}{36.5} = 0.128 \text{ моль}$$

В избытке остается гидроксид калия:

$$\nu(\text{KOH})_{\text{ост.}} = 0.260 - 0.128 = 0.132 \text{ моль}$$

3) Концентрация гидроксид-ионов:

$$[\text{OH}^-] = \frac{0.132}{0.35 + 0.05} = 0.33 \text{ моль/л}$$

4) Концентрация ионов водорода:

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{0.33} = 3.0 \cdot 10^{-14} \text{ моль/л}$$

Рекомендации к оцениванию:

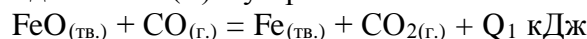
- | | |
|--|-----------|
| 1. Уравнение реакции | 1 балл |
| 2. Расчет количеств каждого вещества в исходных растворах по 1 баллу | 2 балла |
| 3. Указание на избыток кислоты или щелочи | 0.5 балла |
| 4. Расчет концентрации искомых ионов | 1.5 балла |

ИТОГО: 5 баллов

№ 4

1 вариант

1) Уравнение реакции оксида железа (II) с угарным газом:



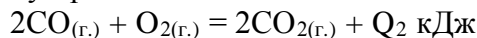
Рассчитываем тепловой эффект реакции:

$$7.2 \text{ г FeO выделяют } 1.4 \text{ кДж теплоты}$$

$$72 \text{ г (1 моль) выделяют } Q_1 \text{ кДж теплоты}$$

$$Q_1 = \frac{72 \cdot 1.4}{7.2} = 14 \text{ кДж}$$

2) Уравнение реакции горения угарного газа:



Рассчитываем тепловой эффект реакции:

$$5.6 \text{ г CO выделяют } 56.6 \text{ кДж теплоты}$$

$$56 \text{ г (2 моля) выделяют } Q_2 \text{ кДж теплоты}$$

$$Q_2 = \frac{56 \cdot 56.6}{5.6} = 566 \text{ кДж}$$

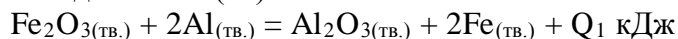
3) Вычитая из второго термохимического уравнения первое с удвоенными коэффициентами, по закону Гесса получаем удвоенную теплоту образования FeO:

$$2Q_{\text{обр.}}(\text{FeO}) = Q_2 - 2Q_1 = 566 - 2 \cdot 14 = 538 \text{ кДж.}$$

$$Q_{\text{обр.}}(\text{FeO}) = \frac{538}{2} = \mathbf{269 \text{ кДж/моль}}$$

2 вариант

1) Уравнение реакции оксида железа (III) и алюминия:



Рассчитываем тепловой эффект реакции:

40 г Fe_2O_3 выделяют 213.15 кДж теплоты

160 г (1 моль) выделяют Q_1 кДж теплоты

$$Q_1 = \frac{160 \cdot 213.15}{40} = 852.6 \text{ кДж}$$

2) Уравнение реакции горения алюминия:



Рассчитываем тепловой эффект реакции:

2.7 г Al выделяют 83.65 кДж теплоты

54 г (2 моля) выделяют Q_2 кДж теплоты

$$Q_2 = \frac{54 \cdot 83.65}{2.7} = 1673 \text{ кДж}$$

3) Вычитая из второго термохимического уравнения первое, по закону Гесса получаем теплоту образования Fe_2O_3 :

$$Q_{\text{обр.}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = Q_2 - Q_1 = 1673 - 852.6 = \mathbf{820.4 \text{ кДж/моль}}$$

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|---------|
| 1. Записаны уравнения реакций по 1 баллу | 2 балла |
| 2. Определены тепловые эффекты реакций по 1 баллу | 2 балла |
| 3. Рассчитана теплота образования оксида железа | 1 балл |

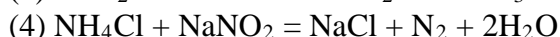
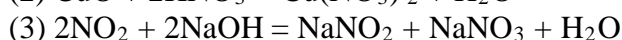
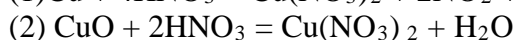
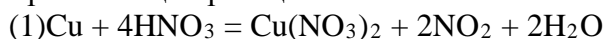
ИТОГО: 5 баллов

10 класс

№ 1

1 вариант

1) Уравнения протекающих реакций:



2) Определим количество вещества выделившегося азота. Оно составило

$$2.24 \cdot 10^{-3} \cdot 101325 / (8.31 \cdot 298.15) = 0.092 \text{ моль}$$

Следовательно, в реакцию вступило 0.092 моль меди.

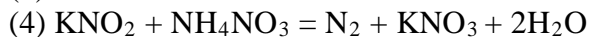
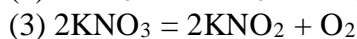
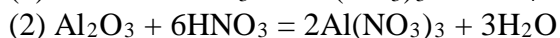
3) Пусть количество вещества оксида меди в исходной смеси составляла x моль. Тогда:

$$x \cdot 16 / (x \cdot 79.5 + 0.092 \cdot 63.5) = 0.15; x = 0.215 \text{ моль}$$

$$\text{Масса смеси составит } 0.092 \cdot 63.5 + 0.215 \cdot 79.5 = 22.935 \text{ г}$$

2 вариант

1) Уравнения протекающих реакций:



2) Определим количество вещества выделившегося азота. Оно составило:

$$1.12 \cdot 10^{-3} \cdot 101325 / (8.31 \cdot 298.15) = 0.046 \text{ моль}$$

Следовательно, в реакцию вступило 0.123 моль алюминия.

3) Пусть количество вещества Al_2O_3 в исходной смеси составляла x моль. Тогда:

$$3x \cdot 16 / (x \cdot 102 + 0.123 \cdot 27) = 0.30; x = 0.057 \text{ моль}$$

$$\text{Масса смеси составит } 0.057 \cdot 102 + 0.123 \cdot 27 = 9.135 \text{ г}$$

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Записаны реакции 1 и 2 по 0.25 балла
<i>если реакция уравнена неверно — 0.1 балла</i> | 0.5 балла |
| 2. Записаны реакции 3 и 4 по 0.75 балла
<i>если реакция уравнена неверно — 0.3 балла</i> | 1.5 балла |
| 3. Определено количество вещества азота | 1 балл |
| 4. Определено количество вещества металла | 0.5 балла |
| 5. Определено количество вещества оксида металла | 1 балл |
| 6. Рассчитана масса смеси | 0.5 балла |

ИТОГО: 5 баллов

№ 2

1 вариант

Определим молярную массу простого вещества X_1 по относительной плотности:

$$D_{O_2}(X_1) = \frac{M(X_1)}{M(O_2)}$$

$$M(X_1) = D_{O_2}(X_1) \cdot M(O_2) = 2.22 \cdot 32 = 71 \text{ г/моль}$$

Простое вещество с такой молярной массой – хлор Cl_2 .

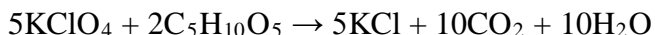
В растворе со щелочью при нагревании происходит диспропорционирование до хлората и хлорида:



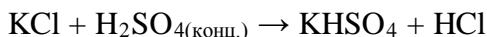
С хлоридом калия при нагревании химических процессов не происходит, значит, X_2 – хлорат калия. Без катализатора (MnO_2) при нагревании хлораты также диспропорционируют:



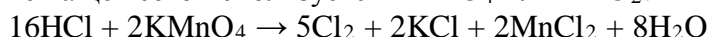
Перхлораты – сильнейшие окислители:



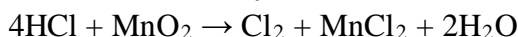
Взаимодействие с концентрированной серной кислотой – обменный процесс, хлорид-ион в данном случае не сильный восстановитель:



Для получения хлора из соляной кислоты (лучше концентрированной) нужен окислитель. В лабораторной практике чаще всего используется $KMnO_4$ или MnO_2 :



или



**Возможно использование других окислителей.*

Таким образом, вещества, зашифрованные на схеме:

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Cl_2	$KClO_3$	$KClO_4$	KCl	HCl

2 вариант

Определим молярную массу простого вещества X_1 по относительной плотности:

$$D_{F_2}(X_1) = \frac{M(X_1)}{M(F_2)}$$

$$M(X_1) = D_{F_2}(X_1) \cdot M(F_2) = 1.87 \cdot 38 = 71 \text{ г/моль}$$

Простое вещество с такой молярной массой – хлор Cl_2 .

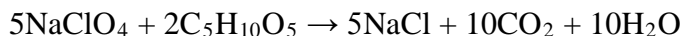
В растворе со щелочью при нагревании происходит диспропорционирование до хлората и хлорида:



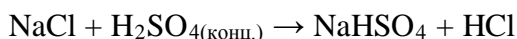
С хлоридом калия при нагревании химических процессов не происходит, значит, X_2 – хлорат калия. Без катализатора (MnO_2) при нагревании хлораты также диспропорционируют:



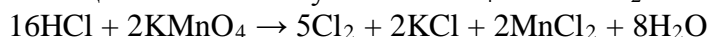
Перхлораты – сильнейшие окислители:



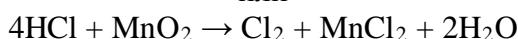
Взаимодействие с концентрированной серной кислотой – обменный процесс, хлорид-ион в данном случае не сильный восстановитель:



Для получения хлора из соляной кислоты (лучше концентрированной) нужен окислитель. В лабораторной практике чаще всего используется $KMnO_4$ или MnO_2 :



или



**Возможно использование других окислителей.*

Таким образом, вещества, зашифрованные на схеме:

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Cl_2	$NaClO_3$	$NaClO_4$	$NaCl$	HCl

Рекомендации к оцениванию:

1. Вещества $X_1 - X_5$ по 0.25 балла

1.25 балла

2. Уравнения реакций по 0.75 балла

3.75 балла

*если реакция уравнена неверно – по 0.25 балла за схему реакции

№ 3

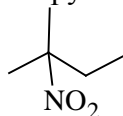
1 вариант

1) Пусть общая формула углеводорода **X** – C_xH_y , тогда:

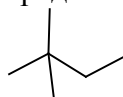
$$x : y = \frac{83.72}{12} : \frac{16.28}{1} = 6.977 : 16.28 = 1 : 2.333 = 3 : 7$$

Простейшая формула – C_3H_7 , истинная молекулярная формула – C_6H_{14} .

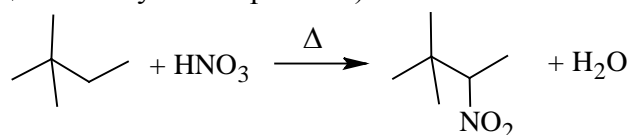
Т.к. среди производных нитрования был обнаружен 2-метил-2-нитробутан:



с учетом определенного состава **X** можно предположить следующую его структуру:



2) Нитрование алканов идет по механизму радикального замещения (через наиболее устойчивый радикал, в данном случае вторичный):



при этом образуется **2,2-диметил-3-нитробутан**.

3) Наибольшее промышленное значение имеет нитрование метана. В этом случае процесс крекинга отсутствует. Таким образом, получают моно-, ди-, три- и тетра-нитропроизводные, используемые как растворители, реагенты в органическом синтезе.

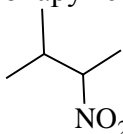
2 вариант

1) Пусть общая формула углеводорода **X** – C_xH_y , тогда:

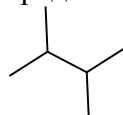
$$x : y = \frac{83.72}{12} : \frac{16.28}{1} = 6.977 : 16.28 = 1 : 2.333 = 3 : 7$$

Простейшая формула – C_3H_7 , истинная молекулярная формула – C_6H_{14} .

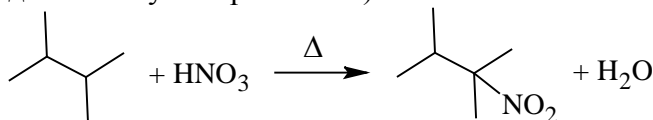
Т.к. среди производных нитрования был обнаружен 2-метил-3-нитробутан:



с учетом определенного состава **X** можно предположить следующую его структуру:



2) Нитрование алканов идет по механизму радикального замещения (через наиболее устойчивый радикал, в данном случае третичный):



при этом образуется **2,3-диметил-2-нитробутан**.

3) Наибольшее промышленное значение имеет нитрование метана. В этом случае процесс крекинга отсутствует. Таким образом, получают моно-, ди-, три- и тетра-нитропроизводные, используемые как растворители, реагенты в органическом синтезе.

Рекомендации к оцениванию:

1. Молекулярная и структурная формулы **X** по 1 баллу

2 балла

2. Уравнение реакции – 1.5 балла 2 балла
 Название основного продукта – 0.5 балла
3. Нитрование метана с обоснованием: 1 балла
 указания на отсутствие побочных продуктов – 0.5 балла
 использования полученных продуктов – 0.5 балла

ИТОГО: 5 баллов

№ 4

1 вариант

1) Определим количество вещества брома и смеси веществ **B** и **C**:

$$n(\text{Br}_2) = 4.8/160 = 0.03 \text{ моль}; n(\text{B+C}) = 0.896/22.4 = 0.04 \text{ моль}.$$

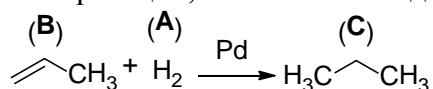
Отсюда следует, что с бромом реагирует только вещество **B**. Предположим, что вещество **B** – это алкен, тогда его количество вещества равно 0.03 моль, а количество вещества **C** равно 0.01 моль. Логично предположить, что вещество **B** в исходной смеси **[A+B]** находится в избытке, тогда вещество **C** получается по реакции соединения **A** с **B** при катализе палладием. Отсюда легко определить, что вещества **B** в исходной смеси **[A+B]** было $0.03 + 0.01 = 0.04$ моль.

2) Найдем молярную массу газа **C**, оставшегося после реакции смеси **[B+C]** с бромом: $M_r(\text{газа}) = 0.44/0.01 = 44$ г/моль (CO_2 , C_3H_8 , N_2O). Так как известны количества вещества газов в смеси **[B+C]**, а также плотность этой смеси по водороду, можно рассчитать молярную массу второго газа:

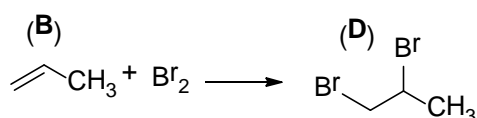
$21.25 = (44 \cdot 0.01 + M_r(\text{B}) \cdot 0.03) / (0.04 \cdot 2)$; $M_r(\text{B}) = 42$ г/моль. Такой молярной массе соответствует C_3H_6 . Если газ **C** — это пропан, то можно предположить, что газ **A** — это водород, а первая реакция – это реакция гидрирования пропена (**B**) до пропана (**C**). Подтвердим это расчетом. Если пропана в смеси **[B+C]** было 0.01 моль, то газа **A** в исходной смеси **[A+B]** было тоже 0.01 моль, откуда легко посчитать молярную массу **A**:

$17 = (M_r(\text{A}) \cdot 0.01 + 42 \cdot 0.04) / (0.05 \cdot 2)$; $M_r(\text{A}) = 2$ г/моль, — действительно, водород подходит под условие задачи.

3) Тогда запишем реакции, описанные в задаче:



было	0.04 моль	0.01 моль	0
стало	0.03 моль	0	0.01 моль



было	0.03 моль	0.03 моль	0
стало	0	0	0.03 моль

4) Таким образом в исходной смеси **[A+B]** мольная доля вещества **A** составляла $100 \cdot 0.01 / 0.05 = 20\%$.

2 вариант

1) Определим количество вещества брома и смеси веществ **B** и **C**:

$$n(\text{Br}_2) = 4.8/160 = 0.03 \text{ моль}; n(\text{B+C}) = 0.896/22.4 = 0.04 \text{ моль}.$$

Отсюда следует, что с бромом реагирует только вещество **B**. Предположим, что вещество **B** – это алкен, тогда его количество вещества равно 0.03 моль, а количество вещества **C** равно 0.01 моль. Логично предположить, что вещество **B** в исходной смеси **[A+B]** находится в избытке, тогда вещество **C** получается по реакции соединения **A** с **B** при катализе палладием.

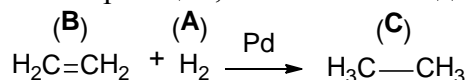
Отсюда легко определить, что вещества **B** в исходной смеси [**A+B**] было $0.03 + 0.01 = 0.04$ моль.

2) Найдем молярную массу газа **C**, оставшегося после реакции смеси [**B+C**] с бромом: $M_r(\text{газа}) = 0.3/0.01 = 30$ г/моль (C_2H_6). Так как известны количества вещества газов в смеси [**B+C**], а также плотность этой смеси по водороду, можно рассчитать молярную массу второго газа:

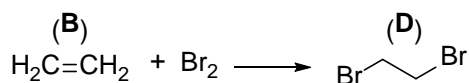
$14.25 = (30 \cdot 0.01 + M_r(\mathbf{B}) \cdot 0.03)/(0.04 \cdot 2)$; $M_r(\mathbf{B}) = 28$ г/моль. Такой молярной массе соответствует C_2H_4 . Если газ **C** — это этан, то можно предположить, что газ **A** — это водород, а первая реакция — это реакция гидрирования этилена (**B**) до этана (**C**). Подтвердим это расчетом. Если этана в смеси [**B+C**] было 0.01 моль, то газа **A** в исходной смеси [**A+B**] было тоже 0.01 моль, откуда легко посчитать молярную массу **A**:

$11.4 = (M_r(\mathbf{A}) \cdot 0.01 + 28 \cdot 0.04)/(0.05 \cdot 2)$; $M_r(\mathbf{A}) = 2$ г/моль, — действительно, водород подходит под условие задачи.

3) Тогда запишем реакции, описанные в задаче:



было	0.04 моль	0.01 моль	0
стало	0.03 моль	0	0.01 моль



было	0.03 моль	0.03 моль	0
стало	0	0	0.03 моль

4) Таким образом, в исходной смеси [**A+B**] мольная доля вещества **B** составляла $100 \cdot 0.04/0.05 = 80\%$.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Определены вещества A–D по 1 баллу | 2 балла |
| 2. Записаны уравнения реакции по 0.5 балла | 1 балл |
| 3. Рассчитана молярная масса веществ A–C по 0.5 балла | 1.5 балла |
| 4. Рассчитана мольная доля A в исходной смеси | 0.5 балла |

ИТОГО: 5 баллов

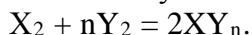
№ 5

1 вариант

1) Пусть было $n(X_2) = z$ моль

2) Указание на то, что давление выросло в два раза означает, что добавили точно такое же количество вещества Y_2 , т.е. $n(Y_2) = z$ моль.

3) Предположим, что данной реакции соответствует следующее уравнение:



Так как выход реакции составляет 60%, то можно рассчитать, что

$$n_{\text{обр}}(XY_n) = 2/n \cdot n(Y_2) \cdot 0.6 = 1.2z/n \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост}}(X_2) = z - (1.2z/n)/2 = z - 0.6z/n \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост}}(Y_2) = z - (1.2z/n) \cdot (n/2) = 0.4z \text{ моль}$$

Так как давление после протекания реакции стало в 1.25 раза меньше, то можно предположить, что $n_{\text{начальное}}(\text{смеси газов}) = 1.25 \cdot n_{\text{конечное}}(\text{смеси газов})$

$$n(X_2) + n(Y_2) = 1.25(n_{\text{обр}}(XY_n) + n_{\text{ост}}(X_2) + n_{\text{ост}}(Y_2))$$

$$z + z = 1.25(1.2z/n + z - 0.6z/n + 0.4z), \text{ откуда } n = 3, \text{ таким образом, стехиометрия реакции } 1:3.$$

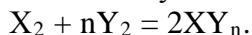
4) Из двухатомных газов, которые дают при растворении кислую среду, существуют только Cl_2 и F_2 — это и есть искомые вещества. Происходящая реакция: $\text{Cl}_2 + 3\text{F}_2 = 2\text{ClF}_3$.

2 вариант

1) Пусть было $n(\text{X}_2) = z$ моль

2) Указание на то, что давление выросло в два раза означает, что добавили точно такое же количество вещества Y_2 , т.е. $n(\text{Y}_2) = z$ моль.

3) Предположим, что данной реакции соответствует следующее уравнение:



Так как выход реакции составляет 50 %, то можно рассчитать, что

$$n_{\text{обр}}(\text{XY}_n) = 2/n \cdot n(\text{Y}_2) \cdot 0.5 = z/n \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост}}(\text{X}_2) = z - (z/n)/2 = z - 0.5z/n \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост}}(\text{Y}_2) = z - (z/n) \cdot (n/2) = 0.5z \text{ моль}$$

Так как давление после протекания реакции стало в 1.25 раза меньше, то можно предположить, что $n_{\text{начальное}}(\text{смеси газов}) = 1.25 \cdot n_{\text{конечное}}(\text{смеси газов})$

$$n(\text{X}_2) + n(\text{Y}_2) = 1.25(n_{\text{обр}}(\text{XY}_n) + n_{\text{ост}}(\text{X}_2) + n_{\text{ост}}(\text{Y}_2))$$

$$z + z = 1.25(z/n + z - 0.5z/n + 0.5z), \text{ откуда } n = 5, \text{ таким образом, стехиометрия реакции } 1:5.$$

4) Из двухатомных газов, которые дают при растворении кислую среду, существуют только Cl_2 и F_2 — это и есть искомые вещества. Происходящая реакция: $\text{Cl}_2 + 5\text{F}_2 = 2\text{ClF}_5$.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Определены газы Cl_2 и F_2 по 0.25 балла | 0.5 балла |
| 2. Определена стехиометрия реакции
<i>без расчётов — 0 баллов</i> | 3 балла |
| 3. Определён газообразный продукт реакции
<i>без расчётов — 0 баллов</i> | 1.5 балл |

ИТОГО: 5 баллов

11 класс

№ 1

1 вариант

Если допустить протекание обменного процесса, то в этом случае в качестве осадка должен выпадать нерастворимый сульфид. Определим металлы. Пусть формула нерастворимого сульфида Y_2S_n , тогда

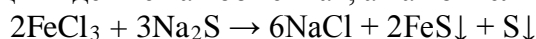
$$2 : n = \frac{0.5385}{M(Y)} : \frac{0.4615}{32} = \frac{0.5385}{M(Y)} : 0.0144 = 1 : 0.0267M(Y) = 2 : 0.0534M(Y)$$

откуда $0.0534M(Y) = n$

$$M(Y) = 18.73n$$

n	1	2	3
M(Y)	18.73	37.46	56.19

Искомый металл **Y** – железо **Fe**. Формально, получается, что выпавший осадок – Fe_2S_3 . Однако по условию речь шла о реакциях в растворах. Сульфид железа (III) не существует в водной среде. Значит, реакция идет не как обменная, а как окислительно-восстановительная:

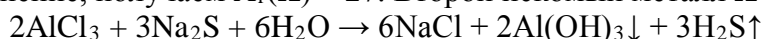


Выпавший осадок представляет собой смесь FeS и S в мольном соотношении 2 : 1.

Поскольку речь идет о хлоридах трехвалентных металлов, выделение газа при взаимодействии с растворами сульфидов (H_2S) указывает на случай взаимного усиления гидролиза. Значит, осадок, выпавший в первом случае – гидроксид. Пусть формула нерастворимого гидроксида $X(OH)_3$, тогда

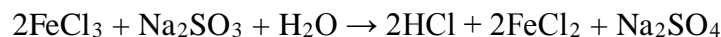
$$\omega(X) = \frac{A_r(X)}{A_r(X) + 51} = 0.3462$$

решая данное уравнение, получаем $A_r(X) = 27$. Второй искомый металл **X** – алюминий **Al**:

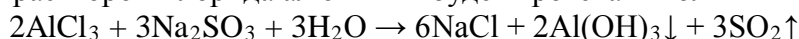


а) Хлорид железа (III) и хлорид алюминия не взаимодействуют с сульфатом натрия.

б) Хлорид железа (III) при взаимодействии с сульфитом также будет проявлять окислительные свойства:



Сульфит, также как и сульфид натрия, гидролизуеться по аниону, следовательно, при взаимодействии с раствором хлорида алюминия будет протекать полный гидролиз:



2 вариант

Если допустить протекание обменного процесса, то в этом случае в качестве осадка должен выпадать нерастворимый сульфид. Определим металлы. Пусть формула нерастворимого сульфида Y_2S_n , тогда

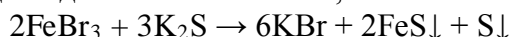
$$2 : n = \frac{0.5385}{M(Y)} : \frac{0.4615}{32} = \frac{0.5385}{M(Y)} : 0.0144 = 1 : 0.0267M(Y) = 2 : 0.0534M(Y)$$

откуда $0.0534M(X) = n$

$$M(Y) = 18.73n$$

n	1	2	3
M(Y)	18.73	37.46	56.19

Искомый металл **Y** – железо **Fe**. Формально, получается, что выпавший осадок – Fe_2S_3 . Однако по условию речь шла о реакциях в растворах. Сульфид железа (III) не существует в водной среде. Значит, реакция идет не как обменная, а как окислительно-восстановительная:



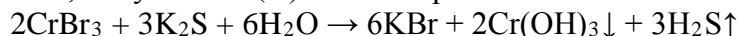
Выпавший осадок представляет собой смесь FeS и S в мольном соотношении 2 : 1.

Поскольку речь идет о хлоридах трехвалентных металлов, выделение газа при взаимодействии с растворами сульфидов (H_2S) указывает на случай взаимного усиления

гидролиза. Значит, осадок, выпавший в первом случае – гидроксид. Пусть формула нерастворимого гидроксида $X(OH)_3$, тогда

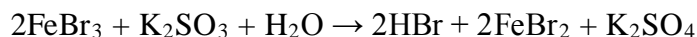
$$\omega(X) = \frac{A_r(X)}{A_r(X) + 51} = 0.5048$$

решая данное уравнение, получаем $A_r(X) = 52$. Второй искомым металл X – хром Cr :

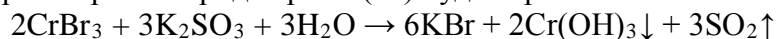


а) Бромид железа (III) и бромид алюминия не взаимодействуют с сульфатом калия.

б) Бромид железа (III) при взаимодействии с сульфитом также будет проявлять окислительные свойства:



Сульфит, также как и сульфид калия, гидролизуется по аниону, следовательно, при взаимодействии с раствором хлорида хрома (III) будет протекать полный гидролиз:



Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|------------------------------------|---------|
| 1. Определение металлов по 1 баллу | 2 балла |
| 2. Уравнения реакций по 0.75 балла | 3 балла |

ИТОГО: 5 баллов

№ 2

1 вариант

1) Данную задачу можно решить двумя способами: качественно, а затем опереться на расчёт, или же, если решение не очевидно сразу из условия, можно без труда решить её. Мы пойдём по второму пути.

2) Запишем уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона) и определим количество молей газа в смеси B с C , а также количество молей C :

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT}$$

$$n_C + n_B = \frac{101.325 \cdot 22.4}{8.314 \cdot 423} = 0,6454 \text{ моль}$$

$$n_C = \frac{101.325 \cdot 7.47}{8.314 \cdot 423} = 0.2152 \text{ моль}$$

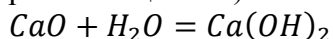
Отсюда не составляет труда найти мольные доли:

$$\chi(C) = \frac{0.2152}{0.6454} \cdot 100 \% = 33.34 \% ; \chi(B) = 100 \% - \chi(C) = 100 \% - 33.34 \% = 66.66 \%$$

Очевидно, что масса твёрдой фазы увеличивается за счёт поглощения газа B . Нетрудно найти его примерную молярную массу:

$$M_B \approx \frac{8}{0.6666 \cdot 0.6454} = 18.6 \text{ г/моль}$$

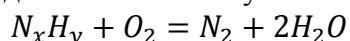
Видно, что логике задачи и полученным числам может удовлетворять только $B = H_2O$. Действительно, именно вода вносит основной вклад в парниковый эффект (40–70 % по разным оценкам). Реакцию с CaO написать нетрудно:



3) Для нахождения молярной массы второго газа воспользуемся плотностью по воздуху газовой смеси и мольными долями воды и газа C :

$$0.3334M_C + 0.6666 \cdot 18 = 29 \cdot 0,736 \Rightarrow M_C = 28 \text{ г/моль}$$

Условиям задачи удовлетворяет только $C = N_2$. Значит A — водородное соединение азота с простейшей формулой N_xH_y . Составим уравнение его сгорания, основываясь на мольных долях газов в полученной смеси:



Отсюда легко найти, что $A = N_2H_4$, гидразин.

4) Инертность азота можно объяснять множеством причин. Самым логичным будет сказать, что в молекуле N_2 крайне прочная связь (одна из самых прочных, энергия связи около 950 кДж/моль).

2 вариант

1) Данную задачу можно решить двумя способами: качественно, а затем опереться на расчёт, или же, если решение не очевидно сразу из условия, можно без труда решить её. Мы пойдём по второму пути.

2) Запишем уравнение состояния идеального газа (ур-ние Менделеева-Клайперона) и определим количество молей газа в смеси **В** с **С**, а также количество моль **С**:

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT}$$

$$n_C + n_B = \frac{101.325 \cdot 22.4}{8,314 \cdot 423} = 0.6454 \text{ моль}$$

$$n_C = \frac{101.325 \cdot 16.8}{8.314 \cdot 423} = 0.4840 \text{ моль}$$

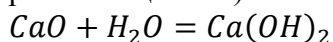
Отсюда не составляет труда найти мольные доли:

$$\chi(C) = \frac{0.4840}{0.6454} \cdot 100 \% = 75 \% ; \chi(B) = 100 \% - \chi(C) = 100 \% - 75 \% = 25 \%$$

Очевидно, что масса твёрдой фазы увеличивается за счёт поглощения газа **В**. Нетрудно найти его примерную молярную массу:

$$M_B \approx \frac{3}{0.25 \cdot 0.6454} = 18.6 \text{ г/моль}$$

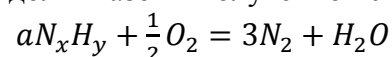
Видно, что логике задачи и полученным числам может удовлетворять только **B** = H_2O . Действительно, именно вода вносит основной вклад в парниковый эффект (40–70 % по разным оценкам). Реакцию с CaO написать нетрудно:



3) Для нахождения молярной массы второго газа воспользуемся плотностью по воздуху газовой смеси и мольными долями воды и газа **С**:

$$0.75M_C + 0.25 \cdot 18 = 29 \cdot 0.879 \Rightarrow M_C = 28 \text{ г/моль}$$

Условиям задачи удовлетворяет только **С** = N_2 . Значит **А** — водородное соединение азота с простейшей формулой N_xH_y . Составим уравнение его сгорания, основываясь на мольных долях газов в полученной смеси:



Отсюда легко найти, что при $a = 2$ **А** = NN_3 , азидоводород.

4) Инертность азота можно объяснять множеством причин. Самым логичным будет сказать, что в молекуле N_2 крайне прочная связь (одна из самых прочных, энергия связи около 950 кДж/моль).

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Рассчитаны мольные доли | 1 балл |
| 2. Определена молярная масса В | 0.5 балла |
| 3. Определено вещество В
без обоснования — 0 баллов | 1 балл |
| 4. Определены А и С по 0.5 балла | 1 балл |
| 5. Приведены уравнения реакций по 0.5 балла | 1 балл |
| 6. Объяснение инертности вещества С | 0.5 балла |

ИТОГО: 5 баллов

№ 3

1 вариант

1) Определим брутто-формулу соединения **X**:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C})_{\text{X}} = 1.21/22.4 = 0.054 \text{ моль. } m(\text{C})_{\text{X}} = 0.054 \cdot 12 = 0.648 \text{ г.}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1/2n(\text{H})_{\text{X}} = 1.216/18 = 0.0676 \text{ моль. } n(\text{H})_{\text{X}} = 0.135 \text{ моль. } m(\text{H})_{\text{X}} = 0.135 \cdot 1 = 0.135 \text{ г}$$

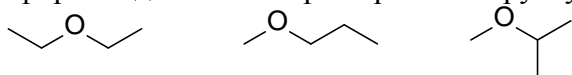
$$m(\text{остатка})_{\text{X}} = 1 - 0.648 - 0.135 = 0.217 \text{ г.}$$

Так как образовалось только два продукта, то, следовательно, кроме углерода и водорода в соединении **X** имеется кислород.

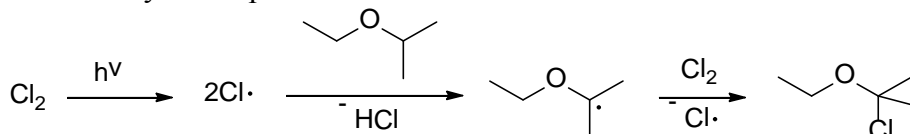
$$n(\text{O})_{\text{X}} = 0.217/16 = 0.01356 \text{ моль.}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0.054 : 0.135 : 0.01356 = 4 : 10 : 1. \text{ Брутто-формула } \mathbf{X}: \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}.$$

2) Исходя из состава, соединение **X** не содержит кратных связей или циклов и является спиртом или простым эфиром. Так как соединение не реагирует с натрием, то это простой эфир. Тогда имеется три варианта структур:



3) На свету легко происходит хлорирование простых эфиров в альфа-положение. Реакция происходит по радикальному механизму через образование более устойчивого радикала, в данном случае – третичного:



2 вариант

1) Определим брутто-формулу соединения **Y**:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C})_{\text{Y}} = 1.27/22.4 = 0.057 \text{ моль. } m(\text{C})_{\text{Y}} = 0.057 \cdot 12 = 0.684 \text{ г.}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1/2n(\text{H})_{\text{Y}} = 1.227/18 = 0.068 \text{ моль. } n(\text{H})_{\text{Y}} = 0.136 \text{ моль. } m(\text{H})_{\text{Y}} = 0.136 \cdot 1 = 0.136 \text{ г.}$$

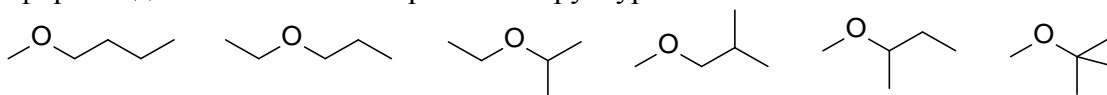
$$m(\text{остатка})_{\text{Y}} = 1 - 0.684 - 0.136 = 0.18 \text{ г.}$$

Так как образовалось только два продукта, то, следовательно, кроме углерода и водорода в соединении **Y** имеется кислород.

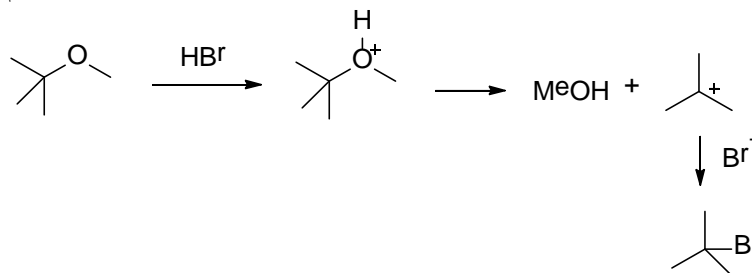
$$n(\text{O})_{\text{Y}} = 0.18/16 = 0.01125 \text{ моль.}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0.057 : 0.136 : 0.01125 = 5 : 12 : 1. \text{ Брутто-формула } \mathbf{Y}: \text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}.$$

2) Исходя из состава, соединение **Y** не содержит кратных связей или циклов и является спиртом или простым эфиром. Так как соединение не реагирует с натрием, то это простой эфир. Тогда имеется шесть вариантов структур:



3) Под действием бромоводорода происходит расщепление простых эфиров на спирт и алкилгалогенид. Вследствие образования устойчивого третичного карбокатиона расщепление *tert*-бутилметилового эфира происходит селективно, образуются метанол и *tert*-бутилбромид:



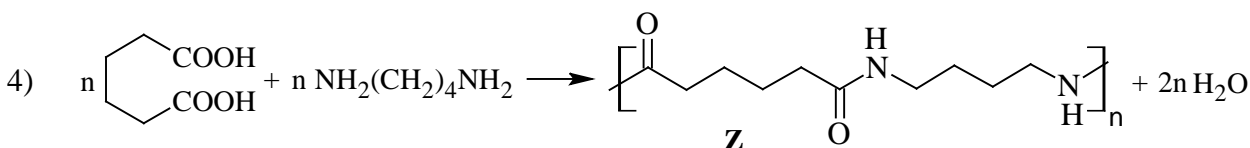
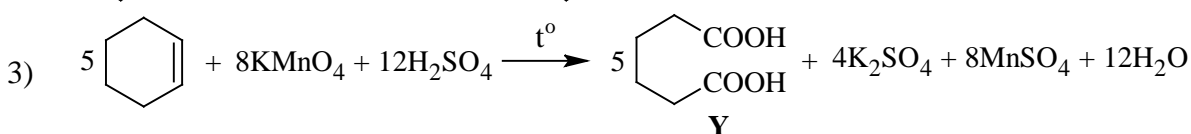
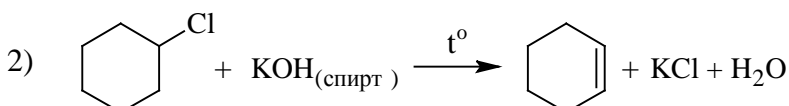
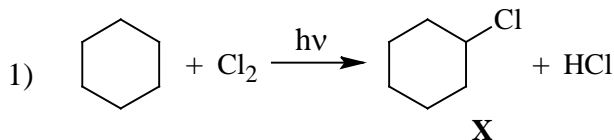
Рекомендации к оцениванию:

1. Определена брутто-формула без расчётов — 0 баллов 2 балла
2. Верно указан класс соединения 0.5 балла
3. Приведены три изомера по 0.5 балла 1.5 балла
если приведено больше изомеров, то это не влияет на количество баллов
4. Верно указан продукт(ы) реакции 1 балл

ИТОГО: 5 баллов

№ 4

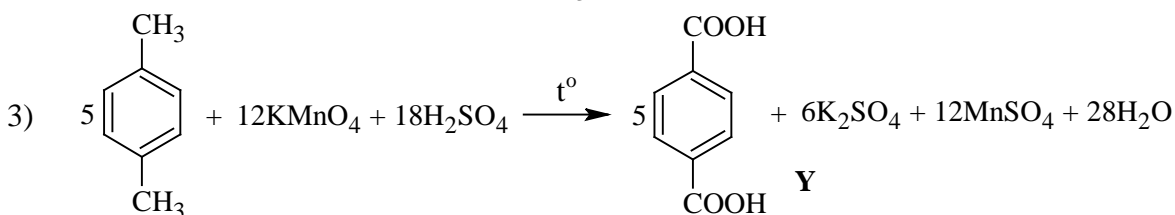
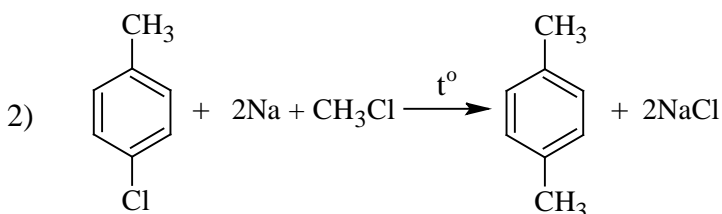
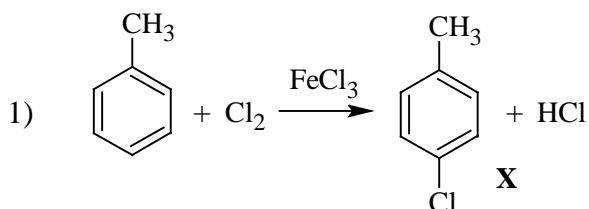
1 вариант

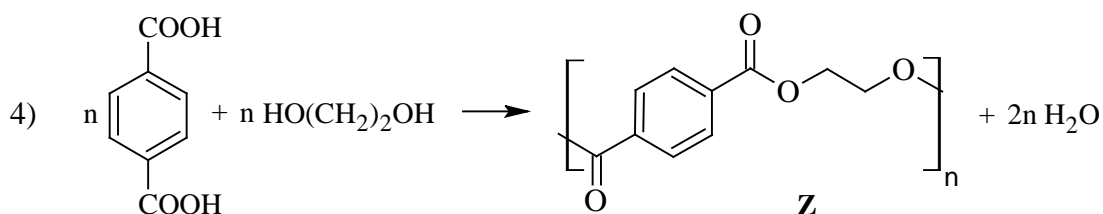


Z – синтетический полимер, нейлон (анид, нейлон-66). Проверим массовую долю азота, указанную в условии, по молекулярной формуле мономерного звена:

$$\omega(N) = \frac{2 \cdot A_r(N)}{M(C_{10}H_{18}O_2N_2)} \cdot 100\% = 14.14\%$$

2 вариант





Z – синтетический полимер, лавсан (полиэтилентерефталат, ПЭТ). Проверим массовую долю кислорода, указанную в условии, по молекулярной формуле мономерного звена:

$$\omega(O) = \frac{4 \cdot A_r(O)}{M(C_{10}H_8O_4)} \cdot 100\% = 33.33\%$$

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Структурные формулы X , Y , Z по 0.5 балла | 1.5 балла |
| 2. Уравнения реакций 1-2 по 0.75 балла | 3.5 балла |
| Уравнения реакций 3-4 по 1 баллу | |
| *если неверно уравнены реакции 1-2 – 0 баллов, 3-4 – 0.5 балла | |

ИТОГО: 5 баллов

№ 5

1 вариант

1) При любом разбавлении сильной кислоты (к таковым относится соляная и азотная кислота) pH не может стать больше 7.

2) Хлорноватистая кислота – слабый электролит. Уравнение диссоциации:



$$K_d = \frac{[H^+][ClO^-]}{[HClO]}$$

3) При pH = 4.2: $[H^+] = 10^{-4.2} = 6.3 \cdot 10^{-5}$ моль/л = $[ClO^-]$

$$[HClO]_1 = 0.1418 \text{ моль/л}$$

$$[HClO]_2 = (10^{-5})^2 / 2.8 \cdot 10^{-8} = 0.0357 \text{ моль/л}$$

4) Рассчитаем сколько моль HClO содержится в 30 мл первого раствора:

В 1000 мл содержится 0.1418 моль

В 30 мл — X моль

$$X = 30 \cdot 0.1418 / 1000 = 0.00425 \text{ моль}$$

5) Это число моль HClO должно содержаться в конечном растворе, для которого

$C = 0.0357$ моль/л, т.е.

В 1000 мл второго раствора содержится 0.0357 моль HClO

В а мл этого раствора содержится 0.00425 моль HClO

$$\text{Откуда } a = 1000 \cdot 0.00425 / 0.0357 = 119.2 \text{ мл}$$

Следовательно, к 30 мл первого раствора нужно добавить $119 - 30 = 89$ мл воды.

2 вариант

1) При любом разбавлении сильной кислоты (к таковым относится соляная и азотная кислота) pH не может стать больше 7.

2) Хлорноватистая кислота – слабый электролит. Уравнение диссоциации:



$$K_d = \frac{[H^+][ClO^-]}{[HClO]}$$

3) При pH = 4: $[H^+] = 10^{-4}$ моль/л = $[ClO^-]$

$$[HClO]_1 = 0.357 \text{ моль/л}$$

$$[HClO]_2 = (10^{-5})^2 / 2.8 \cdot 10^{-8} = 0.0357 \text{ моль/л}$$

4) Рассчитаем сколько моль HClO содержится в 50 мл первого раствора:

В 1000 мл содержится 0.357 моль

В 50 мл — X моль

$$X = 50 \cdot 0.357 / 1000 = 0.0179 \text{ моль}$$

5) Это число моль HClO должно содержаться в конечном растворе, для которого

$$C = 0.0357 \text{ моль/л, т.е.}$$

В 1000 мл второго раствора содержится 0.0357 моль HClO

В а мл этого раствора содержится 0.0179 моль HClO

$$\text{Откуда } a = 1000 \cdot 0.0179 / 0.0357 = 501.4 \text{ мл}$$

Следовательно, к 50 мл первого раствора нужно добавить $501.4 - 50.0 = 451.4$ мл воды.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|---------|
| 1. Дан ответ на первый вопрос | 2 балл |
| 2. Рассчитано количество вещества HClO до и после разбавления по 1 баллу | 2 балла |
| 3. Рассчитан объём воды | 1 балла |

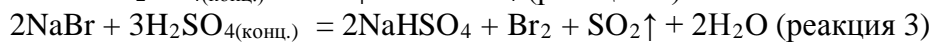
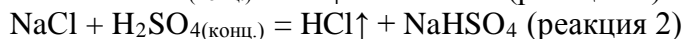
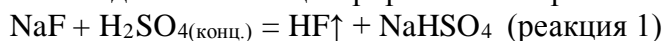
ИТОГО: 5 баллов

Отборочный (районный) этап. Практический тур

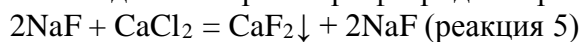
9 класс

I вариант

Взаимодействие концентрированной серной кислоты с указанными солями:



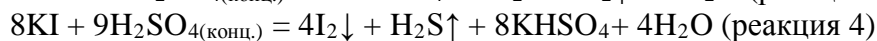
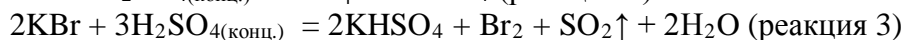
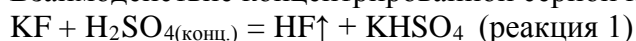
Взаимодействие раствора фторида натрия с раствором хлорида кальция:



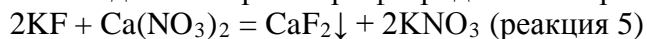
№ пробирки	1	2	3	4
Вещество	NaI	NaCl	NaBr	NaF

II вариант

Взаимодействие концентрированной серной кислоты с указанными солями:



Взаимодействие раствора фторида калия с раствором нитрата кальция:



№ пробирки	1	2	3	4
Вещество	KBr	KF	KCl	KI

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|------------|
| 1. Верное определение содержимого пробирок | 2.75 балла |
| соответствие 4 веществ – 2.75 балла | |
| соответствие 2 веществ – 2 балла | |
| соответствие 1 вещества – 1 балл | |
| 2. Уравнения реакций по 0.75 балла | 3.75 балла |
| *если реакция не уравнена по 0.25 балла | |

ИТОГО: 6.5 баллов

10 класс

1) Уравнение реакции:



2) Концентрации реагентов после смешения:

Вариант 1

№ колбы	1	2	3	4	5
C (KIO ₃), моль/л	0,0167	0,0125	0,01	0,0083	0,0067

Концентрация K₂SO₃ – 0,033 моль/л

Вариант 2

№ колбы	1	2	3	4	5
(KIO ₃), моль/л	0,0167	0,0127	0,010	0,0083	0,0067

Концентрация K₂SO₃– 0,033 моль/л

- Порядок реакции легко определить графически. Построив зависимость 1/t от концентрации иодата калия легко увидеть, что в пределах погрешности эксперимента зависимость линейная – следовательно, реакция имеет первый порядок по иодату калия.
- Подкисление раствора проводят для перевода сульфита в бисульфит (гидросульфит) – за счет связи S-H он проявляет значительно более сильные восстановительные свойства
- Раствор темнеет вследствие образования иодкрахмального комплекса.

Рекомендации к оцениванию:

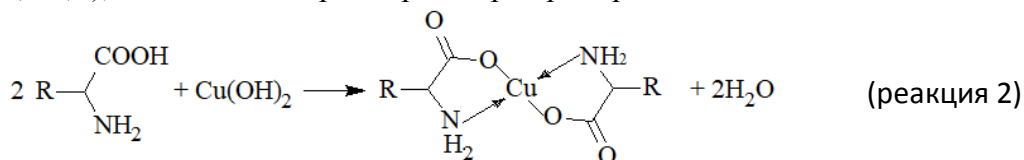
- Уравнение реакции – 1 балл
- Понимание связи скорости протекания реакции и времени – 0,5 балла
- Пересчет концентраций – 1 балл
- Определение порядка реакции – 3 балла
(в случае графического метода решения – построение графика – 1 балл,
Учет возможности случайных ошибок – 1 балл,
Вывод о значении порядка реакции – 1 балл)
- Указание на повышенную восстановительную способность бисульфита (возможно и обсуждение с позиций симметрии частицы) – 0,5 балла
- Указание на образование иодкрахмального комплекса – 0,5 балла

11 класс

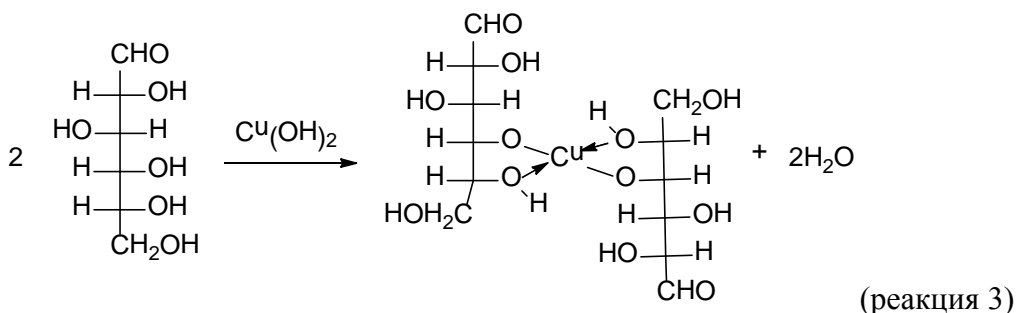
1) Свежеосажденный гидроксид меди (II) реагирует с кислотами и растворяется:



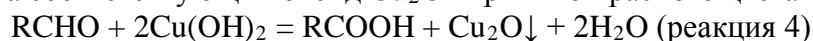
При этом в случае α-аминокислот образуется хелатный комплекс (аналогично реакции диолов с Cu(OH)₂), за счет чего окраска раствора приобретает синий цвет:



Растворение глюкозой свежеосажденного Cu(OH)₂ в щелочной среде с образованием синего раствора:



2) Альдегиды при нагревании также реагируют с $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Медь (II) при этом восстанавливается до Cu^+ : первоначально образуется неустойчивый CuOH желтого цвета, разлагающийся на соответствующий оксид Cu_2O кирпично-красного цвета и воду.



І вариант

№ пробирки	1	2	3	4
Вещество	CH_3COOH	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

ІІ вариант

№ пробирки	1	2	3	4
Вещество	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	HCOOH

Рекомендации к оцениванию:

- Верное определение содержимого пробирок: 3.5 балла
соответствие 4 веществ — 3.5 балла
соответствие 2 веществ — 2 балла
соответствие 1 вещества — 1 балл
- Уравнения реакций по 0.75 балла 3 балла
если реакция уравнена неверно — 0.25 баллов

ИТОГО: 6.5 балла