

**Межрегиональная олимпиада школьников  
«Будущие исследователи – будущее науки»  
2018-2019уч.г.**

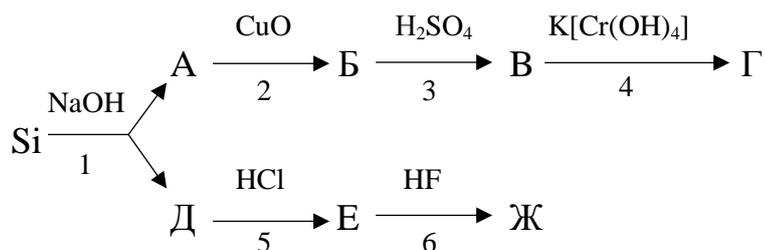
*г.Саров, Нижегородская область*

**Химия  
Финальный тур  
9 класс**

**Задание №1.** Опишите лабораторный и промышленный способы получения хлора. Напишите уравнения реакций, отражающие его химические свойства. Перечислите важнейшие области применения хлора.

**20 баллов**

**Задание №2.** Определите вещества А-Д и запишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме превращений:



**25 баллов**

**Задание №3.** Даны четыре твердых вещества в пробирках без надписей:  $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . При помощи каких реагентов можно их различить, используя минимальное число реакций? Запишите соответствующие уравнения.

**25 баллов**

**Задание №4.** 3,2 г сульфида металла, имеющего формулу  $\text{Me}_2\text{S}$  (металл проявляет в своих соединениях степени окисления +1 и +2) подвергли обжигу в избытке кислорода. Твердый остаток растворен в строго необходимом количестве 39,2%-ной серной кислоты. Массовая доля соли в полученном растворе составляет 48,5%. При охлаждении этого раствора выпало 2,5 г кристаллогидрата, а массовая доля соли снизилась до 44,9%. Установите формулу кристаллогидрата.

**30 баллов**

## 9 класс (решения)

### Задание №1

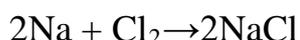
Способы получения: Хлор в природных соединениях обладает степенью окисления

-1. поэтому для получения в свободном состоянии надо окислить хлорид-ионы. Для этого в промышленности используют электрический ток. В лабораторных условиях хлор получают из соляной кислоты:

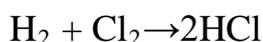


Химические свойства:

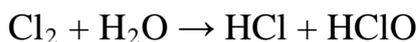
а) Хлор реагирует почти со всеми металлами с образованием солей:



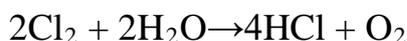
б) с водородом



в) Хлор диспропорционирует в воде:



Однако один из продуктов этой реакции - хлорноватистая кислота - является неустойчивым соединением и постепенно разлагается с выделением кислорода. В связи с этим реакцию растворения хлора в воде можно отобразить уравнением вида:



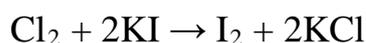
г) Хлор взаимодействует со щелочами. На холоду реакция протекает с образованием гипохлорита:



при нагревании - с образованием хлората:



д) Хлор вытесняет бром и йод из их солей:



Применение: Хлор применяют для обеззараживания питьевой воды, для отбеливания ткани и бумаги. Способность хлора реагировать со сложными веществами используется для получения пластмасс, красителей, медикаментов путем хлорирования органических соединений. Хлор применяют для синтеза соляной кислоты. Хлорная вода используется как окислитель в химических лабораториях.

**Примечание:**

-за описание способов получения хлора - 6 баллов

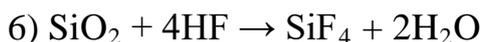
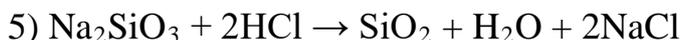
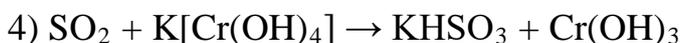
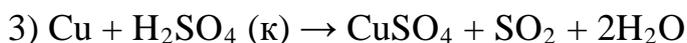
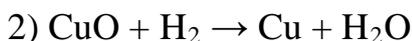
-за запись основных химических свойств - 10 баллов (по 2 балла за каждое свойство)

-за перечисление областей применения хлора - 4 балла

*Итого: 20 баллов*

**Задание №2**

**А** - H<sub>2</sub>, **Б** - Cu, **В** - SO<sub>2</sub>, **Г** - Cr(OH)<sub>3</sub>, **Д** - Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, **Е** - SiO<sub>2</sub>, **Ж** - SiF<sub>4</sub>

**Примечание:**

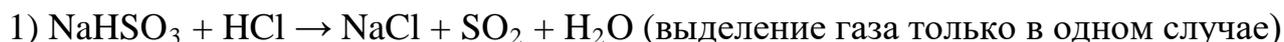
-за запись уравнений химических реакций - 18 баллов (по 3 балла за каждую)

-за определение веществ **А-Ж** - 7 баллов (по 1 балл за каждый)

*Итого: 25 баллов*

**Задание №3**

Последовательность распознавания веществ:



2)  $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{BaSO}_4$  (образование белого осадка только с одним веществом из трех оставшихся)

3)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (выделение газа только в одном случае из двух)

4)  $\text{CaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{AgCl} + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (образование белого творожистого осадка подтверждает, что оставшееся вещество - это нитрат серебра)

**Примечание:**

-за установление последовательности распознавания веществ - 5 баллов

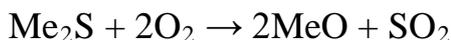
-за запись уравнений химических реакций - 16 баллов (по 4 балла за каждое)

-за характеристику признаков протекания реакции - 4 балла (по 1 балл за каждый)

*Итого: 25 баллов*

#### Задание №4

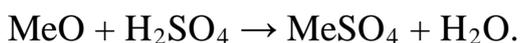
1. В результате обжига неизвестного сульфида  $\text{Me}_2\text{S}$  ( $M = 2x+32$ , где  $x$  - относительная атомная масса металла) в избытке кислорода



образовалось  $2b$  молей оксида  $\text{MeO}$  ( $b$  моль - количество сульфида).

$$\text{Тогда } b = 3.2/(2x+32)$$

2. Для растворения оксида металла потребовалось  $2b$  молей  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :



Масса необходимого количества 39.2%-ного раствора серной кислоты составляет  $2b \cdot 98/0.392 = 500b$  г.

3. Общая масса раствора составляет  $m(\text{MeO}) + m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2b(x+16) + 500b = b(2x+532)$  г.

Масса соли в растворе  $m(\text{MeSO}_4) = 2b(x+96)$  г.

4. По условию задачи массовая доля  $\text{MeSO}_4$  составляет 48.5%, отсюда:

$$2b(x+96) = 0.485(2x + 532)b$$

$x = 64$ , следовательно искомым металлом - медь.

5. Исходный сульфид  $\text{Cu}_2\text{S}$ , в растворе содержится соль  $\text{CuSO}_4$  массой

$$m(\text{CuSO}_4) = 2b \cdot 160 = 2 \cdot 0.02 \cdot 160 = 6.4 \text{ г}$$

Исходная масса раствора равна  $0.02(64 \cdot 2 + 532) = 13.2$  г

6. При охлаждении полученного раствора выпало 2.5 г кристаллогидрата, следовательно, общая масса раствора стала равна  $13.2 - 2.5 = 10.7$  г. Масса  $\text{CuSO}_4$  в оставшемся растворе равна  $10.7 \cdot 0.449 = 4.8$  г, в выпавших кристаллах содержится  $6.4 - 4.8 = 1.6$  г  $\text{CuSO}_4$ , что соответствует 0.01 моль.

Масса воды в кристаллах равна  $2.5 - 1.6 = 0.9$  г, что соответствует 0.05 моль. Таким образом, формула кристаллогидрата -  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

#### Примечание:

- за запись уравнений химических реакций - 6 баллов (по 3 балла за каждое)

- за нахождение общей массы раствора - 4 балла

- за расчет молярной массы и определение искомого металла - 10 баллов

- за определение формулы кристаллогидрата - 10 баллов

*Итого: 30 баллов*

Межрегиональная олимпиада школьников  
«Будущие исследователи – будущее науки»  
2018-2019уч.г.

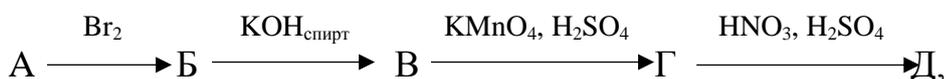
г.Саров, Нижегородская область

Химия  
Финальный тур

10 класс

**Задание №1.** Серебро растворили в 57%-ной азотной кислоте, и ее массовая доля сократилась до 45%. Затем в полученном растворе кислоты растворили медь, и массовая доля кислоты понизилась до 39%. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе. **25 баллов**

**Задание №2.** Дана схема превращений:



где А - углеводород, в котором массовая доля углерода составляет 92.308%. Напишите структурные формулы веществ А-Д, и уравнения соответствующих реакций. **15 баллов**

**Задание №3.** Хлорит натрия ( $NaClO_2$ ) применяется в текстильной промышленности как отбеливатель. Охарактеризуйте способы получения и физические свойства данной соли. Почему для отбеливания применяется именно это вещество, а не другие, более доступные вещества, состоящие из тех же элементов?

**15 баллов**

**Задание №4.** В сосуде объемом 20 л, в который первоначально введено 4 моль NO и 3 моль  $Cl_2$ , протекает реакция:  $2NO(\Gamma) + Cl_2(\Gamma) \rightarrow 2NOCl(\Gamma)$ . Во сколько раз скорость этой реакции в момент, когда прореагирует половина оксида азота (II), меньше, чем в первоначальный момент? **20 баллов**

**Задание №5.** Смесь паров пропина и изомерных монохлоралкенов, имеющая плотность по воздуху 2.218, при 115°C и давлении 98.0 кПа занимает объем 19.75 л и при сжигании в избытке кислорода образует 21.6 г воды. Установите все возможные структурные формулы монохлоралкенов и объемные доли веществ в исходной смеси.

**25 баллов**

## 10 класс (решения)

### Задание №1

1. Предположим, что  $x$  моль серебра растворили в 100 г 57%-ной  $\text{HNO}_3$ :



Всего в растворе исходно содержалось 57 г азотной кислоты, в реакцию вступило  $1,33x$  моль.

После окончания реакции масса раствора составила

$$m(\text{р-ра}) = 100 + 108x - 0,33x \cdot 30 = 100 + 98,1x,$$

$$\text{а масса азотной кислоты } m(\text{HNO}_3) = 57 - 1,33x \cdot 63 = 57 - 83,79x$$

2. Запишем выражение для массовой доли  $\text{HNO}_3$ :

$$\omega = 0,45 = (57 - 83,79x)/(100 + 98,1x)$$

$$45 + 44,15x = 57 - 83,79x$$

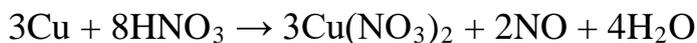
$$127,94x = 12$$

$$x = 0,094 \text{ моль}$$

3. Рассчитаем массу раствора, нитрата серебра и оставшейся азотной кислоты:

$$m(\text{р-ра}) = 109,22 \text{ г}, m(\text{HNO}_3) = 49,12 \text{ г}, m(\text{AgNO}_3) = 170x = 15,98 \text{ г}$$

4. В полученном растворе растворили  $y$  моль меди:



После окончания реакции масса раствора составила

$$m(\text{р-ра}) = 109,22 + 64y - 0,66y \cdot 30 = 109,22 + 44,2y,$$

$$\text{а масса азотной кислоты } m(\text{HNO}_3) = 49,12 - 2,66y \cdot 63 = 49,12 - 167,58y$$

5. Запишем выражение для массовой доли  $\text{HNO}_3$ :

$$\omega = 0,39 = (49,12 - 167,58y)/(109,22 + 44,2y)$$

$$42,6 + 17,24y = 49,12 - 167,58y$$

$$184,82y = 6,52$$

$$y = 0,035 \text{ моль}$$

6. Рассчитаем массу раствора и массу образовавшегося нитрата меди:

$$m(\text{р-ра}) = 110,77 \text{ г}, m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188y = 6,58 \text{ г}$$

Таким образом, концентрации веществ в полученном растворе (за исключением данной в условии концентрации азотной кислоты) составляют:

$$\omega(\text{AgNO}_3) = 15,98/110,77 = 0,144 \text{ (14,4\%)}$$

$$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 6,58/110,77 = 0,059 \text{ (5,9\%)}$$

### Примечание:

-за запись уравнений химических реакций - 6 баллов (по 3 балла за каждое)

-за выполнение пункта 3 решения - 9 баллов

-за выполнение пункта 6 решения - 6 баллов

-за расчет массовых долей веществ в полученном растворе - 4 балла

*Итого: 25 баллов*

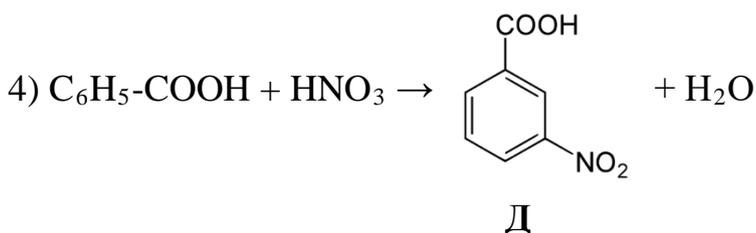
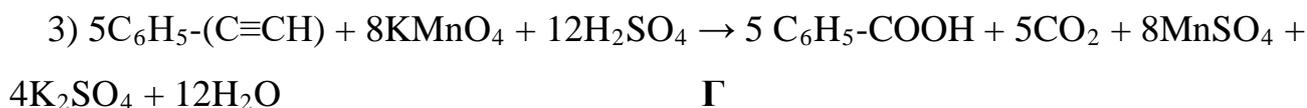
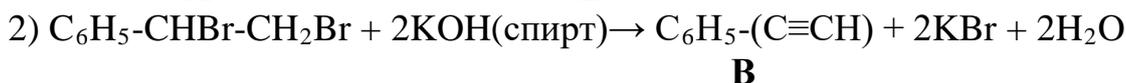
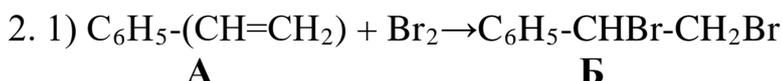
### Задание №2

1. Определим молекулярную формулу искомого углеводорода:

$$n(\text{C}):n(\text{H}) = 92.308/12:7.692/1 = 1:1$$

Простейшая формула -  $\text{CH}$ .

Углеводородом А, который соответствует предложенной схеме превращений, может быть стирол  $\text{C}_8\text{H}_8$ .



### Примечание:

-за определение вещества А и запись его структурной формулы - 3 балла

-за определение веществ Б-Д и запись их структурных формул - 4 балла (по 1 баллу за каждое)

-за запись уравнений химических реакций - 8 баллов (по 2 балла за каждое)

*Итого: 15 баллов*

### Задание №3

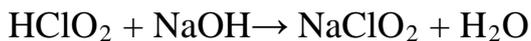
Хлорит натрия  $\text{NaClO}_2$ - бесцветные кристаллы, растворимые в воде.

*Получение:*

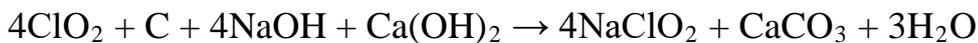
1. Растворение диоксида хлора в холодном щелочном растворе



2. Растворение хлористой кислоты



3. Восстановление диоксида углерода



Действующим началом при отбеливании с использованием  $\text{NaClO}_2$  служит не хлор, а его диоксид  $\text{ClO}_2$ .



Его преимуществом перед хлором состоит в том, что в этом случае при отбеливании не образуются вредных хлорпроизводных органических веществ.

### Примечание:

- за определение физических свойств вещества - 2 балла
- за запись основных способов получения - 9 баллов (по 3 балла за каждое)
- за характеристику отбеливающих свойств вещества - 4 балла

*Итого: 15 баллов*

### Задание №4

В соответствии с законом действующих масс:  $W = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]$ , где  $k$  - константа скорости реакции. Исходные концентрации:  $[\text{NO}] = 4 \text{ моль} / 20 \text{ л} = 0.2 \text{ моль} / \text{л}$ ,  $[\text{Cl}_2] = 3 \text{ моль} / 20 \text{ л} = 0.15 \text{ моль} / \text{л}$ .

В тот момент, когда половина оксида азота (II) прореагирует, его концентрация уменьшится на 0.1 моль и составит 0.1 моль/л. Концентрация хлора в соответствии с уравнением реакции уменьшится на 0,05 моль/л и составит также 0.1 моль/л. Искомое соотношение скоростей взаимодействия равно:  $W_1/W_2 = k \cdot (0.2)^2 \cdot 0.15 / (k \cdot 0.1^2 \cdot 0.1) = 6$ . Следовательно, скорость реакции уменьшится в 6 раз.

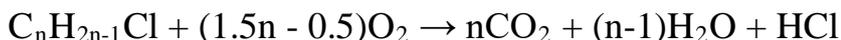
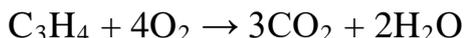
### Примечание:

- за определение исходных концентраций веществ - 8 баллов
- за определение концентраций веществ после реакции - 8 баллов
- за нахождение соотношения скоростей - 4 балла

*Итого: 20 баллов*

## Задание №5

Уравнения реакций сгорания компонентов смеси:



Пусть в смеси было  $x$  моль  $\text{C}_3\text{H}_4$  ( $M_1 = 40$ ) и  $y$  моль  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}$  ( $M_2 = 14n + 34.5$ ).

Количество веществ в смеси:  $n = pV/RT = 98.0 \cdot 19.75 / 8.31 \cdot 388 = 0.6$  моль.

Молярная масса смеси:  $M = D_{\text{возд}} \cdot 29 = 2.218 \cdot 29 = 64.32$  г/моль.

Количество образовавшейся воды:  $n(\text{H}_2\text{O}) = 21.6/18 = 1.2$  моль

Получаем систему уравнений:

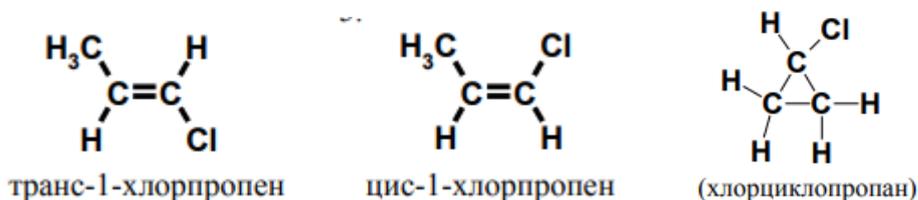
$$x + y = 0.6$$

$$40x + (14n + 34.5)y = 64.32 \cdot 0.6$$

$$2x + (n-1)y = 1.2$$

Решение этой системы дает  $x = 0.2$ ,  $y = 0.4$ ,  $n = 3$

Таким образом, общая формула монохлоралкенов -  $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}$ . Этой формуле соответствуют 5 изомеров: 2-хлорпропен, 1-хлорпропен (транс-изомер), 1-хлорпропен (цис-изомер), 3-хлорпропен, хлорциклопропан.



Объемные доли компонентов исходной смеси:  $\varphi(\text{C}_3\text{H}_4) = 0.2/0.6 = 33.3\%$ ,  
 $\varphi(\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}) = 0.4/0.6 = 66.7\%$ .

### Примечание:

- за запись уравнений химических реакций - 6 баллов (по 3 балла за каждое)
- за составление системы уравнений - 8 баллов
- за определение формулы монохлоралкена - 2 балла
- за запись структурных формул изомеров - 5 баллов (по 1 баллу за каждую)
- за расчет объемных долей веществ в исходной смеси - 4 балла

*Итого: 25 баллов*

**Межрегиональная олимпиада школьников  
«Будущие исследователи – будущее науки»  
2018-2019уч.г.**

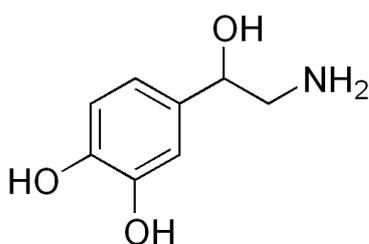
*г.Саров, Нижегородская область*

**Химия  
Финальный тур**

**11 класс**

**Задание №1.** При растворении в воде 28,7 г цинкового купороса получили 10%-ный раствор соли. К полученному раствору добавили 7,27 г магния. После завершения реакции к полученной смеси прибавили 120 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе. **15 баллов**

**Задание №2.** Лекарственный препарат норадреналин имеет следующее строение:



Приведите три уравнения реакций, характеризующие химические свойства норадреналина, и структурную формулу одного из его изомеров. **15 баллов**

**Задание №3.** Запишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме превращений:  $C_3H_6O_2 \rightarrow C_3H_5BrO_2 \rightarrow C_3H_5O_2K \rightarrow C_3H_5O_2Br \rightarrow C_4H_5O_2N$

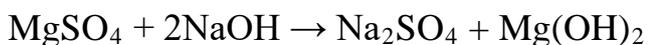
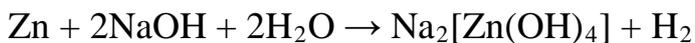
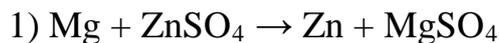
В уравнениях укажите структурные формулы веществ. **20 баллов**

**Задание №4.** Сплавляли 22,4 г смеси натриевой соли карбоновой кислоты и гидроксида натрия, содержащей избыток щелочи. Полученное твердое вещество снова подвергли плавлению с 20,4 г оксида алюминия. Объем выделившегося при этом газа составил 2,4 л (при 20°C). Твердый остаток промыли избытком воды. Масса нерастворившегося вещества составила 5,1 г. Установите молекулярную формулу и массу полученного в первой реакции органического соединения. **25 баллов**

**Задание №5.** В замкнутом сосуде в молярном соотношении 1:1 при температуре 398 К смешали CO и Cl<sub>2</sub>. Через 5 минут после введения катализатора давление в системе оказалось равным  $2,3 \cdot 10^5$  Па, скорость образования продукта в этом промежутке времени составила  $2,5 \cdot 10^{-3}$  моль/(л·мин). Рассчитайте давление хлора в исходной смеси. **25 баллов**

## 11 класс (решения)

### Задание №1



2) Формула цинкового купороса -  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , тогда количество вещества купороса:

$$n = 28.7/287 = 0.1 \text{ моль}$$

$$n(\text{ZnSO}_4) = n(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0.1 \text{ моль, тогда } m(\text{ZnSO}_4) = 0.1 \cdot 161 = 16.1 \text{ г}$$

$$\text{Масса исходного раствора соли: } m = 16.1/0.1 = 161 \text{ г}$$

3) Рассчитаем количество вещества магния:

$$n(\text{Mg}) = 7.2/24 = 0.3 \text{ моль, магний - в избытке, тогда } n(\text{Zn}) = n(\text{ZnSO}_4) = 0.1 \text{ моль.}$$

$$n(\text{MgSO}_4) = n(\text{ZnSO}_4) = 0.1 \text{ моль.}$$

4) Исходное количество вещества гидроксида натрия:

$$n(\text{NaOH})_{\text{исх}} = 120 \cdot 0.3/40 = 0.9 \text{ моль, тогда}$$

$$n(\text{NaOH})_2 = 2n(\text{Zn}) = 0.2 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH})_3 = 2n(\text{MgSO}_4) = 0.2 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH})_{\text{прореаг}} = 0.4 \text{ моль, тогда } n(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0.9 - 0.4 = 0.5 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0.5 \cdot 40 = 20 \text{ г}$$

5) Массовая доля гидроксида натрия в конечном растворе:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0.1 \text{ моль, } m(\text{H}_2) = 0.2 \text{ г}$$

$$n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = n(\text{MgSO}_4) = 0.1 \text{ моль, тогда } m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 0.1 \cdot 58 = 5.8 \text{ г}$$

$$n(\text{Mg})_{\text{прореаг}} = n(\text{ZnSO}_4) = 0.1 \text{ моль, } m(\text{Mg})_{\text{прореаг}} = 0.1 \cdot 24 = 2.4 \text{ г}$$

6) Масса конечного раствора:  $m = 161 + 120 + 2.4 - 0.2 - 5.8 = 277.4 \text{ г}$ , тогда массовая доля гидроксида натрия  $\omega = 20/277.4 = 0.072 (7.2\%)$

### Примечание:

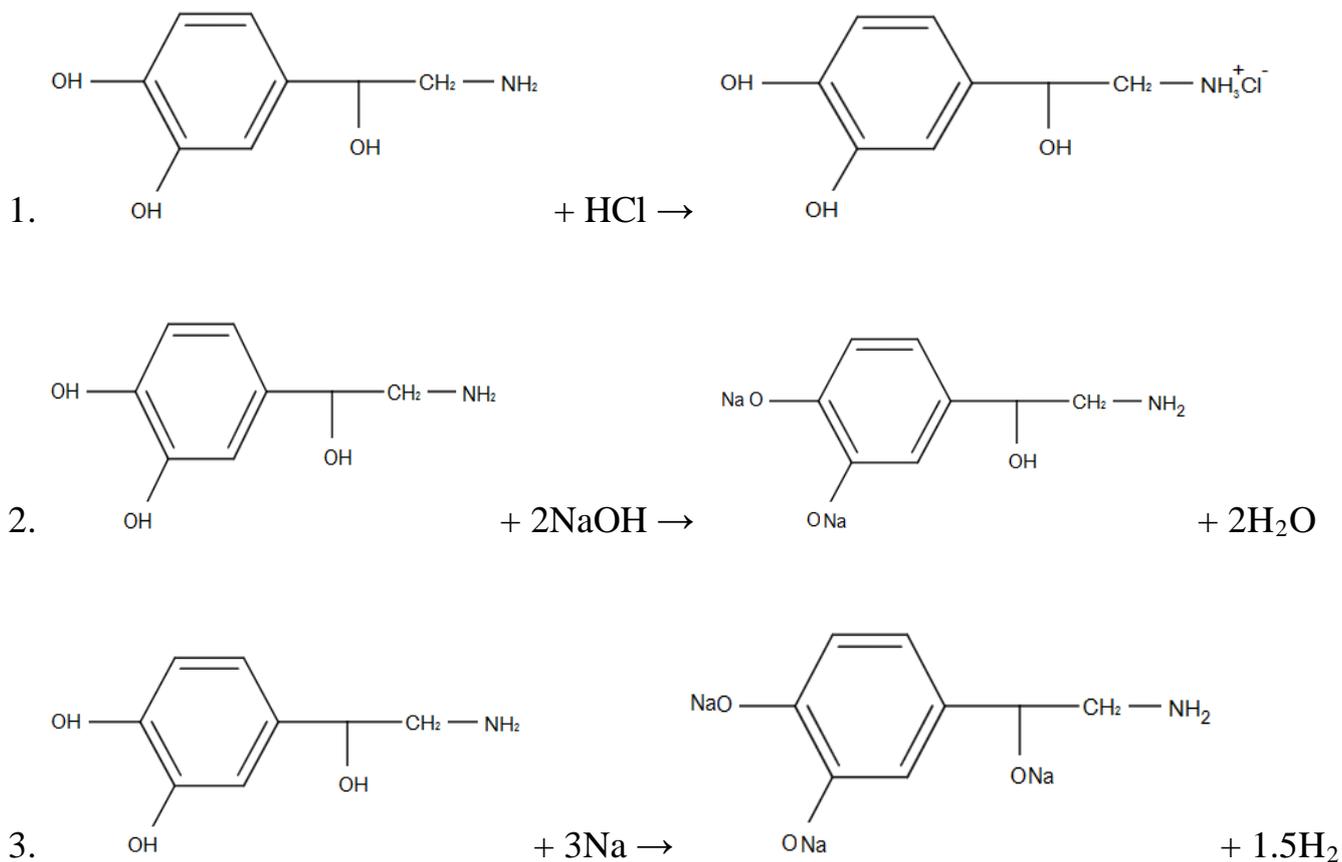
-за запись уравнений химических реакций - 6 баллов (по 2 балла за каждое)

-за расчет массы гидроксида натрия в конечном растворе - 6 баллов

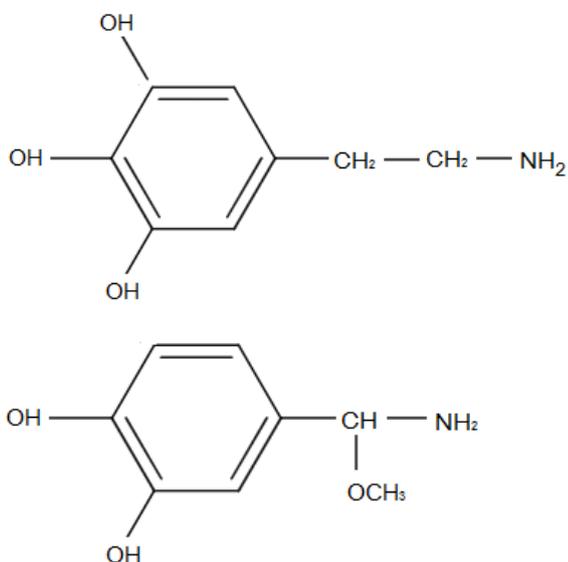
-за расчет массовой доли гидроксида натрия в конечном растворе - 3 балла

*Итого: 15 баллов*

## Задание №2



Изомерами норадреналина являются, например



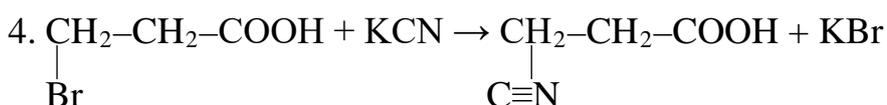
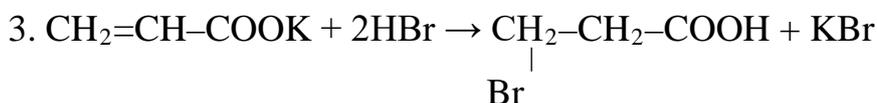
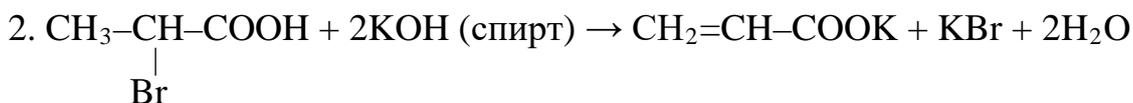
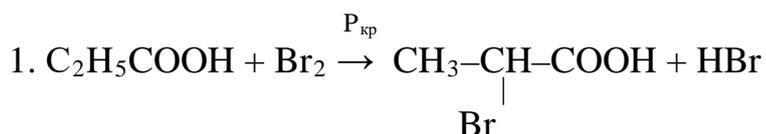
### Примечание:

-за запись уравнений химических реакций - 12 баллов (по 4 балла за каждое)

-за установление структурной формулы изомера - 3 балла

*Итого:* 15 баллов

### Задание №3



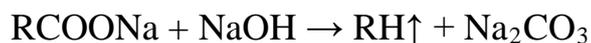
### Примечание:

-за запись уравнений химических реакций и структурных формул веществ - 20 баллов (по 5 баллов за каждое)

*Итого: 20 баллов*

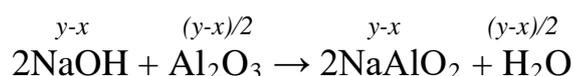
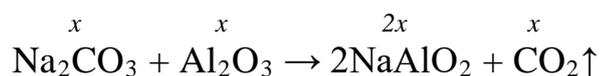
### Задание №4

1. При сплавлении твердых солей карбоновых кислот с твердыми щелочами происходит реакция:



По условию задачи, полученное в результате этой реакции твердое вещество - это смесь избытка NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

2. Пусть сплавлению подвергли  $x$  моль соли и  $y$  моль щелочи. Тогда в результате реакции получили  $x$  моль карбоната натрия и  $(y-x)$  моль щелочи остались нерасходованными.



$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 20.4/102 = 0.2 \text{ моль}$$

3. Поскольку все продукты растворимы в воде, остаток после второго плавления и промывания водой - это избыток Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 5.1/102 = 0.05 \text{ моль.}$$

Следовательно, в реакцию вступило  $0.2 - 0.05 = 0.15$  моль  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Тогда

$$x + (y-x)/2 = 0.15$$

$$x+y = 0.3$$

Выделившийся газ - это  $\text{CO}_2$ .

$n(\text{CO}_2) = pV/RT = 0.1$  моль, отсюда  $x = 0.1$  моль,  $y = 0.3 - 0.1 = 0.2$  моль.

$$4. m(\text{соли}) + m(\text{NaOH}) = 22.4 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0.2 \cdot 40 = 8 \text{ г}$$

$$m(\text{соли}) = 22.4 - 8 = 14.4 \text{ г}$$

Поскольку  $n(\text{соли}) = 0.1$  моль, то  $M(\text{соли}) = 144 \text{ г/моль}$ .

Тогда  $M(\text{R}) = 144 - M(\text{COONa}) = 144 - 67 = 77 \text{ г/моль}$ .

R - это  $\text{C}_6\text{H}_5$ , а RH -  $\text{C}_6\text{H}_6$ .

$$m(\text{C}_6\text{H}_6) = 0.1 \cdot 78 = 7.8 \text{ г.}$$

### Примечание:

-за запись уравнений химических реакций - 9 баллов (по 3 балла за каждое)

-за составление и решение системы уравнений - 8 баллов

-за установление молекулярной формулы органического соединения - 6 баллов

-за расчет массы органического соединения - 2 балла

*Итого: 25 баллов*

### Задание №5

$$1. W = \pm \Delta C / \Delta t$$

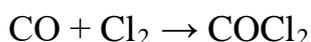
Так как объем постоянный, поэтому через 5 минут

$$C(\text{COCl}_2) = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/(л·мин)} \cdot 5 \text{ мин} = 12.5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л} = 12.5 \text{ моль/м}^3$$

2. По формуле  $p = nRT/V = cRT$  рассчитываем давление  $\text{COCl}_2$  через 5 минут:

$$p(\text{COCl}_2) = 12.5 \text{ моль/м}^3 \cdot 8.31 \text{ Дж/(моль·К)} \cdot 393 \text{ К} = 0.41 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

3. Составим уравнение:



было	$p_o$	$p_o$	
прореагировало	$x$	$x$	
стало	$p_o - x$	$p_o - x$	$x$

$$x = p(\text{COCl}_2) = 0.41 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Тогда:

$$p_{\text{общ}} = 2(p_o - x) = 2.3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$2p_o = 2.3 \cdot 10^5 + 0.41 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$p_o = 1.355 \cdot 10^5 \text{ Па} = p(\text{Cl}_2)$$

**Примечание:**

-за расчет концентрации и давления продукта - 6 баллов

- за составление уравнения реакции - 10 баллов

-за расчет давления хлора в исходной смеси - 9 баллов

*Итого: 25 баллов*