

11 класс

Задача 1 (I)

Темно-красное бинарное соединение А, массовая доля кислорода в котором составляет 48%, растворили в концентрированном растворе аммиака и получили раствор лимонно-желтого цвета (реакция 1). При добавлении к этому раствору серной кислоты получили раствор оранжевого цвета (реакция 2).

Если к оранжевому раствору добавить избыток хлорида бария, выпадет смесь осадков Б и В, из которых Б лимонно-желтого цвета (реакция 3 и реакция 4).

А если оранжевый раствор выпарить и прокалить, то одним из продуктов прокаливания будет вещество Г сине-зеленого цвета (реакция 5).

Задание:

- 1) Определите формулы веществ А, Б, В, Г
- 2) Напишите уравнения пяти перечисленных реакций

Решение:

По описанию понятно, что речь идет об оксиде. Пусть масса оксида 100 г, тогда масса атомов О составляет 48 г.

$$\nu(O) = \frac{48\text{г}}{16\text{г/моль}} = 3\text{моль}$$

Пусть соотношение $\nu(O) : \nu(\text{Э})$ в оксиде будет 3:1, тогда $M(\text{Э}) = 52 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{Cr}$.

Высший оксид хрома CrO_3 темно-красного цвета, совпадает с условием задачи.

- 1) $\text{CrO}_3 + 2(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
лимонно-желтый
- 2) $2(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
оранжевый
- 3) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{BaCrO}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{HCl}$
Б

Из растворов дихроматов выпадают хроматы, как менее растворимые.

- 4) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$
В
- 5) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
Г
сине-зеленый

Тогда: А – CrO_3 , Б – BaCrO_4 , В – BaSO_4 , Г – Cr_2O_3 .

Система оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1) За определение формулы каждого из веществ А, Б, В, Г по 1 баллу | 4 балла |
| 2) За написание уравнений реакций 1,2,4,5, по 1 баллу | 4 балла |
| 3) За написание уравнения реакции 3 | 2 балла |

Итого 10 баллов.

Задание 2 (I)

Допишите левые части уравнений, расставьте коэффициенты. Троекотия показывают число реагирующих веществ.

- 1) $\dots + \dots \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\dots + \dots + \dots \rightarrow \text{HNO}_3$
- 3) $\dots + \dots + \dots \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{NaCl}$

- 4) ... + ... $\rightarrow FeCl_2$
 5) ... + ... + ... $\rightarrow CuCl \downarrow + Na_2SO_4 + NaCl + H_2O$
 6) ... + ... $\rightarrow CaHPO_4 \downarrow + Ca(H_2PO_4)_2 + H_2O$

Решение

- 1) $4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$
 2) $4NO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4HNO_3$
 3) $3Na_2CO_3 + 2AlCl_3 + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3CO_2 \uparrow + 6NaCl$
 4) $2FeCl_3 + Fe \rightarrow 3FeCl_2$
 5) $2CuCl_2 + Na_2SO_3 + 2NaOH \rightarrow 2CuCl \downarrow + Na_2SO_4 + 2NaCl + H_2O$
 6) $2Ca(OH)_2 + 3H_3PO_4 \rightarrow CaHPO_4 \downarrow + Ca(H_2PO_4)_2 + 4H_2O$

Система оценивания

За уравнения реакций:

№ 1, 2, 3, по 1 баллу

№ 4 и 5 – по 2 балла

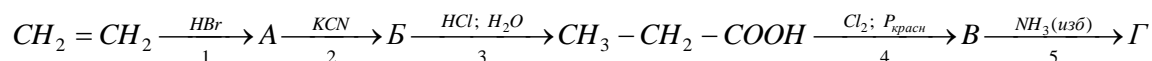
№ 6 – 3 балла

Если реагенты определены верно, но коэффициенты расставлены неправильно, общую оценку за задание снизить на 1 балл.

Всего 10 баллов

Задание 3 (I)

Осуществите цепочку превращений. Составьте уравнения химических реакций, используя структурные формулы органических веществ. Расставьте коэффициенты.



К какому классу органических веществ относится соединение Б? Назовите его по систематической номенклатуре.

Решение

- 1) $CH_2 = CH_2 + HBr \rightarrow CH_3 - \underset{A}{CH_2}Br$
 2) $CH_3 - \underset{B}{CH_2}Br + KCN \rightarrow CH_3 - \underset{B}{CH_2} - CN + KBr$
 3) $CH_3 - CH_2 - CN + HCl + 2H_2O \rightarrow CH_3 - CH_2 - COOH + NH_4Cl$
 4) $CH_3 - CH_2 - COOH + Cl_2 \xrightarrow{P_{красн}} CH_3 - \underset{B}{CH}Cl - COOH + HCl$
 5) $CH_3 - \underset{Г}{CH}Cl - COOH + 2NH_3 \rightarrow CH_3 - \underset{Г}{CH}(NH_2) - COONH_4$

Соединение Б относится к классу нитрилов. Название: пропаннитрил, нитрил пропионовой кислоты.

Система оценивания:

За каждое уравнение реакции по 1 баллу

5 баллов

За определение веществ А, Б, В, Г по 1 баллу

4 балла

За ответ на дополнительный вопрос

1 балл

Всего 10 баллов

Задача 4 (I)

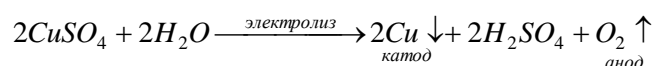
Раствор сульфата меди (II) массой 640 г и массовой долей соли 7,5% подвергали электролизу до тех пор, пока на аноде не выделилось 2,24 л газа. После этого внешний источник питания отключили, из оставшегося после электролиза раствора отобрали порцию массой 156 г, перенесли в стандартную колбу и довели водой объемом раствора до 1,0 л.

Задание:

- составьте уравнение процесса электролиза
- определите состав раствора после электролиза (в молях)
- определите молярную концентрацию (моль/л) веществ в колбе
- учитывая, что $pH = -\lg C_{H^+}$, определите pH раствора в колбе.

Решение

$$\nu_{исх}(CuSO_4) = \frac{m_{p-ра} \cdot \omega(CuSO_4)}{M(CuSO_4)} = \frac{640 \cdot 0,075}{160} = 0,3 \text{ моль}$$



Газ, выделившийся на катоде, кислород.

$$\nu(O_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль, тогда}$$

$$\nu_{изр}(CuSO_4) = 2\nu(O_2) = 0,2 \text{ моль}$$

Таким образом, количество сульфата меди, подвергшегося электролизу, меньше исходного, т.е. в растворе после электролиза осталось 0,1 моль $CuSO_4$ и образовалось 0,2 моль H_2SO_4 .

$$\nu(H_2SO_4)_{обр} = 2\nu(O_2) = 0,2 \text{ моль}$$

Находим, массу раствора после электролиза:

$$m_{p-ра2} = m_{p-ра\text{ исх}} - m(Cu \downarrow) - m(O_2 \uparrow) = 640 - 0,2 \cdot 64 - 0,1 \cdot 32 = 624 \text{ г}$$

Если в растворе массой 624 г содержится 0,2 моль H_2SO_4 и 0,1 моль $CuSO_4$, то в отобранной порции массой 156 г будет содержаться:

$$624 \text{ г} - 0,2 \text{ моль } H_2SO_4 \qquad 624 \text{ г} - 0,1 \text{ моль } CuSO_4$$

$$156 \text{ г} - x \text{ моль} \qquad 156 \text{ г} - x \text{ моль}$$

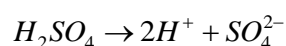
$$x = 0,05 \text{ моль}$$

$$x = 0,025 \text{ моль}$$

Таким образом, концентрация веществ в колбе будет равна $C_M(H_2SO_4) = 0,05 \text{ моль / л}$, а

$$C_M(CuSO_4) = 0,025 \text{ моль / л}.$$

Учитываем, что в растворе соли и сильной кислоты характер среды раствора определяет именно сильная кислота:



$$C_{H^+} = 2C_{H_2SO_4} = 0,1 \text{ моль / л}$$

$$\text{Тогда, } pH = -\lg C_{H^+} = 1$$

Система оценивания:

Составление уравнения электролиза	2 балла
Определение количества соли, подвергшейся электролизу	1 балл
Определение состава раствора после электролиза	2 балла
Определение концентрации веществ в колбе после разбавления	2 балла
Определение концентрации катионов водорода в растворе	1 балл
Расчет pH раствора	2 балла

Всего 10 баллов

(даже если концентрация катионов водорода в растворе была определена неправильно, но расчет pH правильный, засчитывать 2 балла)

11 класс

Задача 1 (II)

Раствор коричневого цвета обработали щелочью и получили осадок бурого цвета (реакция 1). Его отделили и прокалили. Образовалось бинарное соединение А (реакция 2), в котором массовая доля кислорода составляет 30%.

Вещество А сплавляли со смесью нитрата и карбоната калия. Получили твердые вещества Б красно-фиолетового цвета, В белого цвета, и газообразный продукт (реакция 3).

К остывшему твердому остатку прилили концентрированную соляную кислоту. В результате бурной реакции выделился газ Г (реакция 4).

Задание:

- 1) Определите формулы веществ А, Б, В, Г
- 2) Напишите уравнения четырех перечисленных реакций. Уравнение реакции 1 напишите в ионной форме.

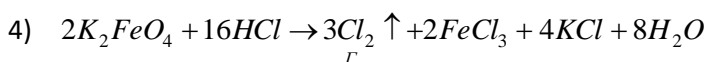
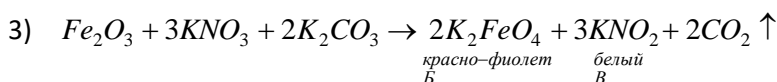
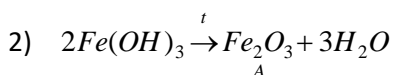
Решение:

Коричневая окраска раствора, как правило, говорит о наличии в растворе гидратированных катионов Fe^{3+} . При обработке щелочью (допустимо использовать любые растворимые гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов) выпадает гидроксид железа (III), который при прокаливании дает оксид Fe_2O_3 , в котором массовая доля кислорода как раз составляет 30%.

$$\omega(O) \text{ в } Fe_2O_3 = \frac{3 \cdot 16}{160} = 0,3$$

Вещество А – Fe_2O_3

- 1) $Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow$ данное уравнение можно принимать и в ионном, и в молекулярном виде (любая растворимая соль Fe^{3+} с любой щелочью).



Тогда, А – Fe_2O_3 , Б – K_2FeO_4 , В – KNO_2 , Г – Cl_2 .

Система оценивания:

- 1) За определение формулы каждого из веществ А, Б, В, Г по 1 баллу 4 балла
- 2) За написание уравнений реакций 1,2 по 1 баллу (если коэффициенты в этих уравнениях расставлены неправильно или не расставлены, общий балл за задачу снизить на 1)
2 балла
- 3) За написание уравнения реакции 3,4 по 2 балла (если коэффициенты расставлены неправильно, то по 1 баллу) 4 балла

Итого 10 баллов.

Задание 2 (II)

Допишите левые части уравнений, расставьте коэффициенты. Троеочия показывают число реагирующих веществ.

- 1) $\dots + \dots \rightarrow FeCl_2 + FeCl_3 + H_2O$
- 2) $\dots + \dots \rightarrow NO + H_2O$

- 3) $\dots \rightarrow CuO + NO_2 + O_2$
- 4) $\dots + \dots \rightarrow Fe(OH)_3$
- 5) $\dots + \dots \rightarrow CuCl_2 + FeCl_2$
- 6) $\dots + \dots \rightarrow H_2O + O_2 \uparrow + HCl$

Решение

- 1) $Fe_3O_4 + 8HCl \rightarrow FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$
- 2) $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$
- 3) $2Cu(NO_3)_2 \rightarrow 2CuO + 4NO_2 + O_2$
- 4) $2Fe(OH)_2 + H_2O_2 \rightarrow 2Fe(OH)_3$
- 5) $Cu + 2FeCl_3 \rightarrow CuCl_2 + 2FeCl_2$
- 6) $HClO + H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2 \uparrow + HCl$

Система оценивания

За уравнения реакций:

№ 1, 2, 3, по 1 баллу

№ 4 и 5 – по 2 балла

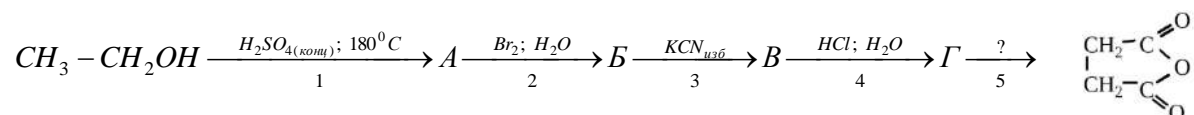
№6 – 3 балла

Если реагенты определены верно, но коэффициенты расставлены неправильно, общую оценку за задание снизить на 1 балл.

Всего 10 баллов

Задание 3 (II)

Осуществите цепочку превращений. Составьте уравнения химических реакций, используя структурные формулы органических веществ. Расставьте коэффициенты.



Укажите условия проведения реакции №5. Дайте название веществу В (по любой номенклатуре).

Решение:

- 1) $CH_3 - CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4(конц); 180^{\circ}C} CH_2 = CH_2 + H_2O$
А
- 2) $CH_2 = CH_2 + Br_2 \xrightarrow{H_2O} CH_2Br - CH_2Br$
Б
- 3) $CH_2Br - CH_2Br + 2KCN \longrightarrow NC - CH_2 - CH_2 - CN + 2KBr$
В
- 4) $NC - CH_2 - CH_2 - CN + 2HCl + 2H_2O \longrightarrow HOOC - CH_2 - CH_2 - COOH + 2NH_4Cl$
Г
- 5) $HOOC - CH_2 - CH_2 - COOH \xrightarrow{t^{\circ}} H_2O + \begin{array}{c} CH_2 - C = O \\ | \quad \quad \quad \backslash \\ \quad \quad \quad O \quad \quad \quad \backslash \\ CH_2 - C = O \end{array}$

Вещество В: сукцинонитрил, бутандинитрил, нитрил янтарной кислоты.

Система оценивания:

За каждое уравнение реакции по 1 баллу

5 баллов

За определение веществ А, Б, В, Г по 1 баллу	4 балла
За ответ на дополнительный вопрос	1 балл
Всего 10 баллов	

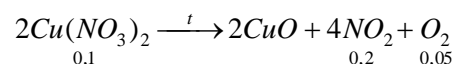
Задача 4 (II)

Нитрат меди (II) массой 18,8 г подвергли полному термическому разложению. Смесь выделившихся газов пропустили через водный раствор гидроксида натрия массой 200 г и массовой долей щелочи 2%. Образовавшийся после этого раствор перелили в стандартную колбу объемом 1 л и довели водой до метки.

Задание:

- составьте уравнения процесса термического разложения и взаимодействия выделившихся газов с водным раствором щелочи;
- определите состав раствора после взаимодействия с водным раствором щелочи (в молях);
- определите молярную концентрацию (моль/л) веществ в колбе после разбавления
- учитывая, что $pH = -\lg C_{H^+}$, определите pH раствора в колбе.

Решение

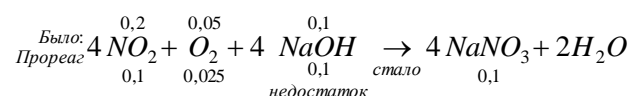


$$v(Cu(NO_3)_2) = \frac{m}{M} = \frac{18,8}{188} = 0,1 \text{ моль}$$

$$v(NO_2) = 2v(Cu(NO_3)_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$v(O_2) = \frac{1}{2} v(Cu(NO_3)_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$v(NaOH) = \frac{m_{р-ра} \cdot \omega(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{200 \cdot 0,02}{40} = 0,1 \text{ моль}$$

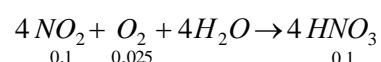


По отношению к щелочи, газы находятся в избытке:

$$v(NO_2)_{\text{прореаг}} = v(NaOH) = 0,1 \text{ моль} \qquad v(O_2)_{\text{прореаг}} = \frac{1}{4} v(NaOH) = 0,025 \text{ моль}$$

$$v(NO_2)_{\text{ост}} = 0,1 \text{ моль} \qquad v(O_2)_{\text{ост}} = 0,025 \text{ моль}$$

Следовательно, оставшиеся в избытке газы реагируют с водой с образованием азотной кислоты:



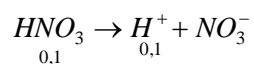
$$v(HNO_3) = v(NO_2) = 0,1 \text{ моль}$$

Таким образом, после взаимодействия с гидроксидом натрия в растворе содержится 0,1 моль $NaNO_3$ и 0,1 моль HNO_3 .

При разбавлении полученного раствора водой и доведении его объема до 1 л, концентрация веществ в растворе составляет:

$$C_M(HNO_3) = 0,1 \text{ моль / л} \qquad C_M(NaNO_3) = 0,1 \text{ моль / л}$$

Реакцию среды в конечном растворе, то есть количество средообразующих ионов, будет определять сильная азотная кислота:



$$C_{H^{+}} = C_{HNO_3} = 0,1 \text{ моль / л}$$

$$\text{Тогда, } pH = -\lg C_{H^{+}} = 1$$

Система оценивания:

Составление уравнения термического разложения	1 балл
Определение количеств выделившихся газов	1 балл
Составление уравнений взаимодействия смеси газов с раствором щелочи – по 1 баллу за уравнение, всего	2 балла
Определение состава раствора после взаимодействия с раствором щелочи	2 балла
Определение концентрации веществ в колбе после разбавления	1 балл
Определение концентрации катионов водорода в растворе	1 балл
Расчет pH раствора	2 балла

Всего 10 баллов

(даже если концентрация катионов водорода в растворе была определена неправильно, но расчет pH правильный, засчитывать 2 балла)

11 класс

Задача 1 (III)

Через раствор сине-фиолетового цвета пропускали газообразный аммиак до тех пор, пока не выпал серо-голубой осадок (реакция 1), который отделили, прокалили и получили бинарное вещество А серо-зеленого цвета (реакция 2), в котором массовая доля кислорода составляет 31,58%.

Вещество А сплавляли со смесью нитрата и карбоната калия. Получили твердые вещества Б желтого цвета, В белого цвета и газообразный продукт (реакция 3).

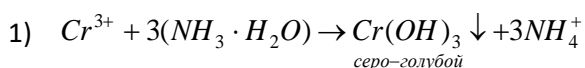
Полученный после сплавления твердый остаток растворили в воде. К раствору по каплям добавляли серную кислоту до тех пор, пока его исходная лимонно-желтая окраска не изменилась на оранжевую вследствие образования соединения Г (реакция 4).

Задание:

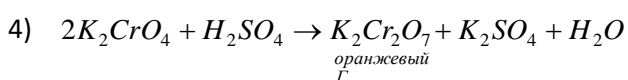
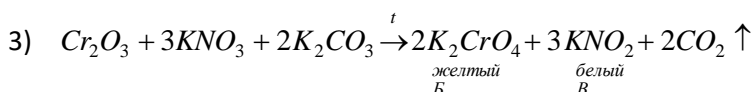
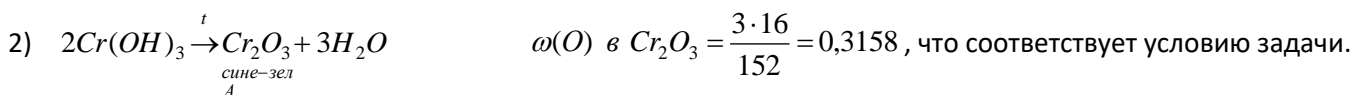
- 1) Определите формулы веществ А, Б, В, Г
- 2) Напишите уравнения четырех перечисленных реакций. Уравнение реакции 1 напишите в ионной форме.

Решение

Сине-фиолетовая окраска раствора присуща солям хрома (III).



Вместо $NH_3 \cdot H_2O$ можно засчитывать NH_4OH и $NH_3 + H_2O$.



Тогда, А – Cr_2O_3 , Б – K_2CrO_4 , В – KNO_2 , Г – $K_2Cr_2O_7$.

Система оценивания:

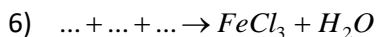
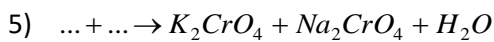
- 1) За определение формулы каждого из веществ А, Б, В, Г по 1 баллу 4 балла
- 2) За написание уравнений реакций 1,2 по 1 баллу (если коэффициенты в этих уравнениях расставлены неправильно или не расставлены, общий балл за задачу снизить на 1) 2 балла
- 3) За написание уравнения реакции 3,4 по 2 балла (если коэффициенты расставлены неправильно, то по 1 баллу) 4 балла

Итого 10 баллов.

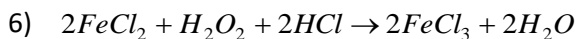
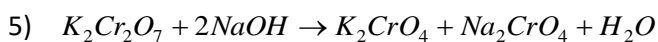
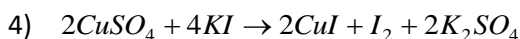
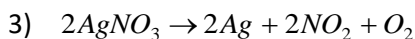
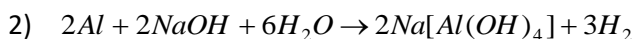
Задание 2 (III)

Допишите левые части уравнений, расставьте коэффициенты. Троекотия показывают число реагирующих веществ.

- 1) ... + ... $\rightarrow FeCl_3$
- 2) ... + ... + ... $\rightarrow Na[Al(OH)_4] + H_2$
- 3) ... $\rightarrow Ag + NO_2 + O_2$
- 4) ... + ... $\rightarrow CuI + I_2 + K_2SO_4$



Решение



Система оценивания

За уравнения реакций:

№ 1, 2, 3, по 1 баллу

№ 4 и 5 – по 2 балла

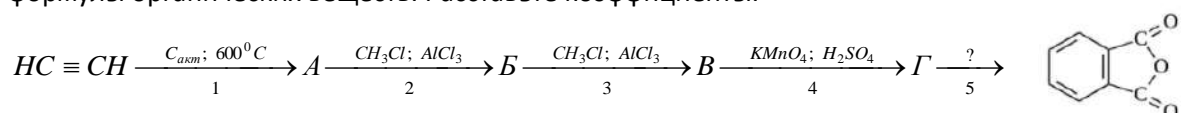
№6 – 3 балла

Если реагенты определены верно, но коэффициенты расставлены неправильно, общую оценку за задание снизить на 1 балл.

Всего 10 баллов

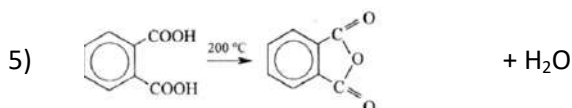
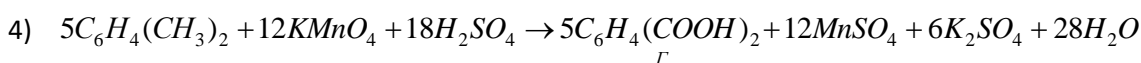
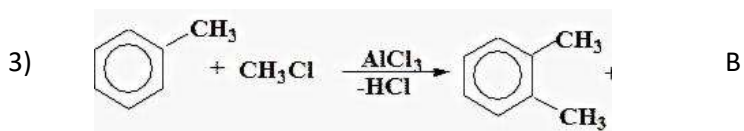
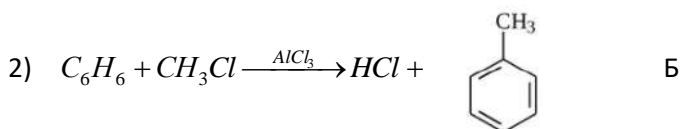
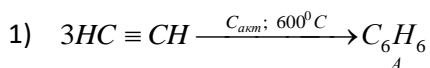
Задание 3 (III)

Осуществите цепочку превращений. Составьте уравнения химических реакций, используя структурные формулы органических веществ. Расставьте коэффициенты.



Укажите условия проведения реакции №5. Дайте название веществу Г (по любой номенклатуре).

Решение



Вещество Г: о-бензолдикарбоновая кислота, фталевая кислота.

Система оценивания:

За каждое уравнение реакции по 1 баллу

5 баллов

За определение веществ А, Б, В, Г по 1 баллу

4 балла

За ответ на дополнительный вопрос

1 балл

Всего 10 баллов

Задача 4 (III)

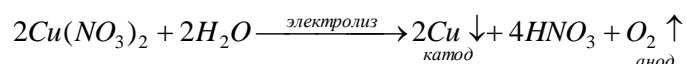
Раствор нитрата меди (II) массой 940 г и массовой долей соли 10% подвергали электролизу до тех пор, пока на аноде не выделилось 4,48 л газа. После этого внешний источник питания отключили, из оставшегося после электролиза раствора отобрали порцию массой 113,5 г, перенесли в стандартную колбу и довели водой объем раствора до 1,0 л.

Задание:

- составьте уравнение процесса электролиза
- определите состав раствора после электролиза (в молях)
- определите молярную концентрацию (моль/л) веществ в колбе
- учитывая, что $pH = -\lg C_{H^+}$, определите pH раствора в колбе.

Решение

$$\nu_{исх}(Cu(NO_3)_2) = \frac{m_{p-ра} \cdot \omega(Cu(NO_3)_2)}{M(Cu(NO_3)_2)} = \frac{940 \cdot 0,1}{188} = 0,5 \text{ моль}$$



Газ, выделившийся на катоде, кислород.

$$\nu(O_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}, \text{ тогда}$$

$$\nu_{изр}(Cu(NO_3)_2) = 2\nu(O_2) = 0,4 \text{ моль}$$

Таким образом, количество нитрата меди, подвергшееся электролизу, меньше исходного, т.е. в растворе после электролиза осталось 0,1 моль $Cu(NO_3)_2$ и образовалось 0,8 моль HNO_3 .

$$\nu(HNO_3)_{обр} = 4\nu(O_2) = 0,8 \text{ моль}$$

Находим, массу раствора после электролиза:

$$m_{p-ра2} = m_{p-ра исх} - m(Cu \downarrow) - m(O_2 \uparrow) = 940 - 0,4 \cdot 64 - 0,2 \cdot 32 = 908 \text{ г}$$

Если в растворе массой 908 г содержится 0,8 моль HNO_3 и 0,1 моль $Cu(NO_3)_2$, то в отобранной порции массой 113,5 г будет содержаться:

$$908 \text{ г} - 0,8 \text{ моль } HNO_3 \quad 908 \text{ г} - 0,1 \text{ моль } Cu(NO_3)_2$$

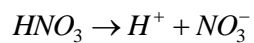
$$113,5 \text{ г} - x \text{ моль} \quad 113,5 \text{ г} - x \text{ моль}$$

$$x = 0,1 \text{ моль} \quad x = 0,0125 \text{ моль}$$

Таким образом, концентрация веществ в колбе будет равна $C_M(HNO_3) = 0,1 \text{ моль / л}$, а

$$C_M(Cu(NO_3)_2) = 0,0125 \text{ моль / л}.$$

Учитываем, что в растворе соли и сильной кислоты характер среды раствора определяет именно сильная кислота:



$$C_{\text{H}^+} = C_{\text{HNO}_3} = 0,1 \text{ моль / л}$$

$$\text{Тогда, } pH = -\lg C_{\text{H}^+} = 1$$

Система оценивания:

Составление уравнения электролиза	2 балла
Определение количества соли, подвергшейся электролизу	1 балл
Определение состава раствора после электролиза	2 балла
Определение концентрации веществ в колбе после разбавления	2 балла
Определение концентрации катионов водорода в растворе	1 балл
Расчет pH раствора	2 балла

Всего 10 баллов

(даже если концентрация катионов водорода в растворе была определена неправильно, но расчет pH правильный, засчитывать 2 балла)