

ЗАДАНИЕ 1

1.1. Водород мышьяковистый (арсин) относится к веществам 1-го класса токсической опасности, отравление которым может привести к головокружению, слабости, головной боли, стеснению дыхания, рвоте, развитию желтухи. Предельно допустимая концентрация составляет 0,0003 мг/л. Составьте уравнение реакции арсина с калия перманганатом в сернокислой среде и рассчитайте массу 15% раствора калия перманганата, которая потребуется для взаимодействия с 7,8 г арсина.

РЕШЕНИЕ



$$n(\text{AsH}_3) = 0,1 \text{ моль}; n(\text{KMnO}_4) = 8 \cdot 5 n(\text{AsH}_3) = 0,16 \text{ моль}; m(\text{KMnO}_4) = 25,28 \text{ г};$$

$$m(15\% \text{ р-ра}) = 168,5 \text{ г}.$$

ОТВЕТ 168,5

1.2. Водород фосфористый (фосфин) относится к веществам 1-го класса токсической опасности, отравление которым может привести к поражению нервной системы, нарушать обмен веществ, действовать на кровеносные сосуды, органы дыхания, печень, почки. Предельно допустимая концентрация составляет 0,1 мг/м³. Составьте уравнение реакции фосфина с калия перманганатом в сернокислой среде и рассчитайте массу 25% раствора калия перманганата, которая потребуется для взаимодействия с 3,4 г фосфина.

РЕШЕНИЕ



$$n(\text{PH}_3) = 0,1 \text{ моль}; n(\text{KMnO}_4) = 8 \cdot 5 n(\text{PH}_3) = 0,16 \text{ моль}; m(\text{KMnO}_4) = 25,28 \text{ г};$$

$$m(25\% \text{ р-ра}) = 101,1 \text{ г}.$$

ОТВЕТ 101,1

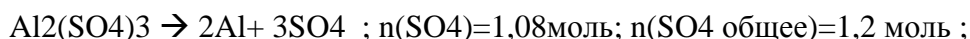
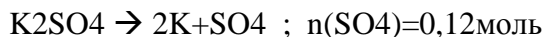
ЗАДАНИЕ 2

2.1. Студент, работая в аналитической лаборатории, смешал в одной колбе 800 мл 0,15М раствора калия сульфата и 1200 мл 0,3М раствора алюминия сульфата. Рассчитайте молярную концентрацию сульфат-ионов в полученном растворе.

РЕШЕНИЕ

Рассчитаем количество вещества солей в исходных растворах:

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = c \cdot V = 0,15 \cdot 0,8 = 0,12 \text{ моль} ; n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = c \cdot V = 0,3 \cdot 1,2 = 0,36 \text{ моль}$$



$$V(\text{суммарный}) = V(1) + V(2) = 2$$

$$C(\text{SO}_4) = \frac{1,2}{2} = 0,6 \text{ моль/л}$$

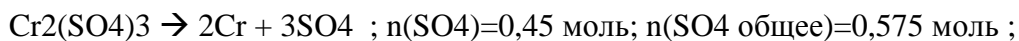
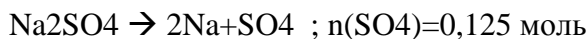
ОТВЕТ 0,6 моль/л

2.2. Студент, работая в аналитической лаборатории, смешал в одной колбе 500 мл 0,25 М раствора натрия сульфата и 1500 мл 0,1М раствора хрома(III) сульфата. Рассчитайте молярную концентрацию сульфат-ионов в полученном растворе.

РЕШЕНИЕ

Рассчитаем количество вещества солей в исходных растворах:

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = c \cdot V = 0,25 \cdot 0,5 = 0,125 \text{ моль} ; n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = c \cdot V = 0,1 \cdot 1,5 = 0,15 \text{ моль}$$



$$V(\text{суммарный}) = V(1) + V(2) = 2$$

$$C(\text{SO}_4) = \frac{0,575}{2} = 0,29 \text{ моль/л}$$

ОТВЕТ 0,29 моль/л

ЗАДАНИЕ 3

3.1. Магния сульфат (Magnesium Sulphate), применяемый в медицинской практике в качестве успокаивающего и спазмолитического средства, получают для нужд фармацевтической промышленности, обрабатывая минерал магнезит серной кислотой.

Рассчитайте массу магнезита, которую надо переработать для получения магния сульфата, необходимого для производства партии из 2000 упаковок, содержащих по 10 ампул раствора магния сульфата 25% по 10 мл (плотность 1,2701 г/мл)



Решение

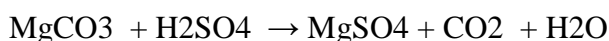
$$m(\text{р-р в 1 ампуле})V \cdot \rho = 12,701 \text{ г.}$$

$$m(10 \text{ ампул}) = 127,01 \text{ г.}$$

$$m(\text{партии} - 2000 \text{ уп.}) = 254020 \text{ г.}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = m \cdot w(\text{MgSO}_4) = 63505 \text{ г.}$$

$$n(\text{MgSO}_4) = m/M = 529,208 \text{ моль}$$



$$n(\text{MgCO}_3) = n(\text{MgSO}_4) = 529,208$$

$$m(\text{MgCO}_3) = 44,45 \text{ кг.}$$

Ответ: 44,45 кг.

3.2. Магния сульфат (Magnesium Sulphate), применяемый в медицинской практике в качестве успокаивающего и спазмолитического средства, получают для нужд фармацевтической промышленности, обрабатывая минерал магнезит серной кислотой.

Рассчитайте массу магнезита, которую надо переработать для получения магния сульфата, необходимого для производства партии из 5000 упаковок, содержащих по 10 ампул раствора магния сульфата 25% по 10 мл (плотность 1,2701 г/мл)

Решение

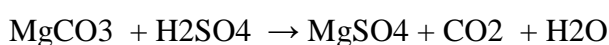
$$m(\text{р-р в 1 ампуле})V \cdot \rho = 12,701 \text{ г.}$$

$$m(10 \text{ ампул}) = 127,01 \text{ г.}$$

$$m(\text{партии} - 5000 \text{ уп.}) = 635050 \text{ г.}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = m \cdot w(\text{MgSO}_4) = 158762,5 \text{ г.}$$

$$n(\text{MgSO}_4) = m/M = 1323,02 \text{ моль}$$



$$n(\text{MgCO}_3) = n(\text{MgSO}_4) = 1323,02$$

$$m(\text{MgCO}_3) = 111,13 \text{ кг.}$$

Ответ: 111,13 кг.

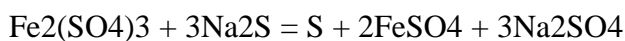
Задание 4

4.1. Препараты серы издавна применяются для лечения кожных заболеваний. В наши дни сера очищенная входит в состав комплексного препарата «Блефарогель», применяемого при лечении демодекса век, блефарита и синдрома сухого глаза, серной пасты и серной мази (Sulfuric ointment simplex), применяемых наружно для лечения кожных заболеваний: себореи, сикоза, псориаза, микоза.



Расположите сульфат калия, сульфид калия, сульфат железа(III) и серу в такую последовательность, чтобы вышеперечисленные вещества были связаны между собой только окислительно-восстановительными реакциями. Приведите электронный баланс. Укажите окислитель и восстановитель.

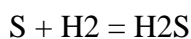
РЕШЕНИЕ



4.2. Препараты серы издавна применяются для лечения кожных заболеваний. В наши дни сера очищенная входит в состав комплексного препарата «Блефарогель», применяемого при лечении демодекса век, блефарита и синдрома сухого глаза, серной пасты и серной мази (Sulfuric ointment simplex), применяемых наружно для лечения кожных заболеваний: себореи, сикоза, псориаза, микоза.

Расположите серную кислоту, сероводород, сульфат железа(III) и серу в такую последовательность, чтобы вышеперечисленные вещества были связаны между собой только окислительно-восстановительными реакциями.

Приведите электронный баланс. Укажите окислитель и восстановитель.



Задание 5

5.1. Сплавы золота, применяемые в стоматологии, отличаются высокой прочностью, эластичностью, хорошо поддаются механической обработке, применяются для изготовления коронок, комбинированных зубов, бюгельных протезов.

Состав некоторого сплава: золото 60%, платина 20%, серебро 5%, медь 15%.



Стоматологический сплав такого состава массой 10 г. обработали конц. азотной кислотой. Выделившийся газ смешали с 4,48 л аргона. Рассчитайте значение средней молярной массы выделившейся газовой смеси.

Решение: Золото и платина растворяются только в царской водке, обработка сплава концентрированной азотной кислотой приводит к растворению меди и серебра.



$$m(\text{Ag}) = 0,5 \text{ г}; m(\text{Cu}) = 1,5 \text{ г}; n(\text{Ag}) = 0,0046 \text{ моль}; n(\text{Cu}) = 0,0234 \text{ моль};$$

$$n(\text{NO}_2) (\text{общее}) = 0,0514 \text{ моль}; n(\text{Ar}) = 0,2 \text{ моль}; M(\text{NO}_2/\text{Ar}) = 41,2 \text{ г/моль}$$

Ответ 41,2

5.2. Сплавы золота, применяемые в стоматологии, отличаются высокой прочностью, эластичностью, хорошо поддаются механической обработке, применяются для изготовления коронок, комбинированных зубов, бюгельных протезов.

Состав некоторого сплава: золото 60%, платина 20%, серебро 5%, медь 15%.

Стоматологический сплав такого состава массой 20 г обработали концентрированной азотной кислотой. Выделившийся газ смешали с 3,36 л неона. Рассчитайте значение средней молярной массы выделившейся газовой смеси.

Решение: Золото и платина растворяются только в царской водке, обработка сплава концентрированной азотной кислотой приводит к растворению меди и серебра.



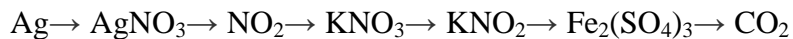
$$m(\text{Ag}) = 1 \text{ г}; m(\text{Cu}) = 3 \text{ г}; n(\text{Ag}) = 0,0093 \text{ моль}; n(\text{Cu}) = 0,0469 \text{ моль};$$

$$n(\text{NO}_2) (\text{общее}) = 0,103 \text{ моль}; n(\text{Ne}) = 0,15 \text{ моль}; M(\text{NO}_2/\text{Ne}) = 30,6 \text{ г/моль}$$

Ответ 30,6

Задание 6

6.1. Напишите уравнения химических реакций, соответствующих следующей схеме превращений.



- 1) $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$
- 3) $4\text{KOH} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 = 4\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$
- 5) $2\text{KNO}_2 + 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 6) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 6\text{CO}_2$

6.2. Напишите уравнения химических реакций, соответствующих следующей схеме превращений:

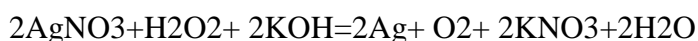
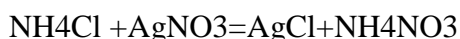
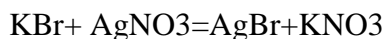


- 1) $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$
- 2) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3) $6\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4) $4\text{KClO}_3 + 6\text{P} = 5\text{KCl} + \text{P}_2\text{O}_5$
- 5) $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$
- 6) $\text{NaCl (тв)} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{HCl} + \text{NaH}_2\text{PO}_4$

Задание 7

7.1. Калия бромид, применяемый в медицине в качестве успокаивающего, противосудорожного средства, восстанавливающего равновесие между процессами возбуждения и торможения при повышенной возбудимости ЦНС, в качестве примеси может содержать хлорид аммония. Рассчитайте массовую долю примеси в образце, если при обработке 24,335 г. образца калия бромида, загрязнённого примесью хлорида аммония, расходуется такое же количество нитрата серебра, которое может прореагировать с пероксидом водорода в щелочной среде с образованием 2,352 л (н.у.) газа.

Решение



$$n(\text{O}_2) = 0,105$$

$$n(\text{AgNO}_3) = 0,21$$

$$n(\text{KBr}) = x$$

$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = y$$

$$x + y = 0,21$$

$$119x + 53,5y = 24,335$$

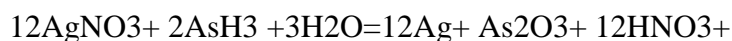
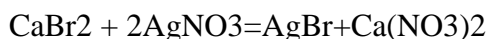
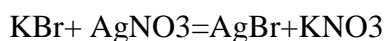
$$y = 0,01$$

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,01 * 53,5 = 0,535$$

$$w(\text{NH}_4\text{Cl}) = \mathbf{2,2\%}$$

7.2. Калия бромид, применяемый в медицине в качестве успокаивающего, противосудорожного средства, обычно загрязнен примесью кальция бромида. Рассчитайте массовую долю примеси в образце, если при обработке 13,9 г образца калия бромида, загрязнённого примесью кальция бромида, расходуется такое же количество нитрата серебра, которое может прореагировать с 1,56 г. арсина.

Решение:



$$n(\text{AsH}_3) = 0,02$$

$$n(\text{AgNO}_3) = 0,12$$

$$n(\text{KBr}) = x$$

$$n(\text{CaBr}_2) = y$$

$$x + 2y = 0,12$$

$$119x + 200y = 13,9$$

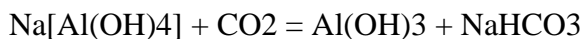
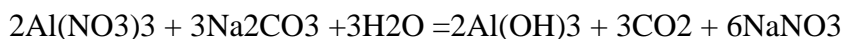
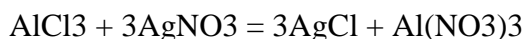
$$y = 0,01$$

$$m(\text{CaBr}_2) = 2$$

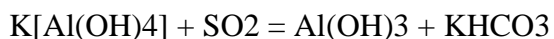
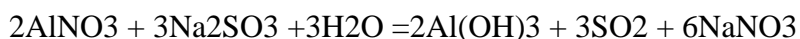
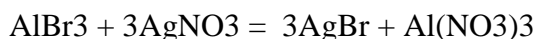
$$w(\text{CaBr}_2) = \mathbf{14,4\%}$$

Задание 8

8.1. Белая, хорошо растворимая в воде соль А при добавлении к водному раствору нитрата серебра образует белый осадок (В), нерастворимый в минеральных кислотах, но растворимый в аммиаке. Полученный осадок отфильтровали, и к надосадочной жидкости добавили раствор соли (С), при этом выделился бесцветный газ (Д) без запаха и образовался студенистый осадок. К выпавшему осадку добавляли раствор едкого натра до полного его растворения. Через полученный прозрачный раствор (Е) пропускали избыток ранее полученного газа до прекращения выпадения осадка (Г). Сделайте предположение о строении соли А и напишите уравнения вышеперечисленных реакций.



8.2. Бесцветная, кристаллическая, очень гигроскопичная, хорошо растворимая в воде соль А при добавлении к водному раствору нитрата серебра образует желтый осадок (В), нерастворимый в минеральных кислотах. Полученный осадок отфильтровали и к надосадочной жидкости добавили раствор соли (С), при этом выделился бесцветный газ (Д) с резким запахом, обесцвечивающий подкисленный раствор перманганата калия и вызывающий помутнение известковой воды и образовался студенистый осадок. К выпавшему осадку добавляли раствор едкого кали до полного растворения. Через полученный прозрачный раствор (Е) пропускали избыток ранее полученного газа до прекращения выпадения осадка (Г). Сделайте предположение о строении соли А и напишите уравнения вышеперечисленных реакций.

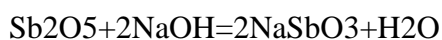


Задание 9

9.1. На Востоке, еще до нашей эры, из металлической сурьмы изготавливали сосуды и настаивали в них вино, которое широко применялось как «рвотное средство» для очищения организма. Большим поклонником использования этого металла в медицинской практике являлся Парацельс, который писал: «Сурьма очищает тело так же, как она очищает золото». В наше время сурьма широко используется в химических исследованиях и различных технических отраслях промышленности.

При растворении 12,2 г. металлической сурьмы в концентрированной азотной кислоте при нагревании, получены светло-желтые кристаллы вещества X, которые при сплавлении с натрием гидроксидом при 500 °С образуют соединение Y, применяемое в производстве эмали. Рассчитайте массу (г) вещества Y, если обе реакции прошли с выходом 80% .

Решение



$$n(\text{Sb}) = 0,1 \text{ моль}; n(\text{Sb}_2\text{O}_5) = 0,05 \text{ моль}$$

$$0,05 - 100\%$$

$$x - 80\% \quad x = 0,04$$

$$n(\text{Na}_2\text{SbO}_3) = 0,08 \quad ; \quad 0,08 - 100\%$$

$$y - 80\% \quad y = 0,064$$

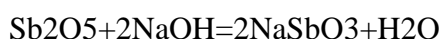
$$m(\text{Na}_2\text{SbO}_3) = \mathbf{13,8 \text{ г}}$$

9.2. На Востоке, еще до нашей эры, из металлической сурьмы изготавливали сосуды и настаивали в них вино, которое широко применялось как «рвотное средство» для очищения организма. Большим поклонником использования этого металла в медицинской практике являлся Парацельс, который писал: «Сурьма очищает тело так же, как она очищает золото». В наше время сурьма широко используется в химических исследованиях и различных технических отраслях промышленности.

При растворении 24,4 г. металлической сурьмы в концентрированной азотной кислоте при нагревании, получены светло-желтые кристаллы вещества X, которые при сплавлении с натрия гидроксидом при 500 °С образуют соединение Y, применяемое в производстве эмали.

Рассчитайте массу (г) вещества Y, если обе реакции прошли с выходом 80% .

Решение



$$n(\text{Sb}) = 0,2 \text{ моль}; n(\text{Sb}_2\text{O}_5) = 0,1 \quad ; \quad 0,1 - 100\%$$

$$x - 80\% \quad x = 0,08$$

$$n(\text{Na}_2\text{SbO}_3) = 0,16 \quad ; \quad 0,16 - 100\%$$

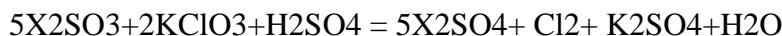
$$y - 80\% \quad y = 0,128$$

$$m(\text{Na}_2\text{SbO}_3) = 0,16 * 216 = \mathbf{34,56}$$

Задание 10

10.1. Для окисления 1,26 г. сульфита, катион которого имеет заряд +1, необходимо добавить 100 мл. раствора, в котором молярные концентрации калия хлората и серной кислоты составили соответственно 0,04 моль/л и 0,02 моль/л. Установите состав неизвестного вещества и рассчитайте объем газа, который выделится при добавлении к такой же навеске исходного вещества достаточного количества стружек цинка и кислоты хлороводородной.

Решение



$$n(KClO_3) = c \cdot V = 0,004$$

$$n(H_2SO_4) = c \cdot V = 0,002 \quad 2:1$$

$$n(X_2SO_3) = 5/2 \cdot n(KClO_3) = 0,01$$

$$M(X_2SO_3) = 1,26 / 0,01 = 126$$

$$M(X) = 23$$



$$n(Na_2SO_3) = 0,01; n(H_2S) = 0,01 \quad V(H_2S) = 0,224 \text{ л}$$

Ответ: Na_2SO_3 ; 0,224

10.2. Для окисления 2,32 г. сульфита, катион которого имеет заряд +1, потребовалось добавить 160 мл. раствора, в котором молярные концентрации перманганата калия и серной кислоты составили соответственно 0,05 моль/л и 0,075 моль/л. Установите состав неизвестного вещества. Рассчитайте массу газа, который может быть получен при медленном нагревании в температурном режиме до 60 °С 13,4 г моногидрата данного сульфита.

Решение



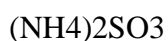
$$n(KMnO_4) = c \cdot V = 0,008 \text{ моль}$$

$$n(H_2SO_4) = c \cdot V = 0,012 \quad 2:3$$

$$n(X_2SO_3) = 5/2 \cdot n(KMnO_4) = 0,02$$

$$M(X_2SO_3) = 2,32 / 0,02 = 116$$

$$M(X) = 18$$



$$n((NH_4)_2SO_3 \cdot H_2O) = m / M = 13,4 : 134 = 0,1$$

$$n(NH_3) = 0,1$$

$$m(NH_3) = 1,7$$

Ответ: $(NH_4)_2SO_3$; 1,7