**Вычисления при реакциях со смесями**

**П р и м е р** Смесь азота и водорода пропущена над катализатором, при этом объем смеси уменьшился с 28,0 дм3 до 20,6 дм3(н.у.). Какова будет массовая доля растворенного вещества (%), если полученный газ растворить в воде объемом 20,0 см3? Какая масса раствора H3PO4 с массовой долей 20 % вступит в реакцию с полученным раствором для получения NH4H2PO4?

**РЕШЕНИЕ**

1) N2 + 3H2= 2NH3

2) NH3 + H2O = NH4OH

3) NH4OH + H3PO4= NH4H2PO4 + H2O

M(NH3) = 17 г/моль; M(H2O) = 18 г/моль; M(NH4OH) = 35 г/моль;

M(H3PO4) = 98 г/моль.

Пусть V - объем израсходованного азота по реакции (1). Тогда (28-V) -3V + 2V = 20,6 и V = 3,7 дм3. Объем аммиака составит 2V или 2•3,7 = 7,4 дм3, а количество аммиака будет равно 7,4/22,4 = 0,33 моль. По уравнению (2) количествоNH4OH равно количеству воды и количеству аммиака, т.е.

масса воды, вступившей в реакцию (2) составит 0,33•18 = 5,94 г, а масса NH4OH, образующегося по реакции (2) будет равна 0,33•35 = 11,55 г. Масса воды, оставшейся после реакции равна 20,00 - 5,94 =14, 06 г, а масса раствора составит (14,06 + 11,55) = 25,61 г. Тогда ω( NH4 OH) = 11,55•100/25,61 = 45,1 %.

По уравнению (3) количество H3PO4 равно 0,33 моль или 0,33•98 = 32,34 г и масса раствора H3PO4 (ω= 20 %) составит 32,34• 100/20 = 161,7 г.

**П р и м е р** После обработки смеси двух металлов массой 70 г концентрированной азотной кислотой получили нитрат металла (II), оксид азота (IV) и остался металл (III) массой 54 г., который может взаимодействовать с раствором щелочи и образует хлорид, реагируя с хлором объемом 67,2 дм3

(н.у.). Выделившийся при этом оксид азота (IV) при взаимодействии с раствором KOH образует смесь солей, одна из которых при термическом разложении превращается во вторую с выделением кислорода

объемом 2,8 дм3 (н.у.). Определите исходные металлы. Ответ подтвердите расчетами.

**РЕШЕНИЕ**

Металл (III) - это алюминий, он пассивируется концентрированной азотной кислотой и растворяется в щелочах:

1) 2Al + 3Cl2= 2AlCl3

2) 2NO2 + 2KOH = KNO3 + KNO2 + H2O

t

3) 2KNO3=2KNO2 + O2↑

Из уравнения (1) следует, что 54 г Al (2 моль) реагирует с Cl2 объемом 67,2 дм3 (3 моль). Из уравнений (2, 3) для образования1 моль кислорода потребуется 4 моль NO2. Из условия задачи количество кислорода составит 2,8/22,4 = = 0,125 моль. Следовательно, при реакции металла (II) с

азотной кислотой должно образоваться 4•0,125 = 0,5 мольNO2, а масса этого металла в смеси составит (70 - 54) = 16 г. Реакция металла (II) с концентрированной азотной кислотой протекает по схеме:

4) Me + 4HNO3 →Me(NO3)2 + 2NO2↑+ 2H2O

Из уравнения реакции (4) следует, что m(Me) = 16•2/0,5 = 64 г или молярная масса металла (II) составляет 64 г/моль, т.е. это медь.

П р и м е р

Имеется смесь KCl, KNO3 и KClO3. Определите массы солей в смеси, если

известно, что при нагревании смеси массой 16,98 г выделился газ объемом 2,240 дм3 (н.у.) а при действии избытка раствора соляной кислоты на эту же массу смеси выделился хлор объемом 2,688 дм3(н.у.).

Решение

t

1) 2KNO3=2KNO2 + O2↑

t

2) 2KClO3=2KCl + 3O2↑

3) KClO3 + 6HCl = 3Cl2↑+ KCl + 3H2O

M(KClO3) = 122,5 г/моль; M(KNO3) = 101 г/моль.

Количество хлора равно 2,688/22,4 = 0,12 моль, а масса KClO3 по реакции (3) составит 0,12•122,5/3 = 4,90 г или 4,90/122,5 = 0,04 моль. Из 0,04 моль KClO3 образуется по реакции (3) 0,06 моль О2 (реакция 2) или 0,06•22,4 = 1,344 дм3. Количество кислорода по реакции (1) составит 0,10 - 0,06 = 0,04 моль (общее

количество кислорода равно 2,24/22,4 = 0,1 моль), а количество нитрата калия равно 0,08 моль или 0,08•101 = 8,08 г. Общая масса KNO3+ KClO3 равна 8,08 + + 4,90 = 12,98 г, а масса хлорида калия составит 16,98 - 12,98 = 4,00 г.

**П р и м е р\***

Смесь растворов HCl и HNO3 массой 100,0 г растворяет максимально CuO массой 24,0 г. После упаривания раствора и прокаливания масса остатка составила 29,5 г. Напишите уравнения реакций и определите состав смеси (ω,%).

**РЕШЕНИЕ**

1) CuO + 2HCl = CuCl2 + H2O

2) CuO + 2HNO3= Cu(NO3)2 + H2O

t

3) 2Cu(NO3)2 =2CuO + 2NO2↑+ O2↑

M(Cu(NO3)2) = 188 г/моль; M(CuO) = 80 г/моль;

M(CuCl2) = 135 г/моль; M(HNO3) = 63 г/моль.

Пусть масса CuO, вступившего в реакцию (2) будет х г, тогда масса CuO по реакции (1) будет составлять (24 - х) г, а масса нитрата меди (II) по реакции (2) составит 188•х/80 г. Масса хлорида меди (II) по реакции (1) равна [135(24 - х)/80] г. После упаривания раствора и прокаливания масса CuO + CuCl2

Составит [135(24 - х)/80 + х] = 29,5 г. Откуда х= 16 г или16/80 = 0,2 моль. Тогда по реакции (2) количество HNO3 будет равно 0,4 моль или 0,4•63 = 25,2 г и ω(HNO3) = 25,2 %.

Масса CuO равна 24 - 16 = 8 г или 8/80 = 0,1 моль. Следовательно, в реакцию (1) вступит 0,2 моль HCl или 0,2•36,5 = 7,3 г и ω(HCl) = 7,3 %.

**П р и м е р** При нагревании смеси нитратов натрия и свинца образовался оксид свинца (II) массой 22,3 г и выделились газы объемом 6,72 дм3 (н.у.). Рассчитайте массу смеси исходных веществ.

**РЕШЕНИЕ**

t

1) 2NaNO3=2NaNO2 + O2↑

t

2) 2Pb(NO3)2=2PbO + 4NO2↑+O2↑

M(NaNO3) = 85 г/моль; M(Pb(NO3)2) = 332 г/моль;

M(PbO) = 223 г/моль.

Количеств оPbO равно 22,3/223 =0,1 моль, количество газов 6,72/22,4 = 0,3 моль. Из условия задачи и уравнения (2) следует, что количество нитрата свинца (II) равно 0,1 моль или 0,1•332 = 33,2 г.

Количество NO2 и O2 по реакции (2) составит (0,20 + 0,05) = 0,25 моль. Тогда по реакции (1) количество кислорода составит 0,30 - 0,25 = 0,05 моль

(2 O υ = 6,72/22,4 = 0,30 моль). Следовательно, в состав смеси входит 2•0,05 = 0,1 моль NaNO3 или 0,1•85 = 8,5 г. Общая масса смеси составит 33,2 + 8,5 = 41,7 г.

**П р и м е р** Газы, выделившиеся при прокаливании смеси нитратов калия и меди массой 28,9 г, пропущены через 150 см3 воды, при этом не поглотился газ объемом 1,12 дм3 (н.у.). Определите массы нитратов калия и меди (II).

**РЕШЕНИЕ**

t

1) 2KNO3 = 2KNO2 + O2↑

t

2) 2Сu(NO3)2 = 2CuO + 4NO2↑+ O2↑

3) 4NO2 + O2 + 2H2O = 4HNO3

M(KNO3) = 101 г/моль; M(Cu(NO3)2) = 188 г/моль.

Из анализа уравнений (1-3) и условия задачи следует, что 1,12 дм3 кислорода образуется по реакции (1), что составит 1,12/22,4 = 0,05 моль. Следовательно, в состав смеси входит 0,1 моль KNO3 или 0,1•101 = 10,1 г. Тогда масса нитрата меди (II) в смеси составит 28,9 - 10,1 = 18,8 г.

**Задачи**

781 При полном растворении в растворе соляной кислоты смеси NaHCO3 и соли X, окрашивающей пламя в желтый цвет, массой 2,92 г образуется вода массой 0,54 г и выделяется смесь двух газов объемом0,672 дм3 (1,72 г). Один газ является оксидом элемента (IV), содержит 50 % элемента и

способен обесцветить бром массой 3,20 г. Молярная масса исходной соли X равна104 г/моль.

Определите формулу соли. Рассчитайте количество соли, образовавшейся после растворения исходной смеси.

782\* При растворении меди в кислоте X в зависимости от ее концентрации могут образоваться два газа А и Б. Бесцветный газ А при взаимодействии с кислородом воздуха образует бурый газ Б, который при взаимодействии с SO2 снова образует газ А. Определите кислоту Х, газы А и Б. Рассчитайте,

одинаковые ли объемы кислоты X потребуются для растворения меди массой 6,4 г, если взяты растворы данной кислоты X с массовыми долями 60 % (ρ= 1,345 г/см3) и 40 % (ρ= 1,250 г/см3).

783\* При прохождении смеси равных объемов SO2 и O2 над катализатором при 400°С 60 % (об.) SO2 вступило в реакцию. Вычислите массовые доли (%) газов в полученной смеси, если температура и давление остаются постоянными.

784\* Определите массу смеси газов объемом 1,0 дм3 (н.у.), если смесь состоит из равных массовых долей N2 и CO2. Какая соль и в каком количестве образуется при пропускании этой смеси объемом 1,0 дм3 через раствор NaOH с массовой долей 28 % массой 50 г.

785 Для определения состава (ω, %) сплава серебра и меди сплав массой 0,570 г обработали концентрированным раствором азотной кислоты. Полученную смесь выпарили, а потом прокалили. При этом образовался твердый остаток массой 0,643 г. Укажите состав сплава (ω, %).

786\* Смесь веществ, полученных после прокаливания смеси цинка и серы без доступа воздуха, растворили в избытке соляной кислоты, при этом осталось нерастворимое вещество массой 24,0 г и выделился газ. При сжигании его в избытке кислорода образуется новый газ, способный восстановить

дихромат натрия массой 104,8 г в сернокислой среде. Определите массы цинка и серы в исходной смеси.

787 При взаимодействии смеси металлического цинка и его карбоната с раствором соляной кислоты выделился газ объемом 6,72 дм3(н.у.). После сжигания образовавшегося газа на воздухе и конденсации водяных паров объем его уменьшился до 4,48 дм3(н.у.). Рассчитайте массовую долю (%)

цинка в исходной смеси.

788\*Смесь карбоната кальция, хлорида калия и дихромата калия массой 15,61 г обработали избытком раствора соляной кислоты. При этом выделилась смесь газообразных продуктов объемом 3,28 дм3 (н.у.). При пропускании исходной смеси над железной проволокой произошло увеличение

массы железной проволоки на 9,23 г. Определите состав смеси.

789\* При полном разложении смеси карбоната бария и неизвестной соли массой 11,64 г образуются твердые вещества массой 7,72 г и выделяется смесь трех газов объемом 2,016 дм3 (н.у.), один из которых бурого цвета. После обработки твердых продуктов реакции избытком воды остается

нерастворимый в воде оксид металла (II) массой 1,60 г, содержащий металл с массовой долей 80 %.

Определите формулу неизвестной соли и состав смеси (ω, %). Ответ подтвердите расчетами.

790 Смесь газов, образовавшихся при термическом разложении нитрата свинца (II) массой 3,31 г, пропущена через 100 см3 воды. Какова концентрация образовавшегося при этом раствора (г/дм3)? Какой объем раствора KOH с массовой долей 5,7 % (ρ=1,05 г/см3) потребуется для полной нейтрализации

полученного раствора?

791\*Газы, выделившиеся при прокаливании смеси нитратов натрия и меди массой 27,25 г пропущены через 89,2 см3 воды. При этом 1,12 дм3

(н.у.) газа не поглотилось. Определите концентрацию полученного раствора (ω, %) и состав исходной смеси. Растворимостью кислорода

пренебречь.

792 Смесь двух газов взорвали в замкнутом сосуде. Какая кислота образовалась при растворении продуктов реакции в воде массой 100,00 г, если первый газ был получен действием избытка серной кислоты на цинк массой 42,90 г; второй действием избытка соляной кислоты на оксид марганца (IV)

массой 5,22 г? Определите концентрацию полученной кислоты (ω, %).

793 Имеется смесь оксида серы (IV) и кислорода объемом 2,0 дм3. В результате взаимодействия между ними образовалось 0,17 г оксида серы (VI). Определите состав исходной смеси (ϕ, %), учитывая, что оксид серы (IV) вступил в реакцию полностью.

794 При обработке смеси серебра, алюминия и оксида магния массой 50 г избытком концентрированного раствора азотной кислоты образовался газ объемом4,48 дм3 (н.у.). При взаимодействии исходной смеси такой же массой с избытком раствора NaOH выделился газ объемом 6,72 дм3 (н.у.). Определите состав исходной смеси (ω, %).

795 Смесь оксидов углерода (II и IV) массой 18 г занимает объем 11,2 дм3. Определите объем,который займет оксид углерода (II) после пропускания исходной смеси газов над раскаленным углем.

796\* При обработке смеси карбоната кальция и цинка избытком раствора соляной кислоты выделились газы объемом 17,92 дм3 (н.у.). После пропускания получившейся смеси газов через раствор KOH с массовой долей 32 % (ρ= 1,31 г/см3) образовался карбонат калия, а объем газовой смеси

уменьшился на 8,96 дм3. Рассчитайте состав исходной смеси (ω, %) и объем израсходованного раствора KOH.

797 На растворение смеси цинка и оксида цинка израсходовано 100,8 см3 раствора соляной кислоты с массовой долей 36,5 % (ρ= 1,19 г/см3), при этом выделился газ объемом 8,96 дм3(н.у.). Рассчитайте массу исходной смеси веществ.

798 При нагревании смеси кристаллической соды и гидрокарбоната натрия ее масса уменьшилась до 31,8 г, при этом выделился оксид углерода (IV) объемом 2,24 дм3 (н.у.). Рассчитайте массу исходной смеси солей.

799 Вычислите содержание оксида кальция (ω, %) в техническом кальции, если на растворение такого металла массой 1,0 г потребовалось 46 см3

1 н раствора соляной кислоты.

800 Смесь серы с углем массой 9,5 г при сжигании образует смесь оксида серы (IV) и оксида углерода (IV) объемом 8,64 дм3(н.у.). Рассчитайте массу угля в смеси.

801 Имеется смесь цинка, кальция и диоксида кремния массой 60 г. Рассчитайте количественный состав смеси, если известно, что при обработке ее избытком раствора соляной кислоты выделяется газ объемом 13,44 дм3(н.у.) и остается нерастворимый остаток массой 31 г.

802 Для превращения смеси NaOH и Na2CO3 массой 2,92 г в хлорид натрия потребовался хлороводород объемом 1,344 дм3(н.у.). Рассчитайте состав исходной смеси.

803 Масса 1,0 дм3 смеси азота и водорода при 0 °С и давлении 2 атм. Равна 1,0 г. Вычислите содержание азота в смеси (ϕ, %).

804 При растворении смеси железных и алюминиевых опилок массой 1,11 г в растворе НСl (ω= 18,3 %, ρ= 1,09 г/см3), выделился водород объемом 0,672 дм3. Определите состав смеси (ω, %) и объем раствора HCl, израсходованный на растворение смеси.

805 Смесь сульфата, нитрата и гидрокарбоната натрия массой 24,0 г про-калили при 300 °С. При этом выделился газ объемом 2,24 дм3 (н.у.). При пропускании этого газа через избыток известковой воды был получен осадок массой 5,0 г. Определите состав исходной смеси (в молях и в граммах).

806 При сплавлении смеси оксида кремния (IV) и карбоната натрия массой 142,0 г произошло уменьшение массы до 115,6 г. Определите состав исходной и полученной смеси (по массе), если при действии на полученную смесь раствором HCl выделяется газ.

807 В каком молярном соотношении находится смесь CaH2 и CaC2, если при обработке их водой образуются газы, которые полностью реагируют между собой в присутствии платины. Для сжигания образующегося при этом вещества требуется 17,5-кратный объем воздуха с содержанием кислорода 20 %.

808 При н.у. смесь NH3 и CO2 объемом 12 дм3 имеет массу 18 г. Определите объем каждого газа в смеси.

809\* К 20,0 см3 оксида серы (IV) добавили 30,0 см3 оксида углерода (IV) (50° С, 98 кПа). Во сколько раз число молекул в этой смеси будет меньше числа Авогадро?

810\* В смеси сульфита кальция и гидрокарбоната кальция число атомов кальция в 6 раз больше числа атомов серы. Вычислите плотность по воздуху газовой смеси, образующейся при обработке этой смеси избытком разбавленного раствора серной кислоты.

811 После обработки серы избытком раствора КОН реакционную смесь выпарили, и сухой остаток обработали раствором HCl. Полученный при этом газ объемом 2,24 дм3 (н.у.) пропустили через воду, что привело к образованию осадка. Определите массу осадка.

812 Газ, полученный при прокаливании в присутствии МnO2 хлората калия массой 4,9 г смешали с газом, полученным при взаимодействии кальция массой 6,0 г с водой. Определите состав смеси газов (ϕ, %).

813\*Через трубку с порошком NaCl и NaI массой 3,0 г пропустили хлор объемом 1,3 дм3 (42 °С; 1,01•105Па). Полученное в трубке вещество прокалили, при этом его масса уменьшилась до 2,0 г. Определите состав исходной смеси (ω, %).

814\* Вычислите массу осадка, образующегося при обработке разбавленным раствором хлорида кальция смеси дигидрофосфата натрия, гидрофосфата калия и гидрофосфата аммония, в которой отношение масс веществ равно 1 : 2 : 3 (в порядке перечисления), а суммарное количество всех веществ составляет 0,100 моль.

815\* Смесь Si, Al и Fe массой 13,8 г обработали при нагревании водным раствором NaOH при этом выделился газ объемом 11,2 дм3(н.у.). При действии на эту смесь массой 1,38 г избытком разбавленного раствора Н2SO4 выделилось газа в 12,5 раза по объему меньше, чем в первом случае.

Определите количества, и массы компонентов смеси.

816 Смесь веществ, образовавшихся после реакции алюминия со смешанным оксидом железа (Fe3O4), обработали раствором щелочи, в результате чего получен газ объемом 1,344 дм3 (н.у.). При обработке такого же количества этой смеси избытком HCl выделился газ объемом 5,376 дм3 (н.у.).

Определите состав исходной смеси (ω, %).

817 На смесь MnO2 и оксида Me (IV) массой 8,24 г подействовали избытком раствора HCl , при этом образовался газ объемом 1,344 дм3(н.у.). Оксид металла (IV) с HCl не реагирует. Отношение молей в смеси 3 :1 (MnO2 :MeO2). Определите формулу MeO2 оксида металла (IV).

818 Смесь хлоридов Al и Cr (III) массой 317,0 г обработали избытком растворов КОН и хлорной воды. К полученному раствору добавили Ва(NO3)2 до полного осаждения желтого осадка массой126,5

г. Определите содержание хлорида хрома в смеси (ω, %).

819\* К 250 см3 раствора хромата натрия с концентрацией 0,529 моль/дм3

(ρ= 1,072 г/см3) добавили кристаллогидрат этой соли массой 50,0 г. Концентрация соли в новом растворе стала равной 1,273 моль/дм3 (ρ= 1,17 г/см3). Установите состав кристаллогидрата.

820\* Смесь дихромата калия и дихромата аммония, в которой число атомов хрома в три раза меньше числа Авогадро, обработали избытком концентрированной соляной кислоты. Вычислите объем выделившегося при этом газа (101 кПа, 25 °С).

**ОТВЕТЫ**

