*Подборка задач 34 ЕГЭ по ХИМИИ*

№ 1 Степенин (Все типы задач 34)

Над оксидом цинка некоторое время пропускали угарный газ**. В полученном твердом остатке количество оксида цинка составляет 3/4 от суммарного количества веществ, а число атомов кислорода в нем равно 9,03 · 1022.** Этот остаток сплавили с 28 г гидроксида натрия. Вычислите массовые доли веществ в плаве.

1. Запишем уравнения реакций

(1) ZnO + CO = Zn + CO2

(2) ZnO + 2NaOH = Na2ZnO2 + H2O

(3) Zn + 2NaOH = Na2ZnO2 + H2

1. Вычислим количества исходных веществ

*n*(O) = *N* : *NA* = 9,03 · 1022 : 6,02 · 1023 = 0,15 моль

*n*(ZnO) = *n*(O) = 0,15 моль

*n*(Zn) = 1/3*n*(ZnO) = 0,05 моль

*n*(NaOH) = *m* : *M* = 28 : 40 = 0,7 моль

1. Вычислим количества веществ в плаве

*n*2(NaOH) + *n*3(NaOH) = 2*n*(ZnO) + 2*n*(Zn) = 0,3 + 0,1 = 0,4 моль < 0,7 ⇒ гидроксида натрия хватает для этих реакций

*n*ост.(NaOH) = 0,7 – 0,4 = 0,3 моль

*n*(Na2ZnO2) = *n*(ZnO) + *n*(Zn) = 0,2 моль

1. Вычислим массовые доли веществ в плаве

*m*ост.(NaOH) = *n* · *M* = 0,3 · 40 = 12 г

*m*(Na2ZnO2) =*n* · *M* = 0,2 · 143 = 28,6 г

ω(NaOH) = 12 : (12 + 28,6) · 100% = 29,56%

ω(Na2ZnO2) = 100 – 29,56 = 70,44%

№ 3 Степенин (Все типы задач 34)

186,25 г 16%-го раствора хлорида калия подвергли **электролизу** (с инертными электродами). Процесс прекратили, когда на катоде выделилось 13,44 л (при н. у.) газа. Через оставшийся раствор пропустили сероводород, при этом **в конечном растворе общее число атомов калия и серы оказалось равным 3,311 • 1023**. Вычислите массовые доли веществ в конечном растворе.

1. Запишем уравнения реакций

(1) 2KCl + 2H2O = 2KOH + H2 + Cl2

(2) 2H2O = 2H2 + O2

(3) 2KOH + H2S = K2S + 2H2O

1. Вычислим количества исходных веществ

*m*(KCl) = *m*р-ра(KCl) • ω(KCl) = 186,25 • 0,16 = 29,8 г

*n*(KCl) = *m* : *M* = 29,8 : 74,5 = 0,4 моль

*n*(H2) = *V*:*VM* = 13,44 : 22,4 = 0,6 моль

1. Вычислим массы веществ в конечном растворе

*n­*1(H2) = 1/2*n*(KCl) = 0,2 моль < 0,6 моль ⟹ шел электролиз воды

*n­*2(H2) = 0,6 – 0,2 = 0,4 моль

*n­*(KOH) = *n*(KCl) = 0,4 моль

*n*(K + S) = *N* : *NA* = 3,311 • 1023 : 6,02 • 1023 = 0,55 моль

*n­*(K) = *n­*(KOH) = 0,4 моль

*n­*(S) = 0,55 – 0,4 = 0,15 моль = *n­*(H2S)

*n­*(KOH) : *n­*(H2S) = 0,4 : 0,15 = 2,667 : 1 ⟹ KOH хватает для образования средней соли

*n­*(K2S) =*n­*(H2S) = 0,15 моль

*m*(K2S) = *n* • *M* = 0,15 · 110 = 16,5 г

*n­*ост.(KOH) = 0,4 – 0,3 = 0,1 моль

*m*(KOH) = *n* • *M* = 0,1 • 56 = 5,6 г

1. Вычислим массовые доли веществ

*m*(р-ра) =*m*р-ра(KCl) – *m*(Cl2) – *m*1+2(H2) – *m*(O2) + *m*(H2S)

*m*(р-ра) = 186,25 – 0,2 • 71 – 0,6 • 2 – 0,2 • 32 + 0,15 • 34 = 169,55 г

ω(K2S) = 16,5 : 169,55 • 100% = 9,73%

ω(KOH) = 5,6 : 169,55 • 100% = 3,3%

№ 5 Степенин (Все типы задач 34)

**Электролиз** 80 г 22,35%–го раствора хлорида калия продолжали до тех пор, пока на катоде не выделилось 8,96 л (при н.у.) газа. К оставшемуся раствору добавили при небольшом нагревании 8,52 г оксида фосфора (V), полученный раствор охладили. Вычислите массу безводной соли калия, выпавшей в осадок, если ее **растворимость** в холодном растворе равна 25 г/100 г воды.

1. Запишем уравнения реакций:

(1) 2KCl + 2H2O = 2KOH + H2 + Cl2

(2) 2H2O = 2H2 + O2

(3) 4KOH + P2O5 = 2K2HPO4 + H2O

1. Вычислим количества исходных веществ

*m*(KCl) = *m*р-ра • ω (KCl) = 80 • 0,2235 = 17,88 г

*n*(KCl) = *m* : *M* = 17,88 : 74,5 = 0,24 моль

*n*общ.(H2) = *V* : *Vm* = 8,96 : 22,4 = 0,4 моль

*n*(P2O5) = *m* : *M* = 8,52 : 142 = 0,06 моль

1. Вычислим количества соли калия и веществ, образовавшихся при электролизе Если весь KCl вступит в реакцию (1), то выделится 0,12 моль водорода < 0,4 моль ⇒ начнется электролиз воды

*n*(KOH) = *n*(KCl) = 0,24 моль

*n1*(H2) = *n1*(Cl2) = 0,5*n*(KOH) = 0,12 моль

*n2*(H2) = *n*общ.(H2) – *n1*(H2) = 0,4 – 0,12 = 0,28 моль

*n*(O2) = 0,5*n2*(H2) = 0,14 моль

*n*(KOH) : *n*(P2O5) = 0,24 : 0,06 = 4 : 1 ⇒ образуется гидрофосфат калия (коэфф.4 и 1)

*n*(K2HPO4) = 0,5*n*(KOH) = 0,12 моль

1. Вычислим массу выпавшего осадка

*m* (K2HPO4) = *n* • *M* = 0,12 • 174 = 20,88 г

*m*р-ра = *m*р-ра(KCl) – *m*(H2) – *m*(Cl2) – *m*(O2) + *m*(P2O5) = 80 – 2 • 0,4 – 71 • 0,12 – 0,14 • 32 + 8,52 =  
= 74,72 г

*m*(H2O) = *m*р-ра – *m* (K2HPO4) = 74,72 – 20,88 = 53,84 г

*­*В 100 г воды – 25 г соли

В 53,84 г воды – *х* г соли

*х* = 13,46 г = *m*раств (K2HPO4)

*m* ↓(K2HPO4) = *m* (K2HPO4) – *m*раств (K2HPO4) = 20,88 – 13,46 = 7,42 г

№ 12 Степенин (Все типы задач 34)

Из 108 г **насыщенного раствора** гидрокарбоната калия и воды приготовили 20%-ный раствор соли. К нему добавили 47,88 г гидроксида бария, выпавший осадок отфильтровали, в фильтрат поместили цинковую пластинку и выдерживали ее до тех пор, пока масса раствора не изменилась на 5,04 г. Вычислите массовые доли веществ в конечном растворе. **Коэффициент растворимости гидрокарбоната калия в условиях эксперимента равен 35.**

1. Запишем уравнения реакций

(1) KHCO3 + Ba(OH)2 = BaCO3 + KOH + H2O

(2) 2KOH + Zn + 2H2O = K2[Zn(OH)4] + H2

1. Вычислим количества исходных веществ и массу 20%-го раствора

В 108 г раствора – *х* г KHCO3

В 135 г раствора – 35 г KHCO3

x = *m*(KHCO3) = 108 • 35 : 135 = 28 г

*m20% р-ра*(KHCO3) = *m*(KHCO3) : ω = 28 : 0,2 = 140 г

*n*(KHCO3) = *m* : *M* = 28 : 100 = 0,28 моль

*n*(Ba(OH)2) = *m* : *M* = 47,88 : 171 = 0,28 моль

*Возможно протекание реакции*

2KHCO3 + Ba(OH)2 = BaCO3 + K2CO3 + 2H2O

*В этом случае гидроксид бария окажется в избытке и прореагирует с* K2CO3:

K2CO3 + Ba(OH)2 = 2KOH + BaCO3

*Если просуммировать эти процессы, получится реакция (1)*

1. Вычислим массы веществ в итоговом растворе

*n*(KOH) = *n*(KHCO3) = 0,28 моль

Пусть в реакцию (2) вступило *у* моль цинка, тогда выделится *у* моль водорода

65*y* – 2*y* = 5,04

*y* = 0,08 моль

*n*(K2[Zn(OH)4]) = *y* = 0,08 моль

*m*(K2[Zn(OH)4]) = *n* • *M* = 0,08 • 211 = 16,88 г

*n*(KOH)прореаг. = 2*y* = 0,16 моль

*n*(KOH)ост. = 0,28 – 0,16 = 0,12 моль

*m*(KOH)ост. = *n* • *M* = 0,12 • 56 = 6,72 г

1. Вычислим массовые доли веществ

*m*р-ра =  *m20% р-ра*(KHCO3) + *m*(Ba(OH)2) – *m*(BaCO3) + Δ*m*р-ра

*m*р-ра =  140 + 47,88 – 0,28 • 197 + 5,04 = 137,76 г

ω(K2[Zn(OH)4]) = 16,88 : 137,76 • 100% =12,25%

ω(KOH) = 6,72 : 137,76 • 100% = 4,88%

№ 17 Степенин (Все типы задач 34)

**Смесь оксида железа (III) и гидроксида калия массой 66,4 г содержит 7,224 · 1023 атомов кислорода.** Смесь сплавили, весь сплав растворили в необходимом для полного протекания реакций количестве 25%-ной соляной кислоты. Вычислите массу образовавшегося при этом осадка, если **растворимость хлорида калия в условиях эксперимента составляет 36 г/100 г воды, а хлорида железа (III) – 99 г/100 г воды.**

1. Запишем уравнения реакций:

(1) Fe2O3 + 2KOH = 2KFeO2 + H2O

(2) KFeO2 + 4HCl = KCl +FeCl3 + 2H2O

(3) KOH + HCl = KCl + H2O

1. Вычислим количества веществ в смеси

*n*(O) = 7,224 • 1023 : (6,02 • 1023) = 1,2 моль

Пусть *n*(Fe2O3) = *x* моль, *n*(KOH) = *у* моль

*3x*+ *у* = 1,2

160*x*+ 56*у* = 66,4

Решаем систему:

*x* = 0,1 моль, *у* = 0,9 моль

1. Вычислим массу воды в конечном растворе и массы растворенных веществ

*n*(KFeO2) = *n*(FeCl3) = 2*n*(Fe2O3) = 0,2 моль

*m*(FeCl3) = 0,2 • 162,5 = 32,5 г

*n3*(KOH) = 0,9 – 0,2 = 0,7 моль

*n*(KCl) = 0,7 + 0,2 = 0,9 моль

*m*(KCl) = 0,9 • 74,5 = 67,05 г

*m*(HCl) = 36,5 • (0,8 + 0,7) = 54,75 г

*m*(H2O в р-ре HCl) = 3*m*(HCl) = 164,25 г

*m*(H2O)общ. = 164,25 + 18 • (0,4 + 0,7) = 184,05 г

1. Вычислим массу осадка

*100 г воды – 36 г KCl*

184,05 г воды – *а* г KCl

*а* = 66,258 г

*m*(KCl)ос. = 67,05 – 66,258 = 0,792 г

*100 г воды – 99 г FeCl3*

184,05 г воды – *b* г FeCl­3

*b* = 182,21 г > 32,5 г ⇒ FeCl­3не осаждается

№ 55 Степенин (Все типы задач 34)

Смесь магния и оксида магния массой 14,4 г вступила в реакцию с минимально необходимым количеством 25%-ной соляной кислоты, при этом выделилось 2,24 л (н.у.) газа. От полученного раствора отобрали порцию массой 32,75 г, выпарили из нее 7,75 г воды и остаток охладили до 4°С. **Вычислите массу выпавшего в осадок шестиводного хлорида магния, если растворимость безводного хлорида магния при 4°С равна 53 г/100 г воды.**

1. Запишем уравнения реакций:  
   (1) Mg + 2HCl = MgCl2 + H2↑                                                                                 (2) MgO + 2HCl = MgCl2 + H2O                                                                                               
   (3) MgCl2 (р-р) + 6H2O(ж) → MgCl2 · 6H2O↓ (выпадение в осадок КГ, можно не писать)
2. Вычислим количества исходных веществ:  
   *n*(H2) = *V* : *Vm* = 2,24 : 22,4 = 0,1 моль  
   *n*(Mg) = *n*(H2) = 0,1 моль  
   *m*(H2) = *n* · *M* = 0,1 · 2 = 0,2 моль  
   *m*(Mg) = *n* · *M* = 0,1 · 24 = 2,4 г  
   *m*(MgO) = *m*смеси – *m*(Mg)= 14,4 – 2,4 = 12 г  
   *n*(MgO) = *m* : *M* = 12 : 40 = 0,3 моль
3. Составим уравнение для вычисления количества кристаллогидрата:  
   *n*(HCl) = 2*n*(Mg) + 2*n*(MgO) = 2 · 0,3 + 2 · 0,1 = 0,8 моль  
   *m*(HCl) = *n* · *M* = 0,8 · 36,5 = 29,2 г  
   *m*р-ра(HCl) = *m*(HCl) : ω(HCl) = 29,2 : 0,25 = 116,8 г  
   *m*итог. р-ра = *m*р-ра(HCl) + *m*смеси – *m*(H2) = 116,8 + 14,4 – 0,2 = 131 г  
   *n*(MgCl2) = *n*(Mg) + *n*(MgO) = 0,1 + 0,3 = 0,4 моль  
   *m*(MgCl2) = *n* · *M* = 0,4 · 95 = 38 г  
   131 : 32,75 = 4 ⇒ в порции будет 38 : 4 = 9,5 г MgCl2Масса порции после упаривания равна 32,75 – 7,75 = 25 г  
   Пусть в осадок выпало *х* моль КГ, тогда *m*в КГ(MgCl2) = 95*х*, *m*(MgCl2 · 6H2O) = 203*х*В 153 г раствора – 53 г соли  
   В (25 – 203*х*) г раствора – (9,5 – 95*х*) г соли  
   153 · (9,5 – 95*х*) = 53 · (25 – 203*х*)
4. Вычислим массу КГ:  
   *х* = 0,034 моль  
   *m*(MgCl2 · 6H2O) = 203*х­* = 203 · 0,034 = 6,902 г

№ 6 Степенин (Все типы задач 34)

В 167 г раствора оксида серы (VI) в безводной серной кислоте (олеум) содержится 5,117 • 1025**электронов**. Его разбавили 400 мл воды, затем через сосуд пропустили минимальный объем аммиака, необходимый для связывания кислоты в соль. Вычислите массовую долю этой соли в конечном растворе.

1. Запишем уравнения реакций

(1) SO3 + H2O = H2SO4

(2) NH3 + H2SO4 = NH4HSO4

1. Определим количества веществ в олеуме

*n*(*e*) = (5,117 • 1025) : (6,02 • 1023) = 85 моль

Пусть *n*(SO3) = *х* моль, а *n*(H2SO4) = *y* моль

*n*(*e*) в SO3= 40*х* моль, а *n*(*e*) в H2SO4 = 50*y* моль

40*х* + 50*y* = 85 моль

*m*(SO3) = 80*х* г, а *m*(H2SO4) = 98*y* г

80*х* + 98*y* = 167 г

Составим систему уравнений

40*х* + 50*y* = 85

80*х* + 98*y* = 167

отсюда *x* = 0,25 моль, *y* = 1,5 моль

1. Вычислим массу соли в конечном растворе

*n*1(H2SO4) = *n*(SO3) = 0,25 моль

*n*(NH4HSO4) = *n*(NH3) = *n*общ.(H2SO4) = 0,25 + 1,5 = 1,75 моль

*m*(NH4HSO4) = *n* • *M* = 1,75 • 115 = 201,25 г

1. Вычислим массовую долю соли в конечном растворе

*m*р-ра= *m*(H2O) + *m*(олеума) + *m*(NH3) = 400 • 1 + 167 + 17 • 1,75 = 596,75  г

*ω*(NH4HSO4) = *m*(NH4HSO4) : *m*р-ра • 100%  = 201,25 : 596,75 • 100% = 33,72%

№ 8 Степенин (Все типы задач 34)

**Кристаллогидрат** нитрата меди (II) содержит 51,01% по массе **протонов**. Порцию такого кристаллогидрата массой 44,4 г прокалили до прекращения изменения массы, твердый остаток растворили в избытке иодоводородной кислоты. Вычислите массу полученной соли.

1. Запишем уравнения реакций

(1) 2Cu(NO3)2 • 6Н2О = 2CuO + 4NO2 ↑ + O2 ↑ + 12Н2О ↑

(2) 2CuO + 4HI = 2CuI ↓ + I2 ↓ + 2H2O

1. Найдем состав кристаллогидрата

Пусть состав кристаллогидрата выражается Cu(NO3)2 • *x*H2O,

М(Cu(NO3)2 • *x*H2O) = 188 + 18*x*

Cu(NO3)2содержит 91 протон, а  *x*H2O − 10*x* протонов

*ω*(p+) = (91 + 10*x*) : (188 + 18*x*) = 0,5101

*х* = 6, значит формула кристаллогидрата Cu(NO3)2 • 6Н2О

1. Найдем количество иодида меди (I)

*n*(Cu(NO3)2 • 6Н2О) = *m* : *M* = 44,4 : 296 = 0,15 моль

*n*(CuI) = *n*(CuO) = *n*(Cu(NO3)2 • 6Н2О) = 0,15 моль

1. Найдем массу соли

*m*(CuI) = *n* • *M* = 191 • 0,15 = 28,65 г

№ 13 Степенин (Все типы задач 34)

Сухую **смесь шестиводного нитрата меди (II) и девятиводного сульфида натрия** массой 136,8 г, в которой массовая доля натрия равна 6,725%, залили избытком воды. Выпавший осадок отфильтровали, фильтрат выпарили, остаток прокалили. Вычислите, сколько атомов кислорода приходится на один атом меди в смеси, полученной после прокаливания.

1. Запишем уравнения реакций

(1) Na2S + Cu(NO3)2 = CuS + 2NaNO3  
(2) 2NaNO3 = 2NaNO2 + O2

(3) 2Cu(NO3)2 = 2CuO + 4NO2 + O2

1. Вычислим количества исходных веществ

*m*(Na) = *m*(смеси) · ω(Na) = 136,8 · 0,06725 = 9,2 г

*n*(Na) = *m* : *M* = 9,2 : 23 = 0,4 моль

*n*(Na2S · 9H2O) = *n*(Na2S) = 0,2 моль

*m*(Na2S · 9H2O) = *n* · *M* = 0,2 · 240 = 48 г

*m*(Cu(NO3)2 · 6H2O) = 136,8 – 48 = 88,8 г

*n*(Cu(NO3)2 · 6H2O) = *m* : *M* = 88,8 : 296 = 0,3 моль

1. Вычислим количества веществ в смеси после прокаливания

0,3 > 0,2 ⇒ нитрат меди (II) в избытке

*n*ост.(Cu(NO3)2) = 0,3 – 0,2 = 0,1 моль

*n*(NaNO3) = 2*n*(Na2S) = 0,4 моль

*n*(NaNO2) = *n*(NaNO3) = 0,4 моль

*n*(CuO) = *n*ост.(Cu(NO3)2) = 0,1 моль

1. Вычислим соотношение между атомами меди и кислорода

*n*(Cu) = *n*(CuO) = 0,1 моль

*n*(O) = *n*(Cu) + 2*n*(NaNO2) = 0,1 + 0,8 = 0,9 моль

*n*(Cu) : *n*(O) = 0,1 : 0,9 = 1 : 9

№ 11 Степенин (Все типы задач 34)

**Смесь карбида алюминия и сульфида алюминия, в которой на 6 атомов алюминия приходится 1 атом серы**, внесли в 700 г 22%-го раствора гидроксида калия. В ходе реакции выделилось 26,88 л (при н. у.) газообразного продукта. Вычислите массовую долю гидроксида калия в полученном растворе (примите, что координационное число алюминия равно четырем).

1. Запишем уравнения реакций:

(1) Al4C3 + 4KOH + 12H2O = 4K[Al(OH)4] + 3CH4

(2) Al2S3 + 8KOH = 2K[Al(OH)4] + 3K2S

1. Вычислим количества исходных веществ

*m*(KOH) = *m*р-ра · ω (KOH) = 700 · 0,22 = 154 г

*n*(KOH) = *m* : *M* = 154 : 56 = 2,75 моль

*n*(СH4) = *V* : *Vm* = 26,88 : 22,4 = 1,2 моль

1. Вычислим количество оставшегося гидроксида калия

*n*(Al4C3) = 1/3*n*(СH4) = 0,4 моль

Пусть *n*(Al2S3) = *x* моль, тогда

*n*(S) = 3*n*(Al2S3) = 3*x*, *n*(Al) = 2*n*(Al2S3) + 4*n*(Al4C3) = 2*x* + 1,6

*N*(Al) : *N*(S) = *n*(Al) : *n*(S) = 6 : 1

(2*x* + 1,6) : 3*x* = 6

*x* = 0,1 моль

*n*1+2(KOH) = 8*n*(Al2S3) + 4*n*(Al4C3) = 0,8 + 1,6 = 2,4 моль

*n*ост.(KOH) = 2,75 – 2,4 = 0,35 моль

1. Вычислим массовую долю гидроксида калия

*­m*(KOH) = *n* · *M* = 0,35 · 56 = 19,6 г

*m*(р-ра) = *m*р-ра(KOH) + *m*(Al2S3) + *m*(Al4C3) – *m*(CH4)

*m*(р-ра) = 700 + 0,1 · 150 + 0,4 · 144 – 1,2 · 16 = 753,4 г

ω(KOH) = 19,6 : 753,4 · 100% = 2,6%

А.И. Врублевский Учимся решать задачи по химии. Общий подход.

Глава 10 (Смеси: кристаллические вещества и растворы)

№ 100

В смеси CaO и Ca(OH)2 массовая доля кальция равна 64.52%. К такой смеси массой 5.58 г прибавили раствор, содержащий 12 г HCl. Найдите массу образовавшейся соли.

№ 101

Смесь Fe2O3 и Fe(NO3)3 содержит 2.107∙1023 атомов Fe и 9.933∙1023 атомов О. Рассчитайте массовую долю оксида в смеси.

№ 108

В смеси Ca3(PO4)2 и Al2(SO4)3 число анионов в 1.333 раза больше числа катионов. Найдите массовую долю фосфата в смеси.