**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**"БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ"**

**2022-2023 УЧЕБНЫЙ ГОД**

**ХИМИЯ**

**ФИНАЛЬНЫЙ ТУР**

**9 класс**

**Задание № 1.** Газ, выделившийся в результате термического разложения карбоната магния, был поглощен 75 г водного раствора гидроксида бария с массовой долей 5.7%. Установите массовую долю соли в полученном растворе, если известно, что тепловые эффекты реакций разложения карбоната магния и взятого образца равны −102 кДж/моль и −5.1 кДж, соответственно.

**(15 баллов)**

**Задание № 2.** Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей цепочке превращений:

Si+4 → P0 → Br−1 → P+3 → Mn+2 → Na+ → S−2

**(30 баллов)**

**Задание № 3.** Даны водные растворы хлорида марганца, фосфорной кислоты, сульфата хрома и нитрата серебра. Предложите один реагент, с помощью которого можно индентицифировать все названные вещества. Укажите признаки протекающих реакций и составьте необходимые химические уравнения.

**(25 баллов)**

**Задание № 4.** 3.2 г сульфида металла, имеющего формулу Me2S (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)**

**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**"БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ"**

**2022-2023 УЧЕБНЫЙ ГОД**

**ХИМИЯ**

**ФИНАЛЬНЫЙ ТУР**

**10 класс**

**Задание № 1**. При полном сгорании 134.4 л (н.у.) смеси метана и пропана, содержащей 75 мол.% метана, выделилось 7336 кДж теплоты. Теплоты образования метана, углекислого газа и жидкой воды равны 74.81, 393.5 и 285.8 кДж/моль, соответственно. Рассчитайте теплоту образования пропана.

**(15 баллов)**

**Задание № 2**. При сгорании 2.30 г органического вещества, имеющего плотность по гелию 11.50, образовалось 2.24 л (н.у.) углекислого газа и 2.70 г воды. Установите молекулярную формулу исходного вещества, напишите все возможные изомеры. Для какого изомера (**А**) возможно осуществить приведенные ниже превращения?



1. Запишите соответствующие уравнения реакций, назовите вещества **А, Б, В, Г, Д** и **Е**.

2. Укажите, что общего у вещества **Е** и оксида серы (VI).

**(35 баллов)**

**Задание № 3.** Смесь паров пропина и изомерных монохлоралкенов, имеющая плотность по воздуху 2.218, при 115°С 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.

**(20 баллов)**

**Задание № 4.** Навеску смеси кальция и алюминия разделили на две равные части. Одну часть прокалили с избытком графита в инертной атмосфере, затем обработали избытком воды, при этом выделилось 11.2 л газа (н.у.). При растворении второй части навески исходной смеси в водном растворе гидроксида натрия выделилось 17.92 л газа (н.у.). Определите массу исходной смеси.

**(30 баллов)**

**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**"БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ"**

**2022-2023 УЧЕБНЫЙ ГОД**

**ХИМИЯ**

**ФИНАЛЬНЫЙ ТУР**

**11 класс**

**Задание № 1.** Реакция выражается уравнением 2NO + O2 → 2NO2. В замкнутом сосуде смешали 0.4 моль NO и 0.4 моль О2. Считая реакцию элементарной, определите, как и во сколько раз изменится скорость реакции к моменту времени, когда прореагирует 25% кислорода.

**(18 баллов)**

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

C3H5O2Na → C2H6 → C2H5Cl → C2H4

C9H9O4N

C6H4O3NNa → C6H5O3N → C6H6NONa

Напишите структурные формулы веществ и уравнения соответствующих реакций.

**(24 балла)**

**Задание № 3.** Порцию глюкозы, содержащую 1 моль атомов, подвергли спиртовому брожению. Образовавшееся органическое вещество дегидратировали, в результате чего выделилось 252 мл газа (н.у.). После удаления газа и всех неорганических веществ выделили смесь двух соединений общей массой 1.392 г. Массовая доля более легкого вещества в смеси в 8.67 раз меньше массовой доли более тяжелого вещества. Вычислите выходы всех реакций.

**(36 баллов)**

**Задание № 4.** В двух стаканах находится по 50 г раствора нитрата неизвестного металла. В первый стакан добавили порошок цинка, во второй –такую же массу магния. По окончании реакции осадки отделили и установили, что их массы отличаются на 0.164 г. При нагревании осадков с избытком соляной кислоты выделился водород, причем в обоих случаях осталось по
0.864 г металла, который не реагировал с кислотой. Определите формулу нитрата и массовую долю его в исходном растворе.

**(22 балла)**

**9 класс (решения)**

**Задание № 1**

По условию задачи при разложении 1 моль карбоната магния поглощается 102 кДж теплоты:

MgCO3 → MgO + CO2 − 102 кДж,

следовательно, 5.1 кДж теплоты поглотилось при разложении 0.05 моль карбоната магния (5.1/102 = 0.05 моль) и образовании 0.05 моль СО2.

В заданной массе раствора Ва(ОН)2 содержится 75·0.057/171 = 0.025 моль карбоната магния. При поглощении данным раствором 0.05 моль СО2 образуется гидрокарбонат бария в количестве 0.025 моль.

Ва(ОН)2 + 2СО2 → Ва(НСО3)2

Тогда масса гидрокарбоната бария равна 0,025·259 = 6.48 г.

Массовая доля гидрокарбоната составляет:

ω (Ва(НСО3)2) = 6.48/(75+44·0.05) = 6.48/77.2 = 0.084 (8.4%)

**Примечание:**

1) за составление уравнений – 6 баллов (по 3 балла за каждое уравнение)

2) за установление формулы кислой соли и нахождение ее массы – 5 баллов

3) за расчет массовой доли гидрокарбоната бария – 4 балла

**Итого:** 15 баллов

**Задание № 2**

1) Ca3(PO4)2 + 3SiO2 + 5C → 3CaSiO3 + 5CO + 2P

2) 2P + 3Br2 → 2PBr3

3) PBr3 + 3H2O → H3PO3 + 3HBr↑

4) 5H3PO3 + 2KMnO4 + 3H2SO4 → 2MnSO4 + 5H3PO4 + K2SO4 + 3H2O

5) MnSO4 + 2NaOH → Mn(OH)2↓ + Na2SO4

6) Na2SO4 + BaS → BaSO4↓ + Na2S

**Примечание:**

за составление уравнений 1 – 6 – 30 баллов (по 5 баллов за каждое уравнение).

**Итого:** 30 баллов

**Задание № 3**

Искомый реактив − водный раствор щелочи NaOH или KOH.

1. При добавлении водного раствора щелочи к раствору Cr2(SO4)3 сначала выпадает фиолетовый осадок гидроксида хрома, который растворяется в избытке реактива:

Cr2(SO4)3 + 6NaOH → 2Cr(OH)3↓ + 3Na2SO4

Cr(OH)3 + 3NaOH → Na3[Cr(OH)6] или Cr(OH)3 + NaOH **→** NaCrO2 + 2H2O

2. При добавлении раствора гидроксида натрия к AgNO3 выпадает черный осадок оксида серебра (I):

2AgNO3 + 2NaOH →Ag2O↓ + 2NaNO3 + H2O

3. В растворе хлорида марганца выпадает белый осадок гидроксида, нерастворимый в избытке щелочи:

MnCl2 + 2NaOH → Mn(OH)2↓ + 2NaCl

4. В пробирке с фосфорной кислотой протекает реакция нейтрализации, однако никаких видимых изменений не наблюдается

H3PO4 + 3NaOH → Na3PO4 + H2O

**Примечание:**

а) за определение искомого реактива − 5 баллов

б) за запись уравнений реакций и указание признаков их протекания − 20 баллов (по 5 баллов за каждое уравнение).

**Итого**: 25 баллов

**Задание №4**

1. В результате обжига неизвестного сульфида Me2S (M = 2x + 32, где
х − относительная атомная масса металла) в избытке кислорода

Me2S + 2O2 → 2MeO + SO2

образовалось 2b молей оксида МеО (b моль − количество сульфида).

Тогда b = 3.2/(2x+32)

2. Для растворения оксида металла потребовалось 2b молей H2SO4:

MeO + H2SO4 → MeSO4 + H2O.

Масса необходимого количества 39.2%-ного раствора серной кислоты составляет

2b·98/0.392 = 500b г.

3. Общая масса раствора составляет:

m(MeO) + m(H2SO4) = 2b(x+16) + 500b = b(2x+532) г.

Масса соли в растворе m(MeSO4) = 2b(x+96) г.

4. По условию задачи массовая доля MeSO4 составляет 48.5%, отсюда:

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

x = 64, следовательно искомый металл − медь.

5. Исходный сульфид Сu2S, в растворе содержится соль CuSO4 массой

m(CuSO4) = 2b·160 = 2·0.02·160 = 6.4 г

Исходная масса раствора равна 0.02(64·2 + 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 CuSO4 в оставшемся растворе равна 10.7·0,449 = 4.8 г, в выпавших кристаллах содержится 6.4 − 4.8 = 1.6 г CuSO4, 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 − CuSO4·5H2O

**Примечание:**

а) за запись уравнений химических реакций − 6 баллов (по 3 балла за каждое уравнение)

б) за нахождение общей массы раствора − 4 балла

в) за расчет молярной массы и определение искомого металла − 10 баллов

г) за определение формулы кристаллогидрата − 10 баллов

**Итого:** 30 баллов

**10 класс (решения)**

**Задание № 1**

1) Запишем уравнения реакций сгорания:

CH4 + 2O2 → CO2 + 2H2O +*Q*1

C3H8 + 5O2 → 3CO2 + 4H2O +*Q*2

2) Запишем выражения для *Q*1 и *Q*2, используя следствие из закона Гесса:

*Q*1 = *Q*обр(CO2) + 2*Q*обр(H2O) − *Q*обр(CH4) = 890.29 кДж/моль,

*Q*2 = 3*Q*обр(CO2) + 4*Q*обр(H2O) − *Q*обр(C3H8) = [2323.7 − *Q*обр(C3H8)] кДж/моль.

3) Определим количества веществ углеводородов в смеси:

*n*(CH4) = 0.75∙134.4/22.4 = 4.5 моль,

*n*(C3H8) = 0.25∙134.4/22.4 = 1.5 моль.

4) Общее количество теплоты, выделяющееся при сгорании смеси углеводородов, может быть определено из соотношения:

*n*(CH4)∙*Q*1 + *n*(C3H8)∙*Q*2 = 7336 кДж.

Подставив в это выражение *Q*1 и *Q*2 (см. выше пункт 2), получим:

4.5∙890.29 + 1.5∙[2323.7 − *Q*обр(C3H8)] = 7336,

откуда *Q*обр(C3H8) = 103.9 кДж/моль

**Примечание:**

а) за запись уравнений реакций – 4 балла (по 2 балла за каждое уравнение)

б) За составление выражений для Q1 и Q2 – 6 баллов (по 3 балла за каждое выражение)

в) за расчет теплоты образования пропана – 5 баллов

**Итого:** 15 баллов

**Задание № 2**

1. Молекулярная масса исходного органического соединения равна

*М* = 11.5 ∙ 4 = 46 г/моль.

n(C) = n(CO2) = 2.24 / 22.4 = 0.1 моль.

n(H) = 2n(H2O) = 2 ∙ 2.7 / 18 = 0.3 моль.

m(C+H) = 0.1 ∙ 12 + 0.3 ∙ 1 = 1.5 г,

По условию задачи масса вещества 2.3 г, следовательно, оно содержит кислород, количество которого равно 0.8 / 16 = 0.05 моль.

2. Мольные соотношения составляют n(C) : n(H) : n(O) = 2 : 6 : 1, что отвечает молекулярной формуле С2Н6О, молекулярная масса которой составляет 46 г/моль, что удовлетворяет условию задачи.

3. Данной формуле соответствуют два изомера: С2Н5ОН – этиловый спирт и СН3ОСН3 – диметиловый эфир. Этиловый спирт (винный спирт, этанол) – искомое вещество **А**, так как для него характерны следующие превращения:

|  |  |
| --- | --- |
| 1. |  |
|  | **Б** – ацетальдегид, уксусный альдегид, этаналь |
| 2. | 5СH₃СНО + 2KMnO₄ + 3H₂SO₄ → 5CH₃COOH + 2MnSO₄ + K₂SO₄ +3H₂O |
|  | **В** – уксусная кислота, этановая кислота |
| 3. |  |
|  | **Г** – ацетат натрия, натриевая соль уксусной кислоты |
| 4. |  |
|  | **Д** – хлористый ацетил, ацетилхлорид, хлорангидрид уксусной кислоты |
| 5. |  |
|  | **Е** – уксусный ангидрид, ангидрид уксусной кислоты |

Уксусный ангидрид и серный ангидрид (SO2) являются ангидридами уксусной и серной кислот соответственно. Происхождение слова ангидрид от греч. *an* — отрицательная частица и *hýdōr* — вода. Ангидридами называют химические соединения, которые можно получить, отнимая воду от соответствующей кислоты.

**Примечание:**

а) за установление природы исходного вещества **А** – 5 баллов (за установление только молекулярной формулы – 3 балла)

б) за запись уравнений реакций – 15 баллов (по 3 балла за каждое уравнение)

в) за название веществ **А – Е** – 12 баллов (по 2 балла за каждое название)

г) за ответ на вопрос 2 – 3 балла

**Итого:** 35 баллов

**Задание №3**

1. Уравнения реакций сгорания компонентов смеси:

C3H4 + 4O2 → 3CO2 + 2H2O

CnH2n-1Cl + (1.5n − 0.5)O2 → nCO2 + (n−1)H2O + HCl

2. Пусть в смеси было:

*х* моль С3Н4 (*М*1 = 40) и *у* моль СnH2n-1Cl (*M*2 = 14n + 34.5).

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

Молярная масса смеси: *M* = Dвозд·29 = 2.218·29 = 64.32 г/моль.

Количество образовавшейся воды: n(H2O) = 21.6/18 = 1.2 моль

3. Получаем систему уравнений:

*х*+*у* = 0.6

40*х*+(14n + 34.5)*y* = 64.32·0.5

2*x* + (n − 1)*y* = 1.2

Решение этой системы дает *х* = 0.2, *у* = 0.4, n = 3

Таким образом, общая формула монохлоралкенов – С3Н5Cl. Этой формуле соответствуют 5 изомеров: 2-хлорпропен, 1-хлорпропен (транс-изомер),
1-хлорпропен (цис-изомер), 3-хлорпропен, хлорциклопропан.



2-хлорпропен 3-хлорпропен



4. Объемные доли компонентов исходной смеси: φ (С3Н4) = 0.2/0.6 = 33.3%, φ(С3Н5Сl) = 0.4/0.6 = 66,7%.

**Примечание:**

а) за запись уравнений химических реакций – 4 балла (по 2 балла за каждое уравнение)

б) за составление и решение системы уравнений – 8 баллов (по 2 балла за каждое уравнение, 2 балла – за решение)

в) за запись структурных формул изомеров – 5 баллов (по 1 баллу за каждую формулу)

г) за расчет объемных долей веществ в исходной смеси – 3 балла

**Итого:** 20 баллов

**Задание № 4**

1. Пусть в исходной смеси было *х* моль Са и *y* моль Al. При разделении смеси на две равные порции в каждой из них оказалось 0.5*х* моль Ca и
0.5*y* моль Al.

2. Реакции первой порции:

0.5*x* 0.5*x*

Ca + 2C → CaC2

0.5*y* 0.125*y*

4Al + 3C → Al4C3

0.5*x* 0.5*x*

CaC2 + 2H2O → C2H2↑+ Ca(OH)2

0.125*y* 0.375*y*

Al4C3 + 12H2O → 3CH4↑+ 4Al(OH)3

Реакции второй порции:

0.5*x* 0.5*x*

Ca + H2O → H2↑ + Ca(OH)2

0.5*y* 0.75*y*

2Al + 2NaOH + 6H2O → 3H2↑+ 2Nа[Al(OH)4]

3. При реакции с водным раствором щелочи выделилось:

*n*(H2) = 17.92/22.4 = 0.8 моль водорода,

а при реакции с водой выделилось:

*n*(C2H2 + CH4) = 11.2/22.4 = 0.5 моль газообразных продуктов.

Составим и решим систему уравнений с двумя неизвестными:

0.5*х* + 0.75*y* = 0.8

0.5*x* + 0.375*y* = 0.5

Решение системы являются *x* = 0.4; *y* = 0.8.

*m*(смеси) = *m*(Al) + *m*(Ca) = 0.8·27 + 0.4·40 = 37.6 г

Ответ: 37.6 г

**Примечание**:

1. за запись уравнений реакций – 18 баллов (по 3 балла за каждое уравнение)

2. за составление и решение системы уравнений – 8 баллов

3. за нахождение массы исходной смеси – 4 балла

**Итого:** 30 баллов

**11 класс**

**Задание № 1**

Скорость данной элементарной реакции:

W = k [NO]2[O2]

Считая объем системы равным V, выразим начальную скорость:

W0 = k ($\frac{0.4}{V}$)2·($\frac{0.4}{V})$

Известно, что прореагировало 0.25·0.4 = 0.1 моль О2, следовательно, по уравнению реакции прореагировало 0.2 моль NO. Осталось 0.4 − 0.1 = 0.3 моль О2 и 0.4 − 0.2 моль NO. Скорость реакции к этому моменту времени составила:

W = k($\frac{0.2}{V})^{2}(\frac{0.3}{V})$

Скорость уменьшилась в $\frac{W\_{0}}{W}= \frac{0.4^{2}∙ 0.4}{0.2^{2}∙0.3}$ $≈$ 5.33 раза.

**Примечание:**

а) за выражение начальной скорости и скорости реакции − 7 баллов

б) за определение изменения скорости к моменту времени − 7 баллов

в) за нахождение отношения скоростей − 4 балла

**Итого**: 18 баллов

**Задание № 2**





1. + 2NaOH → C2H5COONa + + H2O

2. C2H5COONa + NaOH → C2H6 + Na2CO3

hv

3. C2H6 + Cl2 → C2H5Cl + HCl

4. C2H5Cl + KOH(спирт) → СН2=СН2 + KCl + H2O

5. + HCl → + NaCl



6. + 2Al + 3NaOH + 3H2O → + 2Na[Al(OH)4]

**Примечание:**

за запись уравнений реакций – 24 балла (по 4 балла за каждое уравнение).

**Итого**: 24 балла

**Задание № 3**

1. Найдем количество вещества глюкозы, содержащее 1 моль атомов. Для этого обозначим количество вещества глюкозы через *х* моль. В соответствии с химической формулой С6Н12О6 *х* моль глюкозы содержит 6*х* моль атомов углерода, 12*х* моль атомов водорода и 6*х* моль атомов кислорода. Общее количество атомов 24*х* моль или 1 моль.

Из соотношения 24*х* = 1 находим, что *х* = 0.04167 моль.

2. Глюкозу подвергли спиртовому брожению:

(1)

С6Н12О6 → 2С2Н5ОН + 2СО2↑

В результате реакции должно образоваться:

n(спирта) = 0.04167∙2 = 0.08334 моль этанола.

3. Образовавшийся спирт дегидратировали. Из условия задачи видно, что происходит одновременно внутримолекулярная и межмолекулярная дегидратация:

(2)

C2H5OH → C2H4↑ + H2O

(3)

2C2H5OH → C2H5−O−C2H5 + H2O

В результате дегидратации выделится этилен в количестве 0.252/22.4 = 0.01125 моль. После удаления всех неорганических веществ, т.е. воды, осталась смесь массой 1.392 г, содержащая образовавшийся диэтиловый эфир и непрореагировавший этанол.

4. Известно, что массовая доля спирта в 8.67 раз меньше массовой доли эфира. Найдем массовые доли веществ в смеси. Для этого массовую долю спирта обозначим через *y*, тогда массовая доля эфира ω(эфира) = 8.67*y*. Учитывая, что сумма массовых долей компонентов смеси равна 1, т.е. ω(эфира) + ω(спирта) = 1, получаем *y* + 8.67*y* = 9.67*y* = 1. Отсюда *y* = 0.1034.

Следовательно: ω(спирта) = 0.1034, ω(эфира) = 0.8966.

5. Теперь найдем массы веществ и их количества.

m(спирта) = m(смеси)∙ ω(спирта) = 1.392∙0.1034 = 0.1439 г

n(спирта) = m(спирта)/М(спирта) = 0.1439/46 = 0.003128 моль

m(эфира) = m(смеси)∙ ω(эфира) = 1.392∙0.8966 = 1.2481 г

n(эфира) = m(эфира)/М(эфира) = 1.2481/74 = 0.01687 моль.

6. Для того, чтобы выяснить с каким выходом прошла реакция брожения, найдем количество вещества образовавшегося этанола nпракт(спирта). Это количество вещества складывается из трех слагаемых:

nпракт(спирта) = n2(спирта) + n3(спирта) + nост(спирта),

где n2(спирта) – количество спирта, подвергшегося внутримолекулярной дегидратации; n3(спирта) – количество спирта, подвергшегося межмолекулярной дегидратации; nост(спирта) – количество спирта, не вступившего в реакции дегидратации.

7. Из уравнения реакции внутримолекулярной дегидратации видно, что n2(спирта) = n(C2H4) = 0.01125 моль.

Из уравнения реакции межмолекулярной дегидратации видно, что n3(спирта) = 2∙n(эфира) = 2∙0.01687 = 0.03374 моль.

Таким образом, в результате брожения образовалось 0.01125 + 0.03374 + 0.003128 = 0.04812 моль этанола.

8. Выход реакции (1) найдем по соотношению:

η1 = nпракт(спирта)/ nтеор(спирта) = 0.04812/0.08334 = 0.5774 (57.74%)

Аналогично рассчитаем выход реакций (2) и (3):

η2 = nпракт(C2H4)/ nтеор(C2H4) = nпракт(C2H4)/ nпракт(спирта) 0.01125/0.04812 = 0.2338 (23.38%)

η3 = nпракт(эфира)/ nтеор(эфира) = nпракт(C2H4)/ 0.5nпракт(спирта) =
0.01687/0.5∙0.04812 = 0.7012 (70.12%).

Ответ: выход реакции брожения 57.74 %, реакции внутримолекулярной дегидратации 23.38%, реакции межмолекулярной дегидратации 70.12%.

**Примечание:**

а) за запись уравнений реакций – 9 баллов (по 3 балла за каждое уравнение).

б) за нахождение количества вещества спирта – 3 балла

в) за нахождение количеств вещества спирта и эфира – 6 баллов

г) за расчет количества вещества образовавшегося этанола – 6 баллов

д) за расчет выходов продуктов реакций (1) – (3) – 12 баллов (по 4 балла за каждое из значений)

**Итого**: 36 баллов

**Задание № 4**

2Mе(NO3)n + nZn → nZn(NO3)2 + 2Mе

2Mе(NO3)n + nMg → nMg(NO3)2 + 2Mе

Наличие осадка, частично растворимого в HCl, позволяет допустить присутствие в нем добавляемых металлов. Наличие осадка, нерастворимого в HСl, свидетельствует о наличии металла, стоящего правее водорода в электрохимическом ряду напряжения металлов. Следовательно, нитрат металла прореагировал полностью, тогда массы остатка оказываются одинаковыми (0.864 г).

В результате реакции образовалось 0.864/М (моль) {где М – молярная масса металла} неизвестного металла, тогда количество вступившего в реакцию цинка и магния 0.864n / 2М (моль). Масса непрореагировавших цинка и магния равна:

Zn m − 65 ∙ 0.864n / 2М = m2

Mg m − 24 ∙ 0.864n / 2М = m3

m2 − m3 = (65 − 24) ∙ 0.864n / 2М = 0.164 г.

Отсюда: M/n = 0.864 ∙ (65 − 24) / (0.164 ∙ 2) = 108

Для n=1 получаем единственное решение: Ag (M = 108 г/моль).

2AgNO3 + Zn → Zn(NO3)2 + 2Ag↓

2AgNO3 + Mg → Mg(NO3)2 + 2Ag↓

В растворе находилось: m[Ag(NO3)] = 170 ∙ 0.864 / 108 =1.36 г.

Массовая доля: ω = 1.36г / 50г = 0.0272 или 2.72%.

**Примечание:**

а) за запись уравнений реакций – 8 баллов (по 4 балла за каждое уравнение).

б) за определение формулы нитрата – 10 баллов.

в) за расчет массовой доли нитрата в исходном растворе – 4 балла.

**Итого:** 22 балла