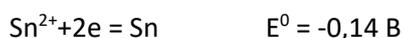


## Решения задач РХО-2001

**№11-1-20001** респ. Ниже приведены стандартные электродные потенциалы некоторых электрохимических реакций. Пользуясь приведенными данными, ответьте на следующие вопросы.

**1.1. Будет ли олово растворяться в растворе кислоты с концентрацией ионов водорода, равной 1 моль/л. Напишите ионное уравнение суммарной реакции, протекающей самопроизвольно в гальваническом элементе и вычислите значение его электродвижущей силы при стандартных условиях.**

Ответ: Из таблицы стандартных электродных потенциалов выписываем уравнение реакций и значение потенциалов для олова и водорода:



В прямом направлении самопроизвольно протекает реакция, характеризующаяся большим (алгебраическим) значением потенциала.

Так как  $E^0 (\text{H}_2/2\text{H}^+) > E^0 (\text{Sn}/\text{Sn}^{2+})$ , т.е.  $0,00 \text{ В} > -0,14 \text{ В}$ ,

то такой реакцией является восстановление ионов водорода. Уравнение другой реакции как источника электронов перепишем в обратном направлении:

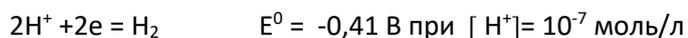


Общее уравнение реакции, проходящей в гальваническом элементе, получаем суммированием обоих уравнений:  $2\text{H}^+ + \text{Sn} = \text{Sn}^{2+} + \text{H}_2$   $E^0 = +0,14 \text{ В}$

Таким образом, олово растворяется в растворе кислоты с концентрацией ионов водорода, равной 1 моль/л.

**1. 2. Будет ли олово растворяться в воде? Обоснуйте свой ответ расчетами. Напишите ионное уравнение суммарной реакции, протекающей самопроизвольно в гальваническом элементе и вычислите значение его электродвижущей силы при стандартных условиях**

Ответ: Электродный потенциал окислительно-восстановительной пары  $E^0 (\text{H}_2/2\text{H}^+)$  в воде (где концентрация ионов водорода равна  $[\text{H}^+] = 10^{-7}$  моль/л не равен нулю, как это имело место для растворов с концентрацией  $[\text{H}^+] = 1$  моль/л, а равен  $-0,41 \text{ В}$  (см. Фрагмент таблицы), т.е.



$\text{Zn}^{2+} + 2e = \text{Zn}$	- 0,76
$\text{Fe}^{2+} + 2e = \text{Fe}$	-0,44
$\text{H}^+ (10^{-7} \text{ М}) + e = 1/2\text{H}_2$	- 0,41
$\text{Sn}^{2+} + 2e = \text{Sn}$	-0,14
$\text{H}^+ (1\text{М}) + e = 1/2\text{H}_2$	0,00
$\text{Cu}^{2+} + 2e = \text{Cu}$	+0,34
$\text{Ag}^+ + e = \text{Ag}$	+0,80

Так как  $E^0 (\text{Sn}/\text{Sn}^{2+}) > E^0 (\text{H}_2/2\text{H}^+)$ , т.е.  $(-0,14 \text{ В}) > (-0,41 \text{ В})$ , то в прямом направлении протекает реакция восстановления ионов олова. Реакция, характеризующаяся меньшим потенциалом, будет протекать в направлении обратной той, которая написана в таблице стандартных потенциалов, т.е.  $\text{Sn}^{2+} + \text{H}_2 = 2\text{H}^+ + \text{Sn}$ .

Таким образом, в воде ( точнее, в растворе соли с концентрацией  $[\text{Sn}^{2+}] = 1 \text{ моль/л}$ ) олово не растворяется, а если через раствор соли олово пропускать водород, то будет осаждаться металлическое олово.

**1. 3. Можно ли покрывать оловом железные изделия для защиты от коррозии? Какой металл будет катодом и какой будет анодом? Напишите уравнение самопроизвольно протекающей реакции в таком гальваническом элементе и вычислите его э.д.с. при стандартных условиях.**

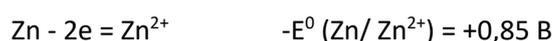
**1. 4. Рассчитайте э.д.с. гальванического элемента, состоящего из медного электрода в растворе с концентрацией  $[\text{Cu}^{2+}] = 0,001 \text{ моль/л}$  и цинкового электрода в растворе с концентрацией  $[\text{Zn}^{2+}] = 0,001 \text{ моль/л}$ . Напишите уравнение самопроизвольно протекающей реакции в гальваническом элементе в ионной форме.**

**Ответ:** По формуле Нернста находим электродные потенциалы для данных концентраций ионов в растворе:

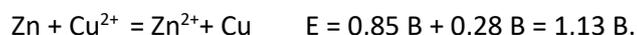
$$E (\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}) = -0,76 - 0,0592/2 \lg 1/0,001 = -0,85 \text{ В},$$

$$E (\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) = +0,34 - 0,0592/2 \lg 1/0,001 = +0,28 \text{ В},$$

Цинковый электрод заряжен отрицательно относительно меди, и он передает электроны на медь. Следовательно, в гальваническом элементе протекают следующие процессы:



Суммарное уравнение запишется так:



**1.5. Рассчитайте константу равновесия медно-цинкового элемента при стандартных условиях.**

**Ответ:** Как известно из термодинамики:

$$-\Delta G^0 = nFE^0 \text{ с одной стороны, и } -\Delta G^0 = RT \ln K \text{ с другой стороны.}$$

$$\text{Объединяя получаем: } \ln K = nFE^0 / RT.$$

Подставляя значения параметров при стандартных условиях и переходя к десятичным логарифмам получаем:  $\lg K = 96484 / (2,303 * 8,314 * 298,15) nE^0 = 16,90 nE^0$ .

Для процесса, протекающего в медно-цинковом гальваническом элементе при стандартных условиях:  $E^0 = 1,10 \text{ в}$  и  $n=2$ .

Следовательно:  $K = 10^{16,90 \cdot 2 \cdot 1,10} = 10^{37,2} = 1,6 \cdot 10^{37}$ .

Столь большое значение константы свидетельствует о практически полном смещении положения равновесия в сторону образования продуктов реакции.

**№11-2-2001респ.** Растворимость хлорида серебра в воде при 25<sup>0</sup>С составляет 2,57 мг/дм<sup>3</sup>.

2.1. Рассчитайте произведение растворимости хлорида серебра при данной температуре.

2.2. Рассчитайте массу осадка хлорида серебра, который может раствориться в 100 см<sup>3</sup> 0,5М растворе аммиака за счет комплексообразования. (Клещев ,№5.5 на стр.45).

**Решение:**

**2.1.**Ионные равновесия, связанные с осаждением и образованием осадков, являются обратимыми, подчиняются закону действующих масс характеризуется константой равновесия- так называемым произведением растворимости (ПР). Произведение растворимости - постоянная величина, равная произведению активностей ионов в насыщенном растворе малорастворимого электролита. Например, при образовании осадка AgCl имеет место равновесие, которое описывается следующим ионным уравнением:  $Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl \downarrow$ . При этом произведение растворимости записываем следующим образом:

$ПР(AgCl) = a(Ag^+) \cdot a(Cl^-) = [Ag^+][Cl^-] f(Ag^+) f(Cl^-)$  , где  $a(Ag^+)$  и  $a(Cl^-)$  - активности соответствующих ионов,  $[Ag^+]$  и  $[Cl^-]$  - равновесные молярные концентрации тех же ионов, а  $f(Ag^+)$  и  $f(Cl^-)$  - их коэффициенты активностей. В растворах малорастворимых веществ концентрации ионов, как правило, очень низки. Если в растворе отсутствуют другие ионы, то концентрации мало отличаются от активностей. На этом основании для приближенных расчетов вместо активностей ионов можно использовать их молярные концентрации, что позволяет записать:  $ПР(AgCl) = [Ag^+][Cl^-]$ . При этом необходимо помнить, что растворимость веществ может быть выражена в любых единицах, а в ПР входит концентрация веществ в моль/дм<sup>3</sup>, а на практике в моль/л.

**( Собств. Расчет).**

Зная молярную массу хлорида серебра выразим его растворимость в моль/л.

$n(\text{AgCl}) = 2,57 \text{ мг}/143,5 \text{ г/моль} = 0,00257 \text{ г} / 143,5 \text{ г/моль} = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$ . Следовательно, растворимость хлорида серебра равна  $1,79 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$ . Так как молекулы  $\text{AgCl}$  в таком разбавленном растворе полностью диссоциированы и при диссоциации из одного моль хлорида серебра образуются по одному иону  $\text{AgCl} \leftrightarrow \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ , молярные концентрации образующихся ионов равны между собой и они равны также молярной концентрации хлорида серебра, т.е.  $1,79 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$ . Тогда  $\text{ПР}(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,79 \cdot 10^{-5} \cdot 1,79 \cdot 10^{-5} = 3,2 \cdot 10^{-10}$ .

**См Клещев,с.**

2.2. Растворение описывается уравнениями:  $\text{AgCl} \leftrightarrow \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ ,



Вычисляем молярную долю свободных ионов серебра с учетом комплексообразования:

$$X(\text{Ag}^+) = [1 + 3^{3,32} \cdot 0,5 + 10^{7,23} (0,5)^2]^{-1} = 2,36 \cdot 10^{-8}.$$

Растворимость вычисляем, используя значения произведения растворимости :  $\text{ПР}(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}$ . Пусть растворимость  $\text{AgCl}$  равна  $S$ , тогда концентрации равны:

$$[\text{Cl}^-] = S ; [\text{Ag}^+] = S \cdot 2,36 \cdot 10^{-8} ;$$

$$1,8 \cdot 10^{-10} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = S \cdot 2,36 \cdot 10^{-8} \cdot S ;$$

$$S = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-10} / (2,36 \cdot 10^{-8})} = 0,087 \text{ моль/дм}^3 = 0,087 \text{ моль/л}.$$

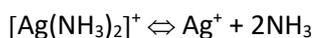
Масса растворенного осадка в  $100 \text{ м}^3 (0,1 \text{ дм}^3)$  равна

$$m(\text{AgCl}) = 0,087 \cdot 143,5 \cdot 0,1 = 1,25 \text{ г}.$$

Нетрудно заметить, что в данном решении задачи сделано допущение, что равновесная концентрация аммиака в растворе отличается от начальной концентрации. Фактически равновесная концентрация ниже и примерно равна  $0,05 - 2 \cdot 0,087 \approx 0,03 \text{ моль/дм}^3$ . Взяв эту величину для расчета, можно получить более точный ответ, повторив все вычисления.

**2.3. (см. Любимова Н.Б.,с.234).** Можно ли разрушить комплекс  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ , концентрация которого в растворе составляет  $0,1 \text{ моль/л}$ , добавлением раствора  $\text{KCl}$  равного объема и равной концентрации? Увеличение объема раствора при сливании исходных можно не учитывать.

**Решение:** Если концентрацию ионов  $\text{Ag}^+$  обозначить через  $x$ , то раствор будет характеризоваться следующими равновесными концентрациями (моль/л):



$$0,1 - x \quad \quad x \quad \quad 2x$$

Так как диссоциация комплексного иона невелика, то разность  $0,1 - x$  можно принять равной  $0,1$  :  $K_n = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{NH}_3]^2 / [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = x(2x)^2 / 0,1 = 1 \cdot 10^{-8}$ .

Отсюда  $4x^3 = 10^{-9}$ ,  $x = \sqrt[3]{0,25 \cdot 10^{-9}} = \sqrt{250 \cdot 10^{-12}} = 6,3 \cdot 10^{-4}$  моль/л.  $PR(AgCl) = 1 \cdot 10^{-10}$ .  $PK = 6,3 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-1} = 6,3 \cdot 10^{-5}$ . Эта величина больше  $10^{-10}$ , т.е.  $PK > PR$ , поэтому осадок выпадает и комплекс в отсутствие избытка  $NH_3$  ионами  $Cl^-$  разрушается.

2.4. Возможно ли разрушение того же комплекса при тех же условиях, что и в предыдущем примере, но при наличии избытка  $NH_3$ , концентрация которого в растворе составляет 10 моль/л.

Решение:  $[Ag(NH_3)_2]^+ \leftrightarrow Ag^+ + 2NH_3$

0,1            x            10

$K_n = 1 \cdot 10^{-8} = x \cdot 10^2 / 10^{-1}$ . Отсюда  $x = 10^{-11}$  моль /л.  $PK = 10^{-11} \cdot 10^{-1} = 10^{-12}$ .

Так как  $10^{-12} < 10^{-10}$ , то осадок не выпадает и комплекс в этих условиях ионами  $Cl^-$  не разрушается.

2.5. Будет ли разрушаться комплекс в условиях предыдущей задачи при замене  $KCl$  на  $KI$  ?

Решение:  $PR(AgI) = 1 \cdot 10^{-16}$ . Так как  $10^{-12} > 10^{-16}$ , то осадок выпадет и, следовательно, комплекс в тех же условиях ионами  $I^-$  разрушается.

**№11-3 2001 респ.** Образец  $^{227}_{89}Ac$  с массой  $3,7 \cdot 10^{-4}$  г, свободный от продуктов распада, поместили в ампулу. Из ампулы выкачали воздух до давления  $10^{-3}$  Па и запаяли. Объем ампулы равен  $1 \text{ см}^3$ .

1. Выведите выражение, которое связывает постоянную распада и периодом полураспада.
2. Чему равна радиоактивность (число распадов) образца еще не содержащего продуктов распада?
3. Сколько и каких частиц излучается во время перехода атома изотопа  $^{227}_{89}Ac$  в атом изотопа  $^{207}_{82}Pb$  ?
4. Чему равна суммарная радиоактивность образца (распадов/с) после установления (так называемого "векового") равновесия? Уменьшением радиоактивности во время достижения равновесия пренебречь.
5. Одним из радиоактивных изотопов в ряду является  $^{219}_{89}Rn$  ( $T_{1/2} = 3,92$  с). Рассчитайте парциальное давление радона при температуре 273K после установления равновесия.
6. Через какое время образец актиния распадается полностью ? (Считайте, что изотоп распадается полностью за время, через которое остается приблизительно  $10^{-3}$  от его исходного количества. Наиболее долгоживущий продукт распада изотопа  $^{227}_{89}Ac$  имеет период полураспада ( $T_{1/2} = 18,6$  дней).
7. Определите массу свинца, образовавшуюся за время полного распада  $^{227}_{89}Ac$ .
8. Какой газ остается после полного распада  $^{227}_{89}Ac$  ?
9. Рассчитайте давление в ампуле при температуре 273 K после полного распада  $^{227}_{89}Ac$  (Ю.Н.Сычев).

Решение:

1. Если  $T = T_{1/2}$ , то  $N = N_0 / 2$ ,  $\lambda = 0,6931 / T_{1/2}$ .
2. Для распада актиния  $\lambda_1 = 0,0319$  1/год =  $1,01 \cdot 10^{-9}$  1/сек.  
 $dN_1 / dt = \lambda_1 N_1 = 1,01 \cdot 10^{-9}$  1/сек \*  $3,7 \cdot 10^{-4} \cdot 6,01 \cdot 10^{23} / 227 = 9,9 \cdot 10^8$  распадов/сек.

3. Испускаются  $\alpha$ - и  $\beta$ - частицы, их количество равно соответственно  
 $n(\alpha) = (227 - 207) / 4 = 5$   
 $n(\beta) = 5 * 2 - (89 - 82) = 3.$
4. Ряд содержит 8 радиоактивных изотопов ( 5  $\alpha$ - излучателей и 3  $\beta$  - излучателя). При равновесии  $N_1 \lambda_1 = \dots = N_i \lambda_i$ . Поэтому суммарная радиоактивность  $^{227}_{89}\text{Ac}$ , еще не содержащего продукты распада:  
 $dN / dt = 8 * 9,9 * 10^8 \text{ распадов/сек} = 7,9 * 10^9 \text{ распадов / сек.}$
5.  $\lambda_{\text{Rn}} N_{\text{Rn}} = \lambda_1 N_1 = 9,9 * 10^9 \text{ распадов / сек,}$   
 $\lambda_{\text{Rn}} = 0,6931 / 3,92 = 0,1768 \text{ 1/сек.}$   
 $N_{\text{Rn}} = 5,6 * 10^9 \text{ атомов, } n(\text{Rn}) = 9,3 * 10^{-15} \text{ моль, } p = 2,1 * 10^{-5} \text{ Па.}$
6.  $N / N_0 = \exp(-\lambda_1 t) = \ln 0,001 = -6,908,$   
 $t = 6,908 / 0,0319 = 217 \text{ лет.}$
7.  $m(\text{Pb}) = 3,7 * 10^{-4} * 207 / 227 = 3,374 * 10^{-4} \text{ г.}$
8. He            9. После распада актиния в ампуле будет находиться  $n(\text{He}) = 5 * 3,7 * 10^{-4} / 227 = 8,15 * 10^{-6} \text{ моль,}$   
 $p = 1,85 * 10^4 \text{ Па}$

**№11-4-2001 респ.** Продукт прокаливания негашеной извести и кокса подвергли воздействию воды. Выделившийся в результате реакции газ ввели в разбавленную серную кислоту, содержащую соли ртути и железа. Образовавшееся при этом вещество, которое дает реакцию серебряного зеркала, в присутствии кислоты отщепляет воду, подвергаясь конденсации. На продукт конденсации подействовали при нагревании аммиачным раствором оксида серебра и в результате реакции после подкисления раствора получили кристаллическое соединение с температурой плавления  $72^\circ\text{C}$ . Это соединение реагирует с едким натром, обесцвечивает бромную воду и раствор перманганата калия. При сжигании 2,58 г соединения образуется 5,28 г

углекислого газа и 1,62 г воды. Было также обнаружено, что молекулярная масса исследуемого соединения не может быть меньше 50 и больше 100.

А. Установите молекулярную и структурную формулы, а также название полученного соединения.

Б. Напишите уравнения реакций, ведущих к его получению.

В. Приведите структурные формулы и название важнейших изомеров, которые подобным образом реагируют с бромной водой и раствором перманганата калия.

Г. Какие из этих изомеров находят применение при производстве синтетических веществ?

**(ПХО-№451) Решение:**

**A. 1.** По массам образовавшихся углекислого газа и воды находим массы углерода и водорода в исследуемом веществе:  $m(C) = 5,28 \cdot 12 / 44 = 1,44$  г.  $\omega(C) = 1,44 / 2,58 = 0,5581$  или 55,81%.

$m(H) = 1,62 \cdot 2 / 18 = 0,18$  г.  $\omega(H) = 0,18 / 2,58 = 0,0698$  или 6,98%.

**Определение простейшей формулы неизвестного вещества.**  
 Определим массы элементов в равн.  $m(C) = 1,44$  г,  $m(H) = 0,18$  г = 1,62 г.  
 Формулу обозначим через  $C_xH_yO_z$  и рассмотрим 100 г неизвестного вещества.  
 Следовательно, в составе исследуемого вещества имеется также кислород. Его масса  
 равна  $100 - 55,81 - 6,98 = 37,21$  г. Следовательно, элемент,  $\omega(O) = 100 - (55,81 + 6,98) = 37,21\%$ .

$n(C) = 55,81 \text{ г} / 12 \text{ г/моль} = 4,65$  моль

**1 балл**

$n(H) = 6,98 \text{ г} / 1 \text{ г/моль} = 6,98$  моль

$n(O) = 37,21 \text{ г} / 16 \text{ г/моль} = 2,33$  моль.

$x:y:z = 4,65:6,98:2,33 = 2:3:1$ . Следовательно, простейшая формула :  $C_2H_3O$ , а настоящая формула  $(C_2H_3O)_p$ . **1 балл**

Поскольку  $50 < M < 100$ ,  $p=2$ . Следовательно, молекулярная формула вещества:  $C_4H_6O_2$ . **1 балл**

Соединение относится к классу веществ, имеющих общую формулу  $C_nH_{2n-2}O_2$ , которую

**В.3.** можно представить также как  $C_nH_{2n-2}O_2$ , т.е. как непредельную кислоту, имеющую одну двойную связь. Реакция со щелочами, обесцвечивание бромной воды и раствора перманганата калия. Однако в связи с тем, что в реакции с бромной водой образуется обратная связь. Таким образом, соединение имеет формулу  $C_3H_5COOH$ .  
 1.  $CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2$  - получение ацетилена, **1 балл**  
 2.  $HC \equiv CH + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}, H_2SO_4} CH_3CHO$  реакция Кучерова, **1 балл**  
 3.  $2CH_3CHO \rightarrow CH_3CH(OH)CH_2CHO$  - альдольная конденсация, **1 балл**  
 4.  $CH_3CH(OH)CH_2CHO \xrightarrow{-(H^+)} CH_3CH=CHCHO$  - кротоновая конденсация, **1 балл**  
 5.  $CH_3CH=CH-CHO + Ag_2O \rightarrow CH_3CH=CH-COOH$  - окисление альдегида, **1 балл**

**Всего 6 баллов**

Важное промышленное значение имеют в производстве высокомолекулярных соединений и пластмасс винилацетат, метилакрилат и метакриловая кислота.

**Всего -3 балла.**

Кислота  $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$  существует в виде двух геометрических изомеров

$\text{CH}_3$

$\text{H}$

$\text{H}$

$\text{H}$

$\text{C} = \text{C}$

$\text{C} = \text{C}$

$\text{H}$

$\text{COOH}$

$\text{CH}_3$

$\text{COOH}$

транс-изомер

цис-изомер

кротоновая кислота

изо-кротоновая кислота **2 балла**

Молекулярной формуле  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$  отвечают также

винил-уксусная кислота  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ , **1 балл**

метакриловая кислота  $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$ , **1 балл**

метилакрилат  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COO} - \text{CH}_3$ , **1 балл**

винилацетат  $\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH} = \text{CH}_2$ , **1 балл**

аллилформиат  $\text{HCOO} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ , **1 балл**

пропаргиловый гликоль  $\text{HOCH}_2 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_2\text{OH}$ , **1 балл**

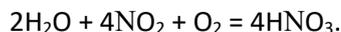
диоксиметилацетилен, **1 балл**

бутин-2-диол-1,4) **1 балл**

и еще ряд циклических и ациклических соединений. **Всего 8 баллов.**

**№11-5-2001респ.** Прокалили 17,5 г нитрата неизвестного металла в атмосфере инертного газа. Летучие продукты собрали и охладили. При этом образовалось 13,5 г 70-процентного раствора азотной кислоты. Установите формулу нитрата.

**Решение:** Согласно условию задачи при охлаждении летучих продуктов прокаливания протекала следующая реакция:



При этом отношение  $\text{NO}_2 : \text{O}_2$  равно 4 : 1, что соответствует разложению нитратов металлов средней активности, если при этом не меняется степень окисления металла:



Присутствие воды в летучих продуктах разложения свидетельствует о том, что исходное вещество - кристаллогидрат.

Масса азотной кислоты равна  $13,5\text{г} \cdot 0,7 = 9,45\text{г}$ , что соответствует 0,15 моль  $\text{HNO}_3$  ( $9,45 : 63\text{г/моль}$ , где 63г/моль - молярная масса  $\text{HNO}_3$ ) и столько же молей ионов  $\text{NO}_3^-$  содержалось в исходной навеске соли. Масса воды равна  $13,5\text{г} - 9,45\text{г} = 4,05\text{г}$ , что составляет 0,225 моль  $\text{H}_2\text{O}$  ( $4,05 : 18\text{г/моль}$ , где 18г/моль - молярная масса воды).

Из уравнения реакции следует, что на образование 0,15 моль  $\text{HNO}_3$  расходуется 0,075 моль воды, а всего в навеске исходного нитрата содержалось  $0,075\text{ моль} + 0,225\text{ моль} = 0,3\text{ моль}$  или 5,4г кристаллизационной воды ( $18\text{г/моль} \cdot 0,3\text{ моль}$ ) и 12,1 г безводного нитрата ( $17,5\text{ г} - 5,4\text{ г}$ ).

Вычислим молярные массы нитрата и металла, считая, что степень окисления металла может быть равна +2, +3, +4 и  $M(\text{NO}_3^-) = 62\text{г/моль}$

$$M[\text{Me}(\text{NO}_3)_2] = 12,1\text{г} / (0,15\text{моль} : 2) = 161,33\text{г/моль};$$

$$M(\text{Me}) = 161,33\text{ г/моль} - 62\text{г/моль} \cdot 2 = 37,33\text{г/моль};$$

$$M[\text{Me}(\text{NO}_3)_3] = 12,1\text{г} / (0,15\text{моль} : 3) = 242\text{г/моль};$$

$$M(\text{Me}) = 242\text{г/моль} - 62\text{г/моль} \cdot 3 = 56\text{г/моль};$$

$$M[\text{Me}(\text{NO}_3)_4] = 12,1\text{г} / (0,15\text{моль} : 4) = 322,67\text{г/моль};$$

$$M(\text{Me}) = 322,67\text{г/моль} - 62\text{г/моль} \cdot 4 = 74,67\text{г/моль}.$$

Искомый металл - железо, так как металлов с молярной массой 37,33г/моль и 74,67г/моль нет. Формула нитрата  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .

Вычислим число молей воды в кристаллогидрате:

на 0,05 моль нитрата приходится 0,3 моль  $\text{H}_2\text{O}$

на 1 моль нитрата приходится  $n$  моль  $\text{H}_2\text{O}$

$$n = 6\text{ моль}$$

