МИСиС МФТИ МИТХТ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ШИФР
(заполняется секретарём)

Задание №1

1. Для начала рассчитаем молярную массу неизвестного газа который реагирует с самым легким металлом (Li):

$M(C_xH_y) = \rho_{C_xH_y} \cdot V_m$, где $\rho_{C_xH_y}$ - плотность C_xH_y
V_m - молярный объем при н.у

$M(C_xH_y) = 1{,}25\ г/л \cdot 22{,}4\ л/моль = 28\ г/моль$

Единственный газ удовлетворяющий условиям – азот. Газ С - азот

Ур-ние реакции:

$6Li + N_2 \xrightarrow{комнат.} 2Li_3N$

Рассчитаем молярные массы смеси газов после пропускания р-ра брома и пропускания над оксидом меди

$\bar{M}_x = D_x \cdot M_x$, где $\bar{M}$ - молярная масса смеси газов

$M_1 = 14 \cdot 2\ г/моль = 28\ г/моль$

$M_2 = 7 \cdot 4\ г/моль = 28\ г/моль$

D_x - плотность смеси по вещ-ву X

M_x - молярная масса вещва X

Это означает что плотность смеси не менялась, а следовательно не менялась молярная масса смеси → молярная масса газов A, B, C по 28 г/моль.

00114214

☐ черновик ☒ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Задание 1 (продолжение)

2. Реакция с бромом в CCl_4(р-р) это реакция электрофильного присоединения в которую вступают алкены (C_nH_{2n})

Рассчитаем тип алкена

$M(C_nH_{2n}) = n \cdot Ar(C) + 2n \cdot Ar(H) = 12n + 2n = 14n$

$14n = 28 \rightarrow n = 2$ это этилен C_2H_4

Значит газ А – этилен. Ур-ние: $C_2H_4 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4(р-р)} C_2H_4Br_2$

3. Реакция с оксидом меди – реакция восстановления оксида меди

Одним из веществ с $M = 28$ г/моль – CO, угарный газ

Ур-ния реакций: $CO + CuO \xrightarrow{t} Cu + CO_2\uparrow$

$CO_2 + Ba(OH)_2$ (изб) $\rightarrow BaCO_3\downarrow + H_2O$

4. $\nu_{см} = \frac{m_{см}}{M} = \frac{168\text{ г}}{28\text{ г/моль}} = 6$ моль

Так как объем непрореагировавших газов составил половину от исходного то $\nu(C_2H_4) = \frac{\nu_{см}}{2} = \frac{6\text{ моль}}{2} = 3$ моль (ф-ла V при любых усл.)

$m(C_2H_4) = 3\text{ моль} \cdot 28\text{ г/моль} = 84\text{ г} \rightarrow \omega(C_2H_4) = \frac{84\text{ г}}{168\text{ г}} \cdot 100\% = 50\%$

$\overset{3\text{ моль}}{C_2H_4} + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} \overset{3\text{ моль}}{C_2H_4Br_2}$

$m(C_2H_4Br_2) = 3\text{ моль} \cdot (28 + 160)\text{ г/моль} = 564\text{ г}$

5. $\overset{1\text{ моль}}{CO} + \overset{1\text{ моль}}{CuO} \rightarrow \overset{1\text{ моль}}{Cu} + \overset{1\text{ моль}}{CO_2}\uparrow$

$\Delta m_{пор} = m(O)$ (из ур-ния реакции)

$\nu(CO) = \nu(CuO) = \nu(O) = \frac{16\text{ г}}{16\text{ г/моль}} = 1$ моль

$m(CO) = 1\text{ моль} \cdot 28\text{ г/моль} = 28\text{ г}$

$\omega(CO) = \frac{28\text{ г}}{168\text{ г}} = 16{,}67\%$

$m(CO_2) = 1\text{ моль} \cdot 44\text{ г/моль} = 44\text{ г}$

$m(Cu) = 1\text{ моль} \cdot 64\text{ г/моль} = 64\text{ г}$

6 $CO_2 + Ba(OH)_2$(изб) $\rightarrow BaCO_3\downarrow + H_2O$

$\nu(BaCO_3) = \nu(H_2O) = \nu(CO_2) = 1$ моль

$m(BaCO_3) = 1\text{ моль} \cdot 197\text{ г/моль} = 197\text{ г}$

$m(H_2O) = 1\text{ моль} \cdot 18\text{ г/моль} = 18\text{ г}$

00114214

☐ черновик ☒ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

МИСиС МФТИ МИТХТ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ШИФР
(заполняется секретарём)

Задание 1 (прод.)

7. $\nu(N_2) = \nu_{исх} - \nu_{изм} - \nu_{CO} = 6\text{ моль} - 3\text{ моль} - 1\text{ моль} = 2\text{ моль}$

$m(N_2) = 2\text{ моль} \cdot 28\text{ г/моль} = 56\text{ г}$

$\omega(N_2) = \frac{56\text{ г}}{168\text{ г}} = 33{,}33\%$

Ответ: $\omega(C_2H_4) = 50\%$, $\omega(CO) = 16{,}67\%$, $\omega(N_2) = 33{,}33\%$
$m(C_2H_4Br_2) = 564\text{ г}$; $m(BaCO_3) = 197\text{ г}$; $m(H_2O) = 18\text{ г}$
$m(Cu) = 64\text{ г}$ $m(CO_2) = 44\text{ г}$

Задание 2

$Fe_3O_4 = FeO \cdot Fe_2O_3$

$\underset{0{,}0997\text{моль}}{FeO \cdot Fe_2O_3} + \underset{1\text{моль}}{8HCl} \rightarrow \underset{0{,}0997\text{моль}}{FeCl_2} + \underset{0{,}1994\text{моль}}{2FeCl_3} + 4H_2O$

Рассчитаем кол-во Fe_3O_4 и HCl

$\nu(Fe_3O_4) = \frac{23{,}14\text{ г}}{232\text{ г/моль}} \approx 0{,}0997\text{ моль}$

$\nu(HCl) = 1\text{ л} \cdot 1\text{ моль/л} = 1\text{ моль}$

$\underset{0{,}1994\text{моль}}{2FeCl_3} + \underset{,268\text{моль}}{Fe} \rightarrow \underset{0{,}2991\text{моль}}{3FeCl_2}$

Рассчитаем кол-во Fe

$\nu(Fe) = \frac{15\text{ г}}{56\text{ г/моль}} = ,268\text{ моль}$

$FeCl_3$ прореагировал полностью, определим массу осадка:

$\nu(Fe)_{ост} = ,268\text{моль} - \frac{0{,}1994\text{моль}}{2} = 0{,}1683\text{ моль}$

$m(Fe)_{ост} = 0{,}1683\text{ моль} \cdot 56\text{ г/моль} \approx 9{,}425\text{ г}$

В р-ре осталсе только хлорид железа (II), определим его кол-во:

ν_{FeCl_2} (в к. р-ре) = $\nu(FeCl_2)_{исх \text{ в р-ре}}$ + $\nu(FeCl_2)_{из \text{ реак.}}$

$\nu(FeCl_2)_{исх \text{ в р-ре}}$ – количество хлорида железа (II) после реакции с Fe_3O_4

$\nu(FeCl_2)_{из \text{ реак}}$ – количество хлорида железа (II) после реакции $FeCl_3$ с Fe

$\nu(FeCl_2)_{в \text{ к. р-ре}}$ = 0,0997 моль + 0,2991 моль = 0,3988 моль

Чтобы рассчитать концентрацию необходимо найти объем р-ра.
Допустим, что р-р после реакций не изменил свою плотность
тогда:

$m_{р-ра}$ = $m_{исх \text{ р-ра}}$ + $m(Fe_3O_4)$ + $m(Fe)_{прореаг.}$ = ← $m(Fe)_0 - m(Fe)_{реаг}$ } „не зачеркнуто"

= 1000 мл · 1,04 г/мл + 23,14 г + (15 г – 9,425 г) = 1068,715 г

$V_{р-ра}$ = $\frac{1068,715 г}{1,04 г/мл}$ = 1027,6 мл = 1,0276 л

$C(FeCl_2)$ = $\frac{0,3988 моль}{1,0276 л}$ = 0,388 M

Ответ: $m(Fe)_{ост}$ = 9,425 г, $C(FeCl_2)$ = 0,388 M

(продолжение)

$\omega(FeCl_2)$ = $\frac{m(FeCl_2)}{m_{р-ра}}$ = $\frac{\nu(FeCl_2) \cdot M(FeCl_2)}{m_{р-ра}}$ = $\frac{0,3988 моль \cdot 127 г/моль}{1068,715 г}$ = $\frac{50,65 г}{1068,715 г}$ · 100% =

= 4,74%

Ответ: $\omega(FeCl_2)$ = 4,74%, $m(Fe)_{ост}$ = 9,425 г

00114214

☐ черновик ☒ чистовик Страница № 4

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

МИСиС МФТИ МИТХТ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ШИФР
(заполняется секретарём)

Задание №3

Единственный газ образующийся после сгорания веществ в избытке кислорода не поглощающийся водой, щелочью, перманганатом и имеющий $M = 28$ ($M = \rho \cdot V_m$) – это азот

Рассчитаем его количество: $\nu_{N_2} = \frac{2{,}24\text{л}}{22{,}4\text{л/моль}} = 0{,}1$ моль.

Другой газ не поглощающийся водой (даже холодной!) это (частично конечно) углекислый газ.

Ур-ние реакции:

$2NaOH(изб) + CO_2 \to Na_2CO_3 + H_2O$, $\Delta m = m(CO_2)$

$\nu(CO_2) = \frac{52{,}8\text{г}}{44\text{г/моль}} = 1{,}2$ моль

Характерная реакция с выпадением белого осадка для нитрата серебра – реакция с хлорид ионом:

$AgNO_3 + Cl^- \to \underset{\text{белый}}{AgCl\downarrow} + NO_3^-$

Рассчитаем количество хлорида серебра и хлорид ионов в 10 мл пробы:

$\nu(Cl^-) = \nu(AgCl) = \frac{1{,}43\text{г}}{143{,}5\text{г/моль}} \approx 0{,}01$ моль, тогда в 2л $\frac{0{,}01\text{моль}}{10\text{мл}} \cdot 2000\text{мл} =$ 0,2 моль

Только сильнокислый раствор может дать сопоставимое к-ты. Подтвердим расчетом! pH = 1

$[H^+] = 10^{-1} = 0{,}1$ моль/л $\to \nu(H^+) = 0{,}1\text{М} \cdot 2\text{л} = 0{,}2$ моль

$HCl + AgNO_3 \to AgCl\downarrow + HNO_3$

Исходя из полученных данных определим соотношение элементов в X

Т.к $X - C_aN_xH_yO_zCl_b$, т.к скорее всего это органическая соль растворимая в воде, примем:

$a : x : b = 1,2 : 0,2 : 0,2 = 6 : 1 : 1$ (из полного вещества)

рассчитаем массу C, N, Cl, которые входят в соль:

$m(C) = 1,2 моль \cdot 12 г/моль = 14,4 г$

$m(N) = 0,2 моль \cdot 14 г/моль = 2,8 г$

$m(Cl) = 0,2 моль \cdot 35,5 г/моль = 7,1 г$

$m(H_yO_z) = 29,1 г - 14,4 г - 2,8 г - 7,1 г = 4,8 г$

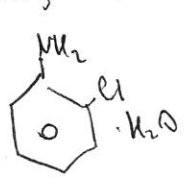
Если в соль входит 6 атомов углерода то $\nu_{соли} = \frac{1,2 моль}{6} = 0,2 моль$

$M(H_yO_z) = \frac{4,8 г}{0,2 г/м} = 24 г/моль$ H_2O

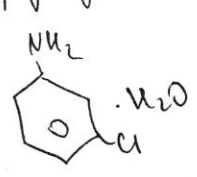
простейшая формула:

C_6H_8NOCl

Возможные формулы



моногидрат о-хлоранилина



моногидрат м-хлоранилина



моногидрат п-хлоранилина

МИСиС МФТИ МИТХТ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ШИФР
(заполняется секретарём)

Задание №4

Молярная масса газа выделяющегося при реакции A с K

$M(B) = 15 \cdot 2 г/моль = 30 г/моль$

Возможные варианты:

NO, C_2H_6, но только NO окисляется до бурого газа - NO_2

Далее газ E охлаждают: $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ (бур.)

$2NO_2 \xrightarrow{0^\circ C} N_2O_4$ - это и есть B

$Cu + 2N_2O_4 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO$

$2Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t} 2CuO_{(черн.)} + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$

$CuO + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$ (голубой так как существуют сольватированные ионы Cu^{2+})

Ответ:

A - Cu

B - N_2O_4

C - $Cu(NO_3)_2$

D - NO

E - NO_2

G - O_2

H - CuO

Задание №5

1. Первое, что можно заметить, плотность смеси по водороду равна 7,5, молярная масса смеси:

$M_{см} = 7{,}5 \cdot 2$ г/моль $= 15$ г/моль

каждого газа в этой смеси поровну, а значит молярная масса компонентов в ней не превышает $2M_{см} = 30$ г/моль (из ур-ния: $\varphi_1 \cdot M_1 + \varphi_2 \cdot M_2 = \bar{M} \to 0{,}5 M_1 + 0{,}5 M_2 = \bar{M} \to M_1 + M_2 = 2\bar{M}$)
Соль В образована газом с резким запахом. Предположим, что это NH_3 (17 г/моль). При достаточном нагреве солей аммония может выделяться азот (многие слабые кислоты обладают ок-ной способностью).

Если один из газов в смеси азот, то второй:

$M_2 = 2\bar{M} - M_1 = (30 - 28)$ г/моль $= 2$ г/моль – это водород
Единственная соль разлагающаяся с выделением эквимолярного ~~ск.~~ количества азота и водорода – азид аммония: NH_4N_3

$NH_4N_3 \xrightarrow{t} 2N_2\uparrow + 2H_2\uparrow$

~~от~~ Подтвердим расчетом. $\omega(N) = \frac{14 \cdot 3}{14 \cdot 3 + 1} \cdot 100\% = 93{,}33\%$
массовая доля азота в кислоте

Так как после добавления в р-р солей С и D выделяется аммиак, логично предположить, что одна из этих солей хлорид аммония. Но в другом случае также выделялась соль С, поэтому ~~Ответ~~ соль D – NH_4Cl
C – $MeCl_a$
Так, как при растворении В - выделялась кислота, а при растворении А – соль, то В – соль к-ты
А – нитрид

~~Про~~ Определим состав А как Me_3N_a, где a – валентность Me при $a = 1 \to Me_3N$. ~~Ко~~ Если N тяжелее M, то $\omega(M) = 100 - 59{,}7\%$, иначе $\omega(M) =$ ~~40,3%~~ 59,7%

00114214

☐ черновик ☒ чистовик Страница № 8
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

МИСиС МФТИ МИТХТ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ШИФР
(заполняется секретарём)

в первом случае $M(Me_3N_a) = 34,73$

$M(Me)$ при $a = 1$ $M(Me) = 6,9$ — Li

$M(Me) = \frac{M(Me_3N) - M(N)}{3}$ $a = 2$ $M(Me) = 10,3$ —

$a = 3$ $M(Me) = 20,73$ —

Второй случай смысла рассматривать не имеет.

Тогда X – Li A – Li_3N C – LiCl E – NH_3 G – NH_4N_3

ответ: Y – N B – LiN_3 D – NH_4Cl F – HN_3

$Li_3N + 3HCl \rightarrow 3LiCl + NH_4Cl$

$LiN_3 + HCl \rightarrow LiCl + HN_3$

$NH_4Cl + LiOH \rightarrow LiCl + NH_3\uparrow + H_2O$

$NH_3 + HN_3 \rightarrow NH_4N_3$

$NH_4N_3 \xrightarrow{t} 2N_2\uparrow + 2H_2\uparrow$

Азиды тяжелых металлов, например $Pb(N_3)_2$, AgN_3 используются как детонаторы в взрывчатых веществах.

00114214

☐ черновик ☒ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Задание 6.

Найдем соотношение этих элементов

$C_xH_yO_z$ → ~~x:y:z~~ x:z:y $= \frac{\omega(X)}{Ar(X)} : \frac{\omega(O)}{Ar(O)} : \frac{\omega(H)}{Ar(H)} = \frac{57,14}{12} : \frac{38,1}{16} : \frac{4,76}{1} =$

$= 4,76 : 2,38 : 4,76 = 2 : 1 : 2$

~~$C_{2n}H_{2n}O_n$~~ $C_{2n}H_{2n}O$

$M(C_{2n}H_{2n}O_n) = 24n + 2n + 16n = 42n$

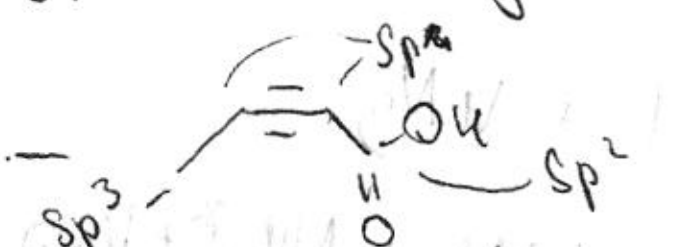
Допустим, что это карбоновая к-та и все атомы кислорода входят в карбоксильную группу, тогда:

$C_{4n}H_{2n}O_{2n} + kNaOH \rightarrow C_{4n}H_{2n-k}O_{2n}Na_k + H_2O$

$\nu(C_{4n}H_{2n}O_{2n}) = \frac{0,84г}{k \cdot (84n) г/моль} = \frac{0,01 моль}{k}$, где k – количество карбоксильных групп.

n = 2, k – любое

при k = 1, n = 2 получаем, что общая формула:

$C_4H_4O_2$ — 

2-ин-бутановая к-та

Устойчивые изомеры

1. $HC^*\equiv C-CH_2-C(=O)OH$ – 1-ин-бутановая к-та
проявляет кислотные св-ва по атому углерода со звездочкой, поэтому не подходит под соединение А

3. $HO-CH_2-C\equiv C-C(=O)H$
2-ин-4-ол-бутаналь

2. $O=C(H)-CH^*=CH-C(=O)H$

~~ен-2-бутендиовая~~

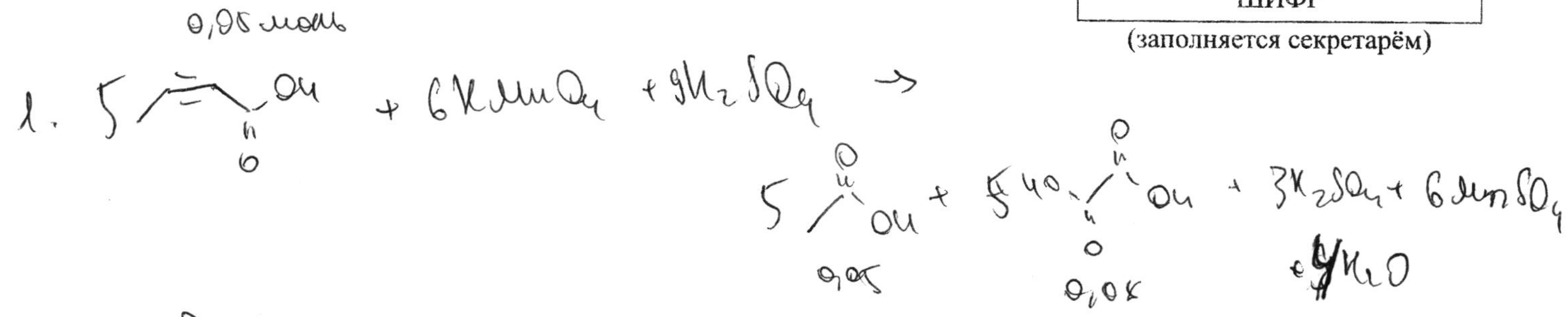
ен-2-бутендиаль

МИСиС МФТИ МИТХТ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

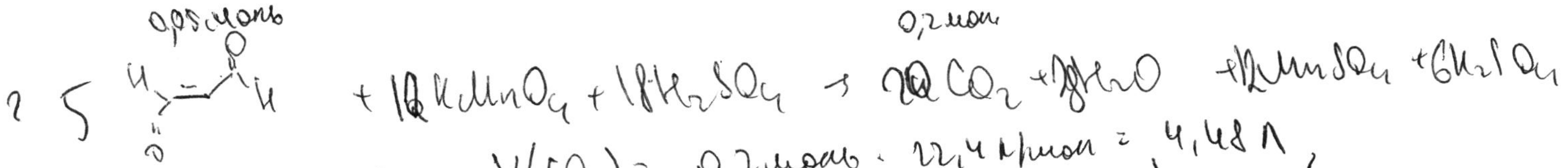
ШИФР

(заполняется секретарём)



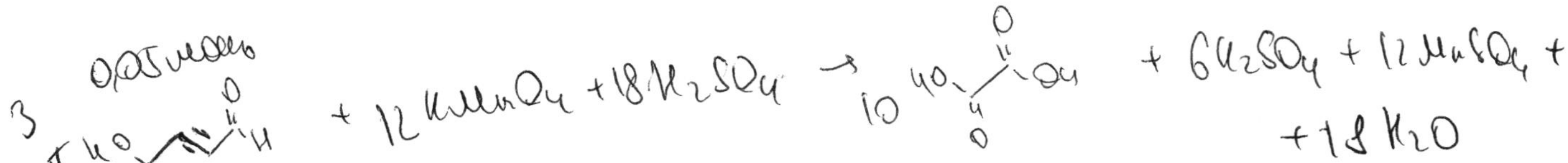
m(CH_3COOH) = 60 г/моль · 0,05 моль = 3 г

m($HOOC{-}COOH$) = 90 г/моль · 0,05 моль = 4,5 г



кислот нет. V(CO_2) = 0,2 моль · 22,4 л/моль = 4,48 л

при н.у



m($HOOC{-}COOH$) = 0,1 моль · 90 г/моль = 9 г



m($HO{-}CH_2{-}CH{=}CH{-}CHO$) = 4,2 г

МИСиС МФТИ МИТХТ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ШИФР
(заполняется секретарём)

Задание №4

Молярная масса газа выделяющегося при реакции А с В

$M(B) = 15 \cdot 2 г/моль = 30 г/моль$

Возможные варианты:
NO, C_2H_6, но только NO окисляется до бурого газа NO_2

$2NO + O_2 \xrightarrow{t^\circ} 2NO_2$

Тогда В - азотная к-та HNO_3, а красное вещ-во А - это медь. Подверим расчетом:

$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

$2Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t} 2CuO + 4NO_2 + O_2\uparrow$
черн.

$\nu(CuO) = \nu(Cu) = \frac{12,7 г}{64 г/моль} \approx 0,198 моль \rightarrow m(CuO) = 80 г/моль \cdot 0,198 моль \approx 15,84 г \approx 15,80 г$

Ур-ния реакций

$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

$2NO_2 \xrightarrow{0^\circ C} N_2O_4$

XY_a XY_B XY XY_2 XY_3 XY_a Be 15 63,8

C 20,1 85

$XY_a + HCl \to C + D$ CH_2Cl_2

$D + LiOH \to$ 9 газ $HY = 93,33$

6,67

$XY_B + HCl \to C + F$ 15 H I

$D + F \to$ $NH_3 + HN_3 \to NH_4N_3 \to N_2 + H_2$

$\frac{x}{x + a \cdot y} = ,597$ $0,675x = a \cdot y$ $\frac{b}{a} = 9$

$\frac{x}{x + b \cdot y} = ,1411$ $6,09x = b \cdot y$ 4,231

NF_3

17 и 13

$B_2H_6 + H_2$ NH_3

BH_4^- $HBF_2 \to BF + HF$ $BH_3 - NH_3$

BeF_2 HBH_4

LiB Be_2N BN

Li_3N LiN_3

00114214

☒ черновик ☐ чистовик Страница № __

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)