0 550786 560002

55-07-86-56
(63.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Левчук Светлана Дмитриевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

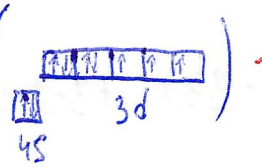
Дата

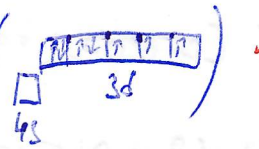
«12» 03 2023 года

Подпись участника

55-07-86-56 (63.1)

Числовик. Вариант. 1

№1: Co (27 e) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$ 

Co^{2+} (25 e) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^7$ 

Апелляция

№2: I – ацетон, II – уксусная кислота, III – уксусный альдегид;

I: $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t} CuO + H_2O$

$NaHCO_3 + CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3 \rightarrow$ —

II: $Cu(OH)_2 + 2CH_3COOH \rightarrow Cu(CH_3COO)_2 + 2H_2O$

$NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + CO_2\uparrow + H_2O$

III: $2Cu(OH)_2 + CH_3-C(=O)-H \rightarrow CH_3-C(=O)-OH + Cu_2O + 2H_2O$

$NaHCO_3 + CH_3-C(=O)-H \rightarrow$ —

№3: $M(смеси) = 28 \cdot 2{,}107 = 59$ г/моль

$2KNO_2 + H_2SO_3(р) \rightarrow K_2SO_4 + 2HNO_2$

$CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$ (A); $CH_3-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-CH_3$ (B);

$CH_3-CH_2-CH_2-NH_2 + HNO_2 \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-OH + N_2 + H_2O$ (C)

$CH_3-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-CH_3 + HNO_2 \rightarrow CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3 + N_2 + H_2O$ (D)

$3CH_3-CH_2-CH_2-OH + 2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3-CH_2-C(=O)-OH$ (E) $+ 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$

$3CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3 + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3$ (F) $+ Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	8	10	12	13	14	18	18	18	8

99

девяносто девять

№4: $CH_3-CH=CH_2 + 4,5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$ +

$Q_{(р-ии)} = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 - 20,4 = 2017,5$ кДж/моль

$Q = c \cdot \vartheta \cdot \Delta t$; $C = 0,07531$ кДж/моль·К ; $\vartheta(H_2O) = \frac{327}{18} = 18$ моль.

$Q = 0,07531 \cdot 18 \cdot 69 = 945,87$ кДж.

760 – x
760 – 101,325 ; $x = 94,66$

2017,5 – 1 моль
945,87 – a моль ; $a = 0,47$ моль.

$pV = \vartheta RT \Rightarrow V = \frac{\vartheta \cdot R \cdot T}{P} = \frac{0,47 \cdot 8,314 \cdot 303}{94,66} = 12,5$ л. +

Ответ: 12,5 л.

№5: $C_nH_{2n}O$: $\frac{12n}{14n+16} = 0,6667 \Rightarrow 9,33n + 10,67 = 12n$

$2,67n = 10,67$

$n = 4$ (C_4H_8O) +

$CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-H$ (A).

$5CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-H + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-OH$ (B) $+ 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ (C).

$CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-OH + CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{H^+} CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-O-CH_2CH_2CH_2CH_3$ (D) $+ H_2O$ +

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-OH$:

① $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH + HBr \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-Br + H_2O$ +

② $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-Br + KCN \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CN + KBr$ +

③ $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CN + HCl + H_2O \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-OH + NH_4Cl$

(пентановая кислота) +

№6:

$\omega(Na_2CO_3) = \frac{21,8}{121,8} = 0,18$

$\frac{106x}{286x + 183,7} = 0,18 \Rightarrow 51,48x + 33,066 = 106x$

$54,52x = 33,066$

$x = 0,6$ моль $\Rightarrow m(р\text{-}ра) = 355,3$ г

I: $3Na_2CO_3 + Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 3Na_2SO_4 + 3CO_2\uparrow$ (над Na_2CO_3: x моль; над CO_2: x)

II: $Na_2CO_3 + 2KNO_3 \rightarrow 2NaNO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$ (над Na_2CO_3: 2x = 0,4 моль; над $NaNO_3$: 0,8 моль; над CO_2: 2x)

$\frac{x}{2x} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\nu(Na_2CO_3\ I)}{\nu(Na_2CO_3\ II)} = \frac{1}{2} \Rightarrow \nu(Na_2CO_3)_I = x = 0,2$ моль.

$m(NaNO_3) = 0,8 \cdot 85 = 68$ г

$m(II) = 236,87$ г

$m(р\text{-}ра\ II) = 236,87 + 200 - 17,6 = 419,27$ г

$\omega(NaNO_3) = \frac{68}{419,27} \cdot 100 = 16,22\%$

№7: (над $NH_2-C(=O)-NH_2$: 0,15 моль)

$NH_2-C(=O)-NH_2 + 2KOH \xrightarrow{t} K_2CO_3 + 2NH_3\uparrow$ (над NH_3: 0,3)

$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$ (над NH_3: 0,3; над HNO_3: 0,3); $\nu(HNO_3) = 0,3 \cdot 103 = 0,309$ моль

$pH = 1,52 \Rightarrow [H^+] = 10^{-1,52} = \frac{1}{33,1} = 0,03$ моль/л.

$\nu(HNO_3\ ост.) = 0,03 \cdot 0,3 = 0,009$ моль $\Rightarrow \nu(HNO_3\ прор.) = 0,3$ моль

$NH_2-C(=O)-NH_2 + 2HNO_2 \rightarrow 2N_2 + CO_2 + 3H_2O$ (над $NH_2-C(=O)-NH_2$: x; над HNO_2: 2x; над CO_2: x)

$2NaO_2 + 2CO_2 \rightarrow 2Na_2CO_3 + O_2\uparrow$ (над CO_2: x; над O_2: 0,5x)

$2,5x \cdot 2 = 0,3$

$x = 0,06$ моль.

$\nu(смеси) = 0,06 + 0,15 = 0,21$ моль.

$c(смеси) = \frac{0,21}{2,2} = 0,05$ моль/л

№8:

$\overset{x}{CuCO_3}\cdot Cu(OH)_2 + 4HNO_{3(k)} \to 2Cu(NO_3)_2 + \overset{x}{CO_2} + 3H_2O$

$\overset{y}{FeCO_3} + 4HNO_{3(k)} \to Fe(NO_3)_3 + \overset{y}{CO_2} + \overset{y}{NO_2} + 2H_2O$

$\overset{z}{MeCO_3} + 2HNO_{3(k)} \to Me(NO_3)_2 + \overset{z}{CO_2} + H_2O$

$M = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1,816 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} = 44,4$ г/моль

$pV = \vartheta RT \Rightarrow \vartheta = \frac{101,325 \cdot 30,56}{8,314 \cdot 298} = 1,25$ моль

$\begin{cases} x + y + z = 1,25 \\ \frac{44x + 30y + 44z}{x + y + z} = 44,4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} z = 1,25 - x - y \\ \frac{44x + 30y + 55 - 44x - 88y}{1,25} = 44,4 \end{cases}$

$\begin{cases} y = 0,25 \\ z = 0,75 - x \end{cases}$

$\overset{94}{Me(NO_3)_2} + Na_2SO_3 + 2H_2O \to \overset{94}{MeSO_3 \cdot 2H_2O} + 2NaNO_3$

$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 + 10NH_3 + 2H_2O \to 2[Cu(NH_3)_4](OH)_2 + (NH_4)_2CO_3$

$m(\text{малахита}) = 146,7 - 69 = 77,7$ г $\Rightarrow x = \frac{77,7}{222} = 0,35$ моль.

$\begin{cases} x = 0,35 \\ y = 0,25 \\ z = 94 \end{cases}$; $M(\text{цинкфата}) = \frac{68,8}{94} = 172$ г/моль $\Rightarrow M(Me) = 40$ г/моль

(Ca) – $CaCO_3$.

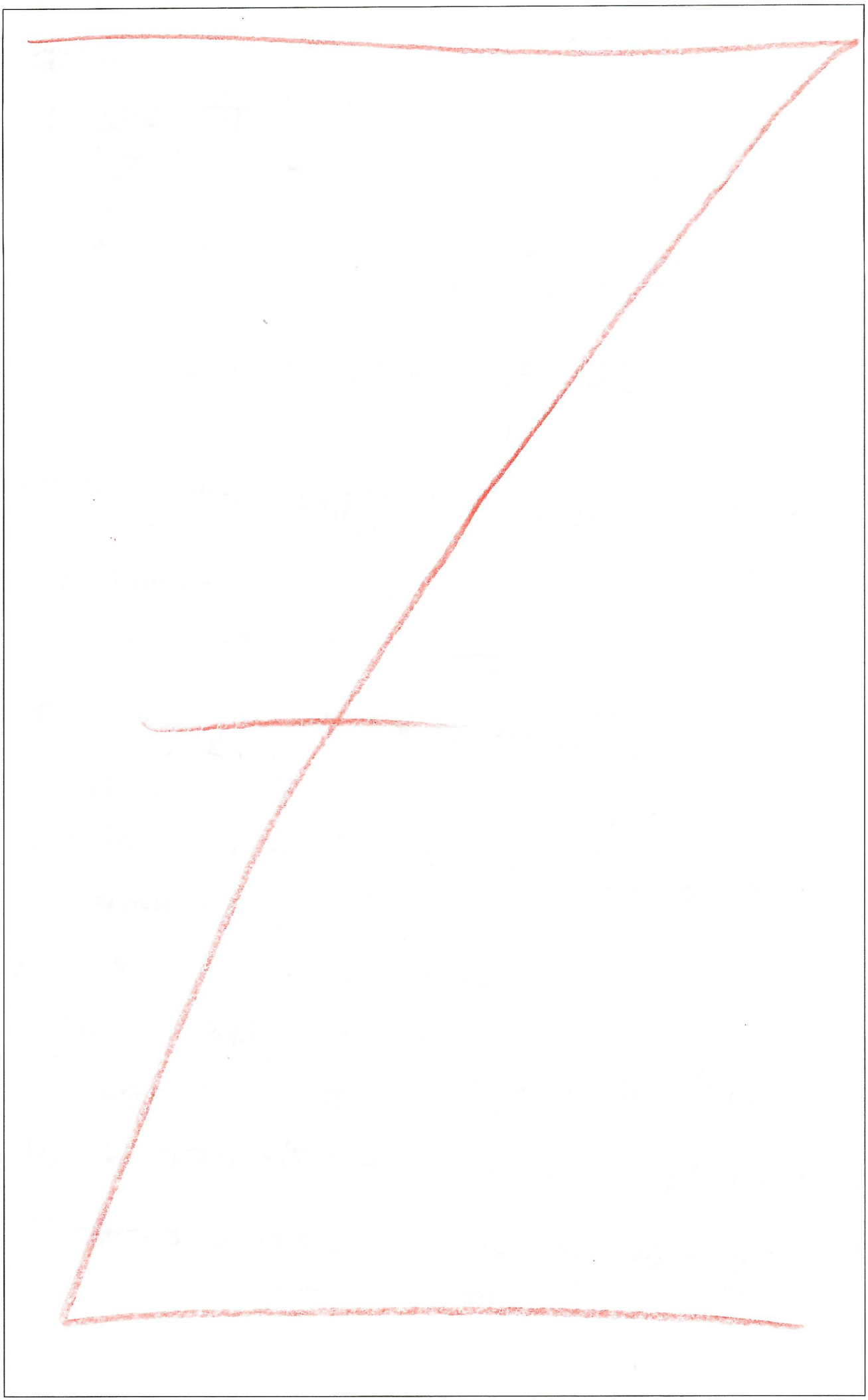
$\underset{0,35\text{моль}}{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} + 2CO \to \underset{0,7\text{моль}}{2Cu} + 3CO_2 + H_2O$

$m(Cu) = 0,7 \cdot 64 = 44,8$ г.

Ответ: $CaCO_3$; 44,8 г.

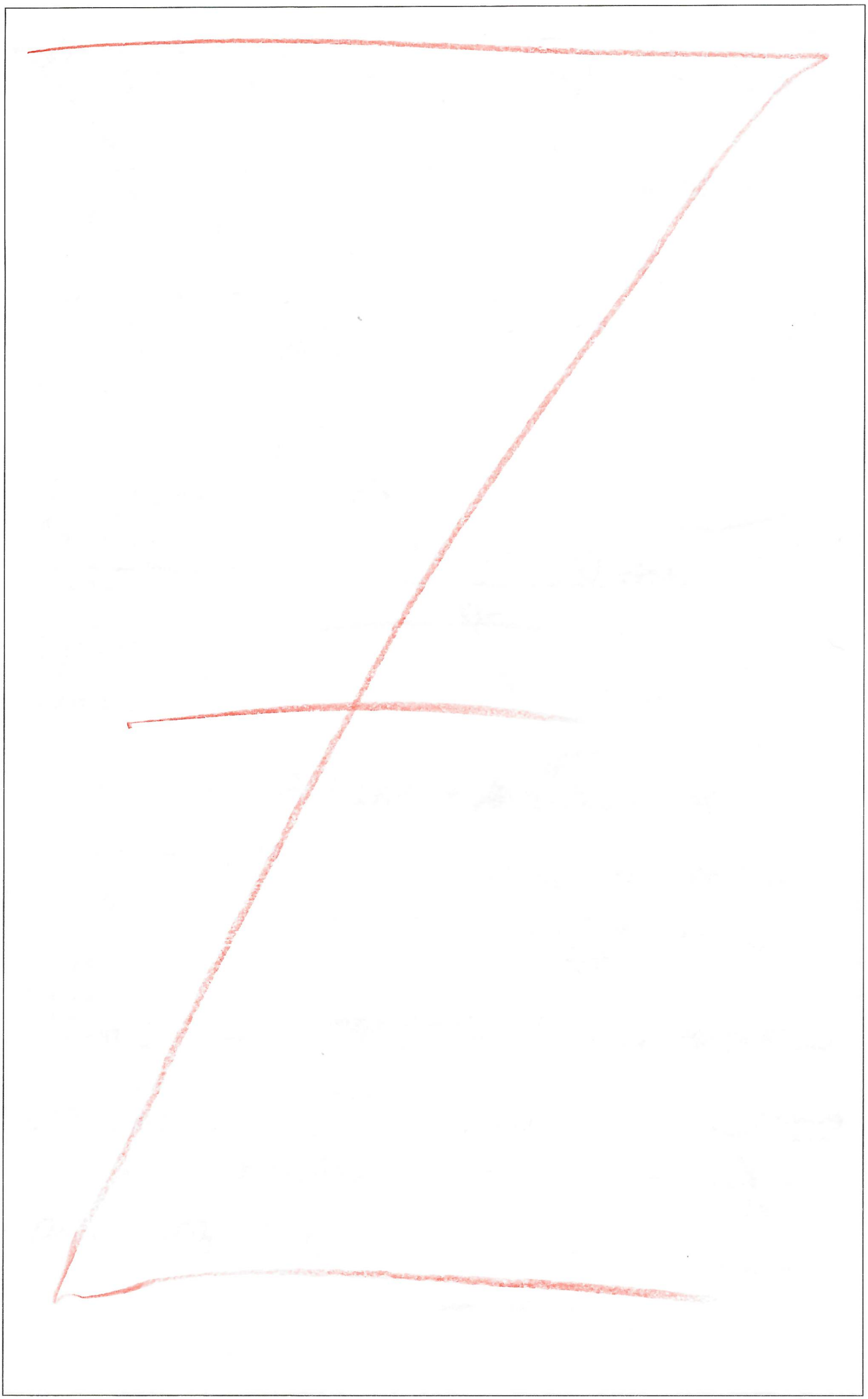
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

55-07-86-56
(63.1)



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

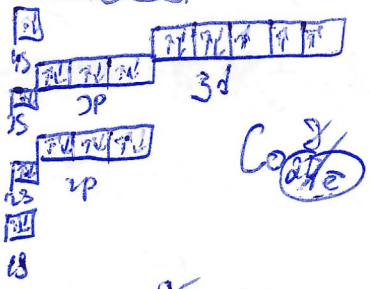
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

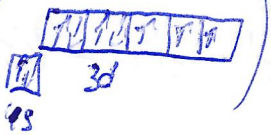
Терновик. Вар. 1

№1:



Co^{3+} (24 e) ; Co^{2+} (22 e)

Co^{0} (27 e) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$



Co^{2+} (25 e) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^7$

№2: I: альдегид. II: двухосновная к-та III: одноосновный альдегид

I: $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t} CuO + H_2O$

$NaHCO_3 + CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3 \rightarrow$ —

II: $Cu(OH)_2 + 2CH_3COOH \rightarrow (CH_3COO)_2Cu + 2H_2O$

$NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + CO_2 + H_2O$

III: $2Cu(OH)_2 + CH_3-\overset{+1}{C}\overset{O}{=}O \xrightarrow{t} CH_3-\overset{+3}{C}\overset{O}{=}O + Cu_2^{+1}O + 2H_2O$

$NaHCO_3 + CH_3-C\overset{O}{=}O \rightarrow$ —

№3: $M(смеси) = 28 \cdot 2,107 = 59$ г/моль

$2KMnO_4 + H_2SO_4(к) \rightarrow K_2SO_4 + 2HNO_2$

$CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$ (A) ; $CH_3-CH(NH_2)-CH_3$ (B).

$CH_3-CH_2-CH_2-\overset{-2}{N}H_2 + \overset{+3}{H}NO_2 \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-OH + N_2 + H_2O$ (C)

$CH_3-CH(NH_2)-CH_3 + HNO_2 \rightarrow CH_3-CH(OH)-CH_3 + N_2 + H_2O$ (D)

$3CH_3-CH_2-\overset{-1}{C}H_2-OH + 2K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + 8H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3-CH_2-\overset{+3}{C}(=O)-OH\ (E) + 2\overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$

$C^{-1} - 4e \Rightarrow C^{+3}$ | 12 | ·3

$2Cr^{+6} + 6e \Rightarrow 2Cr^{+3}$ | 12 | ·2

$3CH_3-\overset{0}{C}H(OH)-CH_3 + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3-\overset{+2}{C}(=O)-CH_3\ (F) + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$

$C^0 - 2e \Rightarrow C^{+2}$ | 6 | ·3

$2Cr^{+6} + 6e \Rightarrow 2Cr^{+3}$ | 6 | ·1

Z

№4:

$CH_3-CH=CH_2 + 4,5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$

$Q_{(р-ии)} = 3\cdot 393,5 + 3\cdot 285,8 - 20,4 = 1180,5 + 857,4 - 20,4 = 2017,5$ кДж/моль.

$Q = c\cdot\vartheta\cdot\Delta t$; $c = 0,075$ кДж/моль·К; $\vartheta(H_2O) = \frac{3275}{18} = 182$ моль

$Q = 0,075 \cdot 182 \cdot 69 = 945,87$ кДж

$710 - X$; $760 - 101,325$; $X = 94,66$.

$2017,5 - 1$ моль; $945,87 - a$ моль; $a = 0,47$ моль.

$pV = \vartheta RT \Rightarrow V = \frac{\vartheta RT}{p} = \frac{0,47\cdot 8,314\cdot 303}{94,66} = 12,5$ л

№5:

$C_nH_{2n}O$: $\frac{12n}{14n+16} = 0,6667 \Rightarrow 9,33n + 10,67 = 12n$

$2,67n = 10,67$

$n = 4$. (C_4H_8O) $CH_3CH_2CH_2C(=O)H$ (A).

$5CH_3-CH_2-CH_2-\overset{+1}{C}(=O)H + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3-CH_2-CH_2-\overset{+3}{C}(=O)OH\ (B) + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ (C).

$CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-OH + CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{H^+} CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3\ (D) + H_2O$

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-OH$:

① $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH + HBr \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-Br + H_2O$

② $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-Br + KCN \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-C\equiv N + KBr$

③ $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-C\equiv N + HCl + 2H_2O \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-OH + NH_4Cl$

№6:

$\omega(Na_2CO_3) = \frac{21,8}{121,8} = 0,18$

$\frac{106x}{286x + 183,7} = 0,18 \Rightarrow 51,48x + 33,066 = 106x$

$54,52x = 33,066$

$x = 96$ моль $\Rightarrow m(\text{р-ра}) = 355,3$ г

$x = 0,2$

$3Na_2CO_3 + Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 3Na_2SO_4 + 3CO_2\uparrow$

$2x = 0,4$ $\quad 98$ моль $\quad 2x = 0,4$ $\quad x$

$Na_2CO_3 + 2HNO_3 \rightarrow 2NaNO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$

$\frac{x}{2x} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\nu(Na_2CO_{3\,I})}{\nu(Na_2CO_{3\,II})} = \frac{1}{2} \Rightarrow m(II) = 23,87$ г

$\nu(Na_2CO_{3\,I}) = 0,2$ моль

$m(NaNO_3) = 98 \cdot 85 = 68$ г

$m(\text{р-ра II}) = 23,87 + 200 - 17,6 = 413,27$ г

$\omega(NaNO_3) = \frac{68}{413,27} \cdot 100 = 16,22\%$

№7:

$NH_2-C(=O)-NH_2 + 2KOH \xrightarrow{t} K_2CO_3 + 2NH_3\uparrow$

$NH_3 + HBr \rightarrow NH_4Br$

$\nu(HBr) = 0,3 \cdot 1,03 = 0,309$ моль

$pH = 1,52 \Rightarrow [H^+] = 10^{-1,52} = \frac{1}{33,1} = 0,03$ моль/л

$\nu(HBr_{ост.}) = 0,03 \cdot 0,3 = 0,009$ моль $\Rightarrow \nu(HBr_{прор.}) = 0,3$ моль

$NH_2-\overset{\overset{x=0,05}{\|}}{C}(=O)-NH_2 + 2HNO_2 \rightarrow 2N_2\uparrow + CO_2\uparrow + 3H_2O$

$2BaO_2 + 2CO_2 \rightarrow 2BaCO_3\downarrow + O_2\uparrow$

$2\cdot(2x + 0{,}5x)\cdot 22{,}4 = 0{,}3\cdot 22{,}4$

$2\cdot 2{,}5x = 0{,}3$

$2{,}5x = 0{,}15$

$x = 0{,}06$ моль.

ν(эквивал) $= 0{,}06 + 0{,}15 = 0{,}21$ моль.

c(эквивал) $= \frac{0{,}21}{0{,}2} = 1{,}05$ моль/л

№8: $CuCO_3\cdot Cu(OH)_2 + 4HNO_{3(к)} \rightarrow 2Cu(NO_3)_2 + CO_2\uparrow + 3H_2O$

$\begin{cases} FeCO_3 + 4HNO_{3(к)} \rightarrow Fe(NO_3)_3 + CO_2\uparrow + NO_2\uparrow + 2H_2O \\ MeCO_3 + 2HNO_{3(к)} \rightarrow Me(NO_3)_2 + CO_2\uparrow + H_2O \end{cases}$

$M = \frac{\rho\cdot R\cdot T}{p} \Rightarrow M = \frac{1816\cdot 8{,}314\cdot 298}{101{,}325} = 44{,}42$ г/моль.

$pV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{pV}{R\cdot T} = \frac{101{,}325\cdot 30{,}56}{8{,}314\cdot 298} = 1{,}25$ моль.

$\begin{cases} x + 2y + z = 1{,}25 \\ \frac{44x + 80y + 44z}{x+y+z} = 44{,}4 \end{cases} \quad \begin{cases} z = 1{,}25 - x - 2y \\ \frac{44x + 80y + 55 - 44x - 88y}{x+2y+z} = 44{,}4 \end{cases} \quad \begin{cases} z = 1{,}25 - x - 2y \\ \frac{2y + 55}{125} = 44{,}4 \end{cases}$

$\begin{cases} y = 0{,}25 \\ z = 0{,}75 - x \end{cases}$

$2H_2O + Me(NO_3)_2 + Na_2SO_3 \rightarrow MeSO_3\cdot 2H_2O + 2NaNO_3$

$CuCO_3\cdot Cu(OH)_2 + 8NH_3 + 2H_2O \rightarrow 2[Cu(NH_3)_4](OH)_2 + (NH_4)_2CO_3$

m(смеси) $= 222x + 80\cdot 0{,}25 + 116\cdot(0{,}75 - x) = 142{,}7 - 94 = 48{,}7 \Rightarrow x = \frac{48{,}7}{222} = 0{,}35$ моль

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

$\begin{cases} x = 0{,}35 \\ y = 0{,}25 \\ z = 0{,}4 \end{cases}$

$M(\text{минерала}) = \frac{68{,}8}{0{,}4} = 172$ г/моль $\Rightarrow$

$\Rightarrow M(Me) = 172 - 32 - 64 - 36 = 40$ г/моль — Ca. ($CaCO_3$)

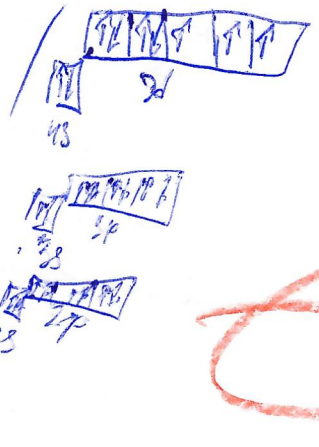
$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 + 2CO \rightarrow 2Cu + 3CO_2 + H_2O$

0,35 моль — 0,7 моль

$m(Cu) = 0{,}7 \cdot 64 = 44{,}8$ г

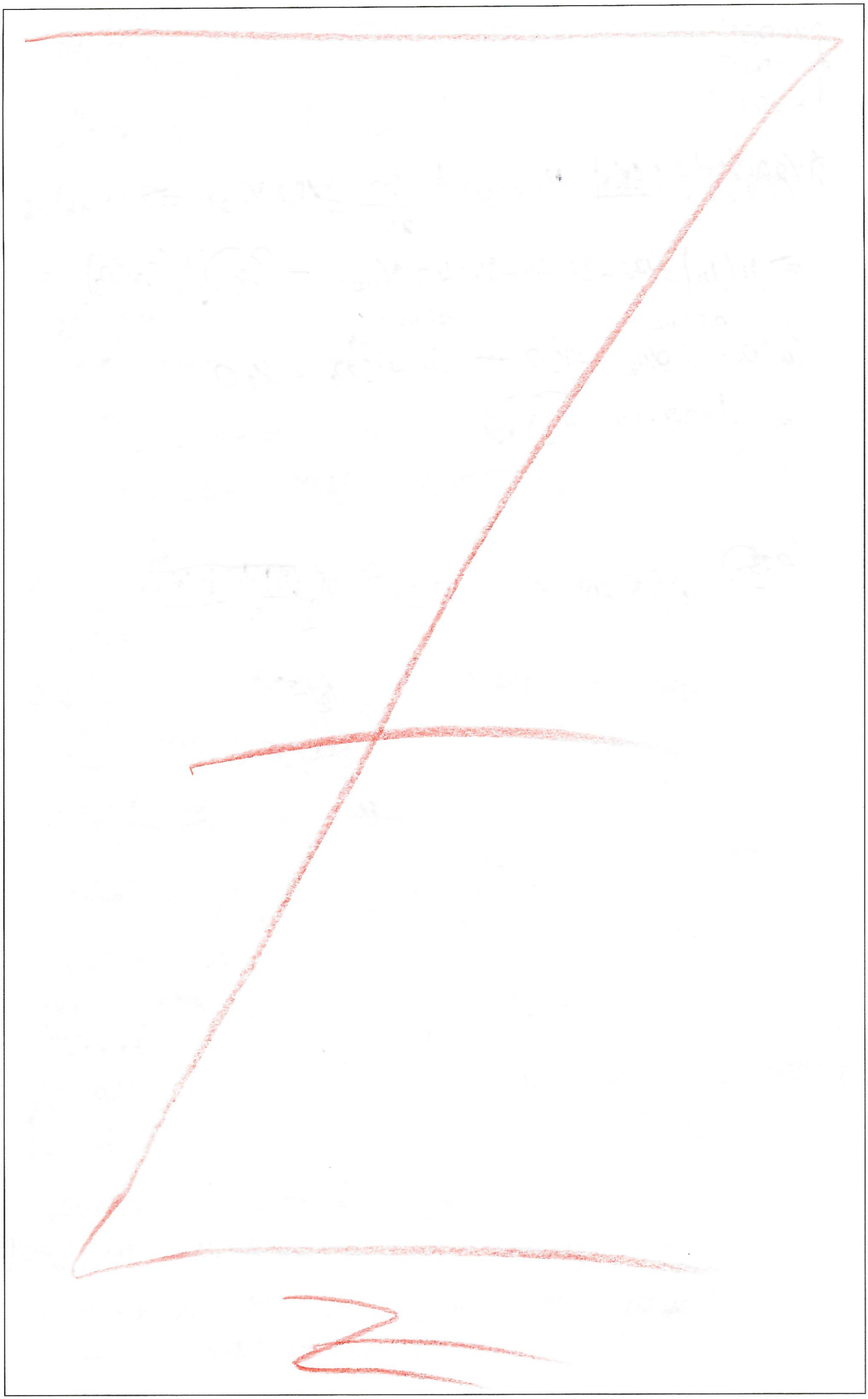
Co (27)

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!