МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Агибалов Кирилл Андреевич**

Класс: **11**

Технический балл: **90**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9529094 8 10 16 18 18 20 90 2-расчет конц.неверно, 4 - нет массовых долей, 5 - в решении неверное утверждение, не все реакции учтены

Осин С.Б.

Чорнових

№1

	C	H	O
c	6	1	8
n	6	0	8

$\begin{cases} 42 = 6x + y + 8z \\ 32 = 6x + 8z \end{cases} \Rightarrow y = 10$

Ако $z = 1$, то $x = 4$

Ако $z = 2$, то $x = 2{,}666$

Ако $z = 3$, то $x = 3$

$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$

$CH_3-CH_2-\underset{OH}{CH}-CH_3$

Разпознаване с помощта NaH:

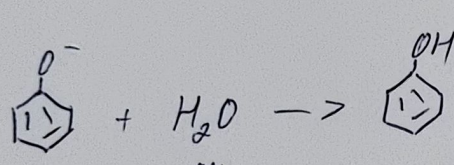
$CH_3-CH_2-\underset{OH}{CH}-CH_3 + NaH \rightarrow CH_3-CH_2-\underset{ONa}{CH}-CH_3 + H_2\uparrow$

$0{,}875 \cdot 16 = 14$ g/mol

$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ не будет давать H_2

$2NO_2 \rightarrow N_2O_4$

№2



$[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}] = [OH^-]$

$K_r = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}] \cdot [OH^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}] \cdot K_w}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] \cdot [H^+]} = \frac{K_w}{K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}$

$\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-11}} = \frac{[OH^-]^2}{C_{\text{фенолат}}}$; $C_{\text{фенолат}} = \frac{1 \cdot 10^{-11} \cdot (1 \cdot 10^{-3})^2}{1 \cdot 10^{-14}} = 1 \cdot 10^{-3}$

$pH = 11$; $[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$; $[H^+] = 1 \cdot 10^{-11}$; $[OH^-] = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-11}} = 1 \cdot 10^{-3}$

$14nx + 18n + 14n - 14n + 18 - 18x = 53$

Черновик

№1

	C	H	O
ē	6	1	8
n	6	y	8

$$\begin{cases} 42 = 6x + y + 8z \\ 32 = 6x + 8z \end{cases} \Rightarrow y = 10$$

Если $z = 1$, то $x = 4$

Если $z = 2$, то $x = 2{,}666$

Если $z = 3$, то $x = 3$

$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$

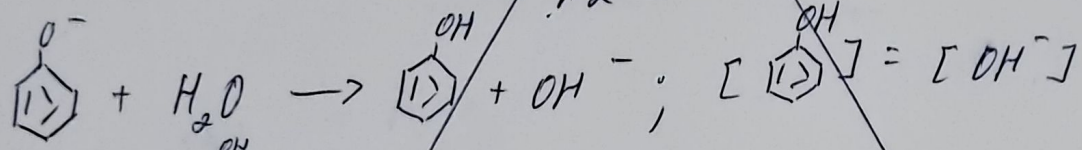
$CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3$

Распознавание с помощью NaH:

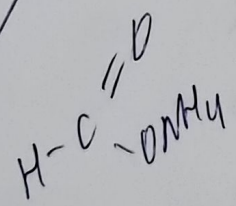
$CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3 + NaH \longrightarrow CH_3-CH_2-\underset{\underset{ONa}{|}}{CH}-CH_3 + H_2\uparrow$

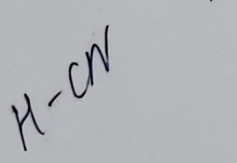
$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ не будет давать H_2

№2



$$K_г = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] \cdot [OH^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]}$$





Чарнавих

№1

	C	H	O
ē	6	1	8
n	6	0	8

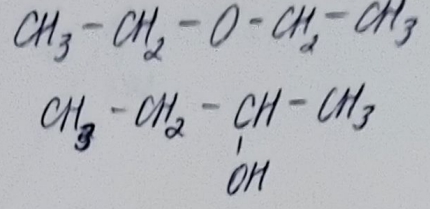
$$\begin{cases} 42 = 6x + y + 8z \\ 6x + 8z = 32 \end{cases}$$

$y = 10$

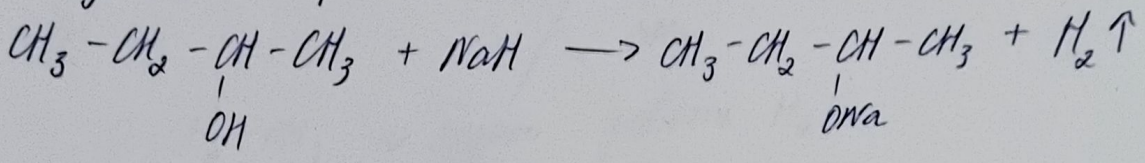
Если $z = 1$, то $x = 4$

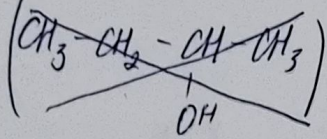
Если $z = 2$, то $x = 2{,}666$

Если $z = 3$, то $x = 3$

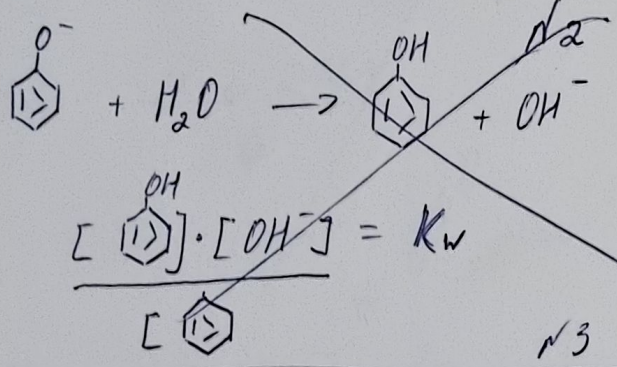


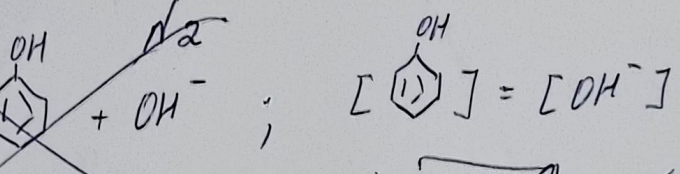
Распознавание при помощи NaH:





$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ не будет давать H_2





№3

$2A \rightleftarrows B$ $V = 1л$; $t = 30°C$

$B : A = 1{,}86 : 1$

$$\frac{1{,}86 \cdot 2a + a}{2{,}86} = 75{,}9$$

$4{,}72a = 217{,}074$

$a = \underline{46}$ $\quad b = \underline{92}$

Черновик

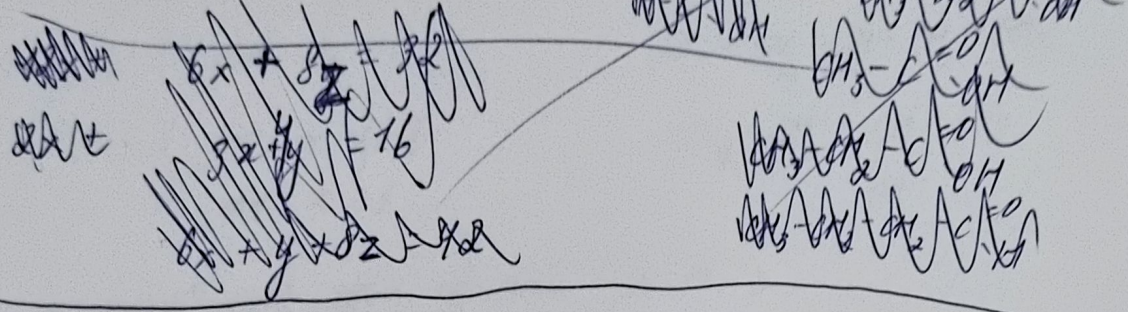
№1

$C_xH_yO_z$ $\sum \bar{e} = 42$ $\sum n = 32$

C_xH_yO

$C_xH_y = 34\bar{e}$

CH_3-CH_2-OH



$\begin{cases} 6x + 8z = 32 \\ 6x + y + 8z = 42 \end{cases}$

$y = 10$

$C_xH_{10}O_z$

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ OH

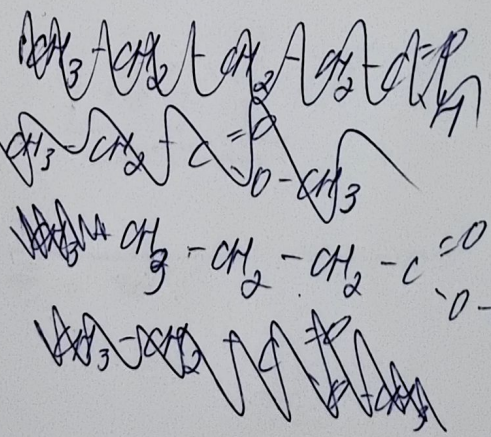
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ ✓

$42\bar{e}$ $32n$

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$

$C_4H_{10}O$ ✓

✓ $CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$



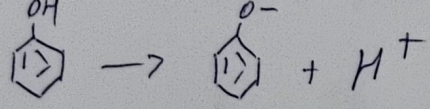
Если $z = 2$

✓ $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$

№2

$pH = 11 = -\lg[H^+] =$

$[H^+] = 1 \cdot 10^{-11}$



$K_{дис} = 10^{-10}$

$K_{дис} =$

№1 Чистовик

	C	H	O
ē	6	1	8
n	6	0	8

$\begin{cases} 42 = 6x + y + 8z \\ 32 = 6x + 8z \end{cases} \Rightarrow y = 10$

Если $z = 1$, то $x = 4$

Если $z = 2$, то $x = 2{,}666$

Если $z = 3$, то $x = 3$

$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$

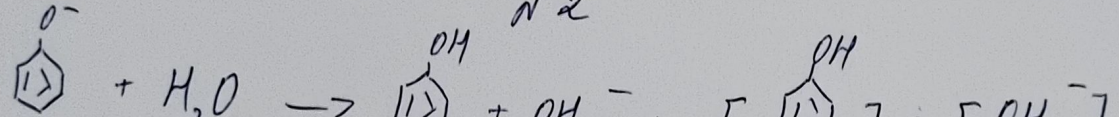
$CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3$

Распознавание с помощью NaH:

$CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3 + NaH \longrightarrow CH_3-CH_2-\underset{\underset{ONa}{|}}{CH}-CH_3 + H_2\uparrow$

$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ не будет давать $H_2\uparrow$

№2



$K_г = \dfrac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]\cdot[OH^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]} = \dfrac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]\cdot K_w}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]\cdot[H^+]} = \dfrac{K_w}{K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}$

$pH = 11$; $[OH^-] = \dfrac{K_w}{[H^+]}$; $[H^+] = 1\cdot10^{-11}$; $[OH^-] = \dfrac{1\cdot10^{-14}}{1\cdot10^{-11}} = 1\cdot10^{-3}$

$\dfrac{1\cdot10^{-14}}{1\cdot10^{-11}} = \dfrac{[OH^-]^2}{C_{фенолат}}$; $C_{фенолат} = \dfrac{1\cdot10^{-11}\cdot(1\cdot10^{-3})^2}{1\cdot10^{-4}} = 1\cdot10^{-3}$

Чистовик

№3

$M = 75,9$ г/моль ; Диссоциация : $2A \rightleftarrows B$

$pV = \nu RT$

$1 \cdot 101,3 = \nu \cdot 8,314 \cdot 303$

$\nu_{смесь} = 0,0402$ (моль)

$\frac{0,0402}{(1,86+1)} = 0,014$

	A	B
ν_0	0,016	—
$\Delta\nu$	0,032	0,026
$\nu_{равн}$	0,014	0,026

$\nu_{равн}(A) = 0,014 \cdot 1 = 0,014$ (моль)

$\nu_{равн}(B) = 0,014 \cdot 1,86 = 0,026$ (моль)

$K = \frac{0,026}{0,014^2} = 133$; $K = \frac{k_{пр}}{k_{разл.}}$

$k_{разл.} = \frac{k_{пр}}{K} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{133} = 3,76 \cdot 10^{-5}$

$M(B) = 2M(A)$; $M(A) = 46$ г/моль

$k_{обр} = 3,76 \cdot 10^{-5}$

$M(A) = a$; $M(B) = b$; $M(B) = 92$ г/моль

$\frac{1,86 \cdot 2a + a}{2,86} = 75,9$

$4,72a = 217,074$

$a = 46$

$b = 2a = 92$

"A" – NO_2

"B" – N_2O_4

№4

15,9 г – смесь изомеров

$\nu_{смесь} = \frac{pV}{Rt^\circ} = \frac{101,3 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,3$ (моль)

$\nu_{(спиртов)} = 0,3$ (моль)

$M_{(спиртов)} = \frac{15,9}{0,3} = 53$ г/моль

$C_nH_{2n+1}OH \rightarrow C_nH_{2n} + H_2O$

$C_mH_{2m+1}OH \rightarrow C_mH_{2m} + H_2O$

$(14n+18)x + (14m+18)(1-x) = 53$

$14nx + 14m - 14mx = 35$

$nx + m - mx = 2,5$

$M(C_nH_{2n+1}OH)$ 0,15 C_3H_7OH $3x + 2 - 2x = 2,5$

53 0,15 C_2H_5OH $x = 0,5$

Продолжение на стр. 3 =>

$\omega(C_3H_7OH) = \frac{0,15 \cdot 52}{15,9} = 0,5$ или 50° $\omega(C_2H_5OH) = 1 - 0,5 = 0,5$ или 50%

стр. 2

Чистовик

№4 (продолжение)

$CH_3-CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_2=CH_2 + H_2O$

$CH_3-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$

$3\underset{0,15}{CH_2=CH_2} + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3\underset{OH}{CH_2}-\underset{OH}{CH_2} + 2MnO_2 + 2KOH$

$3\underset{0,15}{CH_3-CH=CH_2} + 2\underset{0,1}{KMnO_4} + 4H_2O \rightarrow 3CH_3-\underset{OH}{CH}-\underset{OH}{CH_2} + 2MnO_2 + 2KOH$

$V(KMnO_4) = \frac{0,1 \cdot 2}{0,4} = 0,5$ л
пр-р

Ответ: 0,15 моль C_3H_7OH; 0,15 моль C_2H_5OH; $\omega(C_3H_7OH) = \omega(C_2H_5OH) = 0,5$ или 50%;
$V(KMnO_4) = 0,5$ л

№5

$\nu(CuS) = \frac{9,6}{96} = 0,1$ (моль);

$\nu(HNO_3) = \frac{120 \cdot 0,63}{63} = 1,2$ (моль)
$\nu(H_2SO_4) = \frac{142,7 \cdot 0,98}{98} = 1,427$ (моль) } изб.

$\underset{0,1}{CuS} + \underset{0,8}{8HNO_3} \rightarrow CuSO_4 + \underset{0,8}{8NO_2} + 4H_2O$

$\underset{0,1}{CuS} + \underset{0,4}{4H_2SO_4} \rightarrow CuSO_4 + \underset{0,4}{4SO_2} + 4H_2O$

$m(\text{ст.1}) = a + 120 - 0,8 \cdot 46 = a + 83,2$ (г)

$m(\text{ст.2}) = a + 142,7 - 0,4 \cdot 64 = a + 117,1$ (г)

$\Delta m = m(\text{ст.2}) - m(\text{ст.1}) = a + 117,1 - a - 83,2 = 33,9$ (г) ≈ 34 (г)

В ст. 1: $\nu(HNO_3)_{\text{изб}} = 1,2 - 0,8 = 0,4$ (моль); $\nu(CuSO_4) = 0,1$ (моль)

Добавляем x (г) $(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)$; $\nu(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = \frac{x}{286}$

34 (г) $= x - 44 \cdot \frac{x}{286}$

Продолжение на стр. 4 ⇒

Чистовик

№5 (продолжение)

$34 = x - 0{,}154x$

$x = 40{,}18$

$\nu(Na_2CO_3) = \nu(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = \frac{40{,}18}{286} = 0{,}14$ (моль)

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

$CuSO_4$ с Na_2CO_3 реагировать не будет

№6

M (смесь В и Т) $= 0{,}875 \cdot 32 = 28$ г/моль

Ответ: „А" – HCOOH

„Б" – CH_3-CH_2-OH

„В" – CO

„Т" – $CH_2=CH_2$

„Д" – $CH_3-CH_2-C(=O)-H$

„Е" $CH_3-CH_2-CH(O-CH_2-CH_3)-O-CH_2-CH_3$

$m(CH_3-CH_2-C(=O)-H) = 8{,}7$ г

$A \xrightarrow{H_2SO_4} B \quad CO + H_2O$

$Б \xrightarrow{H_2SO_4} Т$

$\underset{\text{„Б"}}{CH_3-CH_2-OH} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{„Т"}}{CH_2=CH_2} + H_2O$

$\underset{\text{„А"}}{HCOOH} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{„В"}}{CO} + H_2O$

$CH_2=CH_2 + CO + H_2 \rightarrow \underset{\text{„Д"}}{CH_3-CH_2-C(=O)-H}$

$CH_3-CH_2-C(=O)-H + 2Cu(OH)_2 \rightarrow CH_3-CH_2-C(=O)-OH + Cu_2O + 2H_2O$

$\nu(Cu_2O) = \frac{21{,}6}{144} = 0{,}15$ (моль)

$m(CH_3-CH_2-C(=O)-H) = 0{,}15 \cdot 58 = 8{,}7$ (г)

$CH_3-CH_2-C(=O)-H + CH_3-CH_2-OH \rightarrow CH_3-CH_2-CH(OH)-O-CH_2-CH_3$

$CH_3-CH_2-C(=O)-H + 2CH_3-CH_2-OH \rightarrow \underset{\text{„Е"}}{CH_3-CH_2-CH(O-CH_2-CH_3)-O-CH_2-CH_3} + H_2O$

Чарковик

№ 5 (продолжение)

$Э(Na_2CO_3) = Э(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = \frac{40,18}{286} = 0,14$ (моль)

$34 = x - 0,154x$

$x = 40,18$ г

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

$CuSO_4$ с Na_2CO_3 реагировать не будет.

№ 6

$M(\text{смесь В и Г}) = 0,875 \cdot 32 = 28$ г/моль

$A \xrightarrow{H_2SO_4} B$

$Б \xrightarrow{H_2SO_4} Г$

$B - CO + H_2$; $A - HCOOH$

$Г -$; $Б - CH_3 - CH_2 - OH$

$HCOOH \rightarrow CO +$