



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Алымов Алексей Андреевич**

Класс: **11**

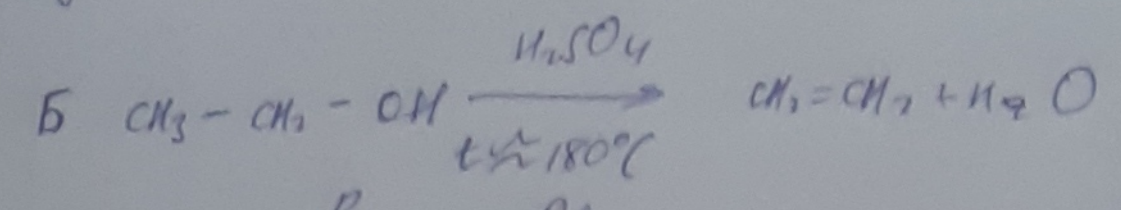
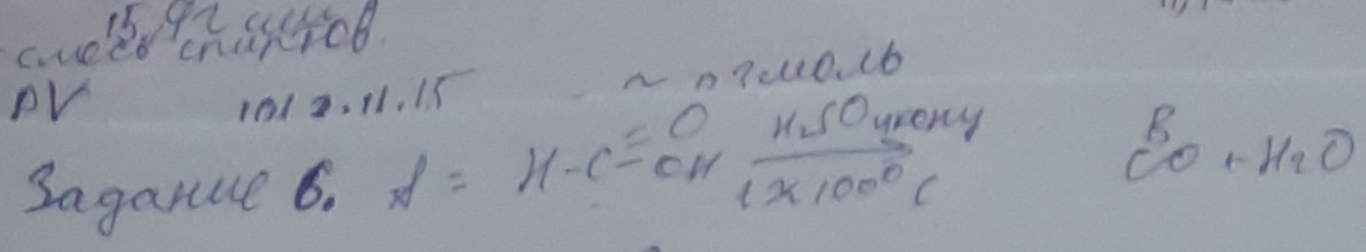
Технический балл: **92**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

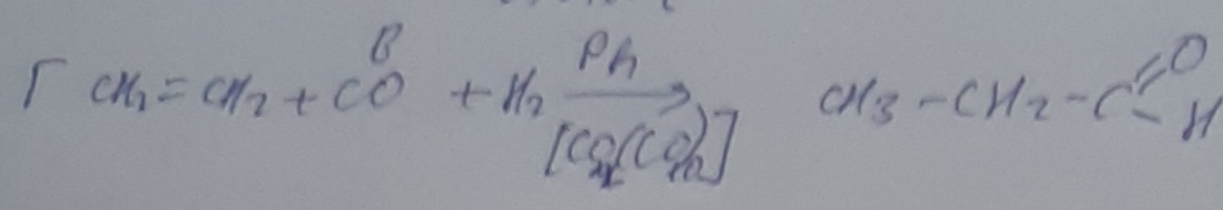
1. 86
2. 166
3. 166
4. 126 нет массовых долей, неправильный расчет перманганата
5. 206
6. 206
7. Сумма 926

15,9 ~ смесь спиртов.
PV 1012.11.15

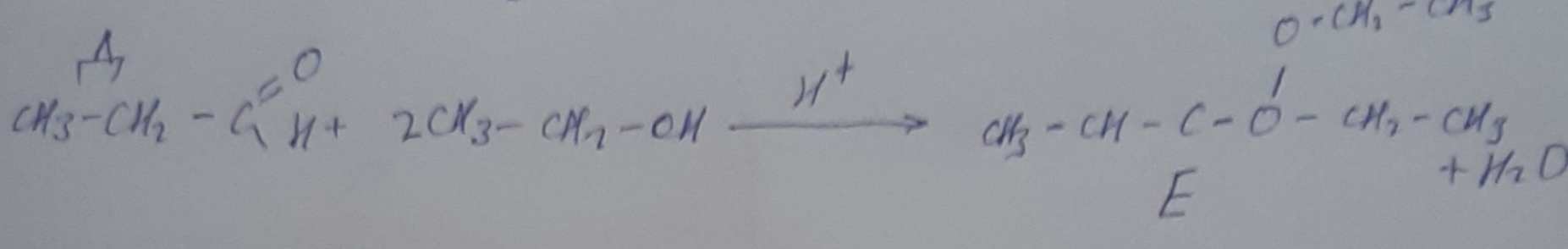
11,15 л



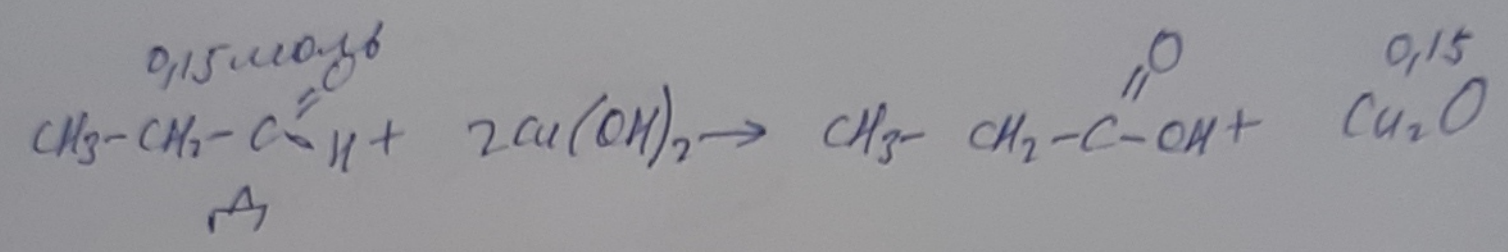
Микробух



N5

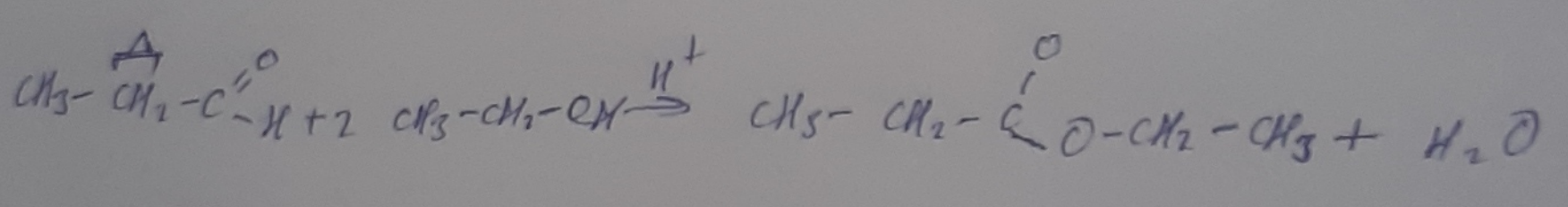
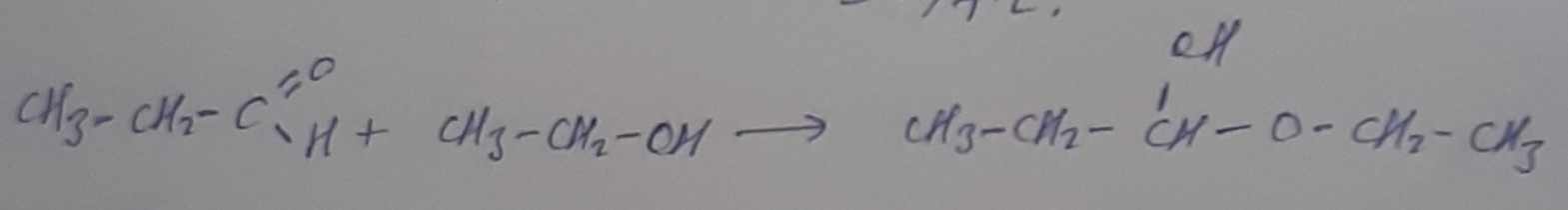


$\text{H}(\text{смеси}) = 0,875 \cdot 32 = 28 \text{ г/моль}$

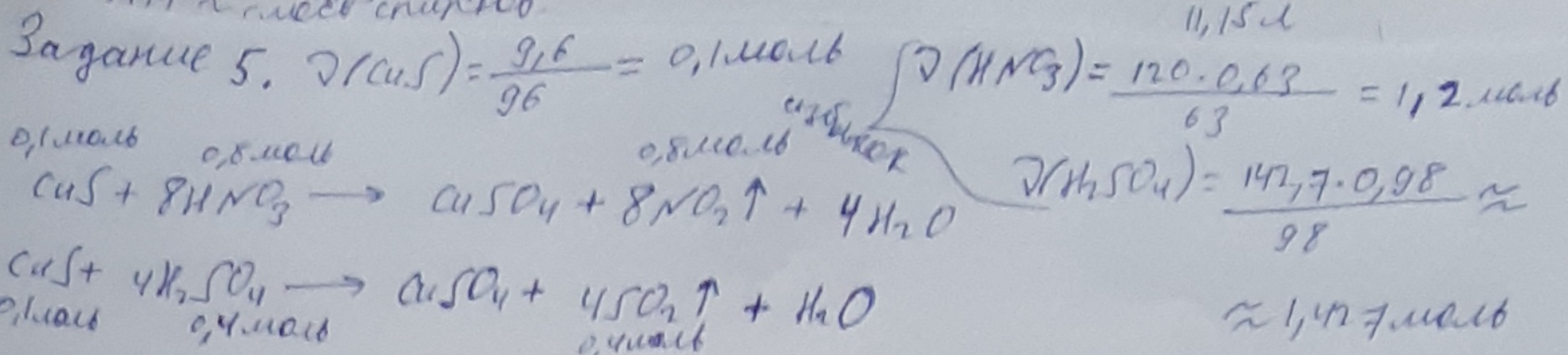


$\text{V}(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{21,6}{144} = 0,15 \text{ моль}$

$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{H}) = 0,15 \cdot 58 = 8,7 \text{ г}$



15,9 г смеси сульфатов



$m_{a.1} = a + 170 - 0,8 \cdot 46 = a + 83,2$; $m_{a.2} = a + 147,7 - 0,4 \cdot 64 = a + 117,1$

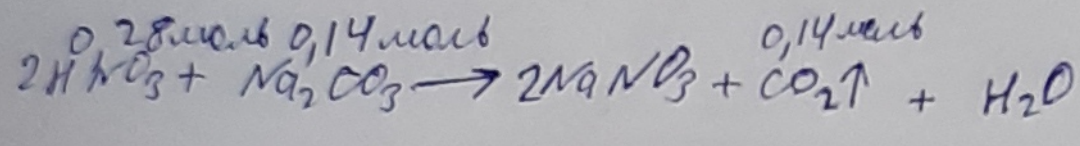
$\Delta m = m_{a.2} - m_{a.1} = a + 117,1 - a - 83,2 = 33,9 \approx 34,2$

$\nu(\text{HNO}_3) = 1,2 - 0,8 = 0,4$; $\nu(\text{CuSO}_4) = 0,1 \text{ моль}$

Если добавить x г ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), то $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{x}{286}$

$m_{\text{ст.}} = a + 117,1$

$34,2 = x - 44 \cdot \frac{x}{286}$



$34 = x - 0,154x = 0,846x$
 $\Rightarrow x = 40,18 \text{ г}$

$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,14 \text{ моль}$

CuSO_4 реагировать не будет, \Rightarrow для уравнивания стехиометрии необходимо добавить $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ так как азотной кислоты.

Чистовик

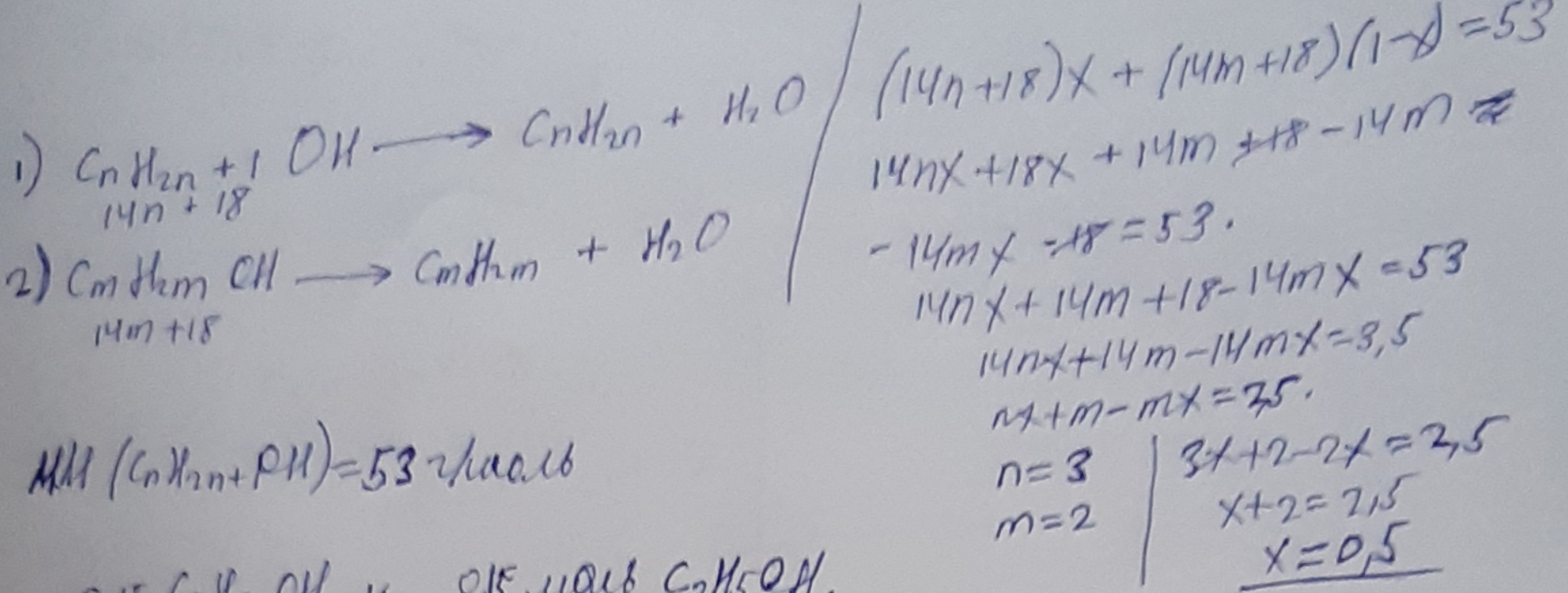
NY

15,9 ~ смесь спиртов.
 PV ...

11,15 л

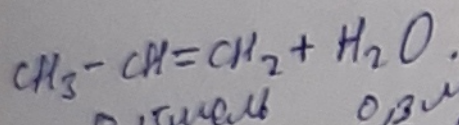
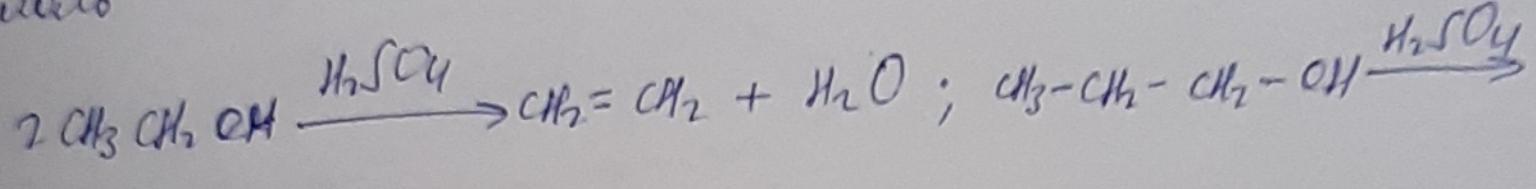
Задание 4. m (алкоголь спиртов) = 15,9 г.; $T_{алкоголь} = 180 + 273 = 453 \text{ K}$

ν (спиртов) = $\frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 11,5}{8,314 \cdot 453} \approx 0,3 \text{ моль}$

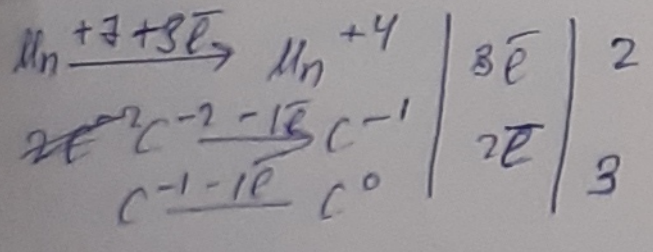
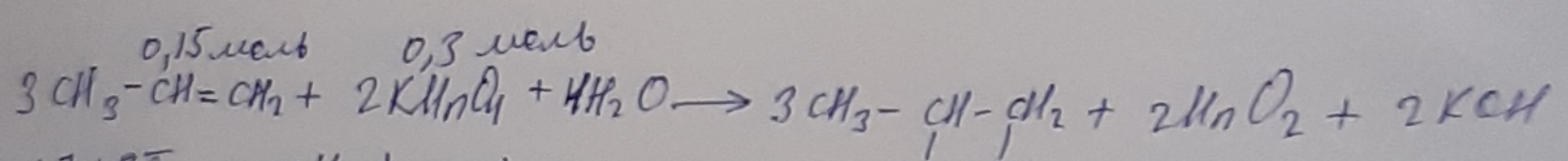
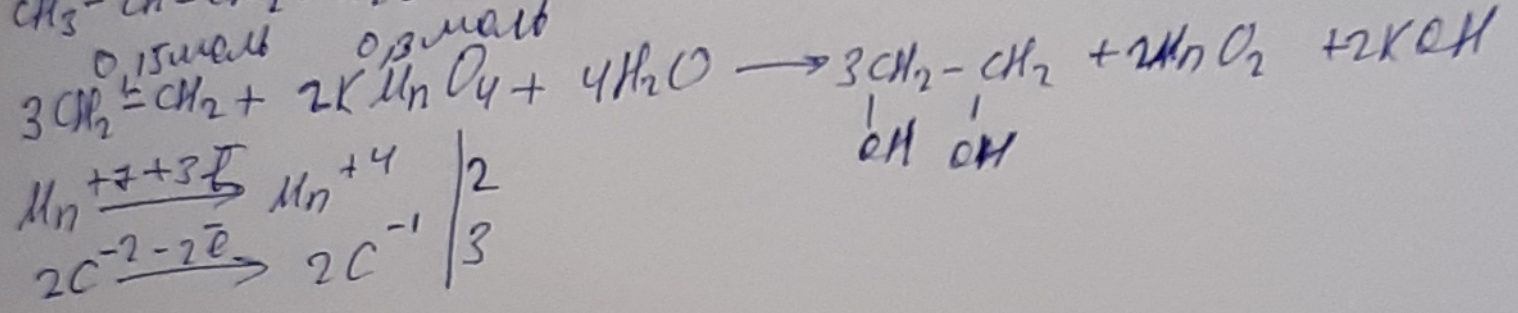


$MH(C_n H_{2n} + OH) = 53 \text{ г/моль}$

0,15 $C_3 H_5 OH$ и 0,15 моль $C_2 H_5 OH$.
 моль



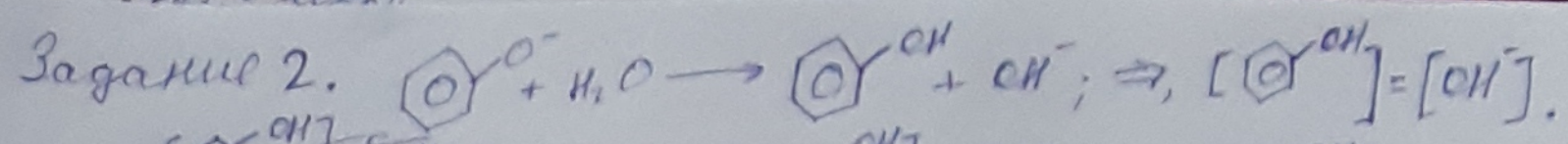
5



$V_{ра} (KMnO_4) = \frac{0,3 \cdot 2}{0,4} = 1,5 \text{ л.}$

Чистовик №3

15,92 ам. А



$$K_T = \frac{[c1ccc(O)cc1] \cdot [OH^-]}{[c1ccc(O[O-])cc1]} = \frac{[c1ccc(O)cc1] \cdot K_B}{[c1ccc(O[O-])cc1] \cdot [H^+]} =$$

$$= \frac{K_B}{K_a(c1ccc(O)cc1)} ; \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-11}} = \frac{[OH^-]^2}{C_{фенолят}} ; C_{фенолят} = \frac{1 \cdot 10^{-11} \cdot (1 \cdot 10^{-3})^2}{1 \cdot 10^{-14}} =$$

$$= \frac{1 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-3}} = 1 \cdot 10^{-3}$$

ответ: $1 \cdot 10^{-3}$

Задача 3. $M(A+B) = 75,9 \text{ г/моль}$

$T = 30 + 273 = 303 \text{ К}; P = 1 \text{ атм} = 101,3 \text{ кПа}$

$PV = \nu RT ; 101,3 \cdot 1 = \nu \cdot 8,314 \cdot 303 ; \nu(A+B) = 0,0402 \text{ моль}$

$\nu = \frac{101,3}{8,314 \cdot 303} = 0,0402 \text{ моль}; \nu(A) = 0,014 \text{ моль}$ (B/A)

Учитывая, что в равновесии установилось соотношение 1,86/1, то

$\frac{0,0402}{(1,86+1)} = 0,014 ; \nu_{\text{равн}}(A) = 0,014 \text{ моль}$

	A	B
ν_0	0,066	-
$\Delta \nu$	0,052	0,026
$\nu_{\text{равн}}$	0,014	0,026

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

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

$M(B) = 2 \cdot M(A) ; M(A) = 46 \text{ г/моль}, \Rightarrow A = NO_2$

$M(A) = a ; M(B) = 92 \text{ г/моль}, \Rightarrow B = N_2O_4$

$\frac{1,86 \cdot 2a + 1 \cdot a}{2,86} = 75,9 ; 4,72a = 217 ; a = 46 \text{ г/моль}$

$K = \frac{(0,026)}{(0,014)^2} \approx 1,33 ; K = \frac{K_{\text{пр}}}{K_{\text{обр}}} ; 1,33 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{K_{\text{обр}}} ; K_{\text{обр}} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{1,33} ;$

$K_{\text{обр}} = 3,76 \cdot 10^{-5}$

Чистовик

N2

15,9 ~ смесь спиртов

$D_1 = PV$

11,15 г

Задача 1. $C_x H_y O_z$

	^{12}C	1H	^{16}O
\bar{D}_1	6	1	8
n_0	6	0	8

из количества \bar{D} и n
составили систему:

$$\begin{cases} 6x + y + 8z = 42 & (1) \\ 6x + 8z = 32 & (2) \end{cases}$$

Вычтем из 1-го уравнения второе:

$$42 - 32 = 8z + y + 6x - 8z - 6x$$

$$10 = y; \underline{y = 10}$$

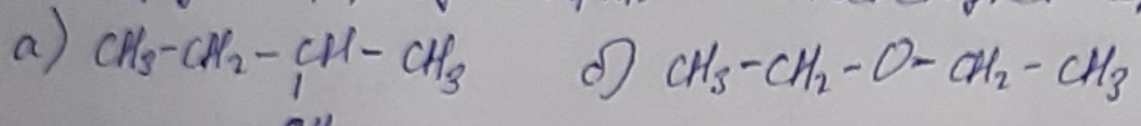
Тогда, $C_x H_{10} O_z$

Если $z = 1$, то $6x + 10 + 8 = 42$; $6x = 24$; $x = 4$ $C_4 H_{10} O$

Если $z = 2$, то $6x + 10 + 16 = 42$; $6x = 16$; $x = 2,66$ н/у условию.

Если $z = 3$, то $6x + 10 + 24 = 42$; $6x = 8$; $x = 1,33$ н/у условию.

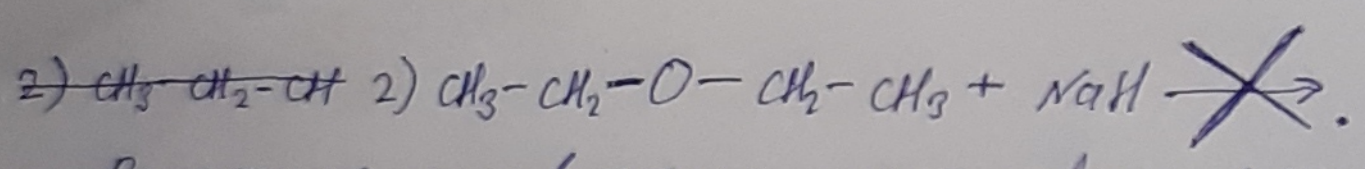
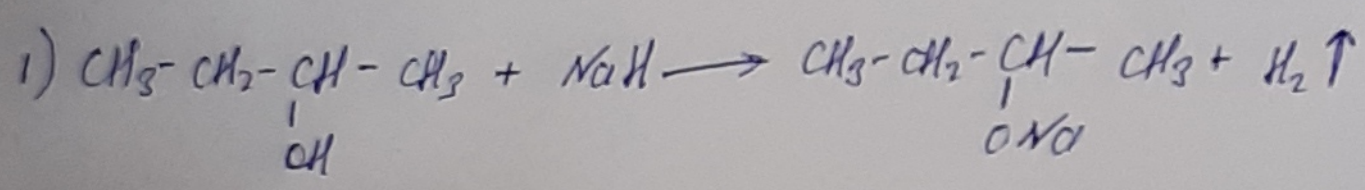
Формуле $C_4 H_{10} O$ соответствуют структурные формулы:



бутанол-2

диэтиловый эфир.

Различить их можно при помощи щелоча натрия:



Выделение газа в р-ции с диэтиловым эфиром не происходит.

Чистовик

NI

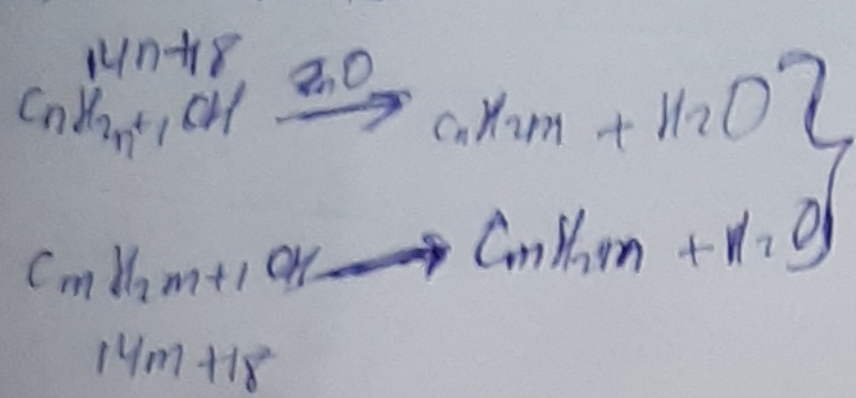


15,9 ~ $\frac{15,92 \text{ g/mol}}{100 \text{ g/mol}}$

11,15 d

$$D = \frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 11,15}{8,314 \cdot (180 + 273)} \approx 0,3 \text{ моль}$$

$$D(\text{соединение}) = 0,3 \text{ моль} \quad M(\text{соединение}) = \frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль}$$



$$\begin{aligned} (14n+18)x + (14m+18)(1-x) &= 53 \\ 14nx + 18x + 14m + 18 - 14mx &= 53 \\ 14nx + 14m + 18 - 14mx &= 53 \\ 14nx + 14m - 14mx &= 35 \\ n + m - mx &= 2,5 \end{aligned}$$

$M(C_n H_{2n+1} OH) = 0,15 C_3 H_7 OH \quad n=3$
 $0,15 C_2 H_5 OH \quad m=2$
 no 50%

$$\begin{aligned} 3 + 2 - 2x &= 2,5 \\ x + 2 &= 2,5 \\ x &= 0,5 \end{aligned}$$

гидрокси-
метанол

5. $\frac{5 \cdot 2}{5} \rightarrow \frac{5 \cdot 2 - 4 \cdot 2}{5} = \frac{10 - 8}{5} = \frac{2}{5}$

$\mu = 7,59 \text{ г/моль}$ $DV = \nu RT$ $T = 273 + 30 = 303 \text{ K}$ (металлик)
 $0,835 \cdot 2 = 1,75 \text{ моль}$ $1 \cdot 10,3 = \nu \cdot 8,314 \cdot 303$ $\nu = 0,0402 \text{ моль}$
 $\Rightarrow \nu = 0,0402 \text{ моль}$

газификация
 $2A \rightleftharpoons B$
 $1,86:1B$

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

	A	B
ν_0	0,066	-
$\Delta \nu$	0,082	0,076
$\nu_{\text{нов}}$	0,014	0,076

$0,000196$

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

$K = \frac{(0,026)}{(0,014)^2} = 132,6 \approx 1,33$

$\mu(B) = 2 \mu(A) \cdot \mu(A) = 462 \text{ г/моль} = \text{NO}_2$
 $\mu(A) = a \mu(B) = 922 \text{ г/моль} \quad B = \text{N}_2 \text{O}_4$

$K = \frac{K_{\text{нов}}}{K_{\text{стар}}} \cdot 132,6 = 1,33 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{K_{\text{стар}}}$

$K_{\text{стар}} = 3,76 \cdot 10^{-5}$

$\frac{1,86 \cdot 229 + a}{2,86} = 75,9$

$4,729 = 217; a = 462 \text{ г/моль}$

$m = 18$
металлик

1. $C_x H_y O_z$

	C	H	O	$42 = 6x + y + 8z$	$42 - 32 = 6x + y + 8z - 6x - 8z$
e	6	1	8	$32 = 6x + 8z$	$10 = y$
n	6	0	8		

Метанол

1. $C_x H_y O_z$

	C	H	O	$6x + y + 8z = 42$ (1)
e	6	1	8	$6x + 8z = 32$ (2)
n	6	0	8	(1) - (2): $42 - 32 = 8z + y + 6x - 6x - 8z - 6x$
				$10 = y; y = 10$

Если $z=1$, то $6x + 10 + 8 = 42$; $6x = 24$; $x = 4$ $C_4 H_{10} O$
 Если $z=2$, то $6x + 10 + 16 = 42$; $6x = 16$; $x = 2,66$ — нецелое число
 Если $z=3$, то $6x + 10 + 24 = 42$; $6x = 8$; $x = 1,33$.

Молекулярная формула $C_4 H_{10} O$ соответствует структурная формула $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$; или ~~$CH_3-CH_2-C(=O)-CH_3$~~
 ~~$CH_3-C(=O)-CH_2-CH_3$~~ $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$

Метанол

