



1415-1417  
P

# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Москва.  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Воропаева Кирилла Львовича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

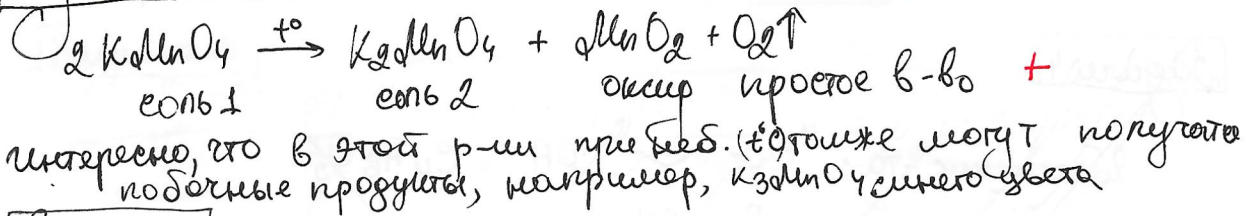
Дата  
«03» марта 2024 года

Подпись участника  
К. Вор-

83-74-65-74  
(55.4)

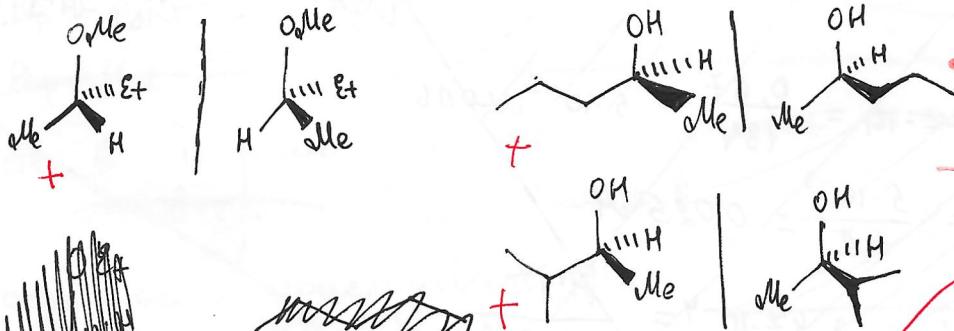
**Задача 1**

Чистовик стр 1.



**Задача 2**

метилтретбутиловый эфир  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$



фрукт-

98

$\text{Me} \equiv -\text{CH}_3$   
 $\text{Et} \equiv -\text{C}_2\text{H}_5$

девятость  
восьмь

**Задача 3**

$\text{K}_4 = 4$  чаще характерно для двухвалентных металлов.  
 Комплекс -  $\text{K}_2[\text{M}(\text{CN})_4]$ , где  $\text{M}$  - известный металл.

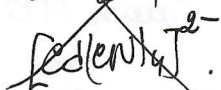
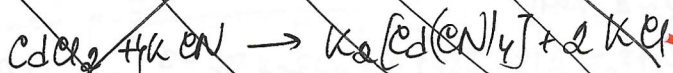
$$w(\text{X}) = \frac{M(\text{X})}{39,1 \cdot 2 + M(\text{X}) + 12 \cdot 4 + 14 \cdot 4} = 0,381$$

$$\frac{M(\text{X})}{182,2 + M(\text{X})} = 0,381$$

$$89,4182 + 0,381M(\text{X}) = M(\text{X})$$

$$89,4182 = 0,619M(\text{X}) \quad | : 0,619$$

$$M(\text{X}) = 144,28 \text{ г/моль} \approx M(\text{Cd}) \Rightarrow \text{X} - \text{Cd}$$

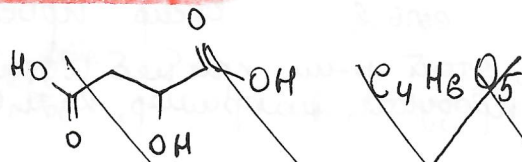




Чистовик стр. 2.

**Задача 4**

Лакон. к-та:



• Для простоты, обозначим абстракт. к-ту  $H_2A$ .

$$H_2A \rightleftharpoons HA^- + H^+ \quad K_{a1} = \frac{[HA^-] \cdot [H^+]}{[H_2A]} \approx \frac{[H^+]^2}{C_{H_2A} - [H^+]}$$

$$K_{a1} = \frac{0,87}{134} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$C_{H_2A} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,2} = 0,025 \text{ М}$$

• Тогда:  $3,47 \cdot 10^{-4} = \frac{[H^+]^2}{0,025 - [H^+]}$

$$8,675 \cdot 10^{-6} - 3,47 \cdot 10^{-4} [H^+] - [H^+]^2 = 0$$

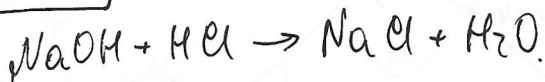
$$[H^+]^2 + 3,47 \cdot 10^{-4} [H^+] - 8,675 \cdot 10^{-6} = 0$$

$$D = (3,47 \cdot 10^{-4})^2 + 4 \cdot 8,675 \cdot 10^{-6} = 3,482 \cdot 10^{-5}$$

$$[H^+] = \frac{-3,47 \cdot 10^{-4} + \sqrt{3,482 \cdot 10^{-5}}}{2} = 2,777 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

$$pH = -\lg([H^+]) = +\lg(2,777 \cdot 10^{-3}) = 2,556$$

**Задача 5**



$$C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = C_{HCl} \cdot V_{HCl}$$

$$C_{HCl} = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{V_{HCl}} = \frac{0,05 \cdot (4 \cdot 10^{-3})}{20 \cdot 10^{-3}} = 0,01 \text{ М}$$

1 мл конц. HCl  $\xrightarrow{199 \text{ мл } H_2O}$  200 мл 0,01 М HCl  $\rho \approx 1 \text{ г/мл}$

• В приготовленном р-ре всего  $0,2 \cdot 0,01 = 2 \cdot 10^{-3}$  моль HCl

$$C_{HCl} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}} = 2 \text{ М} \text{ - в указательном р-ре.}$$

Чистовик стр 3

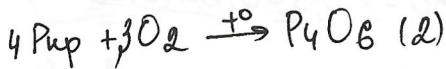
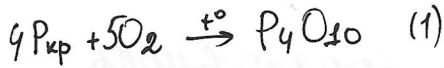
**Задача B**

$$PV = nRT$$

$$n_{O_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{3,14 \cdot 101,325 \cdot 4}{8,314 \cdot (25 + 273,15)} = 0,8985 \text{ моль}$$

$$n(P_{H_2}) = \frac{15,5}{31} = 0,5 \text{ моль}$$

$$n_{O_2}^{компл.} = \frac{0,8985}{2} = 0,4493 \text{ моль. (т.к } p \approx n)$$



Пусть в (1) р-цию  $P_{H_2}$  вступило  $x$  моль, тогда в (2) р-цию вступило  $(0,5 - x)$  моль  $P_{H_2}$ .

Тогда всего ушло кислорода  $O_2$ :

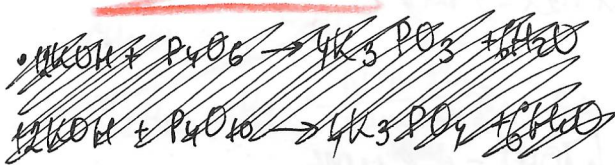
$$\frac{5}{4} \cdot x + \frac{3}{4} \cdot (0,5 - x) = 1,25x + 0,375 - 0,75x = (0,5x + 0,375) \text{ моль}$$

По условию в р-цию вступило  $\frac{1}{2} n_{O_2} = 0,4493$  моль

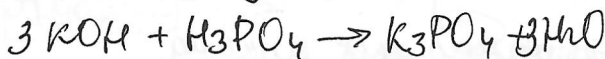
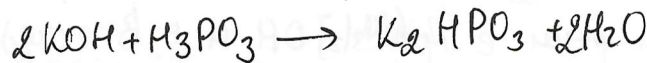
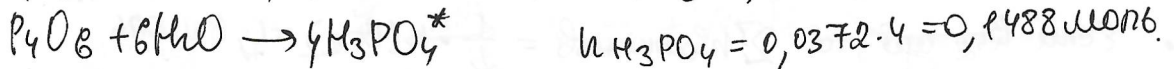
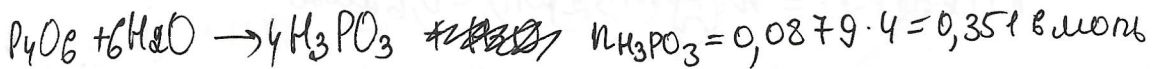
$$0,4493 = 0,5x + 0,375$$

$$x = 0,1486 \text{ моль}$$

Тогда образовалось  $n_{P_4O_{10}} = \frac{1}{4} \cdot 0,1486 = 0,0372$  моль  
 $n_{P_4O_6} = \frac{1}{4} \cdot (0,5 - 0,1486) = 0,0879$  моль



$$n_{ком} = (448 \cdot 0,15) / 56,1 = 1,198 \text{ моль} \approx 1,20 \text{ моль}$$



$$\sum n_{ком} = 2 \cdot 0,3516 + 3 \cdot 0,1488 = 1,1496 \text{ моль} \approx 1,150 \text{ моль}$$

Тогда останется  $n_{ком} = 1,2 - 1,15 = 0,05$  моль

ком. р-р:  $m_{K_2HPO_3} = 0,3516 \cdot 158 = 55,55 \text{ г}$ .  $\omega_{K_2HPO_3} = \frac{55,55}{477,88} = 0,1162$  (11,62%)

$m_{K_3PO_4} = 0,1488 \cdot 212 = 31,55 \text{ г}$ .  $\omega_{K_3PO_4} = \frac{31,55}{477,88} = 0,0660$  (6,60%)

$m_{ком} = 0,05 \cdot 56 = 2,8 \text{ г}$ .

$m_{ком.р-ра} = 448 + 15,5 + 0,4493 \cdot 32 = 477,88 \text{ г}$ .

$\omega_{ком} = \frac{2,8}{477,88} = 5,8592 \cdot 10^{-3} \approx 0,586\%$

\* На самом деле  $H_3PO_4$  получается только при  $t^{\circ}$  р-ра.  
 При комн.  $t^{\circ}$  получается  $(H_3PO_3)_4 + (H_3PO_3)_3$

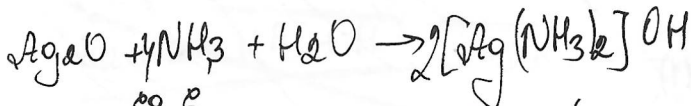


числовик стр 4

**Задача 7**

Смесь -  $C_nH_{2n-2}$  и  $C_{n+1}H_{2n}$

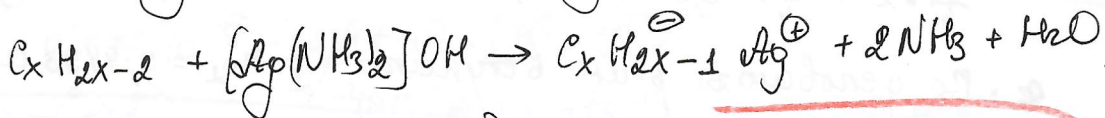
$$n_{\text{вг2}} = \frac{9800 \cdot 0,02}{159,8} = 1,2 \text{ моль}$$



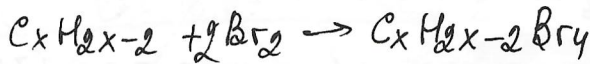
$$n_{Ag_2O} = \frac{69,6}{231,8} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow n_{[Ag(NH_3)_2]OH} = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ моль}$$

- Вз-ие алкинов с аммиачными р-ом  $Ag_2O$  говорит нам о наличии хотя бы одного терминального алкина.

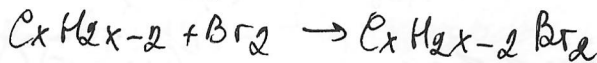
Общ. вид р-ии вз-ия с  $[Ag(NH_3)_2]OH$ :



- Вз-ие с  $Br_2$  - если  $Br_2$  уд., то:



- При недост.  $Br_2$  возможно:



- По р-ии с  $[Ag(NH_3)_2]OH$ :

$$n(C_xH_{2x-2}) = n([Ag(NH_3)_2]OH) = 0,6 \text{ моль}$$

- Если  $Br_2$  уд., то  $\sum \text{натриев} = \frac{1}{2} \cdot n(Br_2) = 0,6 \text{ моль}$ .

- Рау кол-ва при р-ии с  $[Ag(NH_3)_2]OH$  и с  $Br_2$  (ар) совпадают, то смесь - 2 терминальных алкина.

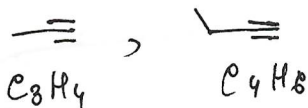
$$M_{\text{ср.}} = \frac{29,6}{0,6} = 49,333 \text{ г/моль}$$

- Значит  $M_{\text{min}} < M_{\text{ср.}} < M_{\text{max}}$   
 $C_nH_{2n-2} \quad C_{n+1}H_{2n}$

- Ацетилен не подходит, т.к его близ. гомолог - пропин, с  $M = 40 \text{ г/моль} < M_{\text{ср.}}$

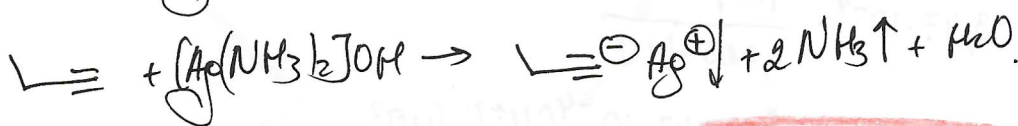
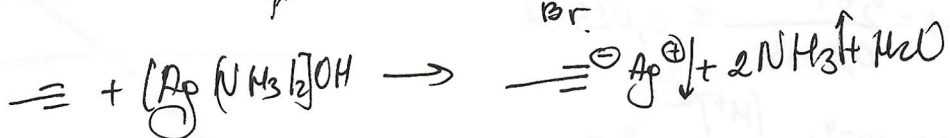
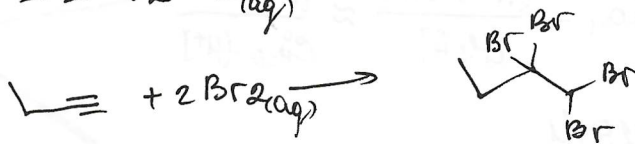
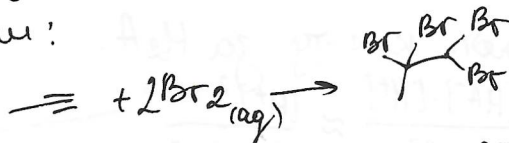
• А вот пропи и бутин-1 подходят:

Числовый ответ

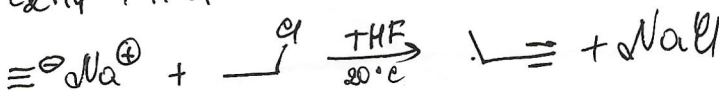
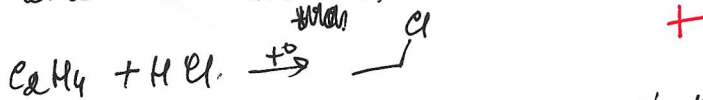
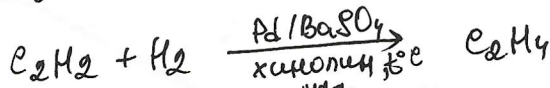
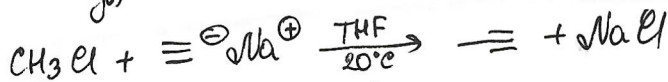
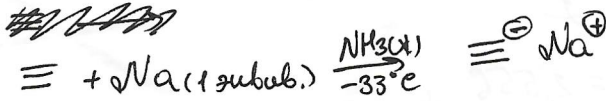
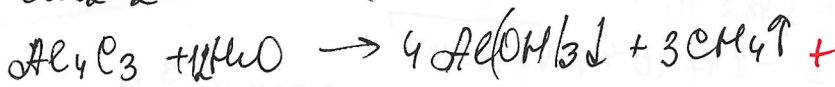


~~• Конпримис~~

Р-ш:



• Получение аминов:

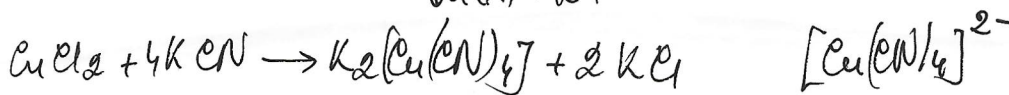


Задача 3

•  $K_4 = 4$  чаще всего наблюдается у двухвалентных металлов.

Тогда комплексн. частица -  $[Cu(CN)_4]^{2-}$

$\omega(X) = 0,381 = \frac{\mu(X)}{\mu(X) + 104} \Rightarrow \mu(X) = 64 \text{ г/моль} \Rightarrow X - Cu$

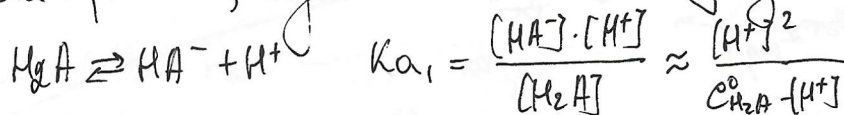


Числовик стр. 6.

Задача 4

Яблочн. кис-та: O=C(O)C(O)C(=O)O ( $C_4H_6O_5$ )

• Для простоты, обозначим ябл. кис-ту за  $H_2A$ .



$$C_{H_2A} = \frac{0,67}{0,2 \cdot 134} \leq 0,025 \text{ M}$$

$$3,47 \cdot 10^{-4} = \frac{[H^+]^2}{0,025 - [H^+]}$$

$$8,675 \cdot 10^{-6} - 3,47 \cdot 10^{-4} [H^+] = [H^+]^2$$

$$[H^+]^2 + 3,47 \cdot 10^{-4} [H^+] - 8,675 \cdot 10^{-6} = 0$$

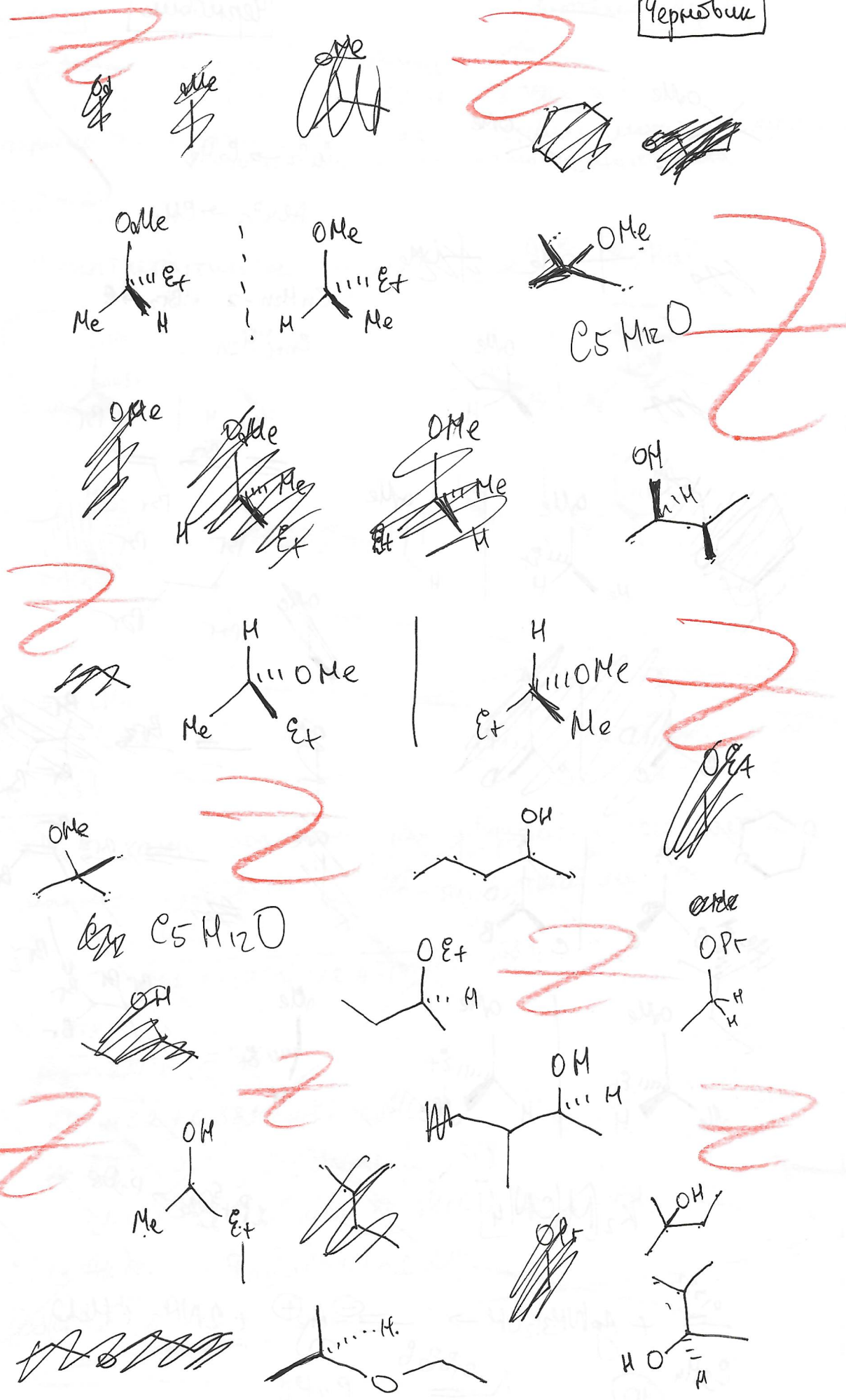
$$D = 3,482 \cdot 10^{-5}$$

$$[H^+] = \frac{-3,47 \cdot 10^{-4} + \sqrt{3,482 \cdot 10^{-5}}}{2} = 2,777 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$pH = -\lg(2,777 \cdot 10^{-3}) = 2,556 +$$

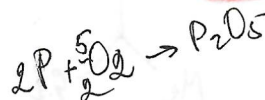
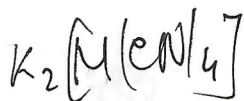
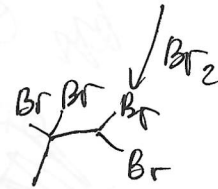
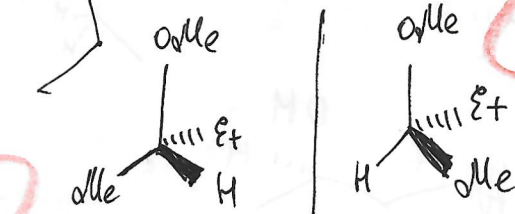
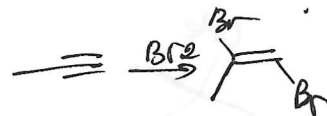
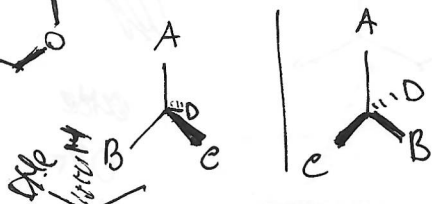
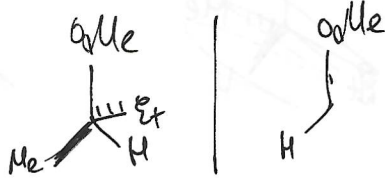
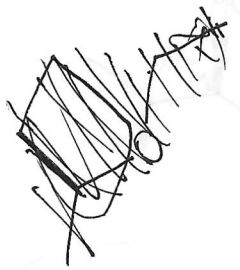
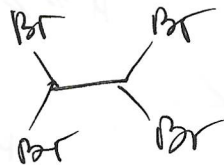
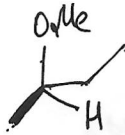
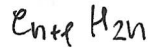
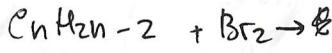
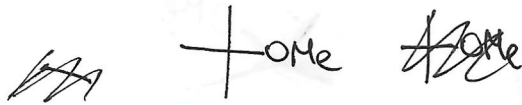
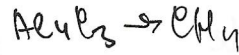
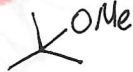
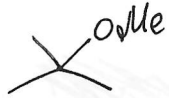


Черновик

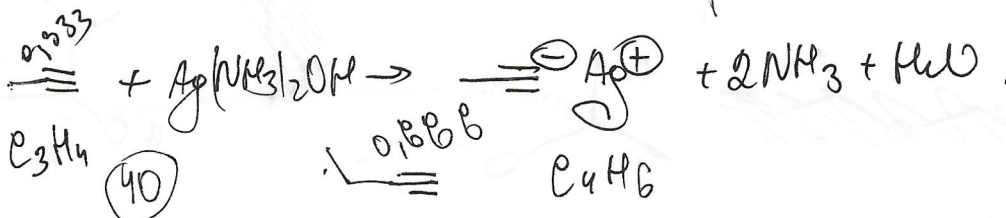




Чернышев



P



9333

(40)

