



43-63-32-34  
(55.2)



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

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по Химии  
профиль олимпиады

Владимирова Александра Анатольевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«03» марта 2024 года

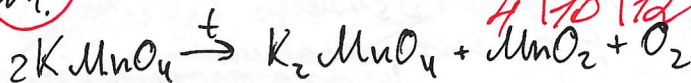
Подпись участника  
ВЗ

43-63-32-34  
(55.2)

Чистовик.

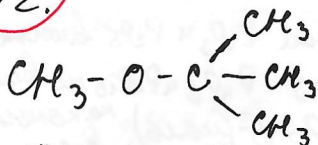
1	2	3	4	5	6	7	Σ
4	10	12	16	16	20	21	99

№1.

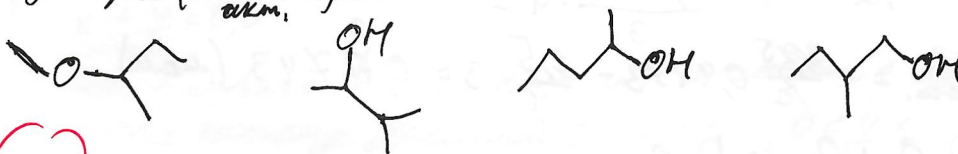


Жуков-  
Борзенко

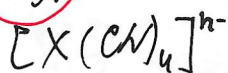
№2.



метилтертбутиловый  
эфир. обр.  
Изамерол (снпн.  
акт.)

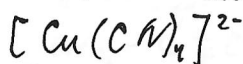


№3.



$$w(\text{X}) = \frac{Ar(\text{X})}{Ar(\text{X}) + 4 \cdot Ar(\text{CN})} = 0,381$$

$$Ar(\text{X}) = 64 \frac{z}{\text{моль}} \Rightarrow \text{X} - \text{Cu} (\text{медь})$$



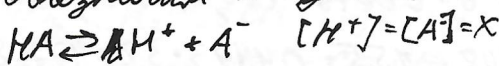
99

+ девятство  
девят

№4.

$$C_{\text{м}} \approx (k-\text{мол}) = \frac{n(k-\text{мол})}{V(k-\text{мол})} = \frac{m(k-\text{мол})}{M(k-\text{мол}) \cdot V(k-\text{мол})} = \frac{0,67}{134 \cdot 0,2} = 0,025 \left( \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right)$$

Обозначим k-мол как HA



$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{x^2}{C_{\text{м}} - x} = \frac{x^2}{0,025 - x} = 3,47 \cdot 10^{-4}$$

$$x = [\text{H}^+] = 2,78 \cdot 10^{-3} \left( \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right)$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg(2,78 \cdot 10^{-3}) = 2,56$$

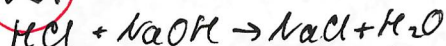
$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{3,47 \cdot 10^{-4}}{0,025}} = 0,118$$

(α > 5%)

нужно учитывать степень диссоциации

$$[\text{HA}] = C_{\text{м}} - x$$

№5.



$$C_{\text{м}2}(\text{HCl}) = \frac{C_{\text{м}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})} = \frac{0,05 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3}} = 0,01 \left( \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right)$$

$$C_{\text{м}2}(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(k-\text{мол})} = \frac{C_{\text{м}}(\text{HCl})_{\text{нар.}} \cdot V(\text{HCl})}{V(k-\text{мол})} = \frac{C_{\text{м}}(\text{HCl})_{\text{нар.}} \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{0,2} = 0,01 \left( \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right)$$

$$C_{\text{м}}(\text{HCl})_{\text{нар.}} = 2 \left( \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right)$$

№6.

$$n(\text{O}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{314 \cdot 101325 \cdot 7 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 298,15} = 0,8985 \text{ (моль)}$$

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

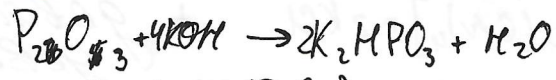
$$n(\text{O}_2)_{\text{нар.}} = \frac{0,8985}{2} = 0,4493 \text{ (моль)}$$

Чистовик  
 $n(P) : n(O_2)_{нар-то} = 0,5 : 0,4493 \approx 10 : 9$  что соответствует реакции  
 $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$   
 напишите  $P_2O_5$  вместо  $P_4O_{10}$   
 результат не повлияет  
 $n(P_2O_5) = n(O_2) \cdot \frac{2}{5} = \frac{0,4493 \cdot 2}{5} = 0,1797$  (моль)

1н)  $4P + 3O_2 \rightarrow 2P_2O_3$   
 $n(P_2O_3) = n(O_2) \cdot \frac{2}{3} = \frac{0,4493 \cdot 2}{3} = 0,2995$  (моль)  
 напишите  $P_2O_3$  и  $P_2O_5$  вместо  
 25  $P_4O_6$  и  $P_4O_{10}$  не влияют  
 на конечный  
 ответ

~~$n(O_2)_{ост.} = 0,5 - 0,4493 = 0,0507$~~   
 $n(O_2)_{ост.} = \frac{0,4493 \cdot 3}{4} - 0,5 = 0,0743$  (моль)

2н)  $4P_2O_3 + O_2 \rightarrow 2P_2O_5$   
 $n(P_2O_5) = n(O_2)_{ост.} = 0,0743$  (моль)  
 $n(P_2O_3) = 0,25 - 0,0743 = 0,1757$  (моль)  
 $n(KOH) = \frac{448 \cdot 0,15}{56} = 1,2$  (моль)  
 $P_2O_5 + 6KOH \rightarrow 2K_3PO_4 + 3H_2O$



$n(K_3PO_4) = 2n(P_2O_5) = 2 \cdot 0,0743 = 0,1486$  (моль)  
 $n(K_2HPO_3) = 2n(P_2O_3) = 2 \cdot 0,1757 = 0,3514$  (моль)  
 $n(KOH)_{ост.} = 1,2 - 0,1486 \cdot 6 - 0,3514 \cdot 4 = 0,0514$  (моль)

$m(н-на) = 448 + m(P) + m(O_2) = 448 + 15,5 + 0,4493 \cdot 32 = 477,88$  (г)

$\omega(K_3PO_4) = \frac{0,1486 \cdot 212}{477,88} = 0,0659$  (6,59%) +

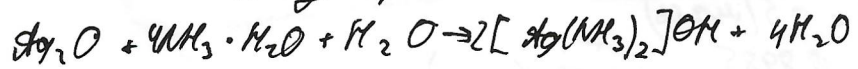
$\omega(K_2HPO_3) = \frac{0,3514 \cdot 158}{477,88} = 0,1162$  (11,62%) +

$\omega(KOH) = \frac{0,0514 \cdot 56}{477,88} = 6,02 \cdot 10^{-3}$  (0,602%) +

✓7.

$C_nH_{2n-2} \quad M = 12n + 2n - 2 = 14n - 2 \quad n(Br_2) = \frac{9600 \cdot 0,02}{160} = 1,2$  (моль)  
 $M_1 = 14n_1 - 2 \quad 1 + n_1 = n_2$   
 $M_2 = 14(n_1 + 1) - 2 = 14n_1 + 12$

$C_nH_{2n-2} + Br_2 \rightarrow C_nH_{2n-2}Br_2$   
 пусть 1 алкена x моль, 2 алкена y моль  
 $2x + 2y = 1,2$   
 $x + y = 0,6$



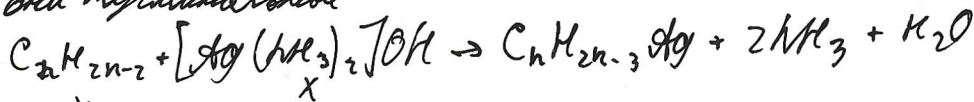
43-63-32-34  
(55.2)

числовик.

$$n(\text{Ag}_2\text{O}) = \frac{69,6}{2 \cdot 32} = 0,3 \text{ (моль)}$$

$$n([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}) = 0,3 \cdot 2 = 0,6 \text{ (моль)}$$

III. К. алкены реагируют с аммиачным р-ном  $\text{Ag}_2\text{O}$ , но они термически



$$x + y = 0,6$$

$$\begin{cases} x(14n_1 - 2) + y(14n_1 + 12) = 29,6 \\ x + y = 0,6 \end{cases}$$

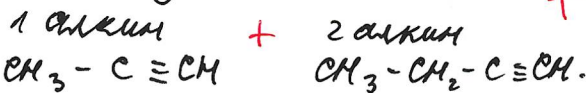
Подставляя  $n_1$  вместо  $n$ , числа от 1 будем решать систему уравнений  $0 < x < 1$ ,  $0 < y < 1$

$n_1 = 1$  не подходит  $x = -1$   $y = 1,6$

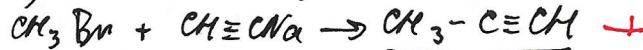
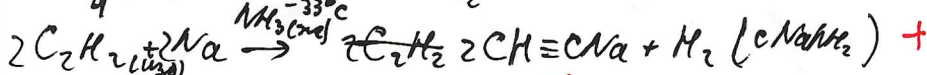
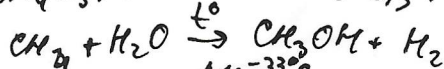
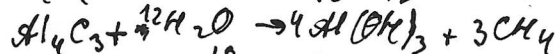
$n_1 = 2$  не подходит  $x = -0,4$   $y = 1$

$n_1 = 3$  подходит  $x = 0,2$   $y = 0,4$

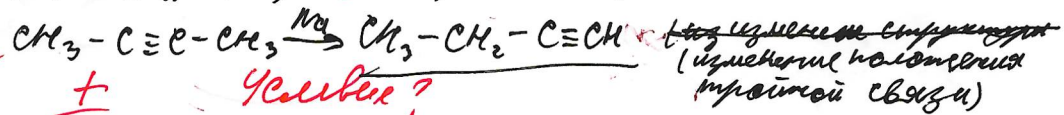
$n_1 > 3$  не подходит  $x$  или  $y < 0$



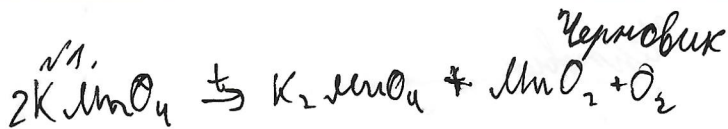
получение  $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{CH}$



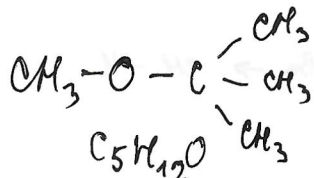
Получение  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$  (умеем еще получить  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ )



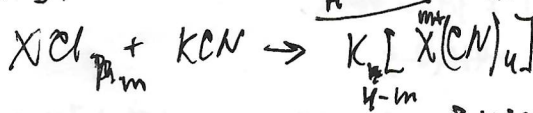
+ Цель? 



№2.



№3.

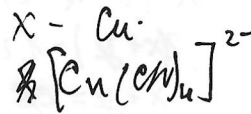
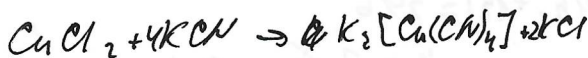


$w(X) = \frac{m(X) + 4 \cdot 26}{4 \cdot 26 + m(X) + 39 \cdot (4-m)}$

$0 = m - 4 + n$   
 $n = 4 - m$

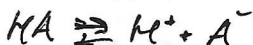
$m=1 \rightarrow [X(CN)_3]^-$   
 $m=2 \rightarrow [X(CN)_2]^{2-}$   
 $m=3 \rightarrow [X(CN)]^{3-}$

$w(X) = 64 \frac{3}{1000}$



№4.

$C_{HA} = \frac{0,67}{134 \cdot 0,2} = 0,025 \frac{моль}{л}$

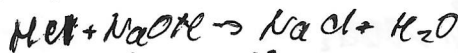


$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{3,47 \cdot 10^{-4}}{0,025}} = 0,117 > 0,05$

$K = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{x^2}{0,025 - x} = 3,47 \cdot 10^{-4}$   
 $x = 2,78 \cdot 10^{-3} = [H^+]$

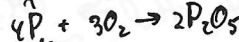
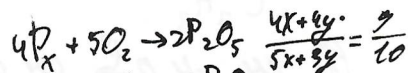
$pH = -\lg[2,78 \cdot 10^{-3}] = 2,56$

№5.



$C(MnCl) = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,05}{20 \cdot 10^{-3}} = 0,01 \frac{моль}{л}$

$0,01 = 0,01 = \frac{n}{0,2} = \frac{CV}{0,2} = \frac{C \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{0,2}$



$4x + 4y = 40x + 40y = 45x + 22y$

$5x = 13y$

$\frac{x}{y} = \frac{13}{5} = 2,6$

$C = 2 \frac{моль}{л}$

$n(P_2O_5) = 0,5 \cdot \frac{13}{18} = 0,36$

$n(P_2O_3) = 0,13$

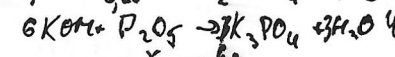
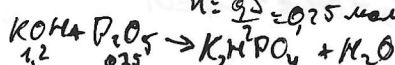
$P: O_2$   
 $9:10$

№6.  $n(O_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{3,14 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 7 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 298} = 0,8989 \frac{моль}{л}$

$n(P) = \frac{15,5}{31} = 0,5 \frac{моль}{л}$

$n(O_2) = 0,8989 = 0,449 \frac{моль}{л}$

$n(P): n(O_2) = 0,5:0,4495 = 1,11:1$



$n(KOH)_{общ} = 2,5 \cdot 4 = 0,2 \frac{моль}{л}$

$n(K_3PO_4) = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \frac{моль}{л}$

$n(K_2HPO_4) = 0,15 \cdot 2 = 0,3 \frac{моль}{л}$

$w(K_3PO_4) = 0,25 \cdot 142 = 35,5 \frac{г}{л}$

$w(K_2HPO_4) = \frac{0,2 \cdot 172}{2 \cdot 483,5} = 0,087$

$n(KOH) = \frac{448 \cdot 0,15}{56} = 1,2 \frac{моль}{л}$

$x + y = 0,25$

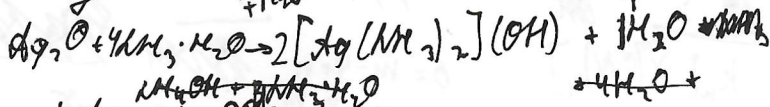
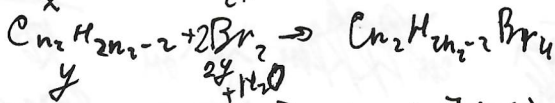
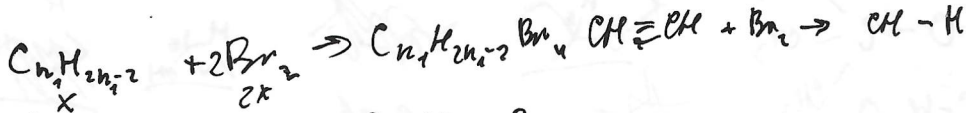
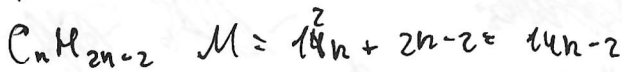
$6x + 4y = 1,2$

$x = 0,1 \quad y = 0,15$

$w(K_2HPO_4) = \frac{0,3 \cdot 172}{483,5} = 0,108$

Чертовик

№7.



$$n(Ag_2O) = \frac{69,6}{232} = 0,3 \text{ моль}$$

$$n([Ag(NH_3)_2](OH)) = 0,3 \cdot 2 = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(Br_2) = \frac{9600 \cdot 0,002}{160} = 1,2 \text{ моль}$$

$$x \cdot (14n_1 - 2) + y \cdot (14n_1 + 12) = 29,6$$

$$2(x + y) = 1,2$$

$$x + y = 0,6$$

$$n_1 = 2x$$

$$3x$$

$$4x$$

$$5x$$

$$6x$$

