

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

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Богдановой Анны Александровны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

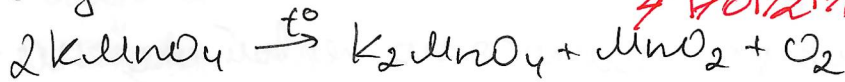
Дата
«03» марта 2024 года

Подпись участника
Анна

Чистовая

1	2	3	4	5	6	7	Σ
4	10	12	16	16	15	20	93

Задача 1

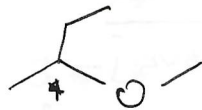
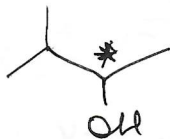
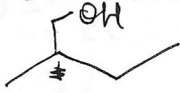


Финиф.
Бюджет

Задача 2

Оптически активностью обладают вещества, содержащие хотя бы 1 ~~элемент~~ хиральный центр (т.е. атом углерода с 4 разными заместителями)

Известен метилтретбутиловый спирт, обладающий оптической активностью:



(звездочкой * помечен хиральный центр)

Задача 3

Комплексная частица $[X(CN)_4]^{4-}$

$$w(X) = \frac{M(X)}{M(X) + M(CN) \cdot 4} = \frac{M(X)}{M(X) + 26 \cdot 4} = 0,381$$

$$M(X) = 0,381 M(X) + 39,624$$

$$0,619 M(X) = 39,624$$

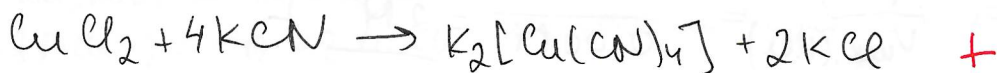
$$M(X) = 64 \text{ г/моль}$$

девятнадцать
три

⇒ металл X - медь (Cu)

Комплексная частица $[Cu(CN)_4]^{2-}$

Заряд: 2-



Задача 4

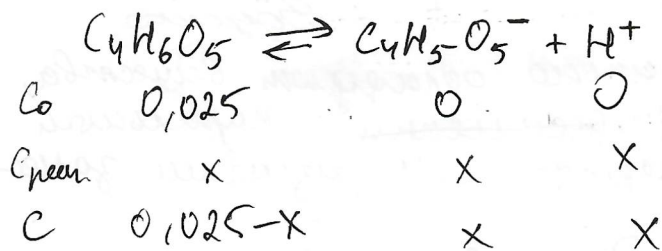
Молекулярная формула яблочной кислоты: C₄H₆O₅

$$n(C_4H_6O_5) = \frac{m}{M} = \frac{0,672}{134 \text{ г/моль}} = 0,005 \text{ моль}$$

$$c_0(C_4H_6O_5) = \frac{n}{V} = \frac{0,005 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,025 \text{ М}$$

Задача 4

Уравнение диссоциации кислоты по первой ступени:



$$K_1 = \frac{[\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5^-][\text{H}^+]}{[\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5]} = \frac{x \cdot x}{0,025-x} = \frac{x^2}{0,025-x} = 3,47 \cdot 10^{-4}$$

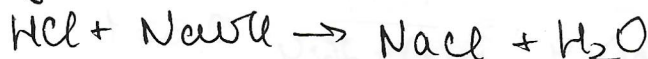
$$\frac{x^2}{0,025-x} = 3,47 \cdot 10^{-4}$$

$$x = 2,777 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = x = 2,777 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\lg([\text{H}^+]) = 2,556 \approx \underline{2,56} +$$

Задача 5



$$n(\text{NaOH}) = V \cdot c = 0,004 \text{ л} \cdot 0,05 \frac{\text{моль}}{\text{л}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

Имитровали 20 мл приготовленного р-ра.
 \Rightarrow в 200 мл приготовленного р-ра

$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль} \cdot \frac{200}{20} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

На приготовление р-ра использован 1 моль хлороводной кислоты

$$c_{\text{нек.}} = \frac{n(\text{HCl})}{V_{\text{нек.}}(\text{HCl})} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}}{0,001 \text{ л}} = \underline{2 \text{ M}} +$$

Задача 6

$$n(\text{P}) = \frac{m}{M} = \frac{15,52}{31 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,5 \text{ моль} +$$

$$pV = nRT$$

$$n_1(\text{O}_2) = \frac{p_1 V}{RT} = \frac{3,19 \cdot 10^4 \cdot 325 \text{ Па} \cdot 7 \text{ л}}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} (25+273) \text{ К}} \approx 0,9 \text{ моль} +$$

Задача 6 ^{Четович} продолжение

$$p_2 = \frac{1}{2} p_1$$

$$n_2(O_2) = \frac{p_2 V}{RT} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 10^1 \cdot 3,25 \text{ кПа} \cdot 7 \text{ л}}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot (25 + 273) \text{ К}} = 0,45 \text{ моль}$$

$$n_{\text{пр.}}(O_2) = 0,9 \text{ моль} - 0,45 \text{ моль} = 0,45 \text{ моль}$$

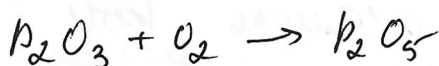
Сначала протекает реакция:



$$n(O_2) = \frac{n(P)}{4} \cdot 3 = \frac{0,15 \text{ моль}}{4} \cdot 3 = 0,375 \text{ моль}$$

на эту р-ию

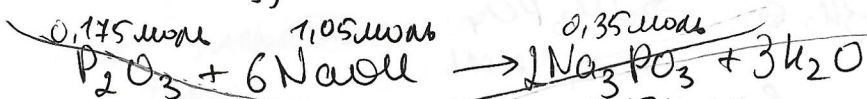
Затем:



$$n(O_2) = 0,45 \text{ моль} - 0,375 \text{ моль} = 0,075 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow n(P_2O_5) = 0,075 \text{ моль}$$

$$n(P_2O_3) = 0,25 \text{ моль} - 0,075 \text{ моль} = 0,175 \text{ моль}$$



~~$$n_{\text{пр.}}(NaOH) = \frac{m \cdot W}{M} = \frac{4482 \cdot 0,15}{40 \text{ г/моль}} = 1,68 \text{ моль}$$~~

~~$$n_{\text{ост.}}(NaOH) = 1,68 \text{ моль} - 1,05 \text{ моль} - 0,45 \text{ моль} = 0,18 \text{ моль}$$~~

~~В конечном р-е:~~

~~$$n(Na_3PO_3) = 0,35 \text{ моль} \quad m = 0,35 \text{ моль} \cdot 148 \text{ г/моль} = 51,82$$~~

~~$$n(Na_3PO_4) = 0,15 \text{ моль} \quad m = 0,15 \text{ моль} \cdot 164 \text{ г/моль} = 24,62$$~~

~~$$n(NaOH) = 0,18 \text{ моль} \quad m = 0,18 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 7,22$$~~

~~$$m_{\text{р-ра}} = m(NaOH) + m(P) + m(O_{\text{пр.}}) = 4482 + 15,52 +$$~~

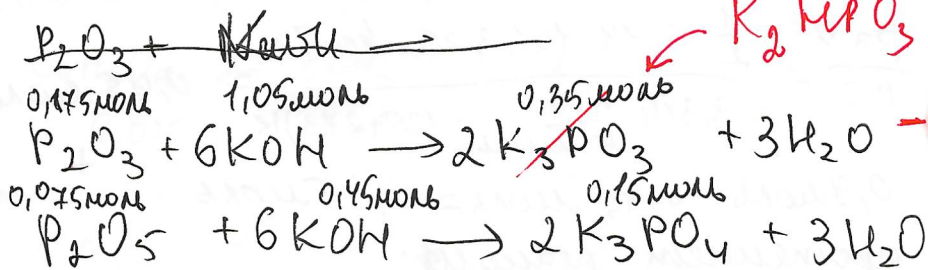
~~$$+ 0,45 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 477,92$$~~

~~$$W(Na_3PO_3) = \frac{m(Na_3PO_3)}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{51,82}{477,92} \cdot 100\% = 10,84\%$$~~

~~$$W(Na_3PO_4) = \frac{24,62}{477,92} \cdot 100\% = 5,15\%$$~~

~~$$W(NaOH) = \frac{7,22}{477,92} \cdot 100\% = 1,5\%$$~~

Задача 6 продолжение



$$n_{\text{пер.}}(\text{KOH}) = \frac{m \cdot \omega}{M} = \frac{448 \cdot 0,15}{56 \text{ г/моль}} = 1,2 \text{ моль}$$

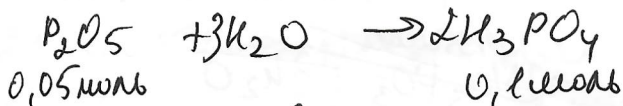
$$1,05 + 0,45 > 1,2$$

⇒ не все количество оксидов прореагировало с щелочью

С P_2O_5 прореагирует $1,2 - 1,05 = 0,15$ моль KOH

⇒ в $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{KOH}$ участвует не $0,075$, а $0,025$ моль P_2O_5 , образуется $n(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,05$ моль

Оставшийся P_2O_5 реагирует с водой:



В конечном растворе:

$$\begin{array}{ll}
 n(\text{K}_3\text{PO}_3) = 0,35 \text{ моль} & m(\text{K}_3\text{PO}_3) = 0,35 \text{ моль} \cdot 196 \text{ г/моль} = 68,6 \text{ г} \\
 n(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,05 \text{ моль} & m(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,05 \text{ моль} \cdot 212 \text{ г/моль} = 10,6 \text{ г} \\
 n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1 \text{ моль} & m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 9,8 \text{ г}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 m_{\text{конечного р-ра}} &= m(\text{KOH}) + m(\text{P}) + m_{\text{пер.}}(\text{O}_2) = \\
 &= 448 \text{ г} + 15,5 \text{ г} + 0,45 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 477,9 \text{ г} +
 \end{aligned}$$

$$w(\text{K}_3\text{PO}_3) = \frac{m(\text{K}_3\text{PO}_3)}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{68,6 \text{ г}}{477,9 \text{ г}} \cdot 100\% = 14,35\% -$$

$$w(\text{K}_3\text{PO}_4) = \frac{10,6 \text{ г}}{477,9 \text{ г}} \cdot 100\% = 2,22\% -$$

$$w(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{9,8 \text{ г}}{477,9 \text{ г}} \cdot 100\% = 2,05\% -$$

числовые

Задача 7

первая алкил - C_nH_{2n-2} x моль

второй - $C_{n+1}H_{2(n+1)-2}$ или $C_{n+1}H_{2n}$ y моль

$$m(C_nH_{2n-2}) + m(C_{n+1}H_{2n}) = 29,62$$

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

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

$$n(Br_2) = \frac{m \cdot \nu}{M} = \frac{96001 \cdot 0,02}{1604 \text{ моль}} \approx 1,2 \text{ моль} +$$

1 моль алкила реагирует с 2 моль Br_2

$$\Rightarrow x + y = \frac{n(Br_2)}{2} = 0,6 \text{ моль}$$



$$n(Ag_2O) = \frac{69,62}{232 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль} + \quad n([Ag(NH_3)_2]OH) = 0,6 \text{ моль}$$

1 моль терминального алкила реагирует с 1 моль $[Ag(NH_3)_2]OH$

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

\Rightarrow оба алкила терминальные

$$y = 0,6 - x$$

$$(14n-2) \cdot x + (14n+12) \cdot (0,6-x) = 29,6$$

$n \geq 2$ (т.к. не существует алкила из 1 ат.с)

ископтим на значения x при разных n :

n	x
2	-0,4
3	0,2
4	0,8
5	1,4

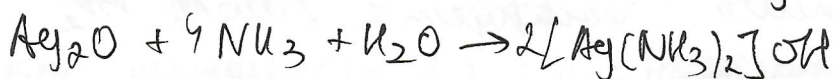
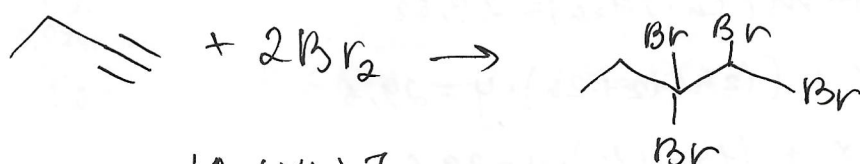
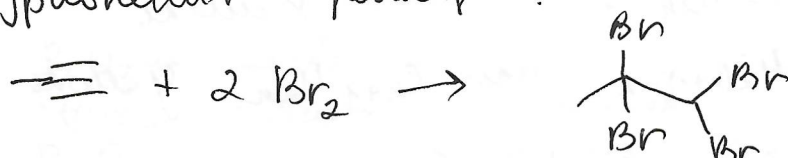
$0 < x < 0,6$ (т.к. шлое количество второго алкила ≤ 0)

Единственный подходящий вариант при $n=3$ +

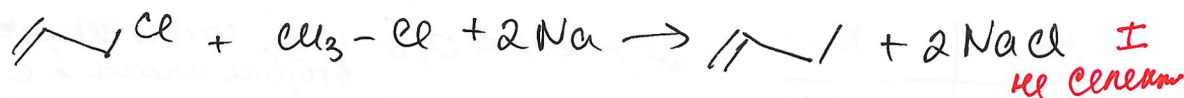
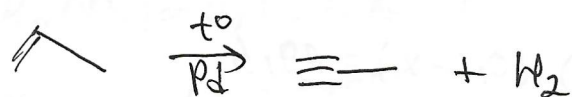
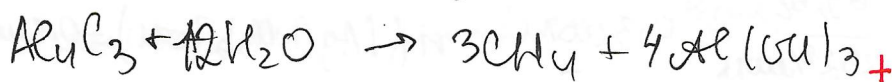


Установите

Задавшие ? продолжение
уравнения реакций:



способ получения переходных углеводородов :



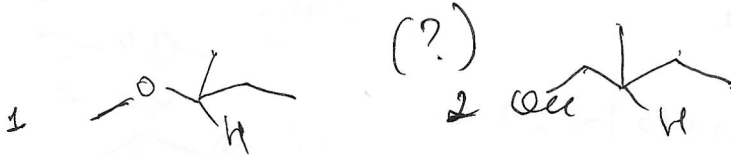
Кернобсеке



②



Кернобсеке, обл. оптималеек аектившешеш:

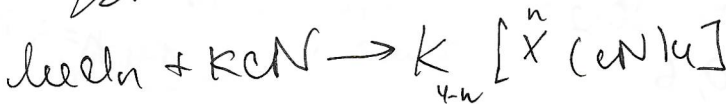


$5 = 2 + 2 + 1 + 1$
 ~~$5 = 1 + 1 + 1 + 2$~~



каг 2 подсунаст!!!

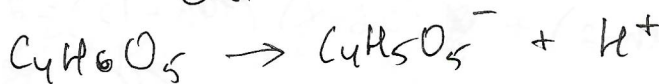
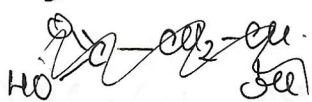
③



$\frac{26.4}{0.619} = 16.8 \quad K=64$



④



1347 моль
 0,005 моль
 0,025
 0,025-x

x x

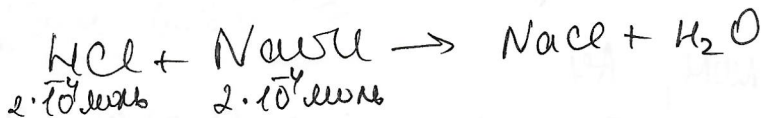
$\frac{x^2}{0,025-x} = 3,47 \cdot 10^4$

$K = 2,777 \cdot 10^3$

$pH = 2,556 \approx 2,56$

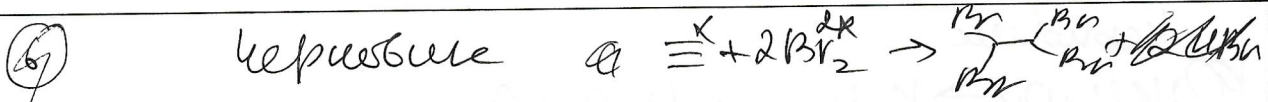
~~Handwritten scribbles and calculations~~

⑤



↪ в аомл при. р-ра ⇒ в 200 мл при р-ра 2 · 10³ моль

это для 1 л мх. р-ра ⇒ $c = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ моль}}{0,001 \text{ л}} = 2M$



7) один атом - $\text{C}_n \text{H}_{2n-2}$ x $12n + 2n - 2 = 14n - 2$
 второй - $\text{C}_{n+1} \text{H}_{2n}$ y $12n + 12 + 2n = 14n + 12$

~~$2(n+1) = 2$~~

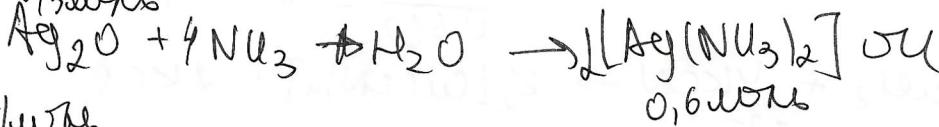
$x \cdot (14n - 2) + y \cdot (14n + 12) = 29,6$

на 1000 атомов 2 моль брома

$\Rightarrow 2x + 2y = \frac{9600 \cdot 0,02}{80 \cdot 2} = 1,2$

$x + y = 0,6$

0,3 моль



232 г моль

0,6 моль

$x + y = 0,6$ моль

$n=2 \quad x=0,4$
 $n=3 \quad x=0,2 \quad 40$
 $n=4 \quad x=0,0 \quad 54$
 $n=5 \quad x=1,4 \quad 68$

↓
 шаг.

$n=3 \quad x=0,2$

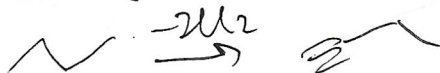
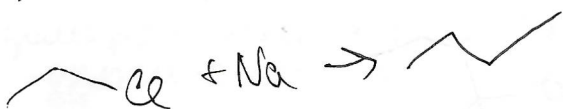
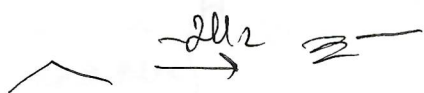
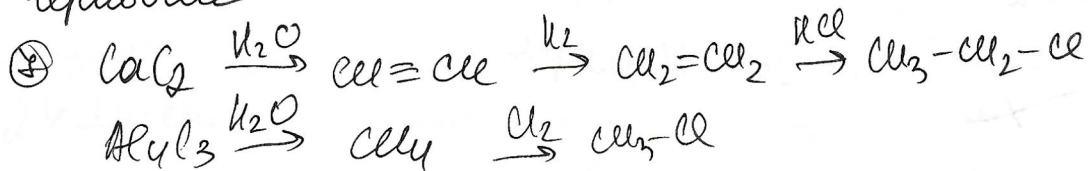
$0,2$ моль

$0,4$ моль

$\text{C}_n - \text{C}$ в бромом, $\text{Ag} -$

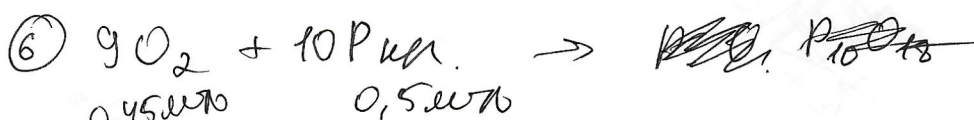


Черновик



(?)

$pV = \nu RT$



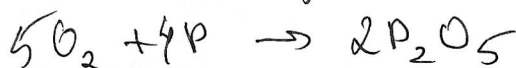
$p = \frac{\nu RT}{V}$

$\nu_1 = 0,899 \approx 0,9$

$\nu_2 = 0,45 \Rightarrow$ моль 0,45 моль

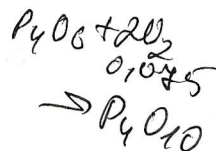
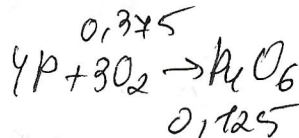
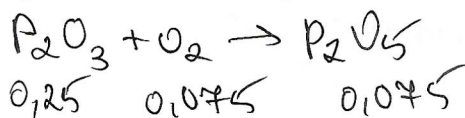
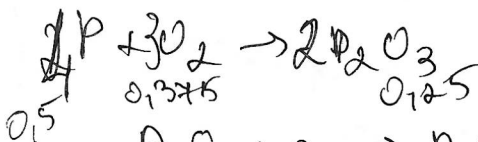
$p_{10}\text{O}_{18}$

$p_5\text{O}_{10}$



$\downarrow pV = \nu RT$

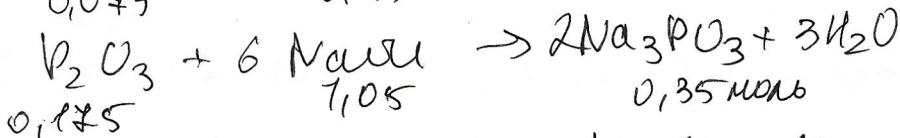
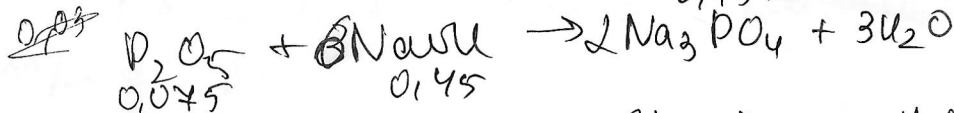
$\nu = \frac{pV}{RT} = 0,45 \text{ моль}$



Моль 40% моль

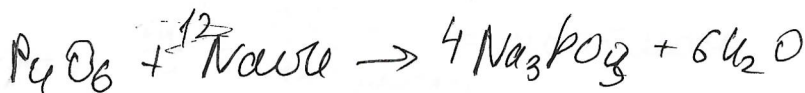
+ P_2O_3 0,125 моль

0,15 моль

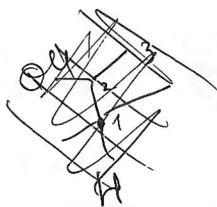
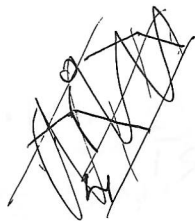
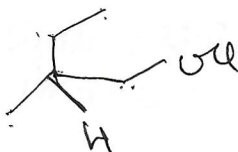


$\text{NaOH} = 1,68 \text{ моль}$

$\text{NaOH} 0,18 \text{ моль}$



тершвик



Изомеры:

