



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

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Качанурьяна Руслана Ашмаковича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Алексей Русланович

Дата
« 3 » марта 2024 года

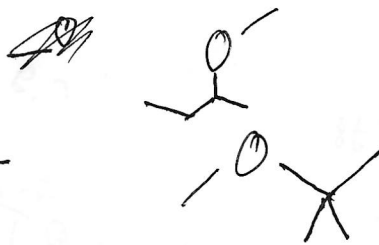
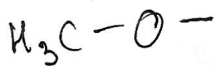
Подпись участника
Качанурьяна

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8
 4 | 5 | 12 | 16 | 17 | 22 | 22 | 22

98-06-59-86
 (55.6)

Черновик
 №2.

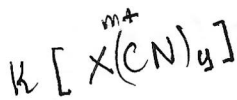
№5



$V(\text{HCl}) = 0,0002 \text{ моль}$

в 20 мл

№3.

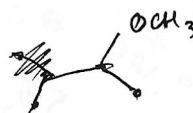


в 200 мл - 0,002 моль

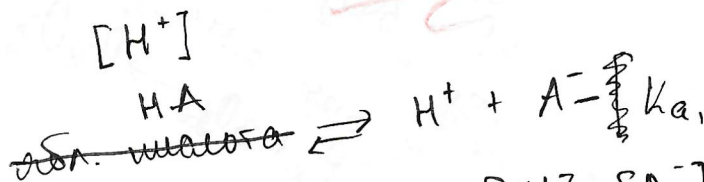
№4

92

$\text{pH} = -\lg_{10}[\text{H}^+]$



$C = \frac{V}{V} = \frac{0,002}{0,001} = 2 \text{ M}$



$K_{a1} = 3,47 \cdot 10^{-4} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$

$M = 4 \cdot 12 + 5 \cdot 16 + 6 = 48 + 80 + 6 = 134$

$V = \frac{0,67}{134} = 0,005$

$[\text{HA}]_{\text{исх}} = \frac{0,005}{0,2} = 0,025 \text{ M}$

HA	0,025
H ⁺	0
A ⁻	0

	Б	П	С
HA	0,025	x	0,025 - x
H ⁺	0		x
A ⁻	0		x

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

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

Чистовик

N1.



N3

Скорее всего ~~магнит~~ ~~магнитной~~ частицы будут магнит-ионы, т.е. она будет иметь вид: $[\text{X}(\text{CN})_4]^{n-}$.

Сделаем расчёт:

$$\omega(\text{X}) = 38,1\% \Rightarrow \omega(\text{CN}) = 100\% - 38,1\% = 61,9\%$$

$$M(\text{комплесной частицы}) = \frac{4 \cdot (12+14) \text{ г/моль}}{0,619} =$$

$$\oplus = \frac{104 \text{ г/моль}}{0,619} = 168 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{X}) = M(\text{комплесной частицы}) - M(\text{CN}^-) \cdot 4 =$$

$$= 168 \text{ г/моль} - 104 \text{ г/моль} = 64 \text{ г/моль} \Rightarrow$$

\Rightarrow X - Si. Т.к. координационное число равно четырём, что характерно для Si^{4+} заряд частицы равен: $2+ + 4 \cdot (1-) = 2-$
Заряд частицы: $2-$.



Частица: $[\text{Si}(\text{CN})_4]^{2-}$

Металл: Si

Заряд: $2-$

N5.

Пусть $c(\text{HCl})$ - концентрация HCl в полученном растворе, тогда

$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,05 \text{ M} \cdot 0,004 \text{ л}}{0,02 \text{ л}} = 0,01 \text{ M}$$

~~$V(\text{HCl})$~~ $V(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$ - количество вещества в приготовленном растворе

Кистович

$V(\text{HCl}) = 0,01 \text{ M} \cdot 0,2 \text{ л} = 0,002 \text{ моль}$ и это же количество кислоты содержится в растворе кислоты имеющейся в лаборатории \Rightarrow

$$c(\text{HCl})_{\text{исх.}} = \frac{V(\text{HCl})}{V(\text{HCl})_{\text{исх.}}} = \frac{0,002 \text{ моль}}{0,001 \text{ л}} = 2 \text{ M}$$

Ответ: 2 M (+)

N2.



— метилтретбутиловый эфир

изомеры:



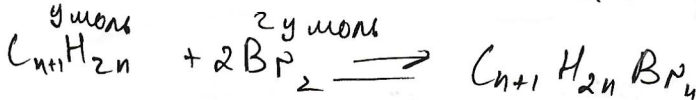
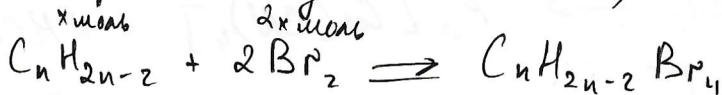
еще 2 изомера!

(±)

N7.

Пусть алкин А — $C_n H_{2n-2}$, его ближайший гомолог отличается на CH_2 группу, т.е. В — $C_{n+1} H_{2n}$

Характерное присоединение брома для алкинов в которое вступает и А, и В:



$$V(Br_2) = 2x + 2y = \frac{9600 \text{ г} \cdot 0,02}{160 \text{ г/моль}} = 1,2 \text{ моль}$$

$$x + y = 0,6 \text{ моль}$$

В реакцию с реактивом Толленса алкины вступают в отношении 1:1, значит, если оба алкина имеют концевые тройные связи, то $x + y = V[Ag(NH_3)_2]OH$. Из 1 эквивалента Ag_2O получается 2 эквивалента $[Ag(NH_3)_2]OH$. $V(Ag_2O) = \frac{69,6 \text{ г}}{232 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow V[Ag(NH_3)_2]OH = 0,6 \text{ моль}$, это говорит о наличии концевой тройной

числовым

связи x и y А, и y В.

$$D(C_n H_{2n-2}) \cdot M(C_n H_{2n-2}) + D(C_{n+1} H_{2n}) \cdot M(C_{n+1} H_{2n}) = 29,6$$

$$x = 0,6 - y$$

$$(0,6 - y)(14n - 2) + y(14n + 12) = 29,6$$

$$8,4n - 14ny + 2y + 14ny + 12y = 29,6$$

$$14y = 30,8 - 8,4n$$

$$y = \frac{30,8 - 8,4n}{14}$$

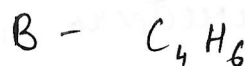
Учитывая, что y из разумных соображений лежит в интервале $(0; 0,6)$ проведем подбор:

таблица

n	y	
1	1,6	∅
2	1	∅
3	0,4	✓ +
4	-0,2	∅

$$y = 0,4 \Rightarrow x = 0,6 - 0,4 = 0,2$$

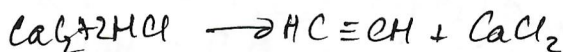
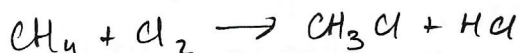
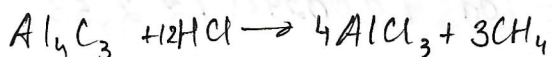
$n = 3$, значит,



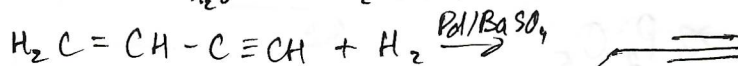
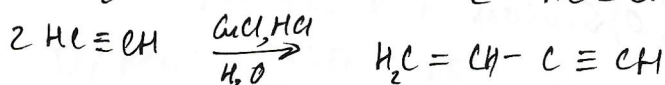
Тройные связи ионные значения



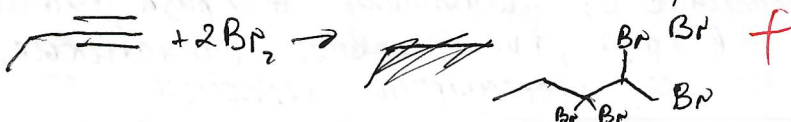
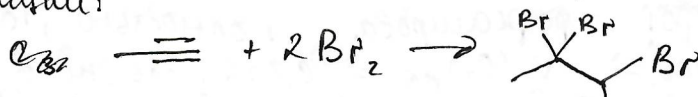
Получение А:



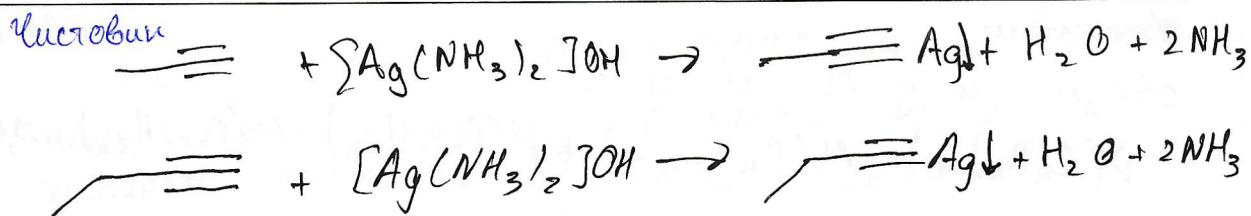
Получение В:



Реакции:



Синий перманганат



N4.

Обозначим массу как HA

$$V(HA) = \frac{0,67 \text{ г}}{134 \text{ г/моль}} = 0,005 \text{ моль}$$

$$C(HA)_{исх} = \frac{0,005 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,025 \text{ М}$$



	Б	П	С
HA	0,025	x	0,025 - x
H ⁺	0	0	x
A ⁻	0	0	x

$$K_1 = \frac{\Sigma H^+ \cdot \Sigma A^-}{[HA]}$$

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

Значением x в знаменателе можно пренебречь, т.е.

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

$$x = \sqrt{0,00008675} \approx 0,002945 \text{ (моль/л)}$$

$$pH = -\log_{10} [H^+] = -\log_{10} [0,002945] \approx 2,53$$

Ответ: 2,53.

N6.

$$pV = \nu RT$$

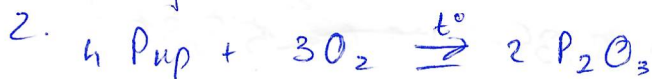
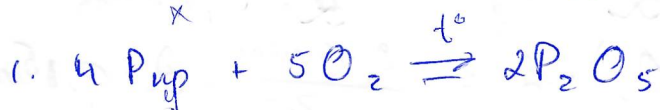
$$\nu(O_2) = \frac{3,14 \cdot 101,3 \cdot 7}{8,314 \cdot 298} \approx 0,9 \text{ моль}$$

$$\nu(P_{up}) = \frac{15,5 \text{ г}}{31 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$



Так как фосфор преобразовал полностью, то $\nu(P_{up}) = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow \nu(O_2)_{исх} = 0,625 \text{ моль}$, но в условии сказано, что давление O_2 уменьшилось в 2 раза, значит, ν уменьшилось в 2 раза, т.е. условия одинаковые, но фосфор все же преобразовал полностью, что

Чистовым
нападает на возможность протекания реакции
образования P_2O_3 наряду с P_2O_5 .



Пусть в реакцию сжигания до P_2O_5 вошло x моль P_{up} , а до P_2O_3 — y моль \Rightarrow .

\Rightarrow для кислорода в первой реакции ушло $1,25x$,
~~а во второй — $0,75y$.~~ \Rightarrow $1,25x$, а во
второй — $0,75y$.

$$1,25x + 0,75y = \frac{V(O_2)}{2} = 0,45 \text{ моль}$$

$$x + 0,6y = 0,36 \text{ моль}$$

$$\begin{cases} x = 0,45 - 0,6y \\ x + y = 0,5 \end{cases} \text{ — из условий}$$

Решим систему:

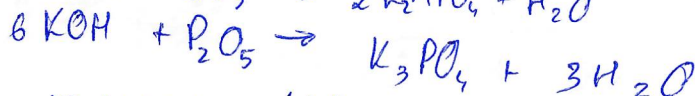
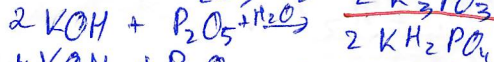
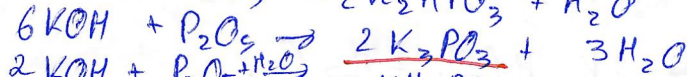
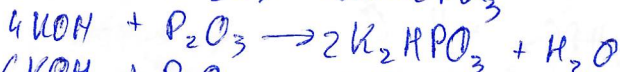
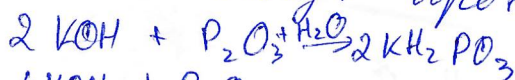
$$0,36 - 0,6y + y = 0,5$$

$$0,4y = 0,5 - 0,36$$

$$y = \frac{0,14}{0,4} = 0,35$$

$$x = 0,5 - 0,35 = 0,15 \text{ моль}$$

Далее могут протекать такие реакции как



$$V(KOH) = \frac{448 \text{ г} \cdot 0,05}{56 \text{ г/моль}} = 1,2 \text{ моль}$$

Если реакция идет до ~~до~~ гидрофос... нушено
 $0,5 \cdot 2 = 1$ моль KOH

Если же до фосфа... то $0,5 \cdot 3 = 1,5$ моль

Значит она пойдет до ~~индифферентата~~ и т.ч. Чистовини

K_2HPO_3 и K_2HPO_4 .

$$V(K_2HPO_3) = V(P_2O_3) \cdot 2 = \frac{0,35 \text{ моль}}{2} \cdot 2 = 0,35 \text{ моль}$$

$$V(K_2HPO_4) = V(P_2O_5) \cdot 2 = \frac{0,15 \text{ моль}}{2} \cdot 2 = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(K_2HPO_3) = 158 \cdot 0,35 = 110,6 \text{ г} \rightarrow 55,3 \text{ г}$$

$$m(K_2HPO_4) = 174 \cdot 0,15 = 52,2 \text{ г} \rightarrow 26,1 \text{ г}$$

$$m(KOH) = (1,2 - 1 \text{ моль}) \cdot 56 \text{ г/моль} = 11,2 \text{ г}$$

$$m(O_2) = 0,45 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 14,4 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = 448 \text{ г} \cdot 0,85 + 880,8 \text{ г} \rightarrow m(H_2O)_{нов.} =$$

$$\omega(K_2HPO_3) = \frac{110,6}{492,3} = 0,2247 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль}$$

$$= 380,8 + 4,5 = 385,3 \text{ г}$$

$$\omega(KOH) = \frac{11,2 \text{ г}}{492,3} \cdot 100\% = 2,275\%$$

$$\omega(O_2) = \frac{14,4}{492,3} \cdot 100\% = 2,925\%$$

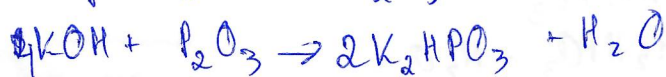
$$\omega(H_2O) = \frac{385,3}{492,3} \cdot 100\% = 78,265\%$$

$$\omega(K_2HPO_3) = \frac{55,3}{492,3} \cdot 100\% = 11,233\%$$

$$\omega(K_2HPO_4) = \frac{26,1}{492,3} \cdot 100\% = 5,3\%$$

KOH и H₂O
K₂HPO₃ и K₂HPO₄

Реакции:



Черновик

$$PV = VRT$$

~~3,14~~

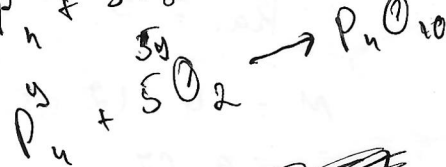
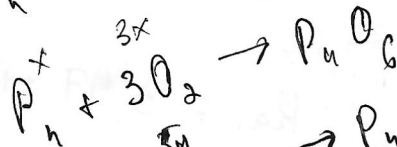
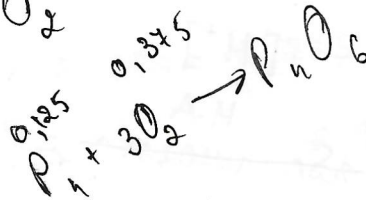
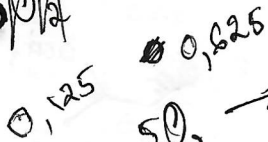
$$314 \cdot 7 = V \cdot 8,314 \cdot 298$$

$$V = 0,887$$

15,5 r

$$PV = VRT$$

0,9 0,9



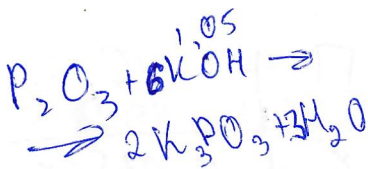
$$x^2 + 3,47 \cdot 10^{-4} x = 8,67 \cdot 10^{-6}$$

$$D = 0,00000012$$

$$0,002944$$

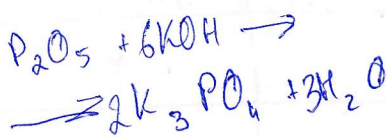
$$v(\text{ком}) = \frac{67,2}{56} =$$

= 1,2 моль



$$3x + 5y = 0,45$$

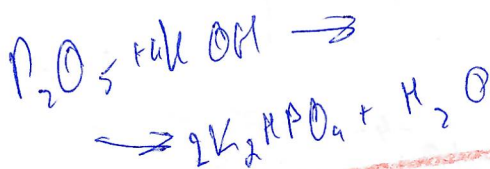
$$0,6x + y = 0,09$$



$$y = 0,09 - 0,6x$$

$$x + 0,09 - 0,6x = 0,125$$

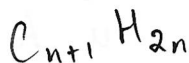
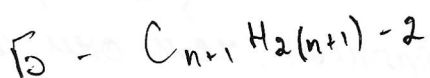
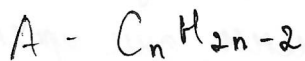
$$x = \frac{0,035}{0,4} = 0,0875$$



98-06-59-86
(55.6)

Черновик

N7.



$\gamma(Br_2) = \frac{192}{159,8} = 1,2$ моль

$(0,6-y)(14n-2) + y(14n+12) = 29,6$

$8,4n - 1,2 - 14ny + 2y + 14ny + 12y = 29,6$

$8,4n + 14y = 30,8$

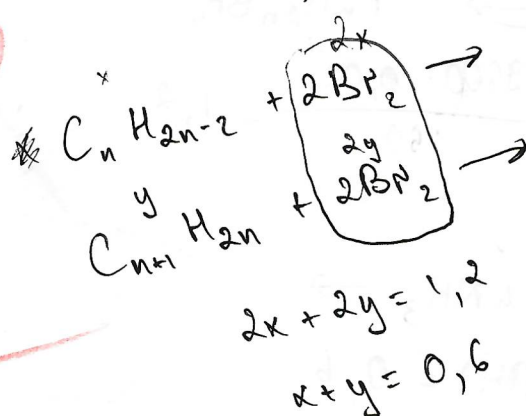
$n=1 \quad y=1,6$

$n=2 \quad y=1$

$n=3 \quad y=0,4$

$n=4 \quad y=0,2$

$y=0,4$
 $n=3$



$n=1$

$8,4 + 14y = 30,8$

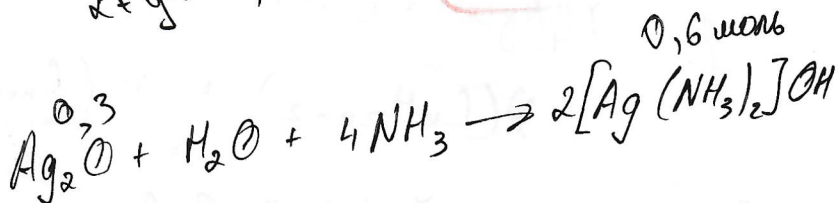
$n=2$

$8,4 - 14y = 14 \quad y = 3,5$

$n=3$

$y = 2,2 \quad 5y =$

$n=4$



$x = 0,6 - y$
 $(0,6-y) \cdot (14n-2) + y(15n) = 29,6$

$x \quad n \quad x+14$

$x \cdot (14n-2) + (1-x) \cdot (15n) = 49,333$

$14nx - 2x + 15n - 15nx = 49,333$

$15n - nx - 2x = 49,333$

$8,4n - 1,2 - 14ny + 2y + 15ny = 29,6$

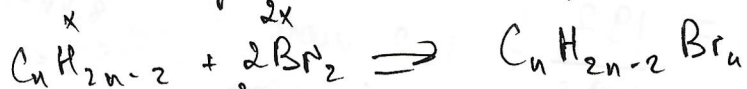
$8,4n + ny + 2y = 30,8$

4,2

Черновики

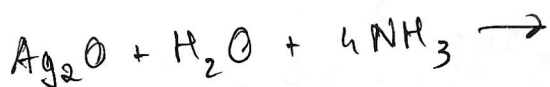
№7

Пусть углеводород А - $C_n H_{2n-2}$, тогда В - $C_{n+1} H_{2n}$, т.к. и А, и В - алкины, они присоединяют в двойное большее брома, чем они сами



$$V(Br_2) = \frac{9600 \cdot 0,02}{160} = 1,2$$

$$x + y = 0,6$$



$$V(Ag(NH_3)_2OH) = 0,6$$

$$x(C_n H_{2n-2}) + y(C_{n+1} H_{2n}) = 0,6$$

$$x + y = 0,6$$

$$x = 0,6 - y$$

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

$$8,4n - 1,2 - 14ny + 2y + 14ny + 12y = 29,6$$

$$8,4n + 12y = 30,8$$

$$0 < y < 0,6$$

$$n = 1 \quad y = 1,6 \quad \text{✗}$$

$$n = 2 \quad y = 1 \quad \text{✗}$$

$$n = 3 \quad y = 0,4 \quad \checkmark$$

$$n = 4 \quad y = -0,2 \quad \text{✗}$$

$$y = 0,4 \quad x = 0,2$$

$$n = 3$$

$$0,4 \cdot (54) + 0,2 \cdot 40 = 21,6 + 8$$

