



88-65-02-14
(55.3)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Аршурковой Дарьи Дмитриевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

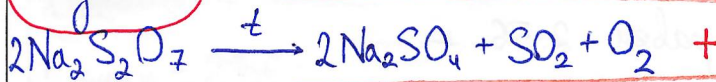
«03» марта 2024 года

Подпись участника

98

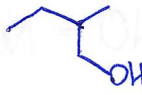
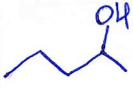
Чистовик. Лист 1.

Задача 1.



Задача 2.

2-метил-2-метоксипропан $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$



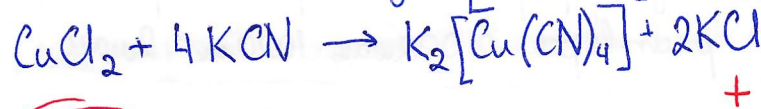
девятью
восемь

Задача 3.

$$M_x = \frac{(12 \frac{\text{г}}{\text{моль}} + 14 \frac{\text{г}}{\text{моль}}) \cdot 4 \cdot 38,10\%}{100\% - 38,10\%} = 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - \text{Cu (медь)}$$

X - Cu

комплексная частица - $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$; заряд - (2-)



Задача 4.

$$M = 12 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 4 + 16 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 5 + 1 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 6 = 134 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - \text{молярная масса адипоной кислоты}$$

$$\gamma = \frac{0,672}{134 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,005 \text{ моль} - \text{количество адипоной кислоты в}$$

200мл сока

$$C = 0,005 \text{ моль} \cdot \frac{1000 \text{ мл}}{200 \text{ мл}} = 0,025 \text{ моль в 1 литре т.е. } 0,025 \text{ M} - \text{концентрация адипоной кислоты } (M = \frac{\text{моль}}{\text{л}})$$

Обозначим адипоную кислоту H^+A^- , где H^+ - кислый водород, A^- - кислотный остаток диссоциации по 1 стадии

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \text{ т.к. уравнение диссоциации кислоты}$$

$\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$, то $[\text{H}^+] = [\text{A}^-]$ и $[\text{H}^+] + [\text{HA}] = c$ - изначальная концентрация кислоты

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+]^2}{c - [\text{H}^+]}$$

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

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

Положительное решение одно, $[\text{H}^+] = 2,776941 \cdot 10^{-3}$

1/2/3/4/5/6/7/8
4 8 12 16 20 24 28

моль
Водород

Чистовик. Лист 2.

$$pH = -\log_{10} [H^+] = -\log_{10} (2,776941 \cdot 10^{-3}) = 2,5564 \approx 2,56$$

Ответ: pH ~~раствора~~ сока равен 2,56. +

Задача 5.

$$\nu_{NaOH} = \cancel{\nu_{HCl}} \cdot 0,05 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot 0,004 \text{ л} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

$$V_{\text{мл}} = 0,004 \text{ л}$$

По уравнению реакции $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$

$\nu_{HCl} = \nu_{NaOH} \Rightarrow \nu_{HCl} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$ - количество соляной кислоты в 20 мл полученного раствора

\Rightarrow в 200 мл содержится 0,002 моль HCl

т.к. количество HCl в 200 мл полученного р-ра равно количеству HCl в 1 л концентрированного раствора
в 1 л концентрированного раствора $0,002 \text{ моль} \cdot 1000 \text{ мл} = 2 \text{ моль}$ соляной кислоты.

То есть $C_{\text{соляной р-ра}} = 2 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

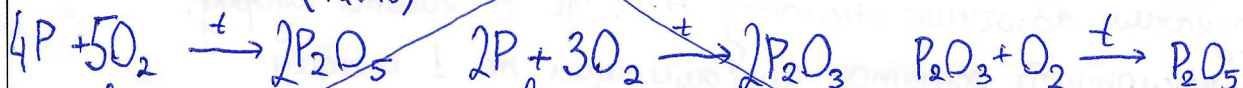
Ответ: $2 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$. +

Задача 6.

$$pV = \nu RT$$

$$\nu_{O_2} = \frac{7 \cdot (3,14 \cdot 10^2)}{8,314 \cdot (25 + 273,15)} = 0,905 \text{ моль} \approx 0,9 \text{ моль}$$

$$\nu_P = \frac{15,52}{31 \frac{\text{г}}{\text{моль}} (P_4O_{10})} = 0,5 \text{ моль}$$



т.к. весь фосфор прореагировал, но израсходовала только половина кислорода \Rightarrow получится смесь оксидов

Прореагировало 0,5 моль фосфора и 0,45

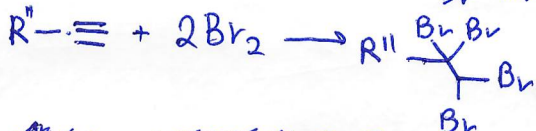
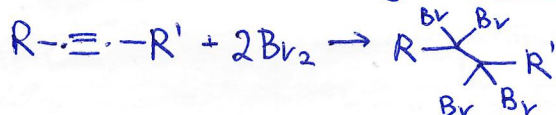
Чистовик. Лист 3.

Задача 7.

$m_{\text{смеси}} = 29,62$

$m_{\text{Br}_2} = 9600z \cdot \frac{2\%}{100\%} = 192z \Rightarrow \nu_{\text{Br}_2} = \frac{192z}{160 \frac{z}{\text{моль}}} = 1,2 \text{ моль}$

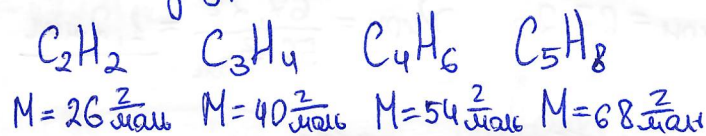
$m_{\text{Ag}_2\text{O}} = 69,62 \Rightarrow \nu_{\text{Ag}_2\text{O}} = 0,3 \text{ моль}$



Можно сделать вывод, что оба алкина в нашей смеси терминальные, общее кол-во первого и второго алкинов 0,6 моль.

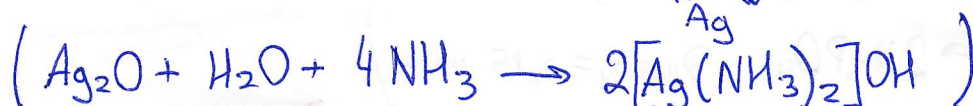
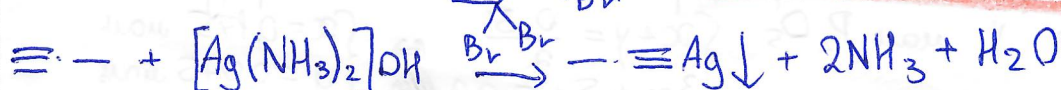
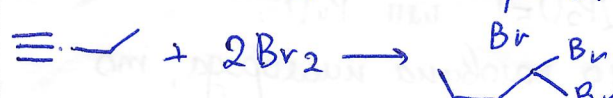
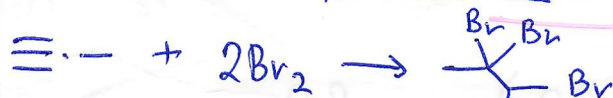
~~... 0,2 моль и 0,4 моль ...~~

(либо один из них ацетилен, второй не терминальный и их одинаковое количество - по 0,3 моль) - но тогда молярная масса второго алкина 72,667, а это более чем подозрительно.

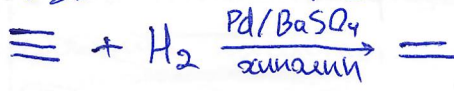
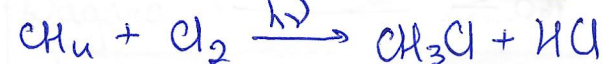
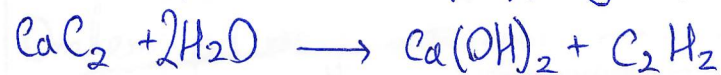


$40 \frac{z}{\text{моль}} \cdot 0,2 \text{ моль} + 54 \frac{z}{\text{моль}} \cdot 0,4 \text{ моль} = 29,62$

т.е. в смесь 0,2 моль $\equiv -$ и 0,4 моль $\equiv \checkmark$



Чистовик. Лист 4.



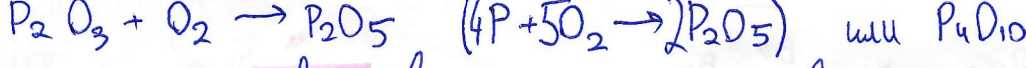
Задача 6.

448g 15% р-ра KOH $\Rightarrow m_{KOH} = 67,2g$ $\nu_{KOH} = \frac{67,2g}{56 \frac{g}{\text{моль}}} = 1,2 \text{ моль}$

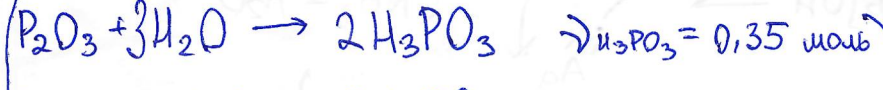
15,5g P $\Rightarrow \nu_P = 0,5 \text{ моль}$



$7g$ 3,14 атм $25^\circ C$ O_2 $\nu_{O_2} = \frac{7 \cdot 3,14 \cdot 10^2}{(273,15 + 25) \cdot 8,314} \approx 0,9 \text{ моль}$



т.к. прореагировала весь фосфор, но половина кислорода, то x моль P_2O_3 y моль P_2O_5

$$\begin{cases} x + y = \frac{0,5}{2} \\ 3x + 5y = 0,9 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0,175 \text{ моль} \\ y = 0,075 \text{ моль} \end{cases}$$


88-65-02-14
(55.3)

Чистовик. Лист 5.

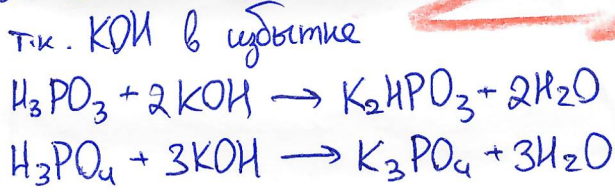


~~Общая масса р-ра: $448_2 + 0,175 \text{ моль} \cdot 110 \frac{г}{\text{моль}} + 0,075 \text{ моль} \cdot 142 \frac{г}{\text{моль}}$~~

~~477,9 г~~

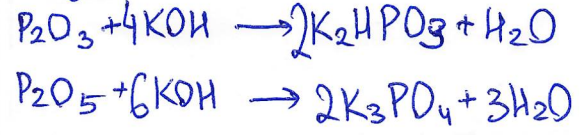
~~KOH полностью прореагировал~~
 ~~KH_2PO_3 11,57% $\frac{477,9}{100} = 29,63\%$~~
 ~~H_3PO_3 $0,33 \text{ моль} \cdot 120 \frac{г}{\text{моль}} = 39,6 \text{ г}$ $\frac{39,6}{477,9} = 8,29\%$~~

~~KOH в избытке~~
 ~~$H_3PO_3 + 2KOH \rightarrow K_2HPO_3 + 2H_2O$~~



(H_3PO_3 двухосновная кислота)

~~Общая масса~~



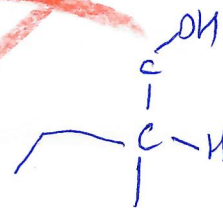
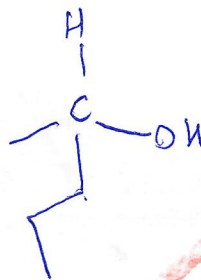
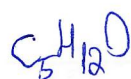
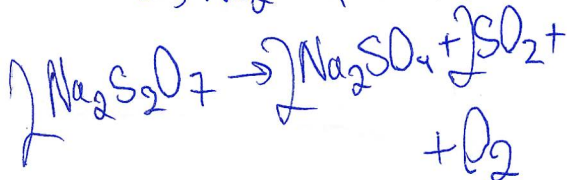
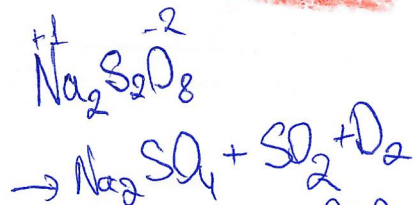
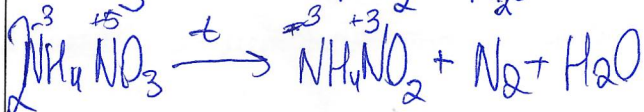
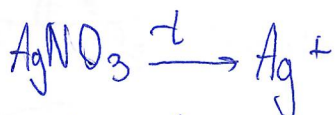
(или так)

Общая масса полученного р-ра: $448_2 + 0,175 \text{ моль} \cdot 110 \frac{г}{\text{моль}} + 0,075 \text{ моль} \cdot 142 \frac{г}{\text{моль}}$
 $= 477,9 \text{ г}$

- KOH 0,59%
- K_2HPO_3 11,57%
- K_3PO_4 6,65%
- ~~H_3PO_3~~
- H_2O 81,19%

— ответ.

Черновик
№ 1



3,

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

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

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

$x = \frac{-3,47 \cdot 10^{-4} \pm 5,900882 \cdot 10^{-3}}{2}$

$x = 2,7769 \cdot 10^{-3}$

2, 1922 Br₂ 2,4 моль 1,2 моль Br₂

≡ —

C₃H₄ 10

148

C₄H₆ 54

38,5

~~кон~~

кон 2,8

H₂O - 380,8 + 6,3 + 4,05

19,25

K₂HP₃ 55,3

K₃PO₄ 31,8

21,25
10,65