

# **Часть 1**

**Олимпиада: Химия 11 класс (1 часть)**

**Шифр: 21301054**

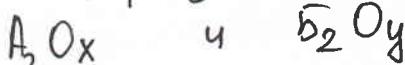
**ID профиля: 851393**

**Вариант 1**

# Чистовик

## Задача 1

Пусть формула оксидов в общем виде —



$$1.) \frac{16x}{16x+2a} = 0,6$$

$$6,4x = 1,2a$$

$$a = 5,333x$$

Если 1.)  $x = 1$ , то элемента нет

2.)  $x = 2$ , то

Мр. почти равна

Мр. бора, но оксида  $BO$  не существует

3.)  $x = 3$ , то  $A-O$ , это невозможно

4.)  $x = 4$ , то элемента нет

5.)  $x = 6$ , то элемент — S

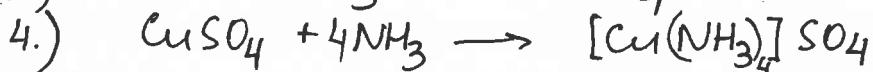
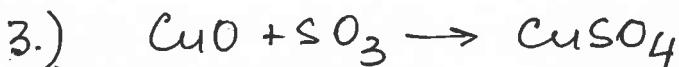
оксид:  $SO_3$

Т.к. в уравнение коэффициенты должны быть целыми и если этого оксида будет не хватать, то получается, что требуется одинаковый объем аммиака. Значит, у оксидов одинаковые ММ.

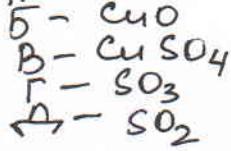
Действительно,  $Mr(SO_3) = Mr(CuO) = 80$   $\frac{2}{\text{моль}}$



$$Mr(SO_2 + N_2)_{\text{смесь}} = 64 \cdot \frac{3}{4} + 28 \cdot \frac{1}{4} = 55 = 13,75 \cdot 4 - \text{выполнестся}$$



Ответ: 1.)  $A = SO_3$  2.) уравнение в решении



3.) раствор становится светло-зеленым цвета, т.к. соли  $Cu^{2+}$  имеет такое характерное окрашивание при растворении

4.) уравнение в решении раствор становится тёмно-синего цвета из-за образования комплекса

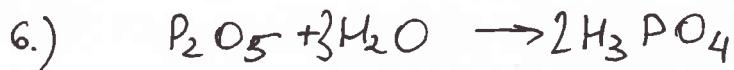
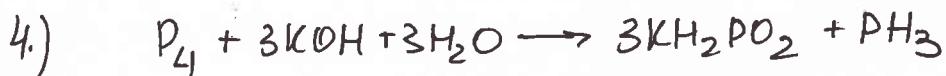
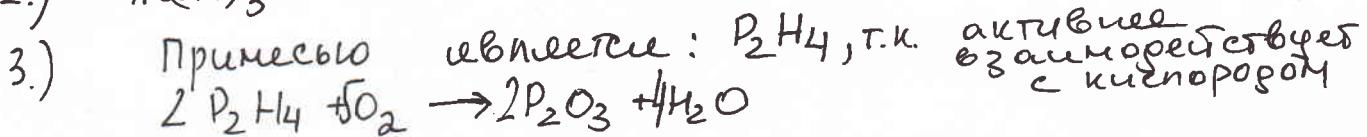
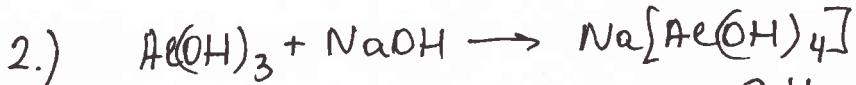
# Чистовик

## Задача 2



$$n(\text{AlP}) = \frac{5,8}{27+31} = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{PH}_3) = 0,1 \text{ моль} = \frac{2,24}{22,4} - \text{выполнено}$$



Если взять раствор (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)  $\approx 1 \frac{2}{\text{см}^3}$ , т.о.

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{150}{98} = 1,531$$

$$n(\text{KOH}) = 0,05 \cdot 0,04 = 2 \cdot 10^{-3}$$

из этого в самом избыточном, вероятнее, случае солью в сего образуется самое кислое соль



$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,531 - 2 \cdot 10^{-3} = 1,529 \text{ моль}$$

$$n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Раствор проявляет кислотные свойства, т.к. в нем остается кислота и образуется соль, имеющая также кислую реакцию среды.

Бинарным соединением является AlP, потому что из необратимо гидролизующихся соединений можно предположить нитрий, карбонат, сульфат, силициат, фосфат. Но только фосфат даёт очень токсичный газ, который образуется при взаимодействии простого вещества со щелочью при кипячении. Метали, входящие в состав фосфата, однозначно определяют анионными свойствами, но расчётом можно понять, что это анионий.

Ответ: 1.) Уравнение в решении

$$3.) \text{кислотные свойства}$$

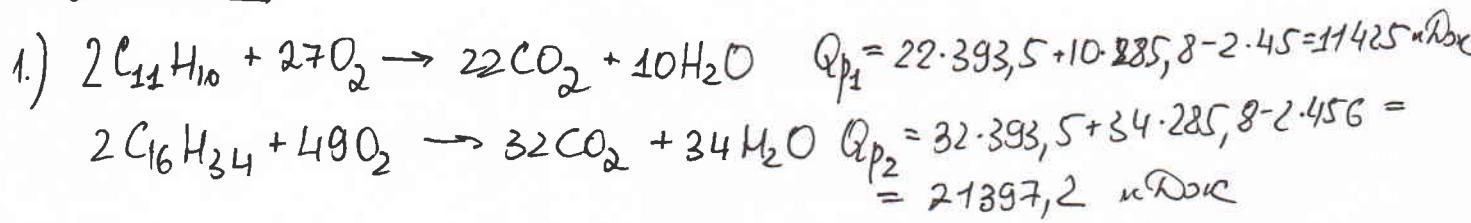
$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,529 \text{ моль}$$

$$n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

- 2.) А - AlP (фосфор алюминий)  
 Б - Al(OH)<sub>3</sub> (гидроксид алюминий)  
 В - PH<sub>3</sub> (фосфоран)  
 Г - P<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (фосфорин)  
 Х - P<sub>4</sub> (фосфор)  
 ↗ - H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (фосфорная кислота)

# Чистовик

## Zagara 3



Пусть  $x\text{мн} - \text{чеснок}$   
 $y\text{мн} - \alpha\text{-чеснокарташина}$

$$\begin{cases} x+y=100 \\ \frac{0,773 \cdot x}{226} \cdot \frac{21397,2}{2} + \frac{1,02y}{142} \cdot \frac{11425}{2} = 3927,8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x+y=100 \\ 36,6x+41y=3927,8 \end{cases} \quad x=100-y$$

$$36,6(100-y) + 41y = 3927,8$$

$$3660 - 36,6y + 41y = 3927,8$$

$$\begin{cases} x=39,136 \\ y=60,864 \end{cases}$$

$$\alpha(C_{16}H_{34}) = 39,136\%$$

2.) 100 мн —  $0,773 \cdot 39,136 + 1,02 \cdot 60,864 = 92,333 \text{ г}$   
 $\alpha \text{ мн} - 1000000 \text{ г}$

$$\alpha = 108036,401 \text{ мн}$$

$$Q = \frac{108036,401 \cdot 0,39136 \cdot 0,773}{226} \cdot \frac{21397,2}{2} +$$

$$+ \frac{108036,401 \cdot 0,60864 \cdot 1,02}{142} \cdot \frac{11425}{2} = 42558458,75 \text{ кДж}$$

$H_2:$  1 моль — 285,8 кДж  
 $b$  моль — 42558458,75 кДж  $b = 148909,9 \text{ моль}$   
 $V = b \cdot 22,4 = 3335581,76 \text{ л}$

3.)  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$V = \frac{148909,9 \cdot 8,314 \cdot 298}{196 \cdot 10^3} = 18823,214 \text{ л}$$

$$n_{\text{баллонов}} = \frac{18823,214}{40} \approx 471 \text{ баллон}$$

$$M = 471 \cdot 76,5 = 36031,5 \text{ кг}$$

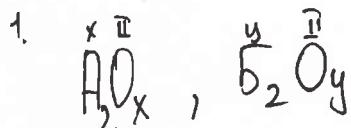
— используеться чесноком, весит меньше, чем керосином, меньше весит самолет

Ответ: 1.) 39 2.) 3335581,76 л

3.) чеснокарташно

(3)

# Черновик



$$1.) \frac{16x}{16x+2a} = 0,6$$

$$16x = 9,6x + 1,2a$$

$$6,4x = 1,2a$$

$$a = 5,333x$$

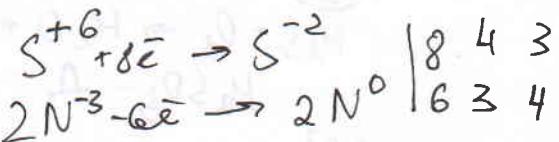
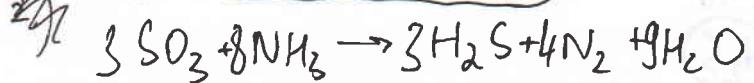
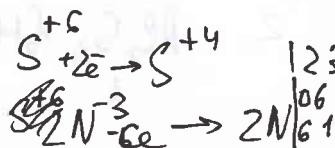
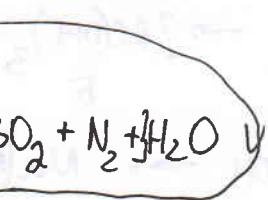
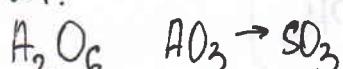
$$x = \frac{1}{2}$$

$$x = 2 \quad 10,666 \quad B$$

$$x = 3 \quad 16$$

$$x = 4$$

21.



$$64 \cdot \frac{3}{4} + 28 \cdot \frac{1}{4} = 55 +$$

формац. №1

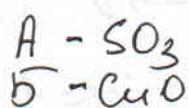
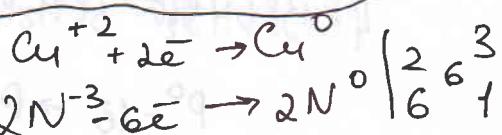
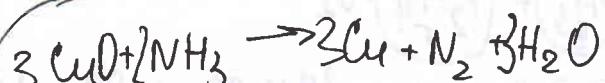
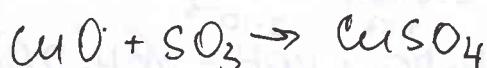
$$2.) \frac{16y}{16y+2a} = 0,2$$

$$16y = 3,2y + 0,4a$$

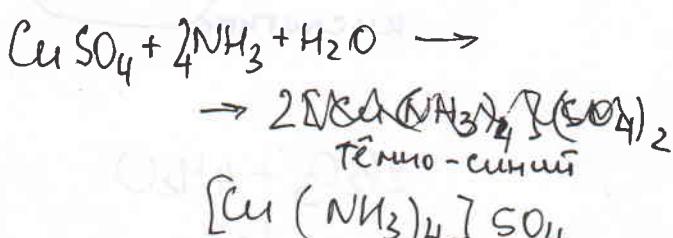
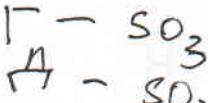
$$12,8y = 0,4a$$

$$a = 32y$$

$$\begin{array}{r} y = 1 \\ - \\ y = 2 \\ - \\ y = 3 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Cu} \\ \text{Mo} \end{array}$$

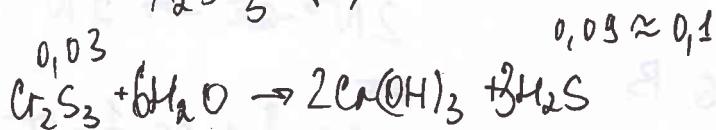
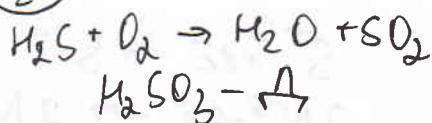
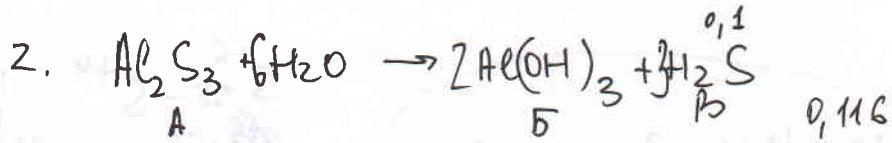


B -  $\text{CuSO}_4$  - синий / зонг.

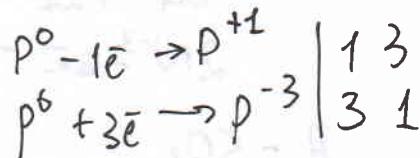
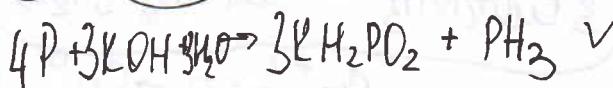
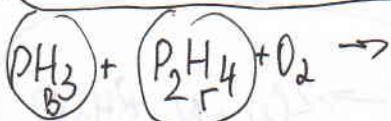
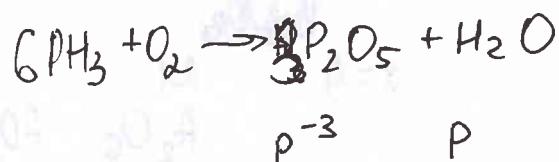
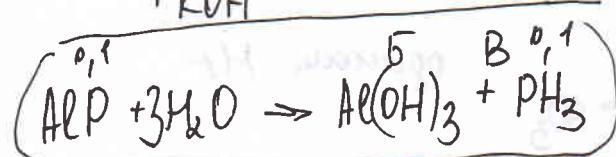


2.

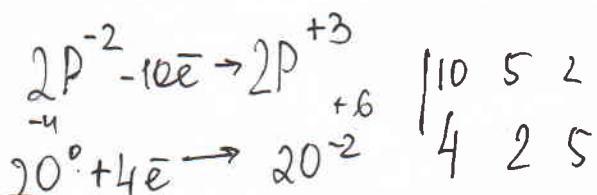
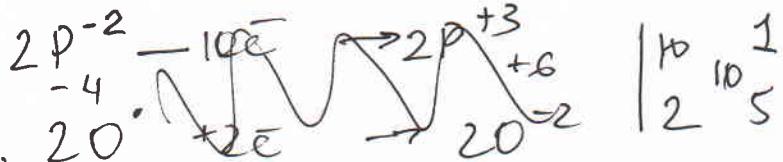
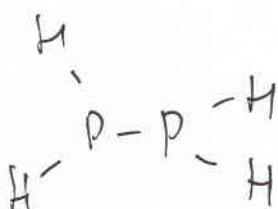
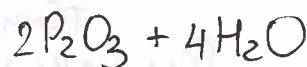
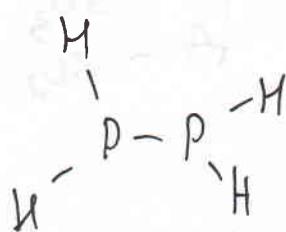
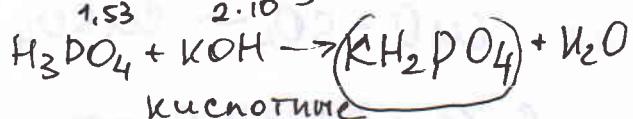
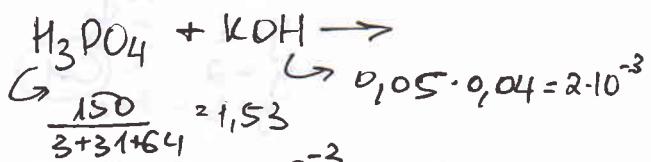
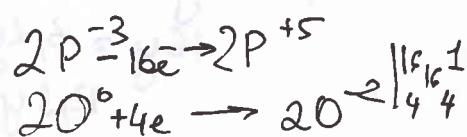
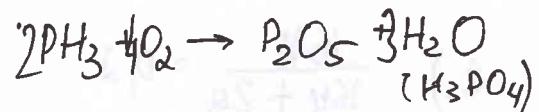
# Черновик



+ KOH



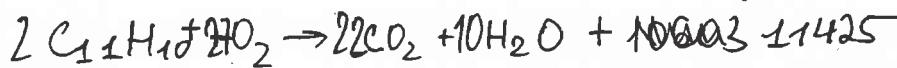
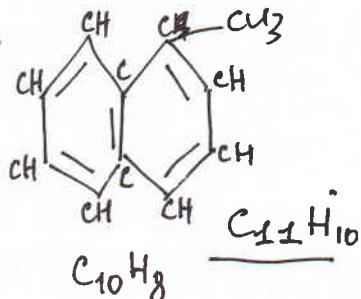
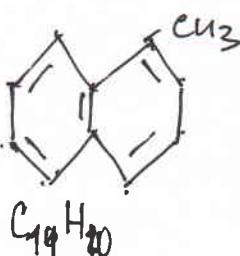
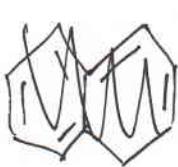
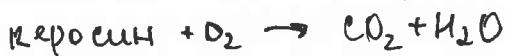
$p \approx 1$



# Чертёжник

3.

Установочное число кер.



$$2 - 11425$$

$$Q_{\text{реакции}} = 32 \cdot 393,5 + 34 \cdot 285,8 - 2 \cdot 456 = \\ = 21397,2$$

$$\frac{0,773x}{26} - \frac{0,773x \cdot 11425}{26} \cdot \frac{1}{2} X_{\text{ки}} - \text{установка}$$

Установка -  $\alpha$ -пентана

$$1.) \begin{cases} x + y = 100 \\ \cancel{\frac{0,773x}{226}} + \cancel{\frac{1,02 \cdot y}{142}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x + y = 100 \\ \frac{0,773x}{226} \cdot \frac{21397,2}{2} + \frac{1,02 \cdot y}{142} \cdot \frac{11425}{2} = 3927,8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x + y = 100 \\ 36,6x + 41y = 3927,8 \\ x = 100 - y \end{cases}$$

Установочное число - 39.

$$36,6(100 - y) + 41y = 3927,8$$

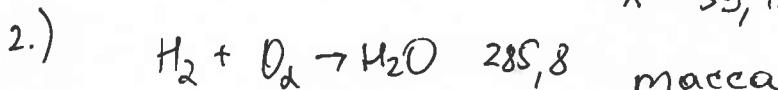
100 мк

$$3660 - 36,6y + 41y = 3927,8$$

$$4,4y = 267,8$$

$$y = 60,864$$

$$x = 39,136$$



$$100 \text{ мк} - 6,773 \cdot 39,136 + 1,02 \cdot 60,864 = 92,333$$

$$x \text{ мк} = 1000000$$

$$x \text{ мк} = 1083036,401$$

$$= 1083036,401 \cdot 0,39136$$

$$Q = \frac{1083036,401 \cdot 0,39136 \cdot 0,773}{226} \cdot \frac{21397,2}{2} + \frac{1083036,401 \cdot 0,60864 \cdot 1,02}{142} \cdot \frac{11425}{2} = \\ = 15510058,46 + 27048400,29 = 42558458,75$$

# Черновик

1 моль - 285,8

X моль - 42558458,75

X = 148909,9 моль

3.)  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$V = \frac{148909,9 \cdot 8,314 \cdot 298}{19,6 \cdot 10^3} = \frac{18823,214}{40} \text{ л}$$

471 баллон

$$471 \cdot 76,5 = 36031,5 \text{ кг}$$

излишне сообразно, т.к. получается  
меньшая масса

# Часть 2

Олимпиада: Химия 11 класс (2 часть)

Шифр: 21301054

ID профиля: 851393

Вариант 1

# Чистовик

## Задача 4

$$n(C) = \frac{15,68}{22,4} = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(H) = \frac{12,6}{18} \cdot 2 = 1,4 \text{ моль}$$

$$\left. \begin{array}{l} m(C+H) = 9,8 \text{ г} \\ n(C) : n(H) : n(O) \\ 0,7 : 1,4 : 0,2 \\ 3,5 : 7 : 1 \end{array} \right\} m(C+H) = 9,8 \text{ г}$$

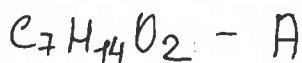
$$m(O) = 3,2 \text{ г}$$

$$n(O) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(C) : n(H) : n(O)$$

$$0,7 : 1,4 : 0,2$$

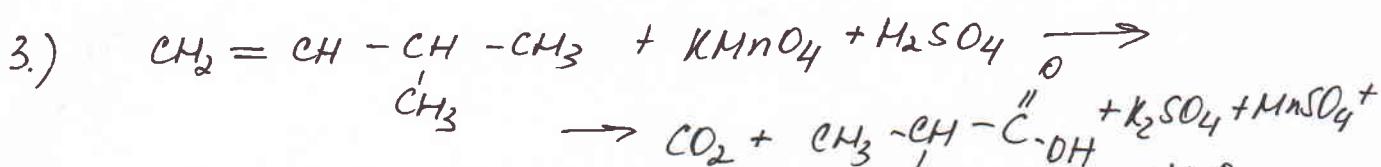
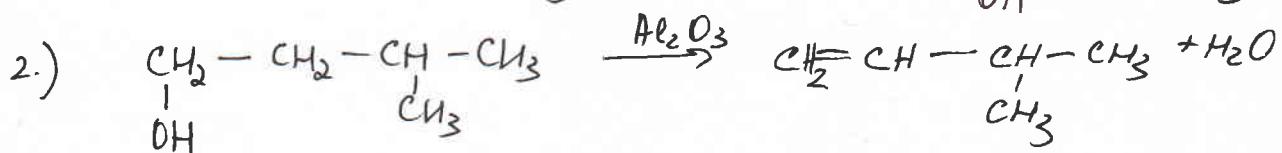
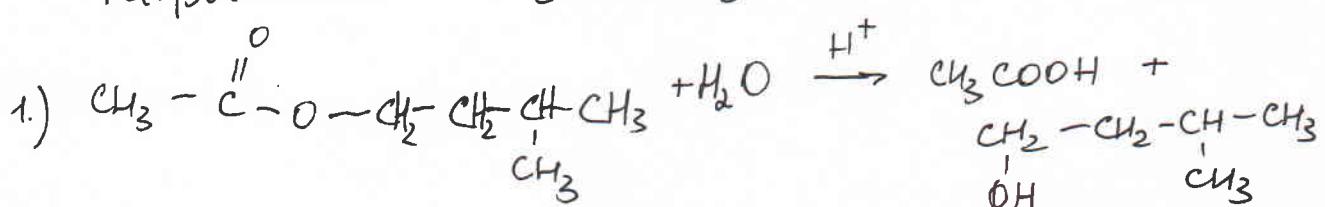
$$3,5 : 7 : 1$$



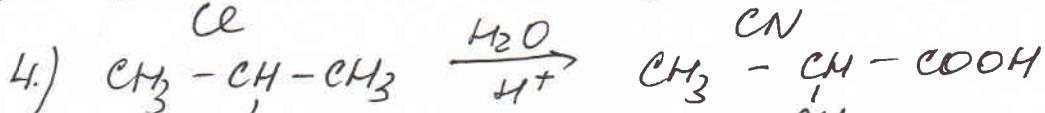
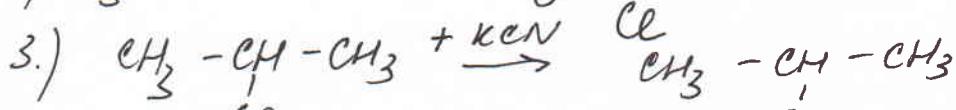
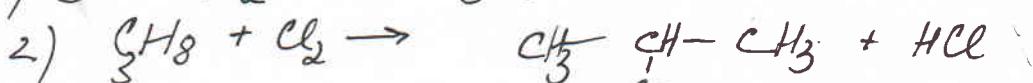
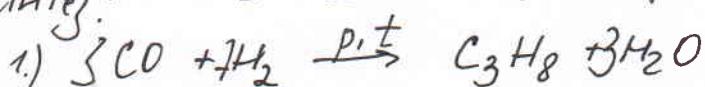
A вероятнее всего эфир, т.к. подвергается гидролизу и при этом пахнет

$$M(B) = \frac{6}{13/M(A)} = \frac{6}{0,1} = 60 \text{ г/моль}$$

Титрование подтверждает, что  $M(B) = 60 \text{ г/моль}$



$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} -$  действителенно содержит третичный атом углерода и  $W(O) = 36,36\%$



- Ответ:
- 1.)  $A - \text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  (изопентионат)
  - 2.) ответы в  
5.)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (яблочная кислота)
  - 3.) решения
  - B -  $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  (3-метилбутаноп-1)
  - Г -  $\text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  (3-метилбутен-1)
  - A -  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} - \text{CH}_3$  (2-метилпропионовая кислота)

# Задача 6

Черновик Чистовик

- 1.)  $4\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2$
- 2.)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pb} + \text{H}_2 + 2\text{HNO}_3 + \text{O}_2$
- 3.)  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ni} + \text{H}_2 + \text{O}_2 + 2\text{HNO}_3$

$$n(\text{AgNO}_3) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль}$$

Сначала проходит электролиз солей содержащих более активный метал, т.е. сначала подвергнется электролизу соль  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ . Для полного её электролиза необходимо затратить

$$0,2 \cdot 59 = \frac{59 \cdot 3 \cdot x}{2 \cdot 96500}$$

$$x = 12866,667 \text{ с}$$

$$\text{Всего время электролиза: } t = 5 \cdot 3600 + 22 \cdot 60 = 19320 \text{ с}$$

$$\text{оставшееся: } 19320 - 12867 = 6453$$

За это время подвергнется электролизу только часть  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , а именно:

$$\frac{207 \cdot 3 \cdot 6453}{2 \cdot 9600} = 20,762$$

$$n(\text{Pb}) = \frac{20,76}{207} = 0,1 \text{ моль}$$

т.е. останется в растворе:  $n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,1 \text{ моль}$   
 $n(\text{AgNO}_3) = 0,4 \text{ моль}$

$$n(\text{HNO}_3) = 0,2 + 0,4 = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{P-pa}) = 670,5 - 20,76 - 11,8 - 0,2 \cdot 2 - 0,2 \cdot 32 - 0,1 \cdot 2 - 0,1 \cdot 32 = 627,742$$

$$\frac{0,6 \text{ моль}}{\alpha \text{ моль}} - \frac{627,74}{102} \quad \alpha = 9,558 \cdot 10^{-3}$$

$$c(\text{H}^+) = \frac{9,558 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,09558$$

$$\text{pH} = 1,02$$

Дополнительное время:

$$0,1 \cdot 207 = \frac{x_1 \cdot 3 \cdot 207}{2 \cdot 96500} \quad x_1 = 6433,335 \text{ с} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 19300 \text{ с}$$

$$0,4 \cdot 108 = \frac{x_2 \cdot 3 \cdot 108}{96500} \quad x_2 = 12866,667 \text{ с}$$

$$t_{\text{полн}} = 322 \text{ мин}$$

Ответ: 1.) в резинках

- 2.)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 - 0,1 \text{ моль}$
- 3.)  $\text{AgNO}_3 - 0,4 \text{ моль}$
- 4.)  $\text{HNO}_3 - 0,6 \text{ моль}$
- 5.) 322 мин
- 6.) 1,02

(2)

# Чертёжник

4.

$$n(C) = \frac{15,68}{22,4} = 0,7 \text{ моль} \quad m(C) = 8,4 \quad \left. \right\} 9,8$$

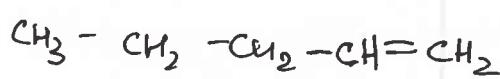
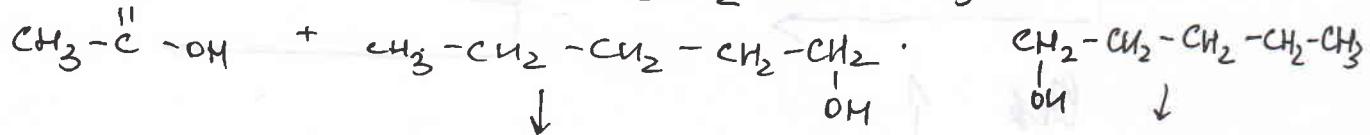
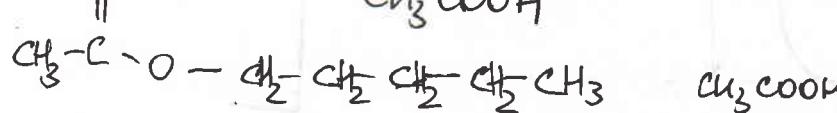
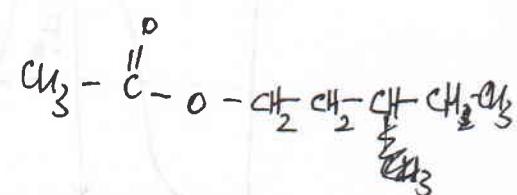
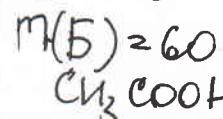
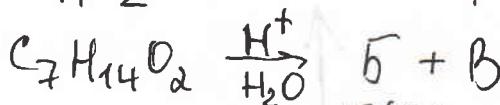
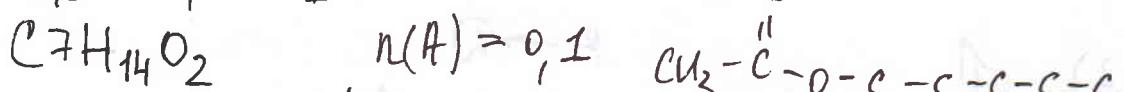
$$n(H) = \frac{12,6}{18} \cdot 2 = 1,4 \text{ моль} \quad m(H) = 1,4$$

$$m(O) = 3,2 \quad n(O) = 0,2 \text{ моль}$$

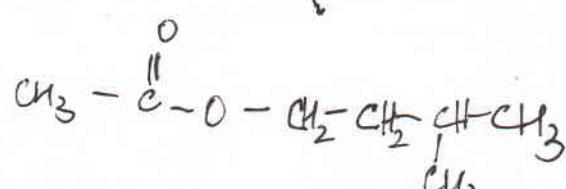
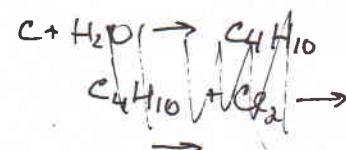
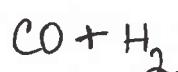
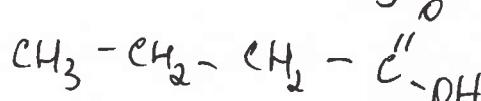
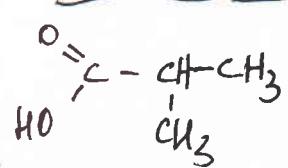
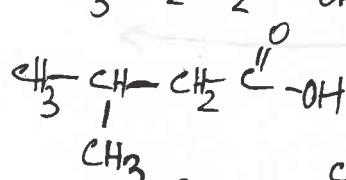
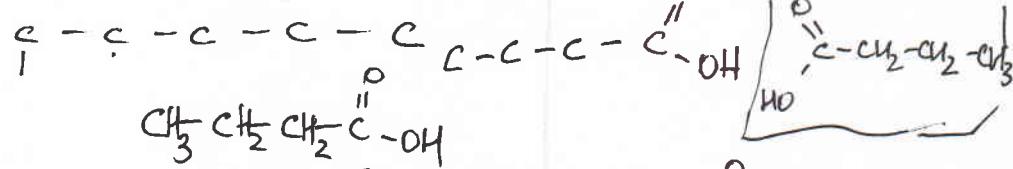
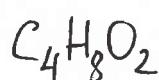
$$n(C) : n(H) : n(O)$$

$$0,7 : 1,4 : 0,2$$

$$3,5 : 7 : 1$$

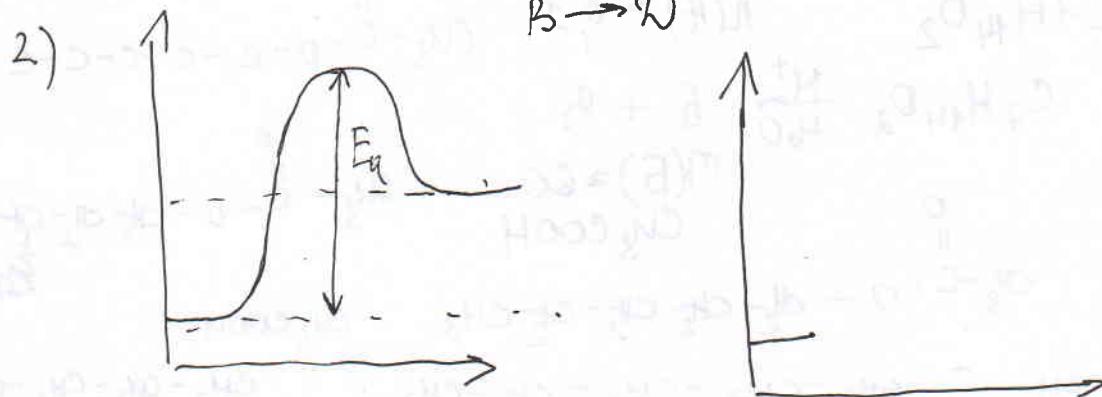
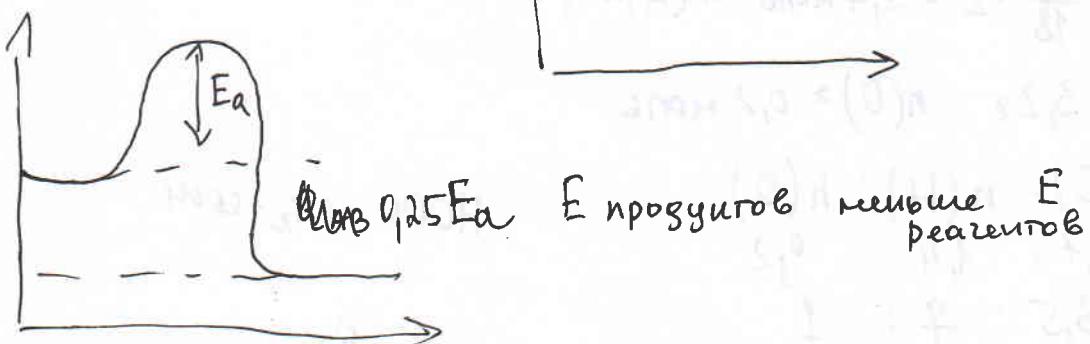
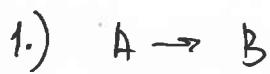
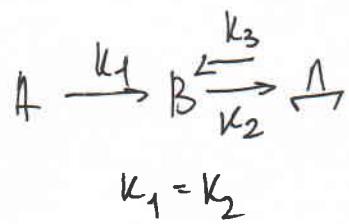
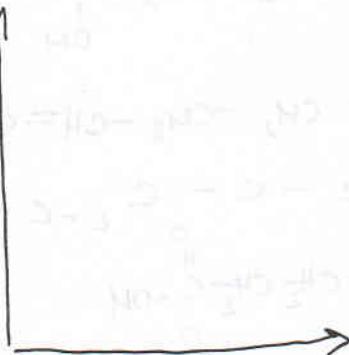


SC

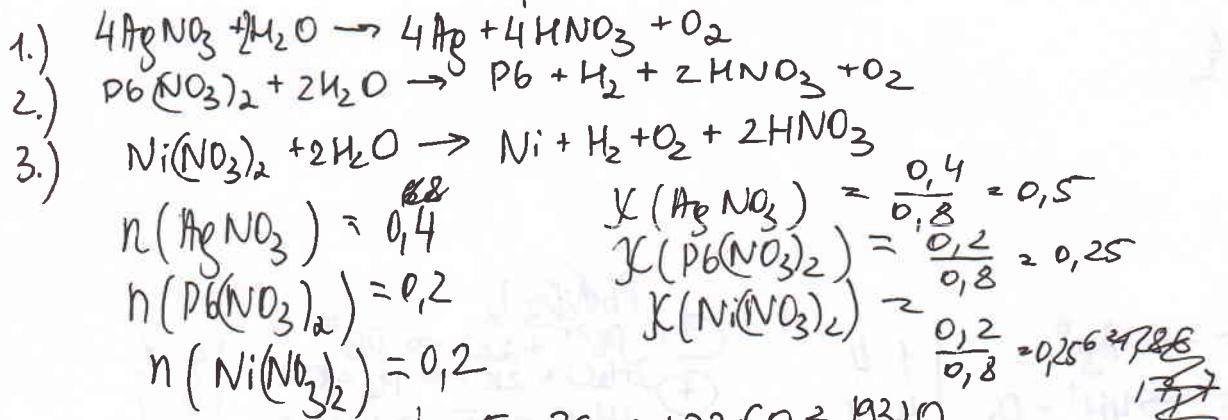


5.

Черновик

~~Без~~

# Черновик



$$n(\text{AgNO}_3) = 0,4 \quad K(\text{AgNO}_3) = \frac{0,4}{0,8} = 0,5$$

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 \quad K(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

$$n(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 \quad K(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

$$t = 5 \cdot 3600 + 2260 = 19320$$

$$m(\text{Ag}) = \frac{108 \cdot 3 \cdot 19320 \cdot 0,5}{2 \cdot 96520} = 32,43$$

$$m(\text{Pb}) = \frac{204 \cdot 3 \cdot 19320 \cdot 0,25}{2 \cdot 96520} = 15,541$$

$$m(\text{Ni}) = \frac{59 \cdot 3 \cdot 19320 \cdot 0,25}{2 \cdot 96520} = 4,43$$

$$n(\text{Ag}) = 0,3$$

$$n(\text{Pb}) = 0,075$$

$$n(\text{Ni}) = 0,075$$

$$n(\text{HNO}_3) =$$

$$= 0,3 + 2 \cdot 0,075 + 2 \cdot 0,075 = 0,6 \text{ моль}$$

51466,667  
857 моль

$$m = \frac{M \cdot n}{M} = \frac{M \cdot Q \cdot 1}{M \cdot E} = \frac{Q \cdot 1}{E}$$

$$569 - 0,6 \\ 10 - x$$

$$x = 0,0105 \text{ моль}$$



$$c[\text{H}^+] = \frac{0,0105}{0,1} = 0,105$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \approx 0,98$$

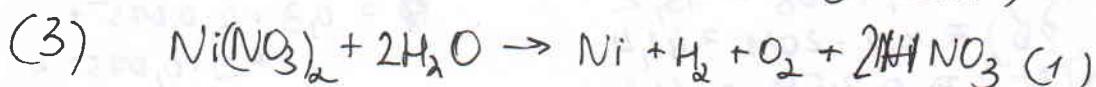
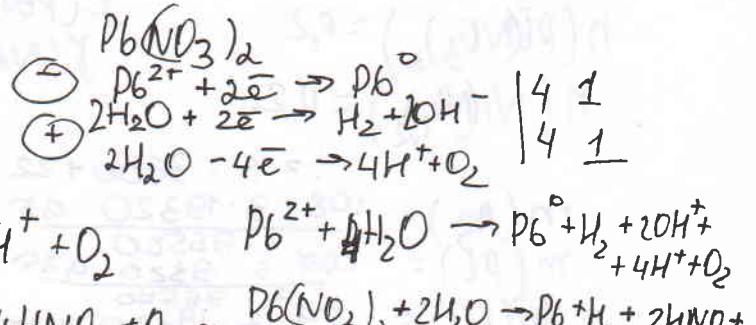
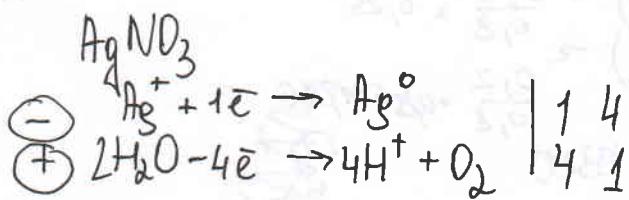
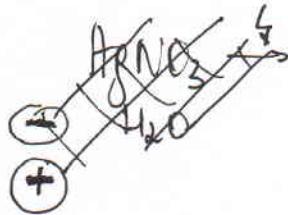
$$m(\text{P}-\text{pa}) = \\ = 670,5 - 43,2 - 41,4 - 11,8 - \\ - \frac{0,3}{4} \cdot 32 - 0,075 \cdot 16 = \\ 2 \cdot 0,075 \cdot 2 = \\ = 569$$

$$n(\text{AgNO}_3) = 0,4 - 0,3 = 0,1 \\ n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 - 0,075 = \\ = 0,125 \\ n(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 - 0,075 = \\ = 0,125$$

$$\frac{108 \cdot 3 \cdot (19320 + x) \cdot 0,5}{2 \cdot 96520} + \frac{204 \cdot 3 \cdot (19320 + x) \cdot 0,25}{2 \cdot 96520} =$$

$$+ \frac{59 \cdot 3 \cdot (19320 + x) \cdot 0,25}{2 \cdot 96520} =$$

# Черновик



$$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \quad m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M \cdot \text{t}}{n \cdot F}$$

$$m_2 = \frac{68}{170} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{66,2}{331} = 0,22 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = \frac{36,6}{183} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ni}) = \frac{59 \cdot 3 \cdot 19320}{2 \cdot 96500} = 17,7$$

$$m(\text{Pb}) = \frac{207 \cdot 3 \cdot 19320}{2 \cdot 96500} = 62,164$$

$$m(\text{Ag}) = \frac{108 \cdot 3 \cdot 19320}{2 \cdot 96500} = 64,857$$

$$\varphi(\text{AgNO}_3) = \frac{0,4}{0,4 + 0,22 + 0,2} = 0,488 \quad m(\text{Ag}) = \frac{108 \cdot 3 \cdot 0,488 \cdot 19320}{96500}$$

$$\varphi(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{0,22}{0,82} = 0,268 \quad m(\text{Pb}) =$$

$$\varphi(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = \frac{0,2}{0,82} = 0,244 \quad m(\text{Ni}) =$$

Если бы

полностью, то

$$m(\text{Ag}) = 0,4 \cdot 108 = 43,2$$

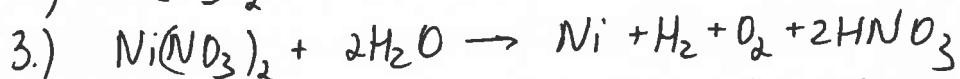
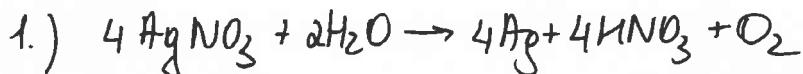
$$m(\text{Pb}) = 0,22 \cdot 207 = 45,54$$

$$m(\text{Ni}) = 0,2 \cdot 59 = 11,8$$

$\nearrow$  Ni полностью

Черновчик  
Черновчик

### Задача 6



$$n(\text{AgNO}_3) = 0,4 \text{ моль} \quad x(\text{AgNO}_3) = \frac{0,4}{0,8} = 0,5$$

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль} \quad x(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

$$n(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль} \quad x(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = 0,2$$

Время варки

$$t = 5 \cdot 3600 + 22 \cdot 60 = 19320 \text{ с}$$

$$m(\text{Ag}) = \frac{108 \cdot 3 \cdot 19320 \cdot 0,5}{196500} = 32,43 \quad n(\text{Ag}) = 0,3$$

$$m(\text{Pb}) = \frac{207 \cdot 3 \cdot 19320 \cdot 0,25}{2 \cdot 96500} = 15,54 \quad n(\text{Pb}) = 0,075$$

$$m(\text{Ni}) = \frac{59 \cdot 3 \cdot 19320 \cdot 0,25}{2 \cdot 96500} = 4,43 \quad n(\text{Ni}) = 0,075$$

Сумма получено