



40-00-95-83
(56.10)



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

Вариант 1

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов по химии
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Тарасова Артёма Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

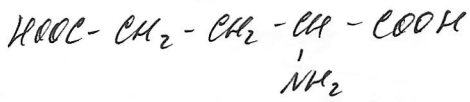
Дата
«03» марта 2024 года

Подпись участника
[Подпись]

40-00-95-83
(56,10)

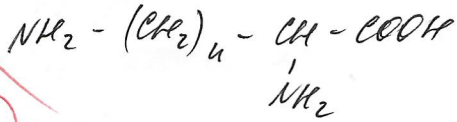
Чистовик

Задача 1.5



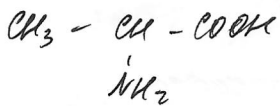
- глутаминовая к-та

в р-ре $\text{pH} < 7$ - банка 2 ($\text{pH} 3,0$)



- лизин

в р-ре $\text{pH} > 7$ - банка 3 ($\text{pH} 9,6$)



- аланин

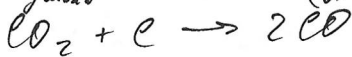
в р-ре $\text{pH} \approx 7$ - банка 1 ($\text{pH} 5,7$)

Задача 2.1

смесь: CO и CO_2

x моль

$\bar{M} = 42,4 \text{ г/моль}$



$D_{\text{H}_2}(\text{см}) = 21,2$

$\bar{M}(\text{см}) = 21,2 \cdot 2 \text{ г/моль} = 42,4 \text{ г/моль}$

• Предположим, что взаимодействие углекислого газа с углем прошло полностью, тогда пусть $\partial(\text{CO})_{\text{нат}} = x$ моль, а

$\partial(\text{CO}_2)_{\text{нат}} = y$ моль, тогда:

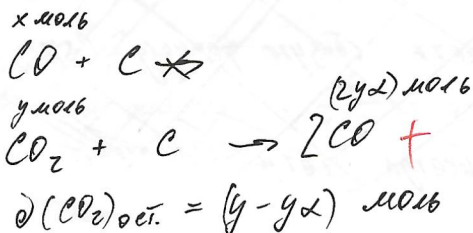
$$\begin{cases} \frac{28x + 44y}{x + y} = 42,4 \\ \frac{x + 2y}{x + y} = 1,5 \end{cases}$$

$\begin{cases} 14,4x = 1,6y \\ 0,5x = 0,5y \end{cases}$

$\begin{cases} y = 9x \\ x = y \end{cases}$ - невозможно - противоречие

• Предположим, что у р-ни углекислого газа с углем есть некоторая степень преобразования (α), оставим обозначения:

$\partial(\text{CO})_{\text{нат}} = x$ моль, $\partial(\text{CO}_2)_{\text{нат}} = y$ моль,



тогда:
 $\begin{cases} y = 9x \\ \frac{x + 2y\alpha + y - y\alpha}{x + y} = 1,5 \end{cases}$

1	2	3	4	5	6	7	8
6	10	12	14	14	16	15	9

Аппенд

97
силь

Чистовик

Задача 3.5

терять массу при нагревании могут двухосновные карбоновые к-ты, поэтому предположим, что сложный эфир состоит из двухосновной карбоновой к-ты и одноатомного спирта, тогда:

$m(\text{NaOH}) = 44 + 23 - 47 = 20 \text{ г}$; $\nu(\text{NaOH}) = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ моль}$ +

$\nu(\text{A}) = \frac{1}{2} \nu(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ моль} = \nu(\text{спирта})$ карб. к-ты

$\nu(\text{карб. к-ты}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$

$M(\text{спирта}) = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ +

$M(\text{карб. к-ты}) = \frac{44}{0,25} = 176 \text{ г/моль}$

общ. формула натриевых солей двухосновных карб. к-т: $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}\text{O}_4\text{Na}_2$ +

$M(\text{C}_n\text{H}_{2n-4}\text{O}_4\text{Na}_2) = (4n + 106) \text{ г/моль}$

$4n + 106 = 176$

$n = 5 \Rightarrow \text{NaOOC} - (\text{CH}_2)_3 - \text{COONa}$, т.к. неразветвленное строение +

$M(\text{A}) = \frac{47}{0,25} = 188 \text{ г/моль}$ +

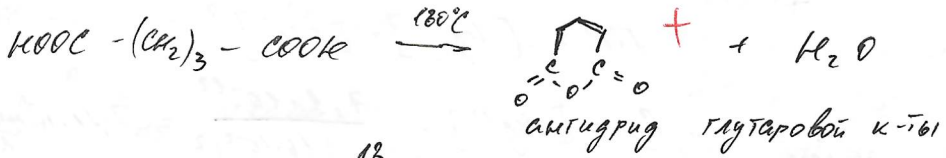
общ. формула такого сложного эфира: $\text{C}_m\text{H}_{2m-2}\text{O}_4$

$M(\text{C}_m\text{H}_{2m-2}\text{O}_4) = (4m + 62) \text{ г/моль}$

$4m + 62 = 188$

$m = 9 \Rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OOC} - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOC}_2\text{H}_5 - \text{A}$ +

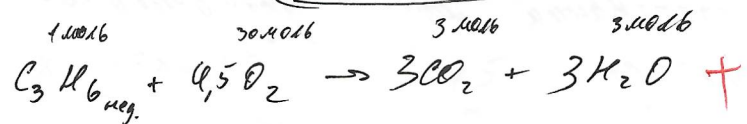
данный сложный эфир соответствует "предположению" и карб. к-те и спирту.



потеря массы: $\frac{18}{132} \cdot 100\% = 13,64\%$

Чисто бак

Задача 4.4



$$Q_{р-ии} = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 241,8 + 20,4 = 1926,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} +$$

$$Q_{нагрева} = 1 \cdot 1926,3 = 1.926,3 \text{ кДж}$$

$$Q = c \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{cD} = \frac{1.926.300}{25,5 \cdot 34,7 + 3 \cdot 53,5 + 3 \cdot 43} = 1640,3 +$$

$$T_{наг.} = 25 + 273 = 298 \text{ К}$$

$$T_{кон.} = 1640,3 + 298 = 1938,3 \text{ К} +$$

Задача 5.1



Пусть: $\partial(Mg(OH)_2)_{\text{растворённого}} = x$ моль, тогда $\partial(Mg^{2+}) = x$ моль

$\partial(OH^{-}) = (2x)$ моль, а объём р-ра равен 1 л.

$$ПР = [Mg^{2+}] \cdot [OH^{-}]^2 +$$

$$x \cdot (2x)^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$x = 1,21 \cdot 10^{-4}$$

$$c = \frac{1,21 \cdot 10^{-4}}{1} = 1,21 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{л}} - \text{растворимость гидроксида магния}$$

$$c[OH^{-}] = 2 \cdot 1,21 \cdot 10^{-4} = 2,42 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{л}} +$$

$$pOH = 3,62$$

$$pK = 14 - 3,62 = 10,38 - pK \text{ раствора над осадком } Mg(OH)_2 +$$

$$pH = 12,5$$

$$ПР = [Mg^{2+}] \cdot [OH^{-}]^2$$

$$pOH = 1,5$$

$$c = [Mg^{2+}] = \frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{(3,16 \cdot 10^{-2})^2} = 7,11 \cdot 10^{-8} \frac{\text{моль}}{\text{л}} +$$

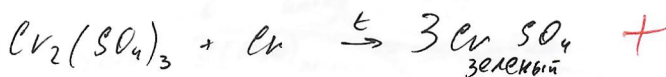
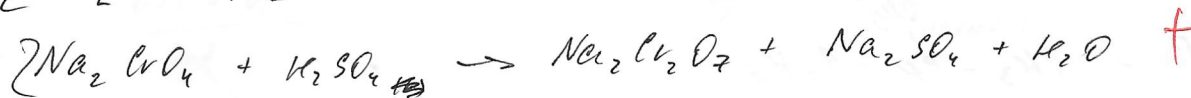
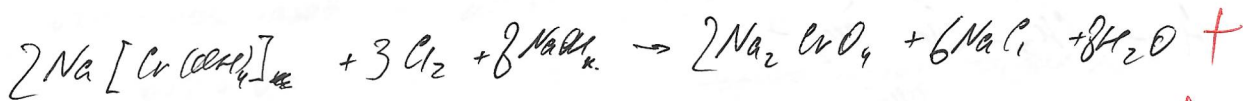
$$c[OH^{-}] = 3,16 \cdot 10^{-2} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

растворимость $Mg(OH)_2$ при pH 12,5

$$S = 7,11 \cdot 10^{-8} \cdot 58 = 4,12 \cdot 10^{-7} \frac{\text{г}}{\text{л}} +$$

Чистовик

Задача 6.5



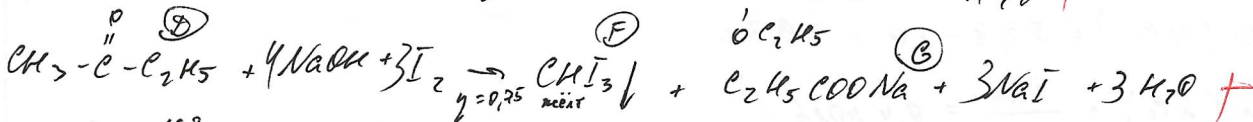
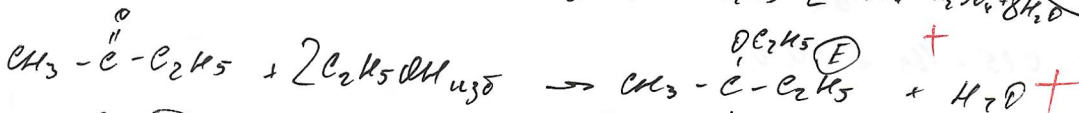
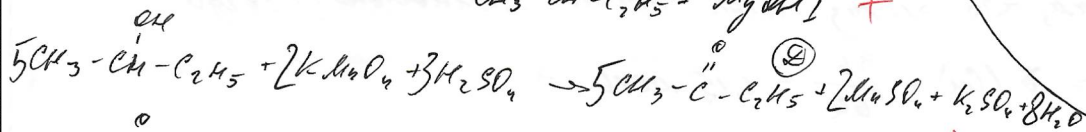
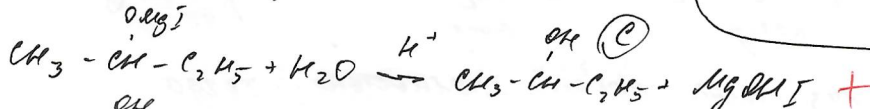
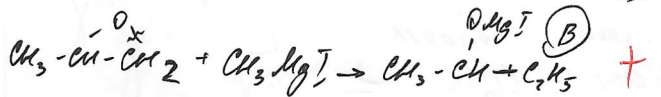
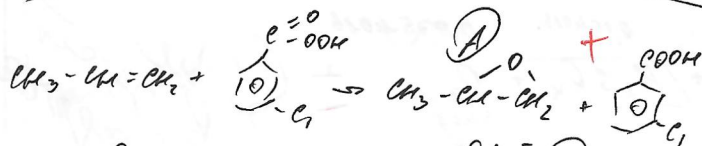
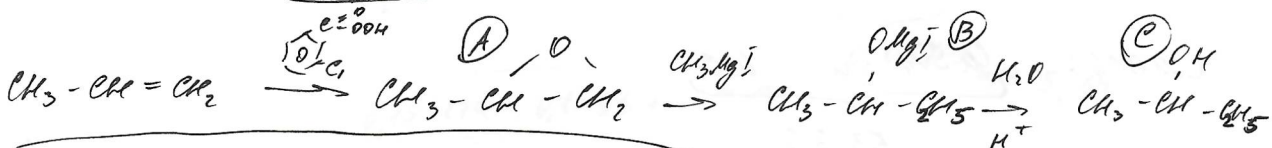
A - Cr

X₁ - Na[Cr(OH)₄]

X₂ - Na₂CrO₄

X₃ - Na₂Cr₂O₇

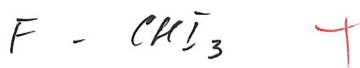
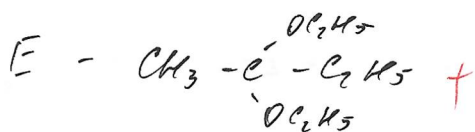
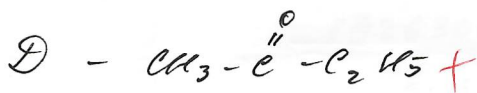
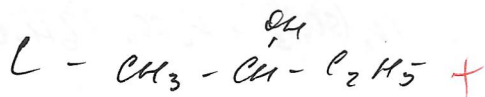
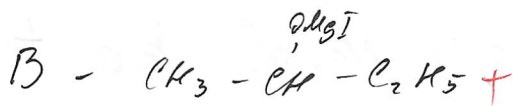
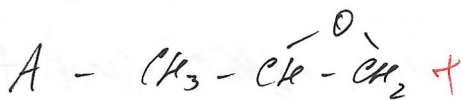
Задача 7.1



$$m(\text{F}) = \frac{108}{72} \cdot 0,75 \cdot 394 = 44,325 \%$$

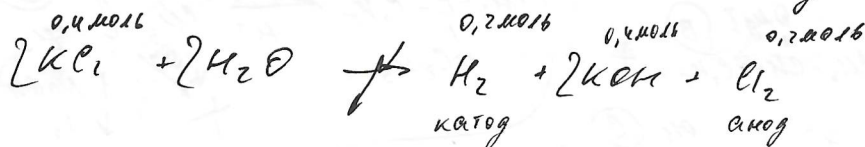
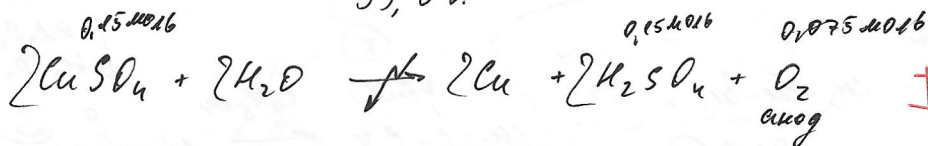
Часто так

Задача 7.1 (продолжение)



Задача 8.4

смесь: CuSO_4 и KCl ,
53,8 г.



не стоит в задании

Предположим, что эти две соли прошли полностью, тогда:

$\nu(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{Cu}) = \frac{3,6}{64} = 0,15 \text{ моль} +$

$m(\text{CuSO}_4) = 0,15 \cdot 160 = 24 \text{ г.}$

$m(\text{KCl}) = 53,8 - 24 = 29,8 \text{ г.}$

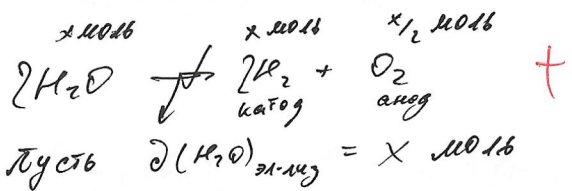
$\nu(\text{KCl}) = \frac{29,8}{74,5} = 0,4 \text{ моль} +$

Частовак 1

Задача в.ч. (продолжение)

отношение газов на аноде и катоде:

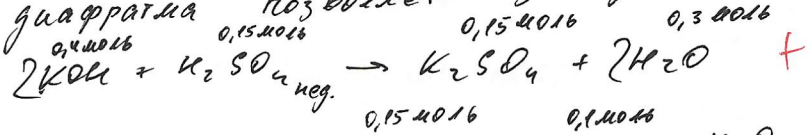
$$\frac{0,075 + 0,2}{0,2} = \frac{11}{8} \neq \frac{2}{3} \Rightarrow \text{Электролиз продолжали и после полного разложения соли}$$



$$\frac{0,275 + x/2}{0,2 + x} = \frac{2}{3}$$

$$x = 0,85$$

диаграмма позволяет взаимодействовать:

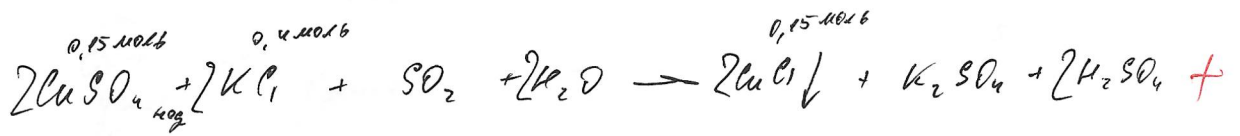


р-р концентрированный: K_2SO_4 ; KOH ; H_2O

$$n(\text{H}_2\text{O})_{\text{ост}} = \frac{450}{18} - 0,15 - 0,4 - 0,85 + 0,3 = 23,9 \text{ моль}$$

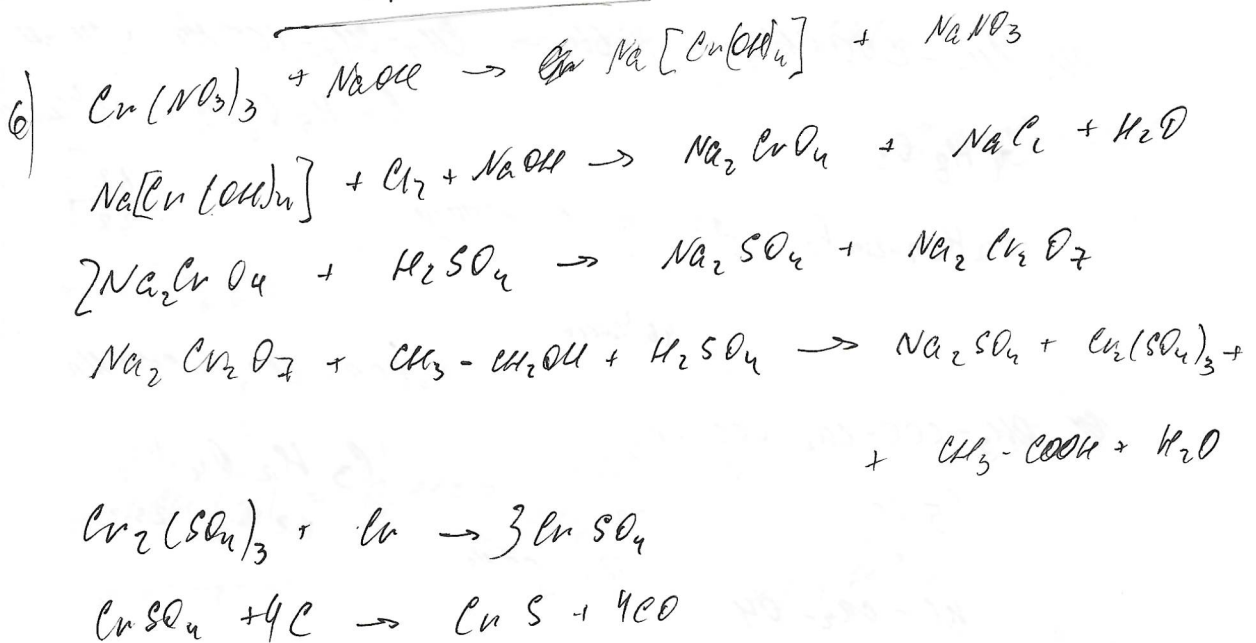
$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4)_{\text{кон.}} = \frac{0,15 \cdot 174}{0,15 \cdot 174 + 0,1 \cdot 56 + 23,9 \cdot 18} = 0,0565 \text{ или } 5,65\%$$

$$\omega(\text{KOH})_{\text{кон.}} = \frac{0,1 \cdot 56}{461,9} = 0,0121 \text{ или } 1,21\%$$



$$m(\text{CuCl}) = 0,15 \cdot 99,5 = 14,925 \text{ г}$$

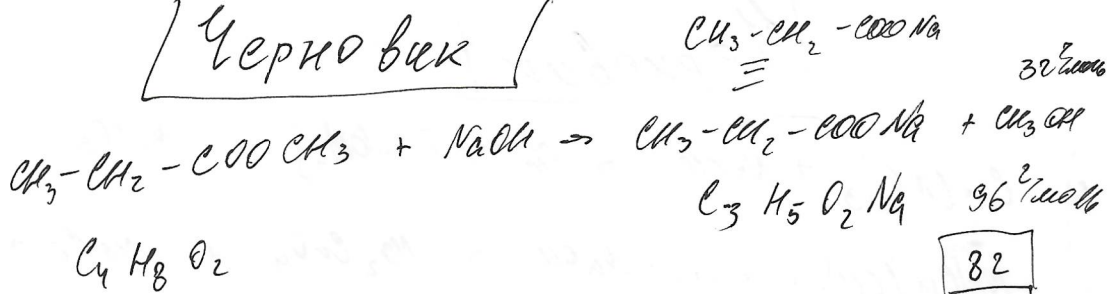
Черновик



- 1) $HOOC-CH_2-\underset{NH_2}{\overset{|}{CH}}-COOH$ - глутаминовая к-та
 pH < 7 (2,9) - ②
 $NH_2-(CH_2)_n-\underset{NH_2}{\overset{|}{CH}}-COOH$ - лизин
 pH > 7 (9,6) - ③
 $CH_3-\underset{NH_2}{\overset{|}{CH}}-COOH$ - аланин
 pH ≈ 7 (5,7) - ①

2) $\underbrace{CO \text{ и } CO_2}_{\substack{\text{х моль} \quad \text{у моль} \\ \text{х моль} \quad \text{у моль}}}$
 $\bar{M} = 42,4 \text{ г/моль}$
 $CO + C \rightarrow CO$
 $CO_2 + C \rightarrow 2CO$
 $28x + 44y = 42,4$
 $x + y = 1,5$
 $28x + 44y = 42,4 \Rightarrow 28x + 44y = 42,4x + 44y$
 $14,4x = 1,6y$
 $y = 9x$
 $\frac{x + 18x}{10x} = 1,9 \neq 1,5 \Rightarrow CO_2 \text{ превратится в } CO \text{ не полностью}$
 $\frac{x + 2y + y - y}{x + y} = 1,5 \Rightarrow \frac{x + 18x\alpha + 9x - 9x\alpha}{10x} = 1,5$
 $\frac{10 + 9x}{10} = 1,5$
 $10 + 9\alpha = 15$
 $\alpha = \frac{5}{9} = 0,5556$
 $\frac{10x + 9x\alpha}{10x} = 1,5$

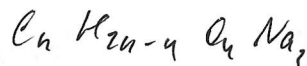
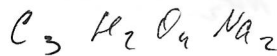
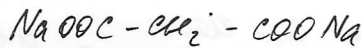
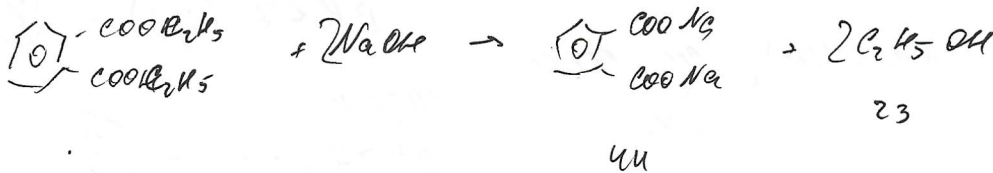
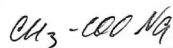
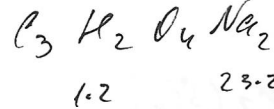
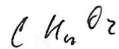
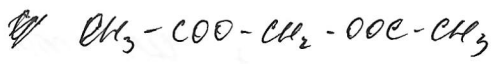
Черновик



82
88

$\text{C}_n\text{H}_{2n-2m}\text{O}_2$, где m ст. карбокс.

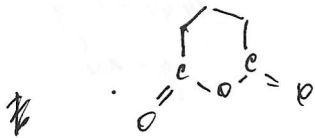
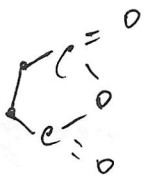
46 г/моль



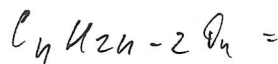
$14n + 106 = 176$

$14n = 70$

$n = 5$

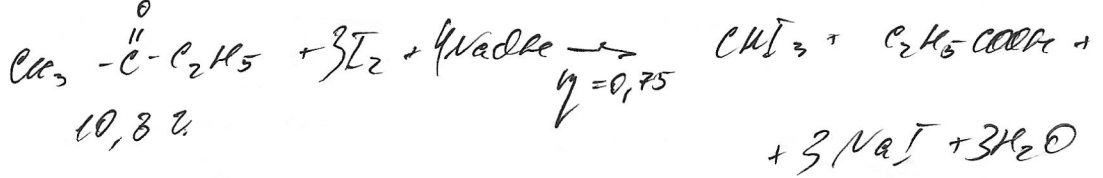


~~CH₃COO~~



~~$14n + 62 = 94$~~

Черновик



$$D(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}) = \frac{10,8}{64} = 0,15$$

$$D(\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2) = 0,15 \cdot 0,75 = 0,1125$$

$$m(\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2) = 0,1125 \cdot 394 = 44,325 \text{ г}$$

диафрагма
 → двойная
 гджение
 двойственный

