



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов по химии  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Ксенюва Анна Сергеевна  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 13:33 Касья  
Возвращение 13:39 Касья

Дата

«12» марта 2023 года

Подпись участника

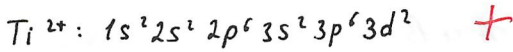
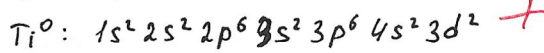
Касья

Вариант 2. Чистовик

91 ~~девятого~~  
Одесс

№ 1.4.

Пример X: Ti



Титан подходи, т.к. его порядковый номер равен 22 (т.е. внешний электрон), число пар спаренных эл-нов = 10, число занятых мест-ленном эл-нов = 2 (в пять раз меньше, то есть 10).

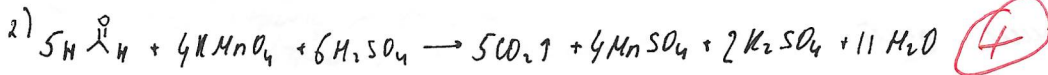
№ 2.1.

Претионовая н-та (CH<sub>3</sub>COOH) - III +

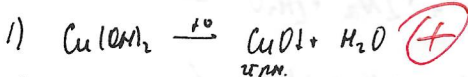
Формальдегид (HCHO) - I +

Ацетон (CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>) - II +

Реакции с I:

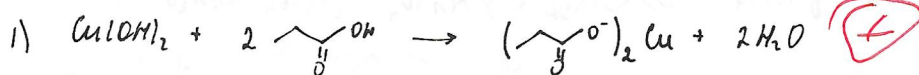


Реакции с II:



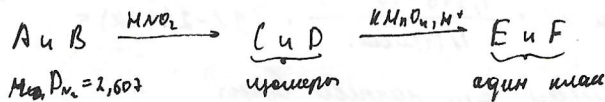
2) -

Реакции с III:



2) -

№ 3.6



Т.к. окисление водородом C и D было получено по реакции с азотистой кислотой (2KMnO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 2MnO<sub>2</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), а затем окислениями кислородом р-ром KMnO<sub>4</sub>, можно сказать, что C и D - первичные спирты, A и B - первичные алколы; соответственно E и F - карбоксильные кислоты. (вторичные и третичные реагируют не так)

Т.к. C и D - спирты, можно сделать вывод, что A и B также являются спиртами (в реакции с азотистой кислотой происходит лишь замещение алкольного на гидрокси-, соответственно A и B одинаковые молярные массы и M<sub>спирт</sub> = M<sub>A</sub> = M<sub>B</sub>.)

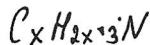
M<sub>спирт</sub> = 28 · 2,607 ≈ 73 г/моль = M<sub>A</sub> = M<sub>B</sub>. (+)

1/2/3/4/5/6/7/8/9  
10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20

Зритель  
Кузнецова

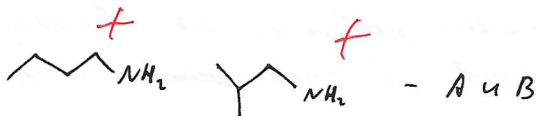
Вар. 2. Чистовик

Зная, что А и В - первичные амины, можно предположить формулы

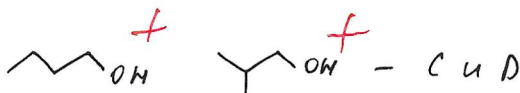


$$12x + 2x + 3 + 14 = 73$$

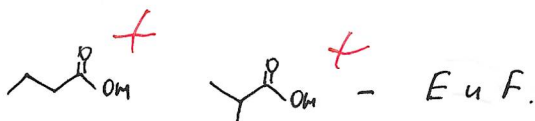
$x = 4 \Rightarrow C_4H_{11}N$  - формулы для А и В



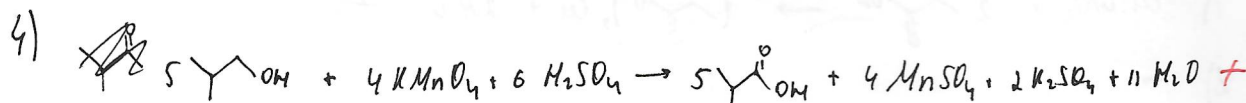
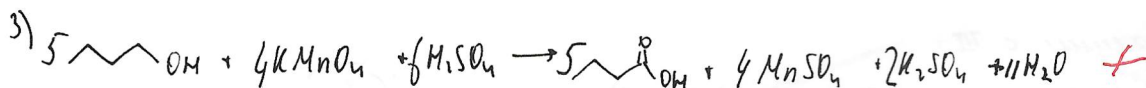
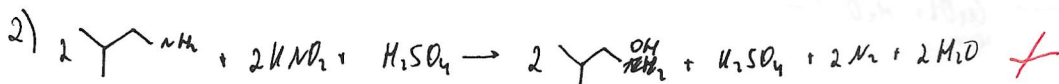
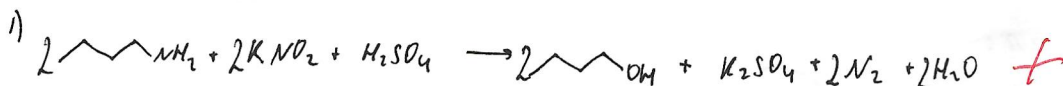
По реакции с  $KMnO_4$  получаем вторичные спирты:



После р-ии с  $KMnO_4$  получаем карб. кислоты:



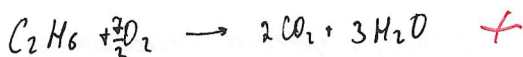
Уравнения р-ий:



~ 4.2

$$Q_{H_2O} = 25,31 \cdot 1,179 \cdot 10^3 \cdot 25,31 \text{ (Дж/(моль} \cdot \text{К))} \cdot \frac{1,179 \cdot 10^3 \text{ (г)}}{18 \text{ (г/моль)}} \cdot (98-24) \text{ (К)} = 365027,57 \text{ Дж} \text{ (+)}$$

- теплота, необходимая для нагрева воды.



$$Q_{\text{сгорания}} = 2 \cdot 294,2 + 3 \cdot 2 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 - 84,7 = 1559,2 \text{ кДж/моль}$$

- теплота, выделяющ. при сгорании 1 моль этана

$$n(C_2H_6) = \frac{Q_{H_2O}}{Q_{\text{сгорания}}} = \frac{365027,57 \text{ (Дж)}}{1559200 \text{ (Дж/моль)}} \approx 0,234 \text{ моль (+)}$$

$$V(C_2H_6) = \frac{n(C_2H_6) \cdot R \cdot T}{P} = \frac{0,234 \text{ (моль)} \cdot 8,314 \text{ (Дж/(моль} \cdot \text{К))} \cdot 288 \text{ (К)}}{\frac{730}{760} \cdot 101,325 \text{ (кПа)}} \approx 5,76 \text{ л (+)}$$

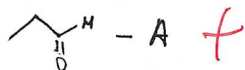
Ответ: 5,76 л (+)

Вар. 2. Чистовик

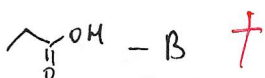
ч. 5.5

Т.к. А - циклический маслен. альдегид, его брутто-формулу можно записать как  $C_xH_{2x}O$

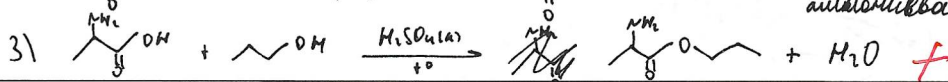
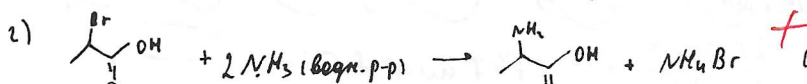
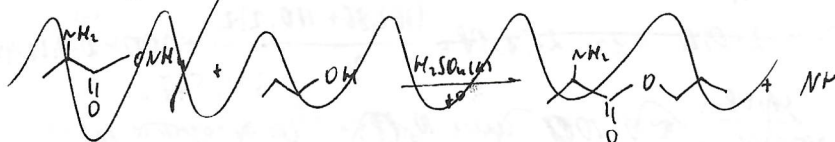
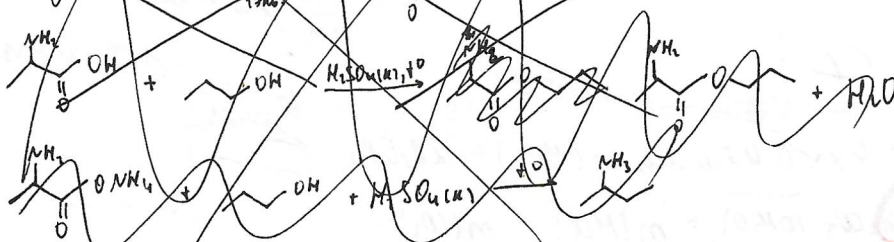
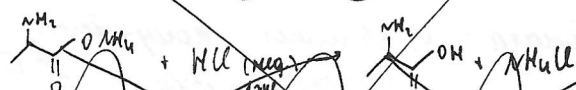
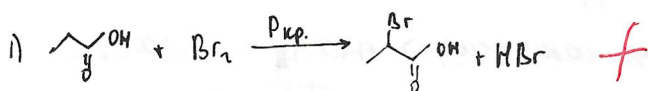
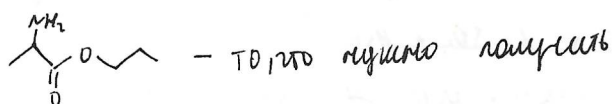
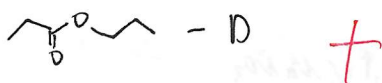
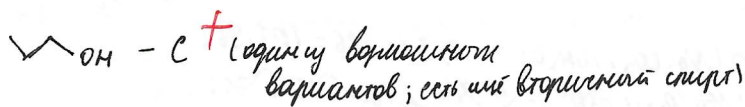
$$w(H) = \frac{2x}{12x + 2x + 16} = 0,1035 \Rightarrow x = 3, C_3H_6O$$



При действии на А подкисл. р-ра  $KMnO_4$  получаем пропионовую кислоту.



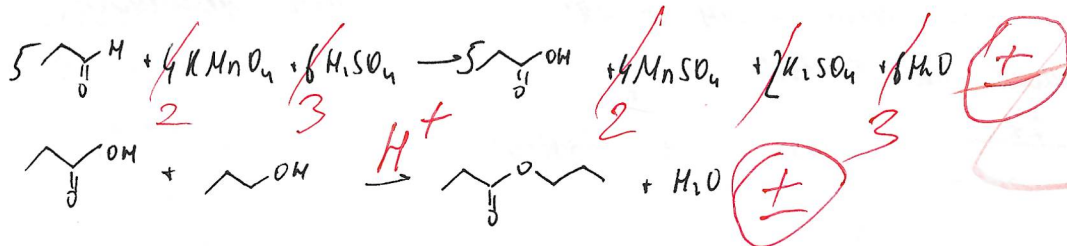
В реагирует со спиртом С, при этом массовые доли в обр. соед-и таковы же, как и в А. Т.к. D - сложнейший эфир, он имеет 2 карбоната  $\Rightarrow C_6H_{12}O_2$  - брутто-формула D,  $C_3H_8O$  - формула С



(по части реакции образования аммонийной соли, для удобства пишите в виде  $H^+$ -ти)

Вар. 2. Чистовик

Реакции с А-Р:



н 6.6

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ : 21,8 г на 100 г воды  $\Rightarrow$  в 110,2 г воды будет 24,0236 г.

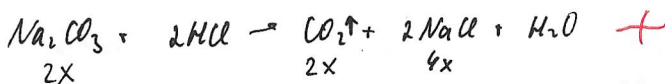
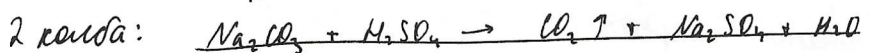
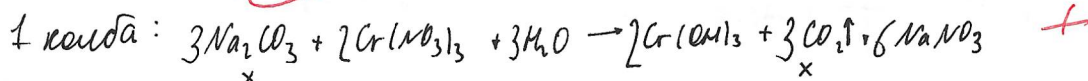
$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$$

Пусть взяли  $x$  моль - необходимого кол-во  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Тогда:

$$\frac{21,8}{100} = \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot x}{10M(\text{H}_2\text{O}) \cdot x + 110,2}$$

$$\frac{21,8}{100} = \frac{106x}{180x + 110,2}$$

$$x = 0,36 \text{ (моль)} \quad \Rightarrow \quad m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,36 \cdot 286 = 102,96 \text{ г}$$



Т.к.  $2V_{\text{CO}_2 \uparrow \text{I}} = V_{\text{CO}_2 \uparrow \text{II}}$  (при одинак. усл.)  $\Rightarrow n(\text{CO}_2)_{\text{II}} = 2n(\text{CO}_2)_{\text{I}}$ .

Пусть в 1 колбе выделилось  $x$  моль  $\text{CO}_2$ , тогда во 2 колбе  $2x$  моль  $\text{CO}_2$ .

По ур-нию р-ции получаем, что  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{I}} = x$ ,  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{II}} = 2x$  (моль).

Т.к. исходное кол-во в-ва карбоната = 0,36 моль, получаем:

$$x + 2x = 0,36$$

$$x = 0,12 \text{ (моль)} \quad (+)$$

Тогда  $n(\text{NaCl}) = 4x = 0,48 \text{ моль}$ ,  $m(\text{NaCl}) = 28,08 \text{ г}$ .

$$m_{\text{р-ра 2}} = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HCl}) - m(\text{CO}_2) =$$

$$= 2 \cdot 0,12 \cdot 286 + 200 - 2 \cdot 0,12 \cdot 44 = 258,08 \text{ г} \quad \frac{102,96 + 110,2 \cdot 2}{3} + 200 - 2 \cdot 0,12 \cdot 44 =$$

$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m_{\text{р-ра 2}}} = \frac{28,08 \text{ г}}{258,08 \text{ г}} \approx 0,109 \text{ или } 10,9\% \quad (\text{или } 10,9\% \text{ (если точнее, 11)})$$

Ответ: 10,9%  $(-)$

Ответ: 8,5%  $(-)$

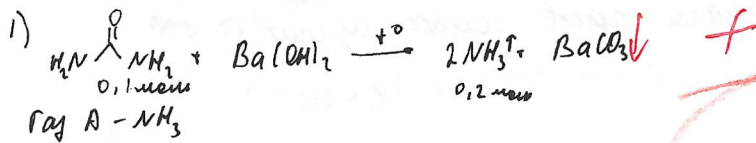
просили только во второй колбе!

Вар. 2. Числовик

93-33-38-67  
(04.15)

р. 1

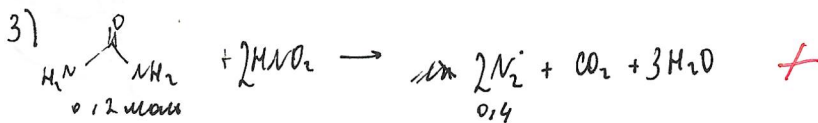
Смес. - ?



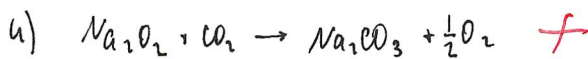
$n(\text{HCl})_0 = 0,2 \text{ л} \cdot 1,00 \text{ г моль}^{-1} = 0,201 \text{ моль} = n(\text{H}^+)_0$

$n(\text{H}^+)_{\text{кон}} = 10^{-2,3} \cdot 0,2 = 10^{-3} \text{ моль} = n(\text{HCl})_{\text{кон}}$

$n(\text{NH}_3) = n(\text{H}^+)_0 - n(\text{H}^+)_{\text{кон}} = 0,201 - 0,001 = 0,2 \text{ (моль)} \Rightarrow n_{\text{мес. I}} = 0,1 \text{ моль}$



с пероксидом натрия мажирует только  $\text{CO}_2$ :



$V(\text{N}_2) = 2V(\text{NH}_3) \text{ (при одинак. ум.)} \Rightarrow n(\text{N}_2) = 2n(\text{NH}_3) = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow$

$\Rightarrow n_{\text{мес. II}} = 0,2 \text{ моль}$

$n_{\text{мес. обш.}} = n_{\text{мес. I}} + n_{\text{мес. II}} = 0,1 + 0,2 = 0,3 \text{ (моль)}$

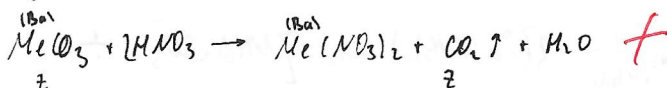
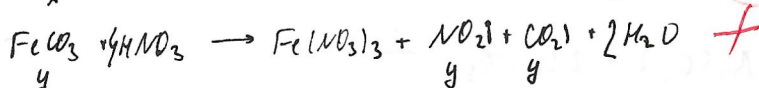
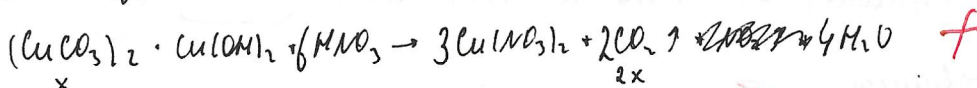
$\text{Смес.} = \frac{n_{\text{мес. обш.}}}{V_{\text{р-ра}}} = \frac{0,3 \text{ моль}}{0,13 \text{ л}} \approx 2,3 \text{ моль/л}$

ответ:  $2,308 \text{ моль/л}$

своб  
→  $\text{O}_2$  и  $\text{N}_2$ !

р. 2

Пусть  $n(\text{CuCO}_3) = n(\text{Cu(OH)}_2) = x \text{ моль}$ ,  $n(\text{FeCO}_3) = y \text{ моль}$ ,  $n(\text{MeCO}_3) = z \text{ моль}$ ,  
 $M(\text{MeCO}_3) = M$ .



$\text{Газов} = n_{\text{газов}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \text{ (кПа)} \cdot 29,34 \text{ (л)}}{8,314 \text{ (л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ (К)}} = 1,2 \text{ моль} \Rightarrow 2x + 2y + z = 1,2 \text{ моль}$

Т.к. масса = 148,2 г  $\Rightarrow 346x + 116y + (M+60)z = 148,2$

Вар. 1. Чистовик

С сульфатом натрия реагирует только <sup>MeCO<sub>3</sub>,<sub>2</sub></sup> ~~MeCO<sub>3</sub>~~, образуя нерастворимый осадок  $\Rightarrow (M+96)z = 93,2$ .

В сф. водного р-ра аммиака раств. только сульфат  $\Rightarrow$  <sup>(нераств. осадки - FeCO<sub>3</sub> и MeCO<sub>3</sub>)</sup> масса сульфата составит  $148,2 - 113,6 = 34,6$  (г)  $\Rightarrow$

$2) 346x = 34,6$ .

Составим ~~ее~~ и решим систему уравнений:

$$\begin{cases} 2x + 2y + z = 1,2 \\ 346x + 116y + (M+60)z = 148,2 \\ (M+96)z = 93,2 \\ 346x = 34,6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,1 \\ z = \frac{93,2}{M+96} \\ y = \frac{1,2 - 0,2 - \frac{93,2}{M+96}}{2} = 0,5 - \frac{46,6}{M+96} \end{cases}$$

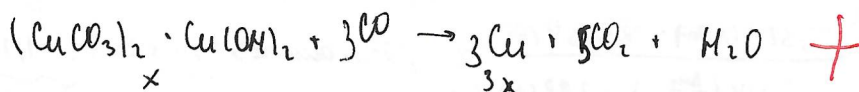
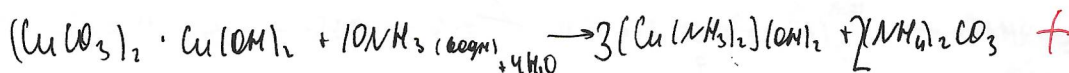
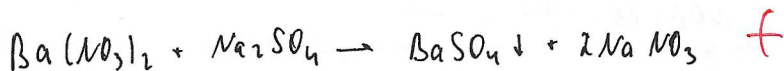
$$34,6 + 116 \left( 0,5 - \frac{46,6}{M+96} \right) + \frac{93,2(M+60)}{M+96} = 148,2$$

$$92,6 - \frac{116 \cdot 46,6}{M+96} + \frac{93,2}{M+96} = 148,2$$

$$92,6 - \frac{116 \cdot 46,6}{M+96} + \frac{93,2(M+60)}{M+96} = 148,2$$

$M = 132$  (г/моль)  $\Rightarrow$  ~~Ba~~ Me - Ba, MeCO<sub>3</sub> - BaCO<sub>3</sub>

Реакции (составленные):



п.с.р. =  $x = 0,1$  моль  $\Rightarrow n(Cu) = 3x = 0,3$  моль  $\Rightarrow m(Cu) = 0,3 \cdot 64 = 19,2$  (г)

