



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

*дешифр.*

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по ХИМИИ  
профиль олимпиады

Кокориной Полины Александровны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

*Выход 13:17 Часы*  
*Возвращение 13:22 Часы*

Дата  
«12» МАРТА 2023 года

Подпись участника  
*ПК*

18-13-97-71  
(64.18)

Задача 4.2

чистовик



$T = 15.0^\circ C$   
 $p = 730 \text{ мм рт.ст}$

$T_1 = 24^\circ C$   
 $T_2 = 98^\circ C$   
 $m_B = 1,149 \text{ г}$

Найдем количество теплоты, которая пошла на нагрев воды:  
 $Q_B = \nu \cdot c_B \cdot \Delta T = \frac{m_B}{M_B} \cdot c_B \cdot (T_2 - T_1)$ , где  $m_B$  - масса воды (г)

$M_B$  - молярная масса воды (г/моль)

$c_B$  - теплоемкость воды

1	2	3	4	5	6	7	8	$\Sigma$
6	8	10	12	14	14	17	17	98

98  
Девяносто восемь

Физик -  
Математик

$Q_B = \frac{1149}{18} \cdot 45,31 \cdot (98 - 24) = 365027,57 \text{ Дж}$  - это количество

теплоты численно равно количеству теплоты ( $Q_{сгор}$ ), выделяющемуся при сгорании ~~нужного~~ этана, объем ( $V_э$ ) которого нужно найти.  $Q_B = Q_{сгор} = 365027,57 \text{ Дж}$

Найдем количество теплоты, выделяющееся при сгорании 1 моль этана ( $Q_{на 1 моль}$ ):

$Q_{на 1 моль} = 2 \cdot Q_{обр}(CO_2) + 3 \cdot Q_{обр}(H_2O) - Q_{обр}(C_2H_6)$ , где  $Q_{обр}(CO_2)$ ,  
 $Q_{обр}(C_2H_6)$ ,  
 $Q_{обр}(H_2O)$  -

$Q_{на 1 моль} = 2 \cdot 393,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 3 \cdot 285,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - 84,7 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} =$   
 $= 487 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 857,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - 84,7 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} =$   
 $= 1559,7 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = 1559700 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$  теплоты образования соответствующих веществ в скобках

Зная количество теплоты, выделившееся при сгорании  $V_э$  этана и количество теплоты, выделяющееся при сгорании 1 моль этана, можно найти количество этана, которое сожгли

$V_э = \frac{Q_{сгор}}{Q_{на 1 моль}} = \frac{365027,57 \text{ Дж}}{1559700 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}} = 0,234 \text{ моль}$

Теперь найдем  $V_э$ , воспользовавшись уравнением Менделеева-Клапейрона:  $pV = \nu RT \Rightarrow V = \frac{\nu RT}{p}$ ;  $p = 730 \text{ мм рт.ст} = \frac{730 \cdot 101,325}{760} \text{ кПа}$

$T = 15,0^\circ C = 288 \text{ K}$

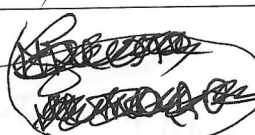
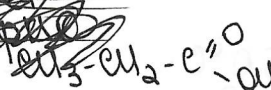
$R = 8,314$

$V = \frac{0,234 \cdot 8,314 \cdot 288}{730 \cdot 101,325} \cdot 760 = 5,457 \text{ (л)}$

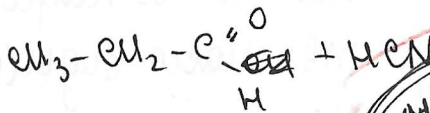
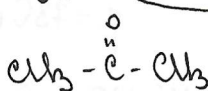
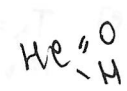
Ответ: 5,457 л

(+)

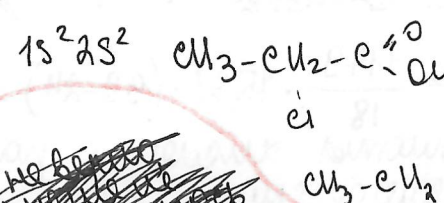
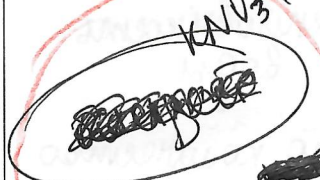
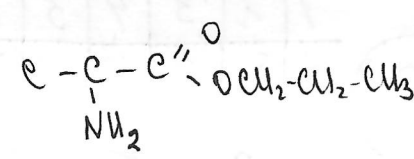
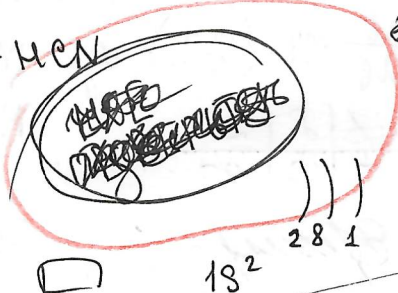
черновик



- III - кислота
- II - ацетон
- I - формальдегид

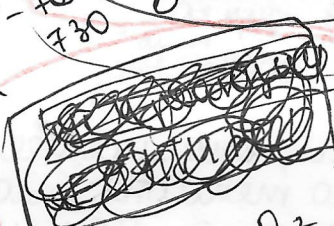
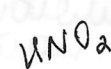
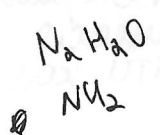
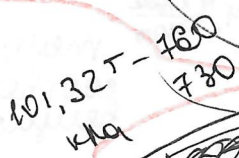
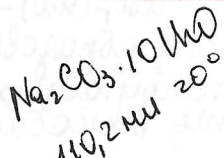
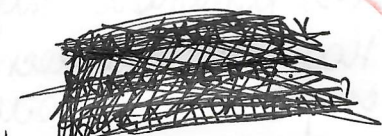
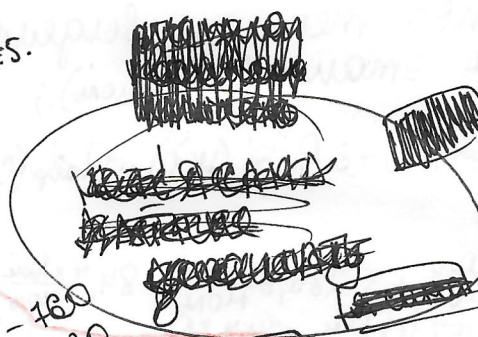


A и B



не верно

~~не верно~~

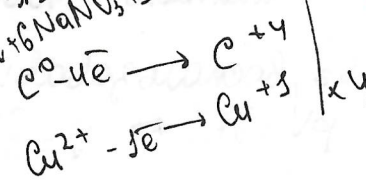
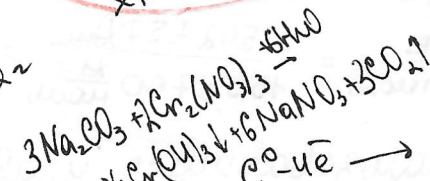


или

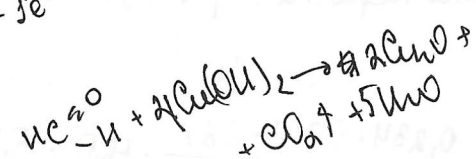
5.5 вторая часть

$x \text{ моль} - Q_1$   
 $x \text{ моль} - Q_2$

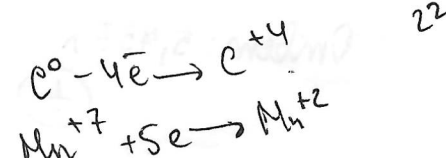
$x \text{ моль} = \frac{Q_2}{Q_1}$



$106x + 0,179 \cdot 286x + 110,2 \cdot 0,1035$   
 $54,806x =$



$11m \cdot 0,1035 + 16 \cdot 0,1035 = 2n$   
 $16 \cdot 0,1035 = 0,551n$



гемма

Задание 1.1

числами

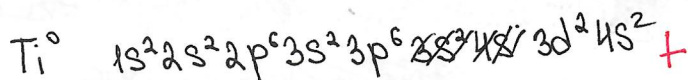
Число спаренных электронов

Число неспаренных электронов = 5

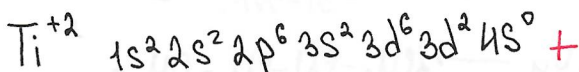
1) ~~Число неспаренных электронов = 1~~ Если число неспаренных электронов = 1  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  всего электронов =  $11\bar{e}$  - не подходит, так как нечетный номер.

2) Если число неспаренных электронов = 2  $\Rightarrow$  всего электронов =  $22\bar{e}$  - Ti (титан) -

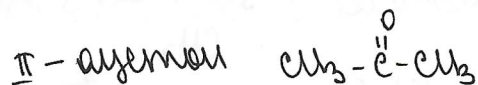
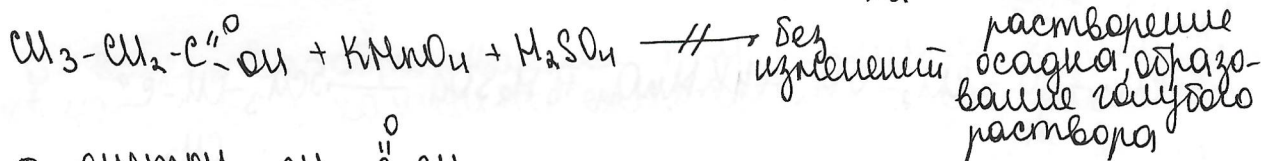
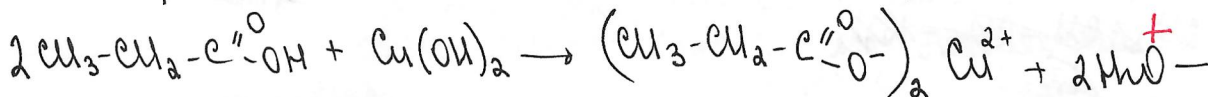
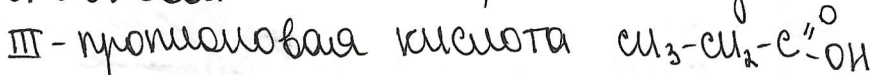


подходит, имеет четный номер в таблице Менделеева: 22

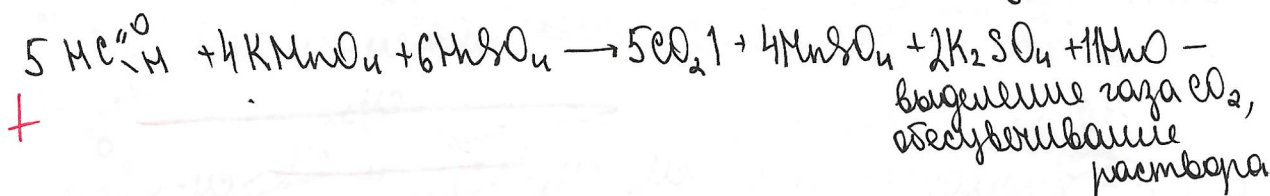
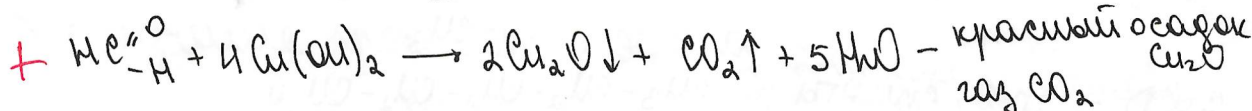
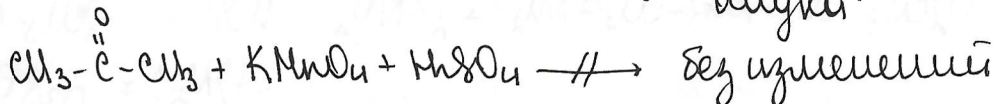
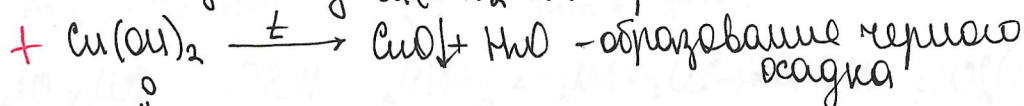


Задание 2.1

На основе явлений, наблюдаемых при добавлении реактивов к растворам ацетона, формальдегида и пропионовой кислоты, можно сделать вывод, что

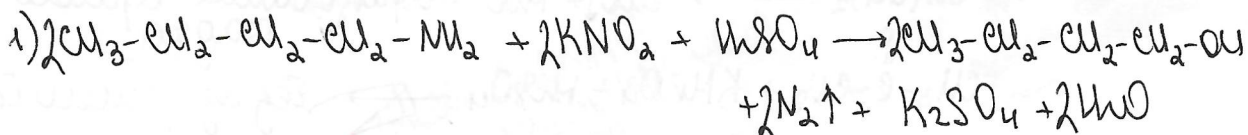
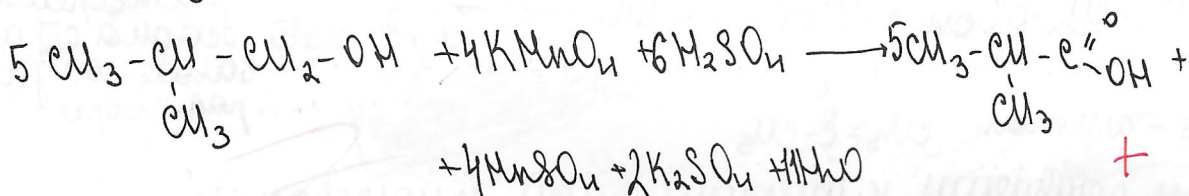
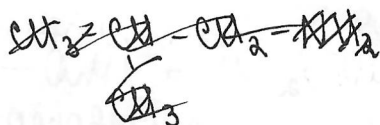
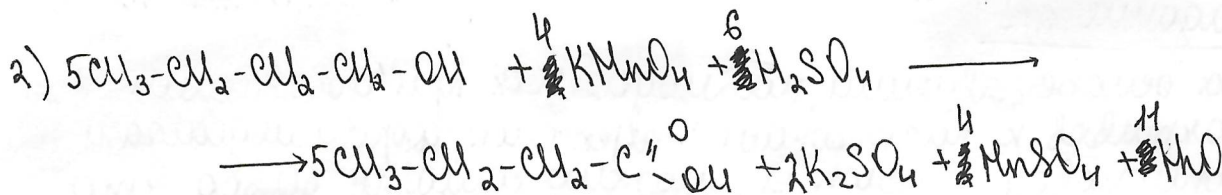
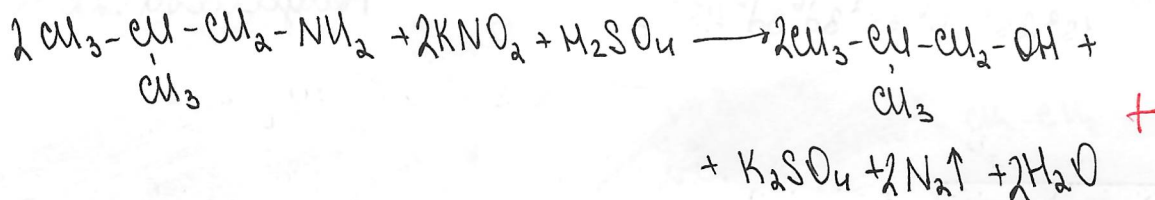
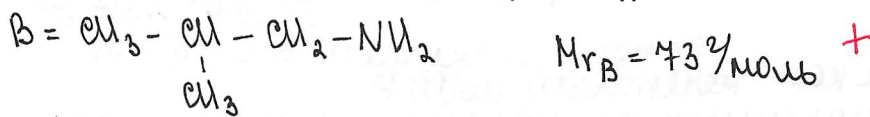
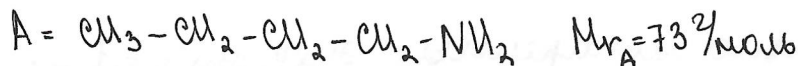


при добавлении к ацетону  $Cu(OH)_2$  и нагревании:



Задача 3.6

По условию  $D_{Na}(A+B) = 2607 \Rightarrow M_{r_{смеси}}(A+B) = 2607 \cdot M_r(Na) = 73\% \text{ моль}$



A и B - это амины:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$  и  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{NH}_2$

C и D - это спирты:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$  и  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{OH}$

E и F - карбоновые кислоты:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{OH}$  и  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH}$

**Задача 5.5**

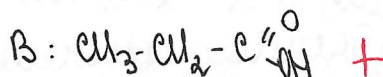
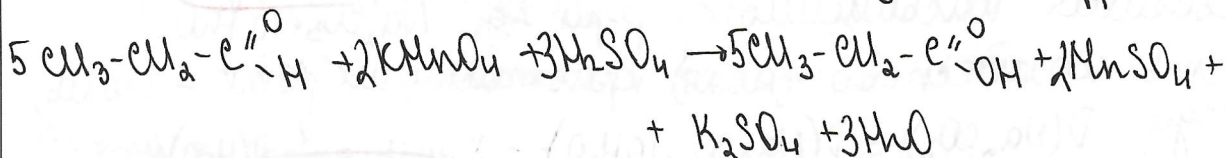
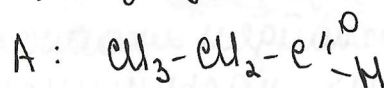
системный

Молекулярные насыщенные альдегиды имеют вид:  
 $C_n H_{2n} O \Rightarrow$  массовая доля водорода вычисляется  
 как  $w(H) = \frac{2n \cdot Ar(H)}{n \cdot Ar(C) + 2n \cdot Ar(H) + Ar(O)} =$

$$= \frac{2n}{12n + 2n + 16} = \frac{2n}{14n + 16}$$

По условию массовая доля водорода равна 10,35%

$$w(H) = \frac{2n}{14n + 16} = 0,1035 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow \text{альдегид имеет формулу } C_3 H_6 O$$

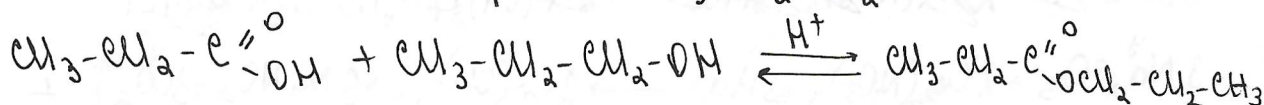


Так как по условию, массовая доля элементов в соединении D равна массовой доле элементов в соединении A  $\Rightarrow w(H) \text{ в D} = 0,1035$ .

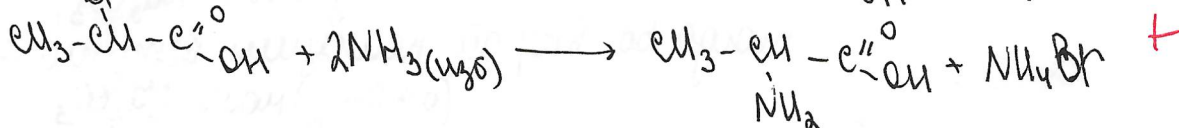
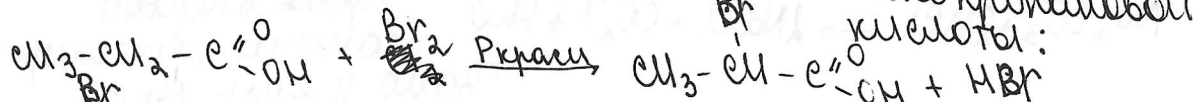
D - вещество, образовавшееся при реакции карбоновой кислоты B с каким-то спиртом C  $\Rightarrow$  D - сложный эфир имеющий вид  $C_n H_{2m} O_2$

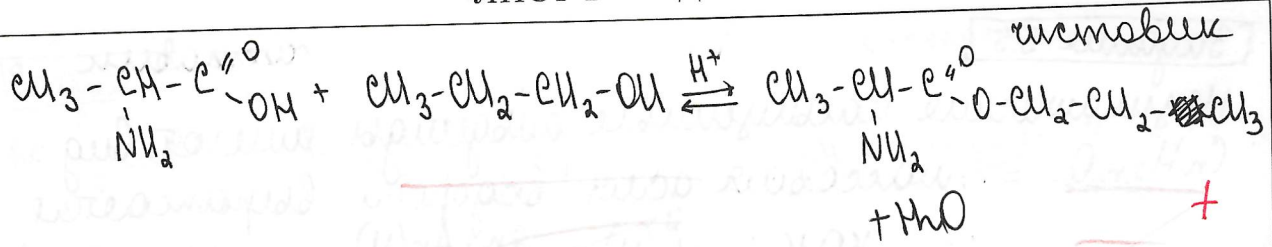
$$w(H) = \frac{2m \cdot Ar(H)}{m \cdot Ar(C) + 2m \cdot Ar(H) + 2 \cdot Ar(O)} = \frac{2m}{14m + 32} = 0,1035 \Rightarrow m = 6$$

D имеет вид:  $CH_3-CH_2-C(=O)-O-CH_2-CH_2-CH_3$ , а следовательно спирт C:  $CH_3-CH_2-CH_2-OH$



а) Получение пропионового эфира 2-аминопропановой кислоты + H<sub>2</sub>O





Задача 6.6

Сначала найдем массовую долю карбоната натрия в насыщенном растворе, исходя из значения растворимости  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 100 граммах воды:

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{21,8\text{г}}{21,8\text{г} + 100\text{г}} = 0,179 \text{ (17,9\%)}$$

Теперь найдем количество добавленного для приготовления насыщенного р-ра  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

Пусть количество (моль) кристаллогидрата -  $x$  моль, тогда  $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = x \text{ моль} = \frac{1}{10} \nu(\text{H}_2\text{O})$ .

Исходя из найденного значения массовой доли  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в насыщенном р-ре;

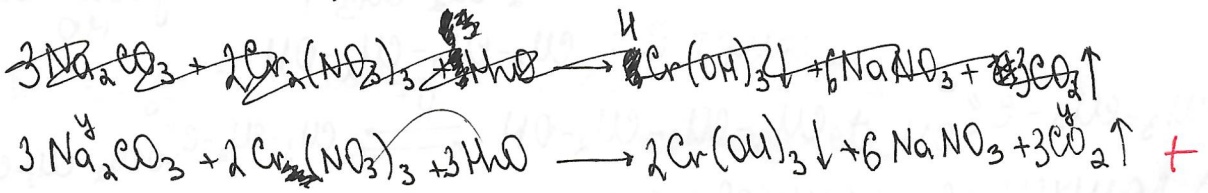
$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{x \cdot M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{x \cdot M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) + 10x \cdot M_r(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O})}, \text{ где}$$

$$0,179 = \frac{x \cdot 106}{106x + 180x + 110,2} \Rightarrow x = 0,36 \text{ моль}$$

$m(\text{H}_2\text{O})$  - масса добавленной воды  
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 110,2\text{г}$

количество  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в приготовленном растворе  $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,36 \text{ моль}$

Теперь раствор делит на две части и добавляет к ним растворы веществ:



$\overset{0,36-y}{\text{Na}_2\text{CO}_3} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \overset{0,36-y}{\text{CO}_2} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Пусть в первой реакции прореагировало  $y$  моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , тогда во второй реакции вступило  $(0,36-y)$  моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (так как сказано, что добавляемые вещества

в избытке.

численики

тогда  $\nu(\text{CO}_2)_1 = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_1 = y$  моль

$\nu(\text{CO}_2)_2 = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2 = 0,36 - y$  моль

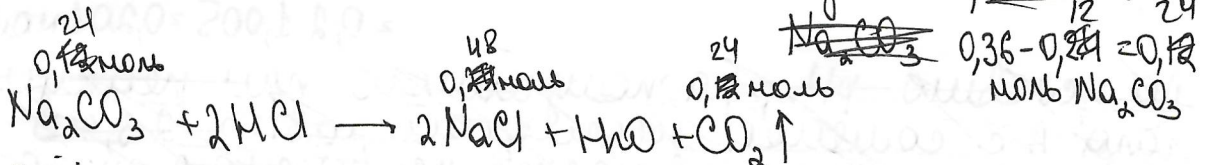
по условию, объем газа, выделившийся из второй колбы, в два раза больше объема, выделившегося в первой колбе

$\Rightarrow y = 2(0,36 - y)$

$y = 0,72 - 2y$

$3y = 0,72 \Rightarrow y = 0,24$  (моль)  $\Rightarrow$  в реакцию с HCl

вступают ~~0,24 моль~~  $\frac{24}{12}$   $\frac{24}{12}$



Найдем массу раствора во второй колбе:

$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) - m(\text{CO}_2) =$

$m_{\text{р-ра}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m_{\text{в-ва}}}{\omega_{\text{в-ва}}} = \frac{0,24 \cdot 106}{0,179} = \frac{25,44}{0,179} = 142,123 \text{ г}$

$m(\text{CO}_2) = 0,24 \text{ моль} \cdot 44 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 10,56 \text{ г}$

$m_{\text{р-ра}} = \frac{25,44}{0,179} + 120 - 10,56 = 185,28 \text{ г} = 142,123 + 120 - 10,56 = 251,563$

$\omega(\text{NaCl}) = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{р-ра}}}$

$m(\text{NaCl}) = \nu(\text{NaCl}) \cdot M_r(\text{NaCl})$

$\nu(\text{NaCl}) = 2\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,48$  моль

$\omega(\text{NaCl}) = \frac{0,48 \cdot 58,5}{251,563} = 0,1116$  (11,16%)

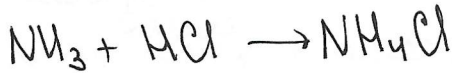
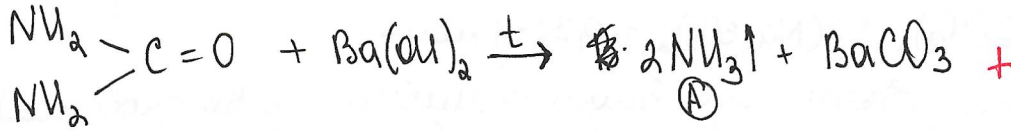
Ответ: 11,16%

+



Задача 7.1

шестивал



$$V_{\text{HCl}} = 20,2 \text{ л}$$

$$+ V(\text{NH}_3) = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ л}$$

$$V(\text{HCl})_{\text{нех}} = 20,2 - 4,48 = 15,72 \text{ л}$$

$$V(\text{HCl}) = 200 \text{ мл} = 0,2 \text{ л}$$

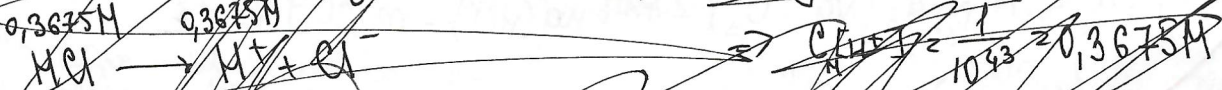
$$C_{\text{HCl}} = 1,005 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$C_{\text{H}} = \frac{\nu}{V} \Rightarrow \nu(\text{HCl}) = V \cdot C_{\text{H}} =$$

$$= 0,2 \cdot 1,005 = 0,201 \text{ моль}$$

~~По условию pH раствора полученного при реакции 10 мл А с солевой кислотой равно 2,3, что говорит о том, что в растворе кислая среда, HCl был в избытке~~

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] \Rightarrow$$



$$C_{\text{HCl}} = C_{\text{H}^+} = 0,3675 \text{ M} \Rightarrow \nu_{\text{HCl}} = C_{\text{H}} \cdot V = 0,3675 \text{ M}$$

~~$C_{\text{HCl}} = C_{\text{H}^+}$  Неодинаковые концентрации~~

$$V(\text{NH}_3) = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ л} \Rightarrow \text{кислота в избытке}$$

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

$$[\text{H}^+] = 10^{-2,3} = 0,00501 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

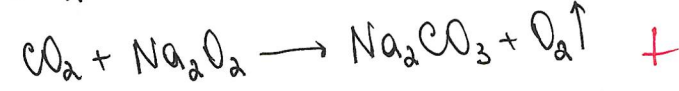
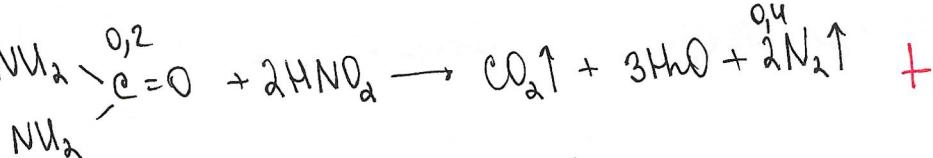
$$V \text{ после смешивания} = 265 \text{ мл} \Rightarrow n(\text{HCl}) =$$

$$= 0,00501 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot 265 = 0,00132765 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl}) \text{ вступило} = 0,19960 \text{ моль} \approx 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{шестивал}) = 0,0998 \text{ моль} \approx 0,1 \text{ моль}$$

в первой части



$$\frac{V(\text{N}_2)}{V_1(\text{NH}_3)} = 2 \Rightarrow V(\text{N}_2) = 8,96 \text{ л} \Rightarrow 0,4 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{шестивал}) = 0,2 \text{ моль}$$

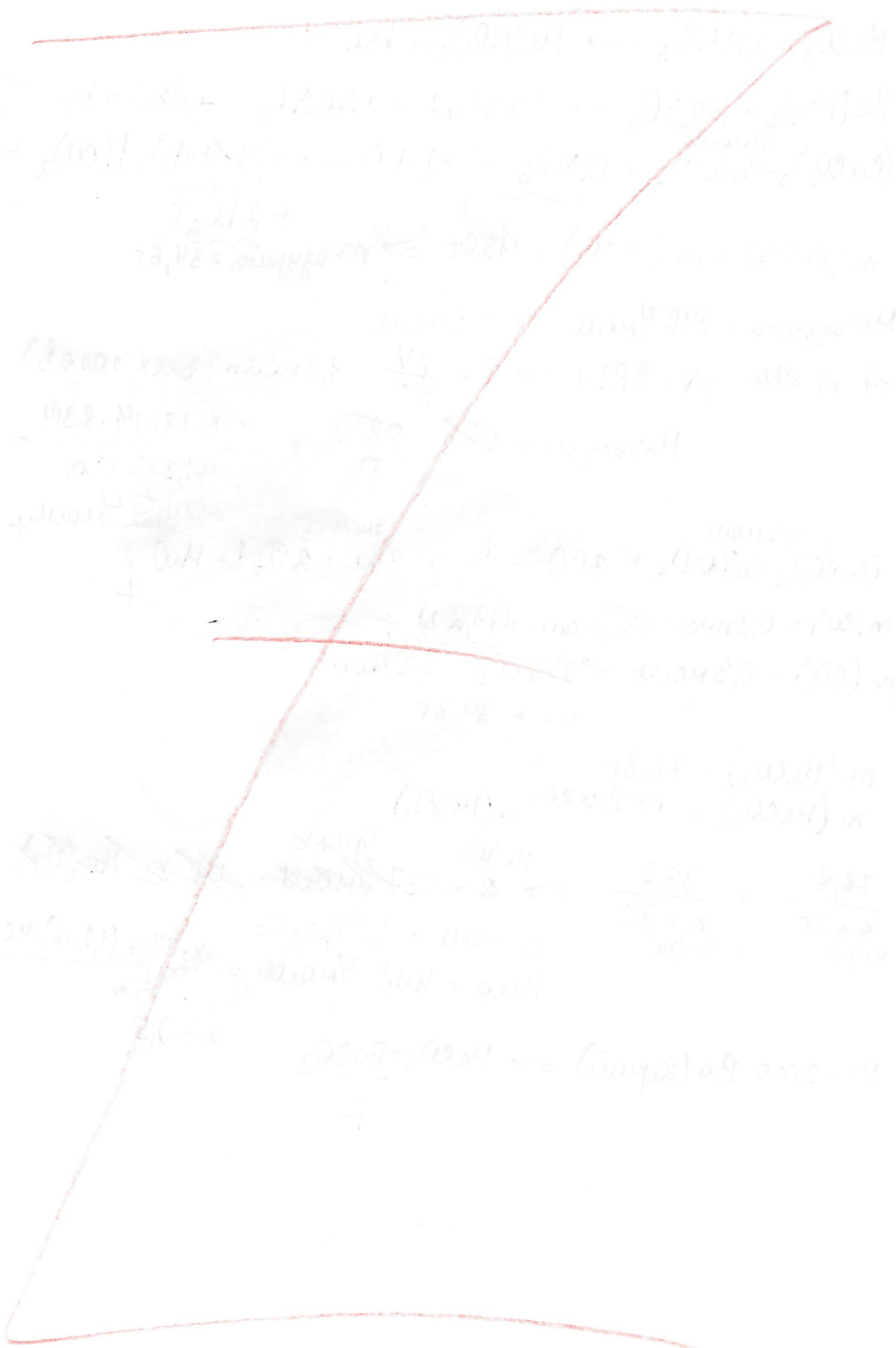
во второй части

$$\left. \begin{array}{l} E_{\text{п}}(\text{полевых}) \approx 0,3 \text{ мВ} \\ V = 130 \text{ мВ} \end{array} \right\} \Rightarrow C_{\text{п}}(\text{полевых}) = 2308 \text{ пФ}$$

чистовик

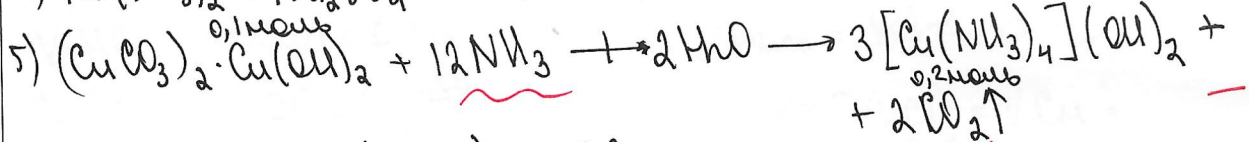
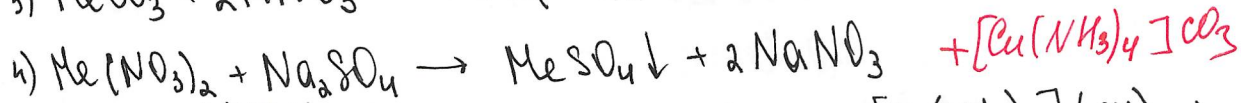
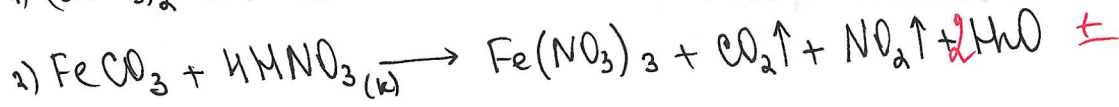
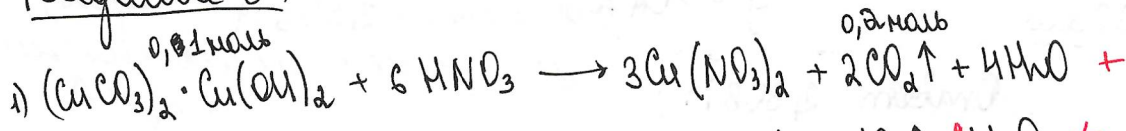
не учитывать полевых  
Од.

Ответ: 2308 пФ



системки

Задача 8

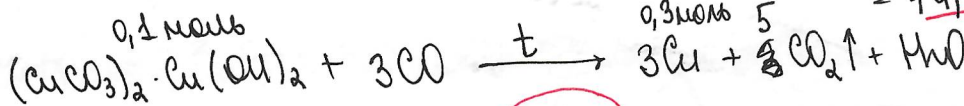


$m(\text{FeCO}_3) + m(\text{MeCO}_3) = 113,6 \text{ г} \Rightarrow m_{\text{азурита}} = 34,6 \text{ г}$

$M_{\text{р азурита}} = 346 \text{ г/моль} \Rightarrow 0,1 \text{ моль}$

$pV = RT \cdot \nu \Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT} = 1,2 \text{ моль (всех газов)}$

$M_{\text{среднее}} = \frac{pRT}{P} = \frac{298 \text{ К} \cdot 1,820 \text{ г} \cdot 8,314}{101,325 \text{ кПа}} = 44,5 \text{ г/моль} +$



$m(\text{Cu}) = 0,3 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 19,2 \text{ г} +$

$n(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{FeCO}_3) = 0,3 \text{ моль}$   
 $m = 34,8 \text{ г}$

$m(\text{MeCO}_3) = 78,8 \text{ г}$

$n(\text{MeCO}_3) = n(\text{MeSO}_4)$

$\frac{78,8}{x + 60} = \frac{93,2}{x + 96} \Rightarrow \frac{M_{\text{r}}(\text{Me})}{x} = 137$

$n_{\text{мешки}} = 1,2 \text{ моль}$

$M_{\text{ср}} = 44,5 \text{ г/моль} = \frac{x \cdot 44 + (1,2 - x) \cdot 46}{1,2}$

$x = 0,5$

Me - это Ba (барий)  $\Rightarrow \text{MeCO}_3 = \text{BaCO}_3$

+

~~Сделай так как в задании~~

$$2,3 = -\lg x$$

$$\lg x^{-1}$$

$$10^{2,3} = 4, x^{-1}$$

$$10^{2,3} = \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{1}{10^{2,3}}$$

~~Сделай так как в задании~~  
~~Сделай так как в задании~~  
~~Сделай так как в задании~~  
~~Сделай так как в задании~~  
~~Сделай так как в задании~~  
Качество 8.

~~Сделай так как в задании~~  
~~Сделай так как в задании~~  
~~Сделай так как в задании~~

*Handwritten mark*

