

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

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Семеновых Илья Александровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

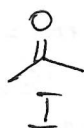
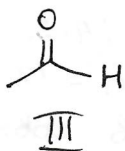
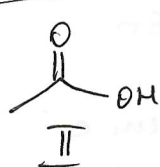
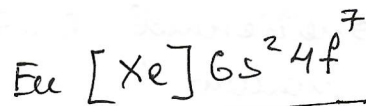
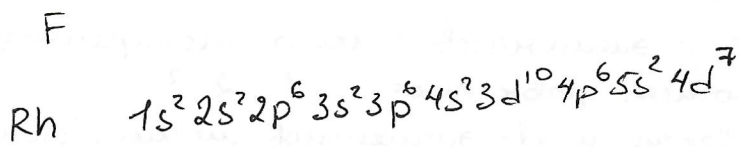
Дата
«12» марта 2023 года

Подпись участника

95-92-46-94
(63.20)

термовек

м.ч.	3	2	1
пары	12	8	4
\bar{e}	27	18	9
	5	4	6
	20		

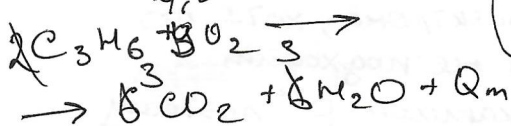


$$pV = \nu RT$$

$$Q = m c \Delta T$$

$$Q = 3,276 \cdot 75,31 \cdot 4200 = 69 \text{ kJ}$$

$$\nu_{\text{ем}} \cdot 69 = 182 \cdot 75,31 \cdot 69 = 945,743 \text{ кДж}$$



$$Q_m = 3 \cdot 285,8 + 393,5 \cdot 3 - (-20,4) = 2058,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\nu(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{945,743 \text{ кДж}}{2058,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}} = 0,45948 \text{ моль}$$

$$30^\circ\text{C} = 303\text{K}$$

$$710 \text{ ммHg} = 94,659 \text{ кПа}$$

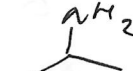
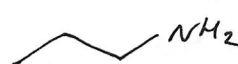
$$12,228 \text{ л}$$

58,996 % моль

31 % моль CCN

45 % моль CCNC

59 % моль CC(C)N



1/2/3/4/5/6/7/8/9
6/8/10/12/13/14/18/18/99

99

Давность
давать

числовик

№ 1.6

У р-элементов число неспаренных электронов может равняться: 1, 2, 3

Также у d-элементов может быть 4 и 5 неспаренных электронов и у f-элементов 6 и 7.

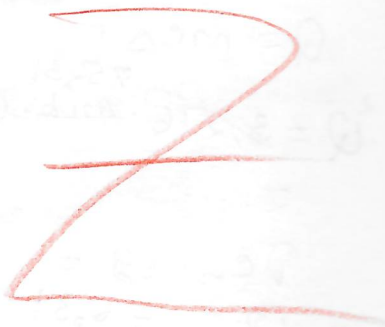
А у s-элементов только 1.

Если число неспаренных электронов четно ($2n$), тогда число спаренных электронов = $2 \cdot (4 \cdot 2n) = 16n$
 число общее электронов = $16n + 2n = 18n$

$18n$ - четно. Число электронов совпадает с порядковым номером элемента, а по условию элемент X имеет нечетный порядковый номер \Rightarrow

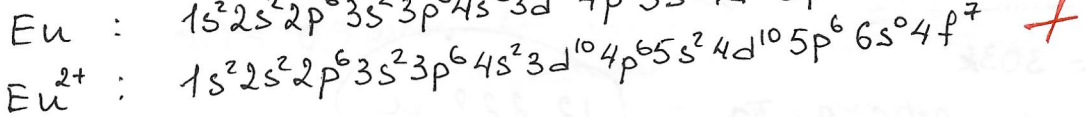
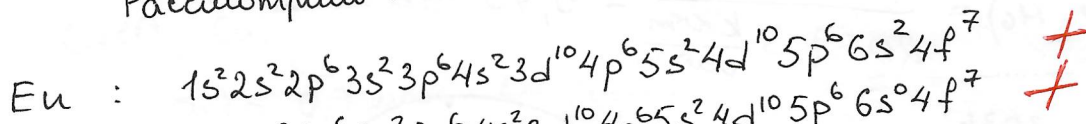
Возможное количество неспаренных электронов:

	1	3	5	7
число пар спаренных	4	12	20	28
число спаренных	8	24	40	56
общее число электронов	9	27	45	63
элемент	F	Co	Rh	Eu



У Rh только 3 неспаренных электрона, хотя по правилу должно быть 5 \Rightarrow Rh не подходит
 Для F можно представить катион F^{2+} поэтому его рассматривать не будем.

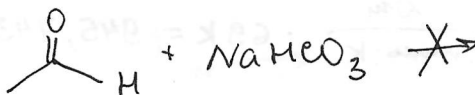
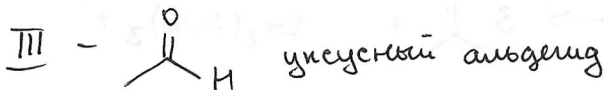
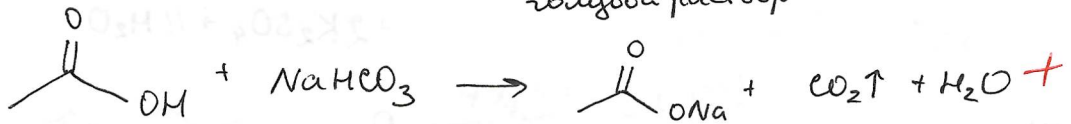
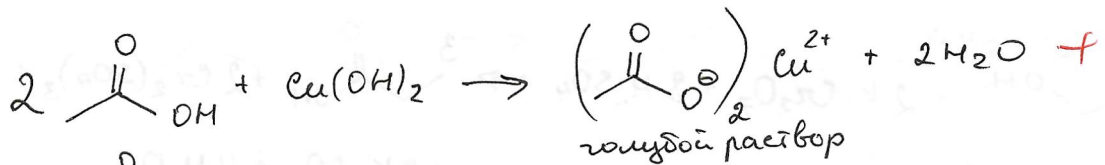
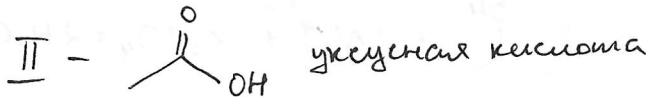
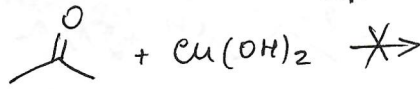
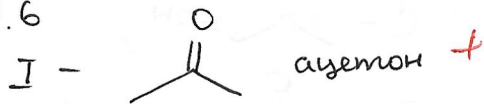
Рассмотрим Eu:



95-92-46-94
(63,20)

шестовик

№ 2.6



№ 3.2

$$M(\text{Cu}) = D_{N_2}(\text{Cu}) \cdot M(N_2) = 2,107 \cdot 28 \text{ г/моль} \approx 59 \text{ г/моль} +$$

С нитритами в кислой среде способны реагировать ~~они~~ амины. Первичные амины образуют пептиды.

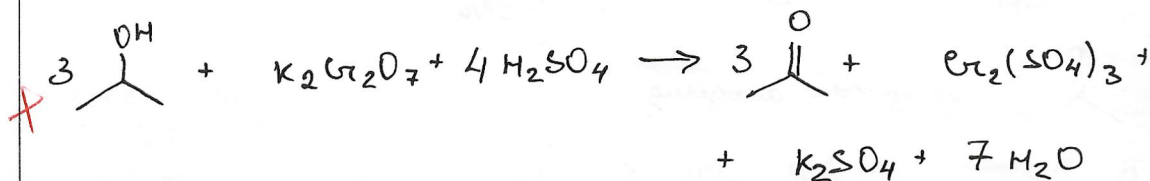
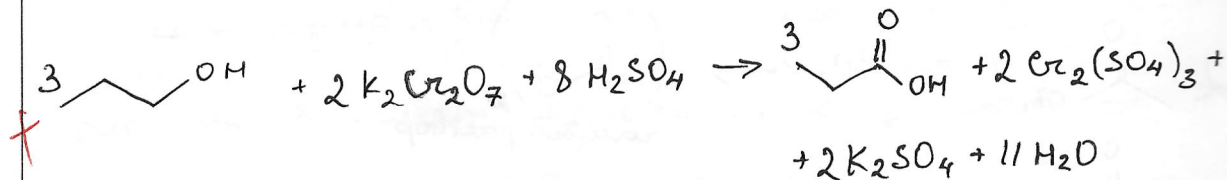
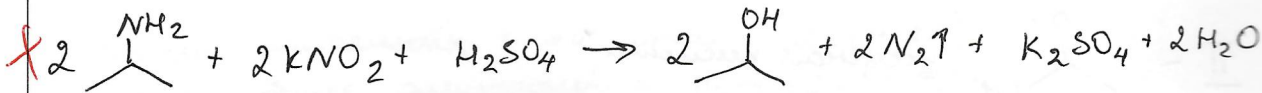
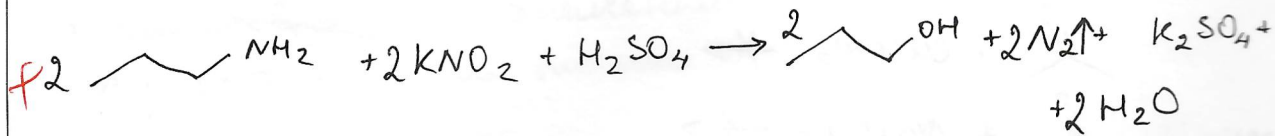
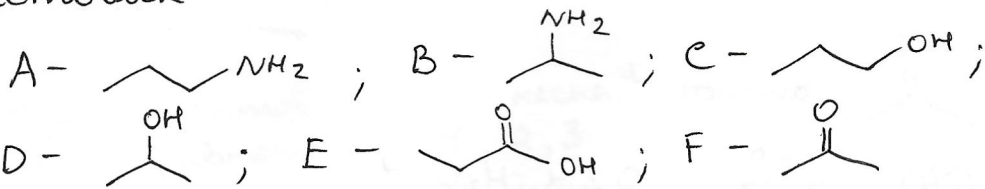
Если соединения С и D - изомеры, тогда соединения А и В скорее всего тоже изомерны друг другу => M(Cu) будет равна молярной массе каждого из них.

Определим ~~они~~ первичный амин с молярной массой 59 г/моль. $M(\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2) = 59 \text{ г/моль}$

Для формулы $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$ можно составить 2 структурных изомера: CCC[NH2] и CC(C)[NH2] +

Учитывая, что при окислении соответствующих спиртов образуются соединения разных классов, именно такие изомеры и удовлетворяют условию задачи.

шестовик



N 4.5

$$+ Q = \nu_{cm} \Delta T = \frac{3276 \text{ J}}{18 \text{ г/моль}} \cdot 75,31 \frac{\text{г}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 69 \text{ K} = 945,743 \text{ кДж}$$



$$+ Q_m = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 285,8 - (-20,4) = 2058,3 \text{ кДж/моль}$$

$$+ \nu(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{Q}{Q_m} = \frac{945,743 \text{ кДж}}{2058,3 \text{ кДж/моль}} = 0,45948 \text{ моль}$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow V = \frac{\nu RT}{p} \quad p = \frac{710 \text{ мм. рт. ст.} \cdot 101,325 \text{ кПа}}{760 \text{ мм рт. ст.}} =$$

$$= 94,659 \text{ кПа}$$

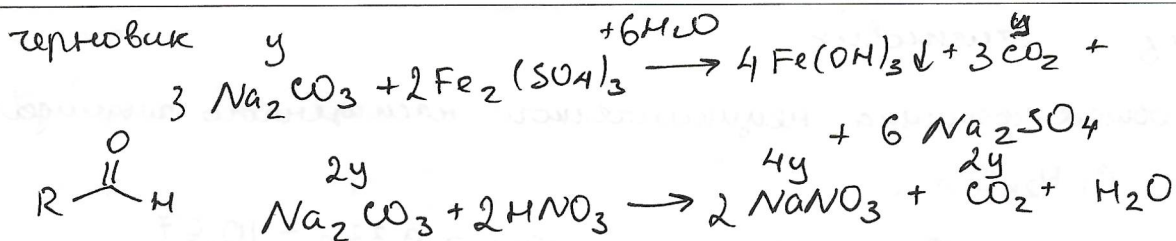
$$T = 273 + 30 = 303 \text{ K}$$

~~$$V = \frac{0,45948 \text{ моль} \cdot 8,314}{94,659 \text{ кПа}}$$~~

$$V = \frac{0,45948 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 303 \text{ K}}{94,659 \text{ кПа}} = 12,228 \text{ л}$$

Ответ : 12,228 л. +

95-92-46-94
(63.20)



$$\frac{C_n H_{2n} O_{1.9n}}{14n + 16} = 0,6667$$

$$12n = 9,33n + 10,67$$

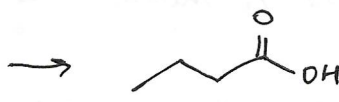
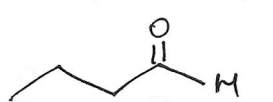
$$2,67n = 10,67$$

$$n = 4$$

$$3y = 0,6$$

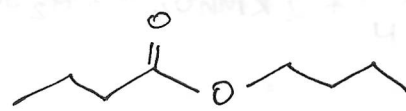
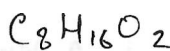
$$y = 0,2$$

$$V(\text{NaNO}_3) = 0,8 \text{ моль}$$

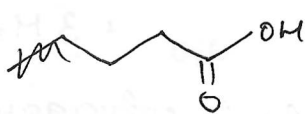


0,4 моль
Na₂CO₃

42,42

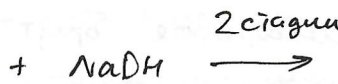
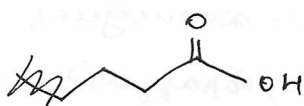


236,872



$$\frac{42,42}{419,272} = 0,1011$$

$$436,872 - 17,62 = 419,272$$



2 стадии



↓



$$\omega_{\text{насыщ}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{21,8}{121,8} = 0,179$$

$$\frac{106x}{183,72} = 0,179 \times \text{моль Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$$

286x

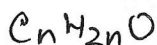
$$106x = 51,194x + 32,8823$$

$$54,806x = 32,8823$$

$$x = 0,6 \text{ моль}$$

N 5.1 гешовик

Общая формула нециклического насыщенного альдегида

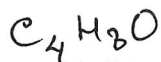


$$\omega(C) = \frac{12n}{14n + 16} = 0,6667$$

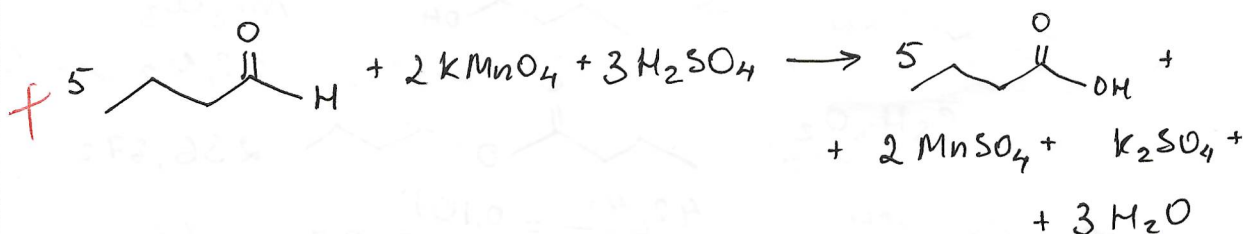
$$12n = 9,33n + 10,67$$

$$2,67n = 10,67$$

$$n = 4 +$$



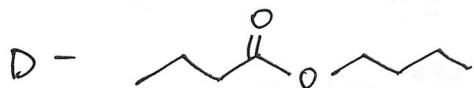
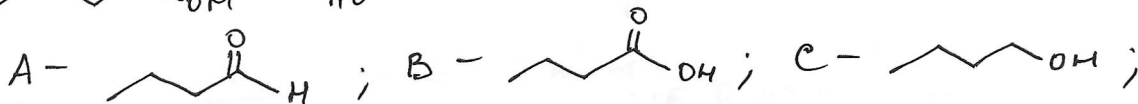
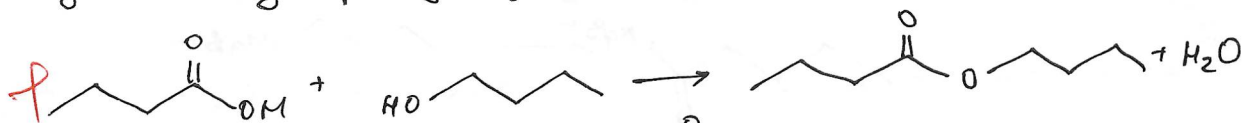
Если D не содержит разветвлённых углеводородных радикалов, значит A тоже ~~не~~ ^{не} содержит их



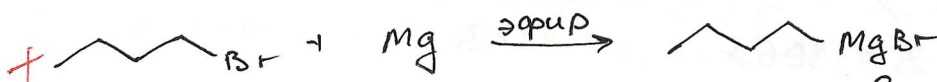
элементов

Если массовые доли ~~в-в~~ A и D в A и D совпадают, значит у них одинаковые брутто-формулы. В-кетон реагирует со спиртом C, образуя D, значит D- сложный эфир, а в нём должно быть минимум 2 кислорода.

Формула D: $2(C_4H_8O) = C_8H_{16}O_2$, она соответствует бутановому эффу бутановой кислоты



Получение пентановой кислоты:



Чистовик

№6.1

$$\omega_{\text{кальц}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{21,82}{121,82} = 0,179$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл} = >$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 183,72$$

Пусть $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = x$ моль, тогда

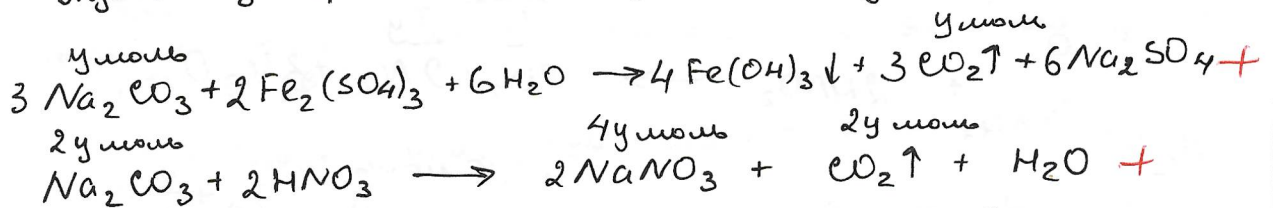
$$\frac{106x}{286x + 183,7} = 0,179$$

$$106x = 51,194x + 32,8823$$

$$54,806x = 32,8823$$

$$x = 0,6 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,6 \text{ моль} +$$

Пусть из первой колбы выделилось y моль газа *

$$2y + y = 0,6$$

$$\nu(\text{NaNO}_3) = 4 \cdot 0,2 \text{ моль} = 0,8 \text{ моль}$$

$$3y = 0,6$$

$$\nu(\text{CO}_2) = 2 \cdot 0,2 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль}$$

$$y = 0,2 \text{ моль} +$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{II}} = 2 \cdot 0,2 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{II колба})_{\text{нат}} = \frac{0,4 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль}}{0,179} = 236,872$$

$$\begin{aligned} m_{\text{р-ра}}(\text{II колба})_{\text{конц}} &= m_{\text{р-ра}}(\text{II колба})_{\text{нат}} + m_{\text{р-ра}}(\text{HNO}_3) - m(\text{CO}_2) = \\ &= 236,87 + 200 - 44 \cdot 0,4 = 419,272 + \end{aligned}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = 0,8 \text{ моль} \cdot 85 \text{ г/моль} = 682$$

$$\omega(\text{NaNO}_3) = \frac{682}{419,272} = 0,1622$$

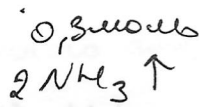
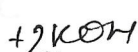
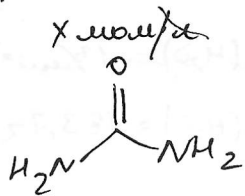
$$0,1622 \cdot 100\% = 16,22\% +$$

Ответ: 16,22%

* Так как объёмы газов измеряются при одинаковых условиях, то они относятся так же, как и количества газов.

$$\frac{V_{\text{I}}}{V_{\text{II}}} = \frac{\nu_{\text{I}}}{\nu_{\text{II}}} = \frac{1}{2} \qquad \nu_{\text{II}} = 2\nu_{\text{I}}$$

гермовик

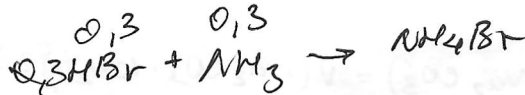


0,0302 $\frac{\text{моль}}{\text{л}}$

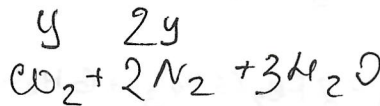
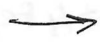
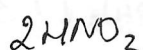
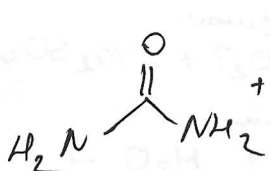
0,309 моль



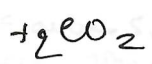
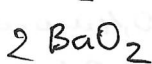
1 M



y моль



y



0,15 моль

$\frac{y}{2}$

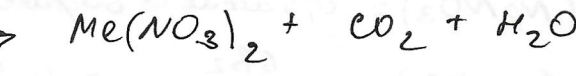
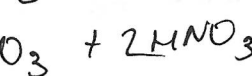
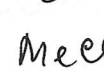
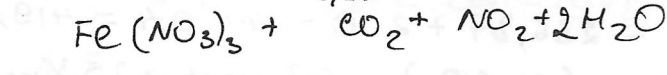
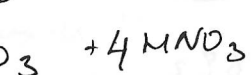
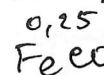
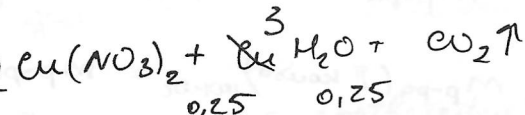
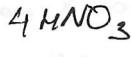
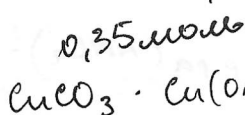
$\frac{y}{2}$

$2y + \frac{y}{2} =$

$2,5y = 0,15$

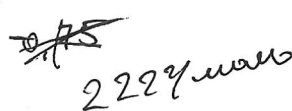
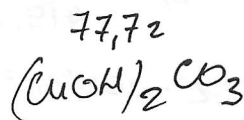
$y = 0,06 \text{ моль}$

1,05 M.



$M = \frac{pRT}{P} = 44,4 \text{ г/моль}$

$v = \frac{pV}{RT} = 1,25 \text{ моль}$



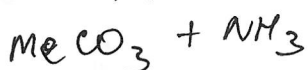
$44x + 46 - 46x = 44,4$

$2x = 1,6$

$x = 0,8$

$1 - x = 0,2$

$\frac{\text{MeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{66,8} = \frac{40}{x+60}$



$66,8x + 4128 = 40x + 5280$

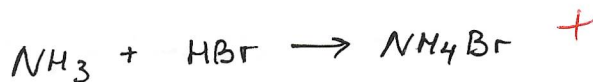
$26,8x = 1152$

$x = 40 \text{ г/моль}$

задание

N 7.2

часть А - NH₃



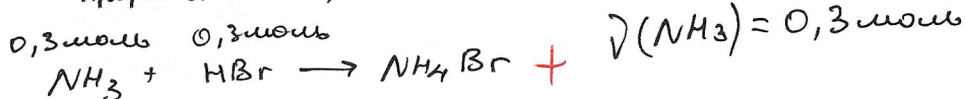
$$V(\text{HBr})_{\text{конц}} = 1,03 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot 0,3 \text{ л} = 0,309 \text{ моль} +$$

$$c(\text{HBr})_{\text{конц}} = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1,52} \approx 0,03 \text{ моль/л} +$$

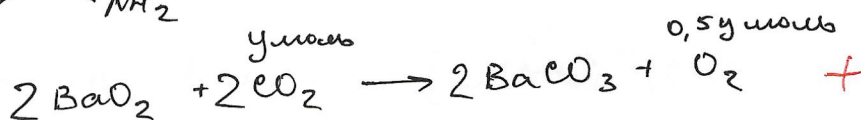
Так как HBr - сильная кислота, гидролизом образующейся соли можно пренебречь, по этой же причине $c(\text{H}^+) = c(\text{HBr})$.

$$V(\text{HBr})_{\text{конц}} = 0,009 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot 0,3 \text{ л} = 0,009 \text{ моль}$$

$$V(\text{HBr})_{\text{прореаг.}} = 0,309 \text{ моль} - 0,009 \text{ моль} = 0,3 \text{ моль} +$$



Пусть $V((\text{NH}_2)_2\text{CO})_{\text{II}} = y \text{ моль}$



$$V(\text{газ})_{\text{II}} = V(\text{N}_2) + V(\text{O}_2) = 2y + 0,5y = 2,5y \text{ моль}$$

Так как объёмы газов будем измерять при одинаковых условиях, их объёмы относятся так же, как их количества:

$$\frac{V(\text{NH}_3)}{V(\text{газ})_{\text{II}}} = \frac{V(\text{NH}_3)}{V(\text{газ})_{\text{II}}} = 2 \Rightarrow V(\text{газ})_{\text{II}} = \frac{V(\text{NH}_3)}{2} = \frac{0,3 \text{ моль}}{2} = 0,15 \text{ моль} +$$

$$2,5y = 0,15$$

$$y = 0,06 \text{ моль}$$

$$V((\text{NH}_2)_2\text{CO})_{\text{I}} = \frac{1}{2} V(\text{NH}_3) \text{ по уравнению реакции}$$

$$V((\text{NH}_2)_2\text{CO})_{\text{I}} = 0,15 \text{ моль}$$

$$V((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = 0,15 \text{ моль} + 0,06 \text{ моль} = 0,21 \text{ моль} +$$

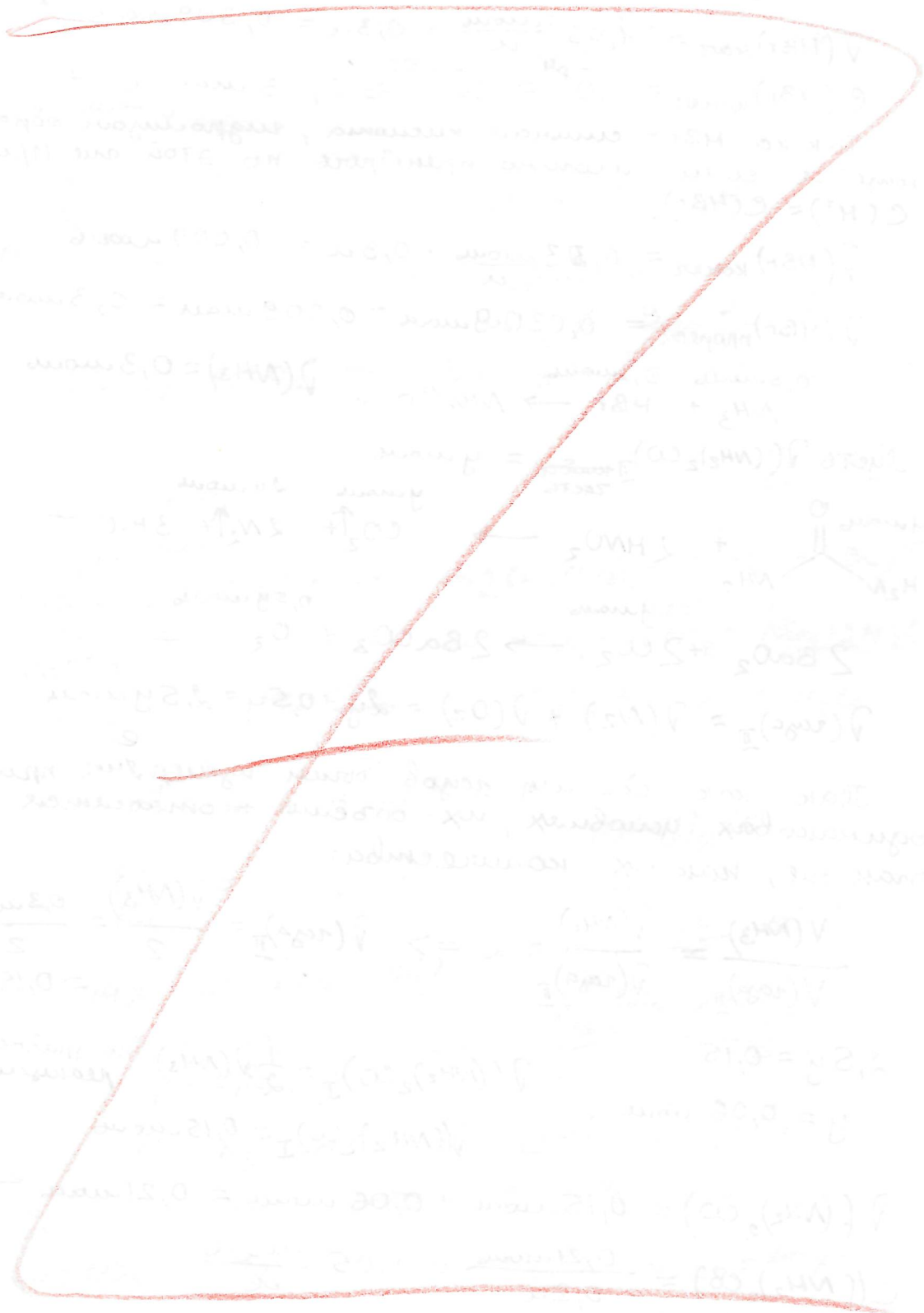
$$c((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = \frac{0,21 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 1,05 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Ответ: $1,05 \frac{\text{моль}}{\text{л}} +$

германик

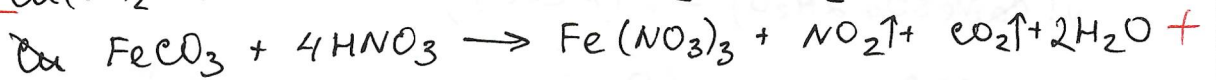


44,82 Si. +



тестовик

№8.5



$$M(\text{Cu}) = \frac{pRT}{P} = \frac{1,816 \text{ г/л} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}}{101,325 \text{ кПа}} = 44,4 \text{ г/моль}$$

$$V(\text{Cu}) = \frac{PV}{RT} = \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 30,56 \text{ л}}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}} = 1,25 \text{ моль} +$$

Пусть $x(\text{CO}_2) = x$

$$44x + (1-x)46 = 44,4$$

$$44x + 46 - 46x = 44,4$$

$$2x = 1,6$$

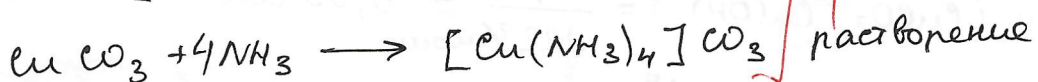
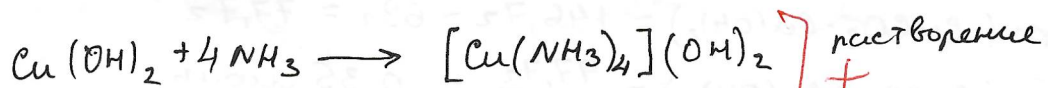
$$x = 0,8$$

$$x(\text{NO}_2) = 1 - x = 0,2$$

$$V(\text{NO}_2) = 1,25 \cdot 0,2 = 0,25 \text{ моль}$$

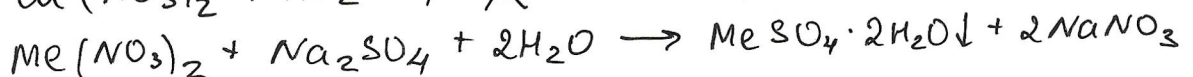
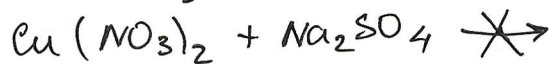
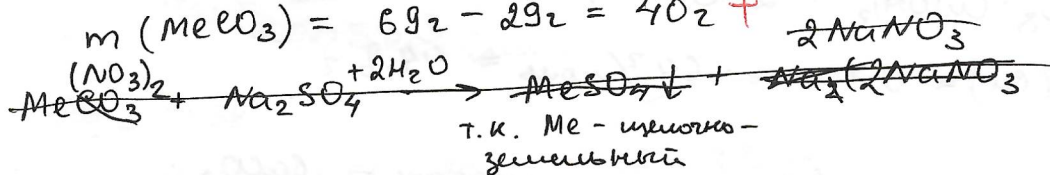
$$V(\text{FeCO}_3) = V(\text{NO}_2) = 0,25 \text{ моль} \quad \text{по уравнению реакции}$$

$$m(\text{FeCO}_3) = 0,25 \text{ моль} \cdot 116 \text{ г/моль} = 29 \text{ г}$$



$$m(\text{нераств}) = m(\text{FeCO}_3) + m(\text{MeCO}_3) = 69 \text{ г}$$

$$m(\text{MeCO}_3) = 69 \text{ г} - 29 \text{ г} = 40 \text{ г} +$$



$$m(\text{MeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 68,8 \text{ г}$$

$$V(\text{MeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = V(\text{MeCO}_3) \quad \text{по уравнению реакции}$$

тештовик

Пусть $M(\text{Me}) = y$ г/моль, тогда

$$M(\text{MeCO}_3) = y + 60 \text{ г/моль}; \quad M(\text{MeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = y + 132 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{CaMeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{MeCO}_3)$$

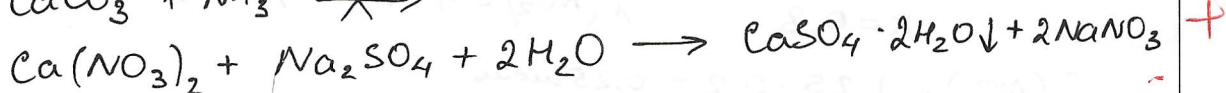
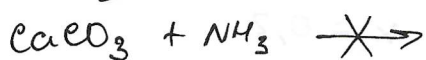
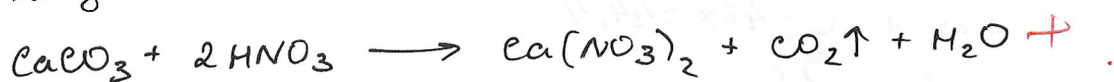
$$\frac{68,8}{y + 132} = \frac{40}{y + 60}$$

$$40y + 5280 = 68,8y + 4128$$

$$28,8y = 1152$$

$$y = 40 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{Me} - \text{Ca}^+$$

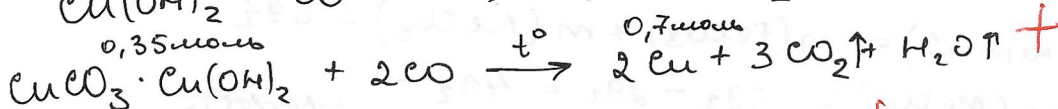
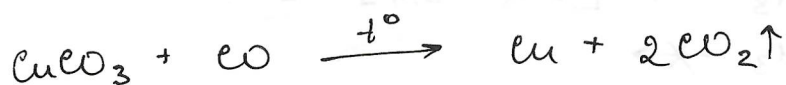
неизвестный минерал - CaCO_3



В водном растворе аммиака растворяются только махаит \Rightarrow

$$m(\text{CaCO}_3 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2) = 146,72 - 692 = 77,72$$

$$\nu(\text{CaCO}_3 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{77,72}{222 \text{ г/моль}} = 0,35 \text{ моль}$$



$$m(\text{Ca}) = 0,7 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 44,8 \text{ г}^+$$

Ответ: неизвестный минерал - CaCO_3 ;

$$m(\text{Ca}) = 44,8 \text{ г}.$$