

6684

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА  
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ**

**2016–2017**

заключительный этап

ХИМИЯ (9 КЛАСС)

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

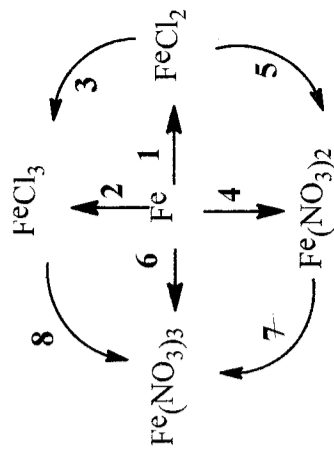
Город, в котором проводится Олимпиада г. Уфа

Дата 11.03.2017

\*\*\*\*\*

**Вариант 01**

1. В приведенной схеме цифрами обозначены химические реакции. Каждой цифре отвечает только одно превращение (одна химическая реакция). Напишите уравнение всех реакций, указанных на схеме, и укажите условия их проведения.



(20 баллов)

2. В кварцевую ампулу объемом 100 мл поместили 0.1 г кристаллического пентахлорида фосфора. Ампулу вакуумировали, запаяли и нагрели до 300 °С. При этом конденсированная фаза исчезла, а давление в ампуле составило 338 мм рт.ст. Определить качественный и количественный состав пара в ампуле при этих условиях.

3. Для определения количественного состава смеси магнетита и гематита были проведены следующие опыты:

- а) Три навески смеси массой по 1.50 г растворили в соляной кислоте, раствор выпарили, а осадок прокалили. Масса полученного сухого остатка составила 2.04, 2.03, 2.04 г (для каждой из проб).
- б) Три навески смеси массой по 1.50 г растворили в концентрированной азотной кислоте, добавили избыток концентрированного раствора едкого натра, осадок отфильтровали и прокалили при 400 °С. Масса остатка составила 1.44, 1.43, 1.42 г.
- в) Три навески смеси массой по 1.50 г растворили в концентрированной азотной кислоте, добавили избыток водного раствора аммиака, осадок отфильтровали и прокалили при 900 °С. Масса остатка составила 1.53, 1.54, 1.54 г.

Определите состав исходной смеси в массовых долях.

(20 баллов)

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева																	
																	VIII
																	He 2
																	Ne 10
																	Ar 18
																	Kr 36
																	Xe 54
																	Rn 86
																	Os 76
																	Pt 78
																	Au 79
																	Hg 80
																	Tl 81
																	Pb 82
																	Bi 83
																	Po 84
																	At 85
																	Rn 86
																	Fr 87
																	Ra 88
																	Ac 89
																	Th 90
																	Pa 91
																	U 92
																	Np 93
																	Pu 94
																	Am 95
																	Cm 96
																	Bk 97
																	Cf 98
																	Es 99
																	Fm 100
																	Md 101
																	No 102
																	Lr 103

Ряд активности металлов / электрический ряд напряжений																												
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au																												
↑ активность металлов уменьшается ↓																												
Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Ga 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103	
140.1	140.9	144.2	[145]	150.4	151.9	157.3	158.9	162.5	164.9	167.3	168.9	173.0	174.9	232.0	231.0	238.0	[237]	[244]	[243]	[247]	[247]	[251]	[252]	[257]	[258]	[259]	[262]	[262]
церий	празеодим	неодим	прометий	самарий	европий	гадолиний	тербий	диспрозий	гольмий	эрбий	тулий	иттербий	лютеций	торий	протактиний	уран	нептуний	плутоний	америчий	курий	берклий	калифорний	эйнштейний	фермий	менделевий	нобелий	лоуренсий	

↑ активность металлов уменьшается ↓

Растворимость кислот, солей и оснований в воде																		
Ионы	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
F <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

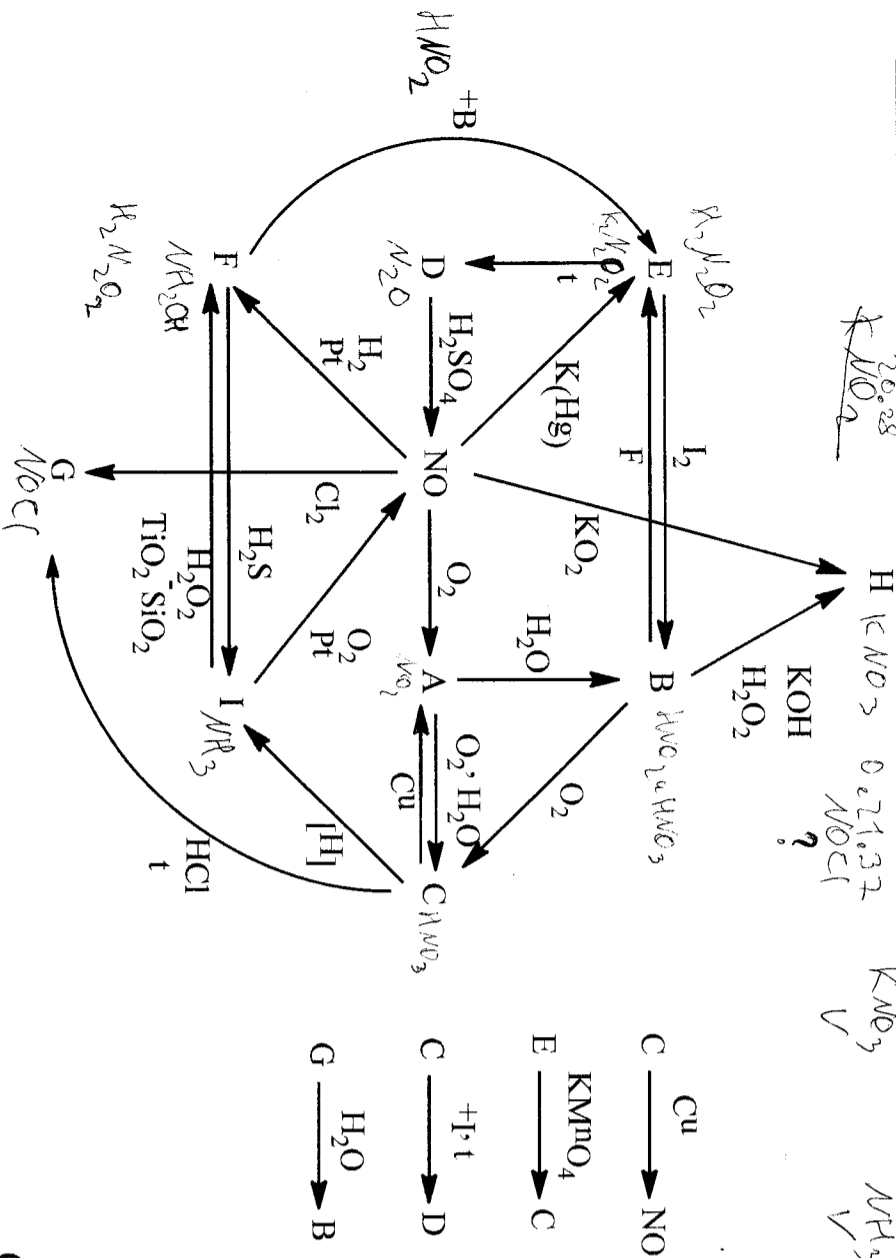
P — растворимое (больше 10 г на 1000 г воды) M — малорастворимое (от 10 г до 0,01 г на 1000 г воды)  
H — нерастворимое (меньше 0,01 г на 1000 г воды) — — вещество разлагается водой или не существует

4. В химической лаборатории был проведен следующий ряд превращений. Бурые железняк прокалили в токе *водяного газа*. Твердый остаток обработали горячей *крейковой селитряной бодкой*, а затем разбавленным раствором *каустической соды*. Раствор отфильтровали, твердое вещество прокалили с небольшим количеством *древесного угля*. Полученный твердый продукт растворили в крепком *соляном спирте*. Напишите уравнения описанных химических реакций. (20 баллов)

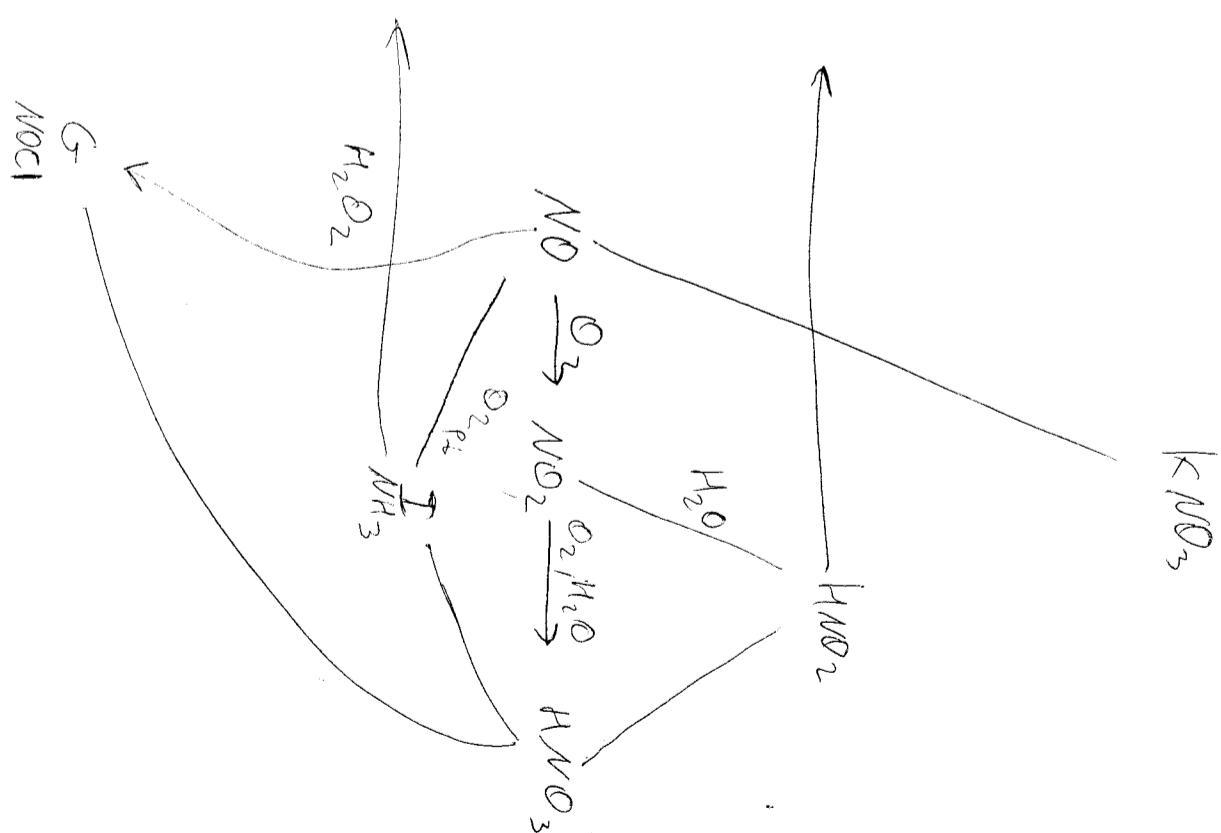
5. При окислении монооксида азота кислородом образуется А. При взаимодействии А с водой без доступа кислорода образуется раствор В и С, но если при взаимодействии А с водой одновременно пропускать через раствор кислород образуется только С. Из С также можно получить А или монооксид азота в зависимости от условий проведения реакции. При взаимодействии С с HCl при нагревании можно выделить вещество Г, которое также образуется при реакции NO и хлора. При взаимодействии Г с водой образуется В. При взаимодействии NO с амальгамой (раствором в ртути) калия образуется соль Е, которая при нагревании переходит в вещество Д, использующееся в качестве анестезирующего средства. Д также может быть получен при взаимодействии веществ С и I с последующим нагреванием. Вещество Е образуется и в реакции веществ В и F. Вещество В можно получить путем окисления Е не сильным восстановителем, например йодом, а при взаимодействии с сильным окислителем (перманганатом калия) Е переходит в С. В можно перевести в Е при взаимодействии с F. F в свою очередь можно получить как при восстановлении NO водородом на платиновом катализаторе, так и при окислении I пероксидом водорода в присутствии катализатора на основе титаносиликатов кристаллической или аморфной структуры. F можно восстановить до I сероводородом. I также образуется и при действии сильных восстановителей (например атомарного водорода) на С. Соединение Н имеющего одинаковую брутто-формулу с С можно получить двумя способами: при взаимодействии NO и супероксида калия или при взаимодействии В с пероксидом водорода и подкисляванием раствора. Напишите уравнения описанных реакций. Изобразите графические формулы веществ В-Н. Укажите разницу в условиях превращения С в А и в NO.

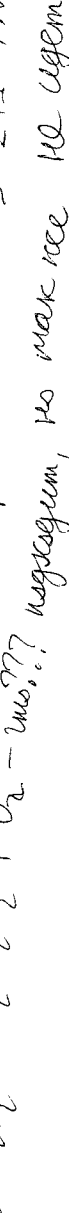
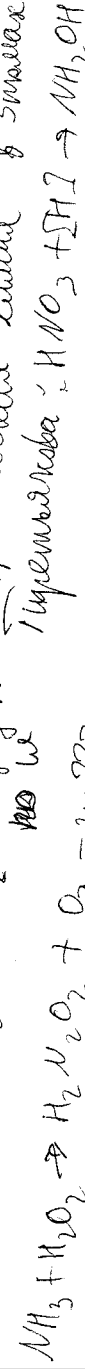
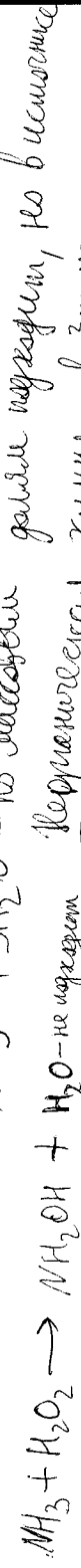
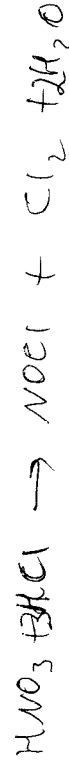
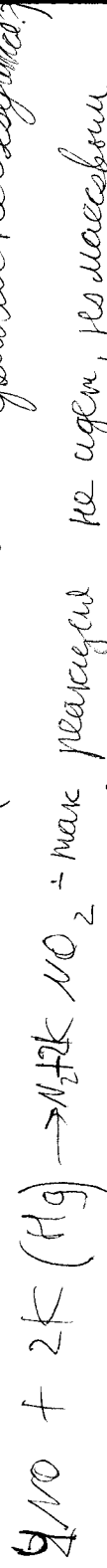
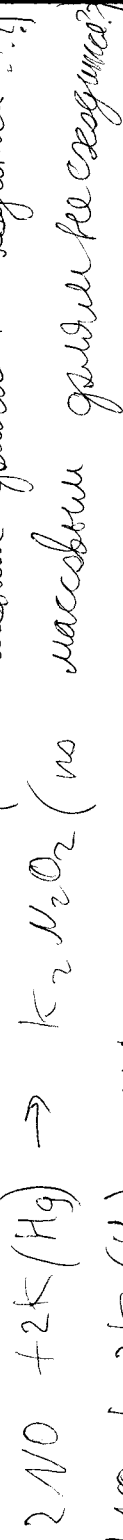
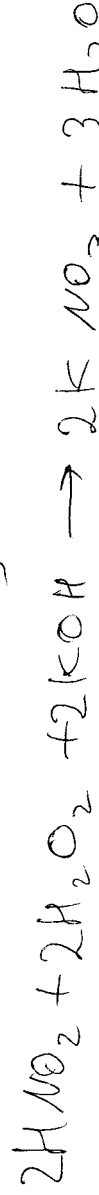
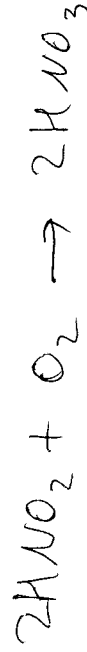
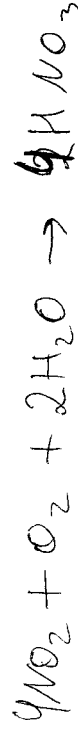
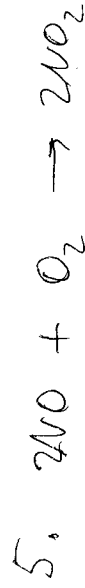
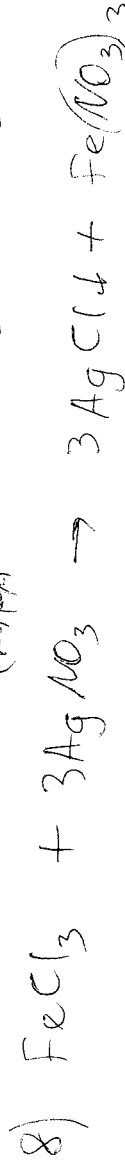
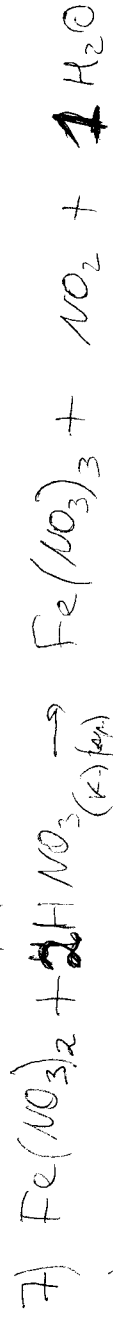
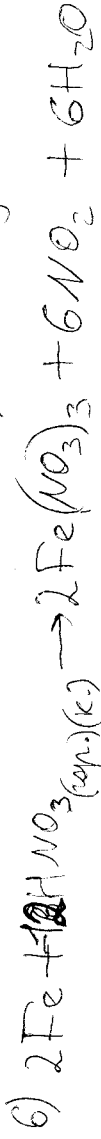
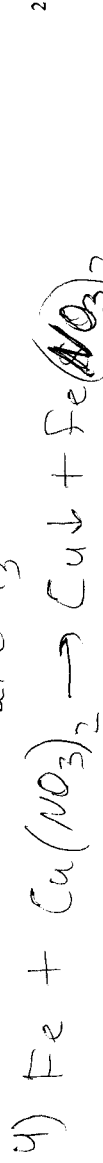
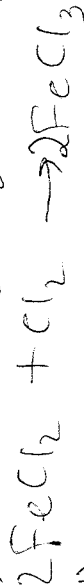
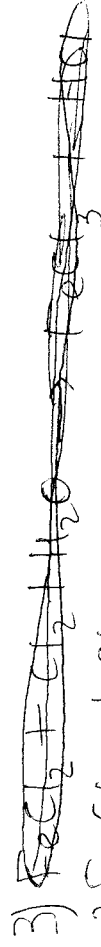
Ниже приведены данные элементного анализа некоторых соединений.

Вещество	Е	Г	Н	И
$\phi(N), \text{ масс. \%}$	16,47%	45,16%	22,05%	13,86%
			0,21, 0,37	



(20 баллов)





газы сжигают, но в основном  
хуже в 3 раза из-за рег.

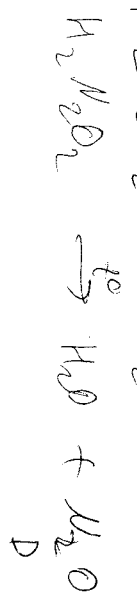
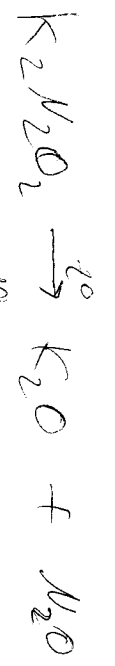
газы не сжигают, но массовый  
шарик  $\text{KNO}_2$  сжигают???

но массовый  
Коррозивный  
Используется:  $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$   
но сжигают, но макс все не сжигают

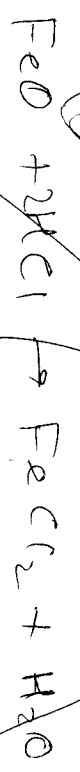
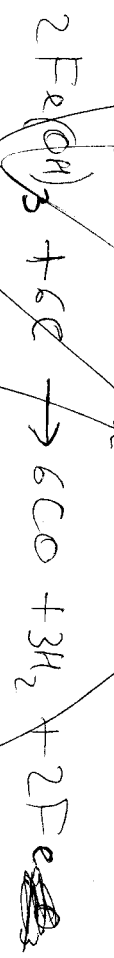
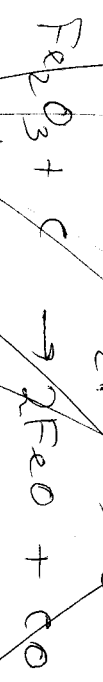
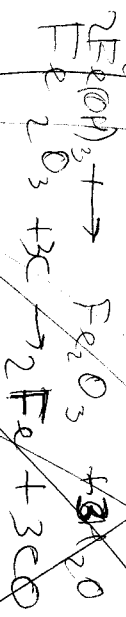
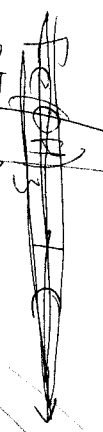
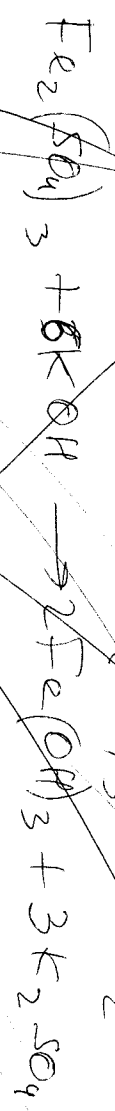
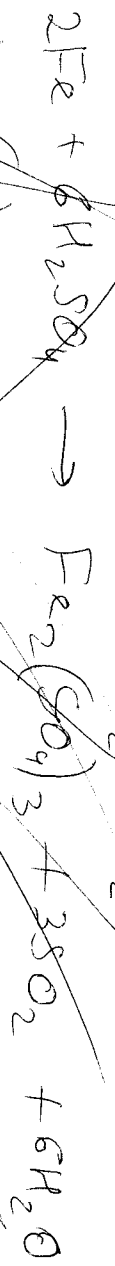
$\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2 + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{KNO}_2$  ???  
 K, no no  
 gum

$\text{H}_2\text{NO}_2 + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$  - mark ugen, no no ul He  
 F B E  
 magnum.

K kann magnum KNO<sub>2</sub>  
 cum kein K ???

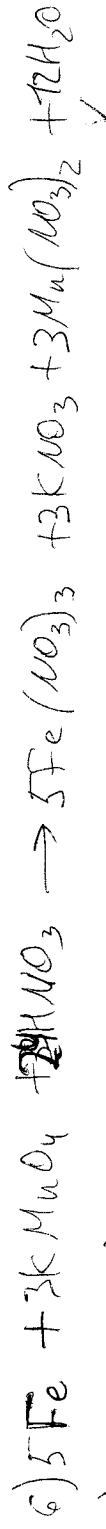
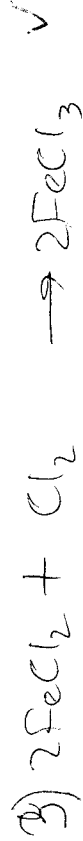
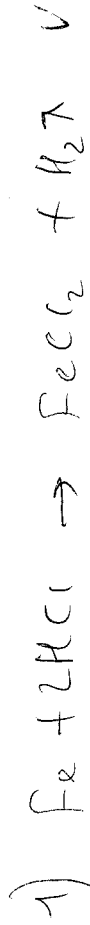


4.



Умовобумк

1.



2.

$pV = nRT$ ;  $pV = \frac{m}{M} RT$ ;  $M = \frac{nRT}{pV}$

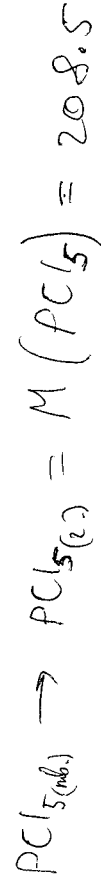
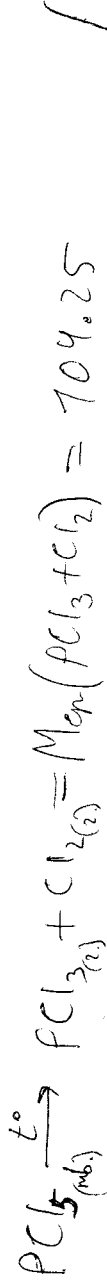
$338 \text{ mm р.ст.м} = 45.06296053 \text{ кПа}$

$300^\circ\text{C} = 573\text{K}$

$700 \text{ мм} = 0.7 \text{ м}$



$M = \frac{0.1 \cdot 8.314 \cdot 573}{\frac{45.06296053 \cdot 0.1}{105.717}} = 105.717 \text{ г/моль}$



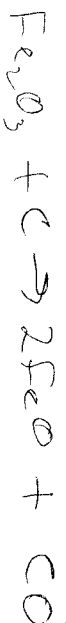
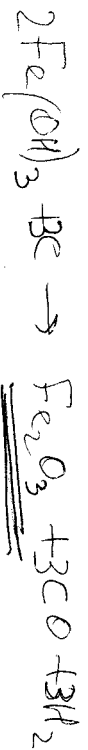
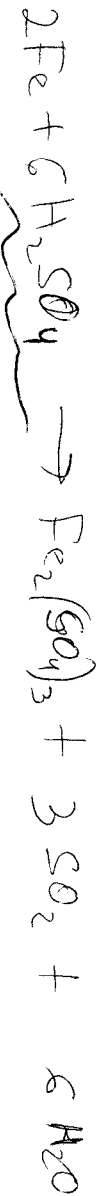
$\frac{704.25 \cdot x + 208.5 \cdot (1-x)}{1} = 105.717$ ;  $x = 0.985928 = 98.59\%$

м.е. б. век серебряна

$6.749160671 \cdot 10^{-6} \text{ моль } PCl_{5(г)}$

$0.472867174 \cdot 10^{-3} \text{ моль } PCl_{3(г)} + Cl_{2(г)}$

4



us gauras he vahnava nance  
vaunvava gaur vevavavava,

10

3

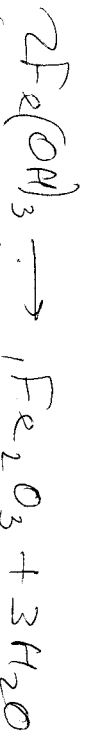


$$w(Fe_3O_4) = \frac{x}{232}$$



$$\frac{1.5-x}{80}$$

$$w(Fe_2O_3) = \frac{1.5-x}{160}$$



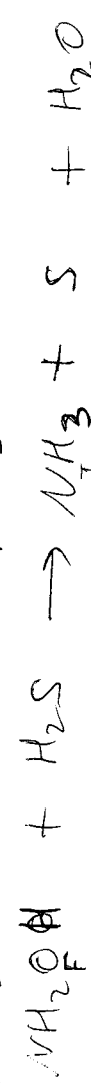
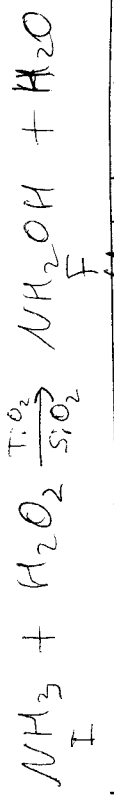
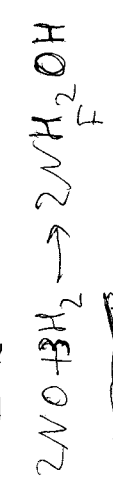
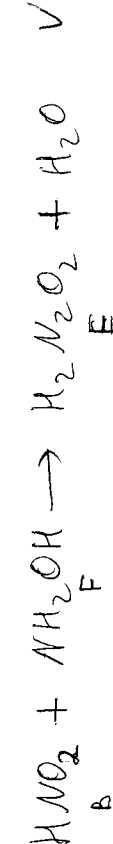
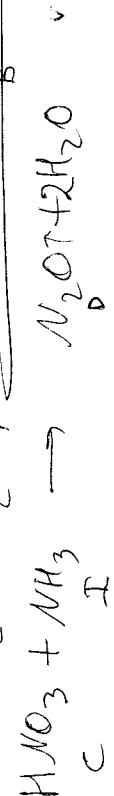
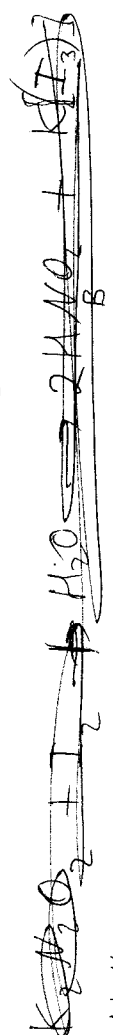
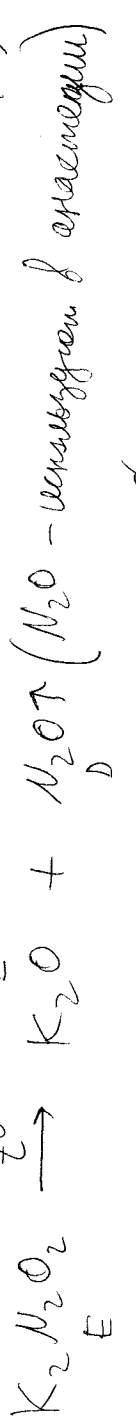
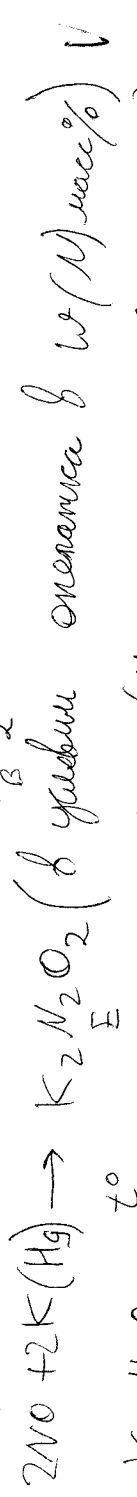
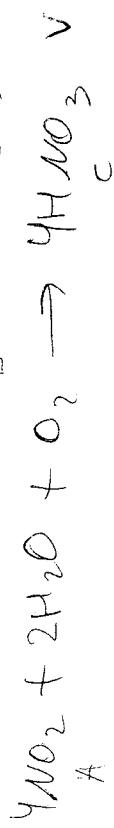
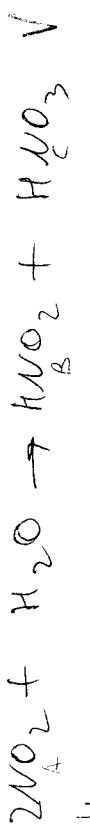
$$\left( \frac{7.5-x}{80} + \frac{3x}{232} \right)$$

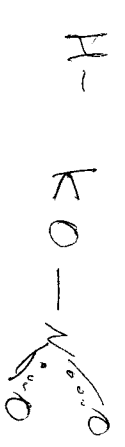
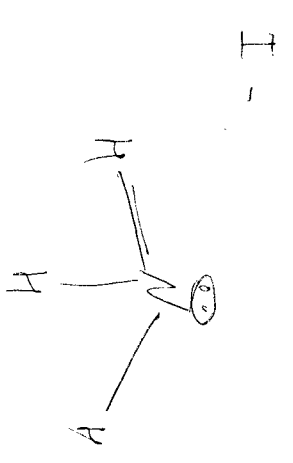
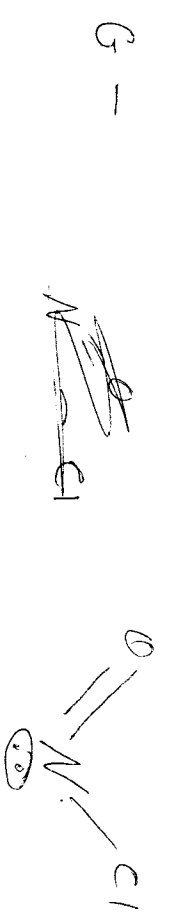
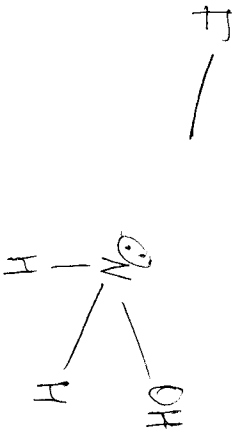
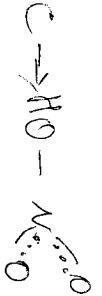
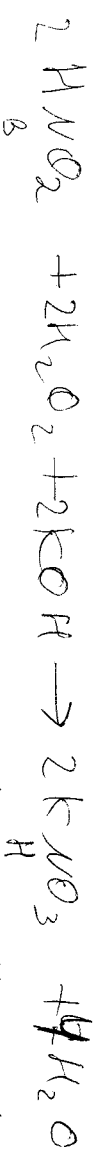
$$\left( \frac{1.5-x}{80} + \frac{3x}{232} \right)$$

$$w(Fe_2O_3) = \left( \frac{7.5-x}{80} + \frac{3x}{232} \right) \cdot (56 \cdot 2 + 16 \cdot 3) = 7.5367$$

$$x = 1.0643$$

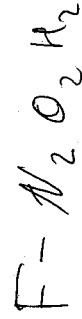
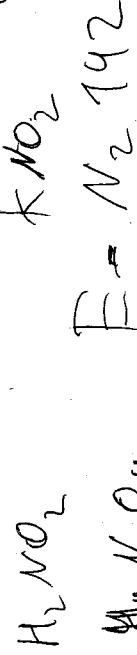
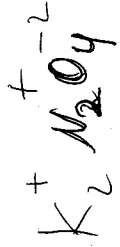
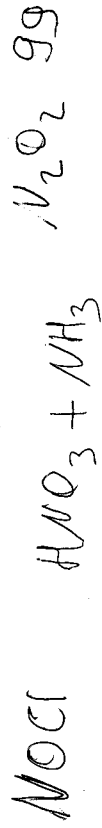
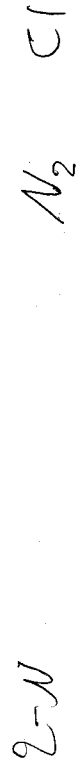
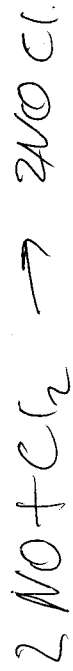
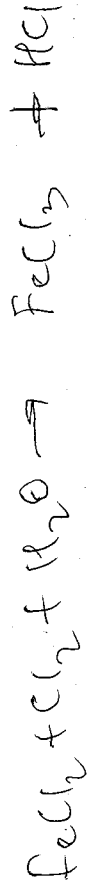
$$w(Fe_3O_4) = \frac{1.0643}{7.5} \cdot 100\% = 70.953\%, w(Fe_2O_3) = 29.0467\%$$



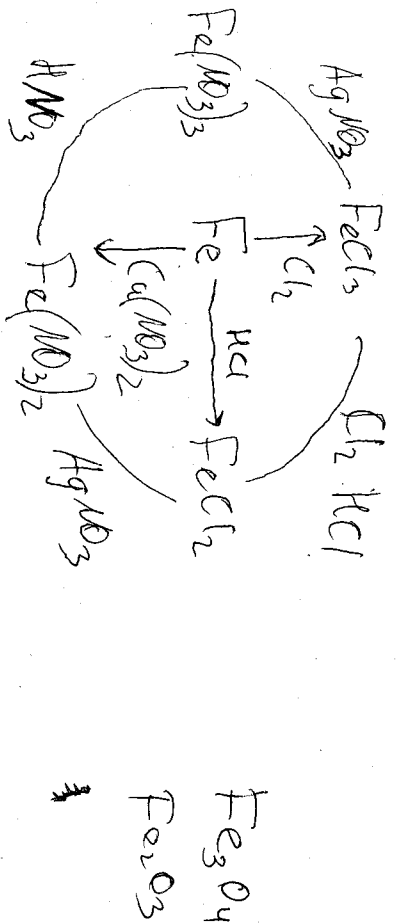


Структура б кат.  $\text{HNO}_3$ , м.е. type спог. кат. вазможна  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$

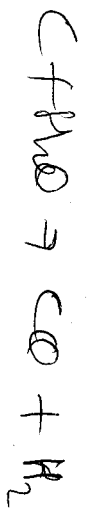




1.



2.  $PCl_5$

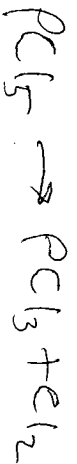


$pV = nRT$

$pV = \frac{m}{M} RT$

$45 \cdot 0.1 = \frac{8.314 \cdot 573}{M}$

$M = 105.865$



$M = 105.717$

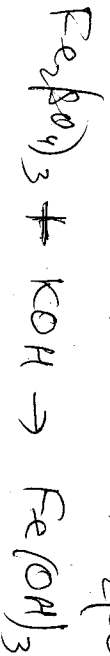
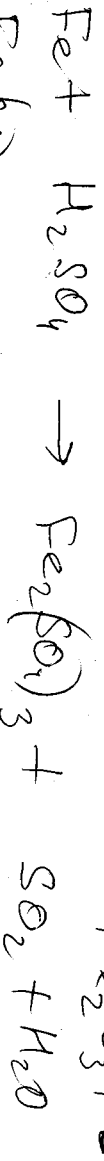
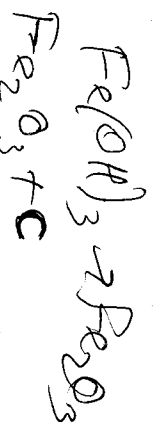
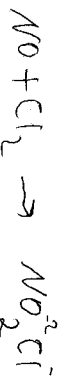
$M = 105.865$

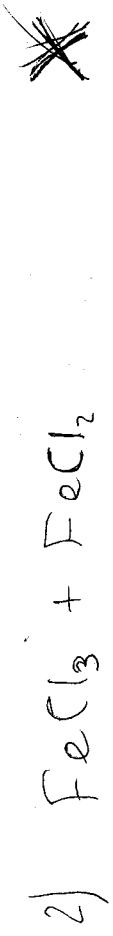
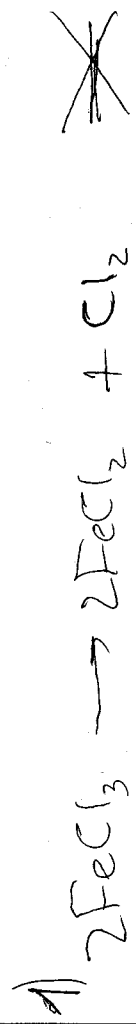
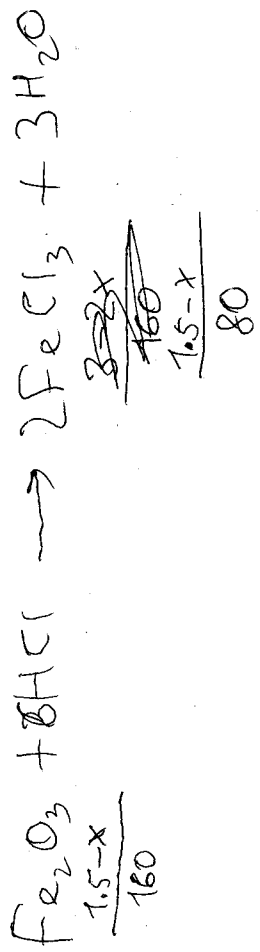
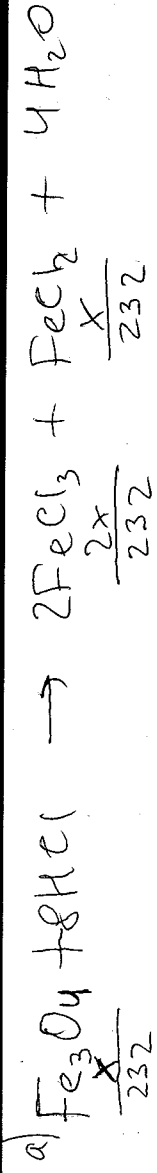


$760 - 1 = 101.325 \text{ kPa}$

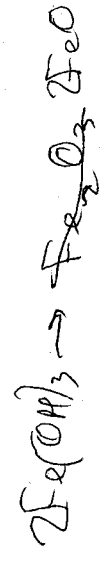
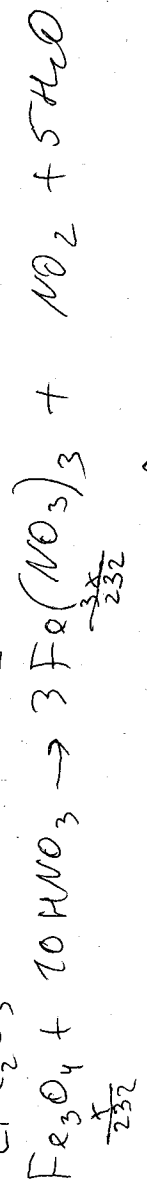
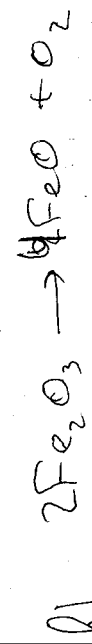
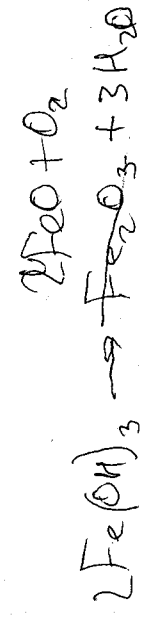
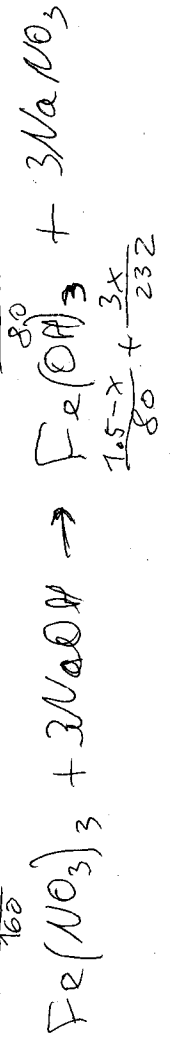
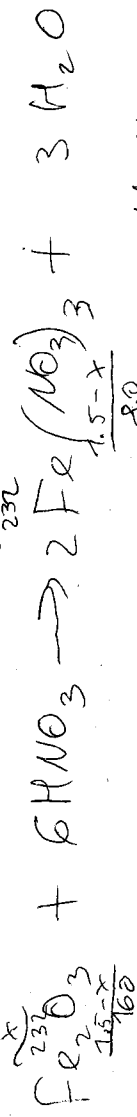
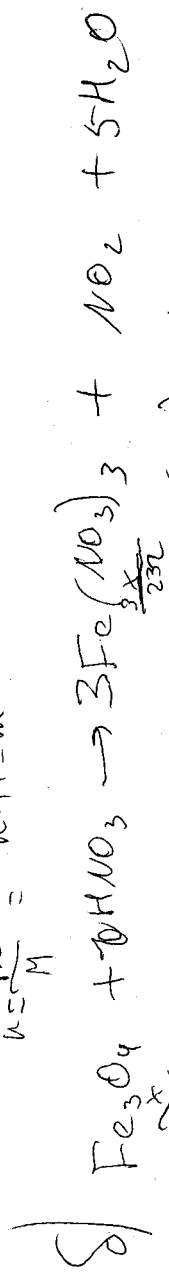
$338 \text{ mmHg} = 45 \text{ kPa}$

3.



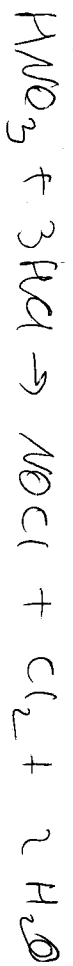
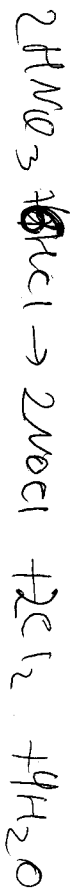


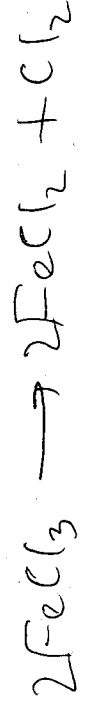
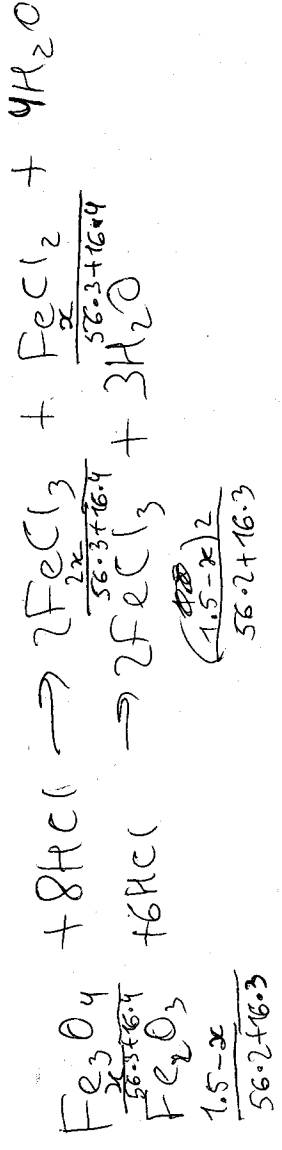
$$n = \frac{m}{M} = n \cdot M = m$$



1.162x

- A -  $\text{NO}_2$
- B -  $\text{HNO}_2$
- C -  $\text{HNO}_3$
- G -  $\text{NOCl}$
- I -  $\text{NH}_3$
- E -
- D -  $\text{N}_2\text{O}$
- F -  $\text{NH}_4\text{OH}$





~~$$\begin{array}{l}
 2x \\
 \frac{2x}{56 \cdot 3 + 16 \cdot 4} + \frac{(1.5-x) \cdot 2}{56 \cdot 2 + 16 \cdot 3} = 2.04 + 2.03
 \end{array}$$~~

~~$$\begin{array}{l}
 x = 0.652650986 \\
 x = 0.7129483875
 \end{array}$$~~

$$\left( \frac{2x}{232} + \frac{2x}{160} + \frac{2x}{232} \right) \cdot (56 + 35.5 \cdot 2) = 2.04$$

$$\frac{40x + 87 - 58x + 20x}{4640} =$$

$$\frac{2x + 87}{4640} =$$

$$\frac{(2x + 87) \cdot 727}{4640} =$$

$$\frac{254x + 11049}{4640} = 2.04 = 9465$$

$$\left( \frac{3x}{232} + \frac{(1.5-x) \cdot 2}{160} \right) \cdot (56 \cdot 2 + 16 \cdot 3) =$$

$$\begin{array}{l}
 1.44 \\
 1.43 \\
 1.42
 \end{array}$$

