

		I			II	III			IV	V			VI	VII	VIII				
I	1	H 1 1,00795 водород		Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева										He 2 4,002602 гелий					
II	2	Li 3 6,9412 литий		Be 4 9,01218 бериллий		B 5 10,812 бор		C 6 12,0108 углерод		N 7 14,0067 азот		O 8 15,9994 кислород		F 9 18,99840 фтор		Ne 10 20,179 неон			
III	3	Na 11 22,98977 натрий		Mg 12 24,305 магний		Al 13 26,98154 алюминий		Si 14 28,086 кремний		P 15 30,97376 фосфор		S 16 32,06 сера		Cl 17 35,453 хлор		Ar 18 39,948 аргон			
IV	4	K 19 39,0983 калий		Ca 20 40,08 кальций		Sc 21 44,9559 скандий		Ti 22 47,90 титан		V 23 50,9415 ванадий		Cr 24 51,996 хром		Mn 25 54,9380 марганец		Fe 26 55,847 железо		Co 27 58,9332 кобальт	Ni 28 58,70 никель
	5	Cu 29 63,546 медь		Zn 30 65,38 цинк		Ga 31 69,72 галлий		Ge 32 72,59 германий		As 33 74,9216 мышьяк		Se 34 78,96 селен		Br 35 79,904 бром		Kr 36 83,80 криптон			
V	6	Rb 37 85,4678 рубидий		Sr 38 87,62 стронций		Y 39 88,9059 иттрий		Zr 40 91,22 цирконий		Nb 41 92,9064 ниобий		Mo 42 95,94 молибден		Tc 43 98,9062 технеций		Ru 44 101,07 рутений		Rh 45 102,9055 родий	Pd 46 106,4 палладий
	7	Ag 47 107,868 серебро		Cd 48 112,41 кадмий		In 49 114,82 индий		Sn 50 118,69 олово		Sb 51 121,75 сурьма		Te 52 127,60 теллур		I 53 126,9045 йод		Xe 54 131,30 ксенон			
VI	8	Cs 55 132,9054 цезий		Ba 56 137,33 барий		La 57 138,9 лантан *		Hf 72 178,49 гафний		Ta 73 180,9479 тантал		W 74 183,85 вольфрам		Re 75 186,207 рений		Os 76 190,2 осмий		Ir 77 192,22 иридий	Pt 78 195,09 платина
	9	Au 79 196,9665 золото		Hg 80 200,59 ртуть		Tl 81 204,37 таллий		Pb 82 207,2 свинец		Bi 83 208,9 висмут		Po 84 [209] полоний		At 85 [210] астат		Rn 86 [222] радон			
VII	10	Fr 87 [223] франций		Ra 88 [226] радий		Ac 89 [227] актиний **		Rf 104 [261] резерфордий		Db 105 [262] дубний		Sg 106 [266] сигборгий		Bh 107 [269] борий		Hs 108 [269] хассий		Mt 109 [268] мейтнерий	Ds 110 [271] дармштадтий
	11	Rg 111 [272] рентгений		Cn 112 [285] коперниций		113		Fl 114 [289] флеровий		115		Lv 116 [293] ливерморий		117		118			

\* лантаноиды

Ce 58 140,1 церий	Pr 59 140,9 празеодим	Nd 60 144,2 неодим	Pm 61 [145]	Sm 62 150,4 самарий	Eu 63 151,9 европий	Gd 64 157,3 гадолиний	Tb 65 158,9 тербий	Dy 66 162,5 диспрозий	Ho 67 164,9 гольмий	Er 68 167,3 эрбий	Tm 69 168,9 тулий	Yb 70 173,0 иттербий	Lu 71 174,9 лютеций
-------------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------	----------------------------	---------------------------

\*\* актиноиды

Th 90 232,0 торий	Pa 91 231,0 протактиний	U 92 238,0 уран	Np 93 [237] нептуний	Pu 94 [244] плутоний	Am 95 [243] америций	Cm 96 [247] курий	Bk 97 [247] берклий	Cf 98 [251] калфорний	Es 99 [252] эйнштейний	Fm 100 [257] фермий	Md 101 [258] менделевий	No 102 [259] нобелий	Lr 103 [262] лоуренсий
-------------------------	-------------------------------	-----------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------	-----------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	----------------------------	------------------------------

**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 Pd Pt Au

активность металлов уменьшается →

**Растворимость кислот, солей и оснований в воде**

Ионы	H <sup>+</sup>	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 <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	M	M	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H	H
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	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	M	H	M	P	H	P	P	M	P	—	M	M	H	M	M
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	H	P	P	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	M	H	P	P	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	H	—	H	H	P	—	P	P
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	H	—	—	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	—	—
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	M	M	M	M	H	M	H	—	H	—	—	—	M	—	—	—
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	M	H	M	P	P	P	P	P	H	P	P	M	P	P	P	P
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	—	—	H	—	—	H	H	—	—	—
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	—	P	P	H	H	H	H	H	H	H	—	H	—	—	—	H	—	—	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	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



2

1974

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ

2018–2019

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ХИМИЯ (9 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада ЕКАТЕРИНБУРГ.

Дата 02.03.19.

\*\*\*\*\*

### ВАРИАНТ 1

#### Задача 1. Непривычные молекулы.

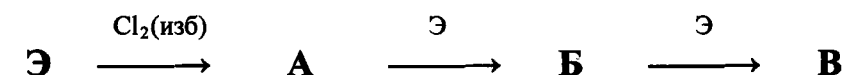
(20 баллов)

Элемент X образует с кислородом несколько бинарных соединений, наиболее известными являются A (массовая доля элемента X,  $\omega_X = 50,0\%$ ) и B ( $\omega_X = 40,0\%$ ). Однако, существуют и другие бинарные соединения элемента X с кислородом, например, C ( $\omega_X = 33,3\%$ ) и D ( $\omega_X = 94,12\%$ ). Установите состав веществ A, B, C и D, нарисуйте их структурные формулы. Опишите химические свойства этих бинарных соединений. Какие еще бинарные соединения элемента X с кислородом Вам известны?

#### Задача 2. Реакции элемента Э.

(20 баллов)

Реакции некоторого простого вещества Э показаны на схеме. Предложите два простых вещества, удовлетворяющих указанной схеме, а также напишите формулы соответствующих им соединений A, Б, В. Напишите уравнения реакций, укажите условия их проведения. Что произойдет, если A растворить а) в воде; б) в водном растворе щелочи; в) в кислоте? Напишите уравнения возможных реакций.



#### Задача 3. «Нано»

(20 баллов)

Как известно, нанотехнологии являются одним из наиболее быстро развивающихся направлений науки и техники. При этом все большее внимание уделяется синтезу и исследованию сферических биметаллических “core-shell” наночастиц, т.е., наночастиц, у которых внутреннее ядро состоит из атомов одного, а внешняя оболочка – из атомов другого металла.

А) Что такое наночастица?

Б) Оцените размер сферической наночастицы, ядро которой состоит из 80 атомов золота, а оболочка – из 100 атомов серебра. Плотность серебра примите равной  $10500 \text{ кг/м}^3$ , а плотность золота –  $19320 \text{ кг/м}^3$ .

В) Предложите способ синтеза суспензии, содержащей такие наночастицы, с использованием в качестве исходных веществ тетрахлороаурата натрия, ляписа, формиата натрия, воды.

Для справки: объем шара связан с радиусом согласно соотношению:  $V = 4/3\pi r^3$

#### Задача 4. «Минерал»

(20 баллов)

При прокаливании бесцветного природного минерала его масса уменьшается на 21,73%, а выделяющийся продукт полностью поглощается концентрированной серной кислотой. Проба минерала окрашивает пламя в фиолетовый цвет. Обработка минерала концентрированной серной кислотой приводит к выделению газа, хорошо растворимого в воде и не вызывающего помутнения известковой воды. Минерал полностью растворяется в воде, образуя бесцветный раствор. При действии на раствор минерала избытком растворов хлорида бария и нитрата серебра выпадают нерастворимые в кислотах белые осадки, массы которых соотносятся как 1,6 : 1, а при действии раствора щелочи выпадает белый осадок, растворимый в кислотах, но не в избытке щелочи. При прокаливании этого осадка его масса уменьшается на 31,03%. Определите состав минерала, приведите уравнения всех указанных в условии задачи реакций. Как называется этот минерал?

#### Задача 5. «Старый реактив»

(20 баллов)

Студент Никита нашел на полке 2 склянки с неизвестными растворами без крышки. Он спросил у лаборанта, что это за реактивы, а тот ответил, что в точности не помнит, помнит только, что в обеих банках находятся растворы одной и той же соли щелочного металла с массовой долей катиона 42,1% и одна из банок стоит здесь довольно давно, а другая недавно. В распоряжении Никиты оказались только раствор щелочи (NaOH), а также известковая вода и соляная кислота. При добавлении к неизвестным растворам щелочи видимых изменений не произошло. При добавлении кислоты к давно стоящему раствору выделился газ без цвета и запаха, а при добавлении к свежему раствору – газ не выделился. Никита очень удивился и провел еще один эксперимент. Он отобрал по 100 мл каждого из растворов и упарил их. Масса твердого остатка в первом случае оказалась 4,96 г, а во втором 3,28 г. Твердые остатки Никита снова растворил и обработал растворы известковой водой. В результате в первом случае выпало 5,10 г осадка, а во втором 3,10 г. Остатки после упаривания растворов Никита прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 0,18 г, а второго не изменилась. Выпавшие после обработки известковой водой осадки Никита так же прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 0,88 г, а второго не изменилась. Предложите возможный состав соли. Определите молярные концентрации и массовые доли веществ в исходных растворах (плотность растворов примите равной 1 г/мл).

1) ЗАПИШЕМ ФОРМУЛУ ОКСИДА А В ОБЩЕМ ВИДЕ.

$$X_2O_i, \text{ тогда } \omega(O) = 0,5 = \frac{i \cdot 16}{i \cdot 16 + 2x} \Rightarrow x = 8i$$

i	1	2	3	4	5	6	7	8
x	8	16	24	32	40	48	56	64

Существуют варианты с  $x = 24$ , но  $Mg_2O_3$  – не существует.

с  $x = 32$ , тогда оксид  $SO_2$ , с  $x = 40$ , но  $Ca_2O_5$  – не существует.

с  $x = 48$ , тогда оксид  $TiO_3$ , с  $x = 56$ , но  $Fe_2O_7$  – не существует.

$x = 64$ , но  $SiO_4$  – не существует.

Итого: 2 возможных варианта  $X$  – S или Ti

Оксид B.

$$\omega(O) = 0,6 = \frac{i \cdot 16}{i \cdot 16 + 2x} \Rightarrow x = 5(3)i$$

i	1	2	3	4	5	6	7
x	5,3	10,6	16	21,2	26,5	32	37

Существуют варианты с  $x = 10,6$ , тогда оксид  $BO_2$ .

$x = 21,2$ , но  $Al_2O_5$  не существует,  $x = 32$ , тогда оксид  $SO_3$ .

Итого: S

Условием удовлетворяет только S  $\Rightarrow$  элемент X – S

в оксиде C  $\omega(S) = 33,3\%$ , тогда  $\omega(O) = 66,7\%$



$$x:y = \frac{\omega(S)}{M(S)} : \frac{\omega(O)}{M(O)} = 1,040625 : 4,16875 = 1:4 \Rightarrow$$

индексы относятся как 1 к 4, скорее всего формула оксида  $S_2O_8$

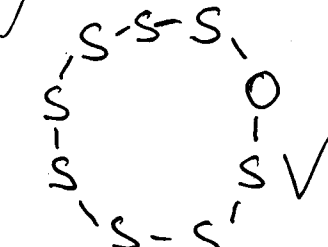
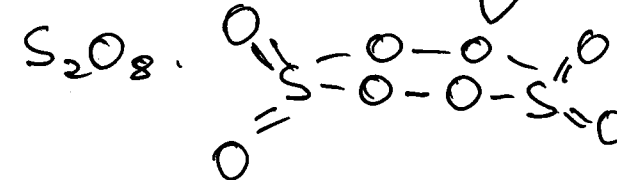
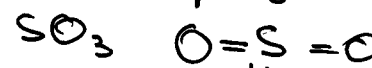
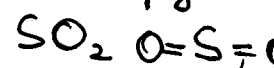
в оксиде D  $\omega(S) = 94,12\%$ ;  $\omega(O) = 5,88\%$



$$x:y = \frac{\omega(S)}{M(S)} : \frac{\omega(O)}{M(O)} = 2,94 : 0,3675 = 8:1 \Rightarrow$$

формула оксида  $S_8O$

2) структурные формулы



4) Также существуют оксиды  $SO$  и  $S_2O$ .

3)  $SO_2$  и  $SO_3$  – кислотные свойства

$S_2O_8$  – сильный окислитель

$S_8O$  – сильный восстановитель?

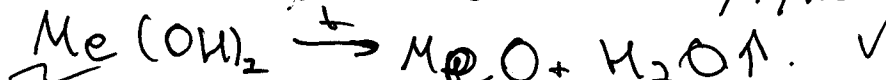
$SO_2$  – и окислитель и восстановитель

$SO_3$  – окислитель

4.

1) При действии на минерал. растворе щелочи выпадает белый осадок, который растворим в избытке щелочи, но растворимый в кислотах, скорее всего это нерастворимое оскобок, потому что это оск. двухвалентного

Me (т.к. их больше), тогда при прокаливании



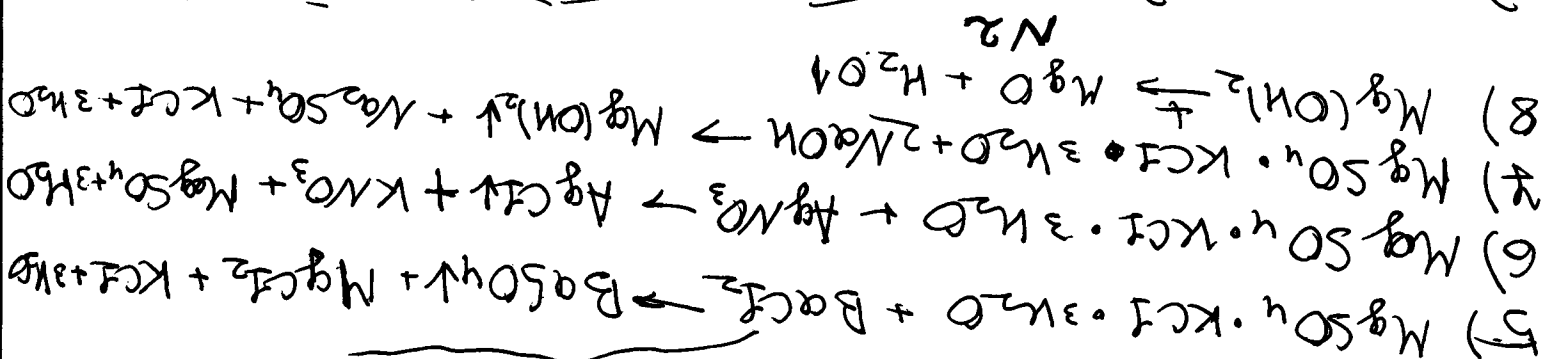
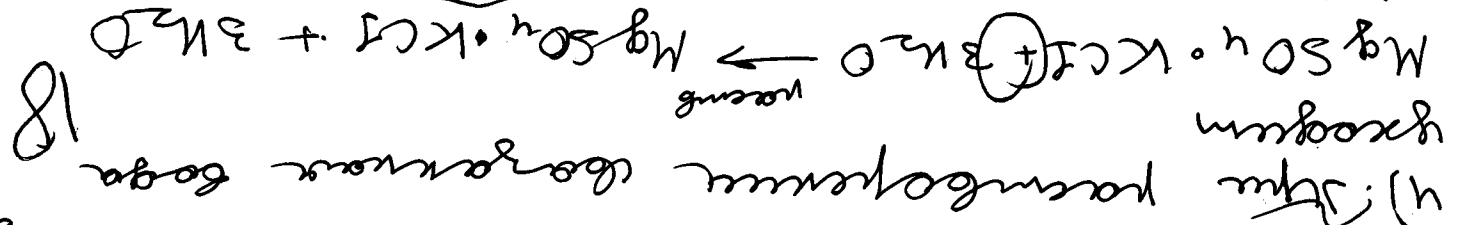
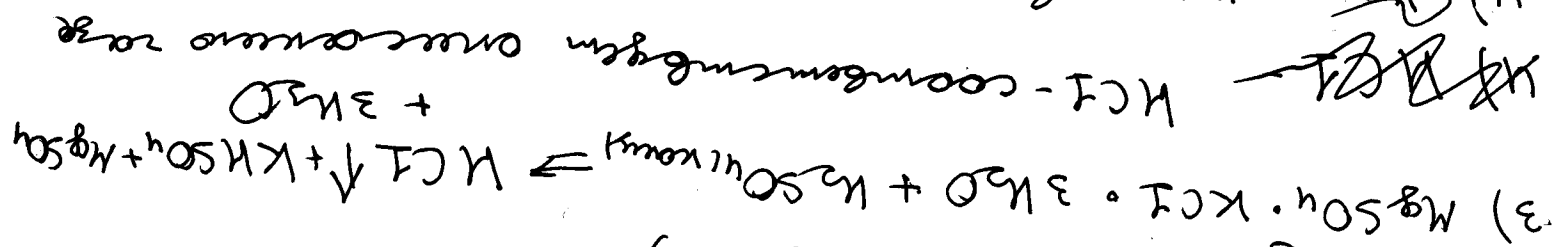
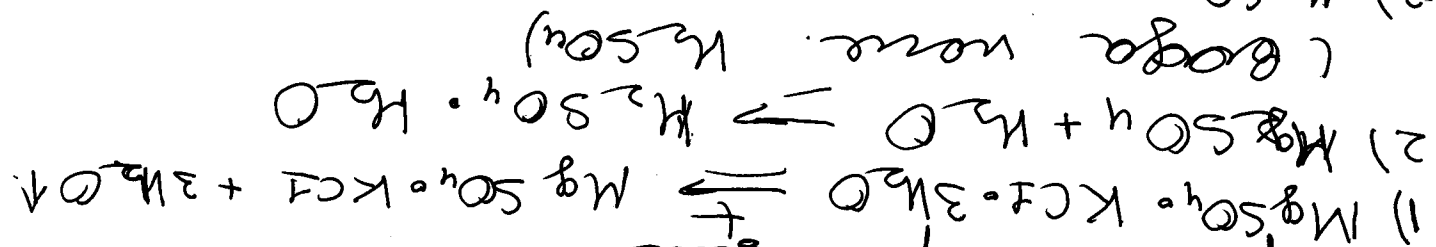
Пусть масса  $Me(OH)_2 = 100$  г, тогда по условию

$$\text{масса } H_2O = 31,03 \text{ г} \Rightarrow n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = 1,724 \text{ моль}$$

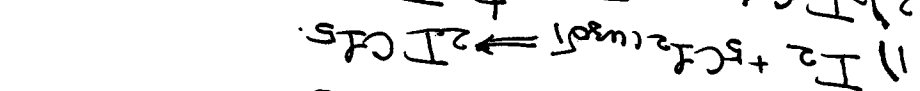
$$\Rightarrow n(Me(OH)_2) = 1,724 \text{ моль}; M(Me(OH)_2) = 58 \text{ г/моль, тогда}$$

$Me = 24 \text{ г/моль} \Rightarrow Me$  – это Mg, что удовлетв. условию.

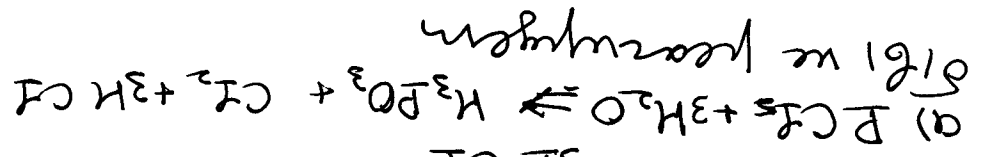
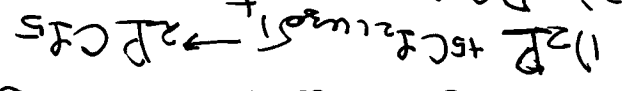
Hydrogen peroxide



Extraction of iron from iron ore  
~~Extraction of iron from iron ore~~  
 I.  $I_2 \xrightarrow{+} ICl_3 \xrightarrow{+} ICl$



Extraction of iron from iron ore  
 I.  $I_2 \xrightarrow{+} ICl_3 \xrightarrow{+} ICl$

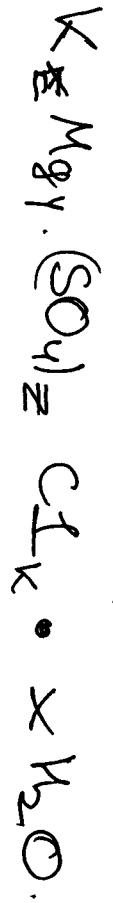


18

# Уравнение!

Уравнение реакции между бензойной кислотой и хлоридом калия в водном растворе. Реакция не происходит, так как бензойная кислота является слабым электролитом, а хлорид калия — сильной электролитом.

Но можно в реакцию с  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{BaCl}_2$  вводить белое осадок, который образуется при взаимодействии ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$  с ионами  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Ba}^{2+}$ . Реакция происходит, так как образуются осадки  $\text{AgCl}$  и  $\text{BaSO}_4$ .



$$\text{O}(\text{H}_2\text{O}) = 0,2143 = \frac{\text{X} \cdot 18}{\text{M}_{\text{Ca}}(\text{Ba}(\text{AgNO}_3)) + \text{X} \cdot 18}$$

$$0,2143 \text{ M}_{\text{Ca}} + 3,9114 \text{X} = 18 \text{X}$$

$$\text{M}_{\text{Ca}} = 64,83 \text{X}$$

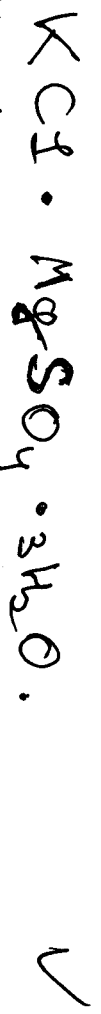
номинал значения X можно узнать по таблице

$$\text{E} \text{ } 1 \text{ } 1 \text{ } 2 \text{ } \text{u} \text{ } \text{K}$$

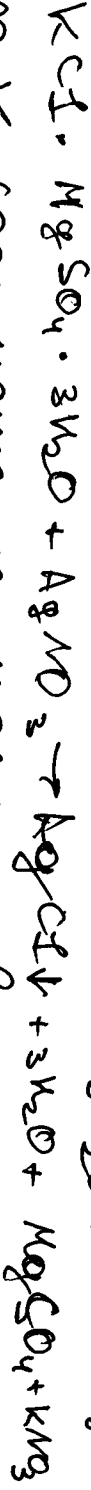
$$\text{X} = 1 \quad \text{M}_{\text{Ca}} = 64,83 - \text{Среднее}$$

$$\text{X} = 2 \quad \text{M}_{\text{Ca}} = 129,66 - \text{Среднее}$$

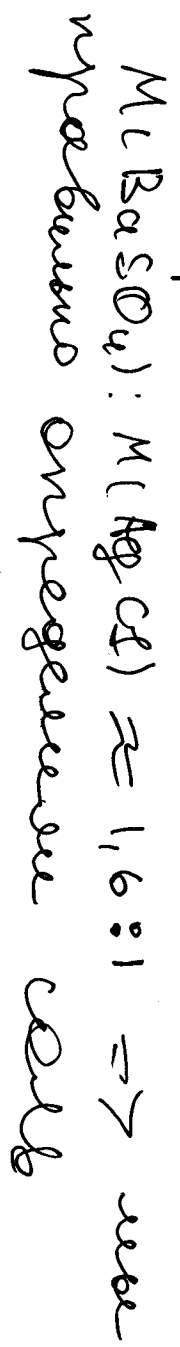
$$\text{X} = 3 \quad \text{M}_{\text{Ca}} = 194,5 - \text{Среднее}$$



при взаимодействии с раствором  $\text{BaCl}_2$  и  $\text{AgNO}_3$ .



и K соединяется с ионами  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$  в осадок, который образуется при взаимодействии ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$  с ионами  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Ba}^{2+}$ .



## Чистовик 2

### №3.

а). Каноническая — это  $10^{-9}$  ~~м~~  $\Rightarrow$   
 каноническая — это такая частица, ~~физическая~~  
 которой удобнее выразить в канонических единицах

б). Дано:

$$N_{Au} = 80$$

$$N_{Ag} = 100$$

$$\rho_{Ag} = 10500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{Au} = 19320 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$V_{частица} = ?$

Пусть  $V_{серебра}$   $\text{м}^3 \Rightarrow$  его масса

$$105000002 \Rightarrow n(Ag) = 94222, (2) \text{ моль}$$

$$N(Ag) = 585274, (7) \cdot 10^{23} \text{ атомов}$$

$$V_{атома Ag} = 0,00000171 \cdot 10^{-23} \text{ м}^3 =$$

$$= 1,71 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3$$

Пусть  $V_{золота}$   $\text{м}^3 \Rightarrow$  его масса

$$193200002 \Rightarrow n(Au) = 98071 \text{ моль}$$

$$N(Au) = 590387,8 \cdot 10^{23}$$

$$V_{атома Au} = 0,00000169 \cdot 10^{-23} \text{ м}^3 =$$

$$= 1,69 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3$$

$$V_{серебра \text{ в канонической}} = N_{Au} \cdot V_{Au} + N_{Ag} \cdot V_{Ag} =$$

$$= 171 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 + 135,2 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 =$$

$$= 306,2 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 = 3,062 \cdot 10^{-27} \text{ м}^3$$

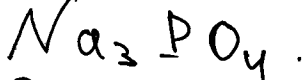
№5.

1)  $Me_x Au$ .

$$\omega(Me) = 0,421 = \frac{Me \cdot x}{Me \cdot x + Au} \Rightarrow$$

$$Au = 1,375 \times Me, \text{ при подборе}$$

$Me$  приходим к единственной  
 вариации, что соль



2) Исходя из масс масс. упрощ. р-ра

$$\omega_1 = \frac{4,967 \cdot 100\%}{1007} = 4,96\% \quad \omega_2 = \frac{3,287 \cdot 100\%}{1007} = 3,28\%$$

beurteilt man konzentrationen in  $\mu\text{g}$   
 $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

$$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = \frac{3,28 \text{ g}}{M(\text{Na}_3\text{PO}_4)} = 0,02 \text{ mol}$$

$$c(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$