

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1 H 1,00795 водород	Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева						2 He 4,002602 гелий
2 Li 6,9412 литий	3 Be 9,01218 бериллий	4 B 10,812 бор	5 C 12,0108 углерод	6 N 14,0067 азот	7 O 15,9994 кислород	8 F 18,99840 фтор	9 Ne 20,179 неон
10 Na 22,98977 натрий	11 Mg 24,305 магний	12 Al 26,98154 алюминий	13 Si 28,086 кремний	14 P 30,97376 фосфор	15 S 32,06 сера	16 Cl 35,453 хлор	17 Ar 39,948 аргон
18 K 39,0983 калий	19 Ca 40,08 кальций	20 Sc 44,9559 скандий	21 Ti 47,90 титан	22 V 50,9415 ванадий	23 Cr 51,996 хром	24 Mn 54,9380 марганец	25 Fe 55,847 железо
26 Co 58,9332 кобальт	27 Ni 58,70 никель	28 Cu 63,546 медь	29 Zn 65,38 цинк	30 Ga 69,72 галлий	31 Ge 72,59 германий	32 As 74,9216 мышьяк	33 Se 78,96 селен
34 Br 79,904 бром	35 Kr 83,80 криптон	36 Rb 85,4678 рубидий	37 Sr 87,62 стронций	38 Y 88,9059 иттрий	39 Zr 91,22 цирконий	40 Nb 92,9064 ниобий	41 Mo 95,94 молибден
42 Tc 98,9062 технеций	43 Ru 101,07 рутений	44 Rh 102,9055 родий	45 Pd 106,4 палладий	46 Ag 107,868 серебро	47 Cd 112,41 кадмий	48 In 114,82 индий	49 Sn 118,69 олово
50 Sb 121,75 сурьма	51 Te 127,60 теллур	52 I 126,9045 йод	53 Xe 131,30 ксенон	54 Cs 132,9054 цезий	55 Ba 137,33 барий	56 La 138,9 лантан *	57 Hf 178,49 гафний
58 Er 167,3 эрбий	59 Tm 168,9 тулий	60 Yb 173,0 иттербий	61 Lu 174,9 лютеций	62 Ho 164,9 гольмий	63 Dy 162,5 диспрозий	64 Gd 157,3 гадолиний	65 Tb 158,9 тербий
66 Dy 162,5 диспрозий	67 Ho 164,9 гольмий	68 Er 167,3 эрбий	69 Tm 168,9 тулий	70 Yb 173,0 иттербий	71 Lu 174,9 лютеций	72 Hf 178,49 гафний	73 Ta 180,9479 тантал
74 W 183,85 вольфрам	75 Re 186,207 рений	76 Os 190,2 осмий	77 Ir 192,22 иридий	78 Pt 195,09 платина	79 Au 196,9665 золото	80 Hg 200,59 ртуть	81 Tl 204,37 таллий
82 Pb 207,2 свинец	83 Bi 208,9 висмут	84 Po [209] полоний	85 At [210] астат	86 Rn [222] радон	87 Fr [223] франций	88 Ra [226] радий	89 Ac [227] актиний **
90 Th 232,0 торий	91 Pa 231,0 протактиний	92 U 238,0 уран	93 Np [237] нептуний	94 Pu [244] плутоний	95 Am [243] америций	96 Cm [247] курий	97 Bk [247] берклий
98 Cf [251] калфорний	99 Es [252] эйнштейний	100 Fm [257] фермий	101 Md [258] менделевий	102 No [259] нобелий	103 Lr [262] лоуренсий	104 Rf [261] резерфордий	105 Db [262] дубний
106 Sg [266] сигборгий	107 Bh [269] борий	108 Hs [269] хассий	109 Mt [268] мейтнерий	110 Ds [271] дармштадтий	111 Rg [272] регентий	112 Cn [285] коперниций	113 Nh [289] нхлеровий

Ce 58 140,1 церий	Pr 59 140,9 празеодим	Nd 60 144,2 неодим	Pm 61 [145] прометий	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
-------------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------	----------------------------	---------------------------

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 ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Hg ₂ ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
F ⁻	P	P	P	P	P	M	H	M	P	H	P	P	M	P	-	M	M	H	M	M
Cl ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	H	P	P	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	M	H	P	P	P	P
I ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	H	-	H	H	P	-	P	P
S ²⁻	P	P	P	P	H	-	-	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-	-
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	M	M	M	M	H	M	H	-	H	-	-	-	M	-	-	-
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	M	H	M	P	P	P	P	H	P	P	M	P	P	P	P	P
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	-	-	H	-	-	H	H	-	-	-
SiO ₃ ²⁻	H	-	P	P	H	H	H	H	H	H	H	-	H	-	-	-	H	-	-	-
PO ₄ ³⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CH ₃ COO ⁻	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

4482



КУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

81

[Handwritten signature]

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ 2018–2019

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ХИМИЯ (9 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада Куров

Дата 21.02.2019

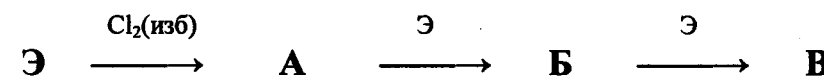
ВАРИАНТ 1

Задача 1. Непривычные молекулы. SO₂; SO₃ (20 баллов)

Элемент X образует с кислородом несколько бинарных соединений, наиболее известными являются А (массовая доля элемента X, ω_X = 50,0%) и В (ω_X = 40,0%). Однако, существуют и другие бинарные соединения элемента X с кислородом, например, С (ω_X = 33,3%) и D (ω_X = 94,12%). Установите состав веществ А, В, С 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 А, Б, В. Напишите уравнения реакций, укажите условия их проведения. Что произойдет, если А 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? сферическая наночастица

Б) Оцените размер сферической наночастицы, ядро которой состоит из 80 атомов золота, а оболочка – из 100 атомов серебра. Плотность серебра примите равной 10500 кг/м³, а плотность золота – 19320 кг/м³.

В) Предложите способ синтеза суспензии, содержащей такие наночастицы, с использованием в качестве исходных веществ тетрахлоаурата натрия, ляписа, формиата натрия, воды. Na[AuCl₄] AgNO₃ NaHCO₃

Для справки: объем шара связан с радиусом соотношению: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ сфера

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) Допустим, что при добавлении BaCl_2 и AgNO_3 выпадают осадки BaSO_4 и AgCl . Проверим: $\frac{m(\text{BaSO}_4)}{m(\text{AgCl})} = \frac{1,6}{1} \Rightarrow \frac{233}{143,5} = 1,6 \Rightarrow 1,6 = 1,6$ – верно. Тогда в минерале присутствуют ионы: SO_4^{2-} и Cl^- соотношением

2) Точно, что при добавлении к минералу щелочи, образовался белый осадок в виде гидроксидов металла, нерастворимый в избытке. Это можно описать так: $\text{Mg}(\text{OH})_2$, разлагающийся по схеме: $\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$, тогда масса уменьшается из-за выделения H_2O .

Пусть $m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 100$, тогда $n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = \frac{100}{58} = 1,724$ моль

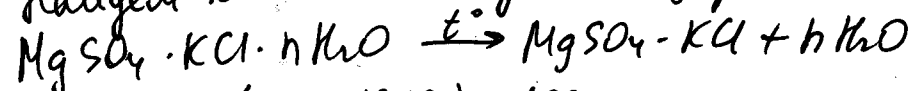
Тогда $n(\text{H}_2\text{O}) = 1,724$ моль $\Rightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = 1,724 \cdot 18 = 31$

Далее выкалывается равенство:

$\frac{m(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{Mg}(\text{OH})_2)} = 0,3103$; $\frac{31}{100} = 0,31 \Rightarrow 0,31 = 0,31$ – верно. Тогда в минерале присутствует Mg^{2+} .

3) Также минерал фиолетовый \Rightarrow есть K^+

4) Формула безводного минерала: $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl}$
Найдём кол-во молекул H_2O в кристаллогидрате.



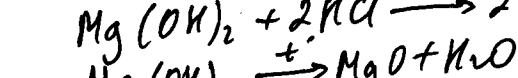
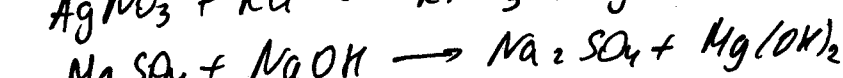
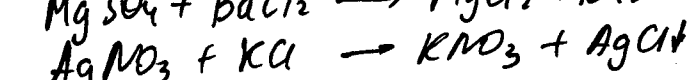
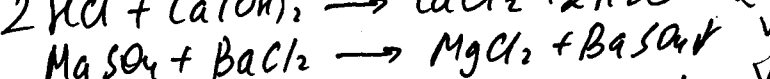
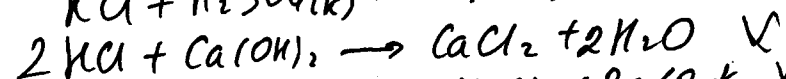
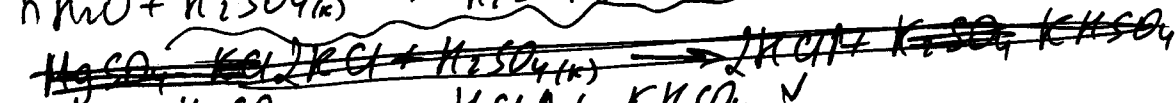
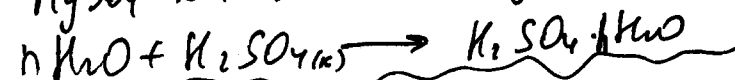
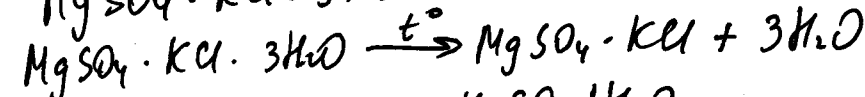
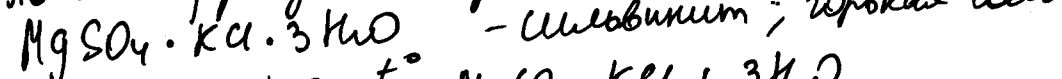
$$\text{Пусть } m(\text{минерала}) = 100$$

$$n(\text{минерала}) = \frac{100}{18n + 194,5} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{O})$$

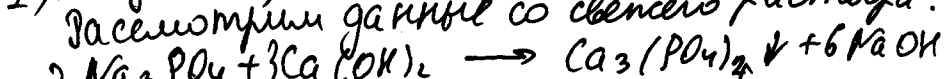
$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18n}{18n + 194,5} = 0,2173 \Rightarrow 42,26485 + 4n = 18n$$

$$n = 3 \quad \checkmark$$

Полная формула минерала:



1) Допустим, что это PO_4^{3-} и катион Na^+
Рассмотрим данные со свесом раствора:



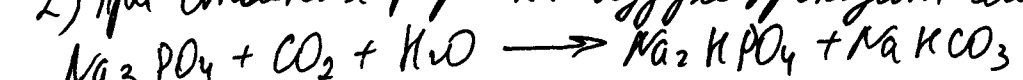
$$n(\text{Na}_3\text{PO}_4) = \frac{3,28}{164} = 0,02 \text{ моль} \quad \checkmark$$

$$n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{3,1}{120 + 190} = \frac{3,1}{310} = 0,01 \text{ моль}$$

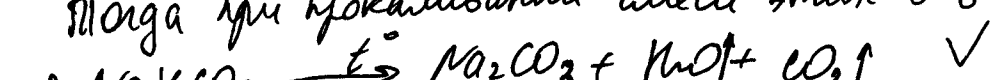
$$\frac{n(\text{Na}_3\text{PO}_4)}{2} : \frac{n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)}{1} = 0,02 : 0,01 = 2 : 1$$

Тогда предположение верно

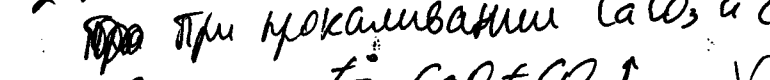
2) При стоянии т-ра на воздухе происходит следующая реакция:



Тогда при прокаливании смеси этих в-в происходит реакция:

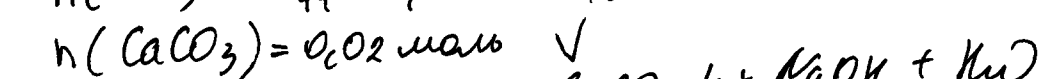


При прокаливании CaCO_3 и $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$:



$$n(\text{CO}_2) = \frac{0,88}{44} = 0,02 \text{ моль} \quad \checkmark$$

$$n(\text{CaCO}_3) = 0,02 \text{ моль} \quad \checkmark$$



$$n(\text{NaHCO}_3) = 0,02 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{NaHCO}_3) = 0,02 \cdot 84 = 1,68 \quad \checkmark$$

$$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 4,96 - 1,68 = 3,28$$

3) Тогда в старом растворе: ^{№5}

$$\omega(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \frac{3,28}{100} \cdot 100\% = 3,28\%$$

$$\omega(\text{NaHCO}_3) = 1,68 : 100 \cdot 100\% = 1,68\%$$

В новокалугинском растворе:

$$\omega(\text{Na}_3\text{PO}_4) = \frac{3,28}{100} \cdot 100\% = 3,28\%$$

4) В старом растворе:

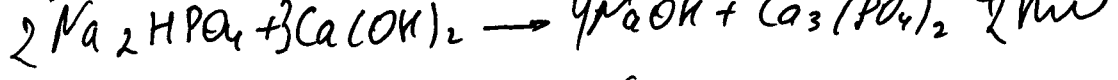
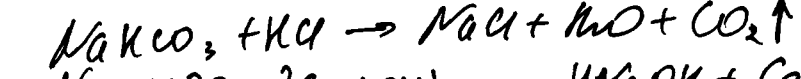
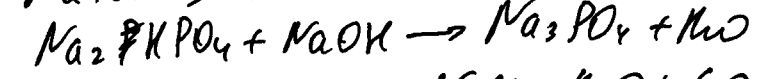
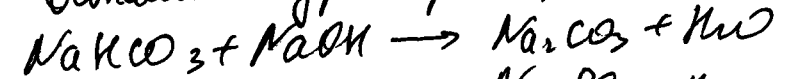
$$C_m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \frac{3,28}{100 \cdot 142} = 0,000231 \text{ M}$$

$$C_m(\text{NaHCO}_3) = \frac{1,68}{100 \cdot 84} = 0,0002 \text{ M}$$

В новокалугинском растворе:

$$C_m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = \frac{3,28}{100 \cdot 164} = 0,0002 \text{ M}$$

Остальные ур-е реакций:

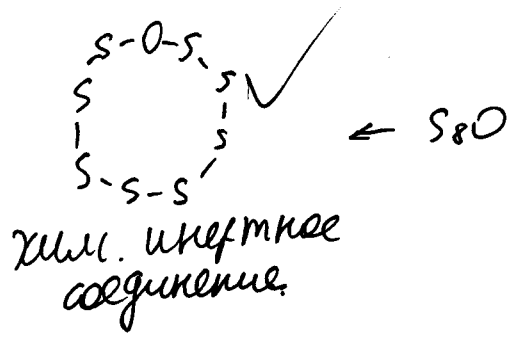
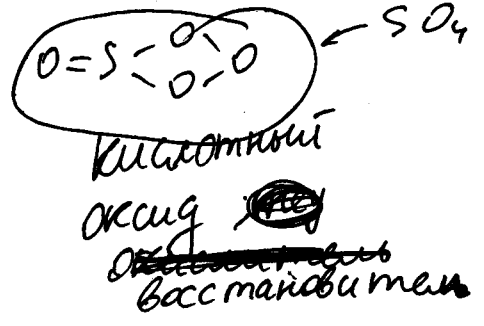
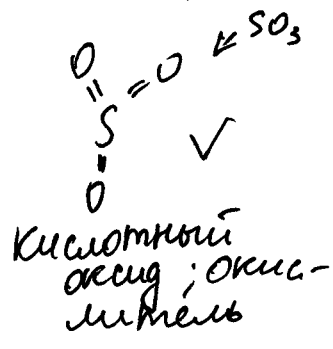
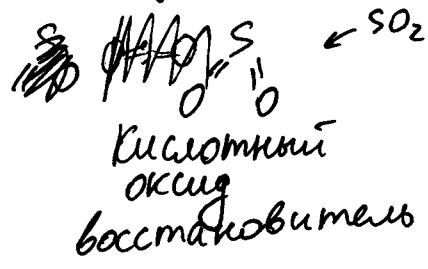


Установим формулы ~~A и D~~ ^{№1} $h = \frac{\omega}{A_r}$

$$C_{\#}) h(S) = \frac{0,333}{32} = 0,01$$

$$h(O) = \frac{0,667}{16} = 0,04 \quad | : 0,01 \quad | \cdot 4 \Rightarrow \text{SO}_4$$

Аналогично узнаем, что A - SO₂; B - SO₃; C - SO₄; D - S₈O



Также существует соединение: S₂O - несамооб-
разующий оксид



$$\omega = \frac{m_e}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

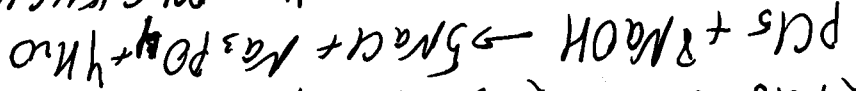
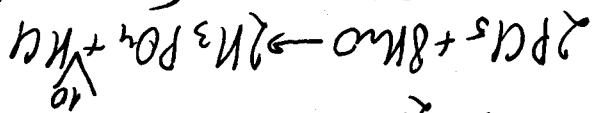
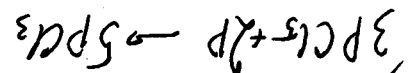
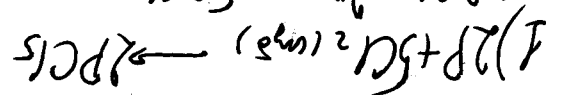
$$C_m = \frac{n}{V}$$

80

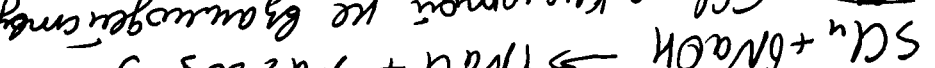
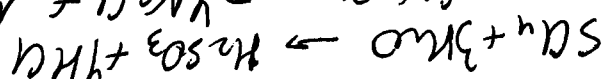
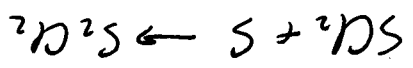
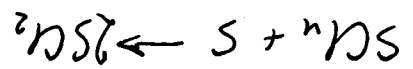
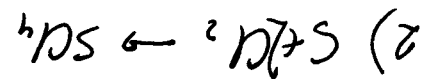


18

2.



~~PCl₅ + 3HCl → H₃PO₃ + 3HCl~~ не образуется



~~SiCl₄ + 2H₂O → H₂SiO₃ + 4HCl~~ не образуется

$\frac{M_1}{M_2} (H_2) = 132$

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$

$V (am Ag) = \frac{108 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}}{10500} = 0,017 \cdot 10^{-24} M^3$

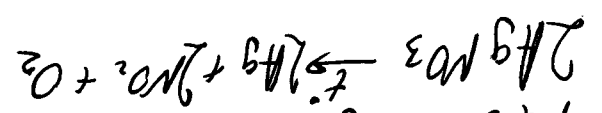
$V (kakovannost) = 80 \cdot 0,017 \cdot 10^{-24} + 100 \cdot 0,017 \cdot 10^{-24} = 3 \cdot 10^{-24} M^3$

$V = \frac{3}{4} \pi r^3 \Rightarrow r^3 = \frac{3 \cdot 10^{-24} \cdot 3}{4 \cdot 3,14} = 7,065 \cdot 10^{-24} \Rightarrow r = 2 \cdot 10^{-8} M$

Кокоранна - цинк кокоранна

$Na[AgCl_2], AgNO_3, H_2O, CH_3COOH$

~~$Ag[AgCl_2] + CH_3COOH \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O + Ag + HCl$~~



Кокоранна Ag и Ag_2