

		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] сиборгий	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] ливорморий	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 ⁺	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	M	M	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
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	P	H	P	P	M	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



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ

2018–2019

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ХИМИЯ (8 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада Санкт-Петербург

Дата 23 марта 2019

ВАРИАНТ 5

Задача 1. Непривычные молекулы.

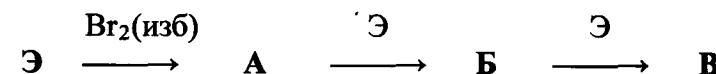
(25 баллов)

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.

(25 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»

(25 баллов)

Среди многочисленных типов наноматериалов одним из важнейших являются так называемые *квантовые точки* — фрагменты проводника или полупроводника с размером, близким к длине волны электрона. К таковым относятся, например, нанокристаллы селенида кадмия. Для их приготовления в инертной атмосфере к водному раствору хлорида кадмия добавляют водный раствор селенита натрия и раствор органического соединения (например, меркаптоэтанола) для предотвращения агрегации частиц.

Для полученных наночастиц положение максимума поглощения в электронных спектрах зависит от размера частиц. Увеличение диаметра частиц при увеличении температуры синтеза сопровождается следующим сдвигом полосы поглощения:

t, °C	10	22	30	40	50	60	70
λ, нм	420	421	421	425	433	440	448
d, нм	2.78	2.78	2.78	2.83	2.90	?	3.03

- 1) Напишите уравнение реакции, лежащей в основе синтеза селенида кадмия;
- 2) Для чего требуется проводить синтез в инертной атмосфере? По возможности проиллюстрируйте ответ уравнением реакции.
- 3) Оцените диаметр наночастиц при 60 °С;
- 4) В растворе происходит мономолекулярная адсорбция молекул тиола на поверхности наночастиц. Во сколько раз изменится количество сорбированного тиола при изменении температуры синтеза с 22 °С до 70 °С?

Для справки: площадь сферы может быть рассчитана по уравнению $S = 4\pi r^2$, объем шара связан с радиусом согласно соотношению: $V = 4/3\pi r^3$

Задача 4. «Минерал»

(25 баллов)

При прокаливании бесцветного природного минерала его масса уменьшается на 26,87%, а выделяющийся продукт полностью поглощается концентрированной серной кислотой. Проба минерала окрашивает пламя в фиолетовый цвет. Минерал полностью растворяется в воде, образуя бесцветный раствор. При действии на раствор минерала избытком растворов хлорида стронция, фосфата калия и гидроксида калия, соответственно, выпадают белые осадки, массы которых соотносятся как 6.34 : 1.51: 1. Первый из осадков нерастворим в кислотах, а второй и третий переходят в раствор при обработке концентрированной азотной кислотой. Определите состав минерала, приведите уравнения всех указанных в условии задачи реакций.



1) По закону эквивалентов массовая доля вещества x в веществе A равна:

$$W_A(x) = \frac{Z_A(x)}{Z_A(x) + Z(O)} \quad \text{где } Z_A(x) - \text{эквивалентная масса } x \text{ в веществе } A$$

$$W_A(x) = 0,5 \quad Z_1(O) = 8$$

$$0,5 = \frac{Z_A(x)}{Z_A(x) \cdot 8}$$

$$0,5 \cdot Z_A(x) = 4$$

$$Z_A(x) = 8$$

ст. ок	X
1	-
2	O - не подходит (A-бичарное)
3	Mg - не проявляет такую ст. ок
4	S - подходит
5	Ca - не прояв. ст. ок
6	Ti - не прояв. ст. ок
7	Fe - не прояв. ст. ок в бичарных веш.
8	-

Вещество $x - S, \Rightarrow$ вещество $A - SO_2 \left(0,5 = \frac{32}{32 + 16 \cdot 2} \right)$

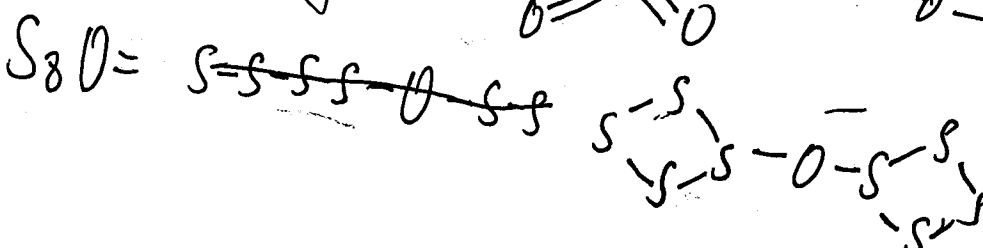
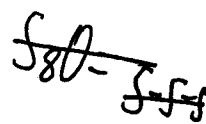
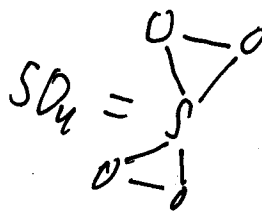
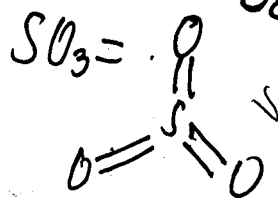
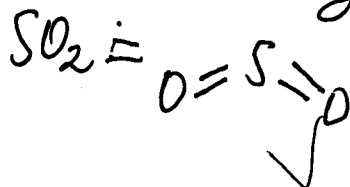
$$W_B(S) = \frac{Z_B(S)}{Z_B(S) + Z_1(O)}, \text{ аналогично}$$

$$W_B(S) = 0,4$$

$$Z_B(S) = 5,33, \Rightarrow \text{ст. ок } S = 6, \Rightarrow \text{вещество } B - SO_3 \checkmark$$

в веществе C на одну серу приходится $0,33 = \frac{32}{32 + 16 \cdot x}$, где x - ст. ок S .
 $x = 4, \Rightarrow SO_4$ т.к у серы не может быть ст. ок $+3, \Rightarrow$ у кислорода ст. ок -2

в веществе D на один кислород приходится $0,0558 = \frac{16}{16 + 32 \cdot y}$, где y - кол-во S .
 $y = 8, \Rightarrow D = S_8O$



2) На основании 3, по об-баву на составу элемент. составу
на основании B_2Cl_4 и I_2
 $B_2Cl_4 + B_2Cl_4 = C/B_2 - A$
 $B_2Cl_4 + Cl_2 = B_2Cl_6 - B$
 $B_2Cl_6 + Cl_2 = B_2Cl_8 - B$
 $B_2Cl_8 + Cl_2 = B_2Cl_{10} - B$
 $B_2Cl_{10} + Cl_2 = B_2Cl_{12} - B$
 $B_2Cl_{12} + Cl_2 = B_2Cl_{14} - B$
 $B_2Cl_{14} + Cl_2 = B_2Cl_{16} - B$
 $B_2Cl_{16} + Cl_2 = B_2Cl_{18} - B$
 $B_2Cl_{18} + Cl_2 = B_2Cl_{20} - B$
 $B_2Cl_{20} + Cl_2 = B_2Cl_{22} - B$
 $B_2Cl_{22} + Cl_2 = B_2Cl_{24} - B$
 $B_2Cl_{24} + Cl_2 = B_2Cl_{26} - B$
 $B_2Cl_{26} + Cl_2 = B_2Cl_{28} - B$
 $B_2Cl_{28} + Cl_2 = B_2Cl_{30} - B$
 $B_2Cl_{30} + Cl_2 = B_2Cl_{32} - B$
 $B_2Cl_{32} + Cl_2 = B_2Cl_{34} - B$
 $B_2Cl_{34} + Cl_2 = B_2Cl_{36} - B$
 $B_2Cl_{36} + Cl_2 = B_2Cl_{38} - B$
 $B_2Cl_{38} + Cl_2 = B_2Cl_{40} - B$
 $B_2Cl_{40} + Cl_2 = B_2Cl_{42} - B$
 $B_2Cl_{42} + Cl_2 = B_2Cl_{44} - B$
 $B_2Cl_{44} + Cl_2 = B_2Cl_{46} - B$
 $B_2Cl_{46} + Cl_2 = B_2Cl_{48} - B$
 $B_2Cl_{48} + Cl_2 = B_2Cl_{50} - B$
 $B_2Cl_{50} + Cl_2 = B_2Cl_{52} - B$
 $B_2Cl_{52} + Cl_2 = B_2Cl_{54} - B$
 $B_2Cl_{54} + Cl_2 = B_2Cl_{56} - B$
 $B_2Cl_{56} + Cl_2 = B_2Cl_{58} - B$
 $B_2Cl_{58} + Cl_2 = B_2Cl_{60} - B$
 $B_2Cl_{60} + Cl_2 = B_2Cl_{62} - B$
 $B_2Cl_{62} + Cl_2 = B_2Cl_{64} - B$
 $B_2Cl_{64} + Cl_2 = B_2Cl_{66} - B$
 $B_2Cl_{66} + Cl_2 = B_2Cl_{68} - B$
 $B_2Cl_{68} + Cl_2 = B_2Cl_{70} - B$
 $B_2Cl_{70} + Cl_2 = B_2Cl_{72} - B$
 $B_2Cl_{72} + Cl_2 = B_2Cl_{74} - B$
 $B_2Cl_{74} + Cl_2 = B_2Cl_{76} - B$
 $B_2Cl_{76} + Cl_2 = B_2Cl_{78} - B$
 $B_2Cl_{78} + Cl_2 = B_2Cl_{80} - B$
 $B_2Cl_{80} + Cl_2 = B_2Cl_{82} - B$
 $B_2Cl_{82} + Cl_2 = B_2Cl_{84} - B$
 $B_2Cl_{84} + Cl_2 = B_2Cl_{86} - B$
 $B_2Cl_{86} + Cl_2 = B_2Cl_{88} - B$
 $B_2Cl_{88} + Cl_2 = B_2Cl_{90} - B$
 $B_2Cl_{90} + Cl_2 = B_2Cl_{92} - B$
 $B_2Cl_{92} + Cl_2 = B_2Cl_{94} - B$
 $B_2Cl_{94} + Cl_2 = B_2Cl_{96} - B$
 $B_2Cl_{96} + Cl_2 = B_2Cl_{98} - B$
 $B_2Cl_{98} + Cl_2 = B_2Cl_{100} - B$
 $B_2Cl_{100} + Cl_2 = B_2Cl_{102} - B$
 $B_2Cl_{102} + Cl_2 = B_2Cl_{104} - B$
 $B_2Cl_{104} + Cl_2 = B_2Cl_{106} - B$
 $B_2Cl_{106} + Cl_2 = B_2Cl_{108} - B$
 $B_2Cl_{108} + Cl_2 = B_2Cl_{110} - B$
 $B_2Cl_{110} + Cl_2 = B_2Cl_{112} - B$
 $B_2Cl_{112} + Cl_2 = B_2Cl_{114} - B$
 $B_2Cl_{114} + Cl_2 = B_2Cl_{116} - B$
 $B_2Cl_{116} + Cl_2 = B_2Cl_{118} - B$
 $B_2Cl_{118} + Cl_2 = B_2Cl_{120} - B$
 $B_2Cl_{120} + Cl_2 = B_2Cl_{122} - B$
 $B_2Cl_{122} + Cl_2 = B_2Cl_{124} - B$
 $B_2Cl_{124} + Cl_2 = B_2Cl_{126} - B$
 $B_2Cl_{126} + Cl_2 = B_2Cl_{128} - B$
 $B_2Cl_{128} + Cl_2 = B_2Cl_{130} - B$
 $B_2Cl_{130} + Cl_2 = B_2Cl_{132} - B$
 $B_2Cl_{132} + Cl_2 = B_2Cl_{134} - B$
 $B_2Cl_{134} + Cl_2 = B_2Cl_{136} - B$
 $B_2Cl_{136} + Cl_2 = B_2Cl_{138} - B$
 $B_2Cl_{138} + Cl_2 = B_2Cl_{140} - B$
 $B_2Cl_{140} + Cl_2 = B_2Cl_{142} - B$
 $B_2Cl_{142} + Cl_2 = B_2Cl_{144} - B$
 $B_2Cl_{144} + Cl_2 = B_2Cl_{146} - B$
 $B_2Cl_{146} + Cl_2 = B_2Cl_{148} - B$
 $B_2Cl_{148} + Cl_2 = B_2Cl_{150} - B$
 $B_2Cl_{150} + Cl_2 = B_2Cl_{152} - B$
 $B_2Cl_{152} + Cl_2 = B_2Cl_{154} - B$
 $B_2Cl_{154} + Cl_2 = B_2Cl_{156} - B$
 $B_2Cl_{156} + Cl_2 = B_2Cl_{158} - B$
 $B_2Cl_{158} + Cl_2 = B_2Cl_{160} - B$
 $B_2Cl_{160} + Cl_2 = B_2Cl_{162} - B$
 $B_2Cl_{162} + Cl_2 = B_2Cl_{164} - B$
 $B_2Cl_{164} + Cl_2 = B_2Cl_{166} - B$
 $B_2Cl_{166} + Cl_2 = B_2Cl_{168} - B$
 $B_2Cl_{168} + Cl_2 = B_2Cl_{170} - B$
 $B_2Cl_{170} + Cl_2 = B_2Cl_{172} - B$
 $B_2Cl_{172} + Cl_2 = B_2Cl_{174} - B$
 $B_2Cl_{174} + Cl_2 = B_2Cl_{176} - B$
 $B_2Cl_{176} + Cl_2 = B_2Cl_{178} - B$
 $B_2Cl_{178} + Cl_2 = B_2Cl_{180} - B$
 $B_2Cl_{180} + Cl_2 = B_2Cl_{182} - B$
 $B_2Cl_{182} + Cl_2 = B_2Cl_{184} - B$
 $B_2Cl_{184} + Cl_2 = B_2Cl_{186} - B$
 $B_2Cl_{186} + Cl_2 = B_2Cl_{188} - B$
 $B_2Cl_{188} + Cl_2 = B_2Cl_{190} - B$
 $B_2Cl_{190} + Cl_2 = B_2Cl_{192} - B$
 $B_2Cl_{192} + Cl_2 = B_2Cl_{194} - B$
 $B_2Cl_{194} + Cl_2 = B_2Cl_{196} - B$
 $B_2Cl_{196} + Cl_2 = B_2Cl_{198} - B$
 $B_2Cl_{198} + Cl_2 = B_2Cl_{200} - B$
 $B_2Cl_{200} + Cl_2 = B_2Cl_{202} - B$
 $B_2Cl_{202} + Cl_2 = B_2Cl_{204} - B$
 $B_2Cl_{204} + Cl_2 = B_2Cl_{206} - B$
 $B_2Cl_{206} + Cl_2 = B_2Cl_{208} - B$
 $B_2Cl_{208} + Cl_2 = B_2Cl_{210} - B$
 $B_2Cl_{210} + Cl_2 = B_2Cl_{212} - B$
 $B_2Cl_{212} + Cl_2 = B_2Cl_{214} - B$
 $B_2Cl_{214} + Cl_2 = B_2Cl_{216} - B$
 $B_2Cl_{216} + Cl_2 = B_2Cl_{218} - B$
 $B_2Cl_{218} + Cl_2 = B_2Cl_{220} - B$
 $B_2Cl_{220} + Cl_2 = B_2Cl_{222} - B$
 $B_2Cl_{222} + Cl_2 = B_2Cl_{224} - B$
 $B_2Cl_{224} + Cl_2 = B_2Cl_{226} - B$
 $B_2Cl_{226} + Cl_2 = B_2Cl_{228} - B$
 $B_2Cl_{228} + Cl_2 = B_2Cl_{230} - B$
 $B_2Cl_{230} + Cl_2 = B_2Cl_{232} - B$
 $B_2Cl_{232} + Cl_2 = B_2Cl_{234} - B$
 $B_2Cl_{234} + Cl_2 = B_2Cl_{236} - B$
 $B_2Cl_{236} + Cl_2 = B_2Cl_{238} - B$
 $B_2Cl_{238} + Cl_2 = B_2Cl_{240} - B$
 $B_2Cl_{240} + Cl_2 = B_2Cl_{242} - B$
 $B_2Cl_{242} + Cl_2 = B_2Cl_{244} - B$
 $B_2Cl_{244} + Cl_2 = B_2Cl_{246} - B$
 $B_2Cl_{246} + Cl_2 = B_2Cl_{248} - B$
 $B_2Cl_{248} + Cl_2 = B_2Cl_{250} - B$
 $B_2Cl_{250} + Cl_2 = B_2Cl_{252} - B$
 $B_2Cl_{252} + Cl_2 = B_2Cl_{254} - B$
 $B_2Cl_{254} + Cl_2 = B_2Cl_{256} - B$
 $B_2Cl_{256} + Cl_2 = B_2Cl_{258} - B$
 $B_2Cl_{258} + Cl_2 = B_2Cl_{260} - B$
 $B_2Cl_{260} + Cl_2 = B_2Cl_{262} - B$
 $B_2Cl_{262} + Cl_2 = B_2Cl_{264} - B$
 $B_2Cl_{264} + Cl_2 = B_2Cl_{266} - B$
 $B_2Cl_{266} + Cl_2 = B_2Cl_{268} - B$
 $B_2Cl_{268} + Cl_2 = B_2Cl_{270} - B$
 B_2

② Чистовик



значит в минерале есть K^+ и SO_4^{2-}

Т.к в 2 и 3 выпадают реагенты, \Rightarrow есть не только основные ионы

или
распада

т.к все щелочные металлы выпадают в осадок, если есть анион SO_4^{2-} , \Rightarrow вступит металл ионной соли, т.е. SrSO_4



чисть в растворе CO_2 - магия, \Rightarrow массы осадков

$m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = \frac{12.59}{58} \cdot \frac{100}{24120} = 1$

$m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 42.3$

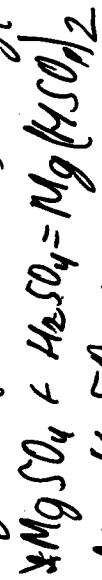
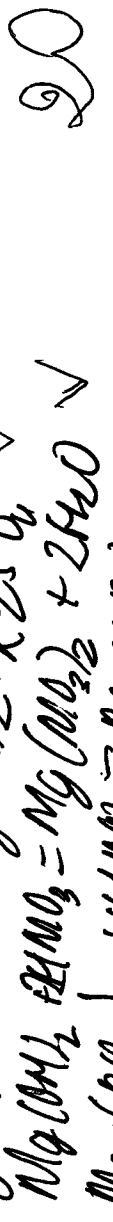
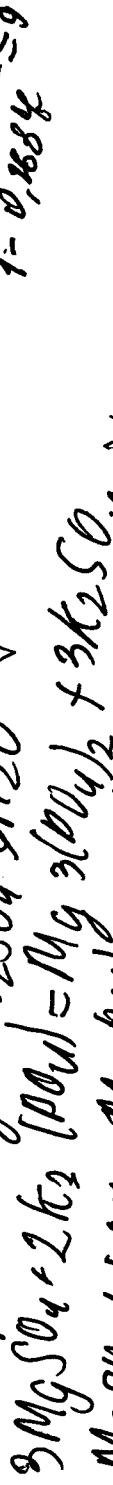
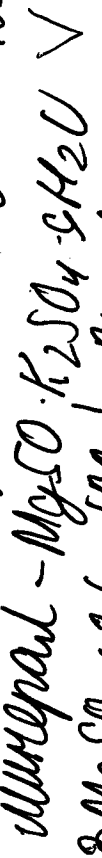
аналогично $m(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2) = 42.72$

чтобы сопоставить соотношения 6,34 : 151 : 1, K_2SO_4 - главное

быть вода раза больше, чем MgSO_4

при превращении аспартагата вода

масса соли при том же $\text{MgSO}_4 = 46.3, \Rightarrow m \text{ воды} = \frac{46.3}{1 - 0.1684} = 55.2$



20