



РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ 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

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺
OH ⁻		Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—	—	Н	Н	Н
F ⁻	Р	М	Р	Р	Р	М	Н	Н	Н	М	Н	Н	Н	Р	Р	Р	Р	Р	—	Н	Р	Р
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	Р	Р
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	Р	Р
I ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	Р	?	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	М	?
S ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	—	—	—	Н	—	—	Н	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
HS ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	Н	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	Н	?	—	Н	?	Н	Н	?	М	Н	Н	Н	?	?
HSO ₃ ⁻	Р	?	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	—	Н	Р	Р
HSO ₄ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	—	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р
NO ₂ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	Р	М	?	?	М	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	Р	Н	Р	Р	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
HPO ₄ ²⁻	Р	?	Р	Р	Р	Н	Н	М	Н	?	?	Н	?	?	?	Н	?	?	?	?	М	?
H ₂ PO ₄ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	?	Р	Р	Р	?	?	—	?
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	?	?	Н	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	?	Н
HCO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	Р	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р	Р	—	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р
SiO ₃ ²⁻	Н	Н	Р	Р	?	Н	Н	Н	Н	?	?	Н	?	?	?	Н	Н	?	?	?	?	?

“Р” – растворяется (> 1 г на 100 г Н₂O)

“М” – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г Н₂O)

“Н” – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды)

“—” – в водной среде разлагается

“?” – нет достоверных сведений о существовании соединений

Примечание: Электрохимический ряд напряжений металлов и таблица «Растворимость кислот, солей и оснований в воде» напечатаны из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии» М., «Экзамен», 2000 (с. 241, форзац)



Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
1	1 H 1,00797 Водород									2 He 4,0026 Гелий	
2	3 Li 6,939 Литий	4 Be 9,0122 Бериллий	5 B 10,811 Бор	6 C 12,01115 Углерод	7 N 14,0067 Азот	8 O 15,9994 Кислород	9 F 18,9984 Фтор			10 Ne 20,183 Неон	
3	11 Na 22,9898 Натрий	12 Mg 24,312 Магний	13 Al 26,9815 Алюминий	14 Si 28,086 Кремний	15 P 30,9738 Фосфор	16 S 32,064 Сера	17 Cl 35,453 Хлор			18 Ar 39,948 Аргон	
4	19 K 39,102 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,956 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,942 Ванадий	24 Cr 51,996 Хром	25 Mn 54,938 Марганец	26 Fe 55,847 Железо	27 Co 58,9332 Кобальт	28 Ni 58,71 Никель	
	29 Cu 63,546 Медь	30 Zn 65,37 Цинк	31 Ga 69,72 Галлий	32 Ge 72,59 Германий	33 As 74,9216 Мышьяк	34 Se 78,96 Селен	35 Br 79,904 Бром			36 Kr 83,80 Криптон	
5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,905 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,906 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc [99] Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,905 Родий	46 Pd 106,4 Палладий	
	47 Ag 107,868 Серебро	48 Cd 112,40 Кадмий	49 In 114,82 Индий	50 Sn 118,69 Олово	51 Sb 121,75 Сурьма	52 Te 127,60 Теллур	53 I 126,9044 Иод			54 Xe 131,30 Ксенон	
6	55 Cs 132,905 Цезий	56 Ba 137,34 Барий	57 La * 138,81 Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,948 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,2 Рений	76 Os 190,2 Осмий	77 Ir 192,2 Иридий	78 Pt 195,09 Платина	
	79 Au 196,967 Золото	80 Hg 200,59 Ртуть	81 Tl 204,37 Таллий	82 Pb 207,19 Свинец	83 Bi 208,980 Висмут	84 Po [210] Полоний	85 At [262] Астат			86 Rn [222] Радон	
7	87 Fr [223] Франций	88 Ra [226] Радий	89 Ac ** [227] Актиний	104 Db [261] Дубний	105 Jl [262] Жолютий	106 Rf [263] Резерфордий	107 Bh [262] Борий	108 Hn [265] Ганий	109 Mt [266] Мейтнерий	110 Радон	

*.ДАНТАНОИЛЫ

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140,12	140,907	144,24	[145]	150,35	151,96	157,25	158,924	162,50	164,930	167,26	168,934	173,04	174,97
Церий	Празеодим	Неодим	Прометий	Самарий	Европий	Гадолиний	Тербий	Диспрозий	Гольмий	Эрбий	Тулий	Иттербий	Лютеций

**АКТИВНОСТЬ

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th 232,038	Pa [231]	U 238,03	Np [237]	Pu [242]	Am [243]	Cm [247]	Bk [247]	Cf [249]	Es [254]	Fm [253]	Md [256]	No [255]	Lr [257]
Торий	Протактиний	Уран	Нептуний	Плутоний	Америций	Кюрий	Берклий	Калифорний	Эйнштейний	Фермий	Менделевий	Нобелий	Лоуренсий

Примечание: Образец таблицы напечатан из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии» М., «Экзамен», 2000



Задание 1

Простое вещество А красного цвета сплавляли с простым веществом Б желтого цвета, в каждом из атомов которого общий заряд электронов равен $-25,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ и получили 48 г вещества В иссиня-черного цвета, массовая доля атомов А в котором 80%.

Вещество В растворили в концентрированной серной кислоте, в результате реакции выделился газ с резким запахом Г, а в образовавшемся синем растворе осталось вещество Д, в котором массовая доля атомов А составляет 40%.

Газ Г полностью поглотили избытком бромной воды, при этом в растворе образовались вещества Е и Ж, причем количество Ж в два раза больше, чем Е.

Задание:

- 1) Определите вещества А, Б, В, Г, Д, Е, Ж.
- 2) Составьте уравнения всех описанных реакций.
- 3) Рассчитайте массу карбоната натрия, необходимую для полной нейтрализации раствора, содержащего вещества Е и Ж.

Выход всех реакций считать 100%-ным.

Задание 2

При взаимодействии эквимольных растворов карбоната натрия и хлорида неизвестного металла выпал белый осадок (реакция 1). Его отделили и прокалили при 200°C (реакция 2). После прокаливания масса осадка составила 2,5 г.

Масса исходного раствора хлорида металла составляла 160 г, массовая доля соли 5%.

Задание:

- 1) Определите неизвестный металл.
- 2) Напишите уравнения реакций 1 и 2.
- 3) Из предложенного списка веществ выберите те, с которыми при определенных условиях может реагировать вещество, полученное в результате прокаливания, напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания:

$\text{H}_2\text{O}; \text{K}_2\text{CO}_3; \text{CO}_2; \text{NaOH}; \text{Na}_2\text{S}; \text{Mg}; \text{Fe}; \text{C}; \text{Al}(\text{OH})_3; \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}; \text{CuO}.$

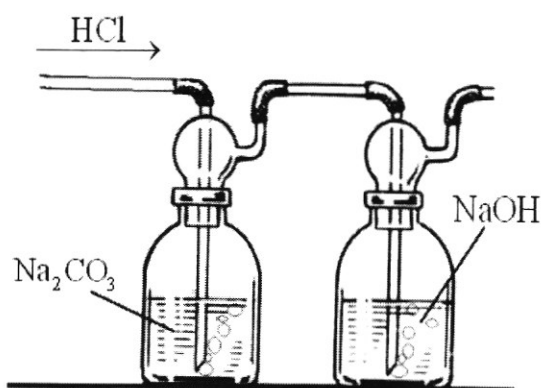
Задание 3

В приготовленный при 40°C водный раствор нитрата никеля (II) массой 160 г опустили цинковую пластину.

После того, как исходная зеленая окраска раствора исчезла, пластину вынули, а оставшийся раствор охладили до 20°C . При этом из него выпало 29,7 г гексагидрата нитрата цинка.

Определите массовую долю нитрата никеля (II) в исходном растворе при 40°C , если известно, что при 20°C растворимость нитрата цинка составляет 131 г на 100 г воды.

Молярную массу цинка принять за 65 г/моль, никеля – 59 г/моль.

Задание 4

Через две последовательно соединенные промывные склянки пропустили 14,758 л (н.у.) газообразного хлороводорода.

В первой склянке находилось 395 г раствора карбоната натрия, во второй – 120 г раствора гидроксида натрия.

После прохождения всех реакций оказалось, что в первой склянке равны между собой массовые доли образовавшихся солей, а во второй – молярные концентрации солей.

Задание:

1. Определите массовые доли веществ в исходных растворах в первой и второй склянке.
2. Определите массовые доли веществ в конечном растворе во второй склянке.

Растворимостью хлороводорода в воде пренебречь.

Задание 5

Составьте уравнения реакций, определите вещества А, Б, В, Г, Д, Е.

- 1) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{1000^\circ\text{C}} \text{CaSiO}_3 + \text{A} + \text{B} \uparrow$
- 2) $\text{A} + \text{Ba}(\text{OH})_{2\text{конц}} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{B} + \text{Г} \uparrow$
- 3) $\text{B} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Д}$
- 4) $\text{Г} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Е}$
- 5) $\text{Д} \xrightarrow{170^\circ\text{C}} \text{Е} + \text{Г} \uparrow$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 1.

1) Вещество Б желтого цвета, —, вероятно, — сера S.

Число электронов в одном атоме Б равно

$$\frac{-25,6 \cdot 10^{-19}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = 16 \Rightarrow \text{Б} - \text{сера S.}$$

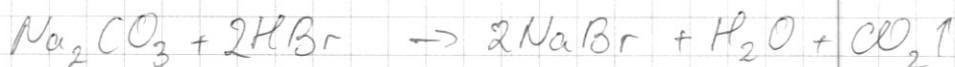
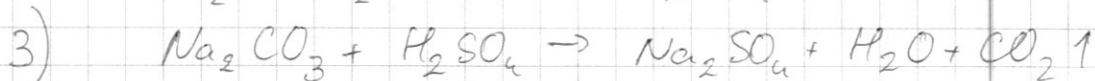
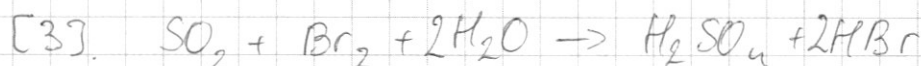
В веществе В $w(A) = 80\% \Rightarrow w(S) = 20\%$, тогда

$$M(B) = \frac{32n}{0,2} = 160n, \text{ где } n - \text{число атомов серы в молекуле.}$$

при $n=1$ получаем, что В — Cu_2S , значит, А — Cu.

Отсюда очевидно, что газ Г — SO_2 , вещество Д — CuSO_4 ,
($w(\omega) = \frac{64}{64+96} = 94\%$)

Е — H_2SO_4 , Х — HBr .



Если Cu_2S было 48 г, тогда $n(\text{Cu}_2\text{S}) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow$

$$\Rightarrow n(\text{SO}_2) = 0,3 \cdot 5 = 1,5 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{HBr}) = 3 \text{ моль}$$

Для нейтрализации потребуется $1,5 + \frac{3}{2} = 3 \text{ моль}$
карбоната натрия

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3 \cdot 106 = 318 \text{ г}$$

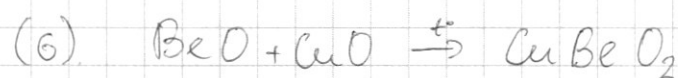
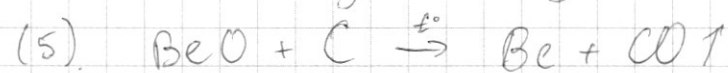
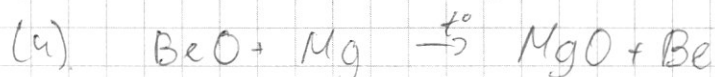
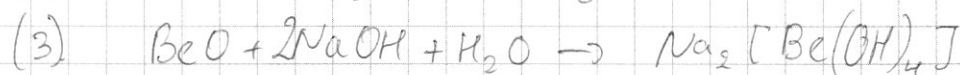
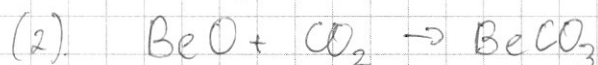
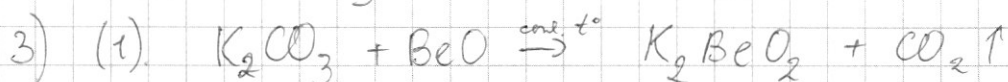
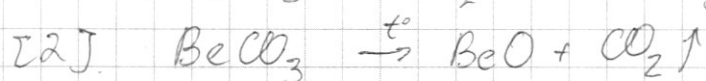
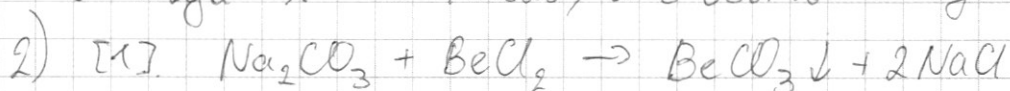
Задание 2.

1) Так как растворы прореагировали в эквивалентном соотношении, можно предположить, что это бихлорид двухвалентного металла. В осадок выпал его карбонат, а при прокаливании, скорее всего, образовался оксид.

Количества всех этих веществ равны, тогда возьмем молярную массу неизвестного металла за X и составим уравнение:

$$\frac{160 \cdot 0,05}{X + 35,5 \cdot 2} = \frac{2,5}{X + 16}$$

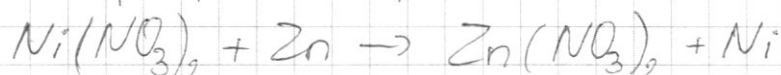
Отсюда $X = 9$ г/моль, что соответствует бериллию Be.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.

В растворе протекала реакция:



Пусть количество $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ — x моль, тогда

$$\frac{131}{231} = \frac{M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2)x - 29,7 \cdot \frac{M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})}}{m_{\text{р-ра}} + 65x - 59x - 29,7}$$

$$\frac{131}{231} = \frac{189x - 18,9}{160 + 6x - 29,7}$$

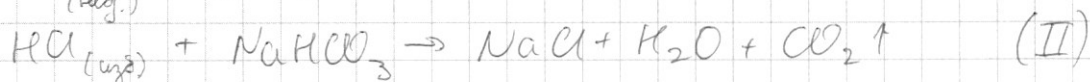
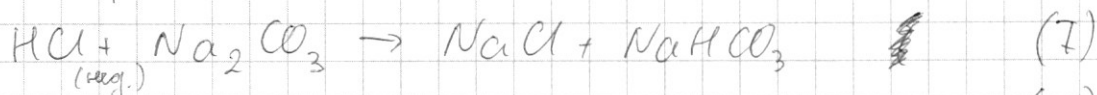
Отсюда $x = 0,5$ моль

$$m(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = 0,5 \cdot 183 = 91,5 \text{ г}$$

$$w(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = \frac{91,5}{160} \cdot 100\% = 57,2\%$$

Задание 4.

1) В первой склянке могли протекать реакции:



Массовые доли образовавшихся солей равны, следовательно, равны и их массы.

$$n(\text{HCl}) = \frac{14,758}{22,4} = 0,659 \text{ моль}$$

~~тогда по первой реакции образуется столько же NaCl и NaHCO₃~~

Пусть в реакцию I вступило x моль HCl ,
в реакцию II y моль HCl , тогда

$$\begin{cases} x + y = 0,659 \\ 58,5x + 58,5y = 84(x - y) \end{cases}$$

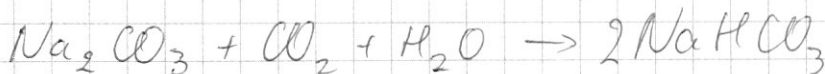
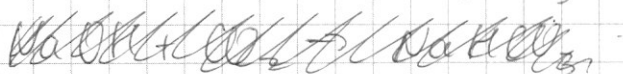
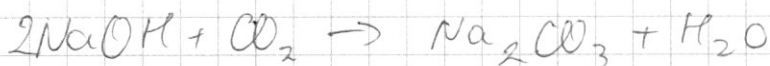
Решив данную систему получаем, что $x = 0,559$ моль
 $y = 0,1$ моль

Масса каждой соли будет равна $\approx 38,55$ г



Значит, изначально в растворе было $0,559$ моль Na_2CO_3 ,
а это $59,25$ г. $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{59,25}{395} \cdot 100\% = 15\%$

Во второй склянке равны концентрации, а, значит, количества веществ тоже. Протекали следующие реакции:

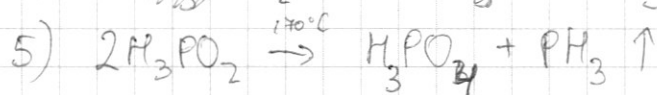
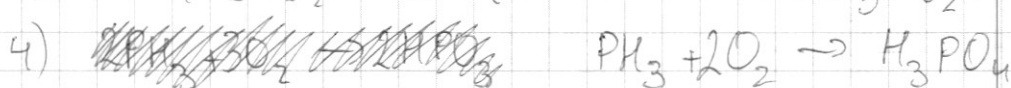
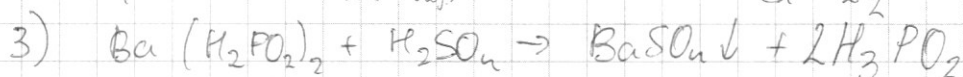
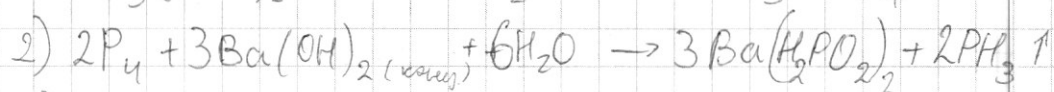
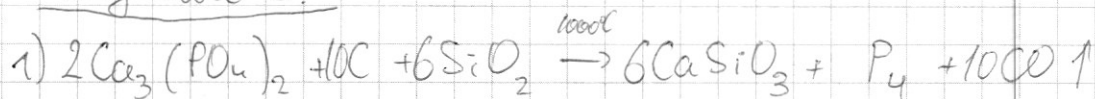


$n(\text{CO}_2) = 0,1$ моль (вычислили ранее) ...

Продолжение решения задачи см. на странице 6!

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 5.



Таким образом, А - P_4 (или P), Б - CO , В - $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$, Г - PH_3 , Д - H_3PO_2 , Е - H_3PO_4 .

Продолжение решения задания 4 ↓↓↓

Пусть в первую реакцию вступит x моль CO_2 , а во вторую — y моль CO_2 , тогда

$$\begin{cases} x + y = 0,1 \\ x - y = 2y \end{cases}$$

Решая систему получаем, что

$$x = 0,075 \text{ моль}$$

$$y = 0,025 \text{ моль}$$

(после реакции стало по 0,05 моль веществ)

Выводим, что изначально во второй склянке было

$$0,075 \cdot 2 = 0,15 \text{ моль NaOH или } 6 \text{ г.}$$

$$w(\text{NaOH}) = \frac{6}{120} \cdot 100\% = \boxed{5\%}$$

$$2) \quad m_{\text{р-ра}} = 120 + 0,1 \cdot 44 = 124,4 \text{ г}$$

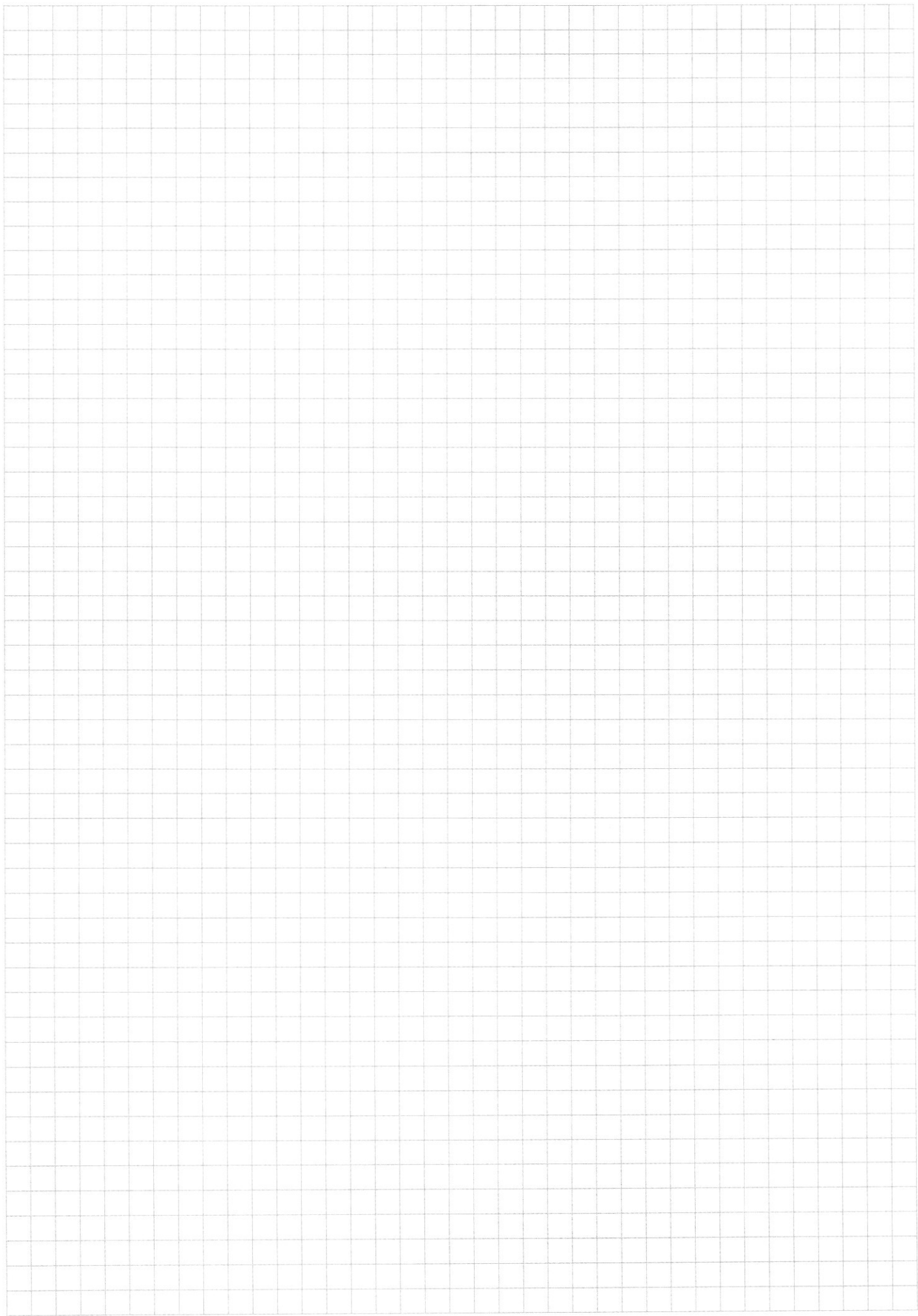
$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,05 \cdot 106}{124,4} \cdot 100\% = 4,26\%$$

$$w(\text{NaHCO}_3) = \frac{0,05 \cdot 84}{124,4} \cdot 100\% \approx 3,4\%$$



(заполняется секретарём)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

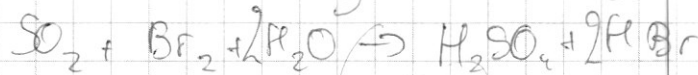
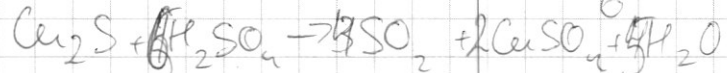
Б-С

А-Р или Se

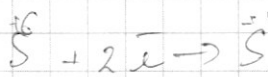
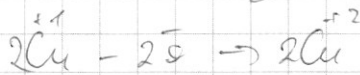
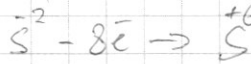
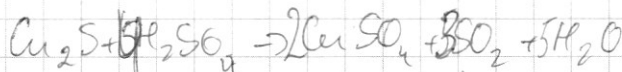
$n_e = 16$

Cu_2S

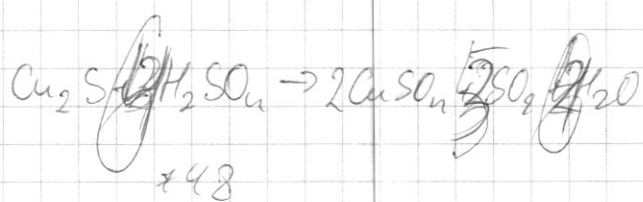
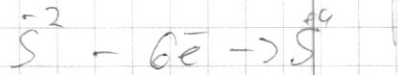
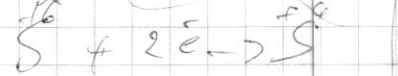
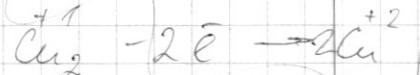
$K_2P_2O_6$



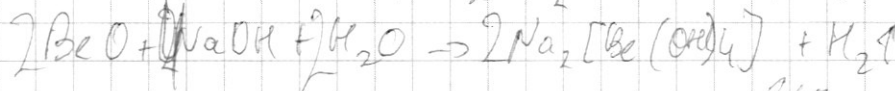
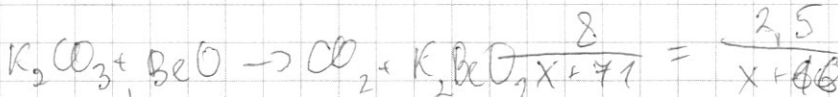
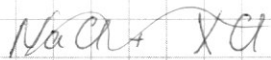
H_3PO_2



5



*48



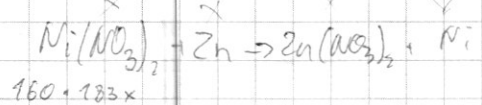
$$8x + 128 = 2,5x + 177,5$$

$$5,5x = 49,5$$

$$x = 9$$

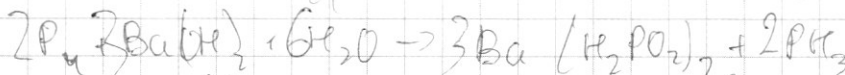
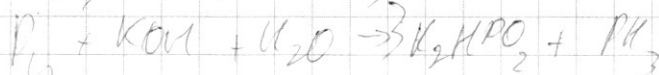
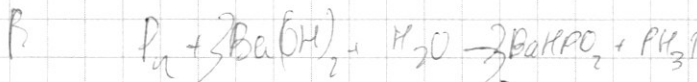
$$\frac{160 + 6x}{231} = \frac{160 - 59x + 65x}{160 + 6x - 29,7}$$

$$\frac{160 + 6x}{231} = 17,82$$

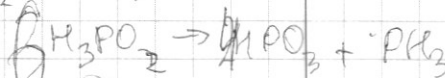
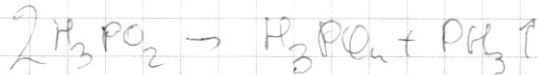


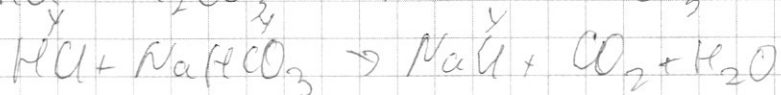
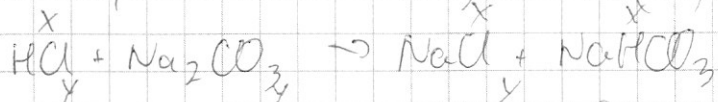
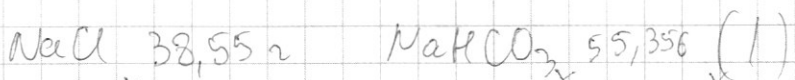
$$40^\circ = 160 + 6x$$

$$20^\circ = 160 + 6x - 29,7$$



269





$$\begin{cases} x + y = 0,659 \\ 58,5x + 58,5y = 84(x - y) \end{cases}$$

$$x = 0,659 - y$$

$$58,5(0,659 - y) + 58,5y = 84(0,659 - y) - 84y$$

$$38,5515 - 58,5y + 58,5y = 55,356 - 84y - 84y$$

$$168y = 16,8 \quad y = 0,1 \quad 38,5515$$

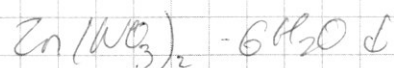
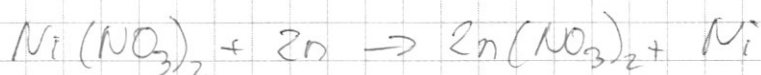
$$32,7 + 5,85 = 46,956 - 8,4$$

$$\begin{cases} x + y = 0,1 \\ x - y = 2y \end{cases}$$

$$x = 0,1 - y$$

$$0,1 - y - y = 2y$$

$$0,1 = 4y \Rightarrow y = 0,025 \\ x = 0,075$$



$$\frac{131}{231} = \frac{189x - 18,9}{160 + 6x - 29,7}$$