

LVII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА
ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Национален кръг, 22-23 март 2025 год.

Групи III и IV

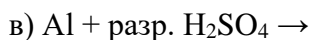
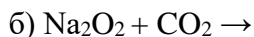
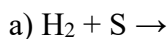
ВЪПРОСИ И ЗАДАЧИ

III Група

ПЪРВА ЧАСТ

- При кое химично взаимодействие НЕ се получава просто вещество?
 - $KI + Cl_2 \rightarrow$
 - $Na + H_2O \rightarrow$
 - $Na_2O + H_2O \rightarrow$
 - $Na + HCl \rightarrow$
- Кое твърдение за диалуминиев триоксид НЕ е вярно?
 - разтворим е във вода
 - не провежда електричен ток
 - съдържа се в сапфир и рубин
 - образува се при потапяне на алуминий в конц. сярна киселина
- В коя комбинация всички вещества са с йонна връзка?
 - Al_2O_3, NaH, NH_3
 - NaF, Li_3N, Na_2S
 - $CaCl_2, HCl, H_2O$
 - $SO_3, Na_2O, NaCl$
- В коя комбинация всички вещества могат да взаимодействат помежду си?
 - $HCl, Br_2, NaOH$
 - Cl_2, Fe, O_2
 - N_2, O_2, Li
 - $Al_2O_3, NaOH, H_2O$
- За всички химични елементи с неметални свойства е вярно, че:
 - простите им вещества са газове;
 - могат да участват в образуването само на прости връзки;
 - имат най-много 2 електрона във външния си електронен слой;
 - простите им вещества могат да реагират както с метали, така и с неметали.
- Каква част от 4 g Al_2O_3 ще се разтвори, ако се залее със 100 mL солна киселина с молна концентрация 0,05 mol/L?
 - 2,1 %
 - 4,2 %
 - 12,6 %
 - 21,3 %
- През вода, поставена в пет номерирани чаши се пропускат съответно газовете: 1 – азотен диоксид; 2 - амоняк; 3 – въглероден диоксид; 4 – сероводород; 5 – хлор. Кой/кои от получените разтвори можете да докажете с помощта на лакмусова хартийка?
 - само 1 и 4
 - само 2
 - само 2 и 5
 - само 3 и 4
- Разтвор на готварска сол с масова част 20% НЯМА да се получи при:
 - разтваряне на 20 g NaCl в 100 g вода;
 - разтваряне на 50 g NaCl в 200 g вода;
 - смесване на 40 g разтвор на NaCl с масова част 0,25 и 10 g вода;
 - смесване на 60 g разтвор на NaCl с масова част 25% и 30 g разтвор на NaCl с масова част 10%.

9. При коя от реакциите ще се отдели газ с изобелващо действие?



10. Кислородът и сярата са елементи от една и съща група на Периодичната таблица. Кое от твърденията за водородните им съединения – H_2O и H_2S е вярно?

а) Сероводородът е много разтворим във вода, защото между молекулите им се образуват здрави водородни връзки.

б) Водата има по-висока температура на кипене от H_2S , защото между молекулите ѝ се образуват здрави водородни връзки.

в) Във вода сероводородът е много разтворим, защото и двете съединения имат силно полярни ковалентни връзки.

г) Сероводородът има по-висока температура на кипене от H_2O , защото той има по-голяма относителна молекулна маса.

11. За кое от съединенията е характерна π -диастереомерия?

а) пент-1-ен

б) пент-2-ин

в) пент-1,3-диен

г) пент-1,4-диен

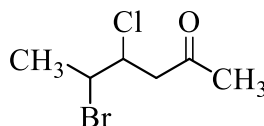
12. Кое е наименованието на съединението по IUPAC?

а) 5-бромо-4-хлорохексан-2-он

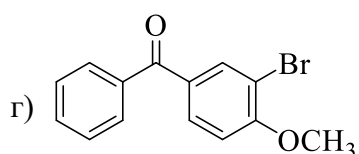
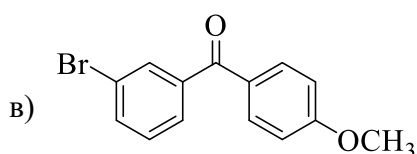
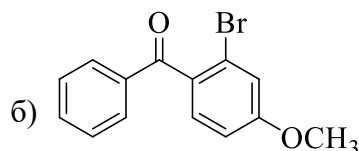
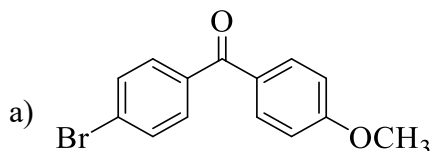
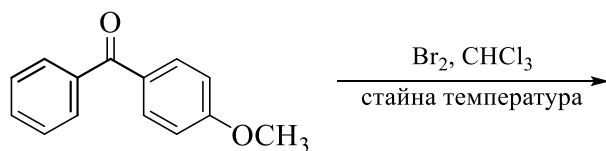
б) 2-бромо-5-оксо-3-хлорохексан

в) 5-бромо-2-оксо-4-хлорохексан

г) 1-метил-4-бромо-3-хлоропентанал

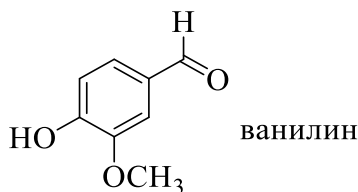


13. Кой е главният продукт на монозаместване, получен по следната реакция:



14. Кой от реагентите НЕ дава качествена реакция с ванилин?

- а) $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- б) I_2, NaOH
- в) $\text{Br}_2, \text{H}_2\text{O}$
- г) $\text{Ag}_2\text{O}, \text{NH}_3$



15. Колко изомерни циклоалкана имат молекулна формула C_5H_{10} , без да се отчитат стереоизомерите?

- а) 3
- б) 4
- в) 5
- г) 6

ВТОРА ЧАСТ

Задача 1

Веществото **X** е разтворено във вода, като към 1,000 kg вода, са добавени 212,1 g **X**. Плътността на получения разтвор е $1,200 \text{ g/cm}^3$. Молната част на **X** в разтвора е 0,03479, а масовата част на катиона в **X** е 0,4338.

Към втора проба, съдържаща същата маса от **X** (212,1 g), е добавен воден разтвор на веществото **Y** ($M(\text{Y}) = 208,2 \text{ g/mol}$), при което **X** реагира напълно и се получават разтворима сол **W** и утайка **Z**. Утайката **Z** след изолиране и изсушаване има маса 394,7 g. Молното отношение на **X**, **Y** и **Z** в реакцията е 1:1:1.

Веществото **Z** е разтворимо в киселини, при което се отделя газ **Г** без мирис.

1. Опредете кои са веществата **X**, **Y**, **W**, **Z** и газът **Г**. Подкрепете отговора си с изчисления.
2. Определете молната концентрация на **X** в първоначалния разтвор.
3. Колко mL HCl и с каква молна концентрация (в стехиометрично количество) трябва да се добавят към първоначалния разтвор на **X**, така че **X** да реагира напълно и крайният обем на получения разтвор да се увеличи 2 пъти? (обемите да се считат за адитивни)
4. Ще се разтвори ли напълно цялата утайка **Z**, ако се залее със същото количество (c и V) HCl , пресметнато в т.3? Ще остане ли в излишък някой от реагентите и с каква молна концентрация?
5. Напишете с изравнени химични уравнения описаните взаимодействия.

Задача 2

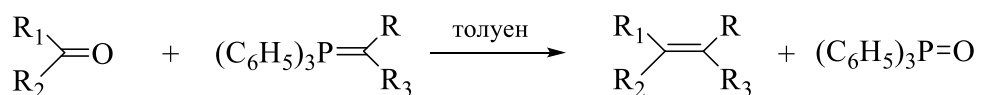
Въглеродородът **Ц** е цикличен алкен с молна маса $82,15 \text{ g/mol}$. С помощта на инфрачервена спектроскопия е установено, че съединението **Ц** не съдържа три- или четиричленен пръстен.

1. Определете молекулната формула на **Ц**, като подкрепите отговора си с изчисления.
2. Запишете с подходящи формули всички изомерни циклоалкени, които отговарят на молекулната формула на **Ц** и съдържат в структурата си цикли с повече от четири въглеродни атома.

При реакцията на Ц с Br_2/CCl_4 или с разреден воден р-р на KMnO_4 при стайна температура се получават съединения, които не съдържат асиметрични въглеродни атоми.

3. Определете структурата на Ц и запишете със структурни формули Ц и продуктите на описаните взаимодействия на Ц.
4. Изразете с химични уравнения два метода за получаване на Ц, като в единия използвате като изходно съединение подходящо заместен алкохол, а в другия – подходящ алкилхалогенид. Изберете изходните съединения така, че да получите най-високи добиви на Ц, и запишете условията, при които се провеждат реакциите.

Циклоалканът Ц може да бъде получен и чрез реакцията на Витиг, при която взаимодействат карбонилни съединения с фосфорни илиди. Реакцията се изразява с уравнението.



където R, R₁, R₂, R₃ могат да бъдат и H-атоми.

5. Определете възможните комбинации от карбонилно съединение и илид, от които може да се получи Ц, и ги запишете със структурни формули.

Задача 3

Химичните елементи А-Е се намират в главните групи на Периодичната таблица, а W, X, Y и Z са вещества, които се образуват между тези елементи. В таблицата са представени видовете химични връзки, които се образуват между атомите или йоните на елементите А-Е.

Кодът, който е използван, е:

- 0 – не се образува връзка;
- 1 – ковалентна единична връзка;
- 2 – ковалентна двойна връзка;
- 3 – метална връзка;
- 4 – йонна връзка.

Между градивните частици на някои от елементите е възможно образуването както на ковалентна единична връзка, така и на ковалентна двойна връзка (код 1,2).

А	Б	В	Г	Д	Е	
3	4	4	0	4	4	А
	1	1,2	4	1	1	Б
		2	4	1	1,2	В
			3	4	4	Г
				1	1	Д
					1	Е

1. Какви са според химичните свойства елементите А-Е? Обосновете се, като използвате таблицата за видовете химични връзки.
2. Два от елементите могат да бъдат определени само чрез данните от таблицата - кои са те? Запишете химичните им знаци и се обосновете.

Допълнителна информация:

- Атомите на елемента **Г** имат два пъти повече протони в ядрата си в сравнение с атомите на елемента **А**.
 - Едно от съединенията на елементите **А**, **Б** и **В** е **АВВ₃** с $M = 213,995 \text{ g/mol}$.
 - Елементите **В** и **Е** образуват поне 3 съединения помежду си, като това с най-голяма относителна молекулна маса ($M = 182,893 \text{ g/mol}$) е веществото **Х**.
3. Запишете химичните знаци на елементите А-Е. Обосновете се, като използвате всички данни от допълнителната информация и направите необходимите изчисления.

Известно е още, че:

- Елементите **В** и **Д** образуват веществото **W**.
 - При взаимодействието на **Х** и **W** се образува **Y**.
 - Веществото **Z** е съставено от елементите **В**, **Г** и **Д**.
4. Запишете химичните формули на веществата **W**, **Х**, **Y** и **Z**.
5. Изразете със структурна формула веществото **Х**.
6. Изразете с химични уравнения взаимодействията на **Х** с **W**, на **Х** с **Z** и на **Y** с **Z**, като използвате химичните формули на веществата.

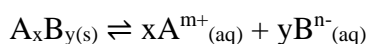
IV Група

Задача 1

Миниум (Pb_3O_4) е смесен оксид на олово, който може да бъде представен и като „смесена сол“ (олово присъства както в катионната, така и в анионната съставна част на солта). Pb_3O_4 е малко разтворимо във вода вещество, като разтворимостта му зависи от рН на средата и наличието на други химични агенти.

1. Запишете химична формула, която представя Pb_3O_4 като смесен оксид – комбинация от два оксида. Кой оксид (запишете химичната му формула и го наименувайте по IUPAC) може да се разглежда като компонент с основни свойства и кой – с киселинни?
2. Представете с химична формула Pb_3O_4 като „смесена сол“. Наименувайте я.

При определени условия в суспензия на малко разтворимо във вода вещество се установява хетерогенно равновесие:



Равновесната константа на това хетерогенно равновесие се нарича произведение на разтворимост на веществото – K_s .

3. Изразете с химично уравнение равновесието, което се установява в системата Pb_3O_4 – вода. Запишете израз за K_s на „смесената сол“.

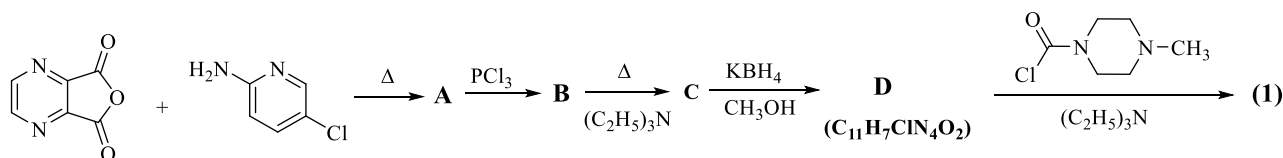
Произведението на разтворимост K_s на Pb_3O_4 е $5,3 \times 10^{-51}$.

4. Изчислете разтворимостта S (mol/L) на Pb_3O_4 във вода.
5. Каква маса (g) олово се съдържа в наситен воден разтвор на Pb_3O_4 с обем 5,0 L?
6. Изчислете разтворимостта S' (mol/L) на Pb_3O_4 във воден разтвор на оловен(II) нитрат с молна концентрация 1×10^{-3} mol/L. Приемете, че степента на електролитна дисоциация на оловен(II) нитрат е 100%.

Задача 2

Zopiclone, съединение (1), е лекарствен препарат, използван като транквилант.

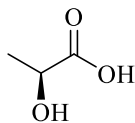
На схемата е представен един от методите за синтез на (1):



За реакциите и веществата от схемата е известно, че:

- Съединенията **A** – **D** и продуктът (1) са органични.
 - При получаване на **A** изходните вещества реагират в молно отношение 1:1.
 - Преходът **B** → **C** е вътрешномолекулен процес.
 - KBH_4 е селективен реагент, който се използва за редукция на карбонилна група.
1. Изразете с уравнения взаимодействията от схемата, като използвате структурни формули за съединенията **A** – **D** и за продукта (1).
 2. Като използвате клиновидни формули, напишете енантиомерите на (1).

Съединение (1) (рацемат) може да се раздели на енантиомери, като се използва (*S*)-2-хидроксипропанова киселина (млечна киселина) – получените съединения имат различна разтворимост в етанол и могат да бъдат разделени с прекристализация.

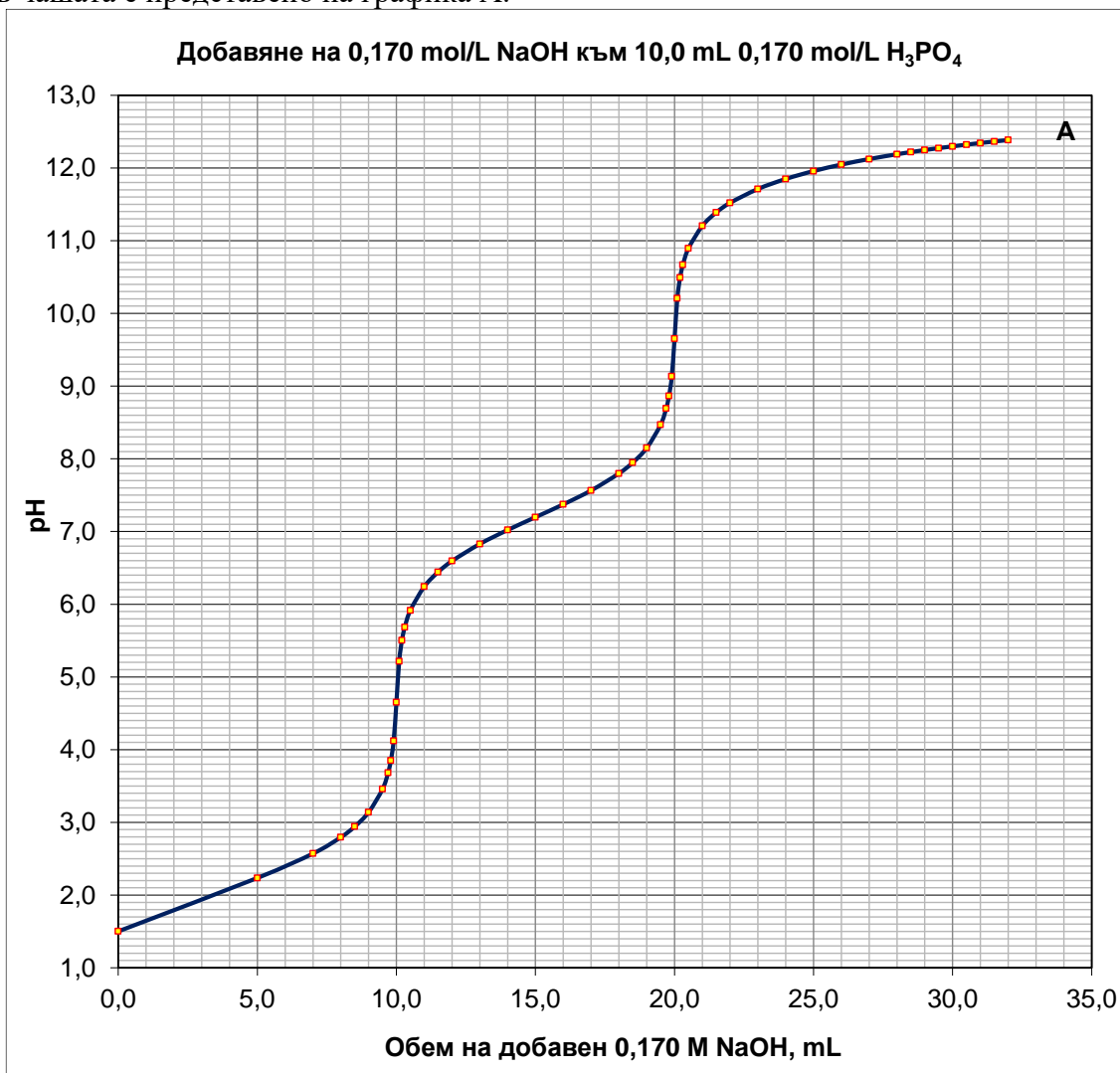


(*S*)-2-хидроксипропанова киселина

3. Изразете взаимодействието на рацемата (1) с (*S*)-2-хидроксипропанова киселина, като имате предвид, че азотните атоми с sp^3 хибридно състояние на валентните им атомни орбитали са по-базични от тези с sp^2 хибридно състояние. Напишете структурата на съединенията, получени с всеки от енантиомерите на (1). Какъв вид стереоизомери са получените съединения?

Задача 3

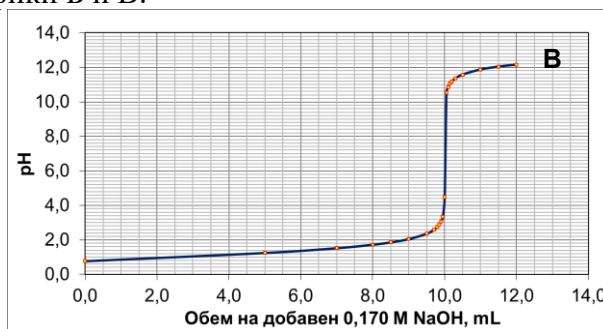
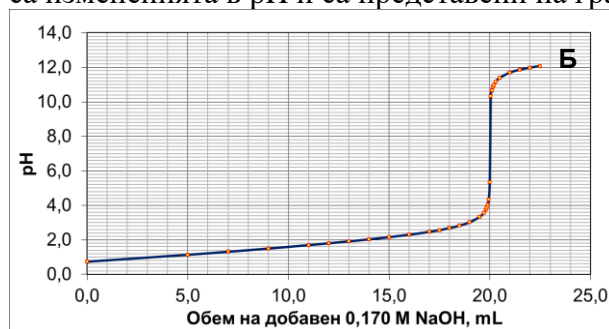
В чаша D е поставен 10,0 mL 0,170 mol/L H_3PO_4 . Към този разтвор внимателно е прибавен 0,170 mol/L NaOH при непрекъснато разбъркване в среда без CO_2 . Изменението в рН на разтвора в чашата е представено на графика А.



1. Използвайки графиката, определете рН на разтвора (с точност 0,05), състоящ се само от:
- а) H_3PO_4 ; б) NaH_2PO_4 ; в) Na_2HPO_4 ; г) Na_3PO_4

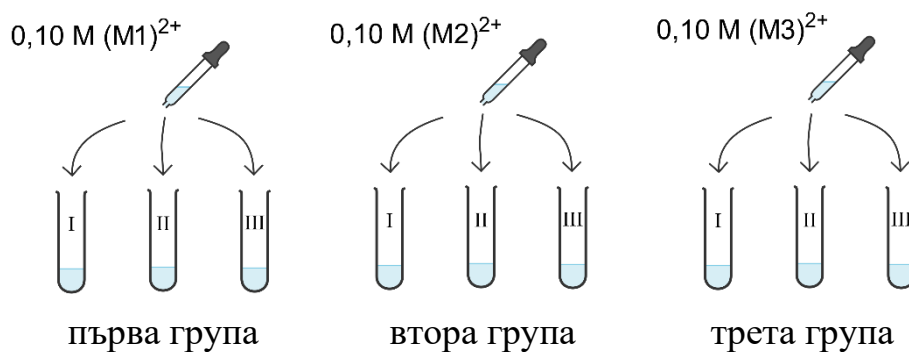
- Изразете с химично уравнение първия стадий на електролитна дисоциация на H_3PO_4 . Изчислете съответстващата ѝ степен на електролитна дисоциация и концентрацията на недисоциирана киселина в разтвора преди прибавяне на NaOH , както и дисоциационната ѝ константа.
- Определете състава на разтвора (в mol/L) след края на добавянето на NaOH (според данните от графика А), без да отчитате хидролизни процеси.
- Направете обосновано сравнение на осмотичното налягане при една и съща температура на първоначалния разтвор на H_3PO_4 с това на разтвора, в който е достигнато до Na_2HPO_4 . Приемете пълна дисоциация до Na^+ и HPO_4^{2-} .

В чаша ② е поставен 10,0 mL 0,170 mol/L H_2SO_4 , а в чаша ③ – 10,0 mL 0,170 mol/L HCl . Към всеки от двата разтвора е прибавен разтвор на NaOH , аналогично на първия случай. Записани са измененията в рН и са представени на графики Б и В.



- На коя графика е представено изменението на рН на разтвора на H_2SO_4 и на коя – на разтвора на HCl ? Обосновете отговора си.

На статив са поставени три групи от по три епруветки. Епруветките във всяка група са означени с **I**, **II** и **III**. В епруветките, означени с **I**, са прехвърлени по 3 mL от единия от разтворите в чаша ①, ② или ③, получени след края на прибавянето на NaOH (съгласно данните от графики А, Б и В). Същото е направено в епруветките, означени с **II** и **III**, така че във всяка от епруветките (**I**, **II** и **III**) се съдържа различен разтвор (от чаши ①, ② или ③). Към всяка от групите е прибавен 0,3 mL 0,10 mol/L нитрат на елемент от 2 група на периодичната таблица (Mg^{2+} , Ca^{2+} или Ba^{2+}), както е показано на илюстрацията, а наблюденията са представени в таблицата.



- Разпознайте металите **M1**, **M2** и **M3**. Разтворът от коя чаша (①, ②, ③) в коя епруветка е (**I**, **II** или **III**)? Обосновете отговорите си.

Графики А, Б и В са създадени с помощта на CurTiPot.

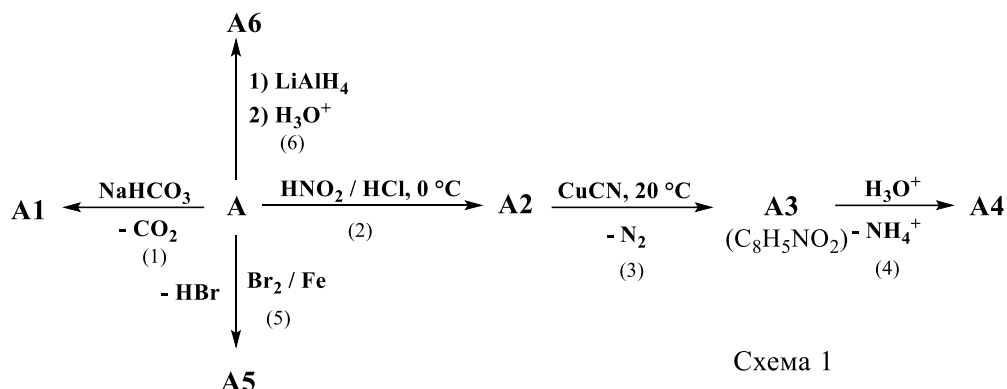
Gutz, I. G. R., CurTiPot – pH and Acid-Base Titration Curves: Analysis and Simulation freeware, version 4.4.0, <https://www.iq.usp.br/gutz/Curtipot.html>

	M1	M2	M3
I	бяла утайка	бяла утайка	ПОМЪТНЯ-ване
II	без промяна	бяла утайка	ПОМЪТНЯ-ване
III	бяла утайка	бяла утайка	бяла утайка

Задача 4

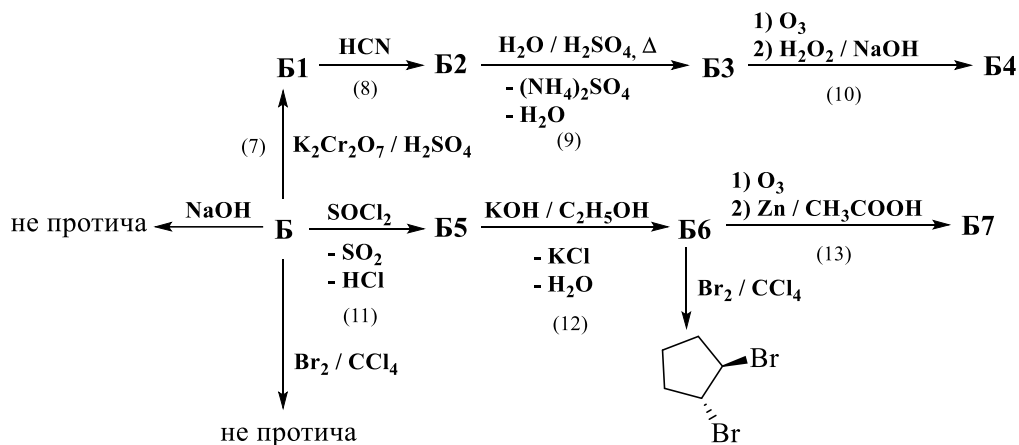
При хидролиза на **X** се получават съединенията **A** ($C_7H_7NO_2$) и **B** ($C_5H_{10}O$).

Съединението **A** участва във взаимодействията от Схема 1:

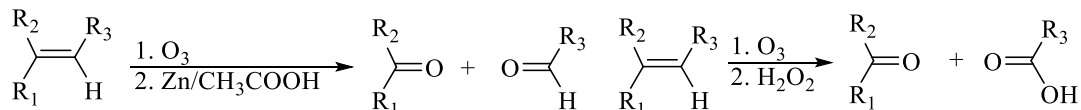


- Съединенията **A1** ÷ **A6** от Схема 1 са органични.
- Процес (2) е диазотиране, при което се получава диазониевата сол **A2** ($Ar-N \equiv N^+ Cl^-$).
- Процес (5) е монобромване, като се получава главно едно монобромно производно.
 1. Напишете структурната формула на съединението **A**
 2. Напишете структурните формули на съединенията **A1** – **A6** от Схема 1.

Съединението **B** участва във взаимодействията от Схема 2:



- Взаимодействия (10) и (13) са процеси на озонизиране. Озонизирането е специфично взаимодействие, което се прилага за контролирано разкъсване на въглерод-въглерод двойна връзка.



$R_1, R_2, R_3 = H$ или Alkyl

3. Напишете структурната формула на съединението **B**.
4. Напишете структурните формули на съединенията **B1** – **B7** от Схема 2. Наименувайте съединението **B4** по IUPAC.
5. Напишете структурната формула на съединението **X**.

ПЕРИОДИЧНА ТАБЛИЦА НА ХИМИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ

Период	1	1 IA	← Група →										13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA	
	1	1 H 1,0080	2 IIA											5 B 10,81	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
	2	3 Li 6,94	4 Be 9,0122											13 Al 26,982	14 Si 28,085	15 P 30,974	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
	3	11 Na 22,990	12 Mg 24,305	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9	10	11 IB	12 IIB	13 Al 26,982	14 Si 28,085	15 P 30,974	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
	4	19 K 39,098	20 Ca 40,078	21 Sc 44,956	22 Ti 47,867	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,723	32 Ge 72,630	33 As 74,922	34 Se 78,971	35 Br 79,904	36 Kr 83,798
	5	37 Rb 85,468	38 Sr 87,62	39 Y 88,906	40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,95	43 Tc (97)	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
	6	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (269)	107 Bh (270)	108 Hs (269)	109 Mt (277)	110 Ds (281)	111 Rg (282)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (290)	115 Mc (290)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)	

лантаноиди	57 La 138,906	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm (145)	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97
	актиноиди	89 Ac (227)	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)

РЕД НА ЕЛЕКТРООТРИЦАТЕЛНОСТ

Cs < K < Na < Ba < Li < Ca < Mg < Zn < Al < Fe < Cu < Ag < Ni < Si < P < H < I < C < S < Br < Cl < N < O < F

РЕД НА ОТНОСИТЕЛНА АКТИВНОСТ

Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	H ₂ +2OH ⁻	Zn	Fe	Ni	Pb	H ₂	Cu	4OH ⁻	Ag	Hg	2H ₂ O	2Cl ⁻	Au
Li ⁺	K ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	2H ₂ O	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	2H ⁺	Cu ²⁺	O ₂ +2H ₂ O	Ag ⁺	Hg ²⁺	O ₂ +4H ⁺	Cl ₂	Au ³⁺

Разтворимост във вода на соли, хидроксиди и киселини

катиони аниони	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
OH ⁻	X	Г			MP		CP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
Cl ⁻					MP						CP			
Br ⁻					MP						CP			
I ⁻					MP					MP*	MP		*	
S ²⁻	Г				MP				MP	MP	MP	MP	MP	BB
SO ₃ ²⁻	Г				CP	MP	MP	CP	CP		MP	CP		
SO ₄ ²⁻					CP	MP	CP				MP			
NO ₃ ⁻														
PO ₄ ³⁻					MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
CO ₃ ²⁻	Г				MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	BB	BB
CrO ₄ ²⁻					MP	MP			MP	MP	MP	MP	MP	

Г – Газ

MP – Малко разтворимо вещество

* – Протича редокс реакция

CP – Средно разтворимо вещество

BB – Взаимодействия с вода

MP* – Малко разтворимо вещество, образувано след редокс реакция

ПРИМЕРНИ ОТГОВОРИ И РЕШЕНИЯ НА ЗАДАЧИТЕ

III Група

ЧАСТ ПЪРВА

Въпрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Отговор	в	а	б	в	г	а	в	а	г	б	в	а	г	б	в

ЧАСТ ВТОРА

Задача 1

$$1. \chi(\mathbf{X}) = \frac{n(\mathbf{X})}{n(\mathbf{X})+n(\text{H}_2\text{O})}; n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1000}{18,015} = 55,51 \text{ mol}$$

$$\Leftrightarrow 0,03479 = \frac{n(\mathbf{X})}{n(\mathbf{X})+55,51}, n(\mathbf{X}) = 2,001 \text{ mol}$$

$$\Leftrightarrow M(\mathbf{X}) = \frac{m(\mathbf{X})}{n(\mathbf{X})} = \frac{212,1}{2,001} = 106,0 \text{ g/mol}$$

Означаваме катиона и аниона на **X** съответно с **M_x** и **A_x**

$$w(\mathbf{M}_x) = 0,4338 \Rightarrow M(\mathbf{M}_x) = 0,4338 \times 106,0 = 45,98 \text{ g/mol}$$

$$\Leftrightarrow \mathbf{M}_x \text{ е Na } (Ar(\text{Na}) = 22,99 \text{ g/mol}; 2 \times 22,99 = 45,98)$$

$$\Leftrightarrow \mathbf{A}_x = 106,0 - 45,98 = 60,0 \text{ g/mol}$$

$$\Leftrightarrow \text{Газът Г е CO}_2, \Rightarrow \mathbf{X} \text{ е Na}_2\text{CO}_3 (M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,988 \approx 106,0 \text{ g/mol})$$

$$\Leftrightarrow n(\mathbf{X}) = n(\mathbf{Z}) \Rightarrow M(\mathbf{Z}) = \frac{m(\mathbf{Z})}{n(\mathbf{Z})} = \frac{394,7}{2,001} = 197,3 \text{ g/mol}$$

$\Leftrightarrow \mathbf{Z}$ е карбонатна утайка,

Означаваме йоните на **Z** с **M_z** и **A_z**;

$$\Leftrightarrow \mathbf{A}_z = 60,0 \text{ g/mol}, M(\mathbf{M}_z) = 197,3 - 60,0 = 137,3 \text{ g/mol}$$

$$\Leftrightarrow \mathbf{Z} \text{ е BaCO}_3$$

$$\Leftrightarrow M(\mathbf{Y}) = 208,2 \text{ g/mol} \Rightarrow M(\mathbf{A}_y) = 208,2 - 137,3 = 70,9 \text{ g/mol}$$

$$\Leftrightarrow \text{Няма анион с такава молна маса} \Rightarrow \mathbf{A}_y \text{ е Cl } (M(\text{Cl}) = 35,45 \text{ g/mol})$$

$$\Leftrightarrow \mathbf{Y} \text{ е BaCl}_2, \text{ а } \mathbf{W} \text{ е NaCl}$$

$$2. m(\text{p-p}) = m(\mathbf{X}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 212,1 + 1000 = 1212 \text{ g}$$

$$V(\text{p-p}) = \frac{m(\text{p-p})}{\rho} = \frac{1212}{1,200} = 1,010 \text{ L}$$

$$\Leftrightarrow c(\mathbf{X}) = \frac{n}{V} = \frac{2,001}{1,010} = 1,981 \text{ mol/L}$$

$$3. V(\mathbf{X}) = 1,010 \text{ L} \Rightarrow V(\text{HCl}) = 1,010 \text{ L}$$

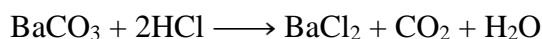
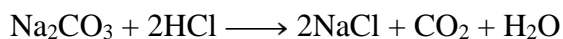
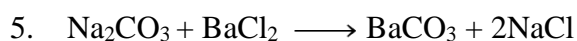
От реакцията $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$$n(\text{HCl}) = 2n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \times 2,001 = 4,002 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow c(\text{HCl}) = \frac{4,002}{1,010} = 3,962 \text{ mol/L}$$

4. **Z** ще се разтвори напълно, защото $n(\text{Z}) = n(\text{X})$.

Няма да остане реагент в излишък.



Задача 2

1. **Ц** е цикличен алкен \Rightarrow има молекулна формула $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

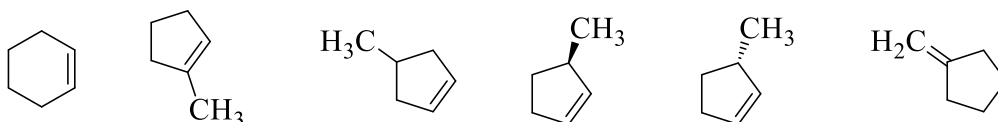
$$n \times M_{\text{C}} + (2n-2) \times M_{\text{H}} = 82,15$$

$$n \times 12,011 + (2n-2) \times 1,008 = 82,15$$

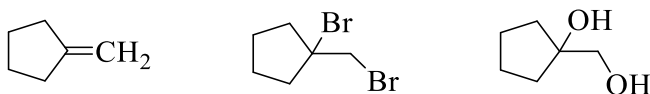
$$n = 84,166 / 14,027 = 6$$

От тук следва, че **Ц** има молекулна формула C_6H_{10} .

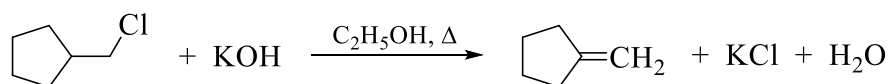
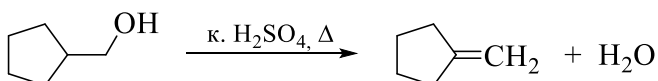
2.



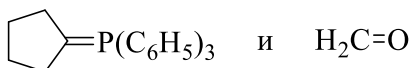
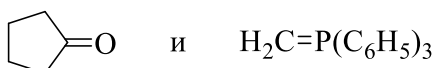
3. От всички записани изомери само **метиленциклопентанът** не образува продукти с асиметрични (хирални) атоми при описаните реакции.



4. Най-подходящите алкохол и халогенопроизводно имат напускаща група извън цикъла.



5.



Задача 3

1. В простите вещества на **A** и **Г** връзката е метална, следователно са метали

В простите вещества на **Б**, **В**, **Д** и **Е** връзката е ковалентна, следователно са неметали.

2. Простото вещество на **В** е с ковалентна двойна връзка \Rightarrow **В е O**.

Д образува единствено ковалентни единични връзки с **В** (O) \Rightarrow **Д е H**

или

Простото вещество на **B** е с ковалентна двойна връзка \Rightarrow **B** е O.

A и **Г** образуват с **B** (O) вещества с йонна връзка \Rightarrow **A** и **Г** са метали

Б, **Д** и **Е** образуват с **B** (O) вещества с ковалентна връзка \Rightarrow **Б**, **Д** и **Е** са неметали

Д образува единствено ковалентни единични връзки с **B** (O) \Rightarrow **Д** е H

3. **A** – K, **Б** – I, **B** – O, **Г** – Sr, **Д** – H, **Е** – Cl

A е K ($z = 19$), **Г** е Sr ($z = 38$)

A е K, **Б** е неметал, **B** е O \Rightarrow **АБВ**₃ е кислородсъдържаща сол

$M(\text{АБВ}_3) = M(\text{K}) + M(\text{Б}) + 3 \times M(\text{O})$

$M(\text{Б}) = 213,995 - 39,098 - 3 \times 15,999 = 126,9 \text{ g/mol} \Rightarrow$ **Б** е I

B и **Е** образуват поне 3 съединения помежду си \Rightarrow

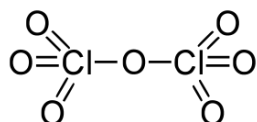
Е е халоген, а **X** е с формула **Е**₂O₇.

$M(\text{Е}_2\text{O}_7) = 2 \times M(\text{Е}) + 7 \times M(\text{O})$

$M(\text{Е}) = (182,893 - 7 \times 15,999) / 2 = 70,9 / 2 = 35,45 \text{ g/mol} \Rightarrow$ **Е** е Cl

4. **W** – H₂O, **X** – Cl₂O₇, **Y** – HClO₄, **Z** – Sr(OH)₂

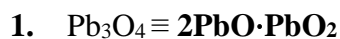
5.



6. $\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HClO}_4$
 $\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Sr}(\text{ClO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $2\text{HClO}_4 + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Sr}(\text{ClO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

IV Група

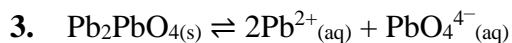
Задача 1



Pb_3O_4 може да се представи като комбинация от:

оловен(II) оксид (PbO) – компонент с основни свойства

оловен(IV) оксид (PbO_2) – компонент с киселинни свойства



$$K_s = [\text{Pb}^{2+}]^2[\text{PbO}_4^{4-}]$$

4. $S = [\text{PbO}_4^{4-}]$

$$[\text{Pb}^{2+}] = 2[\text{PbO}_4^{4-}] = 2S$$

$$K_s = (2S)^2 \times S = 4S^3$$

$$S = \sqrt[3]{K_s/4} = \sqrt[3]{(5,3 \times 10^{-51})/4} = 1,1 \times 10^{-17} \text{ mol/L}$$

5. В наситен разтвор:

$$[\text{Pb}^{2+}] = 2S = 2,2 \times 10^{-17} \text{ mol/L}$$

$$[\text{PbO}_4^{4-}] = S = 1,1 \times 10^{-17} \text{ mol/L}$$

$$n(\text{Pb}) = V \times ([\text{Pb}^{2+}] + [\text{PbO}_4^{4-}]) = 5 \times (2,2 + 1,1) \times 10^{-17} = 1,65 \times 10^{-16} \text{ mol}$$

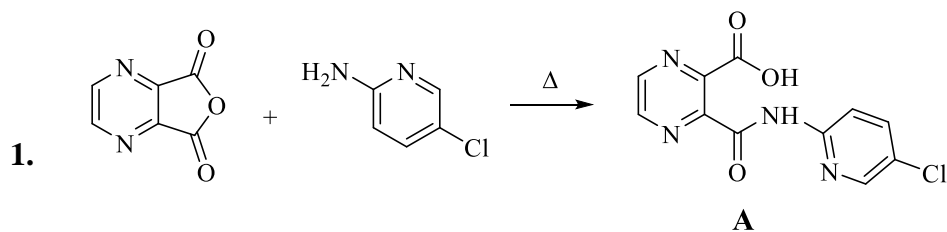
$$m(\text{Pb}) = 1,65 \times 10^{-16} \times 207,2 = 3,4 \times 10^{-14} \text{ g}$$

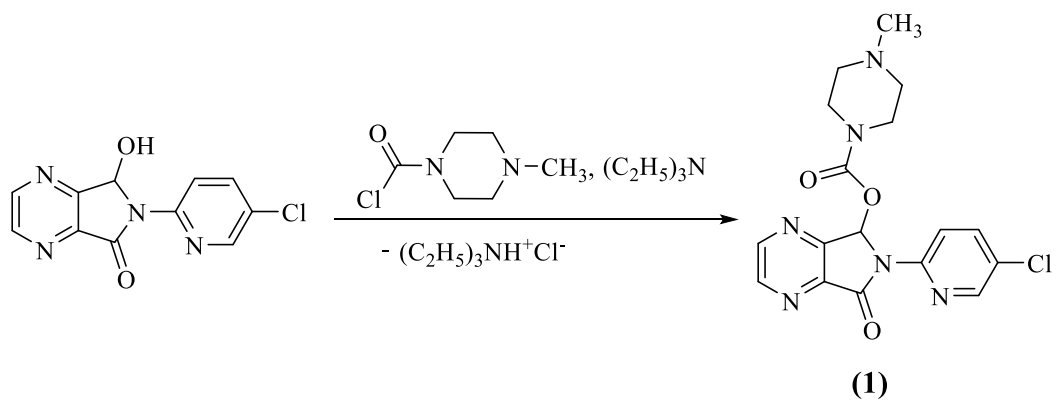
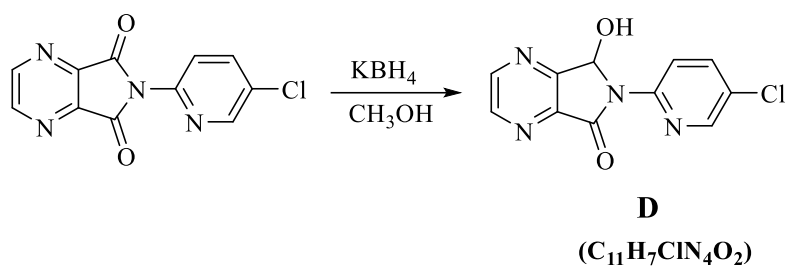
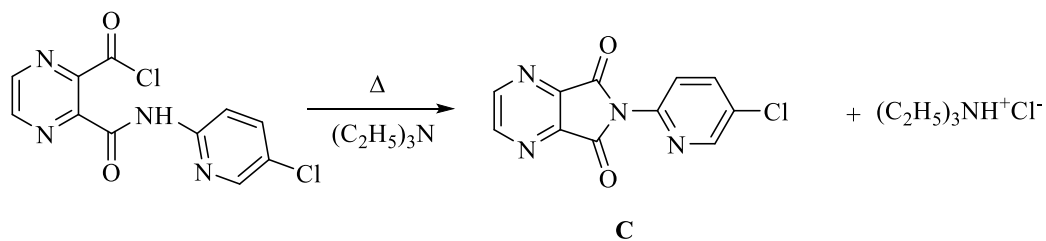
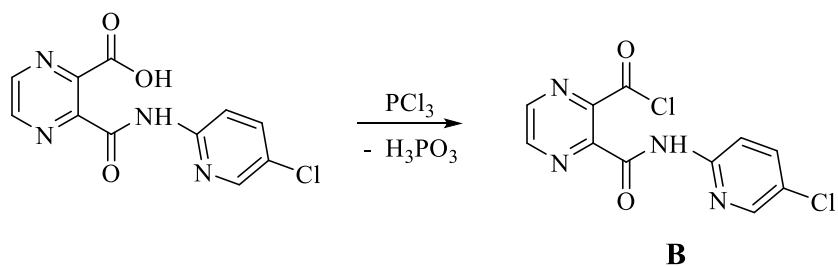
6. В разтвор на $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ с молна концентрация 10^{-3} mol/L и $\alpha = 100\%$:

$$[\text{Pb}^{2+}] = 1 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \text{ (приносът на } \text{Pb}_3\text{O}_4 \text{ е пренебрежимо нисък)}$$

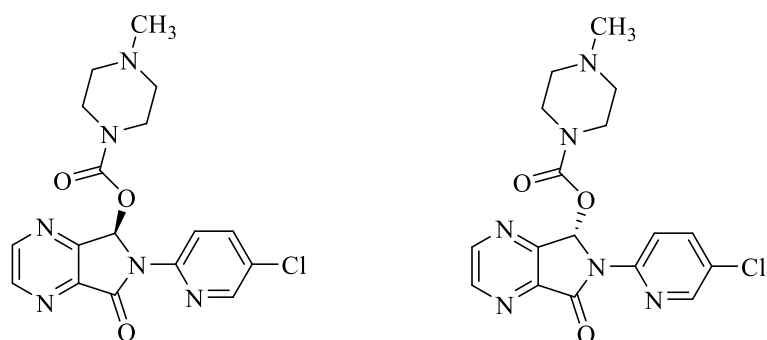
$$S' = [\text{PbO}_4^{4-}] = K_s/[\text{Pb}^{2+}]^2 = 5,3 \times 10^{-51}/(1 \times 10^{-3})^2 = 5,3 \times 10^{-45} \text{ mol/L}$$

Задача 2

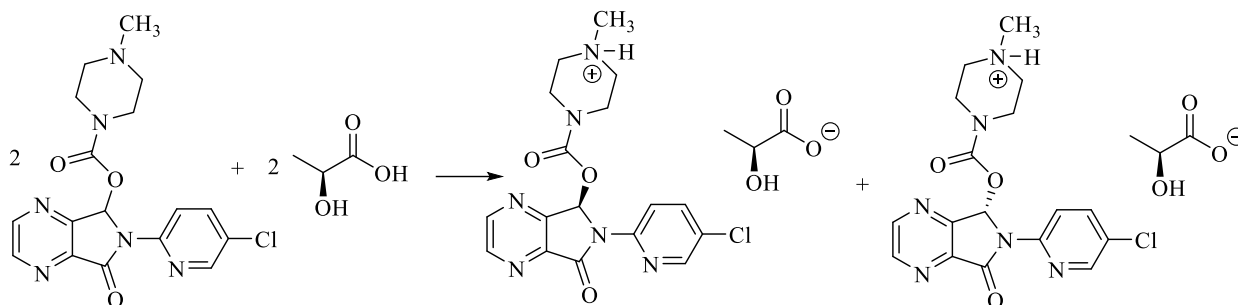




2. Енантиомери на (1):



3.



Получените соли са σ -диастереомери.

Задача 3

1. а) 1,50; б) 4,65; в) 9,65; г) 12,30

2. $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$ или $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}^+$

$$\alpha_1 = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]_{\text{общо}}} = \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]_{\text{общо}}} = \frac{10^{-1,5}}{0,170} \cong 0,19$$

$$[\text{H}_3\text{PO}_4] = [\text{H}_3\text{PO}_4]_{\text{общо}} - [\text{H}^+] = 0,170 - 10^{-1,5} \cong 0,14 \text{ mol/L}$$

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = \frac{10^{-1,5 \times 2}}{0,14} \cong 7,1 \times 10^{-3}$$

алтернативен подход за определяне на K_{a1} :

$$\text{p}K_{a1} \text{ би могла да се определи от израза } \text{pH} = \text{p}K_{a1} - \log \frac{[\text{H}_3\text{PO}_4]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}.$$

Когато $[\text{H}_3\text{PO}_4] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$, тогава $\text{p}K_{a1} = \text{pH}$. Ако допуснем, че това е изпълнено при прибавяне на 50% от разтвора на NaOH, необходим за първа степен на неутрализация (5 mL в случая), тогава $\text{p}K_{a1} = \text{pH} \cong 2,25$ и $K_{a1} \cong 5,6 \times 10^{-3}$.

3. Накрая в разтвора има Na_3PO_4 и NaOH.

$$c(\text{Na}_3\text{PO}_4) = \frac{n(\text{Na}_3\text{PO}_4)}{V(\text{p-p})} = \frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{V(\text{H}_3\text{PO}_4) + V(\text{NaOH})} = \frac{0,170 \times 10}{10 + 32} \cong 4,05 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{c(\text{NaOH}) \times [V(\text{NaOH}) - 3V(\text{H}_3\text{PO}_4)]}{V(\text{p-p})} = \frac{0,170 \times (32 - 30)}{10 + 32} \cong 8,10 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

4. При дисоциация a_c частици изчезват, а $2a_c$ се появяват, т.е. общо увеличението е с a_c .

$$\pi(\text{H}_3\text{PO}_4) \propto i(\text{H}_3\text{PO}_4) \times c(\text{H}_3\text{PO}_4) = [1 + \alpha(\text{H}_3\text{PO}_4)] \times c(\text{H}_3\text{PO}_4)$$

Концентрацията на OH^- при pH 9,65 ($\sim 4 \times 10^{-5}$) е с няколко порядъка по-ниска от тази на HPO_4^{2-} ($\sim 6 \times 10^{-2}$), затова може да не се отчита.

$$\begin{aligned} \pi(\text{Na}_2\text{HPO}_4) &\propto i(\text{Na}_2\text{HPO}_4) \times c(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 3c(\text{Na}_2\text{HPO}_4) \\ &= \frac{3c_{\text{нач.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \times V_{\text{нач.}}(\text{H}_3\text{PO}_4)}{V_{\text{нач.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) + V(\text{NaOH})} = \frac{3c_{\text{нач.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \times 10}{30} = c_{\text{нач.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \end{aligned}$$

$$[1 + \alpha(\text{H}_3\text{PO}_4)] \times c(\text{H}_3\text{PO}_4) > c(\text{H}_3\text{PO}_4) \quad \therefore \pi(\text{H}_3\text{PO}_4) > \pi(\text{Na}_2\text{HPO}_4)$$

5. Б – H_2SO_4 , В – HCl, тъй като за неутрализацията на H_2SO_4 е изразходен два пъти по-голям обем от разтвора на NaOH.

6. М1 дава утайка с два от разтворите – това е барий със сулфат и с фосфат. В епруветки II има хлорид (чаша ③).

М2 дава утайки и с трите раствора – това е магнезий, защото се утаява $Mg(OH)_2$ и в трите случая (а с фосфата се утаява и магнезиев фосфат).

М3 е калций, който дава утайка с фосфат (епруветки III – чаша ①) и помътняване със сулфат и хидроксид, които са средно разтворими (епруветка I – чаша ②).

Задача 4

