

МОН, LIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ
И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Областен кръг, 12 февруари 2022 г.
Учебно съдържание XI - XII клас

Задача 1

Нитрофосфатен процес е метод за промишлено производство на азотни торове от 1927 г. Той включва три етапа:

- i. Подкиселяване с разредена азотна киселина на фосфатен минерал, напр. апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, при което се получава смес от фосфорна киселина и калциев динитрат.
- ii. Охлаждане на получената реакционна смес (под 0°C), за да кристализира калциевият нитрат, който се отделя и може да се използва за производство на азотен тор.
- iii. Филтратът, състоящ се от фосфорна киселина и остатък от калциевия динитрат, се неутрализира с разтвор на амоняк, за да се получи смес от калциев хидрогенфосфат, амониев нитрат и диамониев хидрогенфосфат, която може и се използва като комбиниран тор.

1. Изразете процесите (i) и (iii) с изравнени химични уравнения.

В сместа, която се неутрализира (в етап iii), може да се добави калциев нитрат или фосфорна киселина, за да се получи комбиниран тор, който е от същите вещества, но в различно количествено отношение.

Ако към азотен или комбиниран тор се добави калиева сол, ще се получи NPK тор.

Много страни са стандартизирали етикетирването на селскостопанските торове, за да се покаже съдържанието на основни хранителни вещества. Най-често срещан е етикетът NPK, който показва количествата на азот, фосфор и калий. NPK етикетът се представя с три числа, които показват относителното съдържание на макроелементите азот, фосфор и калий в тора. Първото число („N-индекс“) е масовата част (в %) на елемента азот в тора; второто число („P-индекс“) е масовият процент на всичкия фосфор в тора представен като дифосфорен пентаоксид; и третото число („K-индекс“) е за калий в тора, представен като масова част на дикалиев оксид. Тор с NPK етикет 15-13-20 би съдържал 15%(мас.) азот, 13%(мас.) P_2O_5 , 20% K_2O и 52% инертни съставки. (NPK етикетът се представя само с цели числа.)

2. Определете NPK етикета на комбиниран тор, получен от смес, в която масовото отношение на фосфорна киселина към калциев динитрат е 2,39 : 1,00.
3. Изчислете в какво масово отношение трябва да се смесят комбиниран тор със състав от в. 2 и калиев нитрат, за да се получи комбиниран тор, в който K-индексът да е 1/3 от N-индекса на получения комбиниран тор.
4. Определете и запишете NPK етикета на получения комбиниран тор след добавянето на калиев нитрат?

Задача 2

Съединението (**1**) е муколитик, който се използва при лечение на респираторни заболявания. На схемата е представен метод за синтез на съединението (**1**):

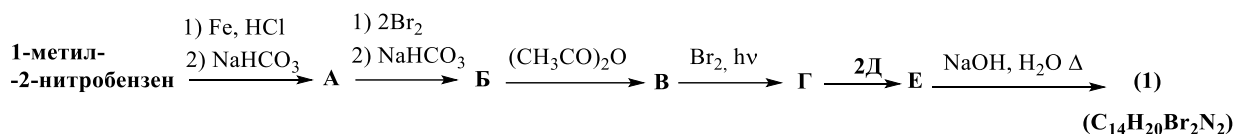
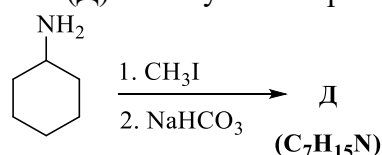


Схема 1

За реагентите и реакциите от схемата е известно:

- Съединенията **А** – **Е** и продуктът (**1**) са органични.
- Преходът **В** → **Г** е реакция на монозаместване.
- Съединението (**Д**) се получава по реакцията, написана по-долу:



1. Напишете химичните уравнения от **Схема 1** и получаването на съединението **Д**.

Първичните и вторичните амини реагират с $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_2\text{Cl}$, като се получават сулфонамиди. Реакциите протичат по начин, аналогичен на взаимодействието на амините с киселинни хлориди.

Взаимодействието на първични и вторични амини с $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_2\text{Cl}$, и следваща обработка с 10 % воден разтвор на натриева основа, се използва за различаване на първични от вторични амини - **Схема 2**.

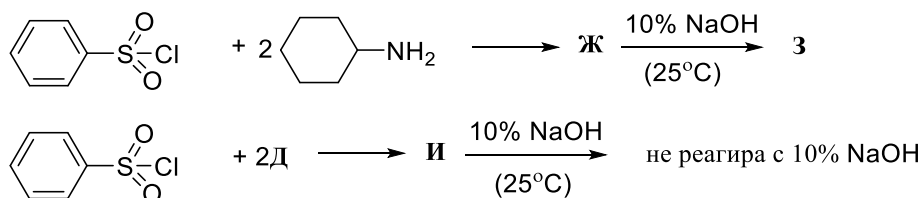


Схема 2

2. Изразете взаимодействията от **Схема 2**, в която съединенията **Ж** и **И** са сулфонамиди. Обяснете защо при реакцията на съединението **Ж** с натриева основа (10% разтвор) при 25°C се получава разтворим във вода продукт **З**, а съединението **И** не участва в такова взаимодействие.

Задача 3

Солите на азотната киселина, металните нитрати, са термично неустойчиви и при нагряване се разлагат, като продуктите на този процес зависят от природата на металния йон в солта.

Смес от два нитрата, $A(NO_3)_2$ (A е s-елемент) и $B(NO_3)_2$ (B е d-елемент), с обща маса 83,5 g е накалена до образуване на **оксиди**. Продуктите на накаляването, които са в газова фаза, NO_2 и O_2 , заемат общ обем 26,9 L, измерен при температура 273 K и налягане 101325 Pa. Обемът на тази газова смес намалява 6 пъти след пропускането ѝ през разтвор на натриева основа.

Забележка: Всички молни маси, използвани при изчисленията, закръглявайте с точност до цяло число.

- Изразете с изравнено химично уравнение взаимодействието на газовата смес с натриева основа. Изчислете състава на газовата смес ($\chi(NO_2)$ и $\chi(O_2)$), получена при накаляването, в мол. %.
- Изразете с изравнено химично уравнение (*ур. 1*) разлагането на сместа от нитрати, като ги означите с обща формула $Me(NO_3)_2$ и предположете, че и двата се разлагат до съответните оксиди без промяна в степента на окисление на металите.
 - Като сравните резултатите от изчисленията във **в. 1**) с предположението от *ур. 1*, покажете, че разлагането на $B(NO_3)_2$ протича с промяна в степента на окисление на d-елемента **B**. Запишете с обща формула оксида на d-елемента **B**, като означите с x степента му на окисление.
- Въз основа на *ур. 1* изчислете средната молна маса на $A(NO_3)_2$ и $B(NO_3)_2$, и средната молна маса на **A** и **B**.
- Като имате предвид извода във **в. 2б**), изразете с изравнени химични уравнения реакциите: термично разлагане до еднотипни оксиди на $A(NO_3)_2$ (*ур. 2*) и на $B(NO_3)_2$ (*ур. 3*), окисление на оксида на **B**, записан в *ур. 3*, от цялото количество кислород, отделен в реакция **3** (*ур. 4*).
- Изчислете състава на сместа от двата нитрата ($\chi(A(NO_3)_2)$ и $\chi(B(NO_3)_2)$) в мол. %.
Определете степента на окисление на d-елемента **B** в продукта на термичното разлагане на нитрата му.
- Определете кои са елементите **A** и **B**, като покажете вашите разсъждения и изчисления.

Задача 4

Алкохолите са широко разпространени в природата и намират приложение в лабораторната практика и промишления органичен синтез. Съединението **A** е едновалентен ароматен алкохол, представлява рацемична смес и участва като изходно съединение във взаимодействията от схемата:

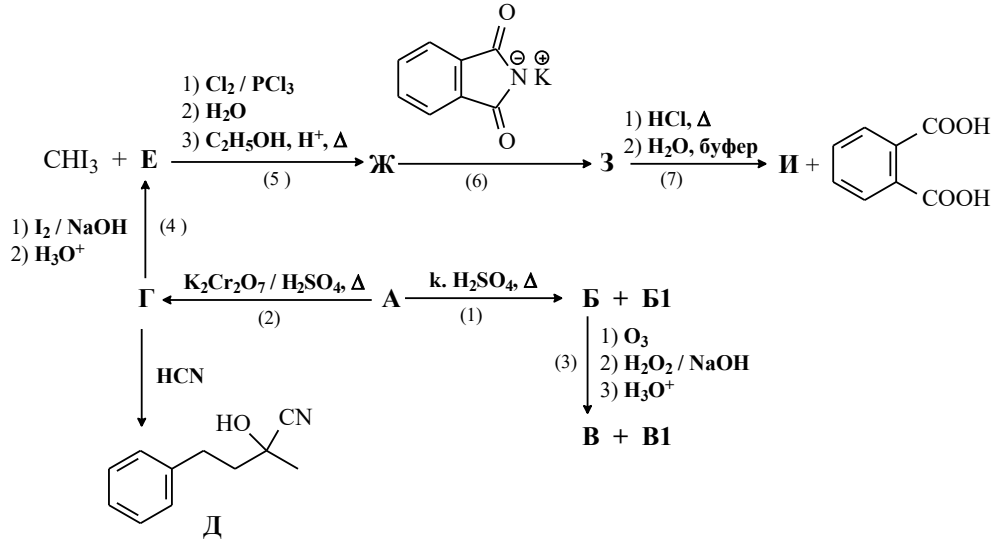


Схема 1.

1. Напишете структурната формула на **A** и го наименувайте по IUPAC. Напишете клиновидните формули на двата пространствени изомери на **A**.

В хода на процес (1) се получават два изомерни продукта, като основно се получава **Б** (по правилото на Зайцев). Съединението **Б**, което участва във взаимодействие (3), има два геометрични изомера, а съединението **Б1** не дава геометрични изомери.

2. Напишете уравненията на процесите от схема 1. Наименувайте **Д** по IUPAC.

Съединението **И** е протеиногенна аминокиселина. В изграждането на протеините участват L- α -аминокиселините. При насочен синтез на пептиди съответните функционални групи на аминокиселините се защитават: обикновено аминогрупата се ацилира, а карбоксилната група се естерифицира (схема 2).

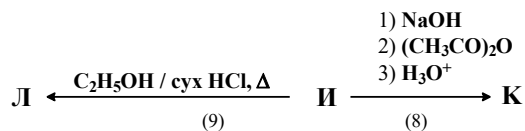


Схема 2.

3. Наименувайте **И** по IUPAC. С помощта на Фишерови проекционни формули напишете структурите на D- и L-пространствените изомери на **И**, като ги обозначите.
4. Напишете уравненията на процесите от схема 2.

ПЕРИОДИЧНА ТАБЛИЦА НА ХИМИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ

Период

	1	← Група →										13	14	15	16	17	18	
	IA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1	1 H 1.008																	2 He 4.003
2	3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.18
3	11 Na 22.990	12 Mg 24.305	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 ← VIII B →	9	10	11 IB	12 IIB	13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.066	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
4	19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.409	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	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 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	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 132.905	56 Ba 137.33	57 La 138.906	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.383	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra 226.025	89 Ac (227)	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

лантаноиди	57 La 138.906	58 Ce 140.12	59 Pr 140.908	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 173.04	71 Lu 174.97
актиноиди	89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238	93 Np 237	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (255)	103 Lr (256)

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, Zn, Fe, Ni, Pb, H₂, Cu, Hg, Ag, Au
 Li⁺, K⁺, Ba²⁺, Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺, Al³⁺, Zn²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺, Pb²⁺, 2H⁺, Cu²⁺, Hg²⁺, Ag⁺, Au³⁺

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						MP			
Br ⁻					MP						MP			
I ⁻					MP					MP	MP			
S ²⁻	Г				MP				MP	MP	MP	MP	MP	BB
SO ₃ ²⁻	Г				CP	CP	CP	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	
CrO ₄ ²⁻					MP	MP			MP	MP	MP	MP		

MP – Малко разтворимо вещество

CP – Средно разтворимо вещество

Г – Газ

BB – Взаимодействия с вода