

**МОМН, 42^{-ра} НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА
ОКОЛНАТА СРЕДА – 2010 година**

Национален кръг, 27 – 28 март

Теоретичен кръг

Задача 1

I. При пълно взаимодействие между алуминий и солна киселина, след изпаряване на излишната вода се получават безцветни кристали от съединението $AlCl_3 \cdot xH_2O$.

1. Определете формулата на кристалохидрата, ако от 10,8 g алуминий се получават 96,6 g безцветни кристали.

Алуминиевите йони и водните молекули образуват комплексен йон (аквакомплекс).

2. Определете донорите и акцепторите в образуването на координативните (донорно-акцепторни) връзки?
3. Изразете с електронна формула електронната конфигурация на комплексообразувателя. Кои атомни орбитали на комплексообразувателя участват в тези връзки?
4. Какъв е типът хибридизация на тези атомни орбитали?
5. Каква е геометричната форма на аквакомплекса?

II. Безводен алуминиев хлорид се получава при взаимодействие на алуминий с хлор. Полученото съединение сублимира при температури над 340 °C.

6. Какви частици съществуват в газовата фаза?
7. Определете молекулната им маса, ако при загряване на 0,2 g безводен $AlCl_3$ при 400 °C в съд с обем 1 L се установява налягане 4191 Pa.
8. Каква е формулата на тези частици?

В тези частици съществуват ковалентни полярни връзки и част от тях са координативни (донорно-акцепторни).

9. Кои атоми са донори и кои акцептори?
10. Какъв е типът хибридизация на алуминиев атом?
11. За какво се използва безводен алуминиев трихлорид?

Задача 2

За изучаване на степента на превръщане и кинетиката на присъединителна реакция между хлор и оксид на азота, протичаща в газова фаза, е проведен описаният по-долу експеримент.

В затворен съд при зададена температура са поставени равни обеми хлор и оксид на азота с масово отношение $\frac{m(\text{Cl}_2)}{m(\text{N}_x\text{O}_y)} = 2,367$. Температурата на реакционната смес се поддържа постоянна.

Установени са следните факти:

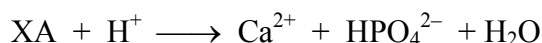
- по уравнение реакцията протича с намаление на обема 1,5 пъти;
- при зададена температура степента на превръщане¹ α на хлора в продукта на реакцията е 0,4;
- скоростта на реакцията се увеличава три пъти, ако количеството вещество на който и да е от двата реагента се поддържа постоянно, а на другия се увеличи три пъти;
- началната скорост на реакцията, измерена при температура $T_1 = 127^\circ\text{C}$ и зададени начални концентрации на газовете, е $v_1 = 4,0 \times 10^{-5} \text{ mol}/(\text{L} \times \text{s})$, а при температура $T_2 = 647^\circ\text{C}$ и същите начални концентрации на газовете, началната скорост е $v_2 = 1,6 \times 10^{-4} \text{ mol}/(\text{L} \times \text{s})$.

Като приемете, че газовете в реакционната смес имат идеално поведение:

1. Определете молекулната формула на оксида на азота.
2. Изразете с химично уравнение протичащия процес.
3. Изчислете равновесния състав на реакционната газова смес в обемни проценти (ϕ).
4. Напишете в общ вид кинетичното уравнение на изследваната реакция и определете частните порядъци на реакцията по отношение на реагиращите газове.
5. Дайте обоснован отговор дали реакцията е проста, или протича по сложен механизъм.
6. Изчислете активиращата енергия на реакцията.

Задача 3

Апатит е твърд и неразтворим във вода калциев минерал с химична формула $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$, който, в зависимост от X, е хлороapatит, флуороapatит и хидроксилapatит. И трите вида апатит са разтворими в киселини. Хидроксилapatит (ХА) има плътност $3,156 \text{ g}/\text{cm}^3$ и се разтваря в киселина (H^+) по реакцията:



1. Изравнете уравнението на реакцията.

¹ Степента на превръщане изразява каква част от количеството вещество на даден реагент, присъстващо в реакционната смес в началния момент на реакцията, се превръща в продукт на реакцията след установяване на равновесното състояние.

Зъбният емайл е съставен главно от ХА, като дебелината му на дъвкателната повърхност на кътен зъб е около 2,5 mm. Зъбен кариес е разрушаване на зъбния емайл под действие на киселинни агенти. Сред основните рушители на зъбния емайл е млечна киселина ($C_2H_4(OH)COOH$, H₂Lact), която се получава при разграждане на захароза под действие на бактерии, съдържащи се в устната кухина.

2. Колко милиграма млечна киселина ще причинят кариес на кътен зъб с площ на отвора 1 mm²?

Калциев лактат е сол на млечна киселина, която има антиацидно действие – може да неутрализира стомашни киселини.

3. Напишете структурната формула на млечна киселина и на калциев лактат.

Антиацидното действие на Са-лактат се изразява в това, че той превръща силната солна киселина от стомашния сок, в по-слабата и по-малко дразнеща млечна киселина.

4. Колко милилитра стомашен сок ще неутрализират 100 mg калциев лактат, ако концентрацията на солна киселина в стомашния сок е 0,12 g/L?
5. От колко голям кариес (с каква площ на отвора) би се получил толкова калциев лактат, колкото е необходим за неутрализиране на солната киселина в 47,5 mL стомашен сок?

Задача 4

При пълното изгаряне на 0,1 g органично вещество А, с моларна маса 192 g/mol, са отделени 0,275 g CO₂ и 0,075 g H₂O. Данните от качествения елементен анализ показват, че съединението е изградено от С, Н и О.

1. Определете молекулната формула на съединението А.

Органичното вещество А е неразтворимо във вода и взаимодейства с Br₂ в присъствие на FeBr₃. При взаимодействие на А с воден разтвор на натриев хидроксид, нагряване и последваща обработка с разредена киселина (неутрализация) се получават два органични продукта Б и В.

Веществото Б взаимодейства с:

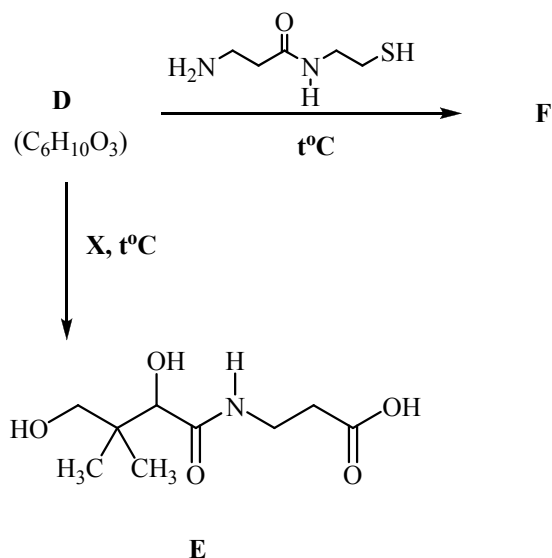
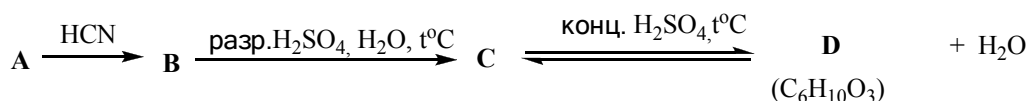
- NaOH – получава се водоразтворима сол;
 - Cl₂ / PCl₃ - получава се органичен продукт Г, който от своя страна след взаимодействие с NH₃ се превръща в α-аминокиселината фенилаланин (2-амино-3-фенилпропанова киселина).
2. Изразете с химични уравнения взаимодействията на Б до Г и на Г до получаването на фенилаланин. Наименувайте получените органични продукти по IUPAC.
 3. Напишете структурната формула на съединението Б и го наименувайте по IUPAC.

Веществото **B** се смесва с вода във всяко отношение и не взаимодейства с NaOH. За него е известно, че встъпва в следните взаимодействия:

- с HBr;
 - окислява се от кислорода на въздуха, при пропускане на негови пари над медни стружки при нагряване, до продукта **D**, който след взаимодействие с HCN се превръща в цианхидрин (2-хидроксинитрил) **E**;
 - след хидролиза на цианхидрина **E** в кисела среда се получава 2-метил-2-хидроксипропанова киселина
4. Изразете с химични уравнения взаимодействията на **B**, **D** и хидролизата на **E**. Наименувайте получените органични продукти по IUPAC.
 5. Напишете структурната формула на съединението **B** и го наименувайте по IUPAC.
 6. Напишете структурната формула на съединението **A** и го наименувайте по IUPAC.
 7. Изразете с химични уравнения взаимодействията на **A** с NaOH и с Br₂ в присъствие на FeBr₃. Наименувайте получените органични продукти по IUPAC.

Задача 5

Пантотеновата киселина **E** и пантетеинът **F** са важни интермедиати (междинно получаващи се съединения) в синтеза на коензим-А. Тези съединения могат да бъдат синтезирани по следната реакционна схема, в която изходното съединение **A** е 2,2-диметил-3-хидроксипропанал:



В инфрачервения спектър на съединението **D** има характеристични ивици на поглъщане при $3500\text{-}3300\text{ cm}^{-1}$; 1780 cm^{-1} и 1101 cm^{-1} , а в инфрачервения спектър на съединението **F** - в областите $3500\text{-}3300$; 3450 ; $2600\text{-}2570$ и 1690 cm^{-1} .

- Изразете с химични уравнения всички протичащи реакции и наменувайте по IUPAC съединенията **B**, **C** и **X**. Отговорете на следните въпроси:
 - Ще бъде ли оптичноактивен продуктът **B** и защо?
 - Към кой клас съединения принадлежи **D**?
- Като използвате Фишерови или клиновидни формули напишете стереоизомерите на **C** и **D**. Какъв вид стереоизомери са те?
 - Ще се различават ли стереоизомерите на **D** по инфрачервените си спектри?
- Изразете взаимодействието на съединението **F** с воден разтвор на натриева основа при нагряване.
 - Как се нарича протичащият процес? Какви връзки се разкъсват при тази реакция?
 - Означете със звездичка асиметричните въглеродни атоми в съединението **F**. Какъв вид стереоизомерия се наблюдава в съединението **F**?

Необходими данни:

Универсална газова константа $R = 8,314\text{ J}/(\text{mol K})$

$0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$

Характеристични ивици на поглъщане на функционалните групи:

<u>Функционална група</u>	<u>Област на поглъщане, cm^{-1}</u>
О-Н (фенолна, свързана с водородна връзка)	3550-3200
О-Н (алкохолна, свързана с водородна връзка)	3500-3200
N-H (амид)	3520-3400
$\text{R}_3\text{N-H}^+$	2700-2330
SH	2600-2550
C=O (цикличен естер)	1795-1760
C=O (ацикличен естер)	1730-1715
C=O (амид)	1700-1680
ароматни ядра	1600 и 1500
C-O (първичен алкохол)	1075-1000
C-O (вторичен алкохол)	1150-1075
C-O-C (оксиран)	860-840

**МОМН, 42^{ра} НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА
ОКОЛНАТА СРЕДА – 2010 година**

Национален кръг, 27 - 28 март

Експериментална задача

В 4-ри от 7-те номерирани епруветки има водни разтвори на различни неорганични соли. Тези соли:

- са соли на три киселини и четири основи, но сред тях не са солна киселина и натриева основа;
- при дисоциация на солите се получат само йони от таблицата за разтворимост,
- солите са прости – не са двойни или комплексни соли

В останалите 3 номерирани епруветки се намират: разтвор на солна киселина (2 mol/L), разтвор на натриева основа (1 mol/L) и разтвор на калиев хромат.

Без да използвате допълнителни реактиви, освен червен лакмус, определете кои са разтворените вещества във всяка една от 7-те епруветки и отговорете на въпросите в протокола.

ПРОТОКОЛ №

1. Кои са разтворените вещества в 7-те епруветки?

епр. 1 епр. 4 епр. 7

епр. 2 епр. 5

епр. 3 епр. 6

2. Изразете с изравнени химични уравнения всички възможни взаимодействия, които протичат при тези условия между йоните на откритите вещества. Запишете уравненията на химичните реакции на гърба на този лист.

Реакции за йони, които не са открити няма да се оценяват!

При добавяне на разтвора на натриева основа към една от 4-те соли, се образува утайка, която не е от хидроксид.

3. От какво е тази утайка и защо се получава? Напишете уравнението на протичащия процес.

Ако тази утайка се отдели от разтвора и се изследва нейното химично отнасяне към един от разтворите от тази задача, може да се определи дали тя е хидроксид или не.

4. С кой от химичните реактиви може да се докаже, че утайката не е от хидроксид и как? Подкрепете отговора си с химични уравнения.

Една от неизвестните соли може да откриете само, ако силно се подкисели разтвора на калиев хромат, при което се променя неговия цвят и след това към него се добави от разтвора на солта, при което отново се променя цвета на разтвора. И двете промени на цвета са резултат от протичащи химични процеси.

5. Изразете с химични уравнения тези два процеса и посочете на какво се дължи промяната на цвета. Какъв е вторият процес?

Разтворимост на някои соли, хидроксици и киселини във вода

Група в ПС*) →		IV A	V A	VI A		VI B	VII A	
↓	йон	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	OH ⁻	SO ₄ ²⁻	CrO ₄ ²⁻	Cl ⁻	I ⁻
I A	H ⁺	↑	□	□	□	◇	□	□
	K ⁺	□	□	□	□	◇	□	□
	Na ⁺	□	□	□	□	◇	□	□
V A	NH ₄ ⁺	□	□	↑	□	◇	□	□
I B	Ag ⁺	↓	□	↓	χ	↓	↓↓	↓
II A	Ba ²⁺	↓↓	□	□	↓↓	↓	□	□
	Ca ²⁺	↓↓	□	χ	χ	◇	□	□
	Mg ²⁺	↓↓	□	↓	□	◇	□	□
II B	Zn ²⁺	↓	□	↓	□	↓	□	□
III A	Al ³⁺	↔	□	↓	□	◇	□	□
IV A	Pb ²⁺	↓	□	↓	↓	↓	↓↓	↓
VIII B	Fe ³⁺	↔	□	↓	□	↔	◇	◇
	Cr ³⁺	↔	◇	↓	◇	◇	◇	◇

*) При сложните йони се отнася за елемента, чийто символ е записан на първо място.

□/◇ – безцветен/цветен разтвор;

↓↓/↓ – бяла/цветна малкоразтворима утайка;

↑ – газообразно вещество;

↔ – взаимодействие с вода

χ – бяла средноразтворима утайка