

**МОМН, XLV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА
ОКОЛНАТА СРЕДА – 2013 година**

*Национален кръг, 29 – 30 март
Учебно съдържание X – XII клас*

Задача 1

Силното стесняване на кръвоносните съдове е много опасно, поради големия риск от инфаркт (запушване на артериите, хранващи сърцето). Неотдавна бе открито, че азотният оксид има силно и бързо съдоразширяващо действие. Но използването на газообразен NO е невъзможно, защото в присъствие на кислород, той бързо се превръща в азотен диоксид NO₂, който е силно отровен. За да може да се използва благоприятното въздействие на азотен оксид за медицински цели, той трябва да се въведе в организма като съединение, което трудно се окислява, но лесно освобождава NO. Счита се, че такова съединение е познато отдавна с тривиално наименование „натриев нитропрусид“. Масовият състав на това съединение е: Na – 17,57 %, Fe – 21,34 %, N – 32,06 %, C – 22,93 % и O – 6,10 %.

1. Определете химичната формула на натриев нитропрусид и наменувайте съединението по IUPAC, като имате предвид, че то е комплексна сол и частицата NO в него е в същия вид както в NOCl (нитрозилхлорид).
2. Коя частица е комплексообразувател в това съединение. Определете типа хибридизация на атомните орбитали на комплексо-образувателя.
3. Какъв е зарядът на лигандите, които изграждат това съединение?
4. Каква е формата на комплексния йон: триъгълник, куб, неправилен октаедър, тетраедър, пирамида, правилен октаедър? Обяснете избора си.

Натриев нитропрусид е качествен реактив за откриване на сулфидни йони – получава се виолетово оцветен комплекс. Реакцията не е много чувствителна и затова се провежда в амонячна или слабо алкална среда.

5. Предположете защо средата не трябва да е силно кисела, като имате предвид, че причината е в определяния компонент.

Задача 2

Разтворимостта, *S*, на йод във вода е $1,2 \times 10^{-3}$ mol/L при 20 °C. Тя може да се повиши като към суспензия на йод във вода се прибави калиев йодид. Установява се равновесието:



В получения разтвор е доказано присъствие на трийодиден йон $I_{3(aq)}^-$. Равновесната константа на процеса на неговото образуване (стабилитетна константа), K_{st} има стойност 7×10^2 при 20°C и се дефинира с израза:

$$K_{st} = \frac{c(I_{3(aq)}^-)}{c(I_{(aq)}^-) \times c(I_{2(aq)})}$$

1. Изразете равновесната константа K_c на процеса **(1)** и изчислете стойността ѝ при 20°C .
2. Изчислете равновесните концентрации на всички йодсъдържащи частици в разтвора, който се получава, ако йод се постави в разтвор на калиев йодид с концентрация $0,10 \text{ mol/L}$.
3. Колко е разтворимостта, S^* , (в mol/L) на йод в разтвора на калиев йодид от т. 2 при 20°C .

За реакцията на йодидни йони с хипохлоритни йони в алкална среда, протичаща по уравнението



са получени дадените в таблицата стойности за началната скорост v_0 при различни концентрации на йоните I^- , ClO^- и OH^- :

№ на опита	v_0 , mol/(L.s)	$c(I^-)$, mol/L	$c(ClO^-)$, mol/L	$c(OH^-)$, mol/L
1	$1,75 \times 10^{-4}$	0,002	0,002	1
2	$8,75 \times 10^{-5}$	0,001	0,002	1
3	$4,38 \times 10^{-5}$	0,001	0,001	1
4	$8,75 \times 10^{-5}$	0,001	0,001	0,5

4. Каква е ролята на хидроксидните йони, OH^- , в реакция **(2)**?
5. Напишете в общ вид кинетичното уравнение на реакция **(2)**.
6. Определете частните порядъци на реакция **(2)** по отношение на I^- , ClO^- и OH^- , и сумарния ѝ порядък.
7. Изчислете скоростната константа за условията на проведения експеримент.

Йод се разтваря добре в органични разтворители. Етанолов разтвор на йод е компонент на течна смес, която се използва за лечение в домашни условия и се приготвя по следния начин: неголямо количество сода за хляб се залива с гореща вода, след което се прибавят няколко капки йодна тинктура.

8. Изразете с химични уравнения взаимодействията, които протичат при приготвянето на лечебната смес.

Задача 3

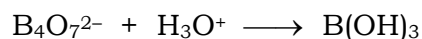
Боракс е тривиалното име на химичното съединение $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$. Това е най-известната сол на слабата тетраборна киселина, която не е позната в свободно състояние. В молекулата на боракс се съдържа тетраборатен анион, който има следния състав: $\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4^{2-}$.

1. Запишете химичната формула на боракс, от която да е видно присъствието на тетраборатния анион.
2. Скицирайте структурната формула на тетраборатен анион, като имате предвид, че два борни атома в него са в sp^2 -хибридно и два – в sp^3 -хибридно състояние.

Боракс е първичен стандарт в протонометрията (киселинно-основната титриметрия) за стандартизиране на киселини. За целта се приготвя разтвор на боракс с точна концентрация и той се титрува с киселината, чиято концентрация трябва да се определи.

3. Какъв химичен характер има воден разтвор на боракс? Обяснете отговора си.

При взаимодействие на боракс със солна киселина във воден разтвор, протича реакцията:

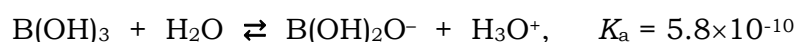


4. Изразете процеса с изравнено химично уравнение.

За стандартизиране на солна киселина, 1,053 g боракс е разтворен и разреден до 50,00 mL с вода; 10,00 mL от този разтвор се титруват с 10,33 mL от разтвора на солна киселина.

5. Колко е молната концентрация на солна киселина?

Борната киселина $\text{B}(\text{OH})_3$ е слаба монопротонна киселина и във воден разтвор се депротонира незначително:



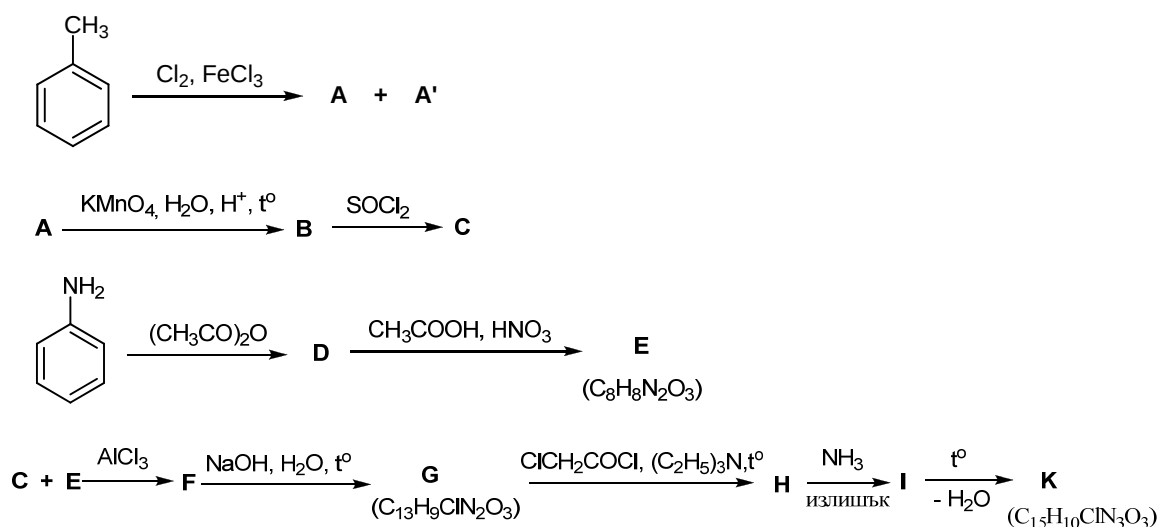
6. Колко е pH на изтитрувания разтвор?

Към този (изтитрувания) разтвор са добавени 9,67 mL разтвор на натриева основа, с 14,04 mL от който, се титруват 15,00 mL от стандартизирания разтвор на солна киселина.

7. а) Каква част от борната киселина взаимодейства с добавената натриева основа?
 б) Колко е рН на получения се разтвор?

Задача 4

Clonazepam е лекарствен препарат, който принадлежи към групата на бензодиазепините. Използва се като мускулен релаксant, антиконвулсант, проявява седативни и хипнотични свойства. По-долу е представена схема за получаване на *Clonazepam* (**K**):



Съединенията от **A** до **K** са органични. **A** и **A'** са изомери и са продукти на монозаместване. В ИЧ спектъра на съединението **B** се наблюдават характеристични ивици на поглъщане при 3088–2663, 1694, 1600, 1500, 1450 и 745 cm^{-1} . В ИЧ спектъра на съединението **E** се наблюдават характеристични ивици на поглъщане при 3276, 1681, 1600, 1500, 1496, 1450, 1367 и 832 cm^{-1} . Превръщането на **I** в **K** протича като вътрешномолекулярна реакция.

1. Напишете всички уравнения от схемата. Наименувайте по IUPAC съединенията **A**, **A'**, **B**, **D** и **E**.
2. Какви функционални групи се съдържат в съединението **K**? Като използвате данните от таблицата посочете интервалите на поглъщане в ИЧ спектъра на **K**.

Функционална група	Област на поглъщане, cm^{-1}
O-H (фенолна, свързана с водородна връзка)	3550-3200
N-H (първична аминогрупа в ароматен амин)	3520-3450; 3420-3390
O-H (от карбоксилна група, димер)	3300-2500
N-H (N-заместен амид)	3300-3260

C=O (естерна)	1740-1715
C=O (карбоксилна киселина, димер)	1720-1680
C=O (цикличен амид)	1700-1670
C=O (N-заместен амид)	1700-1670
C= N (азометинова)	1620-1600
бензенови ядра (скелетни трептения)	1600, 1500, 1450
-NO ₂ група	1550-1490, 1370-1330
C-N (в първичен ароматен амин)	1340-1210
C-O (ароматни етери с алкокси група)	1310-1210
C-H (o-дизаместени бензенови ядра)	760-740
C-H (m-дизаместени бензенови ядра)	790-770; 705-680
C-H (p-дизаместени бензенови ядра)	840-800

Задача 5

Омега-3 мастните киселини са особено важни за здравето на човека. Те не се синтезират в човешкия организъм, а се набавят чрез храната. С високо съдържание на Омега-3 мастни киселини са риба, орехи, градински чай, ленено масло и др. Те спомагат за понижаване нивата на холестерола, намаляват триглицеридите и повишават нивото на „добрия“ (HDL) холестерол. Омега-3 мастните киселини са благоприятен фактор за намаляване риска от сърдечносъдови заболявания.

При пълната хидролиза на 437,0 g мазнина **М**, изолирана от проба (*филе от риба*), са получени 46,047 g глицерол и органично вещество **К**. Хроматографският анализ показва, че веществото **К** е единствена мастна киселина (не съдържа примеси).

След изгаряне на 0,125 g от **К** в поток от чист кислород са получени – 0,3556 g CO₂ и 0,1213 g H₂O.

Съединението **К** присъединява Br₂ в молно съотношение 1:3. При окисление с KMnO₄ в среда от H₂SO₄ и нагряване се получават пропанова киселина, пропандиова киселина и още една неразклонена дикарбоксилна киселина **ДК**. Трите киселини се получават в молно отношение съответно 1 : 2 : 1. Химичният анализ (чрез изотопно белязани атоми) показва, че карбоксилната група на **К** е включена в структурата на киселината **ДК**.

1. Определете молната маса и молекулната формула на киселината **К**.

2. Напишете структурна формула на киселината **К**, като поставите всички двойни връзки в *E* конфигурация и структурна формула, в която всички двойни връзки са в *Z* конфигурация. Напишете структурна формула на **ДК** и я наименувайте по IUPAC. Номерируйте по правилата на IUPAC въглеродните атоми в структурата на **К**.
3. Отнася ли се киселината **К** към групата на омега-3 мастните киселини? Напишете номерата на въглеродните атоми, при които се намират двойните връзки, като започнете броенето от омега-края на киселината **К**.
4. Изразете с изравнено химично уравнение присъединяването на бром към **К**.
Ненаситените мазнини могат да се превърнат в наситени чрез хидриране с H_2 в присъствие на катализатор.
5. Изразете с изравнено химично уравнение и изчислете обема H_2 (в L при н.у.), необходим за пълно хидриране на 125 g мазнина **М**.