

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

Областен кръг, 12 февруари 2017 г.
Учебно съдържание X - XII клас

Задача 1

Първият етап на промишленото получаване на концентрирана сярна киселина включва „пържене“ на сулфидна руда, напр. пирит, в обогатен на кислород въздух. Полученият серен диоксид се окислява в присъствие на катализатор и продуктът на окисление се разтваря в разредена сярна киселина.

1. Изразете с химично уравнение „пърженето“ на пирит. Изравнете уравнението по метода на електронния баланс.

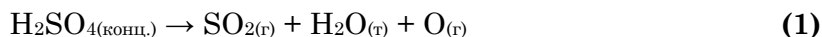
Серен диоксид е получен при „пържене“ на 100 t пирит, който съдържа 78 мас.% FeS₂. Процесът е проведен при температура 600 K и налягане 108 kPa.

2. Изчислете обема на получения SO₂, като имате предвид, че 5,0 мол.% S и 8,0 мол.% Fe не са реагирали.
3. Изчислете количеството газ чист кислород ($n(\text{O}_2)$ в mol), който е необходим за получаването на концентрирана сярна киселина при условията на **т. 2**.

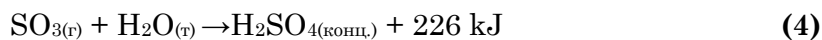
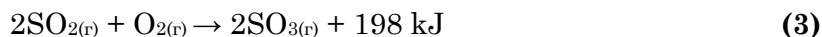
Обогатеният на кислород въздух, използван при описаните процеси, е с обемен състав 60 % O₂ и 40 % N₂. Отработеният въздух (след приключване на процесите) съдържа 94 об. % N₂ и 6 об. % O₂.

4. Изчислете обема (в m³, при температура 0 °C и налягане 1 atm) на обогатения на кислород въздух, който съдържа необходимото количество газ кислород, изчислен в **т. 3**.

Концентрираната сярна киселина има окислително действие спрямо металите. Механизмът на това действие е сложен и се дължи на атомния кислород, който се получава при разпадането на киселината:



5. Изчислете топлинния ефект Q (в kJ/mol) на реакция (1) и определете екзо- или ендотермична е тази реакция, като използвате следните термохимични уравнения:



Справочни данни: $M(\text{FeS}_2) = 120 \text{ g/mol}$; $R = 8,314 \text{ J/(mol.K)}$

Задача 2

Сероводород може да се получи при разтваряне на железен(II) сулфид в разр. киселина (напр. солна), както и на алуминиев сулфид във вода.

1. Изразете двата процеса с изравнени химични уравнения.

Сероводород е получен като са смесени 0,88 g железен(II) сулфид и 100,0 mL 1,0 M солна киселина.

2. Колко грама алуминиев сулфид трябва да се разтворят в 100,0 mL вода, за да се получи същото количество сероводород?

Макар в двата случая да се получава еднакво количество сероводород, концентрацията му в двата разтвора няма да е еднаква.

3. Обяснете в кой разтвор концентрацията на сероводород е по-висока и защо.

Упътване: Какъв е химичният характер на двата разтвора?

Някои минерални води съдържат сероводород в много ниска концентрация и може да се пият директно, без да се отстранява сероводородът. Консумирането на такава вода е полезно при някои заболявания, но не е приятно.

4. Обяснете защо не е приятно да се пие вода, съдържаща сероводород.

За отстраняване на сероводород от вода за пиене може да се използват следните методи:

- (i) Водата се продухва с хлор или се обработва с натриев хипохлорит;
- (ii) Водата се аерира (продухва с въздух).

При всяка от тези обработки протича окислително-редукционен процес.

5. Изразете с изравнени химични уравнения процесите, които протичат в двата варианта на метод (i) и при метод (ii), като имате предвид, че при първия метод се получава неразтворим във водата продукт, а при втория сярата се окислява до висшата си степен на окисление, за което се създават подходящи условия.

Често в природен газ и биогаз се съдържа повече сероводород от допустимите норми. Обикновено в такива случаи сероводородът се превръща в сяра, която се отстранява. Това може да стане като газовото гориво се пропуска през смес от $\text{Fe}_2\text{O}_3(s)$ и вода, след което железният(III) оксид се регенерира, като получената водна смес се аерира.

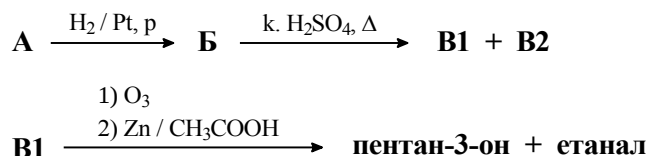
6. Изразете с изравнени химични уравнения процесите, които протичат при отстраняване на сероводорода (етап I) и при регенериране на железния оксид (етап II).

Задача 3

При пълно изгаряне на 25,00 mg от кетона **A** ($M(A)=114,2$ g/mol) в кислородна атмосфера се отделят 0,0674 g CO_2 и 0,0276 g H_2O .

1. Определете молекулната формула на **A**.

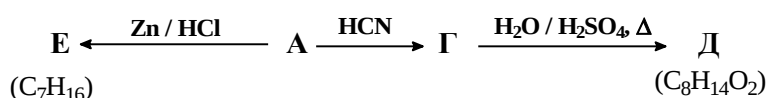
За определяне на структурната формула на **A** се използва следната последователност от превръщания:



- **B1** е основният продукт.

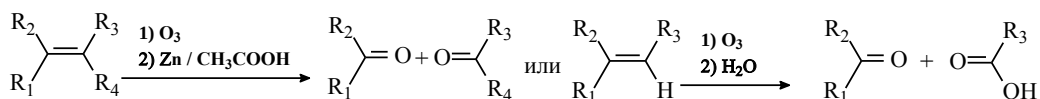
2. Напишете уравненията на взаимодействията от горната схема. Напишете структурната формула на кетона **A** и го наменувайте по IUPAC.

Кетонът **A** участва като изходно съединение в следните превръщания:



3. Напишете уравненията на взаимодействията от схемата.
4. Напишете структурните формули на всички изомери на въглеводорода **E**, които **имат в структурата си един третичен въглероден атом**, и ги наменувайте по IUPAC. Един от изомерите на **E** има в структурата си хирален (асиметричен) въглероден атом. Представете структурите на възможните му пространствени изомери с клиновидни структурни формули, без да определяте абсолютната конфигурация на хиралния център.

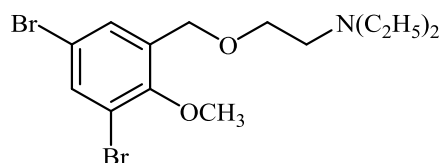
За да решите задачата, използвайте информацията: взаимодействието на **B1** с озон се нарича озонолиза и се прилага за „контролирано“ разцепване на двойна $\text{C}=\text{C}$ връзка, като в зависимост от следващата обработка, се получават карбонилни съединения или карбоксилни киселини.



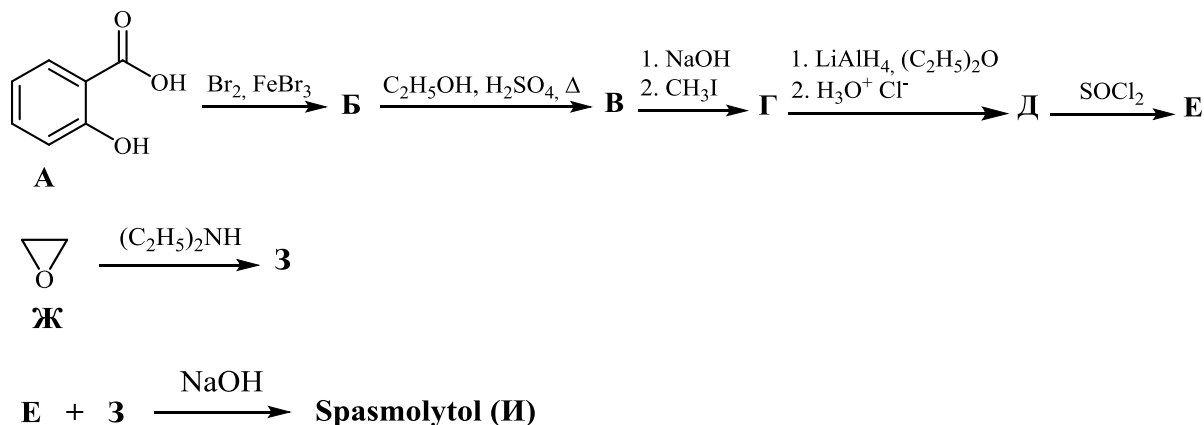
$\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$ и $\text{R}_4 = \text{H}, \text{Alkyl}$:

Задача 4

По-долу е представен синтезът на лекарствения препарат **Spasmolytol (II)**, който проявява спазмолитично действие.



Spasmolytol (II)

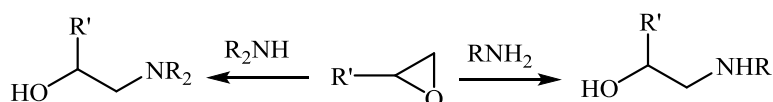


За съединенията от схемата е известно, че:

- Всички вещества от **A** до **II** са органични.
 - Бромирането на съединението **A** се извършва с излишък от бром.
- Напишете уравненията на реакциите за получаване на **II**, като използвате структурни формули за всички органични съединения.
 - Как се нарича процесът за прехода **B** → **V**? Какъв е типът на реакцията **Ж** → **3**?
 - Напишете реакционна схема за получаване на съединението **A** от фенол.
 - Изразете взаимодействието на съединението **II** с разреден разтвор на солна киселина.

За да решите задачата, използвайте информацията:

- За редукция на алдехиди и естери до първични алкохоли и на кетони - до вторични алкохоли се използва LiAlH_4 . Реакциите се извършват в среда от диетилов етер или тетраhydroфуран.
- Оксираните (епоксиди) са тричленни наситени хетероциклени съединения с кислороден атом в цикъла. Те реагират с амоняк, първични и вторични амини, при което се получават аминокалкохоли:



- На последния етап NaOH се използва като база.

ПЕРИОДИЧНА ТАБЛИЦА НА ХИМИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ

Период

Група	← Група →																18 VIIIA	
	1 IA	2 IIA	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	2 He										
1	1 H 1.008	2 IIA															10 Ne 20.18	
2	3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.001	8 O 15.999	9 F 18.998	
3	11 Na 23.000	12 Mg 24.305	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 ← VIIIB →	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 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

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
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)

актиноиди

РЕД НА ЕЛЕКТРООТРИЦАТЕЛНОСТ

Cs, Li, Ba, Na, Ca, Mg, Ag, Al, Fe, Zn, Si, Cu, Ni, P, H, I, S, C, 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 ⁻		Г			МР		СР	МР	МР	МР	МР	МР	МР	МР
Cl ⁻					МР						МР			
Br ⁻					МР						МР			
I ⁻					МР					МР	МР			
S ²⁻	Г				МР				МР	МР	МР	МР	МР	ВВ
SO ₃ ²⁻	Г				СР	СР	СР	СР	СР		МР	СР		
SO ₄ ²⁻					СР	МР	СР				МР			
NO ₃ ⁻														
PO ₄ ³⁻					МР	МР	МР	МР	МР	МР	МР	МР	МР	МР
CO ₃ ²⁻	Г				МР	МР	МР	МР	МР	МР	МР	МР	ВВ	ВВ
CrO ₄ ²⁻					МР	МР			МР	МР	МР	МР		

МР – Малко разтворимо вещество

Г – Газ

СР – Средно разтворимо вещество

ВВ – Взаимодействия с вода