

МОМН, 43-^{та} НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА
ОКОЛНАТА СРЕДА – 2011 година

Национален кръг 26 – 27 март

10^{-ти} - 12^{-ти} клас – теоретичен етап

Задача 1

При специални условия желязото реагира с въглероден оксид и се получава веществото X, което при обикновени условия е безцветна течност. При изгаряне на определено количество от X в чист кислород, се получават 0.8 g твърдо червено-кафяво вещество и 2.20 g безцветен газ, който взаимодейства напълно със силни основи.

1. Определете формулата на веществото X и го наименувайте.
2. Изразете с химично уравнение взаимодействието на X с кислород.
3. Отбележете верните отговори на посочените въпроси.

За някои от въпросите може да имате повече от един верен отговор!

А) Съединението X е:

- а) нормална сол; б) неутрален комплекс; в) двойна сол;
г) комплексна сол; д) координативно съединение.

Б) Каква е степента на окисление на желязо в съединението X:

- а) 0; б) 1; в) 2; г) 3; д) 5.

В) В кой тип хибридизация са валентните атомни орбитали на желязната атом в съединението X?

- а) sp^3 ; б) sp^2 ; в) sp^3d ; г) sp ; д) sp^3d^2 .

Г) Каква е геометричната форма на молекулата на съединението X?

- а) хексагонална; б) линейна; в) тетраедрична;
г) триъгълна; д) триъгълна бипирамида.

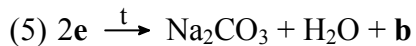
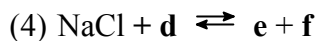
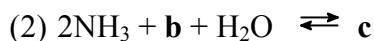
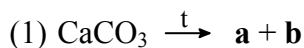
Д) Какъв тип са химичните връзки в молекулата на X?

- а) метални; б) ковалентни; в) ковалентни полярни;
г) йонни; д) координативни.

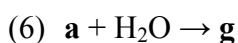
Задача 2

Калцинираната сода (Na_2CO_3) намира практическо приложение в различни химични производства: на стъкло, перилни препарати, в хартиената и в кожарската промишленост, в металургията, за пречистване на води и др. Съвременното производство на калцинирана сода се основава на метода, предложен от белгийския инженер Солвей. По този метод се получава калцинирана сода и в „СОЛВЕЙ СОДИ“ АД – Девня, където се произвежда 1/6 от световното производство на калцинирана сода. Суровини за производството са варовик ($CaCO_3$), каменна сол ($NaCl$), амониак и вода.

Получаването на калцинирана сода става в резултат на последователно протичане на следните реакции:



Поради ниската разтворимост на продукта **e**, при процеса (4) преимуществено протича правата реакция. Вложеният в производството амоняк се регенерира (възстановява) и отново се връща в производството, като разтворът на страничния продукт **f** се обработва по схемата по-долу:



1. Определете кои са неизвестните вещества **a**, **b**, **c**, **d**, **e**, **f**, **g** и напишете химичните уравнения на процесите от (1) до (7).
2. Изчислете отношението η_1/η_2 на процентните добиви η_1 на целевия продукт Na_2CO_3 към добива η_2 на отпадния продукт CaCl_2 , ако знаете, че при производството на m_1 тона Na_2CO_3 отпаднат m_2 тона CaCl_2 .
3. Изчислете молната концентрация на разтвор на страничния продукт **f**, ако рН на разтвора е 5. Направете обосновани опростяващи допускания. Йонното произведение на водата е $K_w=1 \times 10^{-14}$; константата на основност на амоняка е $K_b=2 \times 10^{-5}$.
Ако не сте определили кой е продуктът **f**, при решение на точка 3 приемете, че **f** е амониева сол на силна едноосновна киселина (NH_4A).

В стоманен резервоар се намира калциев карбонат и въздух под налягане 1 atm при температура 27°C. При температура 27°C процесът, изразен с уравнение (1), не протича. Резервоарът се нагрива до 800°C и процесът, изразен с уравнение (1), достига до равновесие. Равновесното налягане на газовата смес в резервоара при тази температура е 3.82 atm.

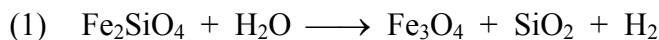
4. Изчислете стойността на равновесната константа K_p на процеса при температура 800°C ($0^\circ\text{C} = 273\text{ K}$).

Задача 3

Оливин е един от най-разпространените минерали на Земята. Той има химична формула $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$ и представлява твърд разтвор от два силикатни минерала: *форестрит* *Fo*, $\text{Mg}_2\text{SiO}_4 = 2\text{MgO} \times \text{SiO}_2$ и *файалит* *Fa*, $\text{Fe}_2\text{SiO}_4 = 2\text{FeO} \times \text{SiO}_2$. В геоложки условия дълбоко под земята, в присъствие на топлина и вода, и отсъствие на атмосферен кислород, оливин серпентинизира – така се нарича химичното му превръщане, при което основен продукт е минералът *серпентин* *Se* ($\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 = \text{MgO} \times 2\text{Mg}(\text{OH})_2 \times 2\text{SiO}_2$).

Серпентинизацията на оливин включва няколко, взаимно допълващи се, химични процеса:

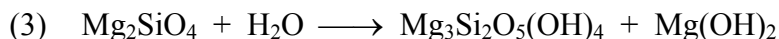
- * *Fa* се окислява в анаеробна среда с водородни катиони (от вода), като се получава *магнетит (Ma)* по реакцията:



- * *Fo* свързва отделения силициев диоксид и се получава *Se* по реакцията:



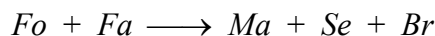
- * *Fo* се хидратира, при което се получава *Se* и *бруцит (Br)*, по реакцията:



- 1 Изравнете реакции (1), (2) и (3), като за реакция (1) използвате електронен баланс.

Жокер: Fe_3O_4 е смесен оксид (на желязо).

- 2 Изразете следния процес с изравнено химично уравнение, като (запишете всички вещества с химичните им формули) и добавите липсващите участници:



Жокер: Сумирайте изравнените уравнения от т.1, като спазите стехиометричните отношения в тях.

- 3 а) Пресметнете масовата част (в %) на *Fo* и *Fa* в оливин.
б) Определете химичната формула на оливин и я запишете във вида:
 $\text{Mg}_a\text{Fe}_b\text{SiO}_4$ или $a\text{MgO} \times b\text{FeO} \times \text{SiO}_2$.
в) Изчислете молната маса на оливин.

При серпентинизация на оливин в присъствие на въглероден диоксид, вместо водород и бруцит, се получават метан и магнезит (MgCO_3), съответно.

- 4 Изразете с изравнени химични уравнения:

- а) окислението на *Fa* в присъствие на въглероден диоксид;
- б) получаването на магнезит от *Fo*.

Черният пясък, който се среща и по нашето черноморско крайбрежие е от кварц (SiO_2), съдържащ *Ma* (магнетит е с черно-сив цвят). Такъв пясък се среща на някои места в големи количества и е суровина за производство на желязо (Нова Зеландия, Перу).

- 5 Обяснете съвместното присъствие на магнетит и кварц, като имате предвид, че съотношението между *Fo* и *Fa* в оливина може да е различно.

Задача 4

Амигдалин е гликозид на съединението **X** и β -изомера на дизахарида гентиобиоза. Съдържа се в ядките на горчивия бадем, кайсията или семките на ябълката. Има противотуморно действие и в продължение на години се използва за превенция срещу рака. Въпреки че не принадлежи към групата на витамините, то е известно като витамин В 17.

Гентиобиозата е дизахарид, при пълната хидролиза на който в присъствие на HCl и нагряване, се получава само D-глюкоза. Доказано е, че връзката между двата монозахаридни остатъка се осъществява между β -изомера на единия глюкозен остатък и C6 на втория глюкозен остатък (β -1,6-свързване).

1. Напишете Фишеровата проекционна формула на D-глюкоза. Напишете Фишеровата проекционна формула на енантиомера на D-глюкоза.
2. Напишете проекционната формула на Хауард на цикличната (пиранозна) форма на β -D-глюкоза. Номерируйте въглеродните атоми в цикличната структура.
3. Напишете структурната формула на гентиобиозата, като използвате формули на Хауард за монозахаридните остатъци.
4. Дава ли гентиобиозата положителна реакция с реактив на Толенс (сребърно огледало) и защо?

Съединението **X** има молекулна формула C_8H_7NO и е свързано с гликозидния въглероден атом на гентиобиозата. За **X** е известно, че встъпва в следните взаимодействия: а) реагира с Br_2 в присъствие на $FeBr_3$; б) реагира с Na, но не и с $NaHCO_3$ и не дава положителна реакция с $FeCl_3$; в) хидролизира се при нагряване с воден разтвор на H_2SO_4 , до съединението **A**, което взаимодейства с $NaHCO_3$.

5. Напишете структурната формула на **X** и го наменувайте по IUPAC. Като използвате клиновидни формули напишете двата стереоизомера на **X**.
6. Изразете с химични уравнения взаимодействията на **X** и **A**.
7. Напишете структурната формула на амигдалина, без да отчитате стереохимията на съединението **X**.

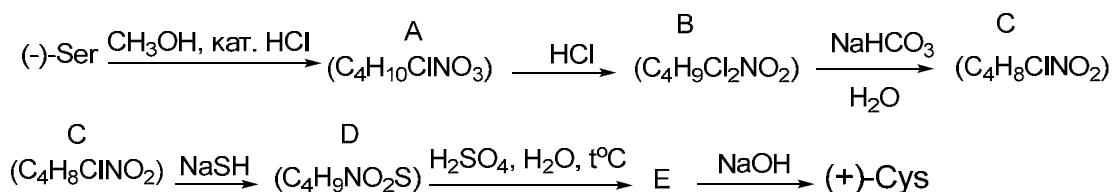
Задача 5

Глутатионът е трипептид, който е открит в почти всички живи организми и е основен регулатор на редокс потенциала на клетките. При частичната хидролиза на глутатион, проведена с 6 M солна киселина, се получават два дипептида – Cys-Gly и дипептидът (**X**), съдържащ глутамова киселина (Glu) и цистеин (Cys). При взаимодействието на дипептида (**X**) с 2,4-динитрофлуоробензен и следваща хидролиза на междинно получения продукт, се получава съединение с молекулна формула $C_{11}H_{11}N_3O_8$. Глутатионът се хидролизира под действие на ензима гама-глутамилтранспептидаза (GGT), за който е известно, че хидролизира пептидна връзка при γ -карбоксилната група на глутамовата киселина.

Като използвате на тези данни:

- 1) Напишете структурата на дипептида Cys-Gly.
- 2) Изразете уравненията за взаимодействието на дипептида **X** с 2,4-динитрофлуоробензен и хидролизата на междинно полученото съединение, водеща до продукта с молекулна формула $C_{11}H_{11}N_3O_8$.
- 3) Напишете структурата на глутатиона и означете със стрелка връзката, която се разкъсва под действие на ензима GGT.

Чрез следната последователност от реакции немският химик Емил Фишер е показал, че (+)-Cys и (-)-Ser принадлежат към L-стериичния ред (имат еднаква относителна конфигурация).

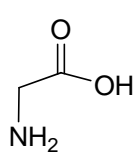


C (+) и (-) означаваме специфичния ъгъл на въртене на чист енантиомер - например (+)-Cys и (-)-Ser.

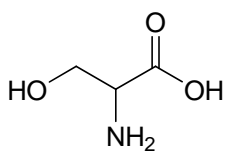
- 4) Като използвате Фишерови проекционни формули за α -аминокиселините, напишете уравненията на всички реакции от тази реакционна схема и Фишеровите проекционни формули на съединенията А – Е.

Необходими данни:

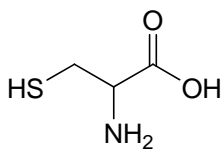
Формули на α -аминокиселините:



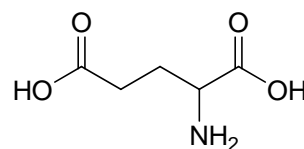
Gly
глицин



Ser
серин

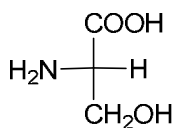


Cys
цистеин

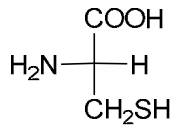


Glu
глутамова киселина

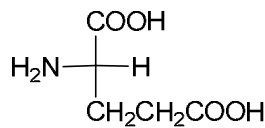
Фишерови проекционни формули на α -аминокиселините:



(-)-Ser



(+)-Cys



Glu