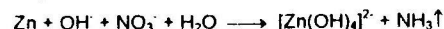


МОН, XXXIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ – 2002 година

Областски кръг
(Регионален етап), 13 април, IX - XII клас

Задача 1 Класическият количествен анализ за определяне съдържанието на нитратни йони в една проба се провежда чрез редукция на нитрата с голям излишък от цинк в основна среда, при което протича реакцията:



Отделения амоняк се абсорбира в разтвор на киселина с позната концентрация и излишъкът от киселината се неутрализира с натриева основа. Проба с маса 1 g съдържаща натриев нитрат, е поставена в дестилационна колба заедно с 10 g цинк, 20 g натриева основа и вода. Отделеният след редукцията амоняк е погълнат в 20 mL 0.1 M сярна киселина, след което излишъкът от киселината е неутрализиран напълно с 30 mL 0.1 M натриева основа.

1. Изравнете уравненията на протеклите процеси.
2. Определете масовата част на натриев нитрат в изследваната проба.
($M(\text{NaNO}_3) = 85 \text{ g/mol}$)

Задача 2 Необходимият за получаването на сярна киселина серен диоксид се получава чрез пържене на сулфидни руди (окисление на сулфидни руди с въздух), при което протича реакцията:



1. Изравнете химичното уравнение, като използвате метода на електронния баланс.
2. Пресметнете топлината на образуване на $\text{FeS}_{2(x)}$, ако е известно, че топлината на образуване на $\text{Fe}_2\text{O}_{3(x)}$ е 822 kJ/mol, а на $\text{SO}_{2(l)}$ – е 296 kJ/mol.
3. Напишете следващите етапи за получаване на сярна киселина и отбележете условията, при които протича всеки от тях.

Задача 3 За пълното изгаряне на един обем от алкан се изразходват пет обема кислород. От този алкан при високотемпературно въздействие се получават три ациклически въглеводорода и водород. Два от тези въглеводорода чрез хидратация и други химични превръщания са използвани за получаване на съединението X, което се използва като органичен разтворител. Като разтворител X има недостатъка, че при нагряване в присъствие на вода, а много по-бързо ако присъства и киселина, се хидролизира като се установява равновесие между X и две от съединенията, които са междинни в схемата на неговото получаване.

За X е известно, че парите му са 3.52 пъти по-тежки от въздуха.

1. Установете строежа на съединението X и на изходния алкан.
2. Изразете химичното превръщане на алкана при високотемпературното въздействие. Как се нарича този процес и има ли приложение в практиката?
3. Изразете получаването на X от двата въглеводорода, получени от алкана.
4. Изразете една химична реакция на третия от получените въглеводорода, която му определя важно практическо приложение.

Задача 4 Хлорирането на метилбензен се провежда при висока температура или осветяване на реакционната смес – получава се продуктът А съдържащ един атом хлор в молекулата. Продуктът А се обработва с калиев цианид – получава се продуктът В. Продуктът

В се обработва с бром без участието на катализатор – получава се веществото С. При хидролиза на бромосъдържащият продукт С в кисела среда се получава вещество D с брутна формула $\text{C}_6\text{H}_7\text{BrO}_2$.

1. Изразете с химични уравнения описаните процеси и механизма на халогениране на метилбензен.
2. Наименувайте продуктите А, В, С и D.
3. Какъв вид изомерия е характерен за веществата С и D? Обяснете защо?

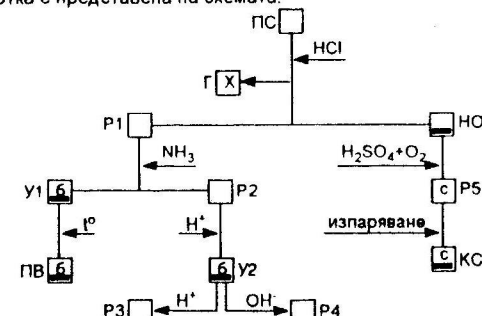
Задача 5 Редукцията на нитратни йони до амоняк (вж. задача 1) се използва и като качествена реакция за откриването им, тъй като амонякът може лесно да се докаже. Като редуктори за тази цел, освен цинк се използват още алуминий и Декардовата сплав. Какъв е съставът на Декардовата сплав?

Проба от сплавта (ПС) е обработена със солна киселина. Част от нея се разтваря, при което се получават разтвор Р1 и се отделя газ Г.

При добавяне на амоняк към разтвора Р1 се получава бяла пихтиеста утайка У1 и разтвор Р2. Нагряването на утайката У1 до висока температура я превръща в бяло прахообразно вещество ПВ.

При внимателно подкиселяване на разтвора Р2 се получава бяла утайка У2. Тази утайка се разтваря и в киселини – получава се разтвор Р3 и в основи – получава се разтвор Р4. Неразтворимият в солна киселина остатък (НО) се разтваря напълно в гореща сярна киселина при достъп на кислород и се получава синьо оцветен разтвор Р5. От този разтвор при изпаряване до сухо се получава синя кристална сол КС.

Описаната обработка е представена на схемата.



Ако същата изходна проба ПС се обработи не с киселина, а с натриева основа, пак се получават разтвор, неразтворим остатък и газ, като масата на НО и вида и количеството на газа са толкова, колкото и при обработката със солна киселина.

1. Определете кои метали влизат в състава на Декардовата сплав и колко е масовата част на всеки от тях, ако:

вещество:	ПС	Г	ПВ	КС
количество:	0.700 g	404 mL (н.у.)	0.595 g	1.375 g
2. Кой е основният редуктор в Декардовата сплав?
3. Изразете с изравнени химични уравнения следните процеси:
 $(\text{PC}) + \text{HCl} \longrightarrow (\text{P1}) + (\text{G})$
 $(\text{P1}) + \text{NH}_3 \longrightarrow (\text{U1}) + (\text{P2})$
 $(\text{U1}) \longrightarrow (\text{PV})$
 $(\text{U2}) + \text{H}^+ \longrightarrow (\text{P3})$
 $(\text{U2}) + \text{OH}^- \longrightarrow (\text{P4})$
 $(\text{HO}) + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow (\text{P5})$

МОН, XXXIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ – 2002 година

Примерни решения и оценка на задачите за IX - XII клас от регионалния етап

Важно за проверителите! Освен представените примерни решения за вярно се приема и всяко друго решение, което е логично обосновано и води до същия (цифров или фактологичен) резултат.

Задача 1 - 20 точки

- $$4\text{Zn} + 7\text{OH}^- + \text{NO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{NH}_3$$

$$\begin{array}{l} \text{Zn} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}^{2+} \quad | \quad 4 \\ \text{N}^{+5} + 8\text{e}^- \longrightarrow \text{N}^{-3} \quad | \quad 1 \end{array}$$

Или $4\text{Zn} + 7\text{NaOH} + \text{NaNO}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3$

$n(\text{NH}_3) = n(\text{NO}_3^-) = n(\text{NaNO}_3)$ - 2 т.

$2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - 1 т.

$2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ - 1 т.

2. $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1 \text{ mol/L} \times 0.02 \text{ L} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ - 1 т.

$n(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol/L} \times 0.03 \text{ L} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ - 1 т.

Което отговаря на $1.5 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ - 1 т.

С амоняка са реагирали: $2 \cdot 10^{-3} - 1.5 \cdot 10^{-3} = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ - 1 т.

Което съответства на: $0.5 \cdot 10^{-3} \times 2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol NH}_3$ - 1 т.

$m(\text{NaNO}_3) = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 85 \text{ g/mol} = 0.085 \text{ g} = 8.5 \%$ - 1 т.

Задача 2 - 20 точки

- $$4\text{FeS}_{2(\text{тв})} + 11\text{O}_{2(\text{г})} \longrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{тв})} + 8\text{SO}_{2(\text{г})} (+ 3364 \text{ kJ})$$

$$\begin{array}{l} \text{Fe}^{+2} - \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{+3} \quad | \quad 11 \quad | \quad 4 \\ \text{S}_2^{-2} - 10\text{e}^- \longrightarrow 2\text{S}^{+4} \quad | \quad 11 \\ \text{O}_2^0 + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{O}^{-2} \quad | \quad 11 \end{array}$$

2. $3364 = 2 \times 822 + 8 \times 296 - 4Q_{\text{опр}}(\text{FeS}_{2(\text{тв})})$ - 4 т.

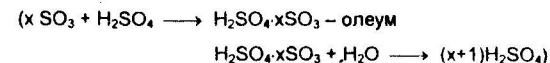
$Q_{\text{опр}}(\text{FeS}_{2(\text{тв})}) = 162 \text{ kJ/mol}$ - 3 т.

3. а) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + \text{Q}$ - 1 т.

Реакцията е равновесна, екзотермична и при ниска температура протича в присъствие на катализатор NO или V₂O₅ - 2 т.

б) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Q}$ - 1 т.

Най-напред SO₃ се разтваря в 100 %-на H₂SO₄ и се получава олеум, който след това се разрежда с вода



- 1 т.

Задача 3 - 20 точки.

- $$\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + 5\text{O}_2 \longrightarrow n\text{CO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O}$$

$n + (n+1)/2 = 5$; $n = 3$ – алканът е пропан C₃H₈ - 2 т.

От данните в условието следва, че X е естер RCOOR₁ с молекулна формула C₈H₁₀O₂ и M_r = 102 - 2 т.

При високотемпературно въздействие от пропана се получават метан, етен, пропен и водород. От:

 - молекулната маса и формулата на естера;
 - генетичната връзка на кислородсъдържащите съединения с алкените;
 - хидратацията, като процес, който при асиметрични алкени протича по правилото на Марковников;
 - и продуктите, които се получават при окисление на алкохоли

следва, че естерът може да се получи от етена и пропена, и че неговият строеж е CH₃COOCH(CH₃)₂ - 5 т.
- $$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 \xrightarrow{\Delta} \begin{cases} \text{CH}_4 + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \\ \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \end{cases}$$

Процесът е термичен крекинг (пиролиза, крекинг) - 1 т.

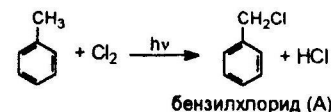
Използва се за превръщане на по-високо кипящите нефтени фракции в по-ниско кипящи (за повишаване добива на бензин и други) - 1 т.
- $$\begin{aligned} \text{CH}_2=\text{CH}_2 &\xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{(\text{O})} \text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{(\text{O})} \text{CH}_3\text{COOH} \\ \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 &\xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 &\xrightarrow{+\text{H}^+} \text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

2. - 2 т.

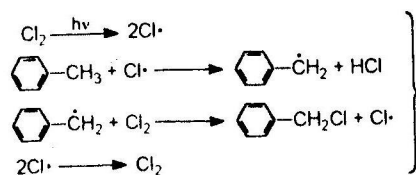
- 1 т.

- 1 т.
4. Реакция на метан: получаване на етин, хлоропроизводни от метан, конверсия на метан, горене на метан, получаване на сажди и водород от метан, или друга реакция с практическо приложение - 3 т.

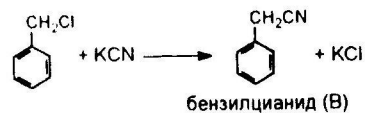
Задача 4 - 20 точки.



- 3 т.



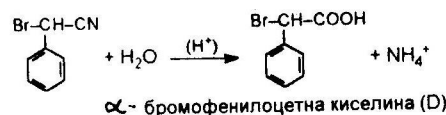
- 3 т.



- 3 т.



- 3 т.



- 3 т.

2. За наименованията на 4-те продукта

- 2 т.

3. В двете съединения – бромобензилцианид (С) и бромобензилоцетната киселина (D) се съдържа асиметричен въглероден атом. Това определя оптичната активност и оптичната изомерия. Двете съединения съществуват под формата на два енантиомера (оптични антиподи), които въртят равнината на поляризираната светлина в две противоположни посоки.

- 2 т.

Задача 5 - 20 точки.

1. Кристалната сол КС е $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

- 1 т.

$$m(\text{Cu}) = M(\text{Cu}) \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = 63.55 \frac{1.375}{249.72} = 0.350 \text{ g} \quad (50 \%)$$

- 1 т.

$$m(\text{PC}) - m(\text{Cu}) = 0.700 - 0.350 = 0.350 \text{ g} \quad \text{от PC се разтварят в HCl}$$

От разтворимостта на тази част и в NaOH, и от отнасянето ѝ спрямо амоняк следва, че У1 и ПВ са $\text{Al}(\text{OH})_3$ и Al_2O_3 , съответно

- 1 т.

$$m(\text{Al}) = 2 \cdot M(\text{Al}) \frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3)}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)} = 2 \cdot 26.98 \frac{0.595}{101.96} = 0.315 \text{ g} \quad (45 \%)$$

- 2 т.

$0.350 - 0.315 = 0.035 \text{ g} \quad (5 \%)$ е масата на метала, който заедно с Al се разтваря и в HCl и в NaOH с отделяне на водород.

Водородът получен за сметка на алуминия в пробата е

$$V(\text{H}_2) = \frac{3}{2} \cdot 22.4 \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = 1.5 \cdot 22.4 \frac{0.315}{26.98} = 392 \text{ mL},$$

- 2 т.

а за сметка на неизвестния метал (Me) е

$$404 - 392 = 12 \text{ mL} = 0.5357 \text{ mmol}$$

Me ⁿ⁺	Me ⁺	Me ²⁺	Me ³⁺	Me ⁴⁺
$n(\text{Me}):n(\text{H}_2)$	2:1	1:1	2:3	1:2
$m(\text{Me}) \text{ g/mol}$	32.7	65.3	98.0	131.0
Me	(S)	Zn	(Tc)	(Xe)

Като се имат предвид и отнасянията на P1, P2 и Y2, то Me е цинк.

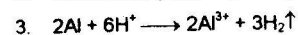
- 2 т.

Съставът на Девардовата сплав е: Cu : Al : Zn = 50 : 45 : 5 = 10 : 9 : 1.

- 1 т.

2. Основният редутор е Al (45 %)

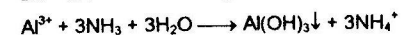
- 1 т.



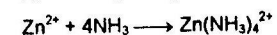
- 1 т.



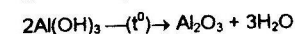
- 1 т.



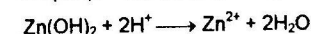
- 1 т.



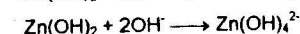
- 1 т.



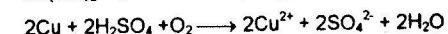
- 1 т.



- 1 т.



- 1 т.



- 2 т.

