

МОН, XXXIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ, 2001 година

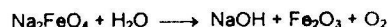
Регионален етап, 7 април, IX - XII клас

Условия на задачите

Задача 1. Характерните степени на окисление за желязото са +2 и +3. Известни са и някои железни съединения, в които то проявява +6 степен на окисление. Така например, натриев ферат се получава по следното уравнение:



Фератите са соли на неизвестната в свободно състояние желязна киселина H_2FeO_4 . Те са нетрайни и бързо се разлагат с отделяне на кислород:



1. Изравнете двете химични уравнения.
2. Колко литра (н.у.) хлор са необходими за получаване на 25 g натриев ферат, ако в процеса участват само 70 % от пропуснатия хлор?
3. Какви са химичните връзки във фератния йон?
4. Силна, слаба или средна по сила е желязната киселина?
5. Кои електрони от желязната атом участват в образуване на σ - и на π -връзки във фератния йон? Обяснете защо!

($M(\text{Na}_2\text{FeO}_4) = 166 \text{ g/mol}$; електронна конфигурация на желязен атом: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$)

Задача 2. Определете дисоциационната константа K_a , степента на дисоциация α и осмотичното налягане π (при 20°C) в разтвор на едноосновна киселина HA със средна сила и концентрация 0.002 mol/L , ако измереното pH е 3.0. ($R = 8.314 \text{ J/(mol K)}$)

Задача 3. Толуен се получава по реакцията на Вюрц-Фитиг. Ако толуенът се подложи на хлориране при нагряване в отсъствие на катализатор, се получава веществото А, което има един хлорен атом в молекулата. Съединението А се обработва с калиев цианид до веществото Б, което с бром при нагряване и облъчване с УВ-светлина, се превръща във веществото В. При хидролизата на В се получава веществото Г с формула $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2$. Веществото Г участва в процеса естерификация както с алкохоли - получава се съединението Д, така и с киселини - получава се съединението Е.

1. Изразете с химични уравнения получаването на толуен и на веществата А, Б, В, Г, Д и Е.
2. Наименувайте съединенията Г, Д и Е.

Задача 4. Аспиринът е естер на 2-хидроксибензоената киселина и етановата киселина. 2-Хидроксибензоената киселина се получава при взаимодействие на натриев фенолат с въглероден диоксид при нагряване под налягане, след което се изолира чрез подкисляване със солна киселина.

Исходно вещество за получаване на аспирин може да е органично съединение, за което е известно, че при изгаряне на 0.40 g от него се получават 0.56 dm^3 (н.у.) CO_2 и $0.90 \text{ g H}_2\text{O}$.

1. Изразете с химични уравнения процесите, чрез които аспиринът и всички въглерод-съдържащи вещества, които използвате като реагенти, могат да се получат от това органично съединение по най-краткия синтетичен път.

2. Посочете каква качествена реакция бихте използвали, за да установите, че аспиринът не съдържа свободна 2-хидроксибензоена киселина.

Задача 5. "CENTRUM" - поливитамини и минерали от А до цинк, гласи една популярна реклама. В състава на този тонизиращ препарат влизат неорганичните вещества А, В, С, Д и Е, за които е известно:

- А и В са разтворими във вода соли на алкален метал М, който гори с виолетов пламък.
- С, Д и Е са неразтворими във вода оксиди на елементи от I и II група на Периодичната система. От тези елементи С, Д и Е могат да се получат при нагряване във въздушна среда, като при получаването на С се отделя ослепителна бяла светлина.

Ако твърда смес от веществата А, В, С, Д и Е се обработи с вода, се получава разтвор (съдържащ веществата А и В) и неразтворим остатък (съдържащ веществата С, Д и Е).

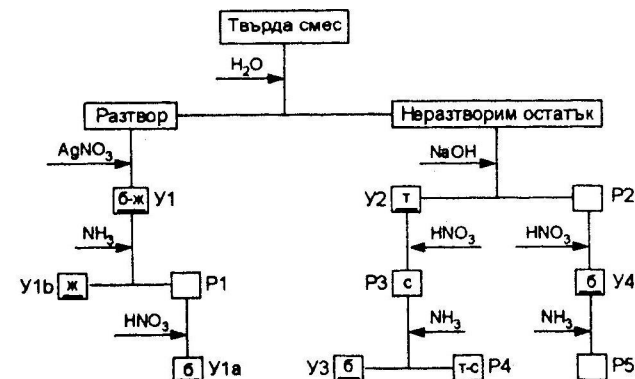
Изследване на разтвора: При добавяне към него на разтвор на AgNO_3 се получава бяло-жълта утайка У1, която е смес от две вещества. Във воден разтвор на амоняк се разтваря само бялото вещество - получава се разтвор Р1, а жълтото вещество - утайка У1b, остава непроменено. Ако амонячният разтвор Р1 се неутрализира с HNO_3 , пада бялата утайка У1a. И двете утайки (У1a и У1b) потъмняват от светлината.

Изследване на неразтворимия остатък: В разрежена NaOH , се разтваря само част от него, при което се получава разтворът Р2 и утайката У2, която има тъмен цвят.

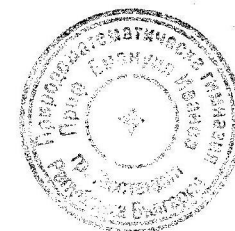
Утайката У2 се разтваря напълно в HNO_3 , при което се получава разтвор Р3, който има син цвят. Ако киселият разтвор Р3 се обработи с NH_3 до основна реакция, се получава бяла утайка У3, а разтворът над нея Р4 става по-тъмно син.

При внимателно неутрализиране на разтвора Р2, се получава бяла разтворима в киселини утайка У4. Утайката У4 се разтваря в NH_3 , при което се получава безцветен разтвор Р5.

Описаното изследване е представено на следната схема:



1. Изразете всички химични процеси с изравнени уравнения
2. Какъв е съставът на разтворите (от Р1 до Р5) и на утайките (от У1 до У4).
3. Кой са веществата А, В, С, Д и Е?



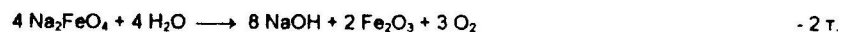
МОН, XXXIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ, 2001 година

Регионален етап, 7 април: IX - XII клас

Примерни решения и оценка на задачите

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



2. $n(\text{Cl}_2) : n(\text{Na}_2\text{FeO}_4) = 3 : 2$; $n(\text{Cl}_2) = (25 \text{ g} / 166 \text{ g/mol}) (3/2) = 0.226 \text{ mol}$ - 3 т.

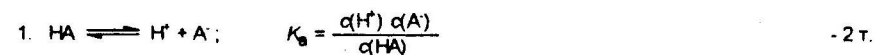
$V(\text{Cl}_2) = 0.226 \text{ mol} \cdot 22.4 \text{ L/mol} / 70 \% = 7.23 \text{ L}$ - 3 т.

3. H_2FeO_4 е оксокиселина, която има структурата на H_2SO_4 . Затова с определена сигурност може да се твърди, че тя е силна киселина. - 2 т.



5. От електронната конфигурация на желязото се вижда, че връзките се осъществяват от двата 4s- и четири 3d-електронни облака. Тъй като s-електроните могат да образуват само σ -връзки, то в останалите σ - и π -връзки ще участват d-електрони от атома на желязото. - 2 т.

Задача 2 - 20 точки



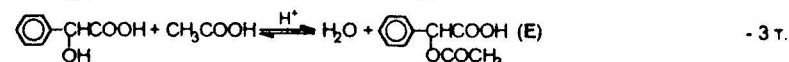
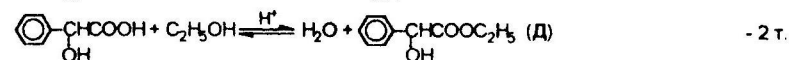
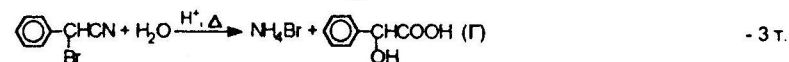
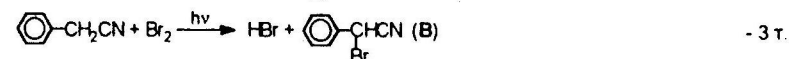
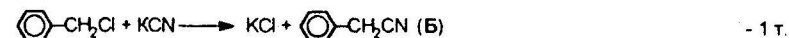
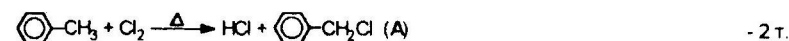
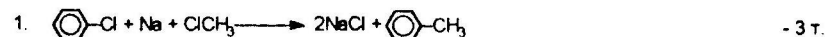
$\alpha(\text{H}^+) = \alpha(\text{A}^-) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \text{ mol/L}$; $\alpha(\text{HA}) = c_0 - \alpha(\text{H}^+) = 2 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ - 3 т.

$K_a = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = 1 \cdot 10^{-3}$ - 5 т.

2. $\alpha = \frac{c}{c_0} = \frac{\alpha(\text{H}^+)}{c_0} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 0.5 = 50 \%$ - 5 т.

3. $\pi = i c_0 RT$;
 $i c_0 = \alpha(\text{H}^+) + \alpha(\text{A}^-) + \alpha(\text{HA}) = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} = 3 \text{ mol/m}^3$;
 $\pi = 3 \text{ mol/m}^3 \cdot 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 293 \text{ K} = 7308 \text{ J/m}^3 = 7308 \text{ Pa}$ - 5 т.

Задача 3 - 20 точки.



2. Г: 2-фенил-2-хидроксиоцетна киселина (бадемена киселина) - 1 т.

Д: етилов естер на 2-фенил-2-хидроксиоцетната киселина - 1 т.

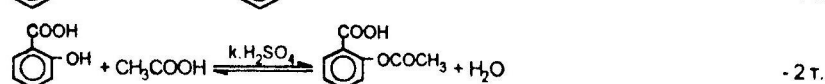
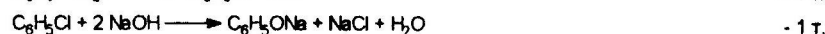
Е: ацетат на 2-фенил-2-хидроксиоцетната киселина - 1 т.

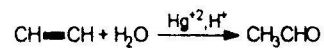
Задача 4 - 20 точки.

1) $n(\text{CO}_2) = \frac{0.56 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.025 \text{ mol}$; $n(\text{C}) = 0.025 \text{ mol}$
 $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.90 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 0.050 \text{ mol}$; $n(\text{H}) = 0.100 \text{ mol}$
 $n(\text{O}) = 0.40 - (0.025 \text{ mol} \cdot 2 + 0.100 \text{ mol}) = 0.0 \text{ mol}$

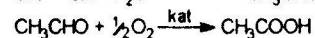
$\Rightarrow$ Съединението е въглеводород.

$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0.025 : 0.1 = 1 : 4 \Rightarrow$ Емпирична и молекулна формула: CH_4 - 4 т.
 (без проверка за кислород - 2 т.)





- 1 т.



- 1 т.

2. Реакция с FeCl_3

- 3 т.

Задача 5 - 20 точки.

1. За реакциите - 10 точки



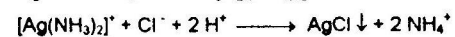
- 0.5 т.



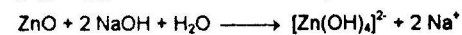
- 0.5 т.



- 1 т.



- 1 т.



- 2 т.



- 0.5 т.



- 0.5 т.



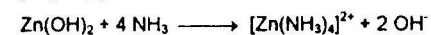
- 1 т.



- 1 т.



- 1 т.



- 1 т.

2. За състава на разтворите и утайките - 5 точки (по 0.5 т. за всеки/всяка)

P1: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, Cl^- ;

Y1a: AgCl (б);

P2: $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ (или ZnO_2^{2-});

Y1b: AgI (ж);

P3: Mg^{2+} , Cu^{2+} (с);

Y2: MgO (б), CuO (ч);

P4: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ (т-с);

Y3: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (б);

P5: $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$;

Y4: $\text{Zn}(\text{OH})_2$ (б).

2. За веществата - 5 точки (по 1 точка за всяко вещество)

A - KCl ; B - KI ; C - MgO ; D - CuO ; E - ZnO .