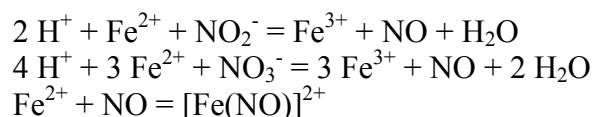


## ROZWIĄZANIA ZADAŃ III ETAPU XII KONKURSU CHEMICZNEGO

### Zad. 1

a. W reaktorze zachodzi proces utleniania  $\text{NH}_3$  do  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  i innych tlenków azotu. W płuczce A powstaje woda amoniakalna, w płuczce B – mieszanina kwasów azotowych(III) i (V). W próbówce A nie obserwuje się zmian (zachodzi tylko reakcja  $\text{H}_2\text{SO}_4$  z  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). W próbówce B obserwujemy tzw. reakcje obrączkową, charakterystyczna zarówno dla jonów  $\text{NO}_2^-$  jak i  $\text{NO}_3^-$ :



- b. Platyna jest w tym procesie katalizatorem.  
c. Reakcja egzoenergetyczna.

### PUNKTACJA:

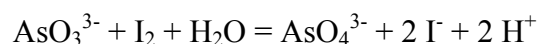
Za równanie reakcji zachodzącej w reaktorze – 1 pkt. (za poprawny uznawano zapis prowadzący do powstania któregoś z kwasotwórczych tlenków azotu); za równania zachodzące w płuczkach – po 0,5 pkt., za równania reakcji obrączkowej (z  $\text{NO}_2^-$  lub  $\text{NO}_3^-$ ) po 0,25 pkt.

Za podanie znaczenia platyny w przedstawianym eksperymencie – 0,5 pkt.; za podanie zastosowań platyny – po 0,5 pkt. (max. 1,5 pkt.)

Za wskazanie, iż obserwowany proces jest egzoenergetyczny – 0,5 pkt.

### Zad. 2

a.



b. Oczekiwano powołania się na regułę przekory. Dodanie jonów  $\text{OH}^-$  powoduje „konsumpcję” jonów  $\text{H}^+$  i, w efekcie, przesunięcie równowagi w prawo. Dodanie jonów  $\text{H}^+$  powoduje efekt przeciwny.

c. Dodanie roztworu arsenianu(V) powoduje przesunięcie równowagi w lewo (wydzielenie jodu, a co za tym idzie, pociemnienie roztworu).

### PUNKTACJA:

Za równanie reakcji – 2 pkt. (dopuszczano zapis arsenianów jako  $\text{AsO}_2^-$  i  $\text{AsO}_3^-$ ; za nieuwzględnienie w równaniu, iż jest to reakcja równowagowa odejmowano 0,5 pkt.)

Za wytłumaczenie wpływu dodatku kwasu i zasady – po 1 pkt.

Za przewidzenie wpływu dodania jonów  $\text{AsO}_4^{3-}$  – 1 pkt.

### Zad. 3

Na podstawie informacji z punktu a. można ustalić, że związki A i B to alkohole (reagują z sodem, posiadają zatem aktywny atom wodoru; nie może to być jednak ani fenol, ani kwas karboksylowy, gdyż nie rozpuszczają się w roztworach NaOH). Ilość wydzielonego wodoru świadczy o tym, iż na jeden mol związków A lub B przypada 1 mol grup hydroksylowych. Proces opisany w punkcie b. to oczywiście reakcja dehydratacji (z alkoholu otrzymujemy węglowodór). Możemy zatem ustalić masę molową tego węglowodoru, odejmując od masy alkoholu, masę wody. Z danych z punktu b. obliczamy stosunek molowy atomów węgla i wodoru, który wynosi 1:1. Związek C ma zatem wzór sumaryczny  $C_8H_8$ . Jedynym węglowodorem arenowym o takim wzorze jest winylobenzen (styren).

Na podstawie danych z punktu c. wiemy, iż związek A to alkohol I rzędowy (w wyniku utleniania daje produkt o właściwościach redukujących – aldehyd), związek B to alkohol drugorzędowy (powstały w wyniku jego utleniania keton nie redukuje odczynnika Tollensa).

Wobec powyższego związek A to 2-fenyletanol, związek B – 1-fenyletanol.

Związki D i E to odpowiednio 2-fenyletanal i acetofenon

Stereoizomery może tworzyć tylko związek B. Wykazuje on enancjomerię (izomerię optyczną).

Związek C stosowany jest m.in. w przemyśle tworzyw sztucznych jako monomer.

Z  $CH_3MgI$  reagują związki A, B (z wytworzeniem alkoholu magnezu i metanu) oraz D i E (z wytworzeniem odpowiednio 1-fenyle-2-propanolu i 2-fenyle-2-propanolu).

#### PUNKTACJA:

Za identyfikację związków A i B po 1 pkt.

Za reakcje związków A i B z sodem, dichromianem(VI) potasu i kwasem siarkowym po 0,25 pkt.

Za reakcję Tollensa 0,5 pkt.

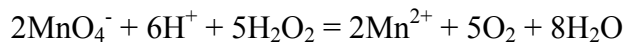
Za syntezę każdego ze związków po 1 pkt. (dopuszczalna była dowolna, poprawna droga syntezy; za błędne uważano schematy nie zawierające uwag o katalizatorach, reakcje przebiegające niezgodnie z regułami skierowanymi itd.)

Za wskazanie który ze związków tworzy stereoizomery, podanie typu izomerii i narysowanie wzorów po 0,5 pkt.

Za podanie zastosowania związku C – 1 pkt.

Za każdą z reakcji z jodkiem metylomagnezowym (lub zaznaczenie że nie zachodzi) po 0,5 pkt.

### Zad. 4



$125\text{ cm}^3$  roztworu to  $125 * 1,09 = 136,25\text{ g}$

W takiej ilości zawarty jest  $0,282 * 136,25 = 38,4225\text{ g H}_2\text{O}_2$

W wyniku reakcji powstanie teoretycznie:  $m(H_2O_2) * M(O_2) / M(H_2O_2) = 36,2\text{ g O}_2$ , zatem przy wydajności 98% - 35,48 g  $O_2$ .

#### PUNKTACJA:

Za równanie reakcji – 1 pkt.

Za obliczenie ilości  $O_2$  – 1 pkt. (jeśli obliczenia prowadzono w oparciu o błędne równanie reakcji, nawet jeśli wynik był prawidłowy, nie przyznawano punktów).  
Za inną metodę otrzymywania  $O_2$  – 1 pkt.

Zad. 5

- a.  $Pb_3O_4$  (uznawano także  $Pb_2O_3$ )
- b.  $ZnO$
- c.  $SO_2$
- d.  $HgO$
- e.  $Al_2O_3$

PUNKTACJA: Po 1 pkt za każdą poprawną odpowiedź.

Zad. 6

$$K = \frac{p(NO)/p_o}{[p(O_2)/p_o]^{1/2} * [p(N_2)/p_o]^{1/2}} = \frac{p(NO)}{[p(O_2) * p(N_2)]^{1/2}}$$

zatem:

$$p^2(NO)/[p(O_2) * p(N_2)] = K^2 = 0,002$$

$$p(O_2) = p_o(O_2) - 1/2p(NO)$$

$$p(N_2) = p_o(N_2) - 1/2p(NO)$$

$$p_o(O_2) = 0,21 * 1013 = 21273 \text{ Pa}$$

$$p_o(N_2) = 0,79 * 1013 = 80027 \text{ Pa}$$

mamy więc

$$p^2(NO)/\{[p_o(O_2) - 1/2p(NO)] * [p_o(N_2) - 1/2p(NO)]\} = K^2 = 0,002$$

$$p^2(NO)/\{[21273 - 1/2p(NO)] * [80027 - 1/2p(NO)]\} = 0,002$$

$$p^2(NO) = 0,002 * [1702414371 - 10636,5p(NO) - 40013,5p(NO) + 0,25p_2(NO)] = 3404828,7 - 101,3p(NO) + 0,0005p^2(NO)$$

$$0,9995p^2(NO) + 101,3p(NO) - 3404828,7 = 0$$

$$p(NO) = 1796 \text{ Pa}$$

Z tego obliczamy masę NO w  $1m^3$  powietrza.

$$n = pV/RT = 1796 * 1/8,314 * 2773 = 0,0779 \text{ mol}$$

$$m = n * M = 0,0779 * 30 = 2,34 \text{ g}$$

Dopuszczalne było także przyjęcie iż:

$$p(O_2) = p_o(O_2)$$

$$p(\text{N}_2) = p_0(\text{N}_2)$$

przy czym wymagane było uzasadnienie, dlaczego można przyjąć takie założenie.

PUNKTACJA: W wypadku błędów rachunkowych odejmowano 3 pkt.

Zad. 7

Ogrzanie 1 g powietrza o 3,2 K wymaga dostarczenia:

$$Q = 3,2 * 1,008 * 1 = 3,2256 \text{ J ciepła.}$$

Utlenieniu 1 mol CO do CO<sub>2</sub> towarzyszy wydzielanie:

$$Q = 392,51 - 110,53 = 281,99 \text{ kJ energii.}$$

Zatem w 1 g utlenionych zostało:

$$n = 3,2256/281990 = 0,0000114 \text{ mol CO}$$

Licząc ilość moli gazów w 1 g powietrza tak znikome ilości CO można zaniedbać (tym bardziej że masa molowa CO jest zbliżona do średniej ważonej masy molowej N<sub>2</sub> i O<sub>2</sub>).

1 dm<sup>3</sup> powietrza zawiera 0,79 dm<sup>3</sup> N<sub>2</sub> (0,035 mol; 0,987 g) i 0,21 dm<sup>3</sup> O<sub>2</sub> (0,009 mol; 0,300 g). Zatem w 0,987 + 0,300 = 1,287 g powietrza znajduje się 0,044 mol gazów. W 1 g powietrza jest zatem: 0,044/1,287 = 0,0342 mol gazów.

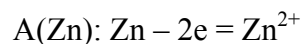
Procent masy CO wynosi:

$$100\% * (0,0000114/0,0342) = 0,033 \%$$

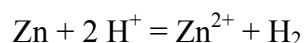
PUNKTACJA: W wypadku błędów rachunkowych odejmowano 3 pkt.

Zad. 8

Reakcje elektrodowe:



Jak widać na anodzie w procesie elektrodowym nie wydzielą się gazy. Jednakże w zadaniu powiedziane jest, iż na obu elektrodach wydzielą się taka sama ilość gazu. Można to wytłumaczyć chemicznym rozpuszczeniem cynku w kwasie stanowiącym elektrolit:

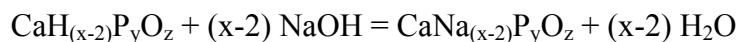
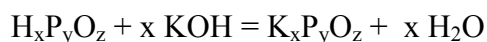


Wydzieleniu się mola gazu na katodzie towarzyszy zatem w sumie rozpuszczenie się 2 moli cynku. Masa elektrody miedzianej nie ulega zmianie.

Przez przewodnik przepływa ładunek wynoszący  $2520 \text{ s} \cdot 1 \text{ A} = 2520 \text{ C}$ . Towarzyszy mu wydzielanie  $(2520/96500)/2 = 0,013 \text{ mol H}_2$  na katodzie. Roztworza się więc  $0,026 \text{ mol Zn}$  (po  $0,013$  w wyniku procesu elektrochemicznego i chemicznego) co stanowi  $1,7 \text{ g}$ . Masa elektrody cynkowej wyniesie zatem  $7 \text{ g}$ .

PUNKTACJA: Za stwierdzenie, iż masa blaszki miedzianej nie zmieni się – 1 pkt.

Zad. 9.



$40 \text{ cm}^3$   $0,025 \text{ M}$  r-ru  $\text{NaOH}$  zawiera  $0,001 \text{ mol NaOH}$ ;  $10 \text{ cm}^3$   $0,1 \text{ mol}$  r-ru  $\text{CaH}_{(x-2)}\text{P}_y\text{O}_z$  zawiera  $0,001 \text{ mol}$  tej soli. Zatem  $x = 3$ .

Z  $1 \text{ g H}_3\text{P}_y\text{O}_z$  otrzymujemy  $1,475 \text{ g K}_3\text{P}_y\text{O}_z$ . Możemy zatem obliczyć masę molową:

$$[n^*(\text{M}(\text{K}_3\text{P}_y\text{O}_z))]/ [n^* \text{M}(\text{H}_3\text{P}_y\text{O}_z)] = 1,475 \text{ zatem:}$$

$$(\text{M}(\text{H}_3\text{P}_y\text{O}_z) + 3 \cdot 38) / \text{M}(\text{H}_3\text{P}_y\text{O}_z) = 1,475$$

$$\text{M}(\text{H}_3\text{P}_y\text{O}_z) + 114 = 1,475 \text{ M}(\text{H}_3\text{P}_y\text{O}_z)$$

$$\text{M}(\text{H}_3\text{P}_y\text{O}_z) = 240 \text{ g/mol}$$

Ponieważ podczas dehydratacji fosfor nie zmienia stopnia utlenienia to:

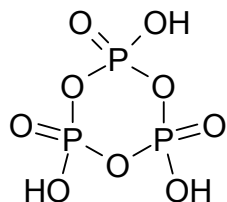
$$3 \cdot 1 + y \cdot 31 + z \cdot 16 = 240$$

$$3 \cdot 1 + y \cdot 5 + z \cdot (-2) = 0$$

$$y = 3$$

$$z = 9$$

Wzór sumaryczny kwasu to  $\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_9$ , strukturalny:



PUNKTACJA: Za wzór sumaryczny – 2 pkt., za strukturalny – 2 pkt.

Zad. 10

- a. Czterochlorek węgla jest substancją szkodliwą, zarówno dla człowieka jak i dla całego środowiska naturalnego. Najważniejszym jednak czynnikiem, który przesądził o rezygnacji z użycia gaśnic tetrowych jest fakt, iż  $\text{CCl}_4$  w kontakcie z rozgrzaną

powierzchnią ulega utlenianiu z wytworzeniem, m.in. fosgenu ( $O=CCl_2$ ) i tlenków chloru.

- b. Gaśnice śniegowe działają na zasadzie zastąpienia się  $CO_2$  podczas gwałtownego rozprężania. Tak powstały „śnieg” gasi płomień odcinając dopływ tlenu i ochładzając płonący obiekt. Tlenek węgla(IV) nie nadaje się jednak do gaszenia płonących metali I i II grupy gdyż podtrzymuje ich palenie.
- c. Gaśnice pianowe zawierają wodny roztwór środka pianotwórczego (detergentu) z dodatkiem węglanu bądź wodorowęglanu sodu. W gaśnicy znajduje się jednocześnie szklany pojemnik ze stężonym kwasem (solnym bądź siarkowym(VI)). Uruchomienie gaśnicy wiąże się ze zbiciem tego pojemnika i wytworzeniem piany na skutek tworzenia dużych ilości  $CO_2$ .