



XXIV Konkurs Chemiczny – I etap



Warszawa, w październiku 2008

Zadanie 1 (5 punktów)

Próbkę czystego ołowiu o masie 0,5000 g rozтворzono w 63% HNO₃ (o gęstości 1,3818 g/cm³).
Oblicz:

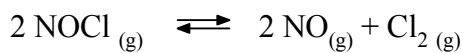
- objętość HNO₃
- objętość tlenku azotu (II) (w warunkach normalnych), który wydzielił się w tej reakcji jako jedyny produkt gazowy
- masę Pb(NO₃)₂ , jaką można uzyskać po odparowaniu roztworu do sucha.

Zadanie 2 (7 punktów)

Rozтворzono w wodzie pewną ilość Al₄C₃ i wydzielony gaz spalono w nadmiarze tlenu. Otrzymano 3,5 dm³ mieszaniny gazowej (w war. norm.) o gęstości w stosunku do wodoru równej 19,45. Oblicz masę Al₄C₃.

Zadanie 3 (8 punktów)

Do reaktora wprowadzono 0,5 mola NOCl i ogrzano do temperatury 473 K. W stanie równowagi reakcji:



ciśnienie w reaktorze wynosiło 101325 Pa, a ciśnienie cząstkowe chloru 12052 Pa. Oblicz:

- stopień dysocjacji NOCl i stałą równowagi reakcji K_p
- objętość reaktora i gęstość mieszaniny gazowej
- ciśnienie, pod którym stopień dysocjacji NOCl osiągnąłby wartość 0,4.

$$R = 8,31451 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \quad p^0 = 101325 \text{ Pa}$$

Zadanie 4 (10 punktów)

Sporządzono 500 cm³ roztworu rozpuszczając H₂C₂O₄·2H₂O w roztworze NaOH, pH roztworu wyniosło 4,75. Pobrano 50 cm³ tego roztworu i przeprowadzono reakcję utlenienia za pomocą KMnO₄ – wydzieliły się 224 cm³ CO₂. Oblicz masę użytego H₂C₂O₄·2H₂O i NaOH . Jak zmieni się pH roztworu, gdy do 50 cm³ roztworu doda się:

- 15 cm³ 0,1 molowego HCl
- 15 cm³ 10% roztworu NaOH o gęstości 1,1089 g/cm³.

$$\text{pK}_{\text{HC}_2\text{O}_4^-} = 4,3$$

Zadanie 5 (6 punktów)

Iloczyn rozpuszczalności Mg(OH)₂ wynosi 1,995·10⁻¹¹ [pK_r Mg(OH)₂ = 10,7]. Oblicz:

- ile gramów Mg²⁺ rozpuści się w 100 cm³ 0,1 molowego roztworu amoniaku
- ile gramów Mg²⁺ rozpuści się w 100 cm³ 0,1 molowego roztworu amoniaku, w którym uprzednio rozpuszczono 1,34 g NH₄Cl.

$$\text{pK}_{\text{NH}_3 \text{ aq}} = 4,75$$

Zadanie 6 (8 punktów)

Do 0,08 molowego roztworu AgNO_3 dodano nadmiar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Roztwór po zmieszaniu jest 0,2 molowy względem $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. Oblicz, ile gramów jonów I^- może się znajdować w 1 dm^3 roztworu (bez powodowania wytrącania się osadu AgI).

logarytm stałej trwałości jonu $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ wynosi 13,5 $\text{p}K_{\text{r AgI}} = 16,1$

Zadanie 7 (7 punktów)

Zmieszano 400 cm^3 0,037 molowego roztworu HCOONa i 200 cm^3 1,9% roztworu HCOOK (gęstości roztworów przyjmij jako równe 1 g/cm^3). Oblicz:

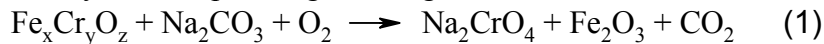
a) pH i stężenie każdego z jonów występujących w roztworze

b) jak zmieniają się: pH i stężenia jonów, gdy w roztworze tym rozpuścimy $0,2400 \text{ g}$ NaOH .

$\text{p}K_{\text{HCOOH}} = 3,8$

Zadanie 8 (8 punktów)

Reakcja wyprężania rudy chromu przebiega według równania:



Wyprężono 5g rudy. Na_2CrO_4 wyługowano wodą i strącono chromiany w postaci BaCrO_4 .

Otrzymano 11,3177g BaCrO_4 . Fe_2O_3 roztworzono w kwasie solnym i zredukowano żelazo (III) za pomocą SnCl_2 , nadmiar Sn usunięto, a następnie utleniono żelazo (II) zużywając $37,2 \text{ cm}^3$ 0,1 molowego roztworu $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Uzupełnij równanie (1) i napisz wszystkie wymienione w treści zadania reakcje.

Zadanie 9 (9 punktów)

Oblicz siłę elektromotoryczną ogniwa:



i wskaż kierunek zachodzącej w nim reakcji. Prześledź jak będą zmieniały się potencjały elektrod i stężenia reagentów w czasie pracy ogniwa. Podaj przykłady obliczeń. Oblicz potencjały elektrod w stanie równowagi. Zaproponuj ogniwo, w którym reakcja zachodziłaby w przeciwnym kierunku.

$$E^\circ_{\text{Ti}^{3+}/\text{Ti}^{1+}} = +1,25 \text{ V} \quad E^\circ_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} = +1,61 \text{ V} \quad R = 8,31451 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

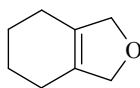
Zadanie 10 (7 punktów)

Zmieszano równe objętości roztworów: 0,4 molowego NiSO_4 i 0,6 molowego FeSO_4 zakwaszonych H_2SO_4 do $\text{pH} = 5$. Tak przygotowany roztwór poddano elektrolizie między elektrodami platynowymi. Napisz równania reakcji elektrodowych i oblicz potencjały elektrod w momencie rozpoczęcia elektrolizy. W jakich granicach należy zmieniać potencjał katody (przez przykładanie odpowiedniego napięcia), aby całkowicie wydzielić obydwie metale (tzn., aby stężenie każdego z kationów nie było większe od 10^{-5} mol/dm^3)?

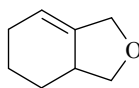
$$E^\circ_{\text{H}_3\text{O}^+/\text{O}_2} = +1,23 \text{ V} \quad E^\circ_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -0,25 \text{ V} \quad E^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ V}$$

Zadanie 11 (6 punktów)

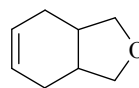
W postaci jakich stereoisomerów mogą występować związki A–C? Odpowiedź uzasadnij.



A



B



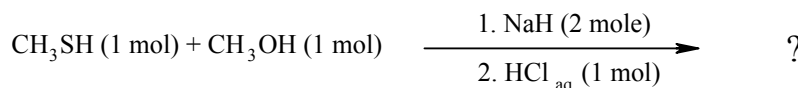
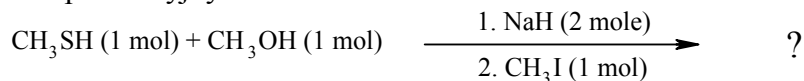
C

Zadanie 12 (7 punktów)

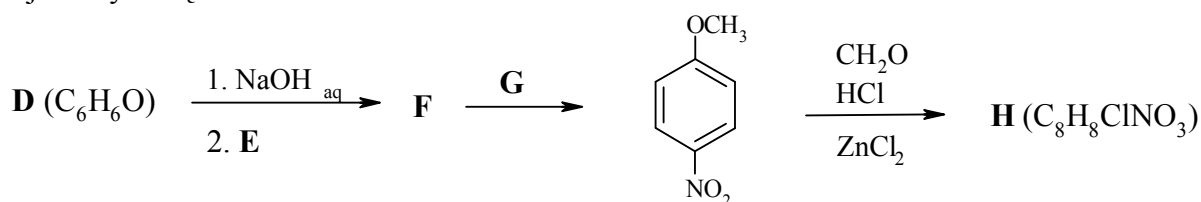
Jak otrzymać kwas 3-bromo-4-chlorobenzoesowy z toluenu i odczynników nieorganicznych?

Zadanie 13 (8 punktów)

Podaj skład mieszanin poreakcyjnych:

**Zadanie 14 (6 punktów)**

Podaj wzory związków **D-H**.

**Zadanie 15 (10 punktów)**

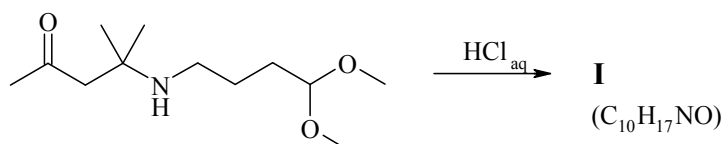
Dysponując aniliną i reagentami nieorganicznymi zaproponuj syntezę N-benzyloaniliny, nie zanieczyszczonej aminami o wyższej rzędowości.

Zadanie 16 (10 punktów)

Zaproponuj dwa sposoby syntezy 2,2-dimetylopropano-1,3-diolu wykorzystując a) malonian dietylu; b) aldehyd izomasłowy – oraz dowolne inne reagenty.

Zadanie 17 (18 punktów)

Zapoznaj się z mechanizmem reakcji Mannicha, a następnie podaj wzór strukturalny związku **I**. Komentarze mile widziane.

**Zadanie 18 (10 punktów)**

Zaproponuj trzy sposoby syntezy heptan-2-onu wykorzystując:

- 1-bromopentan
- acetyloctan etylu
- acetylen

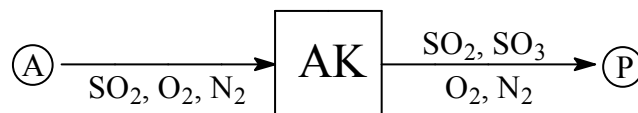
oraz dowolne inne reagenty.

Zadanie 19 (7 punktów)

Utlenianie SO_2 prowadzi się na katalizatorach wanadowych. Do reaktora doprowadza się gazy uzyskane ze spalania siarki o składzie (w procentach molowych) 10 % SO_2 , 11 % O_2 i 79 % N_2 . Stopień przemiany SO_2 w SO_3 uzyskiwany na katalizatorze oznacza się x i definiuje

$$x = x_{\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3} = \frac{W_P[\text{SO}_3]}{W_A[\text{SO}_2]}$$

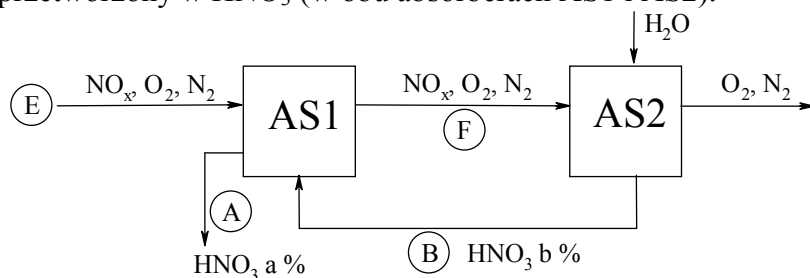
Zawartość SO_2 w gazach poreaekcyjnych wynosi a (% mol.). Schemat instalacji:



Przyjmując za podstawę bilansu natężenie strumienia A: $W_A = 100$ kmol/h wyznacz i przedstaw graficznie zależność $a = f(x)$.

Zadanie 20 (13 punktów)

Do absorbera AS1 wprowadza się NO_x , O_2 i N_2 (strumień E) oraz kwas azotowy HNO_3 o stężeniu b % masowych z absorbera AS2. W absorberze AS1 wytwarza się kwas azotowy o stężeniu a % masowych (strumień A). W absorberze AS2 następuje całkowita absorpcja NO_x , czyli cały strumień $W_E[\text{NO}_x]$ zostaje przetworzony w HNO_3 (w obu absorberach AS1 i AS2).



Stożień przemiany NO_2 w HNO_3 :

$$x = \frac{W_E[\text{NO}_x] - W_F[\text{NO}_x]}{W_E[\text{NO}_x]}$$

Wyznacz $a = f(b)$ dla $x = 0,6$. Za podstawę bilansu przyjmij $G_A = 100$ kg/h. Uwaga: $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$.

$M_{\text{HNO}_3} = 63$ kg/kmol; $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18$ kg/kmol

Prace konkursowe prosimy nadsyłać do 5 lutego 2009 r. na adres:

Dziekanat Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej
ul. Noakowskiego 3
00-664 Warszawa
 tel. 022 629 5714, 022 660 7372

z dopiskiem na kopercie „**Konkurs chemiczny**”.

Prace powinny zawierać na pierwszej stronie napisane **czytelnie drukowanymi literami**:

- Imię i nazwisko oraz rok nauki uczestnika
- Imię i nazwisko nauczyciela oraz nazwę i adres szkoły
- Prosimy także o **wyraźne** przyłożenie pieczęci szkoły

Materiały przygotowawcze, zadania konkursowe i dodatkowe informacje znajdują się na stronie [www](http://www.ch.pw.edu.pl/~elfed/konkurs/):

<http://www.ch.pw.edu.pl/~elfed/konkurs/>

W tym miejscu będą także umieszczane wyniki kolejnych etapów Konkursu i inne informacje.