



XIX Konkurs Chemiczny Politechniki Warszawskiej

I etap



Warszawa, wrzesień 2003

Zadanie 1 (6 punktów)

Należy sporządzić 500 g roztworu tiosiarczanu sodu, w którym stężenie molowe jonów Na^+ wynosi $0,398 \text{ mol/dm}^3$. Oblicz:

(a) masę uwodnionego tiosiarczanu sodu, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, oraz wody, które należy dodać do 300 cm^3 roztworu tiosiarczanu sodu o stężeniu $0,129 \text{ mol/kg}$ i gęstości $1,020 \text{ g/cm}^3$, aby otrzymać taki roztwór,

(b) stężenie molowe tego roztworu i jego stężenie w procentach wagowych oraz ułamek molowy wody, przyjmując gęstość roztworu równą $1,031 \text{ g/cm}^3$.

Zadanie 2 (4 punkty)

Mieszaninę węglanów wapnia (CaCO_3) i strontu (SrCO_3) wyprażono i otrzymano mieszaninę tlenków CaO i SrO . Oblicz skład mieszaniny węglanów, wiedząc, że ubytek masy wyniósł $37\%_{\text{wag}}$.

Zadanie 3 (12 punktów)

Do naczynia zawierającego stały tlenek niklu (NiO) wprowadzono, po uprzednim usunięciu powietrza, parę wodną i tlenek węgla w stosunku molowym $3 : 2$. Po ogrzaniu do temperatury 1000 K ustalił się stan równowagi:



Oblicz ułamki molowe gazowych reagentów w stanie równowagi. Stałe równowagi wynoszą: $K_{p1} = 1,41$, $K_{p2} = 1,131 \cdot 10^2$.

Zadanie 4 (8 punktów)

Oblicz stężenie jonów octanowych w $0,5000$ molowym wodnym roztworze kwasu octowego. Jak zmieni się stężenie jonów octanowych w tym roztworze, oraz jego pH, w obecności kwasu solnego o stężeniu $0,2500 \text{ mol/dm}^3$? $\text{p}K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 4,8$.

Zadanie 5 (9 punktów)

Zmieszano 200 cm^3 $1,5\%_{\text{wag}}$ wodnego roztworu azotanu(III) potasu, KNO_2 , z 300 cm^3 $0,05$ molowego roztworu azotanu(III) sodu, NaNO_2 . Oblicz stężenia każdego z jonów występujących w utworzonym roztworze. Gęstości wszystkich roztworów wynoszą 1 g/cm^3 . $\text{p}K_{\text{HNO}_2} = 3,3$.

Zadanie 6 (7 punktów)

Ile gramów mrówczanu sodu, HCOONa , dodano do 300 cm^3 kwasu mrówkowego o stężeniu $0,15 \text{ mol/dm}^3$, jeżeli pH roztworu wzrosło z $2,32$ do $3,72$?

Zadanie 7 (8 punktów)

Osad chromianu(VI) srebra, Ag_2CrO_4 , przemyto 150 cm^3 $0,01$ molowego roztworu chromianu potasu. Ile ważył osad chromianu srebra, jeżeli w czasie przemywania rozpuściło się $0,009\%$ jego pierwotnej masy? $\text{p}K_{\text{rAg}_2\text{CrO}_4} = 11,9$.

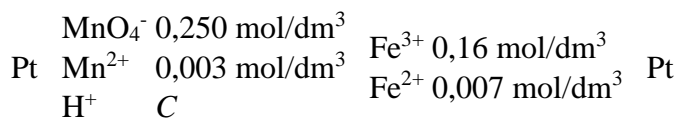
Zadanie 8 (5 punktów)

Roztwór chromianu(VI) potasu, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, zawiera 30 g tej soli w 1 dm^3 . Oblicz objętości roztworu niezbędne do utlenienia w kwaśnym środowisku:

- (a) jonów Fe^{2+} zawartych w 9,5500 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$,
 (b) jonów S^{2-} zawartych w 75 cm^3 0,5 molowego roztworu Na_2S .

Zadanie 9 (10 punktów)

Siła elektromotoryczna ogniwa:



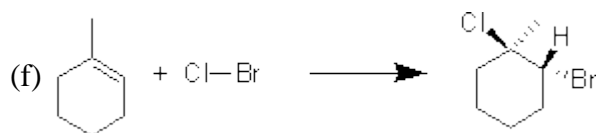
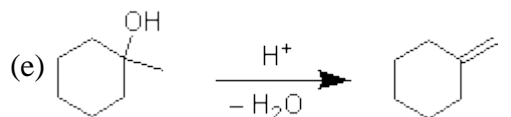
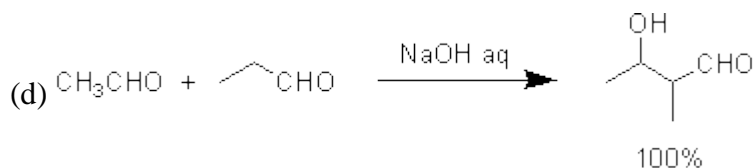
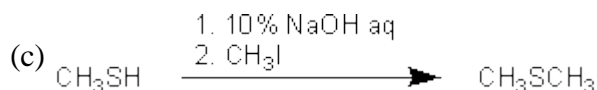
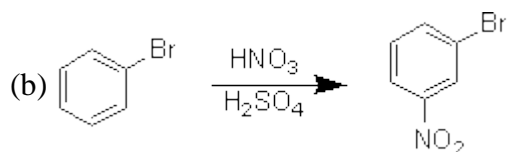
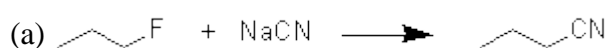
wynosi 0,590 V, w temperaturze 25 °C. Oblicz stężenie jonów wodorowych C. Podaj znaki elektrod ogniwa i wskaż, w jakim kierunku będą płynęły elektrony w przewodniku łączącym elektrody. Jaki wynika z tego wniosek?

Zadanie 10 (6 punktów)

Roztwór zawierający w 1 dm^3 0,015 mola jonów Ag^+ i 0,15 mola jonów Cu^{2+} poddano elektrolizie w temperaturze 25 °C. Który metal zacznie wydzielać się jako pierwszy i jakie będzie jego stężenie w momencie rozpoczęcia wydzielania się drugiego metalu? $E^0_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = +0,799\text{V}$, $E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0,337 \text{ V}$.

Zadanie 11 (7 punktów)

Które z poniższych schematów reakcji zawierają błędy? Uzasadnij jednym zdaniem każdy przypadek.



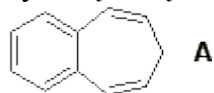
Zadanie 12 (7 punktów)

Jak z p-ksylenu i kwasu octowego oraz dowolnych odczynników nieorganicznych otrzymać kwas 2,5-dimetylobenzoowy?

Zadanie 13 (8 punktów)

Przed przystąpieniem do tego zadania dowiedz się, co to jest reakcja Wittiga. Zaproponuj

syntezę związku A z wykorzystaniem tej reakcji.



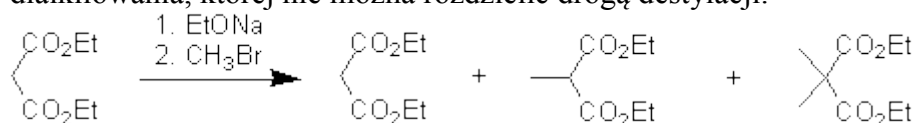
Zadanie 14 (9 punktów)

Jak z acetylooctanu etylu, bromobenzenu i dowolnych odczynników organicznych i nieorganicznych otrzymać



Zadanie 15 (10 punktów)

W wyniku alkilowania jednego mola malonianu dietylu równomolową ilością bromku metylu wobec zasady tworzy się mieszanina, zawierająca obok substratu produkt mono- i dialkylowania, której nie można rozdzielić drogą destylacji.

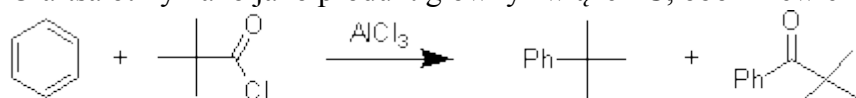


B

Jak można otrzymać czysty produkt monoalkilowania **B**, stosując propanian etylu jako jeden z substratów organicznych?

Zadanie 16 (11 punktów)

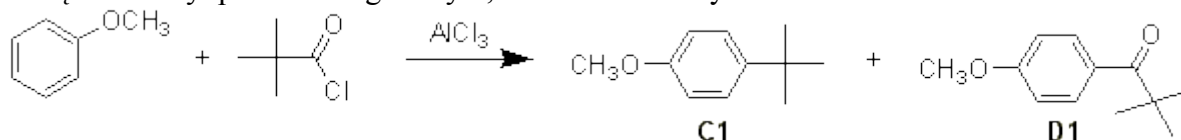
Podczas próby acylowania benzenu chlorkiem 2,2-dimetylopropanoilu metodą Friedela-Craftsa otrzymano jako produkt główny związek **C**, obok niewielkiej ilości oczekiwanego **D**.



C

D

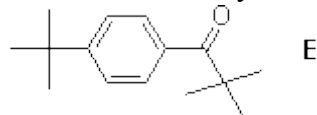
Acylowanie anizolu tym samym chlorkiem kwasowym w identycznych warunkach doprowadziło do mieszaniny odpowiednich typów produktów w odwrotnej proporcji - związek **D1** był produktem głównym, zaś **C1** - ubocznym.



Objasnij przedstawione fakty (maksimum 8 zdań!).

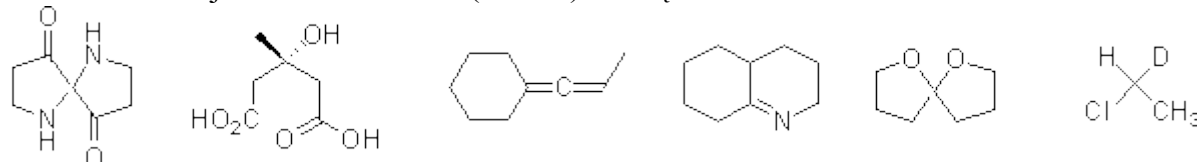
Zadanie 17 (11 punktów)

Jeśli uporałeś(aś) się z poprzednim zadaniem, zaproponuj jednoznaczłą syntezę związku **E** z benzenu i dowolnych odczynników organicznych i nieorganicznych.



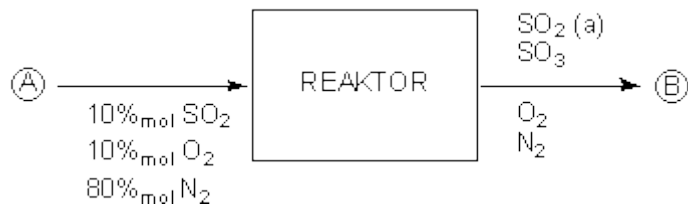
Zadanie 18 (12 punktów)

Które z poniższych związków są chiralne? Sugerujemy zakup plasteliny i zapalek oraz zachowanie czujności. Komentarze (krótkie) niezbędne.

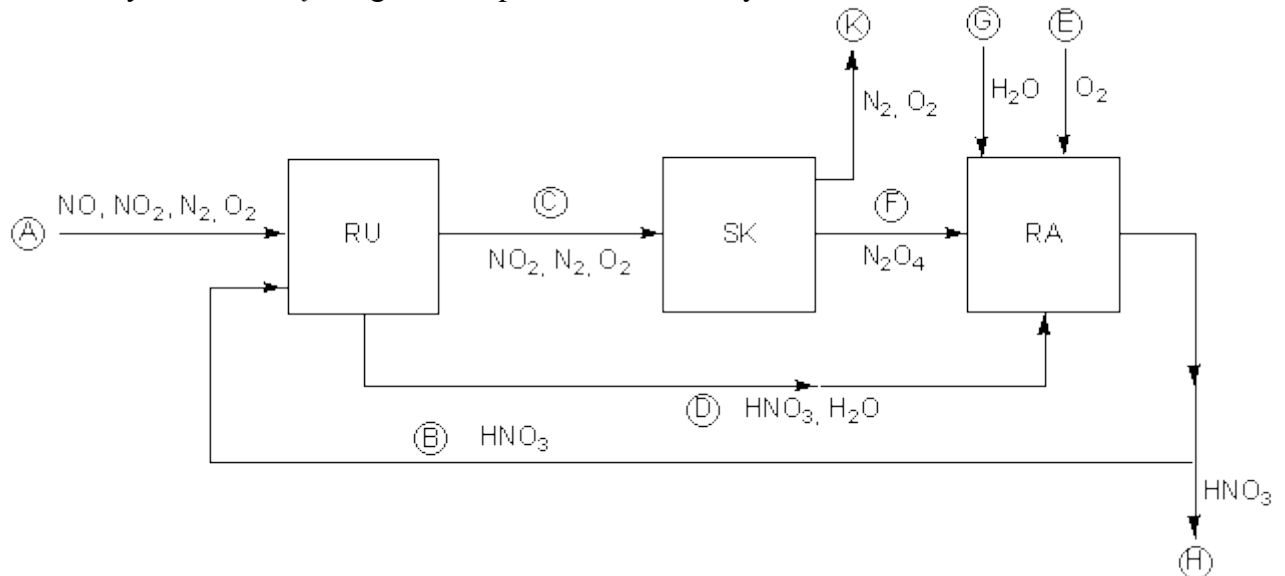


Zadanie 19 (8 punktów)

W reaktorze do utleniania SO_2 do SO_3 stopień przemiany SO_2 wynosi x . Wyznacz zależność ułamka molowego SO_2 w strumieniu **B** od stopnia przemiany SO_2 ($a = f(x)$). Obliczenia należy wykonać przyjmując za podstawę bilansu 100 kmol/h strumienia **A**, zawierającego 10%_{mol} SO_2 , 10%_{mol} O_2 i 80%_{mol} N_2 .

**Zadanie 20 (12 punktów)**

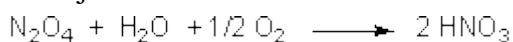
Proces wytwarzania stężonego HNO_3 przedstawiono na rysunku.



Surowcami są tlenki azotu (NO i NO_2) wprowadzane do reaktora utleniania (RU) w strumieniu **A** wraz z O_2 i N_2 , tlen (strumień **E**) i woda (strumień **G**). W reaktorze RU zachodzi utlenianie NO do NO_2 100-procentowym HNO_3 wg reakcji:



Tlen z fazy gazowej nie bierze udziału w reakcji utleniania NO . W autoklawie (RA) skroplony w skraplaczu (SK) N_2O_4 reaguje z tlenem (strumień **E**) i wodą (strumień **G**) wg reakcji:



Część powstałego HNO_3 stanowi produkt (strumień **H**), a pozostały (strumień **B**) służy do utleniania NO w reaktorze RU. Przyjmując $u = W_A[\text{NO}] / (W_A[\text{NO}] + W_A[\text{NO}_2])$ i $z = W_E[\text{O}_2] / W_H[\text{HNO}_3]$ wyznacz zależność $z = f(u)$. Obliczenia należy wykonać przyjmując, że produkcja kwasu azotowego (strumień **H**) wynosi 1 kmol/s.