



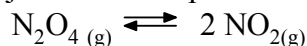
XXVI Konkurs Chemiczny – I etap



Warszawa, październik 2010

Zadanie 1 (8 punktów)

Badano równowagę reakcji dysocjacji N_2O_4 w temperaturze 298 K:



Wykonano dwa doświadczenia. Do wywakuowanego naczynia o pojemności $V = 10 \text{ dm}^3$ wprowadzono:
a) stały N_2O_4 b) stały N_2O_4 i N_2 w stosunku molowym 1:1. W stanie równowagi ciśnienie w naczyniu wynosiło 40469 Pa. Standardowa entalpia swobodna reakcji $\Delta G^\circ(298\text{K})$ wynosi 4854 J/mol. Oblicz liczby moli wprowadzonych substratów i powstałego NO_2 .

Zadanie 2 (7 punktów)

W 1 dm^3 wody znajduje się 25g Br_2 . Jakiej objętości CS_2 należy użyć, aby wyekstrahować 95% Br_2 ? Ile g Br_2 pozostanie w wodzie po 3-krotnej ekstrakcji porcjami po 50 cm^3 CS_2 ? Współczynnik podziału bromu między CS_2 i H_2O wynosi 76,4.

$$K = (c^{\text{CS}_2} / c^{\text{H}_2\text{O}})$$

Zadanie 3 (9 punktów)

pH wodnego roztworu NaH_2PO_3 wynosi 4,60. Oblicz stężenia wszystkich indywiduów chemicznych w tym roztworze oraz masę soli rozpuszczonej w 1 dm^3 .

$$\text{p}K_{\text{a},1} = 2,2 \quad \text{p}K_{\text{a},2} = 6,7$$

Zadanie 4 (6 punktów)

Bufory ftalanowe sporządza się przez zmieszanie roztworu o-wodoroftalanu potasu o stężeniu $0,100 \text{ mol/dm}^3$ oraz roztworu NaOH lub HCl o takim samym stężeniu. Otrzymany roztwór rozcieńcza się do objętości 100 cm^3 . Oblicz pH buforów otrzymanych przez zmieszanie 50 cm^3 roztworu ftalanu z: a) 30 cm^3 NaOH i b) 30 cm^3 HCl . Czy dysponując wymienionymi roztworami można sporządzić bufor o $\text{pH} = 7,5$?

$$\text{p}K_{\text{a},1} = 2,95 \quad \text{p}K_{\text{a},2} = 5,41$$

Zadanie 5 (7 punktów)

Oblicz rozpuszczalność BaSO_4 oraz Hg_2SO_4 w ich nasyconych roztworach i porównaj z rozpuszczalnością tych soli we wspólnym roztworze, pozostającym w równowadze z osadami obydwu soli.

$$\text{p}K_{\text{r}} \text{BaSO}_4 = 10 \quad \text{p}K_{\text{r}} \text{Hg}_2\text{SO}_4 = 6,1$$

Zadanie 6 (7 punktów)

Zmieszano 100 cm^3 $0,1$ molowego roztworu NiSO_4 ze 100 cm^3 roztworu NaOH . Oblicz rozpuszczalność i masę osadu $\text{Ni}(\text{OH})_2$ oraz masę jonów Ni^{2+} w roztworze a) bez uwzględnienia kompleksowania b) z uwzględnieniem kompleksowania, dla $\text{pH} = 11$ i 13 . Jaki jest wpływ kompleksowania oraz stężenia liganda na rozpuszczalność $\text{Ni}(\text{OH})_2$?

$$\text{p}K_{\text{r}} \text{Ni}(\text{OH})_2 = 13,8; \text{Logarytmy stałych trwałości kompleksów: } 3,4; 10,2; 13.$$

Zadanie 7 (5 punktów)

$4,5 \text{ g}$ stali zawierającej siarkę w postaci FeS roztworzono w kwasie solnym (H_2S wiąże się jako CdS lub ZnS), dodano 50 cm^3 $0,05$ molowego roztworu I_2 , a następnie nadmiar I_2 zredukowano $0,1$ molowym roztworem $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Oblicz % zawartość siarki oraz masę FeS w badanej próbce, wiedząc, że do zredukowania nadmiaru I_2 potrzeba $0,57075 \text{ g}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Zadanie 8 (8 punktów)

Próbkę tlenku żelaza o masie 0,2000 g stopiono z nadmiarem KHSO_4 , roztworzono w rozcieńczonym kwasie siarkowym(VI), a następnie żelazo(III) zredukowano za pomocą cynku. Powyższa procedura pozwoliła przeprowadzić ilościowo żelazo z próbki w jony Fe^{2+} . Podaj wzór badanego tlenku wiedząc, że na utlenienie otrzymanego roztworu żelaza(II) zużyto $8,63 \text{ cm}^3$ mianowanego roztworu $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ o stężeniu $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ oraz oblicz:

- masę KHSO_4 , która przereagowała w trakcie przeprowadzania żelaza z tlenku w siarczany (załóż, że podczas stapiania stopień utlenienia Fe się nie zmienia)
- objętość roztworu KMnO_4 o stężeniu $0,1500 \text{ mol/dm}^3$, gdyby został użyty zamiast $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ do utlenienia żelaza.

Zadanie 9 (9 punktów)

Podaj znaki elektrod i oblicz SEM ogniwa: $\text{Pt}, \text{H}_2 \mid \text{HCl} (c=0,1) \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}, \text{Pt}$

Jak zmieniają się potencjały elektrod, gdy przez ogniwo przepływnie ładunek $0,04 \text{ F}$, w przypadku:

- elektrody ogniwa zewrzymy odpowiednim oporem
- ogniwo połączymy z akumulatorem (elektrodę dodatnią z dodatnim, a ujemną z ujemnym biegunem akumulatora). $U_{\text{ak}} > \text{SEM}_{\text{ogniwa}}$; $E^\circ_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg}} = +0,268 \text{ V}$

Zadanie 10 (9 punktów)

Roztwór zawierający 40 g Cu/dm^3 zakwaszony H_2SO_4 (100 g/dm^3) poddano elektrolizie pomiędzy elektrodami miedzianymi. Anoda zawierała domieszki metali (% wagowe): Ag – 0,34; Au – 0,015; Pb – 0,20; Ni – 0,22; Fe – 0,05; Co – 0,17; Zn – 0,005. Na katodzie osadziła się czysta miedź. Określ wartości potencjałów elektrod i zmiany w składzie roztworu. Potencjały standardowe metali znajdź w tablicach.

Zadanie 11 (8 punktów)

W reakcji (S)-mleczanu etylu z chlorkiem metanosulfonowym (chlorkiem mesylu), prowadzonej wobec trietyloaminy powstaje związek **A** ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5\text{S}$). Po redukcji grupy estrowej do odpowiedniego alkoholu otrzymano związek **B**, który poddany działaniu wodnego roztworu wodorotlenku potasu utworzył **C** ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$). Podaj wzory związków **A-C**. Jaką konfigurację ma produkt **C**? Uzasadnij odpowiedź.

Zadanie 12 (9 punktów)

Jak z toluenu i dowolnych odczynników organicznych i nieorganicznych otrzymać: a) *p*-cyjanotoluen, b) ester etylowy kwasu *p*-aminobenzoowego, c) 1-chloro-4-trichlorometylobenzen, d) octan benzylu, e) 2-bromo-1-(4-metylofenylo)etan-1-on?

Zadanie 13 (9 punktów)

Jaki produkt powstanie w reakcji 3-metylobutan-2-onu z mrówczanem metylu, prowadzonej wobec metanolanu sodu. Uzasadnij odpowiedź.

Zadanie 14 (12 punktów)

Zaproponuj syntezę 1-fenylopent-3-en-2-onu z dowolnych reagentów. Uwaga, to zadanie jest tylko pozornie proste!

Zadanie 15 (12punktów)

Cyanooctan etylu w reakcji z ortomrówczanem trietylu, katalizowanej kwasem, tworzy ester etylowy kwasu 2-cyano-3-etoksypropenowego. Jak powstaje ten produkt?

Zadanie 16 (8 punktów)

Jak z cykloheksenu i dowolnych odczynników organicznych i nieorganicznych otrzymać: a) 2-fenylocykloheksanon, b) *trans*-1-etoksy-2-metoksykloheksan?

Zadanie 17 (9 punktów)

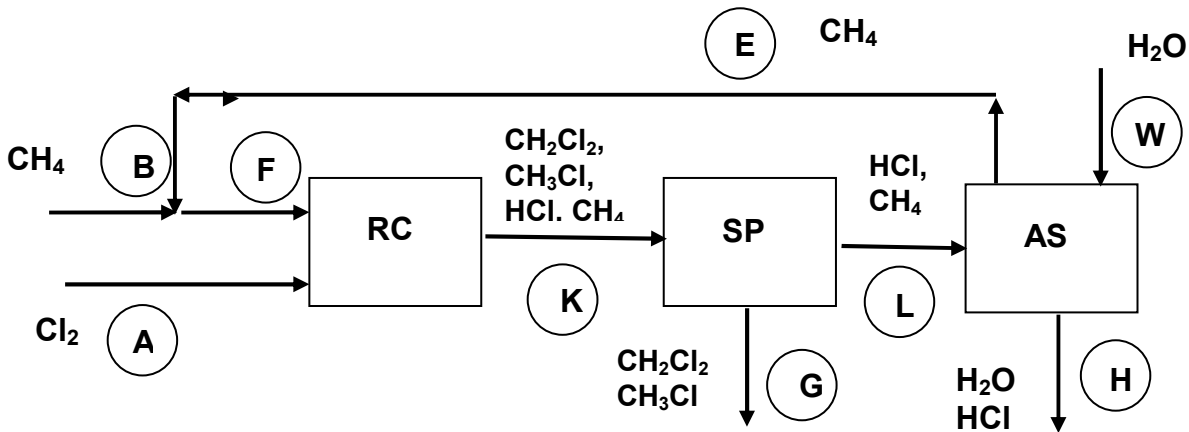
W reakcji Wittiga butanal z ylidem, utworzonym z bromku butylotryfenylofosfoniowego, otrzymuje się okt-4-en w postaci mieszaniny izomerów *E* i *Z*. Podaj sposób przekształcenia tej mieszaniny w (*Z*)-okt-4-en.

Zadanie 18 (8 punktów)

W reakcji cyjanooctanu metylu z acetofenonem, prowadzonej wobec piperydyny, powstaje produkt kondensacji Knoevenagla **D**. Związek **D** reaguje z cyjankiem sodu, dając produkt **E**. **E** ogrzewany z kwasem solnym ulega hydrolizie, a następnie dekarboksylacji z utworzeniem **F**. Związek **F** reaguje z metyloaminą, tworząc lek przeciwdrgawkowy **G** ($C_{12}H_{13}O_2N$), który jest cyklicznym imidem. Podaj wzory związków **D-G**.

Zadanie 19 (9 punktów)

Chlorek metylu otrzymuje się w procesie chlorowania metanu w instalacji cyrkulacyjnej. Do obiegu doprowadza się metan (strumień B) oraz gazowy chlor (strumień A). Proces chlorowania metanu prowadzi się stosując nadmiar metanu w stosunku do chloru, aby cały chlor przereagował.



W reaktorze powstaje CH_3Cl , CH_2Cl_2 , HCl i H_2O . W skraplaczu (SP) następuje całkowite wydzielenie CH_3Cl i CH_2Cl_2 (strumień G). W absorberze AS następuje całkowite wydzielenie HCl , a metan zawracany jest do reaktora (strumień E).

Stożenie przemiany metanu w chlorek metylu (x) definiowany jest następująco:

$$x = \frac{W_K[CH_3Cl]}{W_F[CH_4]}; \quad 0 \leq x \leq 1$$

Stożenie przemiany metanu w CH_2Cl_2 (y) definiowany jest następująco:

$$y = \frac{W_K[CH_2Cl_2]}{W_F[CH_4]}; \quad 0 \leq y \leq 1$$

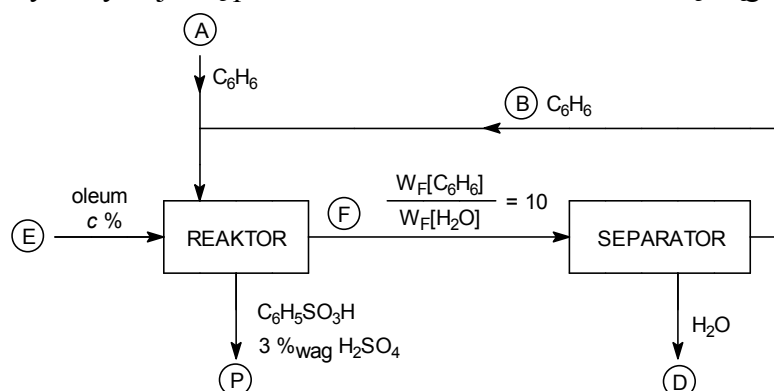
Wydajność procesu przetwarzania metanu w chlorek metylu (α) definiowana jest jako stosunek produkowanego chlorku metylu (strumień G) do strumienia wprowadzanego metanu (strumień B).

$$\alpha = \frac{W_G[CH_3Cl]}{W_B[CH_4]}$$

Przyjmując za podstawę bilansu 1 kmol/s strumienia metanu ($W_B = 1$ kmol/s) oblicz zależność α od obu stopni przemiany metanu ($\alpha = f(x, y)$).

Zadanie 20 (11 punktów)

Kwas benzenosulfonowy otrzymuje się przez sulfonowanie benzenu metodą ciągłą.



Do reaktora wprowadza się benzen (strumień W_A) i oleum (G_E) zawierające kwas siarkowy i $c\%$ mas. SO_3 . Powstająca w procesie woda jest oddestylowywana wraz z nadmiarem benzenu. Stosunek molowy benzenu do wody w destylacji wynosi 10 ($W_F[C_6H_6]/W_F[H_2O] = 10$). Benzen po oddzieleniu wody zawraca się do reaktora. Strumień P opuszczający reaktor zawiera kwas benzenosulfonowy i 3% mas. H_2SO_4 . Przyjmując, że stosunek natężenia strumieni $W_A/W_B = z$ wyznacz zależność $z = f(c)$. Za podstawę obliczeń przyjąć 1 mol/s strumienia benzenu ($W_A = 1 \text{ mol/s}$).

Prace konkursowe prosimy nadsyłać do 4 lutego 2011 r. na adres:

Dziekanat Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej
ul. Noakowskiego 3
00-664 Warszawa
 tel. 022 629 5714, 022 234 7372

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

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.