



## XXV Konkurs Chemiczny – I etap



Warszawa, październik 2009

### Zadanie 1 (4 punkty)

Oblicz, ile moli  $\text{CuCl}_2$  należy dodać do 100 g  $\text{AgCl}$ , tak, aby sumaryczna masa metali była równa masie chloru. Oblicz zawartość %  $\text{Ag}$  w otrzymanej mieszaninie.

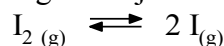
### Zadanie 2 (6 punktów)

Do 200  $\text{cm}^3$  roztworu  $\text{NaOH}$  o stężeniu 28,83% ( $d=1,320 \text{ g/cm}^3$ ) dodano wody w takiej ilości, aby otrzymać roztwór o gęstości 1,157  $\text{g/cm}^3$ . Wiedząc, że otrzymany roztwór miał objętość o 2% mniejszą od sumy objętości wody i wyjściowego roztworu  $\text{NaOH}$  oblicz:

- masę dodanej wody
- stężenie molowe wyjściowego roztworu  $\text{NaOH}$
- pH otrzymanego roztworu wodorotlenku
- ułamek molowy  $\text{NaOH}$  w otrzymanym roztworze  $\text{NaOH}$
- stężenie % otrzymanego roztworu

### Zadanie 3 (7 punktów)

W naczyniu o pojemności 1  $\text{dm}^3$  umieszczono 2,4223 g  $\text{I}_2$ , po czym usunięto powietrze i ogrzano do temperatury 1073 K. W stanie równowagi reakcji:



ciśnienie w naczyniu wynosiło 89459 Pa. Oblicz stopień dysocjacji  $\text{I}_2$  i stałą równowagi reakcji  $K_p$ .

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

### Zadanie 4 (8 punktów)

Sporządzono 1  $\text{dm}^3$  roztworu rozpuszczając w wodzie 9,8339 g  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  oraz 0,4 g  $\text{NaOH}$ . Oblicz liczbę i masę jonów  $\text{SO}_3^{2-}$ , które uległy protolizie przed i po dodaniu  $\text{NaOH}$ . Pomijamy protolizę jonów  $\text{HSO}_3^-$ .

$$pK_{\text{HSO}_3^-} = 7,2 \quad N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

### Zadanie 5 (8 punktów)

Do kolby z wodą, o pojemności 200  $\text{cm}^3$ , wprowadzono 2,75 g  $\text{PCl}_3$ , a następnie ostrożnie dodano pewną ilość  $\text{KOH}$  i dopełniono wodą do kreski. pH otrzymanego roztworu było równe 7,5. Oblicz masę dodanego  $\text{KOH}$ .

$$pK_{\text{H}_2\text{PO}_3^-} = 6,7$$

### Zadanie 6 (9 punktów)

Zmieszano po 25  $\text{cm}^3$  wodnych roztworów następujących substancji: a)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , b)  $\text{KBr}$ , c)  $\text{NH}_3$  ( $c=0,3 \text{ mol/dm}^3$ ), d)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ( $c=1,5 \text{ mol/dm}^3$ ). Stężenie jonów  $\text{Br}^-$  po zmieszaniu roztworów wynosiło 0,5  $\text{mola/dm}^3$ . Ile gramów  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  znajdowało się w roztworze (a), skoro nie wytrącił się osad  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ? Oblicz masę utworzonego kompleksu oraz wolnych jonów  $\text{Pb}^{2+}$ .

$$pK_{\text{NH}_3(\text{aq})} = 4,8 \quad \log K_t \text{PbBr}_4^{2-} = 3 \quad pK_r \text{Pb}(\text{OH})_2 = 16,1$$

### Zadanie 7 (9 punktów)

W 250  $\text{cm}^3$  0,02 molowego roztworu soli wapnia, w celu całkowitego strącenia wapnia, rozpuszczono pewną ilość  $\text{NaF}$  (strącenie uznajemy za całkowite, gdy stężenie jonów spadnie do wartości  $10^{-5} \text{ mola/dm}^3$ ). pH roztworu wynosiło 4,5. Oblicz masę  $\text{NaF}$  oraz masę strąconego osadu. Czy za pomocą  $\text{NaF}$  można rozdzielić jony  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Ba}^{2+}$  o stężeniach 0,2  $\text{mola/dm}^3$ ?

$$pK_{\text{HF}(\text{aq})} = 3,2 \quad pK_r \text{CaF}_2 = 10,5 \quad pK_r \text{BaF}_2 = 6$$

**Zadanie 8 (8 punktów)**

Próbkę krzemionki ( $\text{SiO}_2$ ) zanieczyszczoną nielotnymi substancjami utarło z 200 g czystego  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Tak przygotowaną mieszaninę stopiono w reaktorze ciśnieniowym. Po reakcji, która zaszła ze 100% wydajnością stwierdzono, że masa stopionej mieszaniny zmniejszyła się o 19,5%, a powstały gaz o temperaturze  $350^\circ\text{C}$  pod ciśnieniem 32 barów zajął  $2 \text{ dm}^3$ . Następnie reaktor otworzono, a otrzymany stop krzemianu sodu roztopiono na gorąco w wodzie otrzymując  $950 \text{ cm}^3$  roztworu szkła wodnego. Oblicz:

- jaki % wagowy stanowiły zanieczyszczenia użytej w próbce krzemionki
- stężenie molowe otrzymanego roztworu  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .

**Zadanie 9 (8 punktów)**

Podaj schemat ogniwa, w którym zachodzi reakcja utleniania jonów  $\text{Fe}^{2+}$  chromianem(VI). Napisz równania reakcji elektrodowych i oblicz SEM ogniwa. Jakie powinno być stężenie jonów  $\text{H}_3\text{O}^+$ , aby SEM ogniwa wynosiła  $0,650 \text{ V}$ ? Oblicz masy jonów, które przereagują, gdy z ogniwa pobierzemy prąd o natężeniu  $0,1 \text{ A}$  w ciągu 150 minut. Stężenia reagentów w molach/ $\text{dm}^3$ :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  – 0,25;  $\text{Cr}^{3+}$  – 0,02;  $\text{Fe}^{2+}$  – 0,3;  $\text{Fe}^{3+}$  – 0,02;  $\text{H}_3\text{O}^+$  – 0,45

$$R = 8,31451 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}; F = 96485 \text{ C}; T = 298 \text{ K}$$

**Zadanie 10 (8 punktów)**

1 g stopu Cu z Pb roztopiono w kwasie azotowym a następnie otrzymany roztwór poddano elektrolizie między elektrodami platynowymi prądem o natężeniu  $1 \text{ A}$ . Masa katody zwiększyła się o  $579 \text{ mg}$ , a anody o  $112 \text{ mg}$ . Oblicz czas trwania elektrolizy oraz ułamki molowe Cu i Pb w stopie.

$$F = 96485 \text{ C}$$

**Zadanie 11 (8 punktów)**

Z jakiego substratu można, stosując reakcję Grignarda, otrzymać w jednoetapowej syntezie 2,2-dimetylocykloheksanon?

**Zadanie 12 (9 punktów)**

Podczas próby syntezy 2-cyjanometylocykloheksanonu w reakcji alkilowania cykloheksanonu chloroacetonitrylem, prowadzonej wobec zasady, otrzymano z wysoką wydajnością inny produkt. W widmie  $^1\text{H NMR}$  tego produktu występuje singlet przy  $\delta = 3.23$ , odpowiadający jednemu protonowi oraz multiplet w zakresie  $\delta = 1.5-1.8$ , odpowiadający 10 protonom. Podaj wzór otrzymanego związku i wyjaśnij jak on powstał.

**Zadanie 13 (10 punktów)**

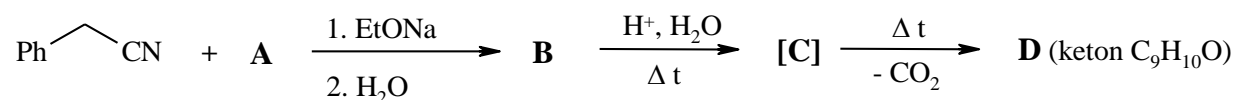
Przed przystąpieniem do rozwiązywania tego zadania zapoznaj się z przegrupowaniem pinakolinowym. Jaki produkt powstanie z 1-fenylopropano-1,2-diolu w wyniku przegrupowania pinakolinowego, katalizowanego kwasem siarkowym?

**Zadanie 14 (10 punktów)**

Jak z fenyloacetonitrylu i dowolnych innych reagentów otrzymać 3-(benzyloamino)-2-metylopropan-1-ol? Pomocna w tej syntezie może być reakcja Michaela.

**Zadanie 15 (9 punktów)**

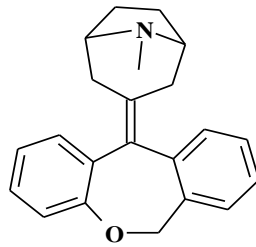
Podaj wzory związków **A-D**.



Zaproponuj alternatywny sposób syntezy **D**, wychodząc z fenyloacetonitrylu.

**Zadanie 16 (8 punktów)**

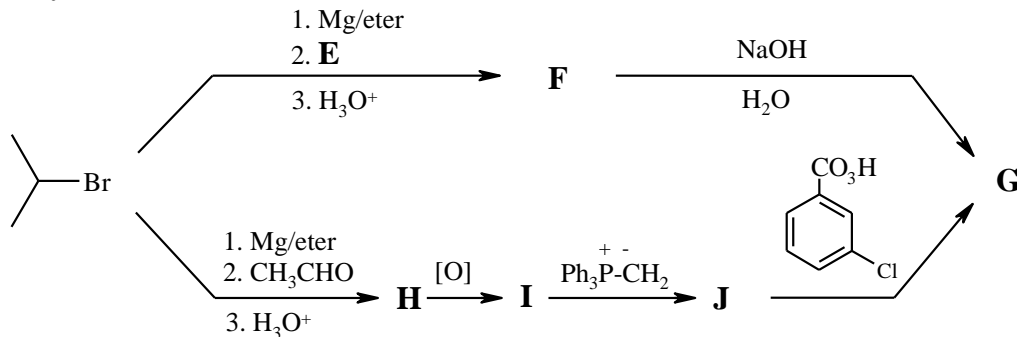
Czy poniższy związek jest chiralny? Uzasadnij odpowiedź.

**Zadanie 17 (9 punktów)**

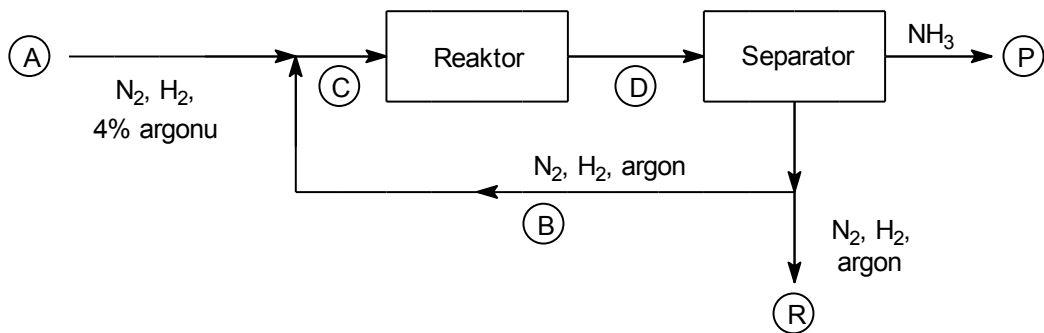
Zaproponuj syntezę 3-etyloheksan-1-olu z substratów organicznych, zawierających maksymalnie trzy atomy węgla, oraz dowolnych nieorganicznych.

**Zadanie 18 (12 punktów)**

Podaj wzory związków **E-J**.

**Zadanie 19 (12 punktów)**

Syntezę amoniaku prowadzi się w instalacji, którą przedstawiono na rysunku.



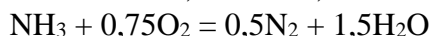
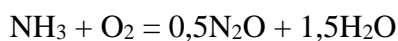
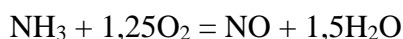
Gaz syntezowy (strumień A) zawiera 4 % mol. argonu. Stosunek molowy wodoru do azotu w strumieniu A wynosi 3 ( $W_A[H_2]/W_A[N_2] = 3$ ). Stosunek strumienia zawracanego B do strumienia A wynosi  $m$  ( $W_B/W_A = m$ ). Wydajność procesu obliczana jako stosunek

$$\frac{3W_P[NH_3]}{2W_A[H_2]} = 0,95$$

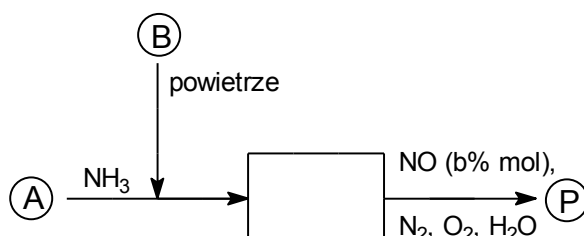
Przyjmując za podstawę bilansu 100 kmoli/h strumienia A obliczyć zależność  $m$  od stopnia przemiany wodoru w reaktorze ( $m = f(x)$ ).

**Zadanie 20 (8 punktów)**

W reaktorze utlenia się  $\text{NH}_3$  na siatkach platynowo-rodowych. Produktami utleniania amoniaku może być tlenek azotu, podtlenek azotu i azot.



Do aparatu doprowadza się mieszaninę amoniaku i powietrza. Stosunek natężeń strumienia powietrza do strumienia amoniaku w kmolach na godzinę wynosi  $K$ . Gazy po reakcji zawierają  $\text{NO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ .



Zakłada się, że amoniak przereagowuje całkowicie, a produktami są  $\text{NO}$  i  $\text{N}_2$  (bez  $\text{N}_2\text{O}$ ). Stopień przemiany  $\text{NH}_3$  do  $\text{NO}$  wynosi  $x$ . Wyznacz zależność pomiędzy stężeniem  $\text{NO}$  w gazach po reakcji ( $b$ , % mol) a stopniem przemiany  $\text{NH}_3$  do  $\text{NO}$  i stosunkiem natężeń strumieni powietrza i amoniaku.

$$b = f(x, K), \quad \text{gdzie}$$

$$x = \frac{W_P[\text{NO}]}{W_A[\text{NH}_3]},$$

$$K = \frac{W_B}{W_A},$$

$$b = \frac{W_P[\text{NO}]}{W_P} \cdot 100\%$$

Obliczenia należy prowadzić dla podstawy bilansu  $W_A = 1$  kmol/h.

Prace konkursowe prosimy nadsyłać do 5 lutego 2010 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/>

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