



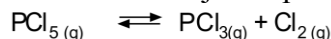
# XXX Konkurs Chemiczny – I etap



Warszawa, listopad 2014

## Zadanie 1 (11 punktów)

Do naczynia o pojemności  $2 \text{ dm}^3$ , z którego usunięto powietrze, wprowadzono  $3 \text{ g PCl}_5$  i ogrzano do temperatury  $470 \text{ K}$ . Mając daną zależność standardowej entalpii swobodnej reakcji



od temperatury (w zakresie  $400\text{--}500 \text{ K}$ ):  $\Delta G^\circ = 83600 - 33,43T \cdot \log(T) - 72,26T \text{ [J} \cdot \text{mol}^{-1}]$

Oblicz stopień dysocjacji  $\text{PCl}_5$  w temperaturze  $470 \text{ K}$  oraz wyprowadź zależność:  $\log(K_p) = f(T)$  i  $\alpha = f(K_p)$

## Zadanie 2 (9 punktów)

Do  $80 \text{ cm}^3$   $50\%_w$  roztworu chlorku cezu o gęstości  $d = 1,5846 \text{ g/cm}^3$  dodano  $50 \text{ cm}^3$   $10\%_w$  roztworu chlorku cezu o gęstości  $d = 1,0798 \text{ g/cm}^3$  otrzymując roztwór o gęstości  $d = 1,3958 \text{ g/cm}^3$ . Oblicz stężenia molowe ( $\text{mol/dm}^3$ ) i molarne ( $\text{mol/kg}$  rozpuszczalnika) wszystkich roztworów oraz objętość otrzymanego roztworu i jego stężenie wyrażone w procentach wagowych.  $M_{\text{CsCl}} = 168,36 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

## Zadanie 3 (8 punktów)

Kalcyt i aragonit to dwie odmiany polimorficzne węgla wapnia różniące się iloczynem rozpuszczalności. Oblicz objętość wody potrzebną do rozpuszczenia próbek o masie  $0,5 \text{ g}$  tych minerałów, jeśli ich iloczyny rozpuszczalności w temperaturze  $25^\circ \text{ C}$  wynoszą odpowiednio:

$$pK_r(\text{kalcyt}) = 8,35 \text{ i } pK_r(\text{aragonit}) = 8,22.$$

## Zadanie 4 (9 punktów)

W  $320 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu octowego o stężeniu  $0,08 \text{ mol/dm}^3$  rozpuszczono stały wodorotlenek sodu w ilości powodującej wzrost pH roztworu o 2 jednostki. Zakładając, że objętość roztworu nie zmieniła się, oblicz masę dodanego wodorotlenku.  $pK_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 4,76$ .

## Zadanie 5 (8 punktów)

Oblicz, przy jakiej wartości pH zacznie wytrącać się osad wodorotlenku magnezu z nasyconego roztworu węglanu magnezu?  $K_r \text{MgCO}_3 = 1,99 \times 10^{-4}$ ,  $K_r \text{Mg(OH)}_2 = 1,26 \times 10^{-11}$

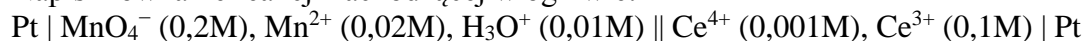
## Zadanie 6 (9 punktów)

Ile będzie wynosił stopień dysocjacji kwasu winowego w roztworze o pH równym  $2,4$ .

$$pK_{\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6} = 3; pK_{\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6^-} = 4,4$$

## Zadanie 7 (12 punktów)

Napisz równanie reakcji zachodzącej w ogniwie:



i wskaż jej kierunek. Jakie musi być stężenie jonów oksoniowych, aby reakcja przebiegała w kierunku odwrotnym?

$$E^\circ_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = +1,51 \text{ V} \quad E^\circ_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} = +1,61 \text{ V} \quad F = 96487 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} \quad R = 8,31451 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

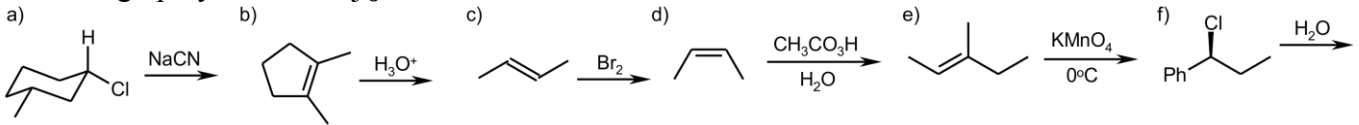
## Zadanie 8 (9 punktów)

$1 \text{ dm}^3$  roztworu zawiera  $0,15$  mola jonów  $\text{In}^{3+}$  i  $0,15$  mola jonów  $\text{Tl}^+$ . Czy można rozdzielić te metale drogą redukcji elektrolitycznej? Oblicz, ile gramów jednego metalu zredukuje się do momentu, gdy zacznie wydzielać się drugi metal i jaka będzie wartość liczby postępu reakcji?

$$E^\circ_{\text{In}^{3+}/\text{In}} = -0,342 \text{ V} \quad E^\circ_{\text{Tl}^+/\text{Tl}} = -0,336 \text{ V}$$

**Zadanie 9** (12 punktów)

Jaki(e) produkt(y) powstanie(a) w reakcjach a-f? Zwróć szczególną uwagę na problemy stereochemiczne. Do każdego przykładu dodaj **jedno** zdanie komentarza.

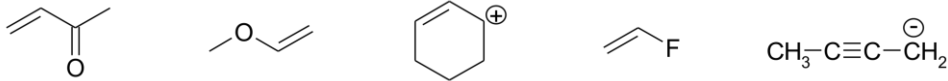
**Zadanie 10** (16 punktów)

Jak z benzenu i dowolnych reagentów otrzymać:

- 1,3,5-tribromobenzen
- m*-chlorofenol
- eter difenylowy
- 1-cyano-2-izopropylobenzen

**Zadanie 11** (10 punktów)

Przedstaw budowę elektronową poniższych cząsteczek stosując wzory elektronowe.

**Zadanie 12** (7 punktów)

Narysuj izomery konstytucyjne związku o wzorze sumarycznym  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ .

**Zadanie 13** (8 punktów)

Zaproponuj syntezę 3-izopropylhept-6-en-2-onu z octanu etylu i dowolnych reagentów.

**Zadanie 14** (8 punktów)

Jak **jednoznacznie** otrzymać:

- z 1-chlorobutanu – butyloaminę i butanotiol
- z acetofenonu – 1-fenyl-2-chloroetanon i kwas benzoesowy

**Zadanie 15** (8 punktów)

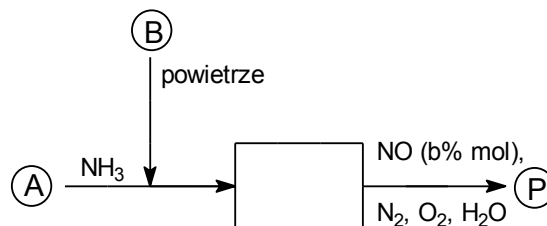
Jaki produkt powstanie w wewnątrzcząsteczkowej reakcji aldolowej (z odwodnieniem) cyklodekano-1,6-dionu katalizowanej a) zasadą (KOH), b) kwasem ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )? Przedstaw mechanizmy reakcji.

**Zadanie 16** (6 punktów)

Narysuj po jednym przykładzie pięcioczłonowego heterocyklicznego związku aromatycznego, zawierającego w pierścieniu a) dwa atomy azotu, b) jeden atom tlenu i jeden atom azotu.

**Zadanie 17** (8 punktów)

W aparacie kontaktowym w instalacji kwasu azotowego utlenia się  $\text{NH}_3$  na siatkach platynowo-rodowych. Do aparatu doprowadza się mieszaninę amoniaku i powietrza. Stosunek natężeń strumienia powietrza do strumienia amoniaku (w  $\text{kmol/h}$ ) wynosi  $K$  ( $K=W_B/W_A$ ). Gazy po reakcji zawierają  $\text{NO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ .



Zakłada się przemianę amoniaku tylko do  $\text{NO}$  i  $\text{N}_2$  (bez  $\text{N}_2\text{O}$ ). Stopień przemiany  $\text{NH}_3$  do  $\text{NO}$  wynosi  $x$ .

Wyznacz zależność ułamka molowego NO w gazach po reakcji (b) a stopniem przemiany  $\text{NH}_3$  do NO i stosunkiem K.

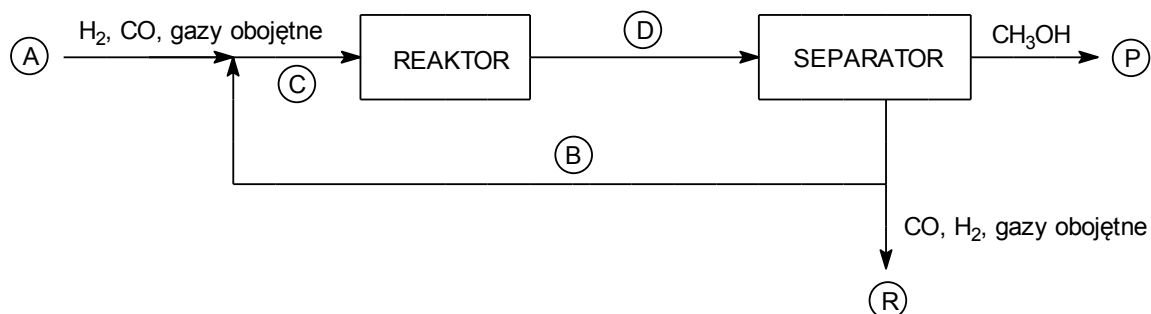
$$b = f(x, K), \quad \text{gdzie}$$

$$x = \frac{W_P[\text{NO}]}{W_A[\text{NH}_3]} \quad K = \frac{W_B}{W_A} \quad b = \frac{W_P[\text{NO}]}{W_P} \cdot 100\%$$

Obliczenia należy prowadzić dla podstawy bilansu  $W_A = 1 \text{ kmol/h}$ .

### Zadanie 18 (12 punktów)

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



Gaz syntezowy (strumień A) zawiera tlenek węgla, wodór i 1% molowy gazów obojętnych. Stosunek molowy wodoru do tlenku węgla w strumieniu A wynosi 2,1 ( $W_A[\text{H}_2]/W_A[\text{CO}] = 2,1$ ). Stosunek strumienia zawracanego B do strumienia A wynosi  $u$  ( $W_B/W_A = u$ ). Wydajność procesu syntezy metanolu wynosi 0,95 ( $\eta = W_P[\text{CH}_3\text{OH}]/W_A[\text{CO}] = 0,95$ ). Przyjmując za podstawę bilansu 100 kmol/h strumienia A, wyznacz zależność  $u$  od stopnia przemiany tlenku węgla (do alkoholu metylowego) w reaktorze ( $u = f(x)$ ).

Stopień przemiany tlenku węgla do alkoholu metylowego zdefiniowany jest w następujący sposób:

$$x = \frac{W_C[\text{CO}] - W_D[\text{CO}]}{W_C[\text{CO}]}$$

Prace konkursowe prosimy nadsyłać do 9 lutego 2015 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.