



## XXXII Konkurs Chemiczny – I etap



Warszawa, listopad 2016

### Zadanie 1 (6 punktów)

Wyznaczony procent masowy srebra w mieszaninie chlorku i bromku srebra wynosi 66,35%. Oblicz procentową zawartość pozostałych pierwiastków.  $M$  (g/mol) Ag - 107,87; Cl – 35,45; Br – 79,90

### Zadanie 2 (7 punktów)

Oszacuj pH roztworu kwasu malonowego,  $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ , w roztworze, w którym stopień dysocjacji tego kwasu wynosi 13,6%.  $\text{p}K_{\text{CH}_2(\text{COOH})_2} = 2,8$   $\text{p}K_{\text{CH}_2(\text{COOH})\text{COO}^-} = 5,7$

### Zadanie 3 (10 punktów)

150  $\text{cm}^3$  roztworu KOH o stężeniu 33,06% i gęstości 1,2922  $\text{g/cm}^3$  rozcieńczono wodą uzyskując roztwór o gęstości 1,1626  $\text{g/cm}^3$ . Objętość nowego roztworu była o 1,91% mniejszą od sumy objętości wody i wyjściowego roztworu KOH. Oblicz a) masę dodanej wody oraz b) stężenie molowe wyjściowego roztworu KOH, c) ułamek molowy KOH w otrzymanym roztworze KOH, d) stężenie % otrzymanego roztworu.  $M$  (g/mol) K - 39,10; O – 16,00; H – 1,01

### Zadanie 4 (10 punktów)

W 320  $\text{cm}^3$  roztworu kwasu octowego o stężeniu 0,080  $\text{mol/dm}^3$  rozpuszczono stały wodorotlenek sodu w ilości powodującej wzrost pH roztworu o 2,0 jednostki. Zakładając, że objętość roztworu nie zmieniła się, oblicz masę dodanego wodorotlenku.  $\text{p}K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 4,76$ ,  $M_{\text{NaOH}} = 40,00$  g/mol

### Zadanie 5 (10 punktów)

Próbkę technicznego kwasu mrówkowego ( $\text{HCOOH}$ +substancja obojętna) o masie 0,1065g rozpuszczono w wodzie, doprowadzono do odczynu obojętnego, a następnie dodano 100,0  $\text{cm}^3$  0,020 M roztworu nadmanganianu potasu. Otrzymaną zawiesinę zakwaszono kwasem siarkowym(VI) i dodano 75,0  $\text{cm}^3$  kwasu szczawowego o stężeniu 0,055  $\text{mol/dm}^3$ . Szczawiany w tych warunkach redukują i roztwarzają osad  $\text{MnO}_2$  oraz redukują użyty nadmiar nadmanganianu. Oblicz % zawartość kwasu mrówkowego w badanej próbce, wiedząc, że do utlenienia nieprzereagowanego kwasu szczawowego zużyto dodatkowo 26,55  $\text{cm}^3$  0,020M  $\text{KMnO}_4$ . Napisz równania zachodzących reakcji w formie jonowej.  $M$  (g/mol) C - 12,01; O – 16,00; H – 1,01

### Zadanie 6 (10 punktów)

Oblicz stężenie molowe wodnego roztworu KCN pozwalające rozpuścić 1,912 g stałego  $\text{CuS}$  w 1,0  $\text{dm}^3$  tego roztworu. Oszacuj błąd jaki popełniamy w obliczeniach, jeśli nie uwzględnimy występowania kompleksu  $\text{Cu}(\text{CN})_3^-$ . Logarytmy stałych trwałości cyjankowych kompleksów miedzi wynoszą odpowiednio:  $\lg \beta_3 = 28,6$  i  $\lg \beta_4 = 30,3$ .  $\text{p}K_{r\text{CuS}} = 35,2$ ,  $M$  (g/mol) S - 32,07; Cu - 63,55;

### Zadanie 7 (10 punktów)

Napisz równania procesów elektrodowych i oblicz SEM ogniwa:



Oblicz maksymalną wielkość ładunku jaki przepłynie przez ogniwo oraz średnie natężenie prądu (przy założeniu, że ogniwo pracowało 5 godzin).  $F = 96485$  C/mol.

### Zadanie 8 (12 punktów)

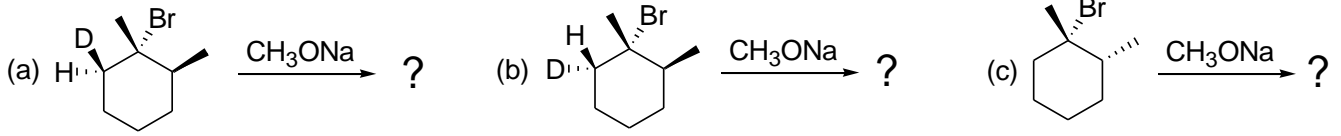
Mieszanina o gęstości 6,714  $\text{g/dm}^3$  składająca się z heksafluorku siarki ( $\text{SF}_6$ ), nieznanego tlenku siarki ( $\text{SO}_x$ ) i argonu znajduje się w butli stalowej o pojemności 20  $\text{dm}^3$  pod ciśnieniem 3,17 bar i w temperaturze 293 K. Wiedząc, że całkowita zawartość siarki w tej mieszaninie wynosi 21,82% wag podaj skład procentowy mieszaniny (%mol), wyznacz zawartość procentową fluoru (%wag) oraz określ, który tlenek siarki był jej składnikiem.  $M$  (g/mol) S - 32,07; Ar - 39,95; F - 19,00, O - 16,00;  $R=8,3145$   $\text{Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

**Zadanie 9 (10 punktów)**

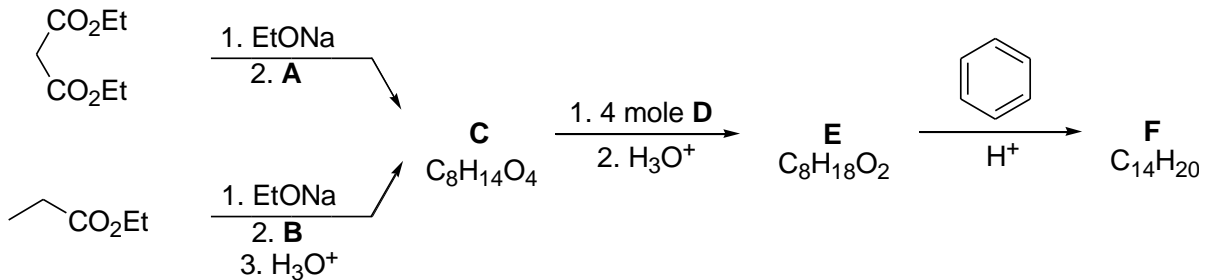
Narysuj wzory chiralnych węglowodorów o wzorze sumarycznym  $C_5H_8$ .

**Zadanie 10 (8 punktów)**

Jakie produkty powstaną w poniższych reakcjach eliminacji  $E2$ ?

**Zadanie 11 (8 punktów)**

Podaj wzory związków **A – F**.

**Zadanie 12 (12 punktów)**

Zaproponuj syntezę 4-metylohept-4-en-2-ynu ze związków zawierających najwyżej 3 atomy węgla i dowolnych nieorganicznych.

**Zadanie 13 (10 punktów)**

Z acetofenonu i metanolu jako jedynych substratów organicznych (oraz dowolnych nieorganicznych) otrzymaj 1,3-difenylopropan-1,3-on (dibenzoilometan).

**Zadanie 14 (10 punktów)**

Jak z chlorku benzoilu i dowolnych innych reagentów otrzymać

(a) anilinę, (b) *N*-benzylo-*N*-fenyloanilinę, (c) difenylometan, (d) fenylloctan metylu, (e) alkohol benzyłowy?

**Zadanie 15 (10 punktów)**

Jak z benzenu i dowolnych innych reagentów otrzymać możliwie jednoznacznie 1-bromo-2-jodobenzen?

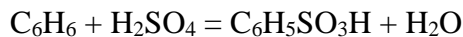
**Zadanie 16 (7 punktów)**

Jak z cykloheksenu i metanolu oraz dowolnych odczynników nieorganicznych otrzymać ester metylowy kwasu 2-oksocyklopentanokarboksylowego?

**Zadanie 17 (12 punktów)**

Wytwarzanie kwasu benzenosulfonowego przez sulfonowanie benzenu

Kwas benzenosulfonowy (KBS)  $C_6H_5SO_3H$ , otrzymuje się w procesie sulfonowania benzenu stężonym kwasem siarkowym:



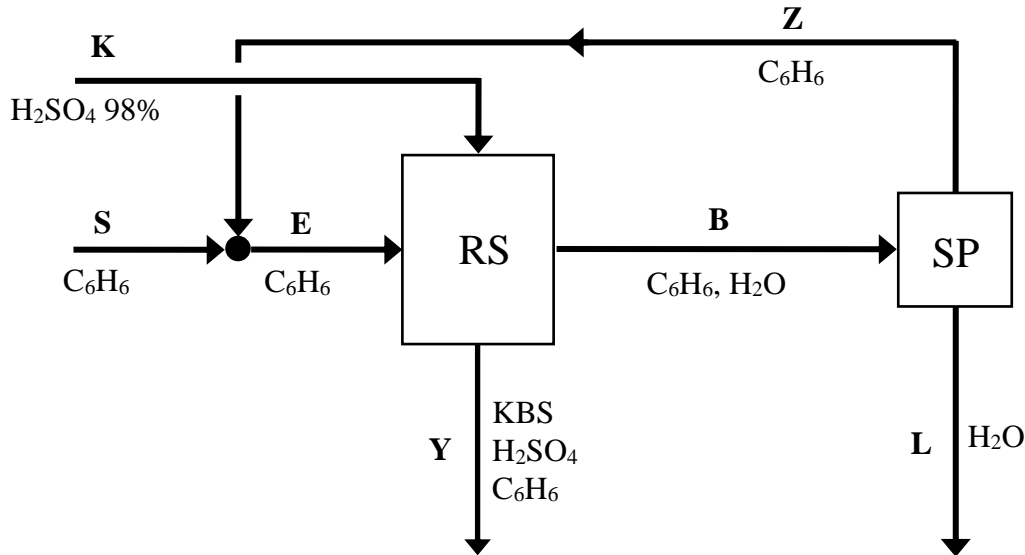
Produkt reakcji otrzymuje się w postaci roztworu, w którym oprócz kwasu benzenosulfonowego znajduje się kwas siarkowy i benzen (strumień Y). Z tego roztworu, po rozdzieleniu składników, otrzymuje się kwas benzenosulfonowy. Do reaktora sulfonowania RS wprowadza się nadmiar benzenu w stosunku do ilości stechiometrycznej. Znaczna część nieprzetworzonego benzenu znajduje się razem z wytworzoną

parą wodną, w strumieniu oparów, które odprowadza się z reaktora. Reszta benzenu pozostaje w roztworze. Po skropleniu i oddzieleniu od wody, benzen zostaje skierowany ponownie do reaktora.

Stożunek przemiany benzenu w reaktorze RS:  $x = \frac{W_Y[\text{KBS}]}{W_E[\text{C}_6\text{H}_6]}$

Stosunek molowy benzenu i wody w strumieniu B:

$$b = W_B[\text{C}_6\text{H}_6]/W_B[\text{H}_2\text{O}],$$



W strumieniu Y stosunek molowy kwasu siarkowego i KBS,  $W_Y[\text{H}_2\text{SO}_4]/W_Y[\text{KBS}] = 0,4$ . Stosunek molowy benzenu i KBS,  $W_Y[\text{C}_6\text{H}_6]/W_Y[\text{KBS}] = 0,1$ .

Wyznaczyć zależności między stosunkiem molowym  $b$ , a stopniem przemiany  $x$ ,  $b = f(x)$ . Obliczenia wykonać przyjmując za podstawę bilansu strumień kwasu benzenosulfonowego odprowadzanego z reaktora RS,  $W_Y[\text{KBS}] = 1 \text{ kmol/h}$ .

POTRZEBNE DANE

Masa molowa [kg/kmol]

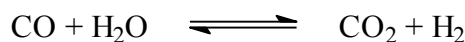
$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 18$$

### Zadanie 18 (8 punktów)

*Konwersja tlenku węgla z parą wodną*

Gaz będący produktem reformingu parowego węglowodorów lub zgazowania paliw stałych oprócz wodoru zawiera także CO, CO<sub>2</sub> i gazy obojętne (Gi). Gaz ten, w celu wzbogacenia w wodór, poddaje się procesowi konwersji tlenku węgla z parą wodną

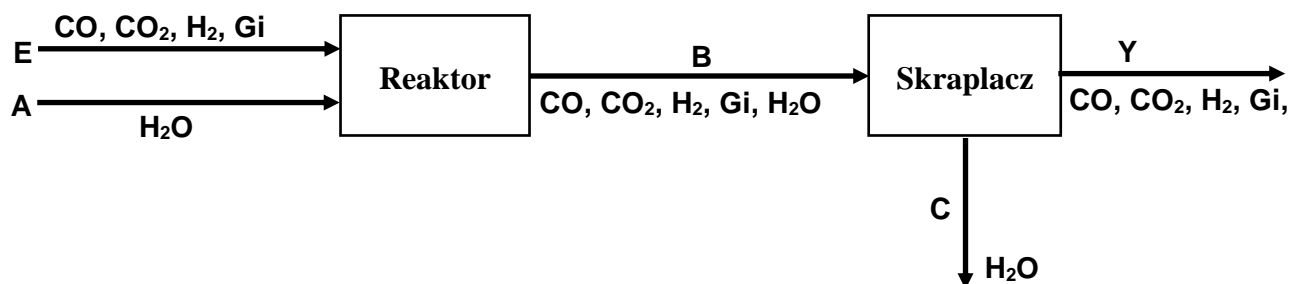


Stożunek przemiany CO w CO<sub>2</sub> :  $x = \frac{W_E[\text{CO}] - W_B[\text{CO}]}{W_E[\text{CO}]}$

Udziały molowe tlenku węgla, ditlenku węgla, wodoru i gazów obojętnych w strumieniu E wynoszą odpowiednio 0,37; 0,04; 0,34 i 0,25.

Stosunek natężenia strumienia pary wodnej A do strumienia E:  $W_A/W_E = 1,5$ .

Stożunek przemiany tlenku węgla w reaktorze wynosi 90%.



Obliczyć wartości udziałów molowych  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  i  $\text{Gi}$  w strumieniu Y, przyjmując za podstawę bilansu natężenie strumienia E wprowadzanego do reaktora

$$W_E = 100 \text{ kmol/h}$$

---

Prace konkursowe prosimy nadsyłać do 15 lutego 2017 r. na adres:

**Dziedzinat 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://elfed.ch.pw.edu.pl/konkurs/>

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