



WYDZIAŁ CHEMICZNY POLITECHNIKI  
WARSZAWSKIEJ  
XXVII Konkurs Chemiczny  
Etap II



Warszawa, 23 marca 2012

Za każde zadanie można otrzymać 10 punktów (maksymalnie można uzyskać 50 punktów).

**Zadanie 1.**

Chloroplatynian(IV) baru podczas ogrzewania rozkłada się częściowo na  $\text{BaCl}_2$ , Pt i  $\text{Cl}_2$ . Ciśnienie chloru w stanie równowagi można wyrazić wzorem:  $\log(p) = 9,356 - 6171 \cdot T^{-1}$  [mmHg].  $\text{Ba}[\text{PtCl}_6]$  umieszczono w naczyniu, wypompowano powietrze i wprowadzono  $\text{I}_2$ , w takiej ilości, że w temperaturze 681,7 K wywierałby on ciśnienie 205,1 mmHg, gdyby sam wypełniał naczynie. Po ustaleniu się stanu równowagi ciśnienie w naczyniu, w temperaturze 681,7 K, wynosiło 350,8 mmHg. Oblicz stałą równowagi  $K_p$  reakcji:  $\text{ICl}_{(g)} = 0,5 \text{I}_{2(g)} + 0,5 \text{Cl}_{2(g)}$  oraz stopień dysocjacji ICl.

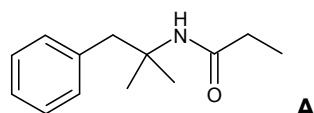
**Zadanie 2.**

Do  $900\text{cm}^3$  roztworu zawierającego 0,01 mola jonów  $\text{Zn}^{2+}$  dodawano kroplami roztwór KCN. Po dodaniu nadmiaru czynnika strącającego rozpuścił się cały, wytrącony osad. Otrzymano  $1\text{ dm}^3$  roztworu. Oblicz, jakie było stężenie wolnego liganda w otrzymanym roztworze oraz stężenie dodawanego roztworu KCN.

$$pK_r \text{Zn}(\text{CN})_2 = 15,5; \log\beta_4 [\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}] = 16,7;$$

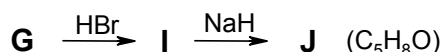
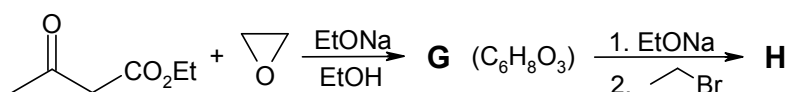
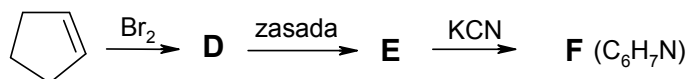
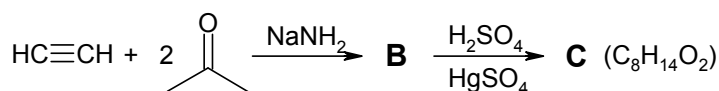
**Zadanie 3.**

Zaproponuj syntezę związku **A** z toluenu i związków organicznych, zawierających najwyżej trzy atomy węgla, oraz dowolnych nieorganicznych. Pamiętaj o reakcji Rittera.



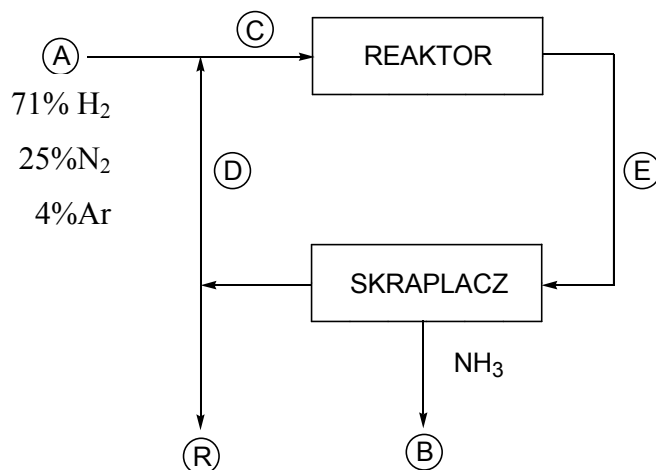
**Zadanie 4.**

Podaj wzory związków **B – J**.



### Zadanie 5.

Synteza amoniaku przebiega zgodnie ze schematem. Gaz do syntezy (strumień A) zawiera (w % molowych) 71 % wodoru, 25 % azotu i 4 % argonu. Przed reaktorem strumień A miesza się z gazem obiegowym (strumień D). Stopień przemiany wodoru w reaktorze wynosi  $x$ . Gazy po reakcji przechodzą przez skraplacz, gdzie następuje całkowite wykroplenie amoniaku (strumień B). Część nieprzereagowanego gazu odprowadza się na zewnątrz instalacji (strumień R), a reszta jest zwracana do reaktora. Przyjmując, że stosunek molowy strumieni  $W_D/W_A$  wynosi  $y$ , wyznacz zależność  $y = f(x)$ . Obliczenia przeprowadź przyjmując wielkość strumienia  $W_A = 100 \text{ kmol/h}$  i  $W_R[\text{H}_2] / W_A[\text{H}_2] = 0,05$ .



## Rozwiązania:

### Zadanie 1.

$$p = p_{Cl_2} + p_{I_2} + p_{ICl}$$

$$350,8 = 2,012 + 205,1 - p_x + 2 p_x$$

Ciśnienia reagentów w stanie równowagi (mmHg):  $p_{Cl_2} = 2,012$ ;  $p_{I_2} = 61,412$ ;  $p_{ICl} = 287,376$ ;

$$K_p = 0,0387; K_p = \alpha / \{2 \cdot (1 - \alpha)\}; \quad \alpha = \underline{0,07}$$

### Zadanie 2.

$$c_{0 Zn^{2+}} = [Zn^{2+}] + [Zn(CN)_4^{2-}] = K_r / [CN^-]^2 \cdot \{1 + \beta_4 \cdot [CN^-]^4\}$$

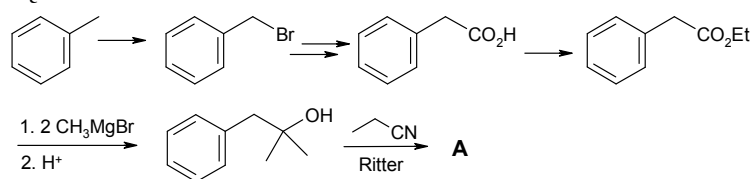
$$c_{0 Zn^{2+}} \cdot [CN^-]^2 = K_r + K_r \cdot \beta_4 \cdot [CN^-]^4$$

$$10^{1,2} \cdot [CN^-]^4 - 0,01 \cdot [CN^-]^2 + 10^{-15,5} = 0; \Rightarrow [CN^-] = \underline{2,512 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3}$$

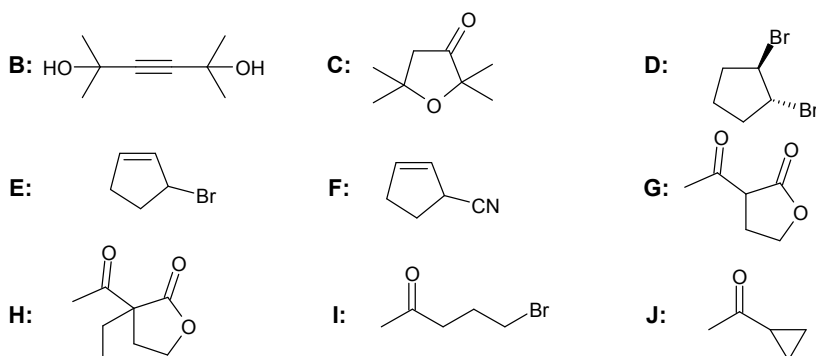
$$n_{0 KCN} = [CN^-] + 4 \cdot [Zn(CN)_4^{2-}] = [CN^-] + 4 \cdot \beta_4 \cdot K_r \cdot [CN^-]^2 = 0,065 \text{ mola}; c_{0 KCN} = \underline{0,65 \text{ mol/dm}^3}$$

### Zadanie 3.

Przykładowe rozwiązanie w skrócie:



### Zadanie 4.



### Zadanie 5.

Bilans obszaru zewnętrznego

Przychód, kmol/h	Rozchód, kmol/h
<b>N<sub>2</sub></b> : 25	<b>N<sub>2</sub></b> : 2,515
<b>H<sub>2</sub></b> : 71	<b>H<sub>2</sub></b> : 3,55
<b>Ar</b> : 4	<b>Ar</b> : 4
	<b>NH<sub>3</sub></b> : 44,97

Bilans reaktora

Przychód, kmol/h	Rozchód, kmol/h
<b>N<sub>2</sub></b> : 25 + 100 y · (2,515/10,065)	<b>N<sub>2</sub></b> : 24,99 + 2,515 z bilansu azotu
<b>H<sub>2</sub></b> : 71 + 100 y · (3,55/10,065)	<b>H<sub>2</sub></b> : (71 + 100 y · 3,55/10,065) (1 - x) z definicji x
<b>Ar</b> : 4 + 100 y · (4/10,065)	<b>Ar</b> : 4 + 100 y · (4/10,065)
	<b>NH<sub>3</sub></b> : 44,97

Bilans wodoru

$$2 \cdot 71 + 100 y \cdot (3,55/10,065) = 2 \cdot (71 + 100 y \cdot 3,55/10,065) (1 - x) + 3 \cdot 44,97$$

Stąd:

$$y = \frac{134,91 - 142x}{70,54x} = 1,91/x - 2,01$$