



WYDZIAŁ CHEMICZNY POLITECHNIKI  
WARSZAWSKIEJ  
XXVIII Konkurs Chemiczny  
Etap II



Warszawa, 15 marca 2013

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

**Zadanie 1.**

1000 cm<sup>3</sup> wody i 60 cm<sup>3</sup> benzenu wytrząsano do stanu równowagi:

- a) z pewną ilością aniliny (B)
- b) z 99,69 milimolami chlorowodoru aniliny (BHCl)

- a) w fazie wodnej rozpuściło się 135,1 mg B, a z 50cm<sup>3</sup> fazy benzenowej – po wprowadzeniu suchego HCl – otrzymano 98,6 mg BHCl
- b) z 50cm<sup>3</sup> fazy benzenowej otrzymano 80,6 mg BHCl.

Oblicz:

- (i) współczynnik podziału aniliny między benzen i wodę
- (ii)  $K_{a_{BH^+}}$
- (iii) pH fazy wodnej

$$M_B = 93,13 \text{ g/mol} \quad M_{BHCl} = 129,59 \text{ g/mol}$$

**Zadanie 2.**

- a) W temperaturze 15°C SEM ogniwa:



wynosi 0,455 V

- b) Standardowe potencjały elektrod w temperaturze 25°C wynoszą:

$$E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = +0,799 \text{ V} \quad E^\circ_{\text{Cl}^-/\text{AgCl}, \text{Ag}} = +0,222 \text{ V}$$

Oblicz iloczyny rozpuszczalności oraz rozpuszczalność AgCl w obu temperaturach.

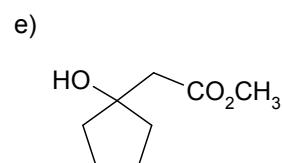
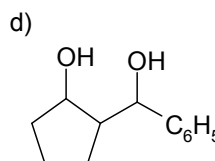
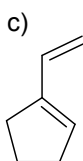
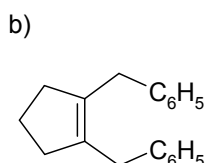
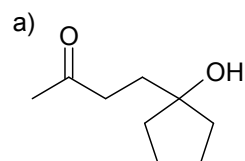
$$R = 8,3145 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{AgCl}} = 143,32 \text{ g/mol}$$

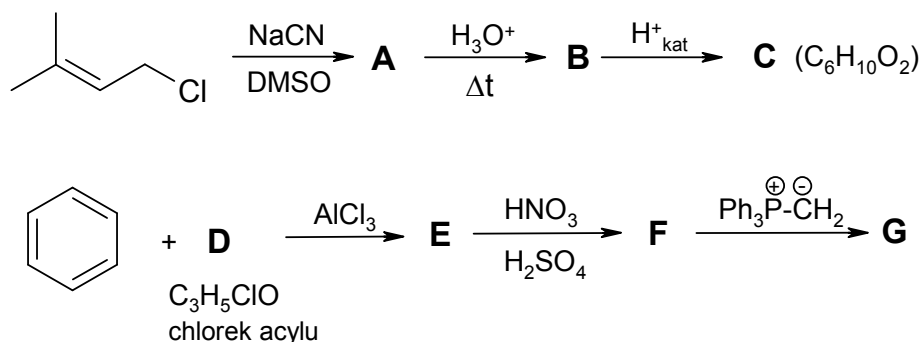
**Zadanie 3.**

Dysponując: cyklopentanonem, kwasem bromooctowym, kwasem benzoowym, chlorkiem benzylu, 1,2-dibromoetanem, 4-bromobutan-2-onem, metanolem oraz dowolnymi reagentami nieorganicznymi zaproponuj syntezy:



**Zadanie 4.**

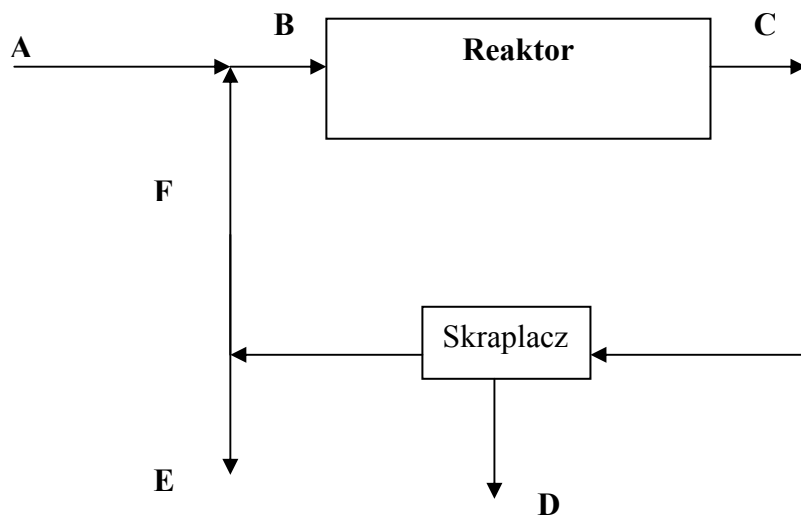
Podaj wzory związków A – G

**Zadanie 5.**

W instalacji przedstawionej na rysunku produkuje się metanol. Gazy zawierające 70% wodoru, 29% tlenku węgla i 1% argonu wprowadzane są do instalacji ze strumieniem A. Metanol, po skropleniu, odprowadza się w całości z instalacji ze strumieniem D. Zawartość wodoru w strumieniu gazów resztkowych (strumień E) wynosi 88%.

Przyjmując podstawę bilansu wielkość strumienia  $W_A$  100 kmol/h oblicz sprawność przemiany tlenku węgla w metanol ( $\eta = W_D[\text{CH}_3\text{OH}]/W_A[\text{CO}]$ ) oraz wyznacz zależność

$$z = f(x), \text{ gdzie } z = \frac{W_F}{W_A} \text{ a } x = \frac{W_B[\text{CO}] - W_C[\text{CO}]}{W_B[\text{CO}]}$$



## Rozwiązania:

### Zadanie 1.

$$(i) K_{b/w} = c_{B(b)}/c_{B(w)} = (0,0986 \cdot 93,13)/(129,59 \cdot 0,05 \cdot 0,1351) = 10,49$$

$$(ii) 10,49 = 0,0806/(129 \cdot 0,05 \cdot c_{B(w)}) \Rightarrow c_{B(w)} = 1,186 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 (= n_{B(w)})$$

$$BH^+ + H_2O = H_3O^+ + B; \quad K_a = ([H_3O^+] \cdot [B])/([c_{0_{BHCl}} - [H_3O^+]])$$

$$n_{H_3O^+} = n_{B(w)} + n_{B(b)}$$

$$n_{B(b)} = (0,0806 \cdot 0,06)/(129,59 \cdot 0,05) = 7,464 \cdot 10^{-4} \text{ mola}$$

$$K_a = (1,932 \cdot 10^{-3} \cdot 1,186 \cdot 10^{-3})/(0,09969 - 0,001932) = 2,34 \cdot 10^{-5}$$

$$(iii) pH = -\log(1,932 \cdot 10^{-3}) = 2,71$$

### Zadanie 2.

$$a) E^{\circ}_{Cl^-/AgCl, Ag} = E^{\circ}_{Ag^+/Ag} + (RT/F) \ln K_r$$

$$SEM = (RT/F) \ln [Ag^+] \cdot [Cl^-] - (RT/F) \ln K_r$$

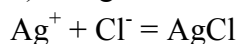
$$2,303 \cdot (RT/F) \log \dots = 0,0572 \log \dots$$

$$\log K_r = \log(0,1 \cdot 0,1) - (0,455/0,0572) = -9,9(54)$$

$$K_r = 1,11 \cdot 10^{-10}$$

$$r = 1,0537 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 = 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ g/dm}^3$$

b) W ogniwie zachodzi reakcja:



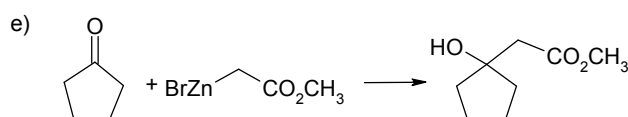
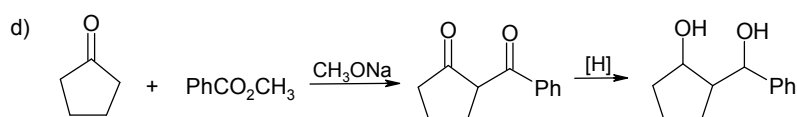
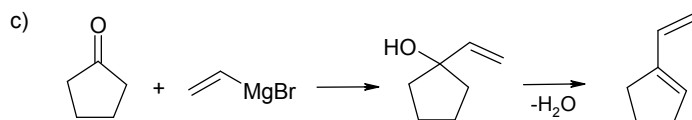
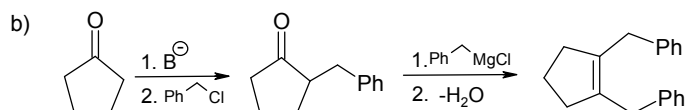
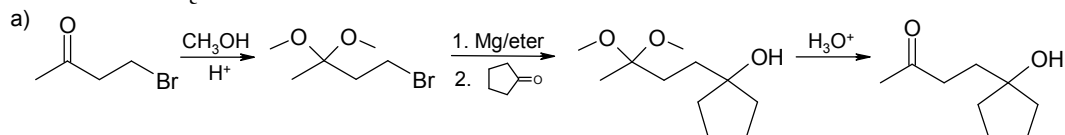
$$RT \ln K = FE^0 \quad RT \ln K_r = -FE^0$$

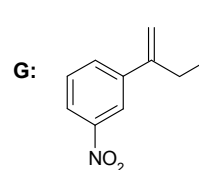
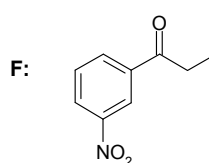
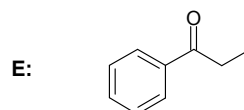
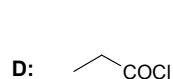
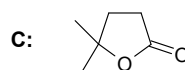
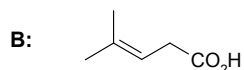
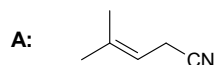
$$\log K_r = -(0,577/0,059); \quad K_r = 1,66 \cdot 10^{-10}$$

$$r = 1,2884 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 = 1,847 \cdot 10^{-3} \text{ g/dm}^3$$

### Zadanie 3.

Przykładowe rozwiązania w skrócie:



**Zadanie 4.****Zadanie 5.**

Bilans obszaru zewnętrznego

| P, kmol/h      |    | R, kmol/h          |                         | Ułamek molowy składnika w str. E |
|----------------|----|--------------------|-------------------------|----------------------------------|
| H <sub>2</sub> | 70 | H <sub>2</sub>     | 70- 58η (z bil. wodoru) | 88                               |
| CO             | 29 | CO                 | 29 (1-η) (z bil. węgla) | 5,6                              |
| Ar             | 1  | Ar                 | 1                       | 6,4                              |
|                |    | CH <sub>3</sub> OH | 29η (z def. η)          | -                                |

Z informacji, że ułamek molowy wodoru w strumieniu E wynosi 0,88 wynika:

$$(70-58\eta)/(100-87\eta) = 0,88 \text{ z tego równanie } \eta = 97\%$$

Bilans reaktora (wystarczy węgla)

| P, kmol/h |                   | R, kmol/h          |                           |
|-----------|-------------------|--------------------|---------------------------|
| CO        | 29 + 100z · 0,056 | CO                 | (29 + 5,6z)(1-x) z def. x |
|           |                   | CH <sub>3</sub> OH | 28,13                     |

Z bilansu węgla

$$29 + 100z \cdot 0,056 = (29 + 5,6z)(1-x) + 28,13$$

$$\text{Odp. } z = (28,13 - 29x)/5,6x$$