



## XXI Konkurs Chemiczny — II etap



Warszawa, 10 marca 2006

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

### Zadanie 1

W 200 cm<sup>3</sup> wody rozpuszczono 2,69 dm<sup>3</sup> gazowego amoniaku (warunki normalne) i zmieszano z 300 cm<sup>3</sup> roztworu zawierającego 3,4167 g metyloaminy. Otrzymany roztwór rozcieńczono do objętości 1 dm<sup>3</sup>. W roztworze znajduje się 0,1063 g jonów wodorotlenowych pochodzących z reakcji metyloaminy z wodą. Oblicz stałą równowagi tej reakcji oraz pH roztworu.

$$pK_{\text{NH}_3 \text{ aq}} = 4,8$$

$$\text{masy atomowe: C – 12; O – 16; N – 14; H – 1}$$

### Zadanie 2

Jakie powinny być wartości pH roztworu zawierającego 0,01 mola kwasu szczawowego i 0,001 mola jonów Sr<sup>2+</sup> w jednym dm<sup>3</sup>, aby:

- zaczął wytrącać się szczawian strontu,
- uzyskać całkowite strącenie strontu (tzn., aby stężenie jonów Sr<sup>2+</sup> zmalało do 10<sup>-5</sup> mol/dm<sup>3</sup>)

$$pK_{\text{r SrC}_2\text{O}_4} = 7,3$$

$$pK_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 1,3$$

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

### Zadanie 3

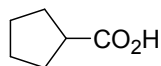
W reakcji aldehydu izomasłowego z formaldehydem, prowadzonej wobec wodnego roztworu NaOH powstaje produkt o wzorze sumarycznym C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>. Jaki to produkt i jak on powstaje?

#### Zadanie 4

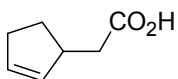
Dysponując cyklopentanonem, mrówczanem etylu, bromoetanem, benzenem, 1,4-dibromobutanem, malonianem dietylu oraz dowolnymi odczynnikami nieorganicznymi zaproponuj syntezę związków (a)–(e):

(a) pent-2-en

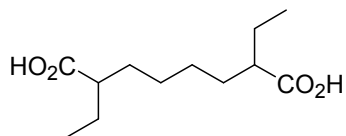
(b) cyklopentylobenzen



(c)



(d)



(e)

#### Zadanie 5

Synteza metanolu przebiega zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku, z wydajnością  $\eta = 0,95$

( $\eta = \frac{W_B[\text{CH}_3\text{OH}]}{W_A[\text{CO}]}$ ). Gaz do syntezy (strumień A) zawiera 70% wodoru, 28% CO i 2% azotu. Przed reaktorem

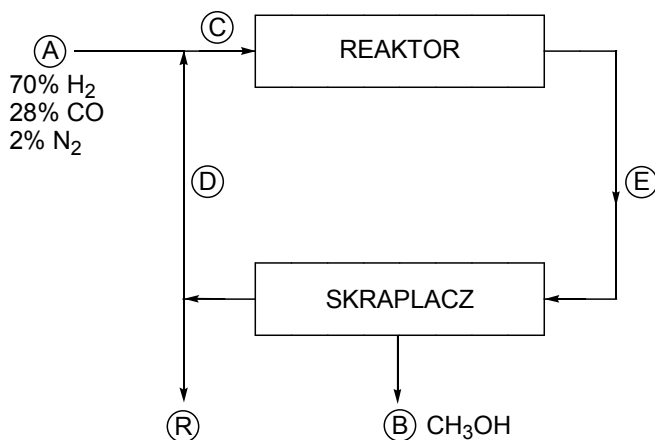
strumień A miesza się z gazem obiegowym (strumień D). Stopień przemiany CO w reaktorze wynosi X

( $X = \frac{W_C[\text{CO}] - W_E[\text{CO}]}{W_C[\text{CO}]}$ ). Gazy po reakcji przechodzą przez skraplacz, gdzie następuje całkowite wykroplenie

metanolu (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 z, wyznacz

zależność  $z = f(X)$ . Jako podstawę bilansu przyjmij wielkość strumienia  $W_A = 100 \text{ kmol/h}$ .



## Rozwiązania zadań II etapu XXI Konkursu Chemicznego

**Zadanie 1**

$$[\text{NH}_3] = c_1 - x_1$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = c_2 - x_2$$

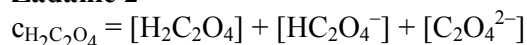
$$K_{\text{NH}_3} = \frac{x_1(x_1 + x_2)}{c_1 - x_1}$$

$$K_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = \frac{x_2(x_1 + x_2)}{c_2 - x_2}$$

$$x_1 = 0,298 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$K_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = 3,94 \cdot 10^{-4}$$

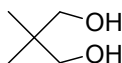
$$\text{pH} = 11,82$$

**Zadanie 2**

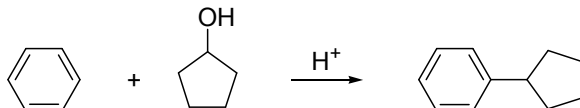
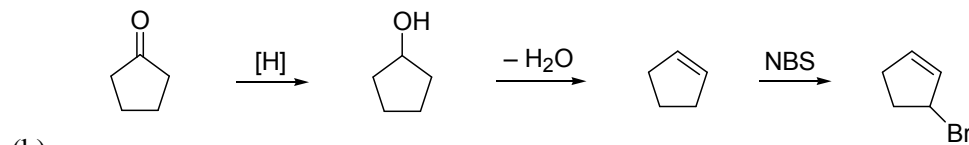
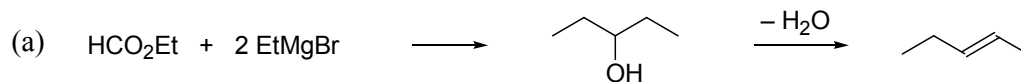
$$c_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = \frac{K_{\text{SrC}_2\text{O}_4}}{[\text{Sr}^{2+}]} \left( \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} \cdot K_{\text{HC}_2\text{O}_4^-}} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{\text{HC}_2\text{O}_4^-}} + 1 \right)$$

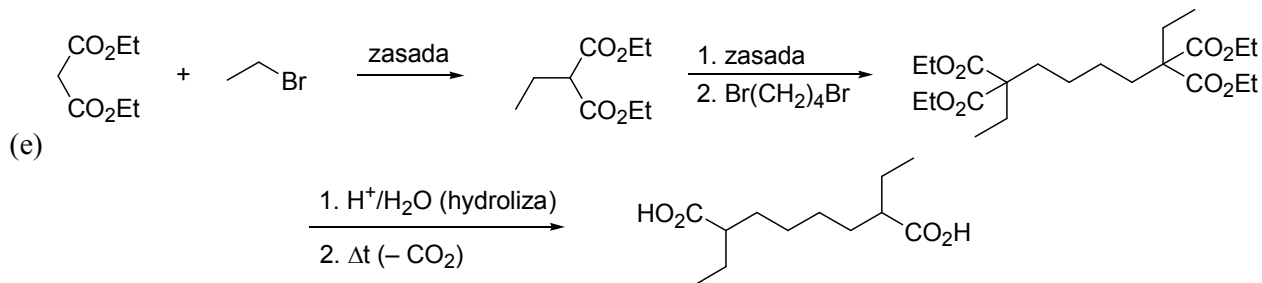
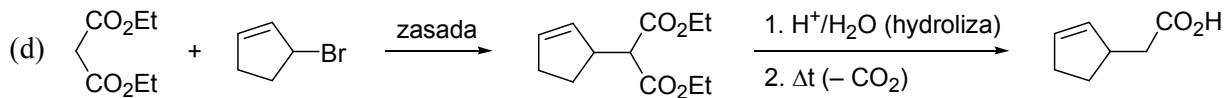
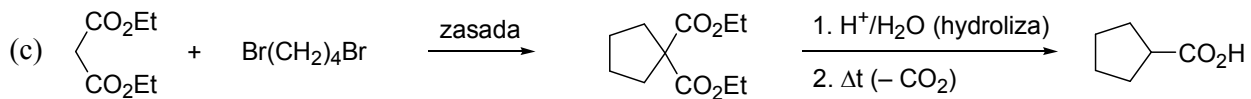
(a)  $\text{pH} = 2,07$

(b)  $\text{pH} = 4,30$

**Zadanie 3**

Reakcja aldolowa karboanionu aldehydu izomasłowego z formaldehydem i następująca po niej krzyżowa reakcja Cannizzaro.

**Zadanie 4** (przykładowe rozwiązania w skrócie)



(odwrotna kolejność alkilowania jest błędem – powstanie głównie produkt cykliczny)

### Zadanie 5

bilans obszaru zewnętrznego

Przychód, kmol/h

H<sub>2</sub> – 70

CO – 28

N<sub>2</sub> – 2

Rozchód, kmol/h

CH<sub>3</sub>OH – 28 · η = 28 · 0,95 = 26,6 (z def. η)

H<sub>2</sub> – 16,8 (z bilansu H)

W<sub>R</sub> CO – 1,4 (z bilansu C)

N<sub>2</sub> – 2

bilans reaktora

Przychód, kmol/h

N<sub>2</sub> – 2 + 100z · 2/20,2

H<sub>2</sub> – 70 + 100z · 16,8/20,2

CO – 28 + 100z · 1,4/20,2

Rozchód, kmol/h

CH<sub>3</sub>OH – 26,6

N<sub>2</sub> – 2 + 100z · 2/20,2

H<sub>2</sub> – 70 + 100z · 16,8/20,2 – 53,2 (z bilansu H)

CO – (20 + 100z · 1,4/20,2)(1 – X) (z def. X)

W<sub>R</sub> = 20,2 kmol/h

W<sub>D</sub> = 100z (z def.)

bilans tlenu

28 + 100z · 0,069 = 26,6 + (28 + 100z · 0,069)(1 – X)

z = (26,6 – 28X) / 6,9X