



## XVIII Konkurs Chemiczny — II etap



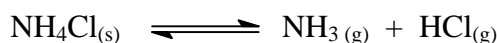
Warszawa, 21 marca 2003

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

### Zadanie 1

W stanie równowagi, w temperaturze 613 K, ciśnienie gazów nad stałym chlorkiem amonu,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , wynosi  $1,0466 \cdot 10^5$  Pa, a nad stałym jodkiem amonu,  $\text{NH}_4\text{I}$  –  $1,880 \cdot 10^4$  Pa.

W kolbie o pojemności  $2 \text{ dm}^3$  umieszczono 5 g chlorku amonu i 5 g jodku amonu, usunięto powietrze, zatopiono i ogrzano do temperatury 613 K. Sole uległy dysocjacji termicznej, ustaliły się równowagi reakcji:



Oblicz:

- ciśnienie panujące w kolbie,
- ile procent wagowych każdej z soli uległo dysocjacji.

ciśnienie standardowe  $p_0 = 1,0133 \cdot 10^5$  Pa

stała gazowa  $R = 8,3143 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$M_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 53,49 \text{ g/mol}$ ;  $M_{\text{NH}_4\text{I}} = 144,94 \text{ g/mol}$

### Zadanie 2

$300 \text{ cm}^3$  wodnego roztworu chlorku metalu na trzecim stopniu utlenienia poddano elektrolizie prądem o natężeniu 0,5 A. Elektrody były platynowe. Na anodzie wydzielono  $672 \text{ cm}^3$  chloru (w przeliczeniu na warunki normalne).

Po zakończeniu elektrolizy pobrano  $100 \text{ cm}^3$  roztworu i zadano nadmiarem azotanu srebra,  $\text{AgNO}_3$ . Strącony osad odsączono, przemyto  $500 \text{ cm}^3$  wody i wysuszono. Masa osadu wynosiła 5,7328 g.

Oblicz:

- czas trwania elektrolizy,
- liczbę moli wydzielonego na katodzie metalu,
- wyjściowe stężenie elektrolitu,
- straty podczas przemywania osadu chlorku srebra w procentach wagowych.

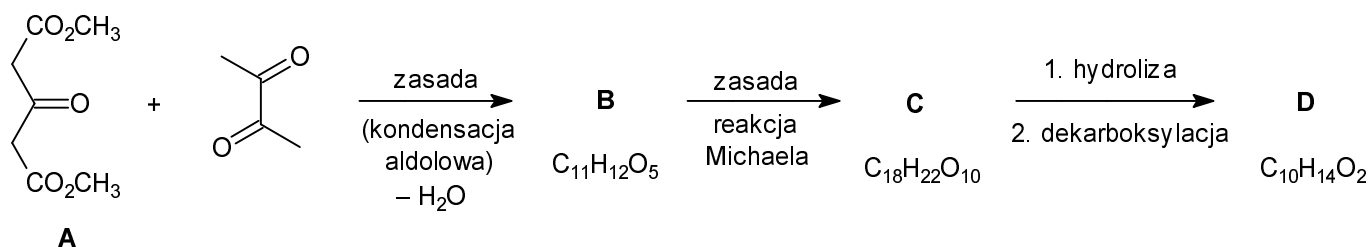
Stała Faradaya: 96500 C;  $M_{\text{AgCl}} = 143,32 \text{ g/mol}$ ; Iloczyn rozpuszczalności  $\text{AgCl}$ :  $1,58 \cdot 10^{-10}$ .

### Zadanie 3

Narysuj jak najwięcej wzorów nasyconych cyklicznych achiralnych węglowodorów o wzorze sumarycznym  $C_5H_8$  (my wymyśliłymi pięć).

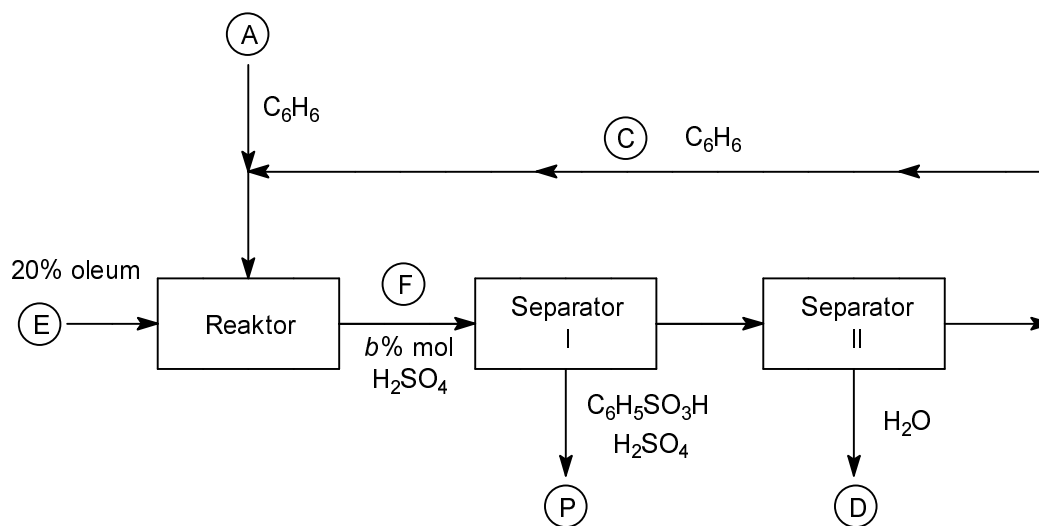
### Zadanie 4

W reakcji butano-2,3-dionu z 3-oksopentanodionianem dimetylu **A** (użytymi w proporcji molowej 1 : 2) prowadzonej wobec nadmiaru zasady, po hydrolizie i dekarboksylacji powstaje bicykliczny diketon **D**, nie zawierający żadnych innych grup funkcyjnych. Powyższy proces biegnie poprzez etapy: kondensacji aldolowej (zachodzącej z odwodnieniem) z utworzeniem **B** i reakcji Michaela z utworzeniem **C**. Podaj wzory **B**, **C**, **D**.



### Zadanie 5

Kwas benzenosulfonowy otrzymuje się przez sulfonowanie benzenu metodą ciągłą.



Do reaktora wprowadza się benzen (strumień  $W_A$  i strumień  $W_C$ ) i oleum 20% ( $G_E$ ). W separatorze I oddziela się otrzymany kwas benzenosulfonowy i  $H_2SO_4$  (strumień  $P$ ). Stosunek molowy kwasu siarkowego do kwasu benzenosulfonowego w strumieniu  $P$  wynosi  $n$  ( $W_P[H_2SO_4] / W_P[C_6H_5SO_3H] = n$ ). Benzen po oddzieleniu wody w separatorze II zawraca się do reaktora (strumień  $W_C$ ). Przyjmując, że stosunek natężenia strumieni  $W_C / W_A = z$  wyznacz zależność procentu molowego kwasu siarkowego w strumieniu  $F$  od  $z$  i  $n$  [ $b = f(z, n)$ ]. Za podstawę obliczeń przyjmij 1 mol/s strumienia benzenu ( $W_A = 1 \text{ mol/s}$ ).

## Rozwiązania zadań II etapu XVIII Konkursu Chemicznego

### Zadanie 1

$$K_p = (1 p / 2 p_0)^2$$

$$p_{\text{NH}_3} = p_{\text{HCl}} + p_{\text{HI}}$$

$$p_{\text{C}} = 2 p_{\text{NH}_3}$$

$$p_{\text{HCl}} = K_{p1} \cdot p_0^2 / p_{\text{NH}_3}$$

$$p_{\text{HI}} = K_{p2} \cdot p_0^2 / p_{\text{NH}_3}$$

$$p_{\text{NH}_3} = p_0 \cdot \sqrt{K_{p1} + K_{p2}}$$

$$\begin{array}{lll} \text{(a)} \quad p_{\text{NH}_3} = 5,317 \cdot 10^4 \text{ Pa} & p_{\text{HCl}} = 5,1503 \cdot 10^4 \text{ Pa} & p_{\text{HI}} = 1,662 \cdot 10^3 \text{ Pa} \\ & p_{\text{C}} = 1,0634 \cdot 10^5 \text{ Pa} & K_{p1} = 0,2667 \\ & & K_{p2} = 8,606 \cdot 10^{-3} \end{array}$$

$$\text{(b)} \quad n = pV / RT$$

$$n_{\text{HCl}} = 2,021 \cdot 10^{-2} \text{ mola} \quad m_{\text{HCl}} = 1,0810 \text{ g} \quad \%_{\text{wag}} = 21,62$$

$$n_{\text{HI}} = 6,522 \cdot 10^{-4} \text{ mola} \quad m_{\text{HI}} = 0,0945 \text{ g} \quad \%_{\text{wag}} = 1,89$$

### Zadanie 2

$$\text{(a)} \quad t = 11580 \text{ s}$$

$$\text{(b)} \quad n_{\text{Me}} = 0,02 \text{ mola}$$

$$\text{(c)} \quad n_{\text{Cl}_2} = 0,03 \quad n_{\text{AgCl}} = 0,04$$

$$n_{\text{Cl}^-} = 0,03 \cdot 2 + 0,04 \cdot 3 = 0,18$$

$$n_{\text{Me}} = 1/3 \cdot 0,18 = 0,06$$

$$c = 0,06 / 0,3 \text{ mol/dm}^3 = 0,2 \text{ mol/dm}^3$$

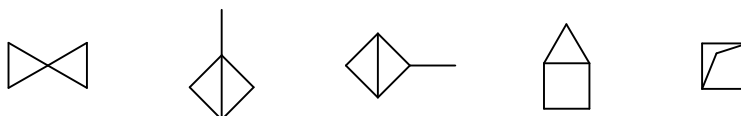
$$\text{(d)} \quad K_r = r^2$$

$$r = \sqrt{1,58 \cdot 10^{-10}} = 1,257 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$m_{\text{AgCl}} = 1/2 \cdot 1,257 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 143,32 \text{ g/mol} = 90,075 \cdot 10^{-5} \text{ g}$$

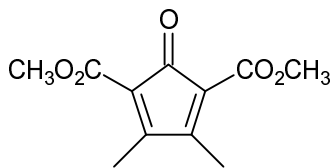
$$\text{Straty: } 90,075 \cdot 10^{-5} / 5,7328 = 1,57 \cdot 10^{-2} \%_{\text{wag}}$$

### Zadanie 3

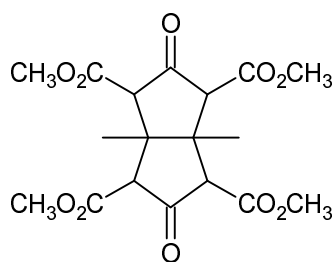


wszystkie mają płaszczyznę symetrii

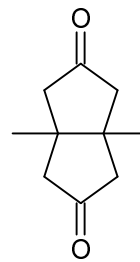
### Zadanie 4



**B**



**C**



**D**

### Zadanie 5

Bilans obszaru zewnętrznego

Przychód, mol/s	Rozchód, mol/s
<b>A:</b> $C_6H_6 = 1$	<b>P:</b> $C_6H_5SO_3H = 1$
<b>E:</b> $H_2SO_4 = 0,8 \cdot G_E / 98$ $SO_3 = 0,2 \cdot G_E / 80$	$H_2SO_4 = n$ (z definicji)
	<b>D:</b> $(0,8 \cdot G_E / 98) - n$ (z bilansu wodoru)

Bilans siarki

$$(0,8 \cdot G_E / 98) + (0,2 \cdot G_E / 80) = 1 + n \quad \Rightarrow \quad G_E = 93,8 (1 + n)$$

Bilans reaktora

Przychód, kmol/h	Rozchód, kmol/h
$C_6H_6 = 1 + z$	$C_6H_5SO_3H = 1$
$H_2SO_4 = 0,77 (1 + n)$	$C_6H_6 = z$
$SO_3 = 0,23 (1 + n)$	$H_2SO_4 = n$
	$H_2O = 0,77 (1 + n) - n$

$$b = n \cdot 100\% / [1 + z + n + 0,77 (1 + n) - n] = n \cdot 100\% / (0,77 n + z + 1,77)$$