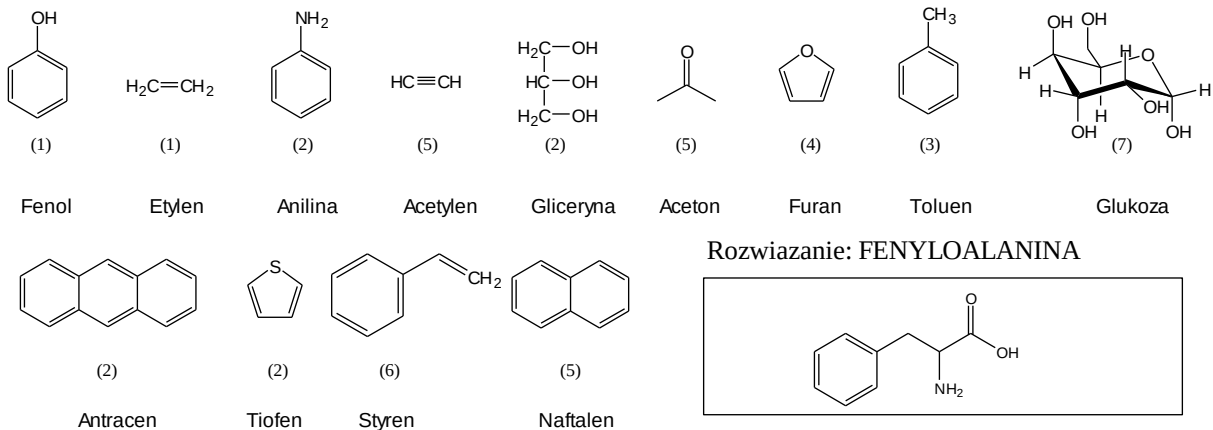


XXIV KONKURS CHEMICZNY POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

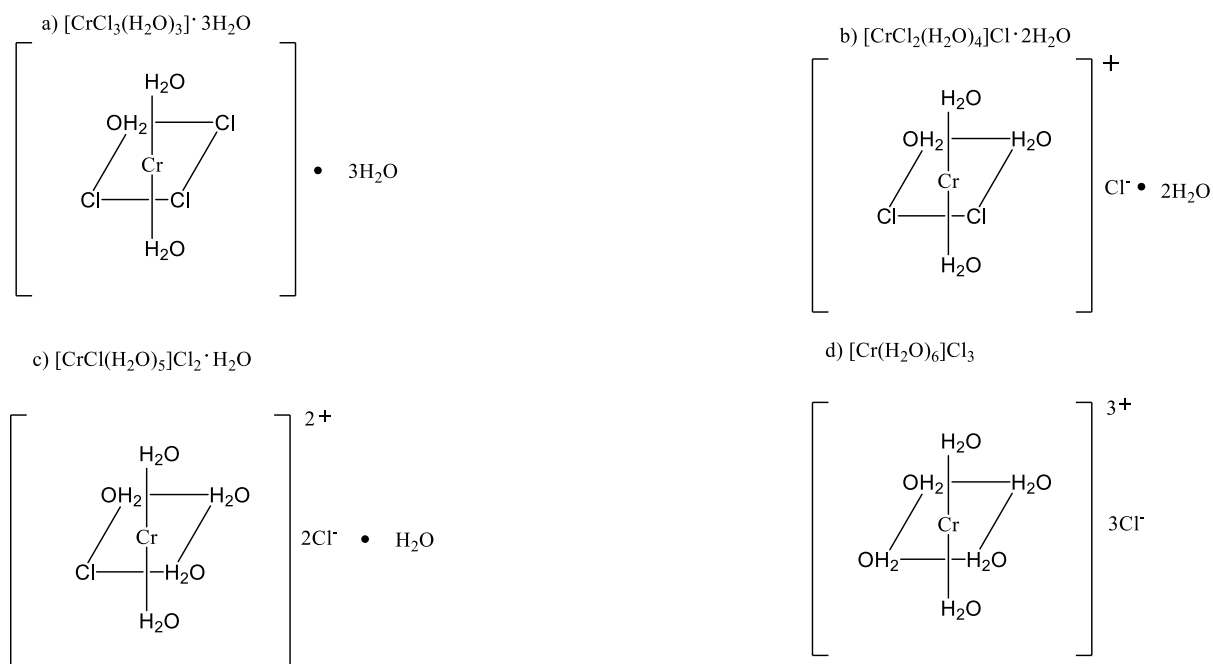
Gliwice, 2016

Rozwiązania zadań I etapu

ZADANIE 1



ZADANIE 2



(możliwe są także stereoizomery a i b)

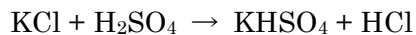
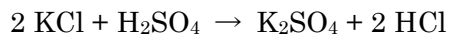
ZADANIE 3

a = H₂S; **b** = SO₂; **c** = SO₃; **d** = H₂SO₄; **e** = S.

(współczynniki stechiometryczne dopuszczalne całkowite i ułamkowe)

ZADANIE 4

Zachodzą dwie niezależne reakcje:



Masy molowe reagentów wynoszą:

$$M_{\text{KCl}} = 74,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}; \quad M_{\text{K}_2\text{SO}_4} = 174 \frac{\text{g}}{\text{mol}}; \quad M_{\text{KHSO}_4} = 136 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Układ równań uwzględniający bilans masy końcowej i bilans liczby moli potasu (n_K):

$$m_z = a \cdot M_{\text{K}_2\text{SO}_4} + b \cdot M_{\text{KHSO}_4}$$

$$n_K = \frac{m_0}{M_{\text{KCl}}} = 2a + b$$

Gdzie $m_z = 16,125\text{g}$, $m_0 = 10\text{g}$, a oznacza liczbę moli K_2SO_4 natomiast b oznacza liczbę moli KHSO_4 , zatem rozwiązując układ równań:

$$b = \frac{m_0}{M_{\text{KCl}}} - 2a$$

$$m_z = a \cdot M_{\text{K}_2\text{SO}_4} + \left(\frac{m_0}{M_{\text{KCl}}} - 2a \right) \cdot M_{\text{KHSO}_4}$$

Obliczając a z ostatniego równania:

$$a = \frac{m_z - \frac{m_0 \cdot M_{\text{KHSO}_4}}{M_{\text{KCl}}}}{M_{\text{K}_2\text{SO}_4} - 2M_{\text{KHSO}_4}}$$

Podstawiając wartości liczbowe:

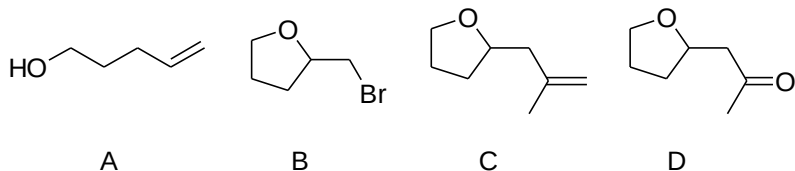
Liczba moli K_2SO_4 wynosi: $a = 0,0217 \text{ mol}$

Liczba moli KHSO_4 wynosi: $b = 0,0908 \text{ mol}$

Ułamki molowe wynoszą odpowiednio:

$$X_{K_2SO_4} = \frac{a}{a+b} = 0,193; \quad X_{KHSO_4} = \frac{b}{a+b} = 0,806$$

ZADANIE 5

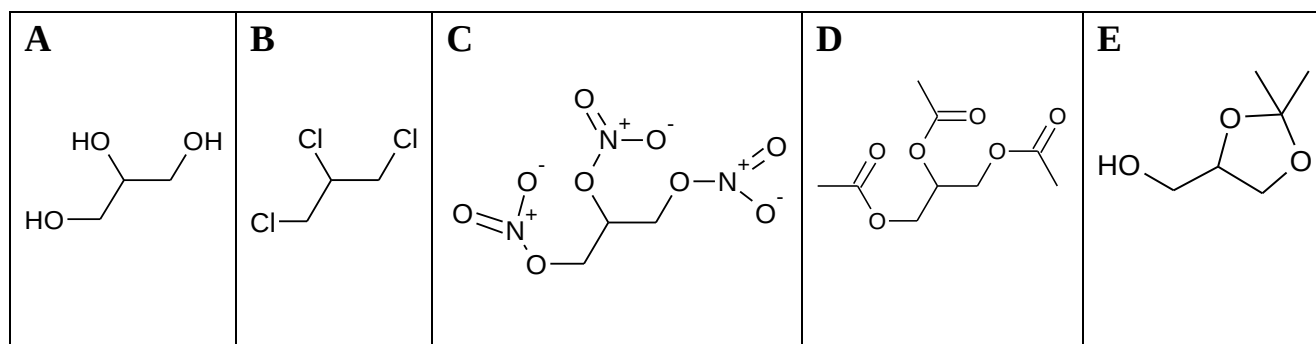


ZADANIE 6

	Składnik:	Natężenia przepływu strumieni i składników [kg/h]				
		1	2	3	4	5
X	benzen	218,708	217,626	1,082	1,082	0
Y	toluen	377,774	1,888	375,886	373,996	1,890
Z	<i>p</i> -ksylen	329,118	0	329,118	1,671	327,447
SUMA:		925,6	219,514	706,086	376,749	329,337

Uzasadnienie: Zgodnie z treścią zadania składnik X jest najbardziej lotny, czyli opierając się na temperaturze wrzenia będzie to benzen. W strumieniu 2 znajdują się tylko 2 składniki – składnik X (czyli benzen) oraz w niewielkiej ilości składnik Y. W związku z tym cały składnik Z znajduje się w strumieniu 3, zatem składnikiem tym musi być najmniej lotny *p*-ksylen, zaś Y to toluen. Natężenia przepływu liczymy opierając się na zasadzie zachowania masy.

ZADANIE 7



ZADANIE 8

Sprawdzenie poprawności wzoru:

$$x_1 = 0; x_2 = 1 : \sqrt{V} = (0-1)(0 \cdot \sqrt{V_1} - 1 \cdot \sqrt{V_2}) + 4 \cdot 0 \cdot 1 \sqrt{V_{12}} = (-1)(-1 \cdot \sqrt{V_2}) = \sqrt{V_2} \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$x_1 = 1; x_2 = 0 : \sqrt{V} = (1-0)(1 \cdot \sqrt{V_1} - 0 \cdot \sqrt{V_2}) + 4 \cdot 1 \cdot 0 \sqrt{V_{12}} = (1)(1 \cdot \sqrt{V_1}) = \sqrt{V_1} \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$x_1 = 0,5; x_2 = 0,5 : \begin{aligned} \sqrt{V} &= (0,5-0,5)(0,5 \cdot \sqrt{V_1} - 0,5 \cdot \sqrt{V_2}) + 4 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \sqrt{V_{12}} = \\ &= (0)(0,5 \cdot \sqrt{V_1} - 0,5 \cdot \sqrt{V_2}) + 1 \cdot \sqrt{V_{12}} = \sqrt{V_{12}} \end{aligned} \quad (1 \text{ p.})$$

Objętości molowe etanolu, wody i roztworu 1:1 molowo:

$$V_1 = M_1/d_1 = 46,07 \text{ g/mol} / 0,7893 \text{ g/cm}^3 = 58,37 \text{ cm}^3/\text{mol} \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$V_2 = M_2/d_2 = 18,02 \text{ g/mol} / 0,9982 \text{ g/cm}^3 = 18,05 \text{ cm}^3/\text{mol} \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$V_{12} = (0,5M_1 + 0,5M_2)/d_{12} = (0,5 \cdot 46,07 + 0,5 \cdot 18,02) \text{ g/mol} / 0,8633 \text{ g/cm}^3 = 37,12 \text{ cm}^3/\text{mol} \quad (1 \text{ p.})$$

Roztwór powstały ze zmieszania 500 cm³ wody i 500 cm³ etanolu

Liczby moli składników:

$$\text{etanol } n_1 = v_1 d_1 / M_1 = 500 \text{ cm}^3 \cdot 0,7893 \text{ g/cm}^3 / (46,07 \text{ g/mol}) = 8,566 \text{ moli}$$

$$\text{albo } n_1 = v_1 / V_1 = 500 \text{ cm}^3 / (58,37 \text{ cm}^3/\text{mol}) = 8,566 \text{ moli} \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\text{woda } n_2 = v_2 d_2 / M_2 = 500 \text{ cm}^3 \cdot 0,9982 \text{ g/cm}^3 / (18,02 \text{ g/mol}) = 27,70 \text{ moli}$$

$$\text{albo } n_2 = v_2 / V_2 = 500 \text{ cm}^3 / (18,05 \text{ cm}^3/\text{mol}) = 27,70 \text{ moli} \quad (0,5 \text{ p.})$$

Ułamki molowe:

$$\text{etanol } x_1 = n_1 / (n_1 + n_2) = 8,566 / (8,566 + 27,70) = 0,2362$$

$$\text{woda } x_2 = 1 - x_1 = 1 - 0,2362 = 0,7638$$

(1 p.)

Objętość molowa tego roztworu wg wzoru

$$\begin{aligned} \sqrt{V} &= (x_1 - x_2)(x_1 \sqrt{V_1} - x_2 \sqrt{V_2}) + 4x_1 x_2 \sqrt{V_{12}} = \\ &= (0,2362 - 0,7638)(0,2362 \sqrt{58,37} - 0,7638 \sqrt{18,05}) + 4 \cdot 0,2362 \cdot 0,7638 \sqrt{37,12} = \\ &= -0,5276(1,8046 - 3,2450) + 4,3967 = 5,1566 \end{aligned}$$

$$V = 26,59 \text{ cm}^3/\text{mol} \quad (2 \text{ p.})$$

I wariant rozwiązania:

Średnia masa molowa roztworu:

$$M_{\text{sr}} = x_1 M_1 + x_2 M_2 = 0,2362 \cdot 46,07 \text{ g/mol} + 0,7638 \cdot 18,02 \text{ g/mol} = 24,65 \text{ g/mol} \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\text{Gęstość roztworu } d = M_{\text{sr}} / V = 24,65 \text{ g/mol} / (26,59 \text{ cm}^3/\text{mol}) = 0,9270 \text{ g/cm}^3 \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\text{Masa roztworu } m = v_1 d_1 + v_2 d_2 = 500 \text{ cm}^3 \cdot 0,7893 \text{ g/cm}^3 + 500 \text{ cm}^3 \cdot 0,9982 \text{ g/cm}^3 = 893,75 \text{ g} \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\text{Objętość roztworu } v = m/d = 893,75 \text{ g} / (0,9270 \text{ g/cm}^3) = 964,1 \text{ cm}^3 \quad (0,5 \text{ p.})$$

II wariant rozwiązania:

$$\text{Łączna liczba moli składników roztworu: } n = 8,566 + 27,697 = 36,263 \text{ moli} \quad (1 \text{ p.})$$

Objętość roztworu: $v = nV = 36,263 \text{ moli} \cdot 26,59 \text{ cm}^3/\text{mol} = 964,2 \text{ cm}^3$

(1 p.)

Odpowiedź: 964 cm³.

ZADANIE 9

Masa człowieka 60 kg

Masa mięsa z ości 300 g

Masa ości $300 \text{ g} \cdot 0,085 = 25,5 \text{ g}$

Masa mięsa $300 \text{ g} - 25,5 \text{ g} = 274,5 \text{ g}$

Masa mięsa (sucha) $274,5 \text{ g} \cdot 0,29 = 79,605 \text{ g}$

Trzy porcje mięsa (masa sucha) $79,605 \text{ g} \cdot 3 = 238,815 \text{ g}$

Zawartość rtęci w mięsie (w przeliczeniu na suchą masę) $0,951 \text{ mg/kg} = 0,951 \text{ } \mu\text{g/g}$

PTWI = $4 \text{ } \mu\text{g/kg}$

Osoba ważąca 60 kg może spożyć tygodniowo $4 \text{ } \mu\text{g/kg} \cdot 60 \text{ kg} = 240 \text{ } \mu\text{g}$ rtęci

W trzech porcjach mięsa z merlina znajduje się $0,951 \text{ } \mu\text{g/g} \cdot 238,815 \text{ g} = 227,11 \text{ } \mu\text{g}$ rtęci

Odp. Ilość rtęci spożyta z mięsem merlina nie przekroczy PTWI, można więc bezpiecznie spożyć rybę

ZADANIE 10

Możliwe odpowiedzi:

CNT-OH; gr. hydroksylowa

CNT-COOH; karboksylowa

CNT-COOR; estrowa, R=alkil, aryl

CNT-CONH₂; amidowa I-rzędowa, i wyższe rzędy dla CNT-CONHR etc.

CNT-NH₂; aminowa I-rzędowa, i wyższe rzędy

CNT-X; halogenowa, X=F, Cl, Br, I

CNT>N-R; azirydynowa, R=alkil

(CNT = nanorurka węglowa)

Jest to funkcjonalizacja kowalencyjna egzohedralna (wystarczyło podać jedną z nazw).