

# Finał XXVIII Edycji Ogólnopolskiego Konkursu Chemicznego

## Wygraj Indeks

### Zadanie 1

Pewną ilość karbidu zmieszano z wodą. Po reakcji, powstały acetylen został spalony. W wyniku tej reakcji zebrano  $40,0 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$  pod ciśnieniem  $1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  w temperaturze  $25,0^\circ\text{C}$ . Oblicz masę karbidu użytego w tej reakcji, zakładając jej całkowity przebieg. Oblicz masę tlenu (w gramach), jaki został wykorzystany przy spalaniu acetylenu.

$$\begin{aligned}\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} &\rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \\ 2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 &\rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \\ n_{\text{CO}_2} &= \frac{pV}{RT} = \frac{1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 40,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{Pa m}^3}{\text{mol K}} \cdot 298,15 \text{ K}} = 0,0020 \text{ mol} \\ n_{\text{C}_2\text{H}_2} &= \frac{2}{4} n_{\text{CO}_2} = 0,0010 \text{ mol} \\ n_{\text{CaC}_2} &= n_{\text{C}_2\text{H}_2} = 0,0010 \text{ mol} \\ m_{\text{CaC}_2} &= nM = 0,0010 \text{ mol} \cdot 64,098 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,064 \text{ g} \\ n_{\text{O}_2} &= \frac{5}{4} n_{\text{CO}_2} = 0,0025 \text{ mol} \\ m_{\text{O}_2} &= nM = 0,0025 \text{ mol} \cdot 32,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,080 \text{ g}\end{aligned}$$

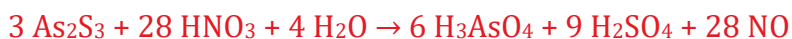
### Zadanie 2

Gazowy amoniak pochłaniano w płuczce zawierającej  $20,0 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu  $0,0500 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ . Nadmiar nieprzereagowanego kwasu odmiareczkowano, zużywając  $15,0 \text{ cm}^3$  roztworu wodorotlenku potasu o stężeniu  $0,100 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ . Oblicz, ile miligramów amoniaku wprowadzono do płuczki.

$$\begin{aligned}2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 &\rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ 2 \text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 &\rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \\ n_{\text{H}_2\text{SO}_4} &= cV = 0,050 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,020 \text{ dm}^3 = 0,0010 \text{ mol} \\ n_{\text{KOH}} &= cV = 0,100 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,015 \text{ dm}^3 = 0,0015 \text{ mol} \\ \Delta n_{\text{H}_2\text{SO}_4} &= n_{\text{H}_2\text{SO}_4} - \frac{1}{2} n_{\text{KOH}} = 0,00025 \text{ mol} \\ n_{\text{NH}_3} &= 2 \Delta n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,00050 \text{ mol} \\ m_{\text{NH}_3} &= nM = 0,00050 \text{ mol} \cdot 17,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,00852 \text{ g} = 8,52 \text{ mg}\end{aligned}$$

### Zadanie 3

Aurypigment to minerał siarczkowy, którego głównym składnikiem jest siarczek arsenu(III). Próbkę aurypigmentu o masie 1,500 g roztworzono na gorąco w nadmiarze 60% kwasu azotowego(V). Produktami reakcji były: kwas arsenowy(V), kwas siarkowy(VI) oraz tlenek azotu(II). Oblicz procentową zawartość siarczku arsenu(III) w aurypigmentie, jeśli w wyniku reakcji wydzielilo się 1,276 dm<sup>3</sup> tlenku azotu(II) (odmierzono w temperaturze 60,0°C i pod ciśnieniem atmosferycznym – 1013,25 hPa).



$$pV = nRT$$

$$n_{\text{NO}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 1,276 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{Pa m}^3}{\text{mol K}} \cdot 333,15 \text{ K}} = 0,04668 \text{ mol}$$

$$n_{\text{As}_2\text{S}_3} = \frac{3}{28} n_{\text{NO}} = 0,00500 \text{ mol}$$

$$m_{\text{As}_2\text{S}_3} = nM = 0,005 \text{ mol} \cdot 246,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1,2302 \text{ g}$$

$$\% \text{As}_2\text{S}_3 = \frac{m_{\text{As}_2\text{S}_3}}{m_{\text{aur}}} = \frac{1,2302 \text{ g}}{1,5000 \text{ g}} = 82,0\%$$

### Zadanie 4

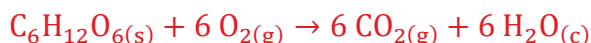
Oblicz entalpię reakcji rozkładu glukozy C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6(s)</sub> na etanol C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH<sub>(c)</sub> i CO<sub>2(g)</sub> w 298 K pod ciśnieniem atmosferycznym wiedząc, że w tych samych warunkach entalpia spalania glukozy C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6(s)</sub> do CO<sub>2(g)</sub> i H<sub>2</sub>O<sub>(c)</sub> wynosi  $-2808,0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ , entalpia tworzenia etanolu C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH<sub>(c)</sub> wynosi  $-277,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ , entalpia spalania węgla C<sub>(s)</sub> do CO<sub>2(g)</sub> wynosi  $-393,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ , a entalpia tworzenia wody H<sub>2</sub>O<sub>(c)</sub> jest równa  $-285,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ .

Potrzebujemy entalpii reakcji:



którą możemy obliczyć znając entalpie tworzenia wszystkich reagentów. Entalpia tworzenia etanolu podana jest w zadaniu, podana jest również entalpia spalania węgla do CO<sub>2(g)</sub>, która jest jednocześnie entalpią tworzenia CO<sub>2(g)</sub>. Jedyną niewiadomą jest więc entalpia tworzenia glukozy.

Znamy entalpię spalania glukozy, które zachodzi według równania:



Entalpię spalania możemy wyrazić jako sumę entalpii tworzenia reagentów w tej reakcji, czyli:

$$\Delta H_{\text{sp}}^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}) = 6\Delta H_{\text{tw}}^\circ(\text{CO}_{2(g)}) + 6\Delta H_{\text{tw}}^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(c)}) - \Delta H_{\text{tw}}^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)})$$

Stąd możemy obliczyć entalpię tworzenia glukozy jako:

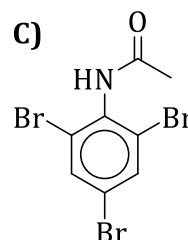
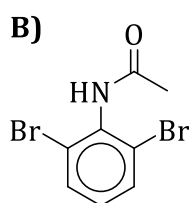
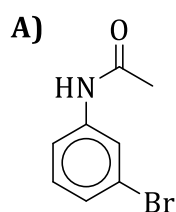
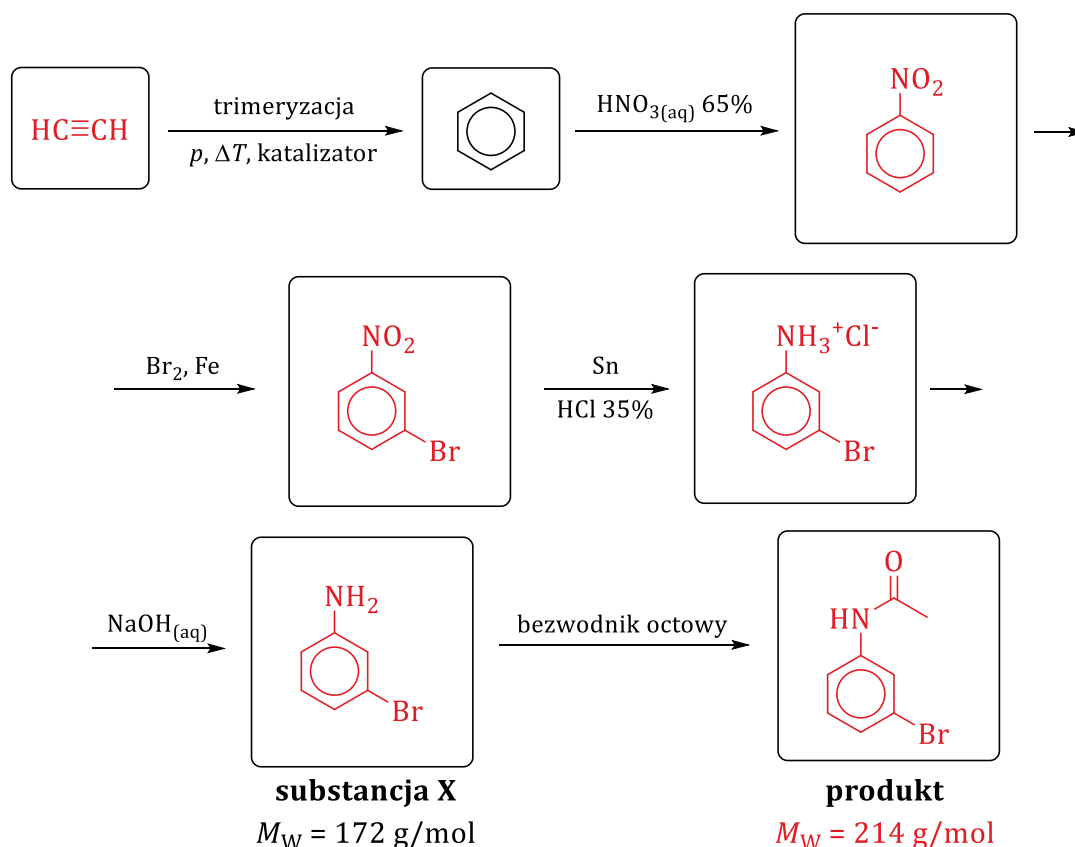
$$\Delta H_{\text{tw}}^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}) = 6\Delta H_{\text{tw}}^\circ(\text{CO}_{2(g)}) + 6\Delta H_{\text{tw}}^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(c)}) - \Delta H_{\text{sp}}^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}) = -1267,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Znając entalpie tworzenia wszystkich reagentów biorących udział w reakcji rozkładu glukozy do etanolu i CO<sub>2</sub>, możemy policzyć entalpię tej reakcji jako:

$$\Delta H_{\text{rea}}^\circ = 2\Delta H_{\text{tw}}^\circ(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(c)}) + 2\Delta H_{\text{tw}}^\circ(\text{CO}_{2(g)}) - \Delta H_{\text{tw}}^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}) = -74,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

## Zadanie 5

Uzupełnij poniższy schemat podając struktury związków pośrednich. Produktem końcowym jest jeden z wymienionych poniżej związków (A, B lub C):



Podaj typ reakcji oraz określ mechanizm którym zachodzi drugi etap tej wieloetapowej syntezy:

|                    |                                                 |                                       |                                                   |                                         |                                        |
|--------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Typ reakcji</b> | <input checked="" type="checkbox"/> substytucja | <input type="checkbox"/> addycja      | <input type="checkbox"/> eliminacja               | <input type="checkbox"/> kondensacja    | <input type="checkbox"/> polimeryzacja |
| <b>Mechanizm</b>   | <input type="checkbox"/> rodnikowy              | <input type="checkbox"/> nukleofilowy | <input checked="" type="checkbox"/> elektrofilowy | <input type="checkbox"/> transmetalacja |                                        |

Oblicz, jaką masą **substancji X** należy dysponować, aby otrzymać 126 g **produktu**, jeżeli ostatni etap reakcji zachodzi z wydajnością 76,3%? Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

$$W = \frac{m_r}{m_t} \cdot 100\% = 76,3\%$$

$$m_t = \frac{m_r}{0,763} = \frac{126}{0,763} = 165,14 \text{ g}$$

$$m_x = 165,14 \text{ g} \cdot \frac{172 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{214 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 132,7 \text{ g}$$

## Brudnopis

*Uwaga: Odpowiedzi staraj się zamieścić w wyznaczonych polach. Jeśli chcesz w tym miejscu umieścić rozwiązanie dowolnego zadania, to zaznacz to wyraźnie przy jego numerze na wcześniejszych stronach oraz zaznacz poniżej numer zadania, którego dotyczy odpowiedź.*