

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” 2023/2024 (XVII edycja)

CHEMIA - ETAP III

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów

- Podczas utleniania 1 mola pewnego alkanu, produktami reakcji były tlenek węgla(II) oraz woda w stanie ciekłym, a z układu do otoczenia zostało przekazane 1742,15 kJ energii na sposób ciepła. Wykorzystując powyższe informacje oraz podane poniżej wartości standardowych entalpii różnych reakcji, oblicz ilość atomów węgla w utlenionym węglowodorze.

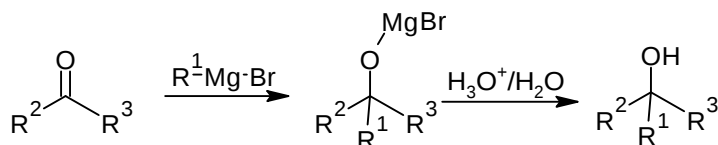
Standardowa entalpia utleniania alkanu do wody w stanie gazowym oraz CO_2
 $\Delta H_1 = -2670,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Standardowa entalpia utleniania metanu do wody w stanie ciekłym oraz CO
 $\Delta H_2 = -607,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

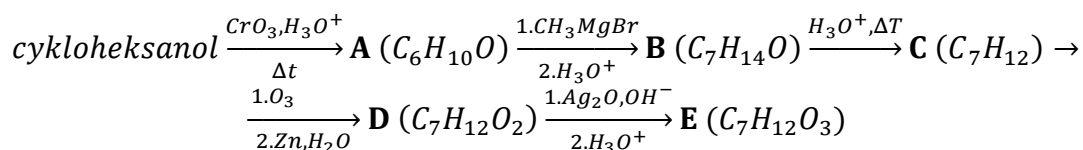
Standardowa entalpia spalania metanu $\Delta H_3 = -890,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Standardowa entalpia parowania wody $\Delta H_4 = 40,65 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- Związki Grignarda są niezwykle reaktywne i ulegają addycji nukleofilowej w zasadzie do każdego związku zawierającego wiązanie podwójne pomiędzy atomem węgla a heteroatomem. Ogólny schemat tej reakcji przedstawiono poniżej:



Wiedząc, że ozonoliza alkenu jest procesem polegającym na całkowitym rozerwaniu podwójnego wiązania węgiel – węgiel w cząsteczce alkenu za pomocą ozonu, a w zależności od budowy alkenu produktami ozonolizy mogą być wyłącznie aldehydy lub wyłącznie ketony, lub aldehydy i ketony, dla poniższego schematu reakcji podaj wzory półstrukturalne i nazwy systematyczne związków oznaczonych literami A - E:



Zapisz i uzgodnij metodą bilansu elektronowego lub elektronowo-jonowego równania reakcji utlenienia-redukcji prowadzące do produktów A i E.

- Dane jest 500 cm^3 roztworu zawierającego chlorek żelaza(III) oraz chlorek niklu. Stężenia obu soli są jednakowe i wynoszą $0,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

a) Oblicz zakres pH, w którym nastąpi selektywne wytrącanie wodorotlenku żelaza(III). Termin „selektywne wytrącanie” w tym przypadku oznacza, że stężenie jonów Fe^{3+} pozostających w równowadze z osadem, jest co najmniej 4 rzędy mniejsze od stężenia jonów Ni^{2+} w tym roztworze. Pomiń efekty związane z obecnością innych jonów oraz procesami hydrolizy.

b) Oblicz, jaki procent jonów Fe^{3+} pozostanie w roztworze o $\text{pH} = 4,55$ po wytrąceniu $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Wynik podaj w procentach molowych.

$$I_{\text{r Fe}(\text{OH})_3} = 2,79 \cdot 10^{-39}, I_{\text{r Ni}(\text{OH})_2} = 5,48 \cdot 10^{-16}$$

4. Skład chemiczny mieszanin można wyrażać w oparciu o wielkość nazywaną ułamkiem molowym. Definiuje się go jako stosunek liczby moli danego składnika mieszaniny do sumy liczby moli wszystkich składników tworzących mieszaninę.

Korzystając z podanej definicji rozwiąż poniższe zadanie.

Rubiny to kamienie szlachetne będące tlenkiem glinu z domieszką Cr_2O_3 . W pewnym rubinie o masie 0,1800 g ułamek molowy Cr_2O_3 wynosi 0,007710. Oblicz, ile atomów chromu zawiera ten rubin oraz procent atomowy chromu w tym kamieniu szlachetnym.

5. Pięciochlorzek fosforu zanieczyszczony kwasem solnym poddano analizie czystości. W tym celu odważono próbkę 2,888 g i poddano reakcji z wodą otrzymując w rezultacie roztwór będący mieszaniną dwóch kwasów. Powstały roztwór zobojętniono przy użyciu wodorotlenku sodu. Następnie do tego roztworu dodano 100 ml roztworu chlorku magnezu i chlorku amonu o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ względem każdej z tych soli, co spowodowało wytrącenie się 1,89 g osadu MgNH_4PO_4 .

- Zapisz równanie reakcji pięciochlorku fosforu z wodą.
- Zapisz, w postaci jonowej, równanie reakcji strącania MgNH_4PO_4 .
- Wiedząc, że iloczyn rozpuszczalności I_r dla MgNH_4PO_4 wynosi:

$$I_{r \text{ MgNH}_4\text{PO}_4} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{PO}_4^{3-}] = 2,3 \cdot 10^{-12}$$

oblicz, ile milimoli jonów PO_4^{3-} pozostało w roztworze po wytrąceniu się osadu, jeżeli końcowa objętość roztworu wyniosła 500 cm^3 . W obliczeniach pomiń hydrolizę soli.

- Oblicz procent wagowy PCl_5 w próbce.

Masy molowe:

$M_{\text{H}} = 1,008 \text{ g/mol}$

$M_{\text{N}} = 14,01 \text{ g/mol}$

$M_{\text{O}} = 16,00 \text{ g/mol}$

$M_{\text{Mg}} = 24,31 \text{ g/mol}$

$M_{\text{Al}} = 26,98 \text{ g/mol}$

$M_{\text{P}} = 30,97 \text{ g/mol}$

$M_{\text{Cl}} = 35,45 \text{ g/mol}$

$M_{\text{Cr}} = 51,20 \text{ g/mol}$