Kurs zadaniowy z chemii

Maturalis i Kamil Kaznowski

Lekcja 6/25 – 9 grudnia 2022 r.

Temat: Termochemia

Zadanie 1.

Całkowite uwodornienie acetylenu przebiega zgodnie z równaniem: $C_2H_{2(g)} + 2\ H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$

W tabeli zebrano wartości entalpii tworzenia, entalpii spalania oraz energii wiązań chemicznych [kJ·mol^{-1}]:

	ΔH_{tw}	ΔH_{sp}
$C_2H_{2(g)}$	228,2	–1300,3
$H_{2(g)}$	0	–285,8
$C_2H_{6(g)}$	–84,0	–1560,5

C≡C	830
C–C	338
H–H	432
C–H	412

Oblicz entalpię reakcji uwodornienia acetylenu, korzystając z ΔH_{tw}, ΔH_{sp} i energii wiązań.

ΔH_{tw}

Obliczenia:

$2C + H_2 \rightarrow C_2H_2$

$2C + 3H_2 \rightarrow C_2H_6$

$C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2$

$2C + 3H_2 \rightarrow C_2H_6$

$C_2H_2 + 2H_2 \rightarrow C_2H_6$

$\Delta H_1 = 228{,}2$ kJ/mol

$\Delta H_2 = -84$ kJ/mol

$-\Delta H_1$

ΔH_2

$\Delta H = -228{,}2 + (-84) = -312{,}2$ kJ

ΔH_{sp}

Obliczenia:

$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$

$C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$

$2CO_2 + 3H_2O \rightarrow C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2$

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

$C_2H_2 + 2H_2 \rightarrow C_2H_6$

$\Delta H_1 = -1300{,}3$ kJ/mol

$\Delta H_2 = -285{,}8$ kJ/mol

$\Delta H_3 = -1560{,}5$ kJ/mol

ΔH_1

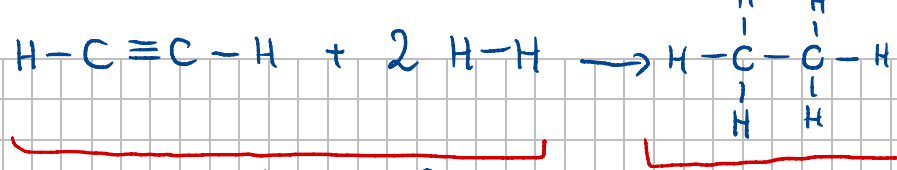
$-\Delta H_3$

$2\Delta H_2$

$\Delta H = -1300{,}3 - (-1560{,}5) + 2\cdot(-285{,}8) = -311{,}4$ kJ

E_w

Obliczenia:



$830 + 2\cdot412 + 2\cdot432 = 2518$ kJ

$338 + 6\cdot412 = 2810$ kJ

$2810 - 2518 = 292$ kJ $\rightarrow -292$ kJ

Zadanie 2.

Napisz równanie reakcji otrzymywania benzenu z pierwiastków, a następnie oblicz standardową entalpię tworzenia benzenu (w postaci cieczy), znając standardowe entalpie spalania grafitu, wodoru i benzenu.

$C_{grafit} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_1^o = -393{,}50\ kJ/mol$ $\quad | \cdot 6$

$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(c)}$ $\quad \Delta H_2^o = -285{,}84\ kJ/mol$ $\quad | \cdot 3$

$C_6H_{6(c)} + \frac{15}{2} O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(c)}$ $\quad \Delta H_3^o = -3267{,}60\ kJ/mol$ $\quad | \cdot (-1)$

Równanie reakcji: $6C + 3H_2 \rightarrow C_6H_6$

Obliczenia:

$6C + 6O_2 \rightarrow 6CO_2$ $\quad 6\Delta H_1$

$3H_2 + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow 3H_2O$ $\quad 3\Delta H_2$

$6CO_2 + 3H_2O \rightarrow C_6H_6 + \frac{15}{2}O_2$ $\quad -\Delta H_3$

$\Delta H = 6\Delta H_1 + 3\Delta H_2 + (-\Delta H_3) =$

$= 6 \cdot (-393{,}5) + 3 \cdot (-285{,}84) + 3267{,}6$

$= 49{,}08\ kJ/mol$

Zadanie 5.

Reakcja spalania pewnego alkenu opisana jest następującym równaniem termochemicznym:

$2C_nH_{2n\,(g)} + 3nO_{2(g)} \rightarrow 2nCO_{2(g)} + 2nH_2O_{(c)}$ $\quad \Delta H^o = -2822{,}0\ kJ$

Standardowe entalpie tworzenia reagentów są odpowiednio równe:

$\Delta H^o_{tw.}(CO_{2(g)}) = \Delta H_1 = -393{,}5\ kJ \cdot mol^{-1}$

$\Delta H^o_{tw.}(H_2O_{(c)}) = \Delta H_2 = -286{,}0\ kJ \cdot mol^{-1}$

$\Delta H^o_{tw.}(C_nH_{2n(g)}) = \Delta H_3 = 52{,}0\ kJ \cdot mol^{-1}$

Na podstawie podanych informacji oblicz, ile atomów węgla znajduje się w cząsteczce opisanego alkenu.

Obliczenia:

$C + O_2 \rightarrow CO_2 \quad \Delta H_1 \mid \cdot (2n)$

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \quad \Delta H_2 \mid \cdot (2n)$

$nC + nH_2 \rightarrow C_nH_{2n} \quad \Delta H_3 \mid \cdot (-2)$

$-2822 = 2n\,\Delta H_1 + 2n\,\Delta H_2 + (-2)\cdot \Delta H_3$

$-2822 = 2n \cdot (-393{,}5) + 2n(-286) - 2 \cdot (52)$

$-2822 = -787n - 572n - 104$

$-2822 + 104 = -1359n$

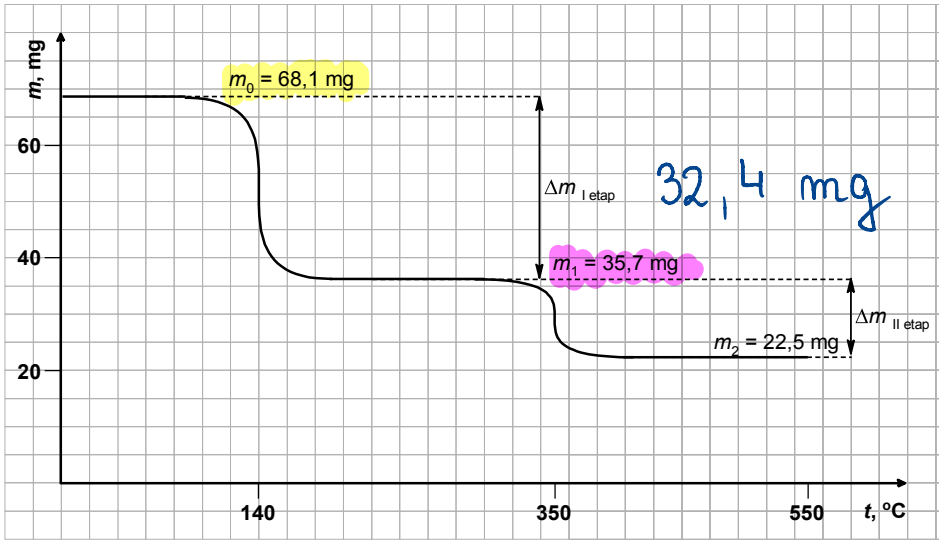
$-2718 = -1359n$

$n = 2$

Zadanie 6.

Termograwimetria to technika badania związków chemicznych pozwalająca m.in. na rejestrację zmian masy próbki w trakcie jej rozkładu termicznego. Wynikiem takiego badania jest krzywa zwana termogramem, ilustrująca zmianę masy próbki w funkcji wzrastającej ze stałą szybkością temperatury.

Próbkę zawierającą $3 \cdot 10^{-4}$ mola uwodnionego węglanu kobaltu(II), $CoCO_3 \cdot xH_2O$, ogrzewano w atmosferze argonu. Rejestrowano zmiany masy próbki wraz z rosnącą temperaturą w przedziale od 0 °C do 550 °C. Badanie prowadzono do chwili, w której masa próbki nie ulegała już dalszym zmianom. Stwierdzono, że rozkład termiczny zachodzi w dwóch etapach. Analiza gazowych produktów rozkładu powstających w trakcie eksperymentu w obu etapach wykazała, że w każdym z nich wydziela się tylko jeden rodzaj gazu, w każdym z etapów – inny. Uzyskany termogram przedstawiono na schemacie.



Na podstawie: D. Nicholls, *The Chemistry of Iron, Cobalt and Nickel: Comprehensive Inorganic Chemistry, vol. 24*, Pergamon Press, 1973.

Na podstawie obliczeń ustal przebieg rozkładu hydratu węglanu kobaltu(II) – napisz równania reakcji przebiegających w I i II etapie rozkładu.

Obliczenia:

$0{,}0681\ g$ — $3 \cdot 10^{-4}\ mol$

$x\ g$ — $1\ mol$

$x = 227\ g \rightarrow M\ CoCO_3 \cdot xH_2O$

$227 - 59 - 12 - 48 = 108$

$108 : 18 = 6 \quad CoCO_3 \cdot 6H_2O$

$227\ g$ hydratu — $6 \cdot 18\ g\ H_2O$

x — $0{,}0324\ g$

$x = 0{,}0681\ g = 68{,}1\ mg$

Równanie reakcji rozkładu w I etapie: $CoCO_3 \cdot 6H_2O \xrightarrow{T} CoCO_3 + 6H_2O$

Równanie reakcji rozkładu w II etapie: $CoCO_3 \xrightarrow{T} CoO + CO_2\uparrow$

Zadanie 7.

Ciepło spalania etanolu C_2H_5OH wynosi $-1371\ kJ \cdot mol^{-1}$.

Oblicz, ile kilokalorii (1 cal = 4,19 J) ma 0,5 dm^3 napoju alkoholowego o zawartości alkoholu 3,7% masowych. Należy założyć, że gęstość napoju wynosi $d = 1,1\ g \cdot cm^{-3}$.

Obliczenia:

$V_{napoju} = 0,5\ dm^3$

$d_{napoju} = 1,1\ g/cm^3$

$d = \frac{m}{V} \rightarrow m = d \cdot V$

$m_{napoju} = 1,1\ \frac{g}{cm^3} \cdot 500\ cm^3 = 550\ g$

$550\ g \cdot 0,037 = 20,35\ g$ alkoholu

$M_{C_2H_5OH} = 46\ g/mol$

1371 kJ —— 46 g

X —— 20,35 g

$X = 606,5\ kJ =$

$= 606500\ J$

1 cal — 4,19 J

X — 606500 J

$X = 144749,4\ cal = 144,7\ kcal$

Zadanie 8.

Oblicz entalpię parowania jednego mola bromu Br_2, jeżeli znane są efekty cieplne reakcji syntezy bromowodoru $HBr_{(g)}$ z wykorzystaniem bromu w stanie ciekłym i w stanie gazowym:

$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightarrow 2\ HBr_{(g)}$ $\quad \Delta H_1^\circ = -87{,}8$ kJ $\quad 1 \cdot (-1)$

$\frac{1}{2}\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}\ Br_{2(c)} \rightarrow HBr_{(g)}$ $\quad \Delta H_2^\circ = -36{,}2$ kJ $\quad 1 \cdot 2$

Obliczenia:

$Br_{2(c)} \longrightarrow Br_{2(g)}$

$\Delta H = 87{,}8 + 2 \cdot (-36{,}2) =$

$= 15{,}4$ kJ/mol