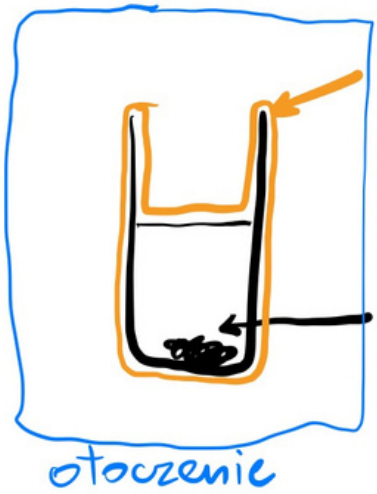
# Termochemia - energia i układ

**Układ** stanowią wyodrębnione substancje w określonym fragmencie przestrzeni

**Otoczenie** to wszystko co znajduje się poza układem.




$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$$

## Wyróżniamy trzy typy układów:

**zamknięty** - wymienia energię z otoczeniem, nie wymienia masy z otoczeniem.

**otwarty** - wymienia energię i masę z otoczeniem.

**izolowany** - nie wymienia energii i masy z otoczeniem.





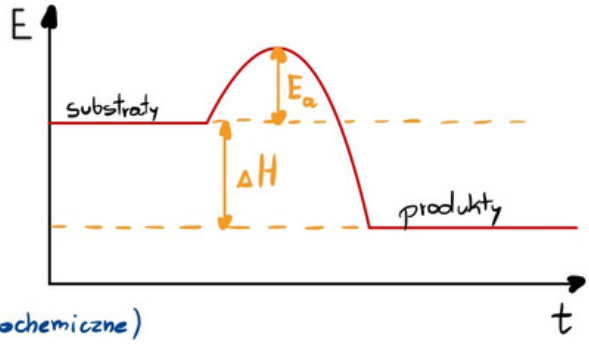
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# ZMIANA ENTALPII UKŁADU $\Delta H$

to wymiana energii w postaci ciepła między układem a otoczeniem. $\Delta H$ często nazywamy efektem energetycznym reakcji, który dzieli procesy na:

## egzotermiczne ($\Delta H < 0$)

energia cieplna jest przekazywana z układu do otoczenia ($E_{produktów} < E_{substratów}$).



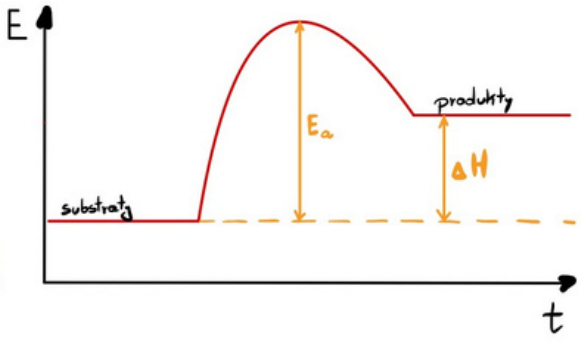

np. $NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^- \quad \Delta H < 0$ lub

$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^- + E$ (równanie termochemiczne)

podczas rozpuszczania $NaOH$ w $H_2O$ energia jest przekazywana do wody, woda ogrzewa naczynie i w ten sposób ciepło jest przekazywane z układu do otoczenia.

## endotermiczne ($\Delta H > 0$)

energia cieplna jest pobierana do układu z otoczenia ($E_{produktów} > E_{substratów}$).




np. $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2 \quad \Delta H = 89\ kJ$

$CaCO_3 + 89\ kJ \longrightarrow CaO + CO_2$

Reakcja zachodzi w wyniku ogrzewania tygla zawierającego stały $CaCO_3$. Bez grzewania reakcja nie zachodzi.



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

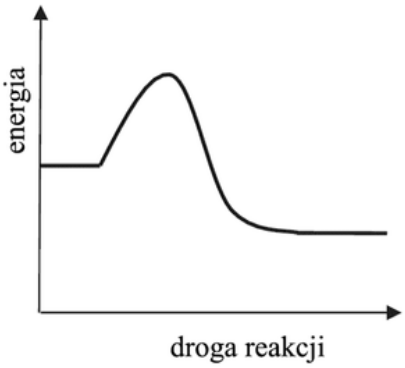
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

5.1

## Zadanie 8. *(2 pkt)*

Na poniższym wykresie przedstawiono zmiany energii układu podczas pewnej reakcji.

**8.1. Zaznacz na wykresie energię aktywacji zachodzącego procesu ($E_a$) oraz zmianę entalpii tej reakcji ($\Delta H$).**




**8.2. Uzupełnij zdania – wpisz typ procesu opisanego w podpunkcie 8.1. ze względu na efekt energetyczny (zdanie 1.) i podkreśl odpowiednie wyrażenie dotyczące zmiany entalpii tej reakcji (zdanie 2.).**

1. Na wykresie przedstawiono zmiany energii układu podczas reakcji ..... .
2. Zmianę entalpii opisanego procesu przedstawia nierówność ($\Delta H < 0$ / $\Delta H > 0$).

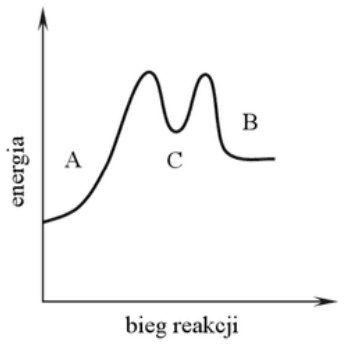
## Zadanie 17. (0–1)

Pewien proces, w którym związek A zostaje przekształcony w związek B, przebiega w dwóch etapach.

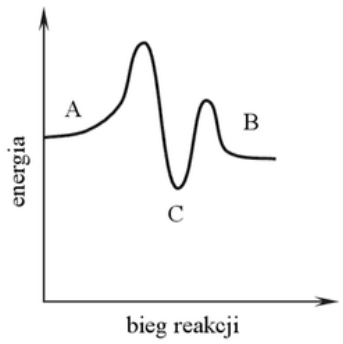
| | | |
|---|---|---|
| Etap 1. | A → C | $\Delta H < 0$ |
| Etap 2. | C → B | $\Delta H > 0$ |

**Przeanalizuj poniższe wykresy i ustal, który z nich odpowiada opisanej przemianie.**

I




II




Opisaną przemianę poprawnie zilustrowano na wykresie ..... .



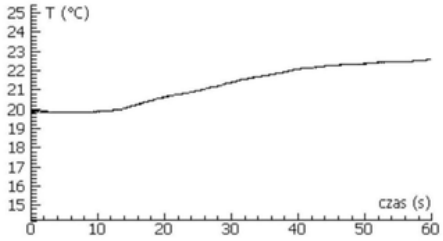
Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

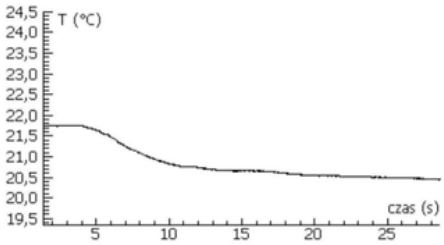
5.2

## 🕮 *Informacja do zadań 10. – 12.*

*Przeprowadzono doświadczenie, w którym rejestrowano wartości temperatury podczas rozpuszczania wodorotlenku sodu a następnie azotanu(V) amonu w wodzie. Rezultaty wykonanych pomiarów przedstawiają poniższe wykresy.*




**Wykres 1. Wskazania termometru w czasie rozpuszczania wodorotlenku sodu w wodzie.**




**Wykres 2. Wskazania termometru w czasie rozpuszczania azotanu(V) amonu w wodzie.**

### Zadanie 10. *(2 pkt)*

**Określ efekt energetyczny rozpuszczania w wodzie wodorotlenku sodu i azotanu(V) amonu. W tym celu uzupełnij następujące zdania.**

Rozpuszczanie wodorotlenku sodu w wodzie jest procesem .....,

ponieważ w czasie tego procesu temperatura .....

Rozpuszczanie azotanu(V) amonu w wodzie jest procesem .....,

ponieważ w czasie tego procesu temperatura .....

### Zadanie 11. *(1 pkt)*

**Spośród poniższych zdań wybierz to, które jest poprawnie sformułowanym wnioskiem na temat efektów energetycznych procesów rozpuszczania związków jonowych w wodzie, jaki można wyciągnąć na podstawie tego doświadczenia.**

**A.** Na podstawie wyników tego doświadczenia nie można wnioskować o efekcie cieplnym rozpuszczania związków jonowych w wodzie, ponieważ wodorotlenek sodu i azotan(V) amonu nie są związkami jonowymi.
**B.** Rozpuszczaniu związków jonowych w wodzie zawsze towarzyszy wydzielenie ciepła.
**C.** Rozpuszczaniu związków jonowych w wodzie zawsze towarzyszy pochłonięcie ciepła.
**D.** Rozpuszczaniu związków jonowych w wodzie może towarzyszyć wydzielenie lub pochłonięcie ciepła.



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

5.3

*Informacja do zadań 35. – 37.*

*W reakcji przebiegającej według równania* $2CO_{2(g)} \rightleftarrows 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$ *w pewnych warunkach ciśnienia i temperatury ustalił się stan równowagi. Entalpia tego procesu* $\Delta H > 0$.

**Zadanie 36.** ***(1 pkt)***

**Określ, czy reakcja rozkładu tlenku węgla(IV) w tych warunkach ciśnienia i temperatury jest reakcją egzotermiczną, czy endotermiczną.**

.....

**Zadanie 13.** ***(1 pkt)***

*Efekt energetyczny pewnej reakcji scharakteryzowano następująco: nastąpiło przekazanie energii z otoczenia do układu; energia wewnętrzna układu wzrosła.*

**Analizując tekst określ, czy reakcja jest egzoenergetyczna czy endoenergetyczna.**

Reakcja jest: .....

**Zadanie 8.** ***(1 pkt)***

W dwóch probówkach znajdowała się woda destylowana o temperaturze 25 °C. Do probówki I wprowadzono pewną liczbę moli soli A, a do probówki II – taką samą liczbę moli soli B. Stwierdzono, że w probówce I powstały roztwór jest cieplejszy od użytej wody destylowanej, natomiast zawartość probówki II nieco ochłodziła się w czasie rozpuszczania w niej soli B.

**Wiedząc, że do przygotowania roztworów użyto chlorku magnezu i azotanu(V) amonu, a standardowe entalpie rozpuszczania w wodzie tych soli wynoszą**

$\Delta H^o (MgCl_2) = -154\ kJ \cdot mol^{-1}$

$\Delta H^o (NH_4NO_3) = 26\ kJ \cdot mol^{-1}$

**napisz wzór soli, której roztwór otrzymano w probówce I.**

Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2007

W probówce I otrzymano roztwór .....

5.4

**Zadanie 8.** ***(3 pkt)***

Reakcja sodu z wodą zachodzi natychmiast po wprowadzeniu metalu do wody. Reakcja siarki z tlenem wymaga ogrzania siarki w celu zapoczątkowania procesu. Obydwie opisane przemiany są egzotermiczne.

**a) Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> równanie procesu, który ma <u>niższą</u> energię aktywacji.**

.....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

5.5

## Zadanie 13. *(1 pkt)*

**Przeczytaj poniższe zdania i zakwalifikuj opisane reakcje (1, 2 i 3) do egzotermicznych lub endotermicznych.**

1. W wyniku spalania tlenku węgla(II) powstaje tlenek węgla(IV). Tlenek węgla(II) jest wysokoenergetycznym paliwem.
2. W wyniku ogrzewania manganianu(VII) potasu otrzymuje się tlen. Przerwanie ogrzewania powoduje zaprzestanie wydzielania się gazu.
3. Podczas reakcji cynku z kwasem solnym można zaobserwować wzrost temperatury reagentów w probówce.

Reakcja 1. .....

Reakcja 2. .....

Reakcja 3. .....

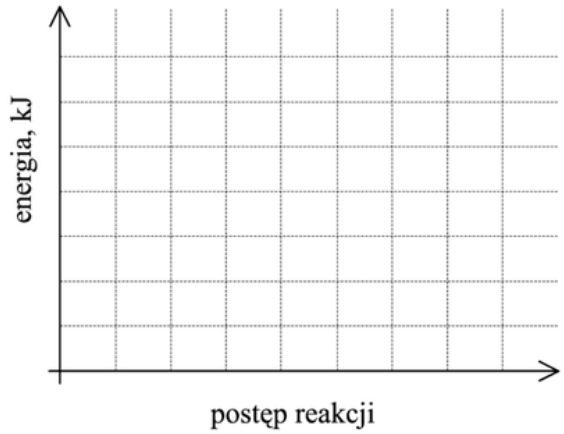
5.6

## Zadanie 8. *(3 pkt)*

Reakcja sodu z wodą zachodzi natychmiast po wprowadzeniu metalu do wody. Reakcja siarki z tlenem wymaga ogrzania siarki w celu zapoczątkowania procesu. Obydwie opisane przemiany są egzotermiczne.

**b) Wykonaj wykres ilustrujący zmiany energii reagentów podczas przebiegu jednej z opisanych w informacji reakcji. Zaznacz na wykresie odcinek odpowiadający energii aktywacji.**

Wykres:




## Zadanie 7. *(2 pkt)*

Reakcję otrzymywania amoniaku z azotu i wodoru można opisać równaniem

$$N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightleftarrows 2NH_{3\,(g)} \qquad \Delta H^{o} = -91{,}88\ kJ$$

**a) Określ, czy reakcja syntezy amoniaku jest egzotermiczna, czy endotermiczna.**

.....

**b) Ustal wartość standardowej <u>entalpii tworzenia</u> amoniaku.**

Odpowiedź:

Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

5.7

## 🕮 Informacja do zadania 8. i 9.

Wapno gaszone, składnik zaprawy wapiennej, powstaje w reakcji wapna palonego CaO z wodą. Zaprawa wapienna twardnieje dzięki reakcji wapna gaszonego z tlenkiem węgla(IV) zawartym w powietrzu.

### Zadanie 9. *(1 pkt)*

**Uzupełnij poniższe zdanie. Wybierz i podkreśl właściwe określenie spośród podanych w nawiasie.**

Reakcja otrzymywania wapna gaszonego jest przemianą egzotermiczną, co oznacza, że podczas tej przemiany energia w postaci ciepła jest ( pochłaniana / wydzielana ).

### Informacja do zadań 31.–32.

Glukoza jest syntetyzowana przez rośliny zielone podczas procesu fotosyntezy, w którym światło słoneczne dostarcza energię niezbędną do wytworzenia tego monosacharydu. Wiele cząsteczek glukozy łączy się następnie wiązaniami chemicznymi, w wyniku czego tworzy materiał budulcowy lub zapasowy rośliny.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{światło słoneczne}} \underset{\text{glukoza}}{6O_2 + C_6H_{12}O_6} \longrightarrow \text{celuloza, skrobia}$$

Organizm ludzki nie wytwarza enzymów koniecznych do trawienia celulozy, więc dla człowieka źródłem węglowodanów jest skrobia. Jest ona trawiona w ustach i żołądku przez enzymy *glikozydazy*, w których obecności rozkłada się na glukozę.

Na podstawie: John McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2000.

### Zadanie 31. *(1 pkt)*

**Określ, czy reakcja fotosyntezy jest endoenergetyczna, czy – egzoenergetyczna.**

.....



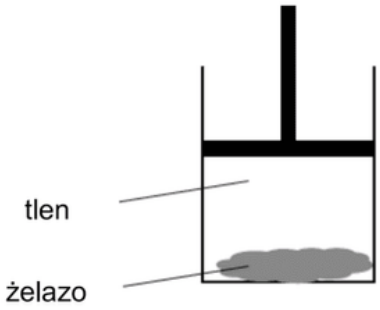
Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

5.8

**Zadanie 8. (0–1)**

Przeprowadzono doświadczenie, którego celem była obserwacja zmian energii wewnętrznej badanego układu w wyniku przemiany chemicznej. W procesie przeprowadzonym w warunkach izotermiczno-izobarycznych wprowadzono do cylindra gazowy tlen oraz sproszkowane żelazo i zamknięto ten cylinder ruchomym tłokiem. Schemat doświadczenia przedstawiono na poniższym rysunku.




W warunkach doświadczenia reakcja zachodziła z niewielką szybkością. Ścianki cylindra umożliwiały wymianę ciepła z otoczeniem.

**Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.**

W wyniku przebiegu opisanego procesu tlen się zużywa, a tłok przesuwa się (w dół / w górę), wykonując pracę nad układem. Przemianie żelaza w tlenek żelaza(III) towarzyszyło odprowadzenie ciepła do otoczenia, co oznacza, że ta reakcja jest procesem (endoenergetycznym / egzoenergetycznym).

5.9

**Zadanie 21.**

W celu zbadania efektu cieplnego reakcji chemicznych przeprowadzono cztery doświadczenia oznaczone numerami I–IV. Mieszano po $100\ cm^3$ wodnych roztworów substancji, wymienionych w odpowiednich wierszach tabeli, o stężeniu molowym $0,2\ mol \cdot dm^{-3}$ i o początkowej temperaturze równej 25 °C. Następnie zmierzono temperaturę każdej z otrzymanych mieszanin.

| Numer doświadczenia | Substancja rozpuszczona w 1. roztworze | Substancja rozpuszczona w 2. roztworze |
|---|---|---|
| I | chlorek baru | siarczan(VI) sodu |
| II | kwas solny | wodorotlenek potasu |
| III | wodorotlenek baru | kwas siarkowy(VI) |
| IV | kwas azotowy(V) | wodorotlenek sodu |

Zaobserwowano, że w każdym doświadczeniu temperatura uzyskanych mieszanin była wyższa niż temperatura użytych roztworów i że przyrost temperatury $\Delta T$ w niektórych doświadczeniach był taki sam.

**Zadanie 21.2. (0–1)**

**Napisz numery wszystkich doświadczeń, w których zaobserwowany wzrost temperatury $\Delta T$ był jednakowy.**

.....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

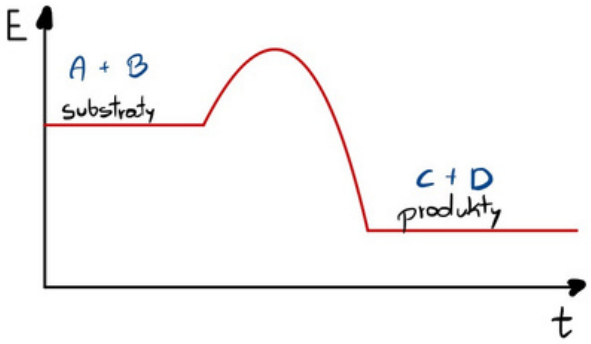
# Prawo Lavoisiera - Laplace'a

Entalpia reakcji rozkładu do składników prostych ma taką samą wartość jak reakcja do niej odwrotna, ale przeciwny znak.

Możemy to uogólnić do każdej reakcji, nie tylko reakcji syntezy i analizy:

$$\Delta H_{\text{procesu odwrotnego}} = -\Delta H_{\text{procesu odwrotnego}}$$

Dlatego wykres dla procesu $A + B \rightleftarrows C + D$ jest wykresem czytanym $\nu \rightarrow$ dla $A+B \rightarrow C+D$ a czytany $\nu \leftarrow$ dla $C+D \rightarrow A+B$




$A + B \rightarrow C + D \quad \Delta H = -X$

$C + D \rightarrow A + B \quad \Delta H = X$



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

6.1

## Zadanie 8. *(1 pkt)*

**Podaj wartość standardowej entalpii reakcji B ($\Delta H^\circ_B$), znając wartość standardowej entalpii reakcji A ($\Delta H^\circ_A$).**

A. $2H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2H_2O_{\,(g)}$ $\qquad \Delta H^\circ_A = -484$ kJ

B. $H_2O_{\,(g)} \rightarrow H_{2\,(g)} + \frac{1}{2} O_{2\,(g)}$

Standardowa entalpia reakcji B $\Delta H^\circ_B$ = .....

6.2

## Zadanie 30. *(1 pkt)*

Benzen wrze pod ciśnieniem 1000 hPa (1 bar) w temperaturze 352,2 K. Standardowa molowa entalpia parowania benzenu w temperaturze przemiany wynosi 30,8 kJ · $mol^{-1}$.

P.W. Atkins, *Chemia fizyczna*, Warszawa 2001.

**Na podstawie powyższej informacji oceń, czy <u>skraplanie</u> benzenu w temperaturze 352,2 K jest przemianą egzo- czy endotermiczną.**

.....

6.3

## Zadanie 7. *(1 pkt)*

Entalpia reakcji przebiegającej zgodnie z równaniem:

$$2O_{3\,(g)} \rightarrow 3O_{2\,(g)}$$

jest równa $\Delta H^\circ = -285$ kJ.

Na podstawie: M. Sienko, R. Plane, *Chemia*, Warszawa 1996.

**7.1. Określ, czy przemiana opisana równaniem jest egzotermiczna, czy endotermiczna.**

.....

**7.2. Napisz wzór tej odmiany alotropowej tlenu, która jest trwalsza.**

.....

**7.3. Podaj wartość (z jednostką) standardowej entalpii tworzenia ozonu.**

.....



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# Entalpia z energii wiązań

Efekt energetyczny reakcji możemy obliczyć sumując energię potrzebną do rozerwania wiązań z energią która się uwolni w wyniku stworzenia wiązania. Proces rozrywania wiązań traktujemy jako endoenergetyczny.
Proces tworzenia wiązań jako egzoenergetyczny.

np. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

$N \equiv N$: 947 kJ/mol
$N-H$: 390 kJ/mol
$H-H$: 436 kJ/mol

$$\Delta H = 947 + 3 \cdot 436 + 2 \cdot 3 \cdot (-390)$$

$$\Delta H = \underline{\underline{-85\ kJ/mol}}$$

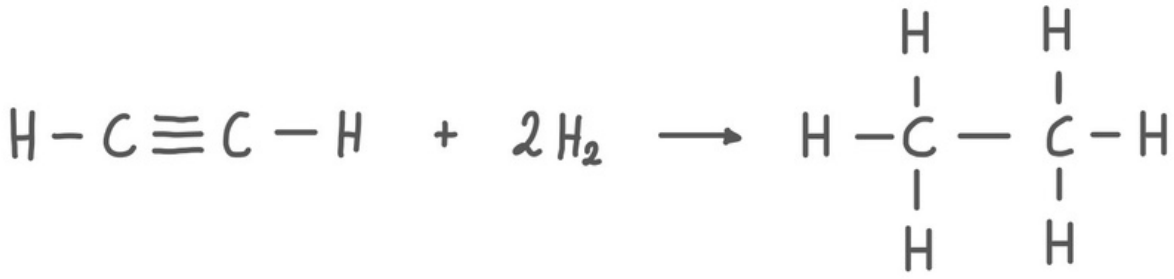




Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

## Zadanie 7.1

Oblicz entalpię reakcji:



Znając energię wiązań:

| wiązanie | C≡C | C—H | C-C | H—H |
|---|---|---|---|---|
| energia [kJ/mol] | 830 | 412 | 338 | 432 |





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# PRAWO HESSA

Ciepło reakcji chemicznej, gdy $V = const.$ i $p = const.$, nie zależy od tego jaką drogą przebiega reakcja a jedynie od stanu początkowego i końcowego






Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

8.1

**Zadanie 8.** ***(2 pkt)***

**Oblicz standardową entalpię ($\Delta H^0$) reakcji opisanej równaniem:**

$$Al_2O_{3\,(korund)} + 3SO_{3\,(g)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3\,(krystaliczny)}$$

**znając standardowe entalpie tworzenia:**

1) $2Al_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow Al_2O_{3\,(korund)}$ $\quad \Delta H_1^o = -1671{,}0\ kJ \cdot mol^{-1}$

2) $S_{(rombowa)} + \frac{3}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow SO_{3\,(g)}$ $\quad \Delta H_2^o = -395{,}5\ kJ \cdot mol^{-1}$

3) $2Al_{(s)} + 3S_{(rombowa)} + 6O_{2\,(g)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3\,(krystaliczny)}$ $\quad \Delta H_3^o = -3437{,}4\ kJ \cdot mol^{-1}$

**Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.**

Obliczenia:

Odpowiedź:

8.2

**Zadanie 37.** ***(2 pkt)***

**Oblicz entalpię tworzenia ($\Delta H_X$) tlenku węgla(II)**

$$C_{(grafit)} + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_{(g)}$$

**na podstawie entalpii następujących reakcji:**

$C_{(grafit)} + O_2 \rightarrow CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_1 = -393{,}5\ kJ \cdot mol^{-1}$

$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_2 = -283{,}0\ kJ \cdot mol^{-1}$

Obliczenia:





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

8.3

**🕮 *Informacja do zadania 41. i 42.***

*W silnikach spalinowych – w wysokiej temperaturze – przebiegają różne reakcje uboczne. Powstające spaliny w kontakcie z tlenem ulegają dalszym przemianom. Ze względu na szkodliwość produktów, do najważniejszych należą procesy:*

$$\text{I. } N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{298\,K} = 182{,}5\ \text{kJ}$$

$$\text{II. } 2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{298\,K} = -114{,}1\ \text{kJ}$$

## Zadanie 42. *(2 pkt)*

**Oblicz standardową entalpię reakcji:**

$$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

Obliczenia:

8.4

## Zadanie 13. *(2 pkt)*

W tabeli podano wartości standardowej molowej entalpii trzech reakcji.

| Równanie reakcji | Standardowa molowa entalpia |
|---|---|
| $C_2H_6\,(g) + 3\frac{1}{2}O_2\,(g) \rightarrow 2CO_2\,(g) + 3H_2O\,(c)$ | $\Delta_{sp}H^{\circ}_{C_2H_6} = -1560{,}7\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ |
| $C_2H_4\,(g) + 3O_2\,(g) \rightarrow 2CO_2\,(g) + 2H_2O\,(c)$ | $\Delta_{sp}H^{\circ}_{C_2H_4} = -1411{,}2\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ |
| $H_2\,(g) + \frac{1}{2}O_2\,(g) \rightarrow H_2O\,(c)$ | $\Delta_{tw}H^{\circ}_{H_2O} = -285{,}8\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ |

J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001.

**Na podstawie powyższych danych oblicz standardową molową entalpię reakcji uwodornienia etenu $\Delta H^{\circ}_{x}$, która zachodzi zgodnie z równaniem:**

$$C_2H_4\,(g) + H_2\,(g) \rightarrow C_2H_6\,(g)$$

**Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.**

Obliczenia:

Odpowiedź:



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

8.5

## Zadanie 10. *(2 pkt)*

**Oblicz standardową entalpię tworzenia etanolu z pierwiastków. Skorzystaj z podanych równań reakcji i z wartości standardowych entalpii spalania. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.**

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(c) \qquad \Delta H_1^o = -285{,}83\ kJ \cdot mol^{-1}$$

$$C\ (grafit) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H_2^o = -393{,}51\ kJ \cdot mol^{-1}$$

$$C_2H_5OH(c) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(c) \qquad \Delta H_3^o = -1357{,}20\ kJ \cdot mol^{-1}$$

Na podstawie: Witold Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 1997.

Obliczenia:

8.6

## Zadanie 24. *(3 pkt)*

**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.**

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

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

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

Równanie reakcji: .....

Obliczenia:



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# Obliczanie entalpii gdy równania nie są zapisane

8.7

**Zadanie 31.** ***(2 pkt)***

W tabeli podano wartości standardowej molowej entalpii tworzenia etanolu oraz produktów jego całkowitego spalania.

| Związek | Standardowa entalpia tworzenia $\Delta_{tw}H°$ |
|---|---|
| $C_2H_5OH\,(c)$ | $-287{,}0\ kJ \cdot mol^{-1}$ |
| $H_2O\,(c)$ | $-285{,}8\ kJ \cdot mol^{-1}$ |
| $CO_2\,(g)$ | $-393{,}5\ kJ \cdot mol^{-1}$ |

Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2007.

**Oblicz wartość standardowej molowej entalpii spalania etanolu $\Delta_{sp}H°$**

$$C_2H_5OH\,(c) + 3O_2\,(g) \rightarrow 2CO_2\,(g) + 3H_2O\,(c)$$

**Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.**

Obliczenia:





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

8.8

## Zadanie 17. *(3 pkt)*

W tabeli podano wartości standardowej entalpii spalania metanu, wodoru i węgla.

| | $\Delta_{sp}H°$, kJ·mol$^{-1}$ |
|---|---|
| metan* | − 891 |
| węgiel | − 394 |
| wodór* | − 286 |

*Produktem spalania jest woda ciekła.

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2003.

**Oblicz standardową entalpię tworzenia metanu. Oceń, czy poprawne jest twierdzenie, że w reakcji syntezy metanu z pierwiastków produkt ma energię wyższą od substratów. Uzasadnij swoją ocenę.**

Obliczenia:

Ocena wraz z uzasadnieniem:



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

8.9

## Zadanie 27. *(2 pkt)*

Poniżej podano wartości standardowej entalpii spalania acetylenu i benzenu.

$C_2H_2$ (g) $\quad \Delta_{sp} H° = -1300{,}3\ kJ \cdot mol^{-1}$

$C_6H_6$ (c) $\quad \Delta_{sp} H° = -3268{,}4\ kJ \cdot mol^{-1}$

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne,* Warszawa 2013.

**Na podstawie powyższych danych oblicz entalpię $\Delta H^{o}_{x}$ reakcji trimeryzacji acetylenu, która zachodzi zgodnie z równaniem:**

$$\mathbf{3C_2H_2\ (g) \rightarrow C_6H_6\ (c)}$$

Obliczenia:

8.10

## Zadanie 23. *(2 pkt)*

Standardowa molowa entalpia reakcji spalania kwasu benzoesowego opisanej równaniem

$$C_6H_5COOH(s) + 7\tfrac{1}{2}O_2(g) \rightarrow 7CO_2(g) + 3H_2O(c)$$

wynosi $\Delta_{sp}H^{o}_{C_6H_5COOH} = -3227\ kJ \cdot mol^{-1}$. Standardowa entalpia tworzenia wody w ciekłym stanie skupienia ma wartość $\Delta_{tw}H^{o}_{H_2O} = -286\ kJ \cdot mol^{-1}$, a standardowa entalpia tworzenia gazowego tlenku węgla(IV) wynosi $\Delta_{tw}H^{o}_{CO_2} = -394\ kJ \cdot mol^{-1}$.

Na podstawie: J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001.

**Na podstawie powyższych danych oblicz standardową entalpię tworzenia kwasu benzoesowego w stałym stanie skupienia $\Delta_{tw}H^{o}_{x}$. Wynik podaj w zaokrągleniu do jedności.**

Obliczenia:

Odpowiedź:



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

8. 11

## Zadanie 23. *(2 pkt)*

Standardowa molowa entalpia reakcji spalania glicerolu opisanej równaniem:

$$C_3H_5(OH)_3\,(c) + 3\tfrac{1}{2}O_2\,(g) \rightarrow 3CO_2\,(g) + 4H_2O\,(c)$$

wynosi $\Delta_{sp}H^{\circ}_{C_3H_5(OH)_3} = -1655\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Standardowa entalpia tworzenia wody w ciekłym stanie skupienia $\Delta_{tw}H^{\circ}_{H_2O} = -286\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, a standardowa entalpia tworzenia gazowego tlenku węgla(IV) $\Delta_{tw}H^{\circ}_{CO_2} = -394\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Źródło: J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001.

**Na podstawie powyższych danych oblicz standardową entalpię tworzenia glicerolu w ciekłym stanie skupienia $\Delta_{tw}H^{\circ}_{x}$.**

Obliczenia:

8. 12

## Zadanie 28. *(2 pkt)*

**Oblicz standardową entalpię uwodornienia propenu $\Delta H^0_x$, jeżeli standardowa entalpia tworzenia propanu $\Delta H^0_1$ wynosi $-104{,}7\ \text{kJ/mol}$, a standardowa entalpia tworzenia propenu $\Delta H^0_2$ wynosi $20{,}0\ \text{kJ/mol}$.**

*Na podstawie: W. Mizerski „Tablice chemiczne", Warszawa 1997*

Obliczenia:

Odpowiedź:



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

8.
13

**Zadanie 7. (0–1)**

**Rozstrzygnij, czy na podstawie wartości entalpii tworzenia CO oraz $CO_2$ można stwierdzić, że reakcja spalania tlenku węgla(II) jest egzotermiczna. Uzasadnij swoją odpowiedź.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

.....





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

# Entalpia ze stosunków

8.14

**Zadanie 22.** ***(2 pkt)***

Standardowa molowa entalpia spalania etenu $C_2H_4\,(g)$ wynosi $\Delta_{sp}H° = -1411{,}2\ kJ \cdot mol^{-1}$, a standardowa molowa entalpia spalania etynu $C_2H_2\,(g)$ wynosi $\Delta_{sp}H° = -1301{,}1\ kJ \cdot mol^{-1}$.

Na podstawie: J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne,* Gdańsk 2001.

**Oceń, w którym przypadku można uzyskać więcej energii wydzielonej na sposób ciepła: podczas izobarycznego spalania całkowitego 20 gramów etenu czy podczas izobarycznego spalania całkowitego 20 gramów etynu. Wykonaj odpowiednie obliczenia w odniesieniu do warunków standardowych.**

Obliczenia:

Odpowiedź:

8.15

**Zadanie 7.** ***(2 pkt)***

Poniżej podano wartości standardowej entalpii tworzenia trzech związków chemicznych.

$CO_{2\,(g)}$ $\quad \Delta H_1^\circ = -394\ kJ \cdot mol^{-1}$

$CaO_{(s)}$ $\quad \Delta H_2^\circ = -635\ kJ \cdot mol^{-1}$

$CaCO_{3\,(s)}$ $\quad \Delta H_3^\circ = -1207\ kJ \cdot mol^{-1}$

Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2007

**Korzystając z powyższych danych, oblicz wartość entalpii $\Delta H_x^\circ$ reakcji rozkładu <u>50 gramów</u> węglanu wapnia, która zachodzi zgodnie z równaniem**

$$CaCO_{3\,(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2\,(g)}$$

Obliczenia:

Odpowiedź:





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

8. 16

## Zadanie 9. (0–2)

Reakcja rozkładu azotanu(V) ołowiu(II) jest procesem endoenergetycznym i przebiega zgodnie z równaniem:

$$2Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2PbO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Wartości standardowych entalpii tworzenia związków biorących udział w opisanej reakcji podano w poniższej tabeli.

| | $Pb(NO_3)_2$ | $PbO$ | $NO_2$ |
|---|---|---|---|
| standardowa entalpia tworzenia $\Delta H^\circ$, $kJ \cdot mol^{-1}$ | –449,2 | –218,6 | 34,2 |

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2013.

**Oblicz, ile energii na sposób ciepła należy dostarczyć, aby całkowicie rozłożyć 3,31 g $Pb(NO_3)_2$.**

Obliczenia:

8. 17

## Informacja do zadań 57–58.

W pracującym ogniwie paliwowym zasilanym bezpośrednio metanolem na elektrodach biegną reakcje chemiczne:

reakcja 1: $O_2\,(g) + 4H^+\,(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O\,(c)$

reakcja 2: $CH_3OH\,(g) + H_2O\,(c) \rightarrow CO_2\,(g) + 6H^+\,(aq) + 6e^-$

## Zadanie 58. (0–2)

**Oblicz efekt cieplny sumarycznego procesu przebiegającego w opisanym ogniwie paliwowym w przeliczeniu na 1 mol metanolu. Przyjmij, że w warunkach pracy ogniwa:**

$\Delta H_{tw.}(CH_3OH\,(g)) = -201{,}0\ kJ \cdot mol^{-1}$,

$\Delta H_{tw.}(H_2O\,(c)) = -285{,}8\ kJ \cdot mol^{-1}$,

$\Delta H_{tw.}(CO_2\,(g)) = -393{,}5\ kJ \cdot mol^{-1}$.

Obliczenia:



Kurs maturalny- Stechiometria
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

8.
18

## Zadanie

Standardowa entalpia rozkładu HJ na pierwiastki wynosi −26,5 kJ/mol. Podczas rozkładu 20g HJ uzyskano 2 kJ ciepła. Oblicz wydajność opisanej reakcji.





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com