

Průvodka

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0802
Název projektu	Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Číslo a název šablony klíčové aktivity	III/2 – Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Příjemce podpory	Gymnázium, Jevíčko, A. K. Vitáka 452

Název DUMu	Základy termochemie
Název dokumentu	VY_32_INOVACE_18_10
Pořadí DUMu v sadě	10
Vedoucí skupiny/sady	Mgr. Věra Grimmerová
Datum vytvoření	16. 1. 2013
Jméno autora	Mgr. Věra Grimmerová
E-mail autora	grimmerova@gymjev.cz
Ročník studia	1.
Předmět nebo tematická oblast	Chemie
Výstižný popis způsobu využití materiálu ve výuce	Materiál obsahuje prezentaci, která je využitelná ve výuce chemie v 1. ročníku gymnázia. Je doplněn návodem na laboratorní cvičení. Inovace: mezipředmětové vztahy s fyzikou, využití ICT, mediální techniky.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

reg. č.: **CZ.1.07/1.5.00/34.0802**



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Základy termochemie



Termochemie

- je vědní obor, který studuje tepelné změny při chemických reakcích
- podle tepelného zabarvení třídíme reakce na:
 - a) **exotermické** – reakce, při nichž se teplo uvolňuje (reakční teplo Q má záporné znaménko)
 - b) **endotermické** – reakce, při nichž se teplo spotřebovává (reakční teplo Q má kladné znaménko)



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

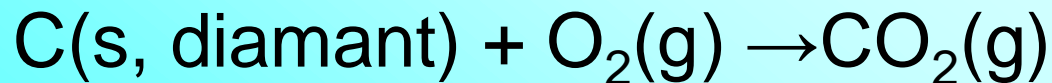
Entalpie ΔH

- je teplo, které soustava vymění s okolím za **konstantního tlaku**
- jednotka kJ/mol
- závisí na skupenském stavu a krystalové formě látek

např.



$$\Delta H^\circ = -393,1 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H^\circ = -395 \text{ kJ/mol}$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Termochemické zákony

1. Termochemický zákon (Lavoisier-Laplaceův zákon):

Reakční teplo (entalpie) přímé a zpětné reakce je až na znaménko stejné.

$$\Delta H_p = - \Delta H_z$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

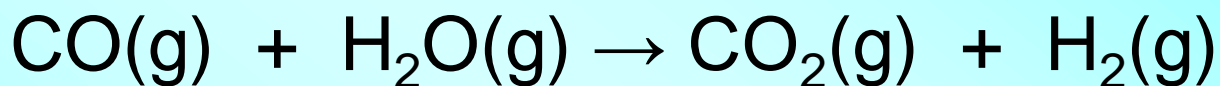


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

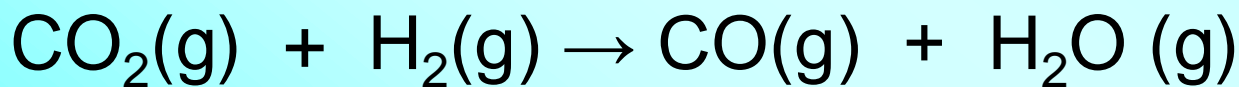
Příklad:

Přímá reakce:



$$\Delta H^\circ = -39,1 \text{ kJ/mol}$$

Zpětná reakce:



$$\Delta H^\circ = 39,1 \text{ kJ/mol}$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

2. Termochemický zákon (Hessův zákon)

Výsledné reakční teplo (entalpie) reakce je rovno součtu tepel dílčích reakcí a nezáleží přitom na způsobu jejich průběhu.

$$\Delta H^{\circ} = \Delta H_1^{\circ} + \Delta H_2^{\circ}$$



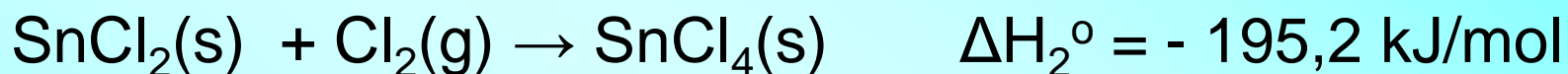
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad:



$$\Delta H^\circ = \Delta H_1^\circ + \Delta H_2^\circ$$

$$\Delta H^\circ = - 349,4 + (- 195,2)$$

$$\Delta H^\circ = - 544,6 \text{ kJ/mol}$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Standardní slučovací teplo

- je reakční teplo reakce, při níž vzniká 1 mol sloučeniny přímo z prvků za standardních podmínek
- jednotka kJ/mol
- H°_{sl} prvků = 0 kJ/mol!



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

$$\Delta H^{\circ} = \Sigma \Delta H^{\circ}_{sl}(\text{prod.}) - \Sigma \Delta H^{\circ}_{sl}(\text{v.l.})$$

Příklad:

Kolik tepla vyvine aluminotermická
reakce $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Fe} +$
 Al_2O_3 ,

vstoupí-li do ní 1 kg oxidu železitého?

$$\Delta H^{\circ}_{\text{sl}} (\text{Fe}_2\text{O}_3) = -824,2 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{sl}} (\text{Al}_2\text{O}_3) = -1675,7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{sl}} (\text{Al}) = 0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{sl}} (\text{Fe}) = 0 \text{ kJ/mol}$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

$$\Delta H^{\circ} = \Sigma \Delta H^{\circ}_{sl}(\text{prod.}) - \Sigma \Delta H^{\circ}_{sl}(\text{v.l.})$$

$$\Delta H^{\circ} = - 1675,7 - (- 824,2)$$

$$\Delta H^{\circ} = - 850,8 \text{ kJ/mol}$$

$$1 \text{ mol} \dots\dots\dots - 850,8 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3: n = \frac{m}{M} \quad M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,7 \text{ g/mol}$$

$$n = 1: 159,7 = \underline{6,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

$$1 \text{ mol} \dots\dots\dots - 850,8 \text{ kJ}$$

$$6,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \dots\dots x \text{ kJ}$$

$$X = \underline{- 5,33 \text{ kJ}}$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Při aluminotermické reakci se uvolní
5,33 kJ tepla.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Standardní slučovací teplo

- je reakční teplo reakce, při níž je spálen 1 mol látky za standardních podmínek
- jednotka kJ/mol

$$\Delta H^\circ = \Sigma \Delta H^\circ_{\text{sp}}(\text{v.l.}) - \Sigma \Delta H^\circ_{\text{sp}}(\text{prod.})$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad 1

Vypočtěte, jaké teplo se uvolní při
spálení 60 g acetylenu C_2H_2 za
standardních podmínek?

Stand. spalné teplo acetylenu je
– 1300 kJ/mol.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

$$m(\text{C}_2\text{H}_2) = 60 \text{ g}, M(\text{C}_2\text{H}_2) = 26 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{60}{26}$$

$$n = \underline{2,3 \text{ mol}}$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

1 mol -1300 kJ

2,3 mol x kJ

x = - 2990 kJ

Spálením 60 g C_2H_2 se uvolní 2990 kJ tepla.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad 2

Reakcí benzenu s vodíkem vzniká cyklohexan. Vypočtete reakční teplo této reakce, jsou-li známa standardní spalná tepla:

$$\Delta H^{\circ}_{\text{sp}} [\text{C}_6\text{H}_6 (\text{l})] = -3268 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{sp}} [\text{H}_2(\text{g})] = -286 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{sp}} [\text{C}_6\text{H}_{12} (\text{l})] = - 3920 \text{ kJ/mol}$$

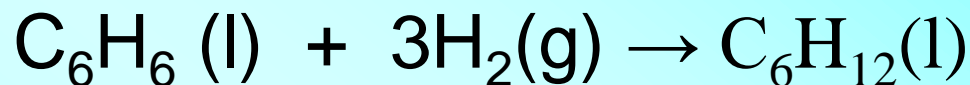


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



$$\Delta H^\circ = \Sigma \Delta H^\circ \text{ sp(v.l.)} - \Sigma \Delta H^\circ \text{ sp(prod.)}$$

$$\Delta H^\circ = [-3268 + 3(-286)] - (-3920)$$

$$\Delta H^\circ = - 206 \text{ kJ}$$

Při reakci benzenu s vodíkem se uvolní 206 kJ tepla.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Laboratorní cvičení

TERMOCHEMIE

Úkol: Změny tepelné energie při chemických dějích

Pomůcky: 3 kádinky (100 ml nebo větší), teploměr, tyčinka, chemická lžice

Chemikálie:

hydroxid sodný NaOH

dusičnan amonný NH_4NO_3

(nebo chlorid amonný NH_4Cl)

10% NaOH a 10% HCl



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Postup:

1. pokus:

- Do kádinky se 100 ml vody ponořte teploměr a změřte teplotu.
- Pak do kádinky vhodte 5 peciček hydroxidu sodného NaOH a směs míchejte skleněnou tyčinkou.
- Po dokonalém rozpuštění všech peciček NaOH odečtete na teploměru konečnou teplotu.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

2. pokus:

- Do kádinky se 100 ml vody ponořte teploměr a změřte teplotu.
- Pak do kádinky vhodte 1 lžící dusičnanu amonného NH_4NO_3 a směs míchejte skleněnou tyčinkou.
- Po dokonalém rozpuštění NH_4NO_3 odečtete na teploměru konečnou teplotu.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

3. pokus:

- Do kádinky nalijte 50 ml 10% NaOH a změřte teplotu roztoku.
- Poté přidejte pomalu a za stálého míchání 50 ml 10% HCl a opět změřte teplotu roztoku.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Závěr:

Rozpouštěním pevného NaOH ve vodě došlo ke teploty z $^{\circ}\text{C}$ na $^{\circ}\text{C}$. Tento děj se nazývá (endotermický/exotermický).

Rozpouštěním pevného dusičnanu amonného NH_4NO_3 ve vodě došlo ke teploty z $^{\circ}\text{C}$ na $^{\circ}\text{C}$. Tento děj se nazývá (endotermický/exotermický).

Neutralizací hydroxidu sodného kyselinou chlorovodíkovou došlo ke teploty z $^{\circ}\text{C}$ na $^{\circ}\text{C}$.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

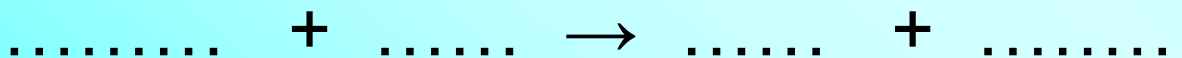


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Neutralizace je tedy příkladem
..... reakce
(endotermické/exotermické)

Neutralizaci, kterou jsme
experimentálně provedli, můžeme
zapsat chemickou rovnicí:



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Seznam použité literatury a pramenů:

- Kosina,L. – Šrámek,V.: Obecná a anorganická chemie. Olomouc: FIN, 1996. 255 s. ISBN 80-7182-003-2.
- Honza,J. – Mareček,A.: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1 díl. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998. 240 s. ISBN 80-7182-055-5.
- Honza,J. – Mareček,A.: Chemie pro čtyřletá gymnázia 2 díl. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998. 231 s. ISBN 80-7182-056-3.
- Ostatní necitované objekty (užité v tomto DUM) jsou dílem autora.
- Materiál je určen pro bezplatné užívání pro potřebu výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.
- Dílo smí být dále šířeno pod licencí CC BY-SA.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ