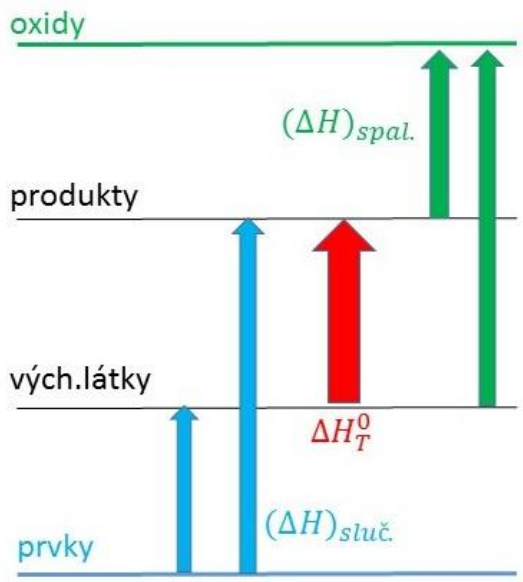
8. Cvičení - Termochemie, Le Chatelierův princip.



Výpočet reakčního tepla ze slučovacích tepel:

$$\Delta H_T^0 = \sum_{vých.lát.} \nu \cdot (\Delta H)_{spal.} - \sum_{produkty} \nu \cdot (\Delta H)_{spal.}$$

Výpočet reakčního tepla ze slučovacích tepel:

$$\Delta H_T^0 = \sum_{produkty} \nu \cdot (\Delta H)_{sluč.} - \sum_{vých.lát.} \nu \cdot (\Delta H)_{sluč.}$$

skripta kapitola 7

1. Pro izobaricky probíhající reakce byla při teplotě 25°C určena standardní reakční tepla následovně:

$C\ (s) + O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g)$ $\Delta H_T^0 = -393{,}1\ kJ.mol^{-1}$

$CO\ (g) + 0{,}5\ O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g)$ $\Delta H_T^0 = -282{,}6\ kJ.mol^{-1}$

Jaké je reakční teplo reakce $C\ (s) + 0{,}5\ O_2\ (g) \rightarrow CO\ (g)$ provedené za stejných podmínek?

2. Vypočítejte reakční teplo ΔH_{298}^0 reakce $C\ (s, grafit) + H_2O\ (g) \rightarrow CO\ (g) + H_2\ (g)$ a to jak pomocí slučovacích, tak i spalných tepel.

Poznámka - slučovací teplo sloučeniny je standardní reakční teplo reakce, při které vznikne 1 mol této látky přímo z prvků ve <u>standardním stavu</u> za <u>standardních podmínek</u>, přičemž dané prvky jsou při zvolené teplotě a standardním tlaku ve své nejstálejší podobě. Pro získání prvků ve standardním stavu, není potřeba žádné teplo. Proto standardní slučovací teplo prvků v jejich nejstálejší podobě je **nulové.** – např. slučovací teplo vody $H_2\ (g) + 1/2O_2\ (g) \rightarrow H_2O\ (g)$;

-spalné teplo je standardní reakční teplo reakce, při níž dojde ke spálení (oxidaci) 1 molu této látky v nejstálejší podobě za standardních podmínek na konečné oxidační produkty (obvykle nejstálejší oxidy, například u uhlíku je to CO_2, u železa je to Fe_2O_3, apod. Např. spalné teplo oxidu uhelnatého $CO\ (g) + 0{,}5\ O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g)$.

	$(\Delta H_{298}^0)_{sl.}$ / kJ.mol^{-1}	$(\Delta H_{298}^0)_{spal.}$ / kJ.mol^{-1}
H_2O (g)	-241,8	0
C (s, grafit)	0	-393,1
CO (g)	-110,5	-282,6
H_2 (g)	0	-241,8

3. Reakční tepla je možno i počítat ze známých hodnot vazebných energií: reakční teplo je dáno součtem energie spotřebované na rozštěpení původních vazeb ve výchozích látkách (system energii přijímá … + znaménko) a energie, která se uvolní při vzniku nových vazeb v molekulách produktů (systém energii uvolní … - znaménko).

Vypočítejte reakční teplo tvorby jodovodíku: $H_2\ (g) + I_2\ (g) \rightarrow 2HI\ (g)$

	H-H	I-I	H-I
$E_{vazeb.}$ [kJ.mol^{-1}]	435	150	299

4. Mnohá termochemická data jsou získávána měřením spalných tepel. Za znalosti slučovacích tepel všech produktů, které vznikají spálením dané látky v nadbytku kyslíku, lze ze změřeného spalného tepla této látky vypočítat její slučovací teplo. Určete slučovací teplo ethanu, znáte-li následující reakční tepla (napište i chemickou rovnici). Určete rovněž hodnotu spalného tepla ethanu.

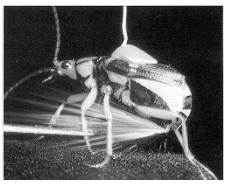
(1) $2\ C_2H_6\ (g) + 7\ O_2\ (g) \rightarrow 4\ CO_2\ (g) + 6\ H_2O\ (l)$ $\Delta H_T^0 = -3120{,}2\ kJ$

(2) $C\ (grafit, s) + O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g)$ $\Delta H_T^0 = -393{,}5\ kJ$

(3) $2\ H_2\ (g) + O_2\ (g) \rightarrow 2\ H_2O\ (l)$ $\Delta H_T^0 = -571{,}6\ kJ$

5. Brouk rodu *Brachinus* má pozoruhodnou obrannou reakci. Na spodní straně zadečku má pár žláz, z nichž každá sestává ze dvou váčků. V prvním je roztok hydrochinonu a peroxidu vodíku, v druhém pak enzymy. Je-li brouk napaden, vstříkne trochu roztoku hydrochinonu a peroxidu vodíku do druhého váčku s enzymy a dojde k exotermické reakci $C_6H_4(OH)_2$ (aq) + H_2O_2 (aq) → $C_6H_4O_2$ (aq) + $2H_2O$ (l).

hydrochinon chinon



Vznikající voda je ohřáta uvolněným teplem až téměř k bodu varu a vystříknuta proti útočníkovi. Kromě tohoto tepelného efektu působí i vznikající chinon na mnoho druhů hmyzu i jiných živočichů jako repelent.

Vypočítejte reakční teplo dané reakce, znáte-li tepla těchto reakcí

$C_6H_4(OH)_2$ (aq) → $C_6H_4O_2$ (aq) + H_2 (g) ΔH_T^0 = 177 kJ

H_2O_2 (aq) → H_2O (l) + 0,5 O_2 (g) ΔH_T^0 = –94,6 kJ

H_2 (g) + 0,5 O_2 (g) → H_2O (l) ΔH_T^0 = –286 kJ

6. Vypočítejte standardní reakční teplo ΔH_{298}^0 reakce CO (g) + H_2O (g) → CO_2 (g) + H_2 (g). Vypočítejte též reakční teplo této reakce při teplotě 500 K. K výpočtu použijte data v tabulce.

	$(\Delta H_{298}^0)_{sluč}$ / kJ.mol^{-1}	C_p / J.mol^{-1}K^{-1}
H_2O (g)	–241,82	33,58
CO (g)	–110,52	29,11
CO_2 (g)	–393,51	37,11
H_2 (g)	0,00	28,83

7. Oxid železitý se redukuje vodíkem na železo. Vypočítejte, kolik tepla je zapotřebí k vyredukování 10 g železa za standardních podmínek.

$(\Delta H_{298}^0)_{sluč}(Fe_2O_3(s))$ = -822,16 kJ/mol

$(\Delta H_{298}^0)_{sluč}(H_2O(g))$ = -241,84 kJ/mol

M(Fe) = 55,85 g/mol

8. Pro izobaricky probíhající reakce byla při teplotě 25°C určena standardní reakční tepla následovně:

C_2H_5OH (l) + $3O_2$ (g) → $3H_2O$ (l) + $2CO_2$ (g) ΔH_T^0 = –1367 kJ

C_2H_4 (g) + $3O_2$ (g) → $2CO_2$ (g) + $2H_2O$ (l) ΔH_T^0 = –1411 kJ

	$(\Delta H_{298}^0)_{sl.}$ / kJ.mol^{-1}	$(\Delta H_{298}^0)_{spal.}$ / kJ.mol^{-1}
C_2H_5OH (l)	-277,7	-1367,6
C_2H_4 (g)	52,3	-1411,4
H_2O (l)	-285,5	0

Jaké je reakční teplo reakce C_2H_4 (g) + H_2O (l) → C_2H_5OH (l) provedené za stejných podmínek? Vypočítejte pomocí:

a) standardních reakčních tepel
b) slučovacích tepel
c) spalných tepel

9. Určete spalné teplo methanu, víte-li že spalování probíhá dle následující rovnice:

$$CH_4 (g) + 2\ O_2 (g) \rightarrow CO_2 (g) + 2\ H_2O (l)$$

$$(\Delta H_{298}^0)_{sl.}(CO_2) = -393{,}5\ kJ.mol^{-1},\ (\Delta H_{298}^0)_{sl.}(CH_4) = -74{,}75\ kJ.mol^{-1}$$

10. Při spálení hořčíku o hmotnosti 1 g na oxid hořečnatý se uvolnilo teplo 24,73 kJ. Urči slučovací teplo MgO.

11. Vypočítejte standardní reakční teplo reakce: NH_3 (g) + O_2 (g) → N_2 (g) + H_2O (g) a určete, zda je exo- nebo endotermická, víte-li, že jednotlivé látky mají hodnoty slučovacích tepel: NH_3 (g) $(\Delta H_{298}^0)_{sl}$ = - 46 kJ mol^{-1}, H_2O (l) $(\Delta H_{298}^0)_{sl}$ = - 286 kJ mol^{-1}