

MO 3 CHEMICKÁ KINETIKA A TERMODYNAMIKA – příklady

CHEMICKÁ KINETIKA

CV:

- Uvažujeme reakci $C + O_2 \rightarrow CO_2$. Stechiometrické koeficienty rovny 1. (oranž. str. 118)
 - rychlost změny látkového množství jednotlivých látek: $(v_{pr} = dn/dt); (v_{vi} = - dn/dt)$
 - $v(CO_2) = v(O_2) = v(C)$
 - rovnost platí proto, že za stejný časový interval přibude stejné látkové množství oxidu uhličitého jako ubude látkového množství kyslíku nebo uhlíku

- Uvažujeme reakci $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$.
 - úbytek látkového množství vodíku je zde dvojnásobný než úbytek látkového množství kyslíku
 - rychlost změny látkového množství O_2 a H_2 jsou dány rovnicemi: $(v_{pr} = dn/dt); (v_{vi} = - dn/dt)$
 - $v(H_2) = 2v(O_2)$
 - rychlost ubývání látkového množství vodíku je dvojnásobná než rychlost ubývání látkového množství kyslíku

- Pro rozklad oxidu dusičného $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$ byla naměřena rychlost úbytku látkového množství N_2O_5 $4,83 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$. Vypočítejte $v(NO_2)$ a $v(O_2)$.

řešení:

$$v(NO_2) = 9,66 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1} \quad v(NO_2) = 2v(N_2O_5)$$

$$v(O_2) = 2,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1} \quad v(N_2O_5) = 2v(O_2)$$

postup:

$$n(NO_2)/n(N_2O_5) = 2/1 \dots \dots \dots n(NO_2) = 2 \cdot n(N_2O_5)$$

$$v(NO_2) = dn/dt \dots \dots \dots \text{za } dn(N_2O_5) = 2 \cdot n(N_2O_5) \dots \dots \dots v(NO_2) = 2v(N_2O_5)$$

- Odvoďte kinetickou rovnici této reakce: $2H_2(g) + 2NO(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$
Při odvozování využijte následující tabulku, ve které jsou uvedeny reakční rychlosti reakce v závislosti na koncentraci reagujících látek.

Experiment	Počáteční koncentrace NO ($\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$)	Počáteční koncentrace H_2 ($\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$)	Počáteční reakční rychlost ($\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)
1.	0,006	0,001	0,18
2.	0,006	0,002	0,36
3.	0,006	0,003	0,54
4.	0,001	0,006	0,03

5.	0,002	0,006	0,12
6.	0,003	0,006	0,27

řešení:

Zvýšíme-li $c(\text{H}_2)$ 2x, resp. 3x, zvýší se reakční rychlost 2x, resp. 3x. $v \sim c(\text{H}_2)$

Zvýšíme-li $c(\text{NO})$ 2x, resp. 3x, zvětší se reakční rychlost 4x, resp. 9x. $v \sim c^2(\text{NO})$

kinetická rovnice: $v = k \cdot c(\text{H}_2) \cdot c^2(\text{NO})$

postup: potřebuji získat koeficienty
 v 2. případě: $4 \sim 2^x \dots \dots \dots c^2$
 $v_1/v_2 \sim (c_1/c_2)^x \dots \dots 0,12/0,03 \sim (0,2/0,1)^x \dots \dots \dots v \sim c^2$

5. Určete řád reakcí následujících reakcí:

- a) $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HBr}$ $v = k \cdot c(\text{Br}_2) \cdot c^2(\text{H}_2)$
- b) $(\text{CH}_3)_3\text{CCl} + \text{OH}^- \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{COH} + \text{Cl}^-$ $v = k \cdot c((\text{CH}_3)_3\text{CCl})$
- c) $6\text{H}_3\text{O}^+ + \text{BrO}_3^- + 5\text{Br}^- \rightarrow 3\text{Br}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$ $v = k \cdot c(\text{BrO}_3^-) \cdot c(\text{Br}^-) \cdot c(\text{H}_3\text{O}^+)$

řešení:

- a) $r = 3$ b) $r = 1$ c) $r = 3$

6. Napište kinetickou rovnici reakcí:

- a) $(\text{CH}_3)_3\text{CCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{COH} + \text{HCl}$
- b) $2\text{NO}_2\text{Cl} \rightarrow 2\text{NO}_2 + \text{Cl}_2$
- c) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$

víte-li že,

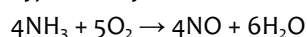
- reakce a) je prvního řádu ve vztahu k $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$ a nultého řádu ve vztahu k H_2O
- reakce b) je prvního řádu ve vztahu k NO_2Cl
- reakce c) je druhého řádu ve vztahu k NO a prvního řádu ve vztahu k O_2

Pro každou reakci vyjádřete jednotku její rychlostní konstanty.

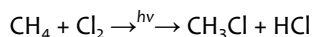
řešení (viz vliv koncentrace):

- a) $v = k \cdot c((\text{CH}_3)_3\text{CCl})$ $[k] = \text{s}^{-1}$
- b) $v = k \cdot c(\text{NO}_2\text{Cl})$ $[k] = \text{s}^{-1}$
- c) $v = k \cdot c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)$ $[k] = \text{mol}^{-2} \cdot \text{dm}^6 \cdot \text{s}^{-1}$

7. Prostřednictvím změny látkového množství jednotlivých výchozích látek, produktů a stechiometrických koeficientů vyjádřete rychlost této reakce:



8. Pro látky CH_4 a Cl_2 platí, že disociační energie vazby C-H v methanu je větší než disociační energie vazby Cl-Cl v molekule chloru. Jaký radikál bude vznikat jako první při reakci?



řešení: radikál $\text{Cl}\bullet$, poté radikál $\text{CH}_3\bullet$

teorie:

vazebná energie

- energie, která se **uvolní** při vzniku vazby, čím větší je její hodnota, tím pevněji jsou atomy k sobě vázány
- vyjadřuje se v jednotkách energie, nejčastěji v elektronvoltech
- z praktických důvodů se vztahuje na energii jednoho molu, pak se udává v jednotkách kJ/mol

disociační energie vazby

- energie, kterou je nutno **dodat**, aby se vazba rozštěpila
- na základě zákona o zachování energie je číselně rovna energii, která se uvolnila při vzniku vazby, ovšem má opačné znaménko

9. Určete, ke kterému typu činidel (Nu^- , E^+) náleží karbokationty a karboanionty?

10. Napište kinetickou rovnici reakce: $(\text{CH}_3)_3\text{CCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{COH} + \text{HCl}$ víte-li, že reakce je prvního řádu ve vztahu k $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$ a nultého řádu ve vztahu k H_2O . Vyjádřete jednotku rychlostní konstanty.

11. Rychlost hydrolyzy methylesteru kyseliny octové v okyseleném vodném roztoku závisí pouze na koncentraci methylesteru kyseliny. Určete správná tvrzení: a/ reakce je druhého řádu, b/ kinetická rovnice reakce je $v = k \cdot c(\text{CH}_3\text{COOCH}_3)$, c/ kinetická rovnice reakce je $v = k \cdot c(\text{CH}_3\text{COOH})$, d/ ze zadání úlohy plyne, že reakce probíhá mechanismem monomolekulárním. (odp. b)

12. Pro chemickou reakci $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ byly získány tyto údaje:

Experiment	Počáteční koncentrace A ($\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)	Počáteční koncentrace B ($\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)	Počáteční reakční rychlost ($\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$)
1.	0,5	0,5	0,02
2.	1,0	0,5	0,08
3.	1,0	1,0	0,16

Jaká je kinetická rovnice:

- a) $v = k \cdot c^2(\text{A}) \cdot c(\text{B})$
- b) z údajů nelze určit
- c) $v = k \cdot c(\text{A}) \cdot c^2(\text{B})$
- d) $v = k \cdot c^{1/2}(\text{A}) \cdot c(\text{B})$

řešení: a)

13. Uvažujte reakci $\text{A} \rightarrow \text{B} + \text{C}$. Rychlost reakce závisí pouze na koncentraci látky A a reakce je 2. řádu. Počáteční rychlost byla naměřena $5 \cdot 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$ a počáteční koncentrace výchozí látky byla $0,2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. Jaká je hodnota rychlostní konstanty reakce v $\text{dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$?

řešení: $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

14. Uvažujte 2 následující situace:

- a) teplota, při které reakce probíhala, byla zvýšena z 25°C na 125°C
- b) teplota, při které reakce probíhala, byla zvýšena ze 100°C na 200°C

Určete správná tvrzení:

- a) změna rychlosti bude větší v 1. případě
- b) změna rychlosti bude větší v 2. případě
- c) změna rychlosti bude stejná v obou případech
- d) ke změně rychlosti nedojde v a) ani b)

řešení: b)

15. Z následujících tvrzení určete ta, která jsou správná:

- a) zvýšením teploty se sníží aktivační energie (ne, ale zvýší se počet srážek a hodnoty E_A se tak dosáhne rychleji)
- b) zvýšením teploty se zvýší frakce molekul, které mají stejnou nebo vyšší energii než je E_A
- c) katalyzátory zvyšují rychlost reakce, aniž by ovlivnily E_A reakce
- d) všechny samovolné reakce probíhají již za teploty 25°C
- e) pro reakci $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NOCl}$ platí, že

$$\frac{\Delta c(\text{NO})}{\Delta t} = \frac{\Delta c(\text{Cl}_2)}{\Delta t}$$

Správná tvrzení:

- a) a, b, d
- b) a, b, d, e
- c) všechna
- d) b

řešení: d)

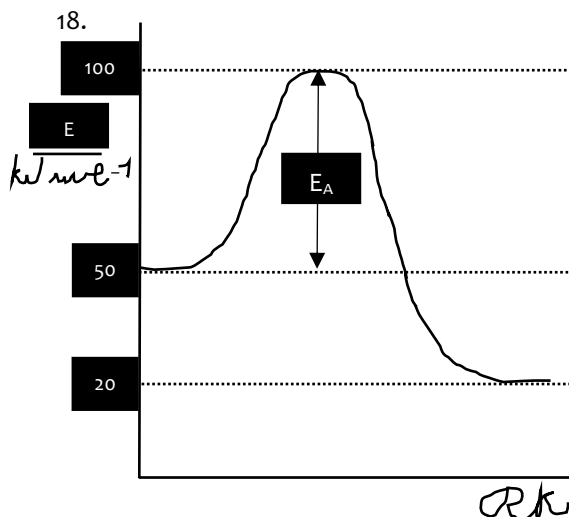
16. O jakou veličinu je u exotermické reakce E_A zpětné reakce větší, než E_A přímé reakce.

řešení: ΔH (změna entalpie)

17. Řád reakce udává

- a) kolik částic se musí srazit, aby reakce proběhla
- b) z kolika částic se skládá aktivovaný komplex
- c) jak závisí reakční rychlost na koncentraci reaguujících látek
- d) závislost reakční rychlosti na teplotě

řešení: c)



Určete správné tvrzení:

odp. b)

- a) reakce je endotermická
- b) energie aktivovaného komplexu je 100 kJ.mol⁻¹
- c) nelze určit, zda se jedná o exo- či endotermickou reakci
- d) energie aktivovaného komplexu je 50 kJ.mol⁻¹

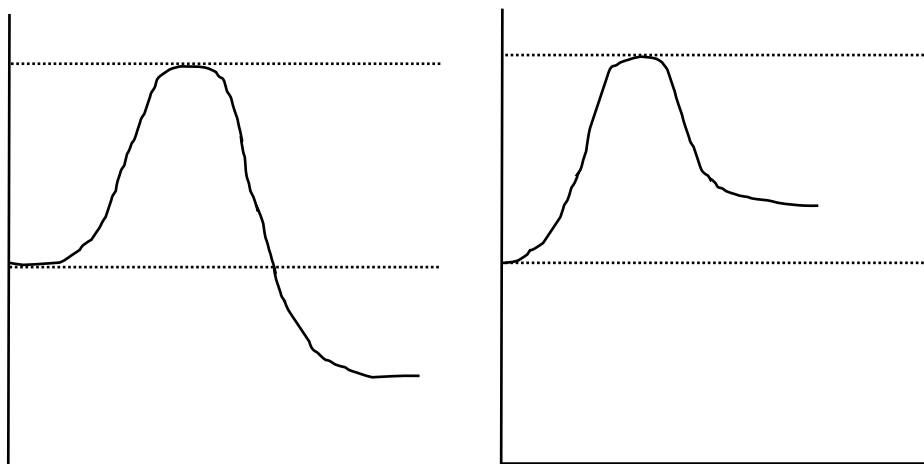
Rozdíl energií produktů a výchozích látek je:

odp. a)

- a) - 30 kJ.mol⁻¹
- b) - 20 kJ.mol⁻¹
- c) 30 kJ.mol⁻¹
- d) 20 kJ.mol⁻¹

19. Do grafu/ů vyznačte:

- popis grafu (E, RK); zda se jedná o graf exo- či endotermického děje
- aktivační energie přímých reakcí
- aktivační energie zpětných reakcí
- výchozí látky u obou dějů
- aktivované komplexy
- ΔH



TERMODYNAMIKA

CV:

- Vypočtete reakční teplo této reakce: $2C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_{2}H_{4(g)}$, znáte-li:

$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H^{\circ} = -393,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O(l)$	$\Delta H^{\circ} = -571,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O(l) + 2CO_{2(g)}$	$\Delta H^{\circ} = -1409,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Oxid železitý se redukuje na železo vodíkem. Vypočtete, kolik tepla je zapotřebí na vyredukování 10g železa. $Fe_2O_{3(s)}$: $\Delta H^{\circ}_{sl.} = -786 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $H_2O(l)$: $\Delta H^{\circ}_{sl.} = -231 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Napište termochemickou rovnici vyjadřující redukcí 1 molu oxidu uhličitýho uhlíkem. Při reakce se spotřebovává teplo $172,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Vypočítejte hodnotu spotřebovaného tepla pro případ, že v reakční směsi před provedením reakce současně budou tato látková množství výchozích látek: 2 moly oxidu uhličitýho a 3 moly uhlíku.
- Pro které reakce je reakční teplo zároveň teplem slučovacím i spalným?
 - $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$
 - $2Al_{(s)} + 3/2O_{2(g)} \rightarrow Al_2O_{3(s)}$
 - $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{2(l)}$
 - $2H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} + C_{(s)} \rightarrow CH_3OH(l)$
 - $H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \rightarrow H_2O(l)$
- U které z reakcí můžeme reakční teplo označit jako spalné a u které jako slučovací?

a. $CH_3COOH(l) + 2O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O(l)$	$\Delta H = -869 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
b. $2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO(g)$	$\Delta H = -218 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
c. $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl(g)$	$\Delta H = -184,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
d. $Mg_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow MgCl_{2(s)}$	$\Delta H = -641 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

7. Které tvrzení o reakčních teplech níže uvedených reakcí je správné:
- $$1/2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 3/2\text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$$
- $$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 6\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- reakční tepla jsou stejná, protože se jedná o stejné chemické děje
 - reakční tepla stoupají na dvojnásobek
8. Reakcí benzenu s vodíkem vzniká cyklohexan. Vypočítejte reakční teplo této reakce (za standardních podmínek), jsou-li známá standardní spalná tepla výchozích látek a produktů: $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) = -3268 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\text{H}_2(\text{g}) = -286 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{l}) = -3920 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
9. Jsou dána slučovací tepla kapalné vody $-286 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, oxidu uhličitého $-393,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a acetyleny $226,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Vypočítejte spalné teplo acetyleny.
10. Pro reakční teplo rozkladu oxidu rtuťnatého $2\text{HgO}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Hg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ platí $\Delta H = 180,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Určete reakční teplo vzniku 1 molu $\text{HgO}(\text{s})$ z prvků $\text{Hg}(\text{s})$ a $\text{O}_2(\text{g})$.
11. Vypočítejte reakční teplo reakce $\text{Mg}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$, známe-li:
- $$\text{Mg}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{s}) \quad \Delta H = -641 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$
- $$1/2\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -92,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$
12. Vypočítejte ΔH reakce $\text{CaC}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$, znáte-li standardní slučovací tepla výchozích látek: $\Delta H^\circ_{\text{sl.}} \text{CaC}_2 = 62,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^\circ_{\text{sl.}} \text{H}_2\text{O} = -285,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a standardní slučovací tepla produktů: $\Delta H^\circ_{\text{sl.}} \text{Ca}(\text{OH})_2 = 986,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^\circ_{\text{sl.}} \text{C}_2\text{H}_2 = 226,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
13. Vypočítejte, jaké teplo se uvolní aluminotermickou reakcí $2\text{Al}(\text{s}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Fe}(\text{s})$ víte-li, že: $\Delta H^\circ_{\text{sl.}} \text{Al}_2\text{O}_3 = -1670 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^\circ_{\text{sl.}} \text{Fe}_2\text{O}_3 = -822,3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
14. Vypočítejte standardní reakční teplo reakce:
- $$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 2\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{l}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
- víte-li, že platí: $\Delta H^\circ_{\text{sp.}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = -1336,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^\circ_{\text{sp.}} \text{CH}_3\text{COOH} = -873,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^\circ_{\text{sp.}} \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 = -2254,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
15. Vypočítejte reakční teplo izomerizace dimethyletheru na ethanol: $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$, znáte-li $\Delta H^\circ_{\text{sp.}} \text{CH}_3\text{OCH}_3 = -1454 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a $\Delta H^\circ_{\text{sp.}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = -1402 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
16. Jaké množství tepla se uvolní spálením 50dm^3 vodíku (přepočteno na normální podmínky), je-li standardní slučovací teplo $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ rovno $-285,8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a probíhá-li tato reakce při konstantním tlaku?
17. Vypočítejte jaké množství tepla se uvolní, případně spotřebuje, při dimeraci 69g NO_2 , za předpokladu, že děj probíhá za standardních podmínek. Pro výpočet využijte následující údaje: $\text{Mr}(\text{NO}_2) = 46$; $\Delta H^\circ_{\text{sluč}} \text{NO}_2 = 33,18 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^\circ_{\text{sluč}} \text{N}_2\text{O}_4 = 9,16 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
18. Vypočítejte jaké množství tepla se uvolní nebo spotřebuje, jestliže při reakci amoniaku s kyslíkem vznikne 50g NO . Na počátku i na konci děje je soustava ve standardním stavu. Pro výpočet použijte následující údaje: $\Delta H^\circ_{\text{sluč}} \text{NO}(\text{g}) = 90,25 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^\circ_{\text{sluč}} \text{NH}_3(\text{g}) = -46,11 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^\circ_{\text{sluč}} \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

19. Jaké množství tepla se uvolní spálením vodíku, který vznikl rozpuštěním 90g zinku ve zředěné kyselině sírové? Spalování proběhlo za standardních podmínek a $\Delta H^{\circ}_{\text{sluč}}\text{H}_2\text{O}(l) = -285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
20. Vypočítejte, jaké množství tepla je při standardních podmínkách třeba na převedení 1kg vody z kapalného stavu do plynného, je-li: $\Delta H^{\circ}_{\text{sluč}}\text{H}_2\text{O}(l) = -285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^{\circ}_{\text{sluč}}\text{H}_2\text{O}(g) = -241,80 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

21. Vypočítejte standardní reakční entalpii následující reakce:



$$\Delta H^{\circ}_{\text{sluč}}\text{CaCO}_3(s) = -1206,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}, \Delta H^{\circ}_{\text{sluč}}\text{CaO}(s) = -635,09 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1},$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{sluč}}\text{CO}_2(g) = -393,70 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}.$$

22. Průmyslovou výrobou sirouhlíku popisuje následující rovnice:



Jaké množství tepla je nutno do systému dodat, aby vzniklo 40g CS₂?

23. Vypočítejte reakční teplo této reakce: $\text{H}_2(g) + \text{S}(s) \rightarrow \text{H}_2\text{S}(g)$, znáte-li:
 $\text{Zn}(s) + \text{S}(s) \rightarrow \text{ZnS}(s) \quad \Delta H^{\circ} = -203,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $\text{Zn}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(l) \rightarrow \text{ZnSO}_4(s) + \text{H}_2(g) \quad \Delta H^{\circ} = -167,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $\text{ZnS}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(l) \rightarrow \text{ZnSO}_4(s) + \text{H}_2\text{S}(g) \quad \Delta H^{\circ} = 15,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

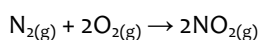
24. Vypočítejte reakční teplo reakce: $2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{SO}_3(g)$, znáte-li:
 $\text{S}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{SO}_2(g) \quad \Delta H^{\circ} = -296,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $2\text{S}(s) + 3\text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{SO}_3(g) \quad \Delta H^{\circ} = -791,4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

25. Jaké množství tepla se uvolní spálením 70g methanu za standardních podmínek? Spalné teplo methanu je $-890 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

26. Reakci vzniku oxidu dusnatého z prvků a jeho následnou oxidaci vzdušným kyslíkem na oxid dusičitý popisují následující rovnice:



Určete reakční teplo vzniku oxidu dusičitého z prvků:



27. Na základě termochemické rovnice $\text{N}_2(g) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{NO}_2(g)$ $\Delta H^{\circ} = 66,4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ určete reakční teplo reakce zpětné.

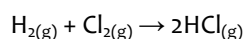
28. Na základě termochemické rovnice $2\text{NH}_3(g) \rightarrow 3\text{H}_2(g) + \text{N}_2(g)$ $\Delta H^{\circ} = 92,4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, vypočítejte, jaké množství tepla je třeba na rozklad 5 molů amoniaku.

29. 24g C bylo za standardních podmínek spáleno na oxid uhličitý. V průběhu reakce se uvolnilo teplo 784,4 kJ. Vypočítejte standardní slučovací teplo CO_2 .
30. Vypočítejte reakční teplo reakce $\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CF}_4(\text{g}) + 4\text{HF}(\text{g})$. Vazebné energie jednotlivých vazeb jsou:
- $E_{\text{C-H}} = 415,47 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $E_{\text{F-F}} = 158,99 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $E_{\text{C-F}} = 485,34 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $E_{\text{H-F}} = 569,02 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

CV:

- Jaké znaménko má entalpie při exotermních a jaké při endotermních dějích?
- Za jakých podmínek může exotermická reakce, která je spojena s poklesem entropie, probíhat samovolně?
 - za žádných podmínek
 - pouze když $\Delta H > T \cdot \Delta S$
 - pouze když $T \cdot \Delta S > \Delta H$
 - reakce probíhá samovolně vždy

- Určete změnu entropie této reakce:

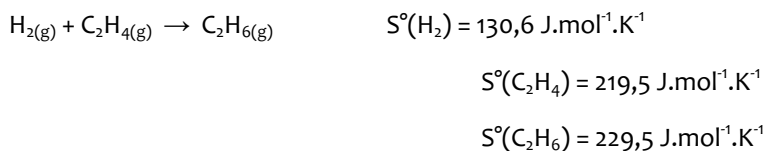


$$S^\circ(\text{H}_2) = 130,6 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}; S^\circ(\text{Cl}_2) = 223,0 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}; S^\circ(\text{HCl}) = 186,7 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

- Vysvětlete pojem Gibbsova energie.
- Při které z uvedených reakcí dochází k výraznému růstu entropie?**

- $\text{Hg}_{(\text{l})} + \text{S}_{(\text{s})} \rightarrow \text{HgS}_{(\text{s})}$
- $\text{CO}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{g})}$
- $\text{NaCl}_{(\text{s})} \rightarrow \text{NaCl}_{(\text{aq})}$
- $\text{CaCO}_{3(\text{s})} + \text{SiO}_{2(\text{s})} \rightarrow \text{CaSiO}_{3(\text{s})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$

- Určete změnu entropie této reakce:**

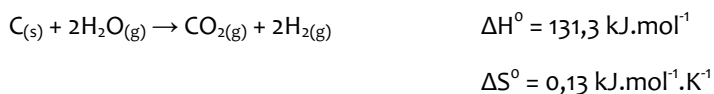


- Při jaké z těchto teplot 300K a 500K může probíhat reakce:**



- 300K
- 500K
- při obou teplotách
- při žádné z uvedených

8. Vypočítejte, při které z teplot 298K nebo 1432K bude následující reakce probíhat zleva doprava za předpokladu, že ΔH° a ΔS° nezávisí na teplotě.



9. Je-li reakční teplo vyjádřeno změnou entalpie, za jakých podmínek reakce probíhá?

- a) $V = \text{kont}$ c) $V = \text{konst, } p = \text{konst}$
 b) $p = \text{konst}$ d) $T = \text{konst}$

10. Ve kterém řádku jsou správně uvedeny názvy symbolů?

H	G	S	U
a) Gibbsova energie	entalpie	entropie	vnitřní energie
b) entalpie	Gibbsova energie	entropie	vnitřní energie
c) entalpie	vnitřní energie	entropie	Gibbsova energie
d) entropie	Gibbsova energie	entalpie	vnitřní energie

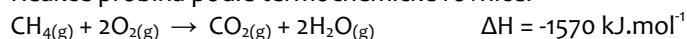
11. Za jakých podmínek může endotermická reakce, která je spojena s růstem entropie probíhat samovolně?

- a) za žádných podmínek
 b) pouze když $T\Delta S > \Delta H$
 c) pouze když $\Delta H > T\Delta S$
 d) reakce probíhá samovolně vždy

12. Které tvrzení je chybné?

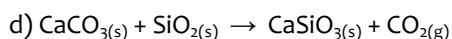
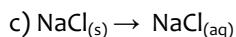
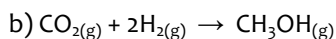
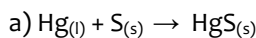
- a) Reakční teplo zpětné reakce je až na znaménko rovno reakčnímu teplu přímé reakce.
 b) Slučovací teplo je vztaženo na 1 mol produktů.
 c) Hodnota reakčního tepla ΔH závisí na způsobu provedení reakce.
 d) Slučovací a spalné teplo jsou definovány stejně.

13. Reakce probíhá podle termochemické rovnice:

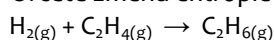


Jaká je číselná hodnota reakčního tepla, uvažujeme-li, že před zahájením reakce je v reakční směsi současně 10 molů CH_4 a 5 molů O_2 ?

14. Při které z uvedených reakcí dochází k výraznému růstu entropie?



15. Určete změnu entropie této reakce:

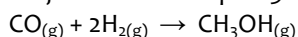


$S^\circ(\text{H}_2) = 130,6 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

$S^\circ(\text{C}_2\text{H}_4) = 219,5 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

$S^\circ(\text{C}_2\text{H}_6) = 229,5 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

16. Při jaké z těchto teplot 300K a 500K může probíhat reakce:



$\Delta H = -90,3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a $\Delta S = -218 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

- a) 300K b) 500K c) při obou teplotách d) při žádné z uvedených

17. Za jakých podmínek může endotermická reakce, která je spojena s poklesem entropie, probíhat samovolně?

a) za žádných podmínek

b) pouze když $\Delta H > T \cdot \Delta S$

c) pouze když $T \cdot \Delta S > \Delta H$

d) reakce probíhá samovolně vždy

Určete, které údaje vám scházejí pro výpočet reakčního tepla oxidace amoniaku na oxid dusnatý, víte-li, že $\Delta H_{si}^\circ(\text{NO}) = 90,4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

a. $\Delta H_{si}^\circ(\text{NH}_3), \Delta H_{si}^\circ(\text{H}_2\text{O})$

b. $\Delta H_{si}^\circ(\text{NH}_3)$

c. $\Delta H_{si}^\circ(\text{NH}_3), \Delta H_{si}^\circ(\text{H}_2\text{O}), \Delta H_{si}^\circ(\text{O}_2)$

d. žádný údaj neschází

31. Sirouhlík je možné připravit reakcí methanu se sírou. Vypočítejte reakční teplo reakce, jestliže znáte standardní slučovací tepla výchozích látek a produktů:

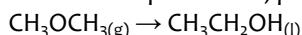
$\text{CH}_{4(g)} = -74,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\text{CS}_{2(l)} = 89,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\text{H}_2\text{S}_{(g)} = -20,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

32. Vypočítejte standardní spalné teplo benzenu, je-li známo: $\Delta H^{\circ}_{\text{sluč}} \text{C}_6\text{H}_6 = 49 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^{\circ}_{\text{spal}} \text{C}(\text{grafit}) = -393,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H^{\circ}_{\text{sluč}} \text{H}_2\text{O} = -285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

33. Vypočítejte reakční teplo reakce, při které je dimethylther izomerizován na ethanol podle rovnice:

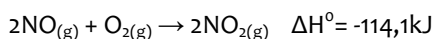


znáte-li reakční tepla přeměn:

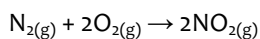


34. Jak zní I.termochemický zákon?

35. Reakci vzniku oxidu dusnatého z prvků a jeho následnou oxidaci vzdušným kyslíkem na oxid dusičitý popisují následující rovnice:



Určete reakční teplo vzniku oxidu dusičitého z prvků:



36. Jaké množství tepla se uvolní spálením 250g acetylenu? $\Delta H^{\circ}_{\text{sp.}(\text{acetylen})} = -1300 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

37. Vypočítejte reakční teplo následující reakce:



$$\Delta H^{\circ}_{\text{sl.}}(\text{CaCO}_3) = -1206,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}; \Delta H^{\circ}_{\text{sl.}}(\text{CaO}) = -635,09 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1};$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{sl.}}(\text{CO}_2) = -393,70 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$