

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

55. ročník, školský rok 2018/2019

Kategória C

Krajské kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE
TEORETICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ, ANORGANICKEJ A ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória C – 55. ročník – šk. rok 2018/2019

Krajské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmeťová, Slávka Saladiová

Maximálne 60 bodov
Doba riešenia: 120 minút

Riešenie úlohy 1 (max. 20 b)

1.1

Oblasť chémie, ktorá sa zaoberá objasnením reakcií z energetického hľadiska sa nazýva termomechanika.	N
Rovnica chemickej reakcie, ktorá zahŕňa aj tepelné zmeny sa označuje ako termochemická.	S
Podľa toho, či sa počas chemických reakcií teplo uvoľňuje alebo spotrebúva, rozdeľujeme chemické reakcie na exotermické a endotermické.	S
Endotermické reakcie sú reakcie, pri ktorých sa teplo spotrebúva. Znamená to, že energia produktov reakcie je menšia ako energia reaktantov.	N
Exotermické reakcie sú charakteristické tým, že produkty reakcie majú pevnejšie chemické väzby ako reaktanty, preto sú stabilnejšie látky ako reaktanty.	S
Reakčné teplo má označenie T a vyjadruje sa v jednotkách $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.	N
Ak sústava teplo od okolia prijíma, reakčné teplo je vyjadrené zápornou hodnotou.	N
Exotermické reakcie sú reakcie, pri ktorých sústava z okolia prijíma.	N
Pre reakcie prebiehajúce pri konštantnom tlaku je reakčné teplo vyjadrené zmenou entalpie ΔH .	S
Množstvo uvoľneného alebo spotrebovaného tepla pri chemických reakciách závisí od látkového množstva reaktantov. Čím väčšie látkové množstvo reaktantov zreaguje, tým je množstvo tepla väčšie.	S
Reakčné teplo závisí od teploty, koncentrácie látok a ich pH prostredia.	N
Druhý termochemický zákon sformuloval G. H. Hess a vyjadruje skutočnosť, že reakčné teplo určitej reakcie sa rovná súčtu reakčných tepiel jej čiastkových reakcií.	S

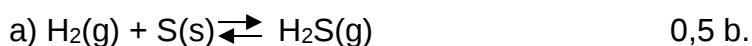
za správne označenie po 0,5 b. **spolu max. 6 b.**

1.2

Exotermické reakcie	Endotermické reakcie
b), e)	a), c), d)

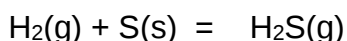
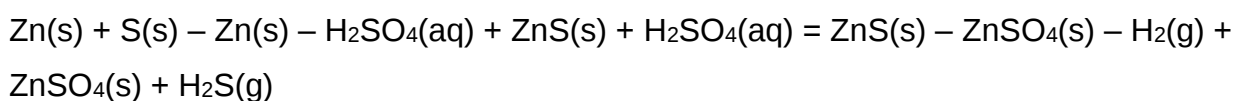
za správne určenú možnosť po 1 b. **spolu max. 5 b.**

1.3



b) chemické zlučovanie 0,5 b.

c) Úpravami rovníc (1) – (2) + (3) dostaneme požadovanú reakciu: 0,5 b.



$$\{\Delta H\} = -202,92 - (-167,23) + 15,54 = -20,15 \quad 1 \text{ b.}$$

$$\Delta H = -20,15 \text{ kJ/mol} \quad 0,5 \text{ b.}$$

d) $\Delta H = -20,15 \text{ kJ/mol} < 0$, preto exotermická reakcia (0,5 b.), t. z. reakcia, pri ktorej sa teplo uvoľňuje do okolia (0,5 b.)

spolu max. 4 b.

1.4

Odpoveď: Endotermická reakcia. 0,5 b.

Zdôvodnenie: V prípade endotermickej reakcie je energia produktov väčšia ako energia reaktantov. Preto je v prípade endotermickej reakcie dôležité sústave nepretržite dodávať energiu ΔH z okolitého prostredia. 1 b.

spolu max. 1,5 b.

1.5

a) reakciou 1 mólu C(s) sa uvoľní 393,5 kJ tepla 0,5 b.

reakciou 0,250 mólu uhlíka sa uvoľní x kJ tepla

$$x = \frac{393,5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} \cdot 0,250 \text{ mol} \quad \text{alebo} \quad (0,250 \text{ mol} \cdot 393,5 \text{ kJ}):1 \text{ mol}$$

$$x = 98,4 \text{ kJ} \quad 1 \text{ b.}$$

Reakciou sa uvoľní 98,4 kJ.

- b) reakciou 12 gramov C(s) sa uvoľní 393,5 kJ tepla 1 b.
 reakciou 24 gramov C(s) sa uvoľní x kJ tepla

$$x = \frac{393,5 \text{ kJ}}{12} \cdot 24 \text{ g} \quad \text{alebo} \quad (24 \text{ g} \cdot 393,5 \text{ kJ}) : 12 \text{ g}$$

$$x = 787 \text{ kJ} \quad 1 \text{ b.}$$

Reakciou sa uvoľní 787 kJ tepla.

spolu max. 3,5 b.

Riešenie úlohy 2 (max. 8 b)

- Rozpúšťanie je exotermický/endotermický dej, ak zmena entalpie v etape solvatácie je v absolútnej hodnote väčšia/menšia než zmena entalpie pri rozpade pôvodnej štruktúry rozpúšťanej látky.
- V plynnom (kvapalnom) skupenstve sú príťažlivé sily medzi časticami slabé a v energetickej bilancii rozpúšťania prevláda (ak neprebiehajú vedľajšie chemické deje) proces solvatácie častíc, ktorý je exotermickým dejom.
- Ak sa rozpúšťa bezvodá látka, súčasťou rozpúšťania je exotermický dej solvatácie iónov, kým pri rozpúšťaní kryštalohydrátu je množstvo uvoľnenej tepelnej energie podstatne menšie, pretože už v tuhej rozpúšťanej látke existujú interakcie iónov s molekulami vody a pri rozpúšťaní prebiehajú len energeticky menej významné doplnkové deje.
- V prípade chloridu amónneho jeho rozpustnosť s teplotou rastie. Potom podľa princípu pohyblivej rovnováhy je rozpúšťanie chloridu amónneho dejom endotermickým.

po 2 b. **spolu max 8 b.**

Riešenie úlohy 3 (max. 12 b)

- Štandardná zlučovacia entalpia. Nule. 2 x 0,5 b.
- Štandardná spaľovacia entalpia. 0,5 b.
-

Zlúčenina	NH ₃	PH ₃	AsH ₃	SbH ₃	BiH ₃
$\Delta H^\circ_f / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-46,1	-9,6	66,4	145,1	277,8
Poradie	5	4	3	2	1

po 0,5 b. **spolu max. 2,5 b.**

- d) Chemická rovnica: $\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{S}(\text{s}) \rightarrow \text{CS}_2(\text{l}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 1 b.

$$\Delta H^\circ = 89,7 + 2 \cdot (-20,6) - (-74,8) = 123,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad 2 \text{ b.}$$

e) Chemická rovnica: $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}(\text{l})$ 1 b.

$$\Delta H^\circ = -3268 + 3 \cdot (-241,8) - (-3920) = -73,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad 2 \text{ b.}$$

f) Výpočet zo zlučovacích tepiel:

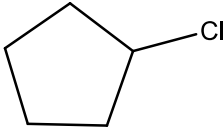
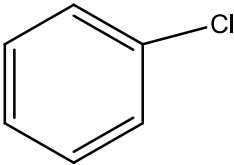
$$\Delta H^\circ = -110,4 - (-241,8) = 131,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad 1 \text{ b.}$$

Výpočet zo spaľovacích tepiel:

$$\Delta H^\circ = -393,1 - (-282,6) - (-241,8) = 131,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad 1 \text{ b.}$$

Riešenie úlohy 4 (max. 20 b)

4.1

Systémový názov	Racionálny vzorec
chlórcyklopentán	
1,1-dibrómetán	$\begin{array}{c} \text{Br} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{Br} \end{array}$
1,1,3-trichlórpropán	$\begin{array}{c} \text{Cl} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \\ \text{Cl} \qquad \qquad \text{Cl} \end{array}$
2-chlórbuta-1,3-dién	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2 \end{array}$
chlórbenzén	

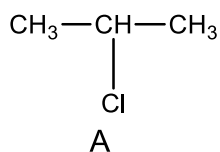
Po 0,5 b. za každý správne doplnený názov alebo vzorec **spolu max. 2,5 b.**

4.2 Doplníte do textu chýbajúce slová alebo slovné spojenia.

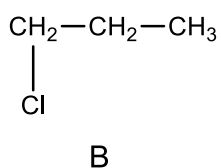
Chloroform je bezfarebná **kvapalina** (skupenstvo), používa sa na rozpúšťanie **mastnoty (tukov,)**. Preto odmasťuje kožu. Jeho vzorec a systémový názov je **CHCl_3 , trichlórmétán**. Kedysi sa používal v lekárstve na **anestéziu (ako anestetikum,....)**. Väzba uhlík chlór v jeho molekule je polárna. Na uhlíku je čiastkový **kladný** náboj a na chlóre čiastkový **záporný** náboj.

po 0,5 b. za každé správne doplnenie **spolu max. 3,5 b.**

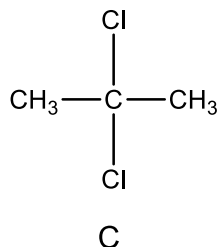
4.3



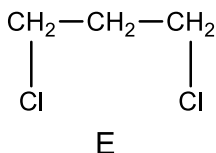
2-chlórpropán



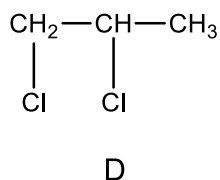
1-chlórpropán



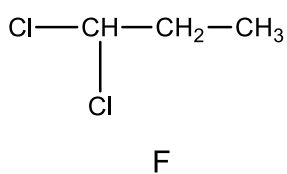
2,2-dichlórpropán



1,3-dichlórpropán



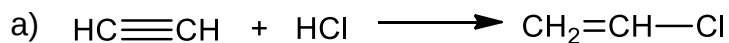
1,2-dichlórpropán



1,1-dichlórpropán

Po 0,5 b. za každý správny vzorec (A a B musia byť produkty substitúcie do 1. stupňa) a za každý správny názov **spolu max. 6 b.**

4.4



1 b.

b) vinylchlorid, adícia

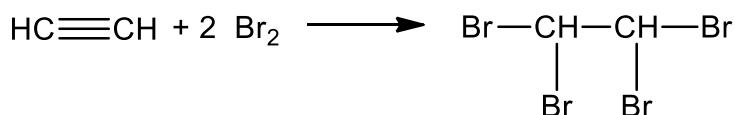
po 0,5 b. (spolu 1 b.)

c) Používa sa pri výrobe rôznych chemických látok, napr. PVC. Je jedovatý a karcinogénny.

po 0,5 b. (spolu 1 b.)

spolu max. 3 b.

4.5



1 b.

$$n(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{M_r(\text{Br}_2)} = \frac{1000,0 \text{ g}}{159,88 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 6,2547 \text{ mol}$$

1 b.

$$\frac{n(1,1,2,2\text{-tetrabrometán})}{n(\text{Br}_2)} = \frac{1}{2}$$

$$n(1,1,2,2\text{-tetrabrometán}) = \frac{n(\text{Br}_2)}{2} = 3,1273 \text{ mol}$$

1 b.

V prípade, že student urobí numerickú chybu v priebehu výpočtu, neudelíme body v tomto kroku, ale ďalší výpočet prepočítame s jeho chybným výsledkom a v prípade správneho riešenia pridáme príslušné body.

spolu max. 3 b.

- 4.6 A – Cl_2
 B – HCl
 C – CO_2
 D – HCl

po 0,5 b za správny vzorec **spolu max. 2 b.**

Autori: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (vedúca autorského kolektívu),

doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., Mgr. Slávka Saladiová

Recenzenti: PaedDr. Dana Kucharová, PhD., Doc. RNDr. Vladimír Zeleňák, PhD.

Redakčná úprava: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019