

**SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY**

---

# **CHEMICKÁ OLYMPIÁDA**

**53. ročník, školský rok 2016/2017**

**Kategória B**

**Krajské kolo**

**RIEŠENIE A HODNOTENIE**

**TEORETICKÝCH A PRAKTICKÝCH ÚLOH**

# RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 53. ročník – školský rok 2016/2017

## Krajské kolo

Juraj Bujdák

|                        |
|------------------------|
| Maximálne 40 bodov (b) |
|------------------------|

### Riešenie úlohy 1 (15 b)

- 1 b            **a.** Plyny:  $\text{BF}_3$ ,  $\text{BCl}_3$   
Kvapalina:  $\text{BBr}_3$   
Tuhá látka:  $\text{BI}_3$
- 1 b            **b.**  $120^\circ$ ,  $sp^2$
- 2 b            **c.** Čiastková  $\pi$  väzba môže vznikať čiastočným prekryvom voľného elektrónového páru z atómu halogénu s prázdny  $p$  orbitálom atómu bóru.
- 2 b            **d.**  $\text{BI}_3$  - kladná tvorná entalpia a najnižšia energia väzby. (Tepelný rozklad  $\text{BI}_3$  sa používa na prípravu čistého bóru, pozri úlohu v minulom kole.)
- 3 b            **e.** Po izolovaní jedného z podvojných halogenidov prebehne rýchla reakcia za vzniku všetkých štyroch zlúčenín s pomerom zodpovedajúcim rovnovážnemu stavu.
- 2 b            **f.** Väzbovosť sa mení z 3 na 4. Hybridizácia sa mení z  $sp^2$  na  $sp^3$ . Geometria sa mení z trojuholníkovej na tetraedrickú.
- 2 b            **g.**  $\text{CH}_3\text{OH} \cdot \text{BCl}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{OBCl}_2 + \text{HCl}$
- 2 b            **h.**  $(\text{CH}_3\text{O})_3\text{B}$

### Riešenie úlohy 2 (14 b)

- 12 b            **a.** Pred reakciou pre látkové množstvá reaktantov  $n^0(\text{BX}_3)$  a  $n^0(\text{BY}_3)$  platilo:  
 $n^0(\text{BX}_3) = n^0(\text{BY}_3)$   
Po reakcii (látkové množstvá sú označené  $n'$ ) zreagovalo 30 %  $\text{BX}_3$ , preto zostalo 70 % pôvodného množstva tejto zlúčeniny:  
 $n'(\text{BX}_3) = 0,7 n^0(\text{BX}_3)$   
Zreagovaním 30 %  $\text{BX}_3$  muselo zreagovať aj 30 % pôvodného množstva  $\text{BY}_3$ , vzhľadom na stechiometriu reakcie a skutočnosť, že koncentrácie reaktantov boli rovnaké. V zmesi po reakcii zostalo 70 % pôvodného množstva  $\text{BY}_3$ , čo zodpovedá 70 % pôvodného množstva  $\text{BX}_3$ .

$$n'(BY_3) = 0,7 \quad n^0(BY_3) = 0,7 \quad n^0(BX_3)$$

Zo zadania vyplýva, že 30 % reaktantu sa premenilo na produkty:

$$n'(BX_2Y) = 0,3 \quad n^0(BX_3)$$

Rovnaké množstvo muselo vzniknúť aj v prípade druhého produktu:

$$n'(BXY_2) = 0,3 \quad n^0(BX_3)$$

Pre rovnovážnu konštantu platí:

$$K = (c'(BX_2Y) \cdot c'(BXY_2)) / (c'(BX_3) \cdot c'(BY_3))$$

$c'$  vyjadrujú koncentrácie reaktantov a produktov.

Vzhľadom na stechiometriu možno vzťah vyjadriť pomocou látkových množstiev reaktantov a produktov (vynásobením každej koncentrácie objemom sústavy):

$$K = (n'(BX_2Y) \cdot n'(BXY_2)) / (n'(BX_3) \cdot n'(BY_3))$$

$$K = (0,3^2 \cdot (n^0(BX_3))^2) / (0,7^2 \cdot (n^0(BX_3))^2) = 0,183$$

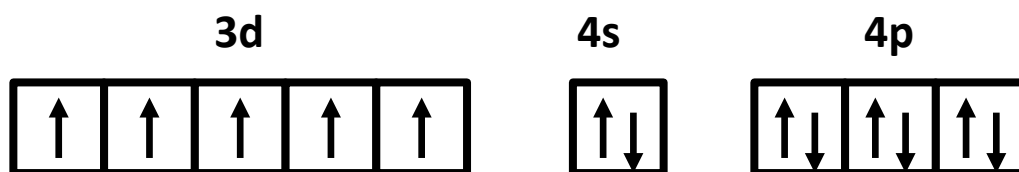
Rovnovážna konštant reakcie má hodnotu 0,183.

- 2 b      **b.** Tlak sa počas reakcie nemenil, pretože látkové množstvo vznikajúcich plyných produktov bolo rovnaké ako látkové množstvo zanikajúcich plyných východiskových látok.

### Riešenie úlohy 3    (11 b)

- 2 b      **a.** Fluór je najelektronegatívnejší prvok a preto má najlepšie vlastnosti stabilizovať kobalt vo vyššom oxidačnom čísle +III.
- 1 b      **b.**  $\text{CoF}_3$  má silné oxidačné vlastnosti.
- 1 b      **c.** Oxidačné číslo kobaltu  $\text{CoF}_4$  je IV:  $\text{Co}^{\text{IV}}\text{F}_4$
- 4 b      **d.** Co (prvok)     $[\text{Ar}] 3d^7 4s^2$   
                          Co v  $\text{CoF}_2$      $[\text{Ar}] 3d^7$   
                          Co v  $\text{CoF}_3$      $[\text{Ar}] 3d^6$   
                          Co v  $\text{CoF}_4$      $[\text{Ar}] 3d^5$

**e.**



2 b

1 b

$sp^3$  hybridizácia, tvar tetredra.

# RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 53. ročník – školský rok 2016/2017

## Krajské kolo

Martin Walko a Matej Žabka

Maximálne 20 bodov

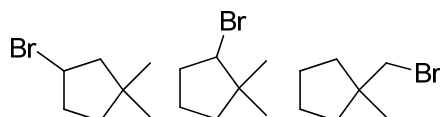
### Úloha 1 (11,5 b)

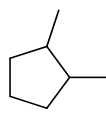
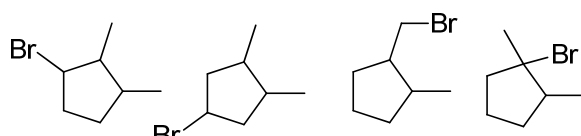
a) sumárny vzorec

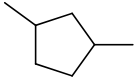
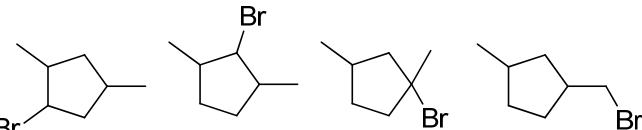
0,4 b

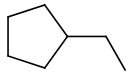
$C_7H_{14}$

b), c) 0,3 b za každý správny vzorec a názov ( $24 \times 0,3 \text{ b} = 7,2 \text{ b}$ )

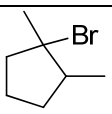
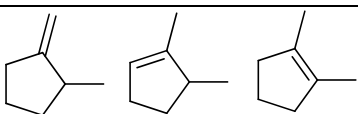
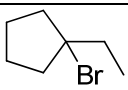
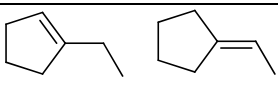
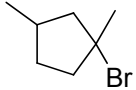
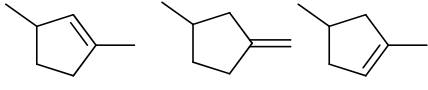
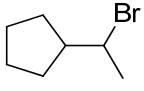
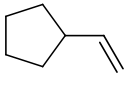
|                                                                                                  |                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Vzorec:         | Názov: 1,1-dimetylcyklopentán |
| Brómderiváty:  |                               |

|                                                                                                   |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Vzorec:        | Názov: 1,2-dimetylcyklopentán |
| Brómderiváty:  |                               |

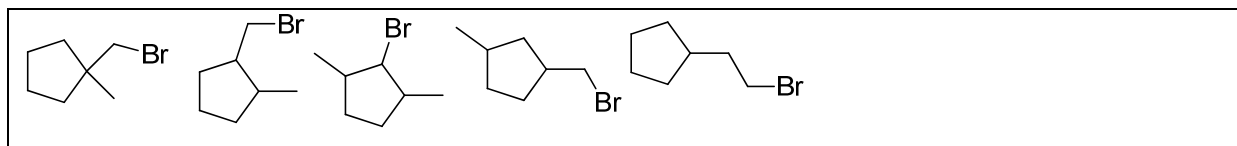
|                                                                                                    |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Vzorec:         | Názov: 1,3-dimetylcyklopentán |
| Brómderiváty:  |                               |

|                                                                                                  |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Vzorec:         | Názov: etylcyklopentán |
| Brómderiváty:  |                        |

**d)** 0,3 b za každú správnu štruktúru (8 x 0,3 b = 2,4 b). Hodnotí sa len jeden z možných alkénov

| Brómderivát                                                                         | Alkén                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|    |   |
|    |   |
|   |  |
|  |  |

**e)** 0,3 b za každú správnu štruktúru (5 x 0,3 b = 1,5 b).



## Úloha 2 (2 b)

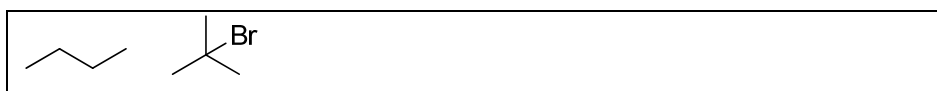
0,25 b za každú správnu odpoveď (8 x 0,25 b = 2 b)

| Častica         | Náboj | Elektrofil/Nukleofil | Valenčné elektróny |
|-----------------|-------|----------------------|--------------------|
| H <sup>+</sup>  | +     | elektrofil           | 0                  |
| Br <sup>-</sup> | -     | nukleofil            | 8                  |

## Úloha 3 (2 b)

0,5 b za každý správny vzorec (4 x 0,5 b = 2 b)

**a)**



b)

**Úloha 4 (4,5 b)****a), b)** 0,3 b za každú správnu odpoveď (15 x 0,3 b = 4,5 b)

| Vzorec | Názov                     | Percentuálne zastúpenie          |
|--------|---------------------------|----------------------------------|
|        | (chlórmetyl)cyklohexán    | $3 \cdot 1/48 = 6,3 \%$          |
|        | 1-chlór-2-metylcyklohexán | $4 \cdot 4/48 = 16/48 = 33,3 \%$ |
|        | 1-chlór-3-metylcyklohexán | $4 \cdot 4/48 = 16/48 = 33,3 \%$ |
|        | 1-chlór-4-metylcyklohexán | $2 \cdot 4/48 = 8/48 = 16,7 \%$  |
|        | 1-chlór-1-metylcyklohexán | $1 \cdot 5/48 = 10,4 \%$         |

Výpočet:

# RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 53. ročník – školský rok 2016/17

Krajské kolo

Pavel Májek

|                    |
|--------------------|
| Maximálne 40 bodov |
|--------------------|

## Stanovenie obsahu $\text{Na}_2\text{CO}_3$ a $\text{NaHCO}_3$ vo vzorke minerálu

### Experimentálna úloha (28 b)

koncentrácia štandardného roztoku HCl:  $c_s = 1,0186 \cdot 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$

hmotnosť vzorky –  $m_{\text{vz}} = 2,5536 \text{ g}$

celkový objem vzorky –  $V_{\text{total}} = 250 \text{ cm}^3$

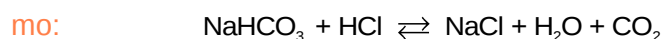
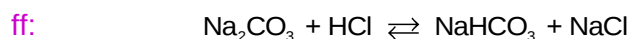
na stanovenie obsahu (% , m/m)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (S) a  $\text{NaHCO}_3$  (SB) vzorky sa pipetovalo:

aliquotný podiel –  $V_{\text{vzorky}} = 20 \text{ cm}^3$

zriedňovací faktor –  $zf = 250 \text{ cm}^3 / 20 \text{ cm}^3 = 12,5$

spotreba štandardného roztoku HCl na fenolftaleín  $\bar{V}_{\text{ff}} = 7,4 \text{ cm}^3$

spotreba štandardného roztoku HCl na metyloranž  $\bar{V}_{\text{mo}} = 16,9 \text{ cm}^3$



ff:  $n_{\text{S}} = n_{\text{HCl}} \quad n_{\text{S}} = n_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot \bar{V}_{\text{ff}}$

mo:  $n_{\text{SB}} = n_{\text{HCl}} \quad n_{\text{SB}} = n_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot (\bar{V}_{\text{mo}} - \bar{V}_{\text{ff}})$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_{\text{S}} \cdot M_{\text{S}} \cdot zf = n_{\text{S}} = n_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot \bar{V}_{\text{ff}} \cdot M_{\text{S}} \cdot zf$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,0186 \cdot 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 105,9884 \text{ g mol}^{-1} \cdot 12,5 = 0,9986 \text{ g}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = n_{\text{SB}} M_{\text{SB}} \cdot zf = n_{\text{SB}} = n_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot (\bar{V}_{\text{mo}} - \bar{V}_{\text{ff}}) \cdot zf$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 1,0186 \cdot 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3} \cdot (16,9 - 7,4) \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 84,0066 \text{ g mol}^{-1} \cdot 12,5 = 1,0161 \text{ g}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{vz}} = m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{vz}} / m_{\text{vz}} = 0,9986 \text{ g} / 2,5536 \text{ g} = 0,3911$$

$$w(\text{NaHCO}_3)_{\text{vz}} = m(\text{NaHCO}_3)_{\text{vz}} / m_{\text{vz}} = 1,0161 \text{ g} / 2,5536 \text{ g} = 0,3979$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{teor}} = M(\text{Na}_2\text{CO}_3) / M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{teor}} = 105,9884 \text{ g mol}^{-1} / 226,0256 \text{ g mol}^{-1} = 0,4689$$

$$\text{minimálna čistota minerálu trona} = 0,3911 / 0,4689 = 0,8340, \text{ teda } 83,40 \%$$

### Bodovanie:

- 1 b:** každá vykonaná titrácia (max. 6b); váženie vzorky a operácie so vzorkou; výpočet obsahu v % (m/m)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{NaHCO}_3$ ; výpočet čistoty minerálu trona;
- 9 b:** presnosť stanovenia obsahu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : <0; 1> %: 9 bodov, (n; n+1> % (9 - n) bodov, n = 1, ..., 8
- 9 b:** presnosť stanovenia obsahu  $\text{NaHCO}_3$ : <0; 1> %: 9 bodov, (n; n+1> % (9 - n) bodov, n = 1, ..., 8

### Riešenie úlohy 1 (2 b)

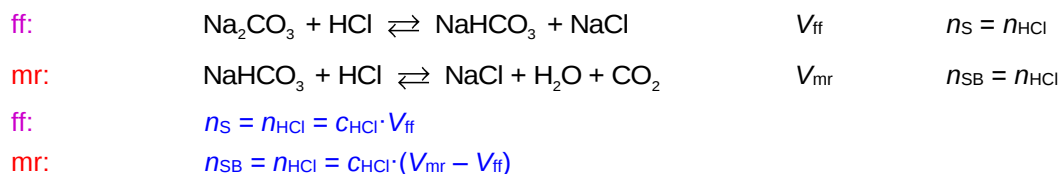


Vplyvom ovzdušia sa v mineráli trona znižuje obsah  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a zvyšuje obsah  $\text{NaHCO}_3$ , preto sa minimálna čistota minerálu vypočíta z obsahu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

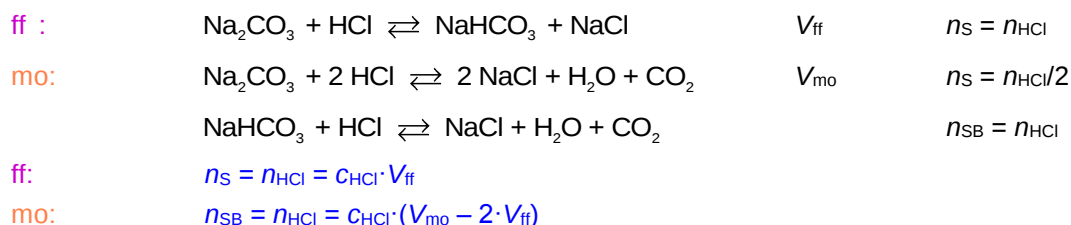
### Riešenie úlohy 2 (5 b)

Možno navrhnúť dva rôzne postupy, ktoré sú bodovo rovnocenné:

a) **v jednom podieli**, indikátory: **fenolftaleín** (ff); **metylčerveň** (mr)



b) **v dvoch podieloch**, indikátory: **fenolftaleín** (ff); **metyloranž** (mo)



### Riešenie úlohy 3 (2 b)

Povarením sa z roztoku odstráni  $\text{CO}_2$  a chemická rovnováha reakcie (1) alebo (2) sa posunie doprava:



a dotitrovaním sa dosiahne kvantitatívny priebeh reakcie (1) alebo (2).

Zbaviť roztok  $\text{CO}_2$  za studena možno napr.: prebublávaním dusíkom alebo iným inertným plynom.

**Riešenie úlohy 4 (1 b)**

Hodnota disociačnej konštanty  $K_{\text{ind}}$  sa s teplotou mení a v dôsledku zmeny rovnovážnej koncentrácie  $[\text{H}^+]$  sa mení sfarbenie indikátora pretože sa zmenil pomer jeho disociovej a nedisociovej formy,  $[\text{Ind}^-] / [\text{HInd}]$ . V acidobázických titráciách vizuálnym indikátorom sledujeme zmenu  $c(\text{H}^+)$ , preto teplota musí byť konštantná.

**Riešenie úlohy 5 (1 b)**

Opakovaným stanovením možno odstrániť chyby stanovenia, ktoré sú spôsobené experimentátorom ako sú: odčítanie hodnoty, nedodržanie pracovného postupu a iné hrubé chyby.

**Riešenie úlohy 6 (1 b)**

Aritmetický priemer (ako odhad strednej hodnoty) oveľa lepšie vystihuje správnu hodnotu než jednotlivé merania.

---

Autori: RNDr. Juraj Bujdák, PhD., Ing. Pavel Májek, PhD., (vedúci autorského kolektívu),  
RNDr. Martin Walko, PhD., Mgr. Matej Žabka

Recenzenti: Ing. Lukáš Pogány, doc. RNDr. Martin Putala, PhD., doc. Ing. Jana Sádecká, PhD.

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2016