

Časopis pre skvalitňovanie  
vyučovania chémie

2/2008



# CHEMICKÉ ROZHLADY

IUVENTA  
Bratislava  
2008

## **Z OBSAHU**

- *Úlohy študijného kola CHO v kategórii B*
- *Úlohy študijného kola CHO v kategórii C*
- *Učebné úlohy poskytujúce možnosť komplexnejšieho pohľadu na chémiu*
- *Autorský a vecný register*

# CHEMICKÉ ROZHĽADY – 2. číslo

## 9. ročník – rok 2008

**Časopis pre skvalitňovanie vyučovania chémie**

---

*Autori príspevkov:*

J. Bujdák, C. Igaz, J. Kmeťová, M. Lichvárová, M. Melicherčík, I. Nagyová,  
M. Prokša, M. Putala

*Recenzenti:*

I. Hnát, M. Hutta, I. Ružička, P. Schwendt, A. Sirota, K. Šinková, M. Walko

**Šéfredaktor:** Anton Sirota

*Redakčná rada:*

Ivan Hnát, Klaudia Jomová, Mária Linkešová, Milan Melicherčík, Miroslav Prokša

Všetky príspevky boli recenzované.

Vydala: IUVENTA v Bratislave s finančnou podporou MŠ SR.

Tlač: Vydavateľstvo STU v Bratislave

Náklad: 600 kusov.

Nepredajné. Distribuuje IUVENTA a Slovenská komisia chemickej olympiády.

Reg. č. MK SR 2552/2001

ISSN 1335 –8391

© Autori príspevkov

# O b s a h

## SÚŤAŽE V CHÉMII

### Sút'ážné úlohy chemickej olympiády v kategórii B

#### Študijné kolo

Úlohy zo všeobecnej a anorganickej chémie (J. Bujdák) .....	114
Úlohy z organickej chémie (M. Putala) .....	119
Úlohy z praktickej časti (M. Prokša) .....	123

---

### Sút'ážné úlohy chemickej olympiády v kategórii C

#### Študijné kolo

Teoretická časť (M. Melicherčík, Jarmila Kmeťová, Mária Lichvárová) .....	132
Praktická časť (M. Melicherčík, I. Nagyová) .....	137

---

## PRÁCE Z DIDAKTIKY CHÉMIE

Učebné úlohy poskytujúce možnosť komplexnejšieho pohľadu na chémiu (C. Igaz) .....	144
--	-----

---

Adresy autorov a redakcie ..... 152

# **CHEMICKÁ OLYMPIÁDA**

**45. ročník**

**Súťažné úlohy v kategórii B**

**Študijné kolo**



## ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 45. ročník – šk. rok 2008/09

Študijné kolo

**Juraj Bujdák**

Ústav anorganickej chémie SAV, Bratislava

---

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

### Úvod

Úlohy v tomto školskom roku chemickej olympiády budú zamerané na nasledujúce tematické okruhy:

1. Základná chémia zlúčenín železa.
2. Chémia pre poľnohospodárstvo a environmentálna chémia. Základná chémia zlúčenín dusíka, fosforečnany, anorganické zlúčeniny uhlíka.
3. Oxidácia a redukcia. Výpočet stechiometrických koeficientov redoxných reakcií, elektrolýza a pokovovanie.  
Základné chemické výpočty. Výpočet pH roztokov silných kyselín a zásad.  
Výpočty z chemických rovníc.

### Odporúčaná literatúra

1. J. Gažo a kol. *Všeobecná a anorganická chémia*. Kapitoly: 8. Roztoky. Kyseliny a zásady. Elektródové potenciály. 14. Dusík. 15. Fosfor. 34. 8. skupina periodickej sústavy. Zlúčeniny železa.
2. Ľ. Ulická, Ľ. Ulický. *Príklady zo všeobecnej a anorganickej chémie*. (1984) Alfa, SNTL. Kapitoly: 2. Stechiometria. 4. Roztoky. 10.2 Disociácia kyselín a zásad.

**Úloha 1 (13 b)**

Železo je dôležitým prvkom pre výživu rastlín. Napriek tomu, že obsah železa v pôdach dosahuje v niektorých prípadoch až 6 %, pre rastliny je dostupný len relatívne malý podiel z celkového obsahu. Dôvodom tejto skutočnosti je vznik málo rozpustných zlúčenín železa za prístupu vzduchu (aeróbných podmienok). Na druhej strane niektoré baktérie tvoria zvláštne typy organických zlúčenín tzv. siderofóry, ktoré reagujú so železom v mineráloch a horninách pričom tvoria cheláty. Tieto cheláty sú vo vode rozpustné a tým prístupné pre rastliny.

- V akom oxidačnom čísle sa vyskytuje železo bežne v prírode za aeróbných podmienok?
- Ak uvedieme príklad, že v 1 kg zeminy je len 20 mg v rozpustnej forme, koľko je to percent z celkového obsahu železa, ak železo tvorí celkove 3 hmotnostné percentá obsahu?

Ak by pôda obsahovala 6 hmotnostných percent oxidu železitého, aké by bolo množstvo a hmotnosť rozpusteného železa z tohto oxidu, ak rozpustnosť minerálu železa v pôdnom roztoku (vodný roztok v pôde) zodpovedá  $1 \times 10^{-8}$  mol  $\text{dm}^{-3}$  Fe. Predpokladajme, že pôdny roztok tvorí 30 percent hmotnosti pôdy a hustota pôdneho roztoku je rovnaká ako hustota zriedených vodných roztokov a vody.  $M_r(\text{Fe}) = 55,85$

- Čo sú cheláty?

V skládkach odpadu môže redukciou dôjsť k uvoľneniu železa do pôdneho roztoku. Podobne sa železo z pôdy môže uvoľniť účinkom kyslých dažďov.

- Uvedte oxidačné číslo železa v bežnej redukovanej forme.
- Napíšte rovnicu chemickej reakcie roztoku minerálnej kyseliny s oxidom alebo hydroxidom železa (III) v iónovom tvare.

**Úloha 2 (13 b)**

Ak chceme mať v záhrade jazierko s čistou vodou a rybami, mali by sme pochopiť chémiu jazierka. „Mŕtvu vodu“ v jazierku môže spôsobiť rast obsahu niektorých jedovatých látok, ku ktorým patria niektoré zlúčeniny dusíka. Tie sa uvoľňujú do vody ako odpad látkovej premeny rýb a z uhynutých živočíchov a rastlín. Účinkom hnilobných procesov anaeróbnych baktérií a niektorých húb sa do vody uvoľňuje amoniak. Amoniak je veľmi toxická zlúčenina. Pri neutrálnom pH môže amoniak ovplyvňovať kondíciu rýb už pri obsahu nad 1 ppm (jedna milióntina). V kyslejšom prostredí môže byť táto koncentrácia vyššia, ale v zásaditom, napr. pri pH 8 je to len 0.1 ppm!

a) Napíšte, či má amoniak vo vodných roztokoch vlastnosti kyseliny alebo zásady. Podporte tvrdenie protolytickou reakciou amoniaku s vodou. V akých formách (napíšte chemické vzorce alebo názvy) sa amoniak vyskytuje v kyslých a zásaditých roztokoch?

Amoniakom sa našťastie živia niektoré baktérie. Tie však pre svoju existenciu potrebujú kyslík. Preto, podobne ako v akváriu, na získanie rovnováhy pomáha aj prevzdušňovanie vody. Chémiu premeny amoniaku riadia enzýmy baktérií. Ako vedľajší produkt látkovej premeny týchto baktérií vznikajú dusitany. Nanešťastie, aj dusitany sú prudko jedovaté látky. Tolerované množstvo pre ryby je podobné ako v prípade amoniaku. Posledným článkom premeny zlúčenín dusíka sú dusičnany. Ich toxicita je podstatne menšia. Tolerované množstvá sú v rozmedzí 0 - 200 ppm.

- b) Ako sa mení oxidačné číslo dusíka pri premene amoniaku na dusitany a dusičnany?
- c) Napíšte chemické vzorce iónov dusitanu a dusičnanu.
- d) Aká je úloha kyslíka v reťazci premeny zlúčenín dusíka vo vode?

Pre život v jazierku je dôležité množstvo rozpustených plyných látok. Vzduch je tvorený v prevažnej miere dusíkom. Obsah kyslíka je okolo 21



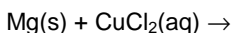
percent, oxidu uhličitého pod pol percenta. Napriek tomu, rozpustnosť týchto plynov vo vode je diametrálne odlišná. Napríklad kyslík zo vzduchu sa za normálnej teploty a tlaku rozpúšťa v množstve okolo 10 mg/l, ale oxid uhličitý až 35 mg/l. Oxid uhličitý je až 200 krát rozpustnejší vo vode než kyslík.

- e) Vysvetlite, prečo je oxid uhličitý lepšie rozpustný vo vode ako kyslík. Napíšte chemickú rovnicu reakcie a zmenu pH, ktorá sa očakáva ako výsledok tejto chemickej reakcie.
- f) Predpokladali by ste, že množstvo rozpusteného dusíka vo vode je rovnaké, vyššie či nižšie ako množstvo rozpusteného kyslíka? Uvažujte chemické vlastnosti týchto látok, a množstvá resp. podiel dusíka a kyslíka vo vzduchu.
- g) Napíšte, aké dva typy solí môžu vznikáť pri rozpúšťaní oxidu uhličitého vo vode, ktorá obsahuje rozpustené vápenaté a horečnaté ióny. Ktoré soli vytvoria zrazeniny?

### Úloha 3 (14 b)

- a) Napíšte, ktorá z reakcií neprebehne. Pomôžte si pomocou údajov z elektrochemického radu prvkov.

Doplňte pravé strany rovníc reakcií, ktoré prebiehajú.



- b) Priradte chemické deje medzi oxidácie alebo redukcie a na reakcie, ktoré patria k inému typu reakcií. Vysvetlite.

Dezinfekcia.

Dýchanie.

Fotosyntéza.

Neutralizácia slabých kyselín silnými zásadami.

Zlučovanie prvkov.

Rozklad dusičnanu draselného.

Rozpúšťanie kovov v minerálnych kyselinách.

Výroba vodíka z vody.

Korózia.

Vybíjanie a nabíjanie olovej batérie.

Rozpúšťanie oxidov kovov v minerálnych kyselinách.

Rozklad uhličitanu vápenatého.

## ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 45. ročník – školský rok 2008/09  
Študijné kolo

**Martin Putala**

Katedra organickej chémie, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

---

Maximálne 20 bodov
--------------------

### Úvod

Súťažné úlohy v tomto školskom roku budú zamerané najmä na na štruktúru, izomériu, reakcie a vlastnosti alkénov, alkínov a jednoduchých produktov ich adičných reakcií. Úspešné riešenie úloh vyžaduje základné znalosti názvoslovia organických zlúčenín, predovšetkým uhľovodíkov, halogénderivátov, alkoholov a karbonylových zlúčenín.

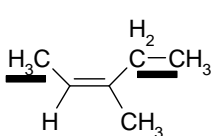
### Odporúčaná literatúra

1. P. Zahradník, V. Lisá: Organická chémia I, SPN, Bratislava 2006, str. 11-57.
2. P. Zahradník, M. Kollárová: Prehľad chémie 2 (Organická chémia a biochémia), SPN, Bratislava 1997 (2. vydanie 2002), str. 36-58, 81-88.
3. T. Vencel, M. Sališová, M. Putala: Názvoslovie organických zlúčenín, Stručné princípy a riešené príklady, <http://schs.chtf.stuba.sk/> (→ Pedagogika, → Názvoslovie).
4. J. Heger, I. Hnát, M. Putala: Názvoslovie organických zlúčenín, SPN, Bratislava, 2004 (2. vydanie 2007), str. 9-11, 13, 14, 17-18, 22-40, 48-63.

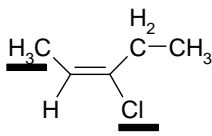
### ***E/Z* izoméria**

Stereoizoméria spojená so zablokovaním rotácie okolo dvojitej väzby (napr. C=C v nesymetricky substituovaných alkénoch) sa nazýva *E/Z* izoméria. Pôvodné označenie jednotlivých stereoizomérov ako *cis/trans* sa dá použiť len v prípade, že substituenty na oboch atómoch uhlíka sú rovnaké (napr. but-2-én, 1,2-dichlóretén). V ostatných prípadoch je vhodnejšie označovať ich *E/Z* pre jednoznačnosť definície. Označuje sa pri tom vzájomná poloha prioritnejších

substituentov na atónoch uhlíka tvoriacich dvojité väzbu. Rozhodujúcim kritériom pre určenie priority je hmotnostné číslo atómu priamo viazaného na uhlík tvoriaci dvojité väzbu (ak toto nerozhodne, vyšetrujú sa ďalej atómy naviazané na tento atóm). Symbolom (deskriptorom) (*E*) sa označuje taký stereoizomér, kde prioritnejšie substituenty smerujú na opačné (protiľahlé) strany (z nemeckého *entgegen*). Deskriptorom (*Z*) sa označuje taký stereoizomér, kde sa prioritnejšie substituenty nachádzajú na rovnakej strane násobnej väzby (z nemeckého *zusammen*). Napr. (podčiarknuté sú prioritnejšie substituenty):



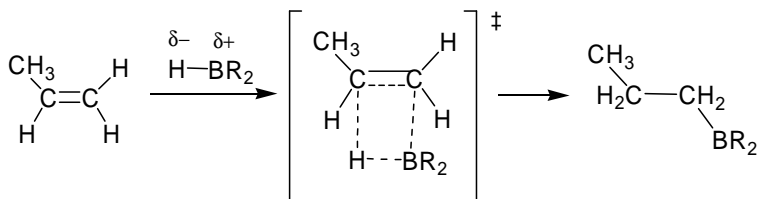
(Z)-3-metylpent-2-én



(E)-3-chlórpent-2-én

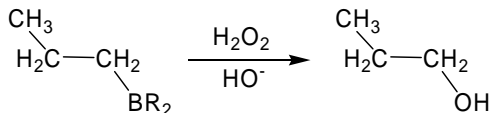
### Hydroborácia

Nakoľko je bór objemnejší ako vodík, adícia boránov (zlúčenín obsahujúcich väzbu B-H) prebieha formálne proti Markovnikovmu pravidlu – atóm bóru sa viaže na menej substituovaný atóm uhlíka násobnej väzby. V najjednoduchšom boráne  $BH_3$  je  $R = H$ .



(Prípadne pozri <http://chemistry.brookscole.com/mcmurry6e>, → Chapter 7: Alkenes, → Organic Interactive, → Hydroboration of Alkenes, → View mechanism.)

Vzniknutý produkt je synteticky zaujímavý napr. tým, že oxidačnou hydrolyzou sa z neho pripraví alkohol komplementárny k tomu, ktorý by vznikol kyslo katalyzovanou elektrofilnou adíciou vody na pôvodný alkén (propán-1-ol vs. propán-2-ol vychádzajú z propénu).

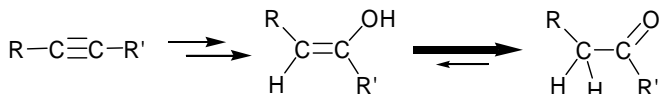


### Úloha 1 (11,8 b)

- Napíšte konštitučné (štruktúrne) vzorce a systémové názvy všetkých konštitučných izomérov necyklických uhľovodíkov so sumárnym vzorcom  $\text{C}_4\text{H}_8$  (sú tri). Pomenujte ich systémovým názvom.
- Spomedzi nich vyznačte tie, ktoré môžu existovať vo forme *cis/trans*-, resp. *E/Z*-izomérov.
- Pre každý z uhľovodíkov z úlohy a) napíšte konštitučné vzorce všetkých hlavných produktov elektrofilnej (polárnej) adície kyseliny bromovodíkovej (bromovodíka). V produktoch hviezdičkou vyznačte stereogénne centrá (asymetricky substituované atómy uhlíka).
- Napíšte mechanizmus elektrofilnej adície HBr na vybraný uhľovodík z úlohy a).
- Pre každý z uhľovodíkov z úlohy a) napíšte konštitučné vzorce všetkých hlavných produktov radikálovej adície bromovodíka (iniciovanej svetlom v prítomnosti peroxidov, prebieha proti Markovnikovmu pravidlu). V produktoch hviezdičkou vyznačte stereogénne centrá.
- Napíšte po jednej reakčnej schéme, ako z týchto uhľovodíkov z úlohy a) môžete čo najjednoduchšie pripraviť:
  - bután-1-ol,
  - bután-2-ol.

### Úloha 2 (2,2 b)

Alkíny sú jednou z možných východiskových látok pre prípravu karbonylových zlúčenín (aldehydov a ketónov). Táto metóda je založená na skutočnosti, že po naviazaní vody (priamou katalyzovanou elektrofilnou adíciou alebo cez hydroboráciu a oxidačnú hydrolýzu) dochádza k izomerizácii vzniknutého enolu na stabilnejší tautomér – karbonylovú zlúčeninu.



Napište konštitučné vzorce a systémové názvy konečného hlavného produktu reakcie fenylacetylénu (etynylbenzénu):

- s vodou za katalýzy kyselinou sírovou a síranom ortuťnatým,
- s boránom a následnou oxidačnou hydrolyzou (vodným roztokom peroxidu vodíka a hydroxidu sodného).

### Úloha 3 (6,0 b)

Charakteristickou reakciou terminálnych alkínov ( $\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ ) je vytváranie solí a to vďaka zvýšenej kyslosti vodíka naviazaného na atóme uhlíka s hybridizáciou *sp*.

- Napište všeobecnú rovnicu reakcie terminálneho alkínu s amoniakálnym roztokom dusičnanu strieborného.
- Napište, ktoré z nasledovných uhľovodíkov poskytnú zrazeninu striebornej soli s amoniakálnym roztokom dusičnanu strieborného:  
pent-1-ín, pent-2-ín, 3-metylbut-1-ín, pent-1-én-3-ín, pent-3-én-1-ín, pent-1-én-4-ín, 1-fenylprop-1-ín, 3-fenylprop-1-ín.

## ÚLOHY Z PRAKTICKEJ ČASTI

Chemická olympiáda – kategória B – 45. ročník – šk. rok 2008/09

Študijné kolo

**Miroslav Prokša**

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky PRIF UK,  
Bratislava

---

Maximálne: 40 bodov Doba riešenia: 120 minút
---

### Úvod

Na úspešné zvládnutie praktickej časti odporúčame preštudovať poznatky o vlastnostiach jódu a jeho zlúčeninách. Napríklad v učebnici G. I. Brown: Uvod do anorganické chemie. SNTL, 1982, Praha, v kapitole Halogeny s. 239 – 259 poznatky o jóde a jeho zlúčeninách. Rovnako dobre poslúži podobná kapitola aj z iných učebníc.

Súčasne treba naštudovať informácie o jodometrických titračných stanoveniach v hociktorej učebnici analytickej chémie.

### Experimentálna úloha (40 b)

#### Prpravte jód a titračne určte jeho množstvo

#### Pracovný postup

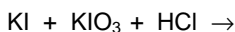
Do Erlenmeyerovej banky odmerajte  $25 \text{ cm}^3$  roztoku jodidu draselného ( $c = 0,5 \text{ mol dm}^{-3}$ ). Pridajte  $5,0 \text{ cm}^3$  roztoku jodičnanu draselného ( $c = 0,06 \text{ mol dm}^{-3}$ ) a  $1,0 \text{ cm}^3$  roztoku kyseliny chlorovodíkovej ( $c = 6 \text{ mol dm}^{-3}$ ). Zmes chvíľu intenzívne miešajte. Celý objem roztoku kvantitatívne preneste do odmernej banky a vodou doplňte na objem  $100,0 \text{ cm}^3$ .

Z takto pripraveného roztoku odpipetujte  $10,0 \text{ cm}^3$  do titračnej banky. Pridajte niekoľko kvapiek roztoku škrobu ( $w = 0,4$ ) a asi  $100 \text{ cm}^3$  vody. Zmes titrujte odmerným roztokom tiosíranu sodného ( $c = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$ ) do odfarbenia.

Po prvej orientačnej titrácii zopakujte titráciu trikrát. Namerané hodnoty zaznačte a vypočítajte priemernú spotrebu tiosíranu sodného.

**Úloha 1** (2 b)

Doplňte pravú stranu a stechiometrické koeficienty do chemickej rovnice prípravy jódu

**Úloha 2** (2 b)

Chemickou rovnicou v iónovom tvare vyjadrite podstatu titračného stanovenia jódu.

**Úloha 3** (12 b)

Vypočítajte a napíšte priemernú hodnotu spotreby odmerného roztoku tiosíranu sodného.

**Úloha 4** (6 b)

Vypočítajte, ktorý reaktant bol do reakčnej zmesi dodaný v najmenšom látkovom množstve.

**Úloha 5** (4 b)

Použitím priemernej spotreby odmerného roztoku tiosíranu sodného vypočítajte hmotnosť jódu, ktorý vznikol reakciou jodidu draselného s jodičnanom draselným za prítomnosti kyseliny chlorovodíkovej.

$$(M(\text{I}_2) = 253,8 \text{ g mol}^{-1})$$

**Úloha 6** (4 b)

Uveďte dva dôvody, prečo by v reakčnej zmesi nemal vzniknúť tuhý jód napriek tomu, že jód je vo vode málo rozpustný?



**Úloha 7** (6 b)

Do tabuľky v pracovnom liste doplňte dôsledky, ktoré by mohlo vyvolať nedodržanie návodu pri uskutočňovaní vybraných krokov pracovného postupu.

Krok pracovného postupu	Nepresnosť	Možný dôsledok na množstvo vzniknutého I <sub>2</sub>
Pridávanie roztoku KI	Výrazne väčší objem	
Pridávanie roztoku HCl	Výrazne menší objem	
Pridávanie roztoku KIO <sub>3</sub>	O niečo väčší objem	

**Úloha 8** (2 b)

Do tabuľky v pracovnom liste doplňte pozorovanie a závery.

**Úloha 9** (2 b)

Urobte poriadok na svojom pracovnom mieste.

**Pomôcky**

Erlenmeyerová banka (200 cm<sup>3</sup>), odmerný valec (25 cm<sup>3</sup>), odmerná banka (100 cm<sup>3</sup>), pipety (1, 5 a 10 cm<sup>3</sup>), byreta (25 cm<sup>3</sup>), titračné banky (250 cm<sup>3</sup>) – 4 ks, filtračný lievik, stojan, svorka, držiak, sklená tyčinka, kadička, plastová striekačka, gumená zátka.

**Chemikálie**

Jodid draselný [R 61-42-43-36/38, S 45-26-36/37/39], jodičnan draselný [R 8-61-42/43-36/38, S 17-45-36/37/39-22], tiosíran sodný [R 36/38, S 26-37/39], kyselina chlorovodíková [R 34-37, S 26-36/37/39-45], škrob.

## Pracovný list

### Praktická časť

Chemická olympiáda - kategória B - šk. rok 2008/09  
Študijné kolo  
Miroslav Prokša  
Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie  
a pedagogiky,  
Prírodovedecká fakulta UK,  
Bratislava

Súťažné číslo:
Celkový súčet bodov:

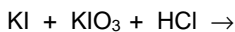
Maximálne 40 bodov Doba riešenia: 120 minút
--

### Píšte do rámečkov!

#### Úloha 1

Rovnica chemickej reakcie prípravy jódu.

**max. 2 b**



#### Úloha 2

Chemická rovnica v iónovom tvare vyjadrujúca podstatu titračného stanovenia jódu.

**max. 2 b**

<b>Pridelené body</b>

**Úloha 3**Spotreba odmerného roztoku  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ **max. 12 b**

Meranie	Spotreba roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ [cm <sup>3</sup> ]
1	
2	
3	
Aritmetický priemer	
<b>Pridelené body</b>	

**Úloha 4**

Výpočet, ktorý reaktant bol do reakčnej zmesi dodaný v najmenšom látkovom množstve.

**max. 6 b**

Látkové množstvo KI	
Látkové množstvo $\text{KIO}_3$	
Látkové množstvo HCl	
Záver:	
<b>Pridelené body</b>	

**Úloha 5**

S použitím zistenej priemernej spotreby odmerného roztoku tiosíranu sodného vypočítajte hmotnosť jódu, ktorý vznikol reakciou jodidu draselného s jodičnanom draselným. ( $M(\text{I}_2) = 253,6 \text{ g mol}^{-1}$ )

**max. 4 b**

Výpočet:

<b>Pridelené body</b>	
-----------------------	--

### Úloha 6

Dva dôvody, prečo by v reakčnej zmesi nemal vzniknúť tuhý jód napriek tomu, že jód je vo vode málo rozpustný? **max. 4 b**

1. dôvod:

2. dôvod:

<b>Pridelené body</b>	
-----------------------	--

**Úloha 7**

Doplňte tabuľku

**max. 6 b**

<b>Krok pracovného postupu</b>	<b>Nepresnosť</b>	<b>Možný dôsledok na množstvo vzniknutého I<sub>2</sub></b>
Pridávanie roztoku KI	Výrazne väčší objem	
Pridávanie roztoku HCl	Výrazne menší objem	
Pridávanie roztoku KIO <sub>3</sub>	O niečo väčší objem	

**Úloha 8**

Protokol

**max. 2 b**

Pozorovanie:	
Závery	
<b>Pridelené body</b>	

**Úloha 9**

Hodnotenie precíznosti práce vrátane upratania pracovného miesta.

**max. 2 b**

<b>Pridelené body</b>	
-----------------------	--

**Podpis hodnotiaceho:**

(Koniec zadania praktickej časti)

# **C H E M I C K Á O L Y M P I Á D A**

**45. ročník**

**Sút'ažné úlohy v kategórii C**

**Študijné kolo**

## TEORETICKÁ ČASŤ

Chemická olympiáda – kategória C – 45. ročník – šk. rok 2008/2009  
Študijné kolo

**Milan Melicherčík, Jarmila Kmet'ová, Mária Lichvárová**  
Katedra chémie, Fakulta prírodných vied UMB, Banská Bystrica

Maximálne 60 bodov
--------------------

### Úvod

Základné charakteristiky látok. Základy názvoslovía anorganických zlúčenín a výpočty z chemických vzorcov. Zloženie a štruktúra atómu. Periodická sústava prvkov. Roztoky. Chemické reakcie. Termochémia. Redoxné reakcie. Výpočty z chemických rovníc. Všeobecné vlastnosti s-prvkov. Chémia dusíka a fosforu. Periodický zákon a jeho vzťah k štruktúre a vlastnostiam látok. Uhlíkovodíky.

### Odporúčaná literatúra

1. A. Adamkovič, J. Šimeková: *Chémia 9*, 6. prepracované vydanie, SPN, Bratislava, 2001, s. 40 – 45, 55 – 66, 72 – 89, 119 – 128.
2. J. Gažo a kol.: *Všeobecná a anorganická chémia*, 3. vyd., Alfa, Bratislava, 1981, s. 30 – 38, 41 – 80, 135 – 141, 196 – 205, 338 – 386, 494 – 522.
3. A. Sirota, E. Adamkovič: *Názvoslovie anorganických látok*, SPN, Bratislava, 2003.
4. J. Heger, I. Hnát, M. Putala: *Názvoslovie organických zlúčenín*, SPN, Bratislava, 2004, s. 9 – 10, 28 – 44.
5. J. Kandráč, A. Sirota: *Výpočty v stredoškolskej chémii*, 2. vyd., SPN, Bratislava, 1995, s. 13 – 57, 95 – 155.
6. G. Ondrejovič a kol.: *Anorganická chémia*, Alfa, Bratislava, 1993, s. 11 – 21, 84 – 85, 151 – 191, 311 – 341.
7. J. Pacák a kol.: *Chémia pre 2 ročník gymnázií*, 5. vyd., SPN, Bratislava, 1996, s. 9 – 18, 38 – 45, 67 – 112.



8. J. Vacík a kol.: *Chémia pre 1. ročník gymnázií*, 5. vyd., SPN, Bratislava, 1994, s. 10 – 58, 90 – 96, 103 – 113, 125 – 130.

### Úloha 1 (23 b)

Pani učiteľka na vyučovacej hodine chémie poverila žiakov, aby zo začiatočných písmen slov danej vety „Iniciovať sa budú asi naše prvky“ urobili značky piatich chemických prvkov, ktoré patria do jednej skupiny. Niektoré písmena môžu použiť aj dvakrát. Pomôžte nezbedným žiakom vylúštiť tieto úlohy.

- Napíšte chemické značky daných chemických prvkov a ich slovenské názvy. (Pri písaní značiek prvkov dodržiavajte malé a veľké písmená).
- Uveďte pomenovanie a určte číslo skupiny, v ktorej sa určené prvky nachádzajú v periodickej sústave prvkov (PSP).
- Koľko valenčných elektrónov majú atómy týchto prvkov?
- Akú hodnotu maximálneho kladného oxidačného čísla môžu nadobudnúť atómy týchto prvkov v zlúčeninách?
- Uhlopriečka, oddeľujúca v PSP kovy od nekovov, pretína túto skupinu prvkov. Ktorý prvok tejto uhlopriečky patrí do danej skupiny?
- Doplňte: S rastúcou hodnotou protónového čísla pri prvkoch tejto skupiny elektronegativita ..... a kovový charakter prvkov.....
- Ktoré z prvkov danej skupiny sú biogénne?
- Tvrdí sa, že aj Napoleon bol otrávený oxidom jedného z týchto prvkov, patriacich do spoločnej skupiny. Napíšte názov tohto prvku.
- Veľmi významná je binárna zlúčenina jedného z týchto prvkov s vodíkom. V praxi má táto zlúčenina významné využitie v chemickom a farmaceutickom priemysle, poľnohospodárstve, ako hnojivo, chladiaca látka a pod. Napíšte jej názov a chemický vzorec. Chemickou rovnicou zapíšte reakciu tejto zlúčeniny:
  - s vodou,
  - s kyselinou chlorovodíkovou,

- 3) pomenujte produkty obidvoch reakcií (1 a 2),
- 4) Aký acidobázický charakter má zlúčenina v uvedených chemických reakciách?
- 5) Vypočítajte koncentráciu kyseliny chlorovodíkovej, ak 150 cm<sup>3</sup> jej roztoku zreaguje s danou zlúčeninou za vzniku 1,30 g produktu. (Využite chemickú rovnicu z úlohy (2)).  
 $M_r(\text{produktu}) = 53,48; \quad M_r(\text{HCl}) = 36,45$
- 6) Významnou je reakcia tejto zlúčeniny s kyslíkom pri 700 °C a katalyzátorom je platina. Zapište ju chemickou rovnicou. Napíšte čiastkové rovnice a určte, ktorý reaktant je oxidovadlo a ktorý redukovadlo.
- 7) V laboratóriu túto zlúčeninu môžete pripraviť reakciou jej soli (chloridu) s hydroxidom vápenatým v aparátúre na vývoj plynu. Chemickou rovnicou zapište jej prípravu.

## Úloha 2 (15 b)

Prvok fosfor nechtiac objavil kupec Brandt, keď sa pokúšal objaviť kameň mudrcov, paradoxne pri experimentoch s ľudským močom. V prírode sa fosfor vyskytuje prakticky len v podobe fosforečnanov. Je pravidelnou súčasťou živočíšneho a rastlinného tela.

- a) Vymenujte najznámejšie alotropické modifikácie fosforu.
- b) Ktorá vlastnosť jednej z modifikácií fosforu predurčuje tento prvok na výrobu zápalek? Vysvetlite dej prebiehajúci pri zapálení zápalky.
- c) Doplníte chýbajúce slová vo vete. Medzi zlúčeniny fosforu s vodíkom zaraďujeme ..... a .....
- d) Podľa röntgenovej štruktúrnej analýzy má kyselina fosforná v molekule len jeden atóm vodíka, ktorý má „kyslý“ charakter. Jej vzorec teda možno písať v tvare  $\text{H}(\text{H}_2\text{PO}_2)$ . Uveďte názov kyseliny s takýmto vzorcom.
- e) Iónové fosfidy sú reaktívne a ochotne reagujú s vodou. Uveďte príklad chemickej rovnice takejto chemickej reakcie.

- f) Uveďte príklad použitia kyseliny trihydrogenfosforečnej.
- g) Napíšte rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej pri výrobe superfosfátu. Vypočítajte koľko kg bis(fosforečnanu) trivápenatého, obsahujúceho 10 % nereagujúcich prímiesí, je potrebných na výrobu 10 ton superfosfátu.

$$M[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2] = 310,18 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2 \text{ CaSO}_4] = 506,33 \text{ g mol}^{-1}$$

### Úloha 3 (22 b)

Podľa prestížneho referátového časopisu Chemical Abstracts, ktorý abstrahuje a indexuje celosvetovú chemickú literatúru, existuje dnes už viac ako 19 miliónov organických zlúčenín. Každá z týchto látok má svoje fyzikálne a chemické vlastnosti, napríklad teplotu topenia, teplotu varu, a každá sa vyznačuje svojou vlastnou reaktivitou.

Chemici zistili, že na základe štruktúry organických látok možno ich rozdeliť do určitých skupín a zlúčeniny v danej skupine majú často podobné chemické vlastnosti. Preto namiesto 19 miliónov zlúčenín s individuálnou reaktivitou možno definovať niekoľko skupín organických zlúčenín. Jednu z týchto skupín nazývame alkány. V staršej literatúre sa označuje ako parafíny. Tento názov pochádza z latinského *parum affinis* (malá zlúčivosť), ktorý vhodne vystihuje správanie sa alkánov, pre ktoré je charakteristické, že voči iným látkam majú nízku chemickú reaktivitu. Aj keď je ich reaktivita značne nízka, dokážu alkány za vhodných podmienok reagovať s kyslíkom a s halogénmi.

Mnoho alkánov sa bežne vyskytuje v rastlinnom a živočíšnom svete. Napríklad voskovitý povrch listov hlávkovej kapusty obsahuje nonakosán ( $\text{C}_{29}\text{H}_{60}$ ), olej z dreva Jeffreyovej borovice obsahuje heptán ( $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ). Avšak najväčším zdrojom alkánov sú svetové zásoby zemného plynu a ropy, ktoré sa vytvorili pred mnohými miliónmi rokov rozkladom rastlinnej a živočíšnej hmoty, najmä morského pôvodu. História ropy sa začala v auguste 1859, keď v Pensylvánii urobili prvý ropný vrt. Ropa sa v závislosti od teploty varu rozdelila destiláciou na frakcie. Najžiadanejším produktom nebol vtedy benzín, ale

vysokovrúci petrolej, zvaný aj lampový olej. S rozvojom pokroku začali totiž ľudia hľadať pre čítanie lepší zdroj svetla, ako poskytovali dovtedy používané lojové sviečky. Benzín bol pre použitie v lampách príliš prchavý, a preto bol v počiatkoch tejto éry považovaný za odpad. Od tej doby sa svet však veľmi zmenil a v súčasnosti sa z produktov ropy viac cení benzín ako lampový olej.

Vyriešte nasledovné úlohy:

- Napíšte, aké uhľovodíky obsahuje zemný plyn.
- Napíšte, ktorá je hlavná zložka (až 60 %) bioplynu a či je ťažšia alebo ľahšia ako vzduch.
- Dokonalým spálením 7,250 g plynného necyklického uhľovodíka A vzniklo 22,000 g  $\text{CO}_2$  a 18,000 g  $\text{H}_2\text{O}$ . Určte stechiometrický a molekulový vzorec tejto zlúčeniny.  
 $A_r(\text{H}) = 1,0079$ ;  $A_r(\text{C}) = 12,011$ ;  $A_r(\text{O}) = 16,00$
- Aký objem zaberá za normálnych podmienok vzniknutý oxid uhličitý? Do akej skupiny uhľovodíkov zaradíme zlúčeninu A?
- Napíšte štruktúrny vzorec zlúčeniny A.
- Plyn A tvorí so vzduchom výbušnú zmes (banské nešťastia, výbuchy v domácnostiach). Napíšte pri akom percentuálnom zastúpení plynu A vo vzduchu môže dôjsť k výbuchu?
- Určte číslo skupín, v ktorých sa prvky uhlík a vodík nachádzajú v periodickej sústave prvkov.
- Napíšte skrátenej zápis elektrónovej konfigurácie atómov uvedených prvkov.
- Napíšte, aké sú najčastejšie oxidačné čísla atómov spomínaných prvkov v ich anorganických zlúčeninách.
- Vyjadrite chemickou rovnicou dokonalé spaľovanie jednotlivých uhľovodíkových zložiek zemného plynu (z úlohy (a)) so vzdušným kyslíkom.
- Určte, ktorá z uvedených zlúčenín má najväčší počet izomérov: bután, etán, metán, propán, pentán.

## **PRAKTICKÁ ČASŤ**

Chemická olympiáda – kategória C – 45. ročník – šk. rok 2008/2009  
Študijné kolo

**Milan Melicherčík, Iveta Nagyová**

Katedra chémie, Fakulta prírodných vied UMB, Banská Bystrica

---

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

Doba riešenia: 180 minút
--------------------------

### **ÚVOD**

Príprava solí – fosforečnany a dusičnany alkalických kovov a kovov alkalických zemín – s využitím protolytických a zrážacích reakcií. Laboratórne techniky: odmeriavanie objemov, zrážanie, kryštalizácia, filtrácia za atmosférického a zníženého tlaku, odparovanie, sušenie. Výpočty z chemických rovníc. Výpočty zloženia roztokov (koncentrácia látkového množstva, hmotnostný zlomok). Výpočty výťažku chemickej reakcie. Výpočty kryštalizácie. Dôkazové reakcie dusičnanov a chloridov.

### **Odporúčaná literatúra**

1. J. Gažo a kol.: *Anorganická chémia. Laboratórne cvičenia a výpočty*, 2. vyd., Alfa, Bratislava, 1977, s. 107 – 114, 122 – 127, 253 – 254, 261 – 265, 317 – 334.
2. Ľ. Ulická, L. Ulický: *Príklady zo všeobecnej a anorganickej chémie*, 2. vyd., Alfa, SNTL, Bratislava, Praha, 1987, s. 41 – 52, 66 – 98.
3. A. Okáč: *Analytická chemie kvalitativní*, 3. dopl. vyd., ČSAV, Praha, 1966, s. 426 – 430, 495 – 499.
4. Gažo, J. a kol.: *Všeobecná a anorganická chémia*, 2. vyd. Alfa, Bratislava, 1974, s. 357 – 366, 377 – 387.

**Experimentálna úloha (40 b)**Príprava bis(fosforečnanu) trivápenatého*Pomôcky*

Kadička 400 cm<sup>3</sup>, kadička 250 cm<sup>3</sup>, kadička 150 cm<sup>3</sup>, pipeta nedielikovaná 50 cm<sup>3</sup>, 2 odmerné banky 100 cm<sup>3</sup>, sklená tyčinka, odmerný valec 100 cm<sup>3</sup>, hodinové sklíčko, lyžička na chemikálie, kovový stojan, filtračný papier /FILTRAK 388/, trojnožka alebo kovový kruh, kovová sieťka nad kahan, kahan, Büchnerov lievik s predvŕtanou zátkou, odsávací banka s gumovou hadičkou, vodná výveva, 10 reagenčných skúmaviek so zátkou 10 cm<sup>3</sup>, kalibrovaná skúmavka, stojan na skúmavky, držiak na skúmavky, striekačka s destilovanou vodou, nožnice, predvažovacie váhy, gumový balónik.

*Chemikálie a roztoky*

Roztok fosforečnanu trisodného, roztok vápenatej soli (dusičnan alebo chlorid,  $c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ ), roztok dusičnanu strieborného ( $w = 1 \%$ ), roztok amoniaku ( $c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$ ), konc. kyselina dusičná, ( $w = 67 \%$ ) (Pozor žieravina!), roztok jodidu draselného ( $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ ), zinok granulovaný, kyselina octová [ $c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ ] (Pozor žieravina!), škrobový maz ( $w = 2 \%$ ), etanol ( $\varphi = 98 \%$ , môže byť aj denaturovaný).

*Úvod*

Fosfor sa v prírode vyskytuje vo forme fosforečnanov, ako sú napríklad fluoroapatit –  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$  a hydroxyapatit –  $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ . Pôsobením koncentrovanej kyseliny sírovej sa z nich vyrába technická kyselina fosforečná, ktorá je značne znečistená, a preto jej použitie je obmedzené len na výrobu rozpustných fosforečných hnojív a spracovanie kovov. Z priemyselných hnojív je to predovšetkým superfosfát, ktorý predstavuje zmes vo vode rozpustného bis(dihydrogen-fosforečnanu) vápenatého a síranu vápenatého. Fosfor je dôležitým biogénnym prvkom, napríklad vo forme fosforečnanu vápenatého sa nachádza v kostiach a zuboch.

### Postup

Z roztokov fosforečnanov  $M_3PO_4$ , kde M je alkalický kov, sa za zvýšenej teploty vyzráža roztokom chloridu alebo dusičnanu vápenatého biela zrazenina bis(fosforečnanu) trivápenatého.

Na pracovnom stole máte pripravené, v odmerných bankách objemu  $100\text{ cm}^3$ , roztoky fosforečnanu sodného a vápenatej soli. Na základe dôkazových reakcií rozhodnite, či vápenatá soľ je chlorid alebo dusičnan. Dôkaz prítomnosti iónov  $Cl^-$  alebo  $NO_3^-$  vykonajte v roztoku vápenatej soli podľa nasledovných postupov:

**Dôkaz chloridových iónov:** Do skúmavky nalejte  $1\text{ cm}^3$  roztoku vápenatej soli a pridajte  $1\text{ cm}^3$  roztoku dusičnanu strieborného ( $w = 1\%$ ). Ak je prítomný chloridový ión, vzniká biela zrazenina AgCl. Zrazeninu AgCl rozpustíte niekoľkými kvapkami zriedeného amoniaku ( $c = 2\text{ mol dm}^{-3}$ ), vzniká chlorid diamminstrieborný. Vzniknutý roztok rozdeľte na dve časti. Do jednej časti roztoku pridajte pár kvapiek koncentrovanej kyseliny dusičnej (**Pozor, žieravina!**), ktorou sa vylúči z roztoku opäť biela zrazenina AgCl. Do druhej časti roztoku pridajte pár kvapiek jodidu draselného ( $c = 1\text{ mol dm}^{-3}$ ), pričom sa z roztoku vylúči žltá zrazenina jodidu strieborného.

**Dôkaz dusičnanových iónov:** Do skúmavky nalejte  $1\text{ cm}^3$  roztoku vápenatej soli a pridajte  $1\text{ cm}^3$  roztoku kyseliny octovej [ $c = 1\text{ mol dm}^{-3}$ ] (**Pozor, žieravina!**) a granulku zinku (priemeru 3 mm). Reakciu nechajte prebiehať 1 až 2 minúty, potom odlejte  $1\text{ cm}^3$  vzniknutého roztoku do skúmavky a pridajte  $1\text{ cm}^3$  roztoku jodidu draselného ( $c = 1\text{ mol dm}^{-3}$ ). Ak je prítomný dusičnanový ión, redukuje sa na dusitanový ión, ktorý v prostredí kyseliny octovej reaguje s jodidom draselným na jód. Jód dokážete prídavkom škrobového mazu ( $w = 2\%$ ), ktorý sa jódom farbí na modro až čierne.

Do vysokej kadičky s objemom  $400\text{ cm}^3$  odpipetujte pomocou balónika  $50,0\text{ cm}^3$  roztoku fosforečnanu trisodného a zriedte ho destilovanou vodou na objem  $100\text{ cm}^3$ .

**Poznámka 1: Pred pipetovaním zavolajte pedagogický dozor, ktorý ohodnotí techniku pipetovania.**

Roztok zahrejte do varu a zrážajte po kvapkách vypočítaným objemom roztoku vápenatej soli. Roztok vápenatej soli pridávajte z kadičky po sklenej tyčinke. Po každom pridaní roztok pomiešajte. O úplnosti zrážania sa presvedčíte, ak necháte zrazeninu usadiť a do roztoku nad zrazeninou pridáte malý nadbytok roztoku vápenatej soli. Ak už zrazenina bis(fosforečnanu) trivápenatého nevzniká, zrážanie je ukončené.

**Poznámka 2: Objem vápenatej soli si vopred vypočítajte a nechajte skontrolovať pedagogickému dozoru, ktorý vám v prípade nesprávneho výpočtu poskytne správny výsledok.**

Zrazeninu fosforečnanu vápenatého v kadičke prikryte hodinovým sklíčkom a nechajte desať minút stáť.

**Poznámka 3: Počas tohto času si pripravte filtračnú aparatúru a potom privolajte pedagogický dozor, ktorý ohodnotí techniku filtrácie.**

Ešte za tepla prefiltrujte, za zníženého tlaku, roztok nad zrazeninou cez riedky filtračný papier (napr. FILTRAK 388). Potom spláchnite zrazeninu na filter a na filtri ju premyte päťkrát destilovanou vodou. Použite pritom vždy  $10\text{ cm}^3$  vody. Predtým, ako vodu nalejete na zrazeninu, odpojte vývevu od odsávacej banky. Po naliatí vody na zrazeninu, premiešajte ju veľmi opatrne otaveným koncom sklenej tyčinky tak, aby sa neporušil filtračný papier a nakoniec pripojte na odsávaciu banku opäť vodnú vývevu a roztok odsajte. Nakoniec pri odpojenej výveve nalejte na zrazeninu  $25\text{ cm}^3$  etanolu ( $\varphi = 98\%$ , môže byť aj denaturovaný), zrazeninu s etanolom premiešajte, potom pripojte vývevu a odsajte etanol. Zrazeninu vysušte na Büchnerovom lieviku presávaním vzduchu.

Potom zrazeninu z filtra preneste na suché, vopred odvážené hodinové sklíčko a získaný produkt nechajte vysušiť ešte voľne na vzduchu, potom odvážte a odovzdajte.



**Úloha 1 (2 b)**

Na základe vykonaných dôkazových reakcií pre chloridové a dusičnanové ióny, rozhodnite, či vápenatá soľ je chlorid alebo dusičnan.

**Úloha 2 (6 b)**

Zapíšte chemickými rovnicami dôkazové reakcie prebiehajúce v roztoku vápenatej soli pre obidva prípady (chlorid aj dusičnan).

**Úloha 3 (2 b)**

Zapíšte chemickou rovnicou v stechiometrickom a skrátrenom iónovom tvare chemickú reakciu prebiehajúcu pri príprave bis(fosforečnanu) trivápenatého reakciou fosforečnanu trisodného a vápenatej soli.

**Úloha 4 (4 b)**

Vypočítajte látkovú koncentráciu  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  ( $\text{mol dm}^{-3}$ ) v roztoku, ktorý sa pripravil rozpustením 8,20 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  v  $50,0 \text{ cm}^3$  roztoku.

$$M(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 163,9407 \text{ g mol}^{-1}$$

**Úloha 5 (4 b)**

Vypočítajte objem roztoku vápenatej soli s látkovou koncentráciou  $c = 1,00 \text{ mol dm}^{-3}$ , ktorý je potrebný na vyzrážanie bis(fosforečnanu) trivápenatého z  $50,0 \text{ cm}^3$  pripraveného roztoku  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

**Úloha 6 (4 b)**

Vypočítajte hmotnosť bis(fosforečnanu) trivápenatého, ktorú možno teoreticky získať z  $50,0 \text{ cm}^3$  pripraveného roztoku fosforečnanu trisodného.

$$M(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 310,18 \text{ g mol}^{-1}$$

**Úloha 7 (3 b)**

Vypočítajte, aký je výťažok chemickej reakcie vzhľadom k teoretickému množstvu bis(fosforečnanu) trivápenatého.

**Úloha 8 (10 b)**

Hodnotenie manuálnych zručností:

Pipetovanie s balónikom (5 b).

Príprava filtračnej aparatúry a spôsob filtrácie za zníženého tlaku (5 b).

**Úloha 9 (5 b)**

Odvzdajte získaný produkt bis(fosforečnan) trivápenatý.

# **PRÁCE Z DIDAKTIKY CHÉMIE**

## **UČEBNÉ ÚLOHY POSKYTUJÚCE MOŽNOSŤ KOMPLEXNEJŠIEHO POHĽADU NA CHÉMIU**

**Csaba Igaz**

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave.

---

Prakticky neexistuje žiak, ktorého pozornosť by neupútala efektná chemická reakcia. Krása chémie môže však pre viac informovaného žiaka spočívať predovšetkým v tom, že dokáže vysvetliť tieto reakcie na úrovni atómov, molekúl, iónov a elementárnych častíc a vysvetlenie sprostredkovať takým zjednodušeným symbolickým jazykom, ktorým sa dohovoria, ak si ho osvojí, s chemikmi na celom svete.

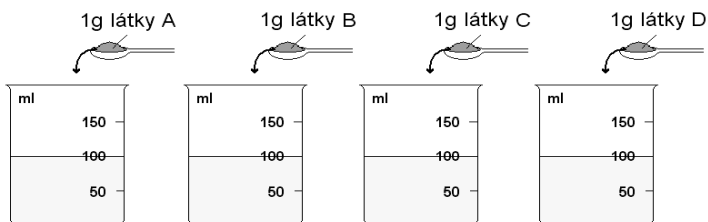
Pomerne častou chybou pri vyučovaní chémie je uprednostňovanie významu chápania symbolov alebo znázorňovania na symbolickej úrovni pred makroskopickou a submikroskopickou úrovňou znázorňovania [1]. V praxi to znamená nedostatočné prepojenie chemických vzorcov a rovníc, matematických formulácií, grafov a tabuliek s ich významom na úrovni submikroskopického sveta (submikroskopická úroveň znázornenia) na jednej strane a vnímateľnými prejavmi látok počas chemických a fyzikálnych dejov (zmenou sfarbenia, skupenstva, teploty), čiže makroskopickou úrovňou znázornenia na druhej strane. Takéto jednostranné preceňovanie jedinej stránky má za následok, že obsah chémie je nezaujímavý, značne abstraktný, čo je v rozpore s prirodzenou potrebou človeka využívať konkrétne, vnímateľné skúsenosti pred tým, ako by pristúpil k teoretickým diskusiám [2]. Okrem toho ovládanie danej oblasti na všetkých troch spomínaných úrovniach znázornenia tvorí základ trvácnych a hlbokých poznatkov z chémie [3].

Nie je jednoduché dosiahnuť takéto prepojenie. Ideálna predstava demonštračných pokusov spojených s počítačovými animáciami na každej hodine chémie naráža na nedostatok financií, materiálov, pomôcok a času.

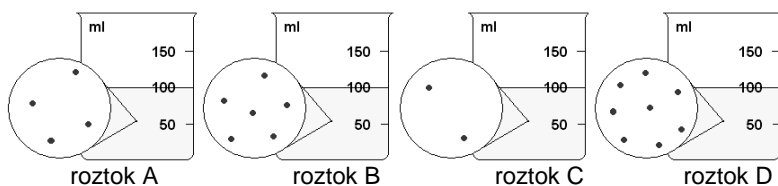
V súvislosti s touto problematikou sme zamerali našu pozornosť na učebné úlohy, ktoré sú v anglosaskej literatúre označené ako „conceptual tasks“ (konceptuálne úlohy) [4, 5]. Sú to úlohy, ktoré sa nedajú jednoznačne zaradiť ani do jednej z kategórií taxonómii učebných úloh zaužívaných na Slovensku, aj keď majú svoje dobre definovateľné vlastnosti [6] a mnohými znakmi sú blízke viacerým zaužívaným typom učebných úloh. Ich spoločným znakom je, že si ich riešenie vyžaduje viac ako len jednoduchú aplikáciu naučených postupov a algoritmov. Tieto úlohy vyžadujú hlbšie pochopenie jednotlivých oblastí chémie a súvislostí medzi nimi a dosahujú to neštandardnými zadaniami, veľakrát napríklad vizualizačnými prvkami [7]. Práve táto vizualizácia umožňuje zakomponovať do zadania rôzne úrovne znázornenia. Niekedy z troch úrovní sa objavujú len dve, inokedy všetky tri, čo poskytuje žiakom komplexný pohľad na danú oblasť. Aby sme si túto problematiku lepšie priblížili, uvedieme niekoľko ukážok takýchto učebných úloh.

### Úloha 1

Pripravili sme štyri vodné roztoky tak, ako je to znázornené na obrázku 1.



Obr. 1



Obr. 2

Kruhy na obr. 2 predstavujú rovnaké, malé časti objemov pripravených roztokov. Bodky v kruhoch znázorňujú častice danej rozpustenej látky. Pre jednoduchosť sme nebrali do úvahy prípadné štiepenie častíc vo vode a nezobrazovali sme molekuly vody. Ďalej predpokladáme, že po pridaní 1 g látky do vody sa nezmení objem sústavy.

Otázky:

Odpovede:

- 
- |   |   |
|---|---|
| 1. Ktorý roztok je najkoncentrovanejší?   | D |
| 2. Ak zoradíme látky podľa ich zväčšujúcej sa koncentrácie v roztoku, ktorá z nich bude na druhom mieste v tejto postupnosti?         | A |
| 3. Ktorá z látok obsahuje v jednom grame najmenej častíc?   | C |
| 4. Ak zoradíme látky podľa zväčšujúceho sa počtu častíc v jednom grame látky, ktorá z nich bude v tejto postupnosti na treťom mieste? | B |
| 5. Ak zoradíme do postupnosti látky podľa počtu mólov častíc nachádzajúcich sa v roztoku, ktorá z nich bude na druhom mieste?         | A |
| 6. Ktorý roztok obsahuje najviac mólov danej látky?   | D |
| 7. Ktorá látka pozostáva z najťažších častíc?   | C |
| 8. Ak zoradíme látky podľa hmotnosti častíc, z ktorých pozostávajú, ktorá z nich bude v tejto postupnosti na druhom mieste?           | B |
| 9. Ktorá látka má najmenšiu mólovú hmotnosť?  | D |
| 10. Ak zoradíme látky podľa znižujúcej sa hodnoty mólovej hmotnosti, ktorá látka bude v tomto poradí na druhom mieste?                | A |
- 

Uvedená úloha obsahuje desať otázok. Prvé sú najmenej náročné, posledné sú najťažšie. Ťažnosť otázok má tri roviny.

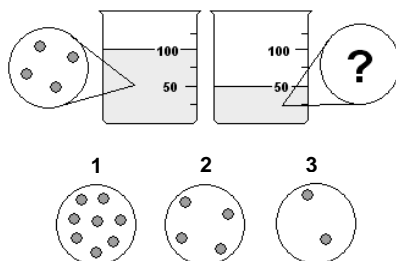
- **Vizualizácia.** Žiaci musia čerpať informácie z obrázkov, a nie z textov, ako sú väčšinou zvyknutí. Navyše na vyriešenie väčšiny otázok musia skombinovať informácie z obidvoch obrázkov.
- **Terminológia.** Žiaci musia aplikovať špecifickú chemickú terminológiu a preukázať ovládanie významu pojmov ako sú roztok, mol, koncentrácia, mólová hmotnosť.
- **Formálne myslenie.** Posledné štyri otázky vyžadujú formálne myslenie, a preto sú náročnejšie. Pri riešení týchto otázok treba nájsť súvislosti medzi koncentráciou roztokov a hmotnosťami rozpustených látok a odvodiť relatívnu hmotnosť jednotlivých častíc. Preto na tieto otázky pravdepodobne nájdú odpoveď len žiaci s rozvinutým formálnym myslením (v zmysle Piagetovej teórie), ktoré dokážu využiť aj v chémii.

Napriek náročnosti tejto úlohy treba zdôrazniť, že má vysoký rozvíjajúci potenciál. Formálne myslenie sa totiž nerozvíja v každej oblasti myslenia rovnako. Práve takéto úlohy môžu žiakom napomáhať pri rozšírení ich kognitívnych schopností aj v oblasti prírodovedných predmetov.

Uvedieme aj ďalšie úlohy podobného typu.

## Úloha 2

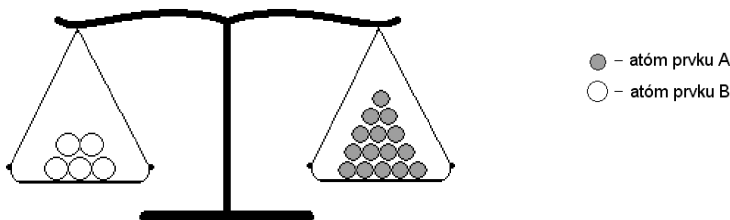
V kadičkách sú roztoky tej istej látky s rovnakou koncentráciou. Kruhy predstavujú rovnaké, malé časti objemov pripravených roztokov a krúžky v nich znázorňujú častice danej rozpustenej látky. Pre jednoduchosť sme nebrali do úvahy prípadné štiepenie častíc vo vode a nezobrazovali sme molekuly vody. Ktorým z kruhov 1, 2 alebo 3 treba nahradiť kruh s otáznikom?



Obr. 3

**Úloha 3**

Predstavte si zariadenie, napríklad miniatúrnu váhu, ktorou dokážeme priamo odvážiť atómy. Takáto teoretická váha je znázornená na obr. 4. Na miskách váhy sú atómy rôznych prvkov.



Obr. 4

Vyberte správne tvrdenie:

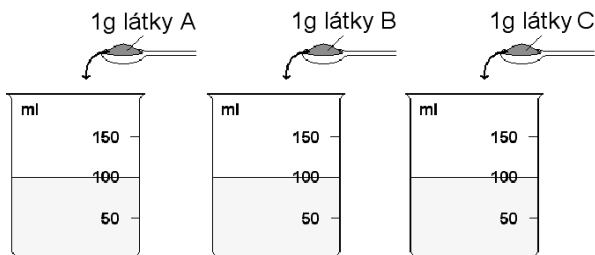
- Relatívna atómová hmotnosť prvku A je väčšia ako relatívna atómová hmotnosť prvku B.
- Relatívna atómová hmotnosť prvku A je menšia ako relatívna atómová hmotnosť prvku B.
- Relatívne atómové hmotnosti prvkov A a B sú rovnaké.
- Nedá sa určiť, ktorý z prvkov A alebo B má väčšiu relatívnu atómovú hmotnosť.

Žiakom, ktorí úspešne riešia takéto úlohy, môžeme zadať sťaženu podobu prvej úlohy. Úloha má skôr charakter logickej hádanky, vyžaduje hlboké chápanie súvislostí v danej oblasti chémie a odpútanie sa od naučených spôsobov riešenia problémov. Takéto zadanie priblíži spôsob riešenia problémov v reálnom živote lepšie ako klasické školské úlohy. Navyše sú v nej skombinované aj všetky tri úrovne znázornenia v chémií: makroskopická, submikroskopická a symbolická.



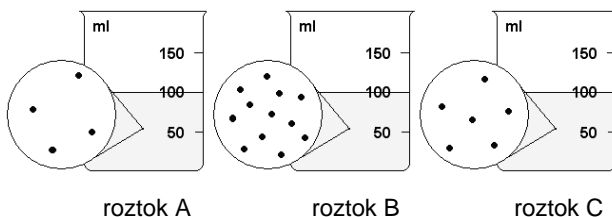
**Úloha 4**

Pripravili sme štyri vodné roztoky tak, ako to vidno na obr. 5.



Obr. 5

Podobne ako v úlohe 1, kruhy na obr. 6 predstavujú rovnaké malé časti objemov pripravených roztokov. Bodky v kruhoch znázorňujú častice danej rozpustenej látky, pričom sa berú do úvahy všetky zjednodušenia, uvedené v úlohe 1.



Obr. 6

S využitím údajov z nasledovnej tabuľky identifikujte látky A, B a C a do stĺpca "Látka" napíšte písmená zodpovedajúce jednotlivým zlúčeninám.

Riešenie:

Chemikália	Vzorec	Mólová hmotnosť ( $\text{g mol}^{-1}$ )	Látka
Hydroxid sodný	NaOH	40	B
Dusičnan amónny	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	80	C
Hydrogensíran sodný	$\text{NaHSO}_4$	120	A

Všetky uvedené úlohy sa dajú využiť v deviatom ročníku základných škôl a na stredných školách. Vzhľadom na náročnosť prvej a poslednej úlohy na formálne myslenie, v deviatom ročníku sa dá očakávať najnižšia úspešnosť v riešení týchto úloh, dokonca aj ťažkosti zo strany žiaka pri pochopení výkladu učiteľa o postupe riešenia. Neschopnosť riešiť tieto úlohy teda nemusí byť spôsobená nevedomosťou žiaka, ale jeho nedostatočným rozvinutím myslenia na odvodenie súvislostí medzi rôznymi konkrétnymi vlastnosťami daného objektu alebo pojmu.

Na základe našich skúseností s použitím takýchto úloh môžeme konštatovať, že sú pre žiakov zaujímavé a často vnímané ako zábavné hádanky. Vyskúšali sme rôzne formy ich sprístupňovania. Žiaci ich riešili individuálne aj skupinovo, bádateľskou metódou aj v rámci heuristického rozhovoru. Najnižšiu úspešnosť sme dosiahli, ak sme ich zadávali ako domáce úlohy. Aj keď ich žiaci riešia radi, upozorňujeme, že ich pokladajú za ťažké a kým sú pre nich nové a nie celkom vžitú, nemôžeme žiakov na základe nich hodnotiť. Vynikajúco sa osvedčili ako motivačný a aktivizujúci prostriedok.

Konceptuálne úlohy predstavujú jednu z alternatív, ako ponúknuť žiakom komplexný pohľad na danú oblasť chémie. Spájajú v sebe charakteristiky podporujúce súčasne kognitívny vývoj, aj rozvoj odbornej stránky vedomostí žiaka. Napriek niektorým nevýhodám, ako sú napríklad časová náročnosť tvorby a riešenia úloh, poskytujú výhody, ktoré ich jednoznačne zaraďujú medzi učebné prostriedky, ktorým by sa mala venovať väčšia pozornosť vo vyučovaní.

Článok vznikol s podporou grantu MŠ SR VEGA č. 1/0025/08

### Literatúra

1. D. L. Gabel: Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, pp. 193-194, vol 70, 1993
2. J. D. Herron: Piaget in the classroom. Guidelines for applications. *Journal of Chemical Education*, pp. 165-170, vol 55, 1978

3. D. Treagust, G. Chittleborough, T. L. Mamiala: The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, pp 1353-1368, vol25, 2003
4. S. C. Nurrenbern, M. Pickering: Concept learning versus problem solving: Is there a difference? *Journal of Chemical Education*, pp. 508-510, vol 64, 1987
5. Z. Haláková, M. Prokša: Two kinds of conceptual problems in chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, pp. 172-174, vol 84, 2007
6. *Journal of Chemical Education*, What are Conceptual Questions?  
<http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEDLib/QBank/collection/CQandChP/CQs/WhatAreCQs.html> (navštívené: 13.9.2008)
7. Z. Haláková, M. Prokša: Vizuálna gramotnosť a riešenie učebných úloh z chémie. *Chemické listy*, s. 213 – 219, roč. 100, 2006

## ADRESY AUTOROV

RNDr. Juraj Bujdák, PhD  
Ústav anorganickej chémie SAV  
Dúbravská 9  
842 36 Bratislava

Mgr. Csaba Igaz  
PriF UK  
Mlynská dolina Ch-2  
842 15 Bratislava

Doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.  
FPv UMB  
Tajovského 40  
974 01 Banská Bystrica

Doc. RNDr. Mária Lichvárová, PhD.  
FPv UMB  
Tajovského 40  
974 01 Banská Bystrica

Prof. RNDr. Milan Melicherčík, PhD.  
FPv UMB  
Tajovského 40  
974 01 Banská Bystrica

RNDr. Iveta Nagyová, PhD.  
FPv UMB  
Tajovského 40  
974 01 Banská Bystrica

Prof. RNDr. Miroslav Prokša, PhD  
PriF UK  
Mlynská dolina Ch-2  
842 15 Bratislava

Doc. RNDr. Martin Putala, PhD  
PriF UK  
Mlynská dolina Ch-2  
842 15 Bratislava

## ADRESA REDAKCIE

Redakcia Chemických rozhľadov  
IUVENTA  
Karloveská 64,  
842 58 Bratislava 4  
e-mail: [anton.sirota@stuba.sk](mailto:anton.sirota@stuba.sk)