

**SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY**

---

# **CHEMICKÁ OLYMPIÁDA**

**60. ročník, školský rok 2023/2024**

**Kategória EF**

**Celoštátne kolo**

**TEORETICKÉ ÚLOHY**

# ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 60. ročník – školský rok 2023/2024

## Celoštátne kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b)

Doba riešenia: 45 minút

### Úloha 1 (Junior 7,5 b)

Manganistan draselný je silné oxidačné činidlo v kyslom prostredí, ktoré dokáže organické látky zoxidovať na konečné produkty oxidácie oxid uhličitý a vodu.

- Napíšte rovnicu reakcie manganistanu draselného s etanolom v prostredí kyseliny sírovej. Uvedte všetky produkty reakcie v stavovom tvare.
- Vypočítajte hmotnosť potrebného manganistanu draselného pre oxidáciu 6 g etanolu.
- Vypočítajte obsah mangánu (w) v sírane mangánatom.
- Vymenujte oxidačné stupne mangánu v ktorých sa bežne vyskytuje.

### Úloha 2 (junior + senior 7,5 b)

2,75 kg vo vode rozpustného hydroxidu bárnateho sa neutralizuje 10 000 cm<sup>3</sup> 17 % kyseliny dusičnej s hustotou 1,1026 g.cm<sup>-3</sup>.

- Napíšte rovnicu neutralizácie (rovnicu 1) v stavovom stave.
- Dôjde k zreagovaniu všetkého hydroxidu bárnateho?
- V akom nadbytku (v moloch a gramoch) bola látka určujúca pH roztoku?
- Vypočítajte hodnotu pH výsledného roztoku, ak má roztok objem 12 000 cm<sup>3</sup> a všetky zložky zostanú rozpustené v roztoku.

### Úloha 3 (senior 7,5 b)

Zmes zloženia 42 % mólových chloroformu a toluénu má teplotu 74 °C. Tlak nasýtených pár chloroformu je 0,090 MPa a toluénu 0,056 MPa.

- Vypočítajte celkový tlak pár zmesi.
- Vypočítajte zloženie parnej fázy v mólových percentách.

- c) Vypočítajte pri akom tlaku bude vriet' zmes z bodu b).
- d) Uved'te dve možnosti ako rozdestilovať azeotropickú zmes.

### Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [g mol <sup>-1</sup> ]
Mn	54,938
H	1,007
O	15,999
C	12,011
K	39,098
N	14,007
Ba	137,327

## ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 60. ročník – školský rok 2023/2024

### Celoštátne kolo

Alena Olexová

Maximálne 10 bodov  
Doba riešenia: 35 minút

#### Úloha 1 (1,5 b)

Priradte správne tvrdenia k jednotlivým zlúčeninám.

- A) Metylamín
- B) Nitrometán
- C) Kyselina pikrová
- D) Primárny amín
- E) Sekundárny amín
- F) Terciárny amín

1. 2,4,6-trinitrofenol
2. Teplotu varu má približne rovnakú ako zodpovedajúci uhľovodík.
3. Uvoľňuje sa pri tepelnom spracovaní rýb.
4. Reaguje s kyselinou dusitou za vzniku N-nitrózoamínu.
5. V molekule amoniaku bol nahradený jeden atóm vodíka.
6. Používa sa ako prísada do raketových palív, vyrába sa nitráciou metánu.

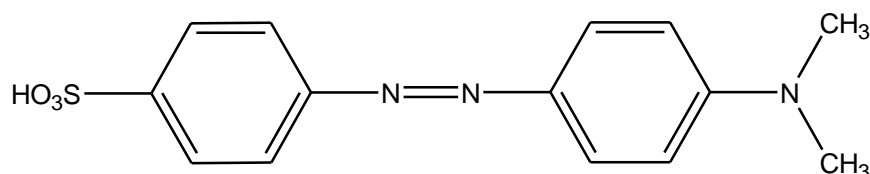
#### Úloha 2 (1,5 b)

Dynamit je výbušná zmes, ktorú vynášiel švédsky chemik a vynálezca Alfred Nobel. Hlavnou zložkou dynamitu je nitroglycerín. Nitroglycerín sa tiež používa aj v lekárstve ako liečivo na znižovanie krvného tlaku a liečbu srdcových arytmií. Pripravte nitroglycerín nitráciou propán-1,2,3-triolu. Rovnicu uveďte vrátane vedľajších produktov a vyčíslenia.

### Úloha 3 (7 b)

Metyloranž je veľmi často používaným acidobázickým indikátorom pri titráciách kyselín vďaka svojej zreteľnej farebnej zmene. Využíva sa tiež ako farbivo v textilnom priemysle. Metyloranž ako syntetické farbivo patrí k skupine látok, ktoré sú toxické, v životnom prostredí sa hromadia a vzhľadom na veľké množstvo odpadových vôd, ktoré textilný priemysel vyprodukuje, predstavujú výrazný a nebezpečný znečisťovateľ vody.

Vzorec tejto azozlúčeniny je nasledovný:



Pripravte metyloranž z dvoch zlúčenín, pričom pre obidve je východiskovou látkou benzén.

# ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 60. ročník – školský rok 2023/2024

## Celoštátne kolo

Ladislav Blaško

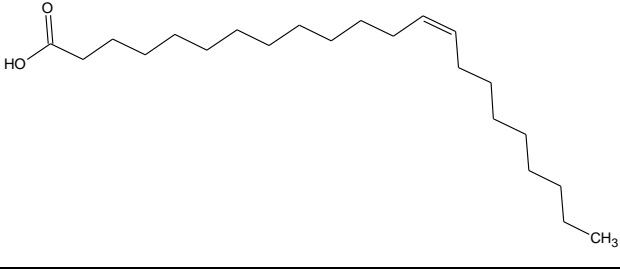
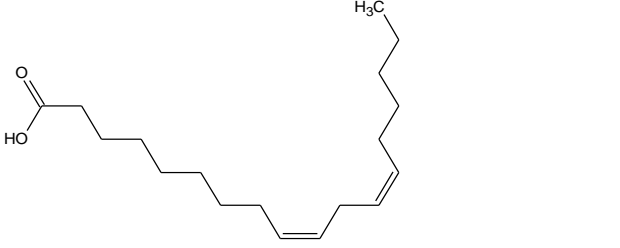
*Konštanty potrebné na riešenie úloh sú uvedené v prílohe.*

Maximálne 15 bodov.  
Doba riešenia: 60 minút.

### Úloha 1 (JUNIOR, 7b)

Biologická hodnota lipidov sa určuje zastúpením nenasýtených mastných kyselín v potravinách. Niektoré z nich sú pre človeka esenciálne. V tabuľke sú uvedené údaje o nenasýtených mastných kyselinách.

1.1 Dopíšte v tabuľke chýbajúce údaje o mastných kyselinách.

Triviálny názov	Systémový názov	Vzorec
Kyselina olejová		
	Kyselina cis-hexadec-9-énová	
		
Kyselina linolénová		
		

1.2 Vysvetlite termín esenciálna mastná kyselina.

Veľký význam pre človeka majú polynenasýtené mastné kyseliny. Dnes sa často označujú ako  $\omega$ -3 a  $\omega$ -6 nenasýtené mastné kyseliny.

**1.3** Vysvetlite termín  $\omega$ -3 nenasýtená mastná kyselina.

**1.4** Z mastných kyselín uvedených v tabuľke v úlohe 1.1 napíšte triviálny názov jednej  $\omega$ -3 a jednej  $\omega$ -6 nenasýtenej mastnej kyseliny.

Obsah nenasýtených mastných kyselín v tukoch určuje jódové číslo. Jódové číslo udáva hmotnosť jódu v gramoch, ktorý úplne zreaguje so 100 g tuku. Zodpovedá obsahu násobných väzieb v mastných kyselinách tukov. Obyčajne sa uvádza ako bezrozmerné číslo.

**1.5** Napíšte rovnicu reakcie kyseliny linolénovej s jódom.

**1.6** Vypočítajte jódové číslo kyseliny linolénovej. Uveďte postup riešenia.

**1.7** Jódové číslo olejov sa uvádza ako interval hodnôt a nie ako presné číslo. Vysvetlite prečo.

## Úloha 2 (JUNIOR + SENIOR, 8b)

Tuky sú veľmi dôležitou súčasťou potravy človeka. Prakticky jediným zdrojom tuku bola dlhú dobu bravčová masť a maslo. V devätnástom storočí chemici zistili, že je možné vyrobiť tuk z oleja. Na začiatku dvadsiateho storočia sa začala priemyselná výroba stuženého tuku – margarínu.

Proces stužovania tukov možno riadiť a získať tak tuk s požadovanými vlastnosťami. Stužené tuky obsahujú obyčajne v molekule triacylglycerolu jednu nenasýtenú a dve nasýtené mastné kyseliny.

Na výrobu cukrovinárskych výrobkov (keksy, cukríky, bonbóny) sa používa tuk vyrobený stužením palmojadrového oleja. Stužovanie tukov môžeme zapísať

jednoduchou schémou.

$$\text{olej} \xrightarrow[\text{reakčné podmienky}]{\text{reaktant}} \text{stužený tuk}$$

Predpokladajte, že palmojadrový olej je triglycerid kyseliny palmitoolejovej a stužený tuk obsahuje jednu nenasýtenú a dve nasýtené mastné kyseliny (na polohe nenasýtenej mastnej kyseliny nezáleží).

**2.1** Napíšte vzorec triglyceridu kyseliny palmitoolejovej, vzorec produktu, reaktantu a reakčné podmienky potrebné na uskutočnenie reakcie.

Za podmienok reakcie nie je možné zabrániť aby nenastala nežiadúca vnútromolekulová zmena nenasýtenej mastnej kyseliny.

**2.2** Aká zmena nastáva pri tejto metóde stužovania tukov?

**2.3** Nakreslite štruktúrny vzorec mastnej kyseliny s nežiadúcou vnútromolekulovou zmenou.

Jedným z najstarších nepotravinárskych využití tukov a olejov je výroba mydla na umývanie, pranie a holenie.

Mydlo na holenie, pena na holenie alebo gél na holenie sa vyrába zmiešaním sodných a draselných mydiel v pomere látkových množstiev 1:1.

**2.4** Sodné mydlá sa vyrábajú varením tukov (olejov) s vodným roztokom hydroxidu sodného. Ako sa nazýva sodné mydlo?



**2.5** Draselné mydlá sa vyrábajú varením tukov (olejov) s vodným roztokom hydroxidu draselného. Ako sa nazýva draselné mydlo?

**2.6** Napíšte rovnicu zásaditej hydrolýzy tristearylglycerolu s vodným roztokom hydroxidu sodného a s vodným roztokom hydroxidu draselného.

**2.7** Vypočítajte hmotnosť mydla na holenie, ktoré môžeme vyrobiť z 3,56 kg tristearylglycerolu. Straty pri výrobe môžete zanedbať. Uveďte postup riešenia.

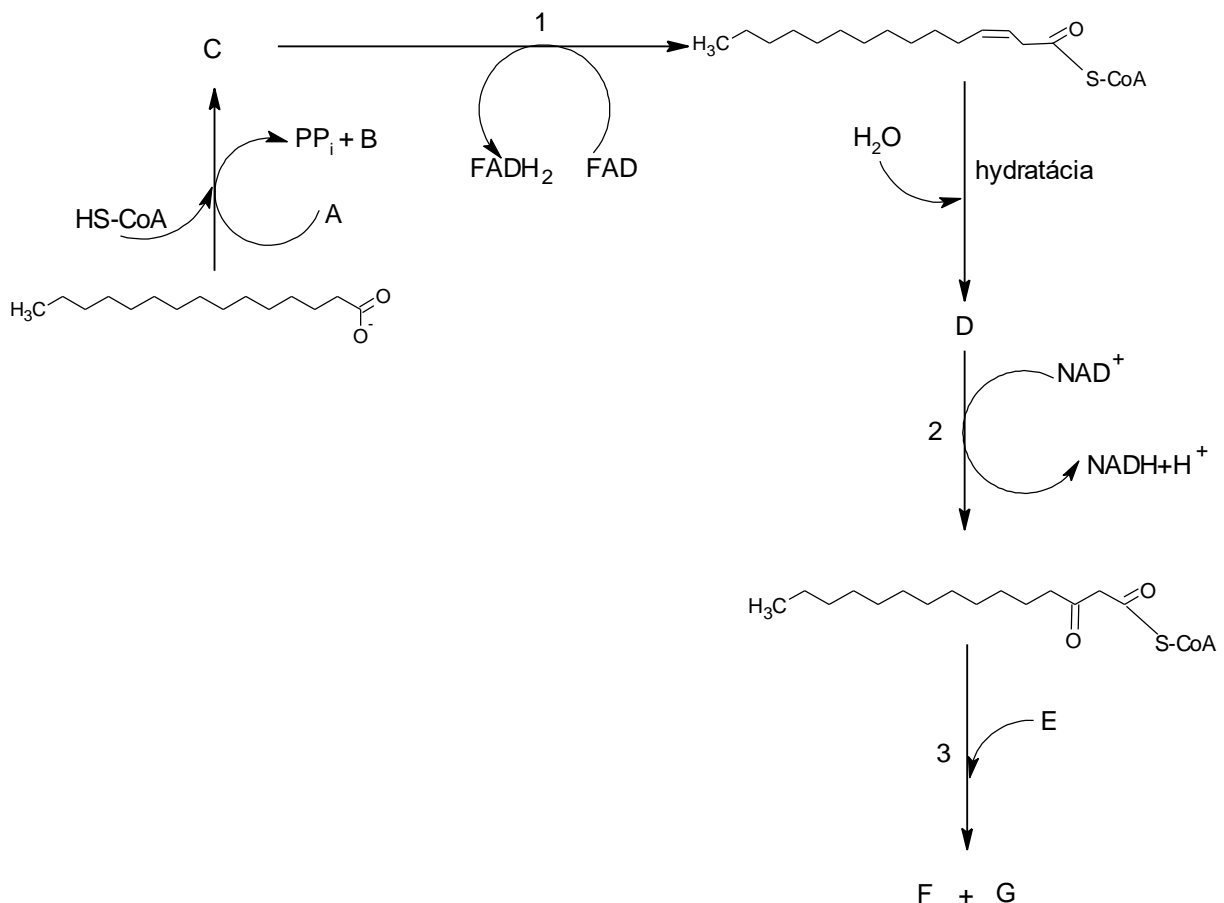
**2.8** Vypočítajte hmotnosť hydroxidu sodného a hydroxidu draselného potrebného na úplné zreagovanie 3,56 kg tristearylglycerolu pri výrobe mydla na holenie.

### Úloha 3 (SENIOR, 7b)

Organizmy získavajú najviac energie z tukov. Energia sa z mastných kyselín nemôže uvoľniť naraz, ale uvoľňuje sa postupne. Najdôležitejšou metabolickou dráhou, ktorou bunka získa najviac energie z mastných kyselín je  $\beta$ -oxidácia.

V niektorých rastlinách a morských živočíchoch sa nachádzajú mastné kyseliny s nepárnym počtom atómov uhlíka. Môžu tiež vzniknúť pri dlhodobom tepelnom namáhaní olejov. Mastné kyseliny s nepárnym počtom atómov uhlíka sa tiež metabolizujú  $\beta$ -oxidáciou.

**3.1** Na obrázku je zakreslená schéma  $\beta$ -oxidácie mastnej kyseliny s nepárnym počtom atómov uhlíka. V obrázku nahradte čísla typom reakcie a písmenami vzorcami.



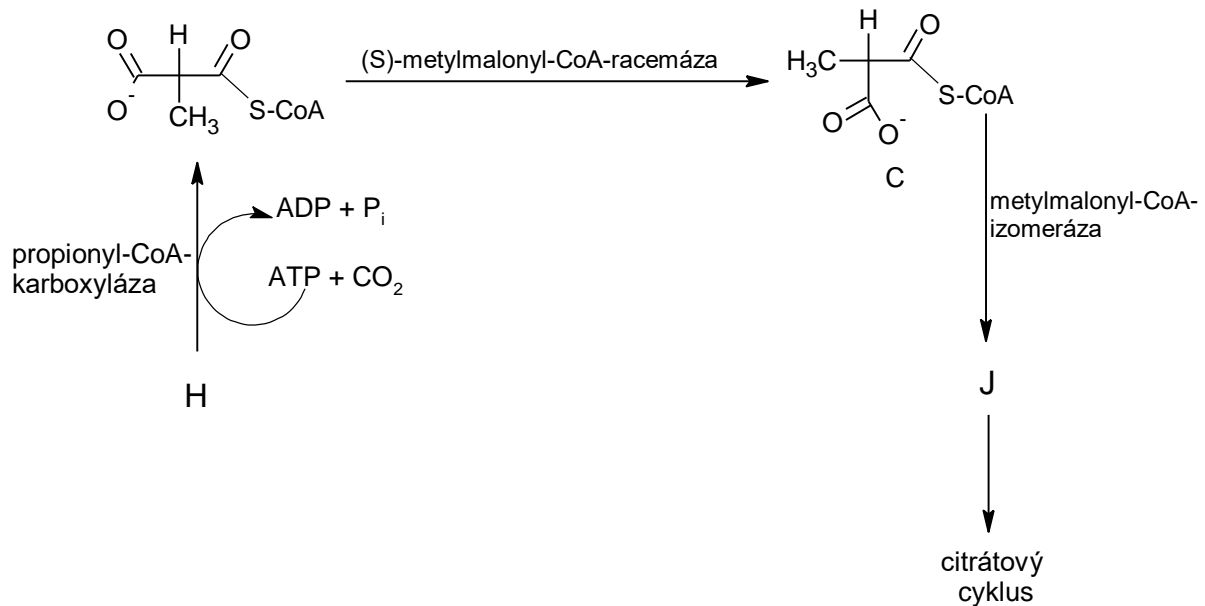
**3.2** Napíšte systémový názov mastnej kyseliny vstupujúcej vo forme aniónu do  $\beta$ -oxidácie v úlohe 3.1.

**3.3** Koľkokrát musí mastná kyselina z úlohy 3.1 prejsť  $\beta$ -oxidáciou, ak sa má úplne metabolizovať?

Po poslednom prechode mastnej kyseliny  $\beta$ -oxidáciou vznikne okrem zlúčeniny F aj zlúčenina H.

**3.4** Napíšte názov a vzorec zlúčeniny H.

Zlúčeniny H už nemôže vstúpiť do  $\beta$ -oxidácie. Aby sa nehromadila v organizme, osobitnou metabolickou dráhou sa zmení na zlúčeninu J, ktorú organizmus využije v citrátovom cykle. Na obrázku je nakreslená metabolická dráha zlúčeniny H.



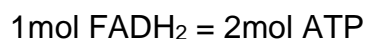
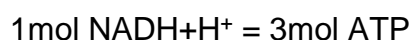
**3.5** Napíšte názov a vzorec zlúčeniny J.

**3.6** Určte počet molekúl ATP, ktoré sa uvoľnia úplnou oxidáciou jednej molekuly mastnej kyseliny z úlohy 3.1 až na vodu a oxid uhličitý. Z jednej molekuly zlúčeniny H sa úplnou oxidáciou uvoľní 5 molekúl ATP. Uvedte postup riešenia.

**3.7**  $\beta$ -oxidácia je najdôležitejšia, ale nie jediná metabolická dráha na odbúranie mastných kyselín. Napíšte ďalšie dve možnosti metabolizmu mastných kyselín.

## Príloha

Aby sme odstránili nejednoznačnosť, pri výpočte množstva ATP, ktoré môžeme získať z redukovaných koenzýmov používajte prepočtový vzťah:



Pri úplnej aeróbnej oxidácii glycerolu:  $1 \text{ mol glycerol} = 20 \text{ mol ATP}$

Prepočet energie z ATP na kJ:  $1 \text{ mol ATP} = 51,6 \text{ kJ}$

Pri riešení používajte relatívne atómové hmotnosti prvkov:  $\text{Ar}(\text{C}) = 12$ ,  $\text{Ar}(\text{H}) = 1$ ,  $\text{Ar}(\text{O}) = 16$ ,  $\text{Ar}(\text{I}) = 127$ ,  $\text{Ar}(\text{Br}) = 80$

Pri riešení používajte relatívne mólové hmotnosti zlúčenín:  $\text{Mr}(\text{KOH}) = 56$ ,  $\text{Mr}(\text{NaOH}) = 40$

Pri písaní vzorcov mastných kyselín používajte racionálne vzorce, prípadne zjednodušené štruktúrne vzorce.

Ak zadanie úlohy vyžaduje znázornenie konfigurácie dvojitej väzby, plný počet bodov možno prideliť len vtedy ak je vzorec napísaný jednoznačne. Ak štruktúra reťazca mastnej kyseliny nie je dôležitá, napríklad pri výpočtoch, môžete používať aj sumárny vzorec.

## ÚLOHY Z TECHNOLOGIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 60. ročník – školský rok 2023/2024

### Celoštátne kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne 15 bodov(b)

Doba riešenia: 60 minút

### Úloha 1 JUNIOR (7,5 b)

V prevádzke výroby NaOH sa 50 % roztok hydroxidu vyrába odparovaním 8 % roztoku NaOH. Pôvodný roztok však obsahuje aj 8 % NaCl, ktorý počas odparovania kryštalizuje v zariadení. Výsledný roztok môže obsahovať max. 1 % NaCl. Vypočítajte:

- objem odparenej vody z 1500 kg spracovávaného roztoku;
- množstvo vykryštalizovaného chloridu sodného;
- množstvo skoncentrovaného roztoku.

### Úloha 2 SENIOR, JUNIOR (7,5 b)

Pri spracovaní cukrovej repy sa vyoraná repa ukladá na skládku, kde nejaký čas stojí a čaká na spracovanie. Miesto takejto skládky má kapacitu 3000 ton repy a čas uloženia na voľnej ploche skládky bol 20 dní. Priemerná hmotnosť jednej hlavy repy je 0,65 kg, ktorá po 20 dňoch klesne vplyvom vysušovania a rozkladom sacharózy o 30 g. Analýzou repného koreňa sa zistil obsah cukru pred uložením na skládku 17,3 hmot.% cukru a pred spracovaním (po 20 dňoch) 17,0 % cukru.

Vypočítajte priemernú stratu cukru celej skládky za 1 deň. Koľko % vody je v strate hmotnosti vody?

### Úloha 3 SENIOR (7,5 b)

Rozpúšťaním vápenca v kyseline sírovej s koncentráciou 10 hmot.% vzniká oxid uhličitý. Vápenec obsahuje okrem  $\text{CaCO}_3$  aj  $\text{MgCO}_3$ , a tiež nerozpustnú časť v kyseline, tzv. inert. Inert ostáva v zariadení ako tuhý podiel. Plynná fáza, v ktorej je  $\text{CO}_2$  a vodná para, prechádza chladením, para skondenzuje na vodu a odchádza čistý oxid uhličitý. Kvapalná fáza po skončení procesu obsahuje 17,5 %  $\text{CaSO}_4$ , 2,5 %  $\text{MgSO}_4$ , 2,1 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 0,05 %  $\text{CO}_2$ , zvyšok je inert a voda. Na 100 kg kvapalnej fázy v zariadení pripadá 0,9 kg inertu. Predpokladajte, že  $\text{CaCO}_3$  a  $\text{MgCO}_3$  zreagujú úplne.

Vypočítajte:

- zloženie vápenca v hmot.%;
- nadbytok kyseliny sírovej;
- objem  $\text{CO}_2$  vyrobeného z 1000 kg vápenca pri tlaku 95 kPa a teplote 25 °C.

Mólové hmotnosti ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ):

Ca - 40,078

Mg - 24,305

H - 1,008

C - 12,011

O - 15,999

S - 32,060

---

Autori: Ing. Daniel Vašš, Ing. Alena Olexová, Mgr. Ladislav Blaško,  
Ing. Martina Gánovská, Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Recenzenti: Ing. Juraj Malinčík, Ing. Jozef Urban, Ing. Ľudmila Glosová, Ing. Elena  
Kulichová, Matúš Tomášik, Patrik Hollý, Eva Jazmína Tomečková

Redakčná úprava: Ing. Anna Ďuricová, PhD. (vedúca autorského kolektívu)

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM, Bratislava 2024