

**SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY**

---

# **CHEMICKÁ OLYMPIÁDA**

**58. ročník, školský rok 2021/2022**

**Kategória EF**

**Domáce kolo**

**TEORETICKÉ ÚLOHY**

# ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 58. ročník – školský rok 2021/2022

## Domáce kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b)
------------------------

## Úvod

Úlohy zo všeobecnej a fyzikálnej chémie (Juniori) sú v tomto školskom roku zamerané na základné chemické výpočty, zápis chemických rovníc, výpočet pH a prepočty hmotnostných a objemových percent plynov. Úlohy pre seniorov sú zamerané na oxidačno redukčné reakcie, výpočet Gibbsovej energie a rovnovážnej konštanty. Nutnosťou pre úspešné riešenie úloh je poznanie názvoslovía anorganických zlúčenín a taktiež základných zlúčenín.

## Odporúčaná literatúra

1. A. Sirota, J. Kandráč: *Výpočty v stredoškolskej chémii*. 2. vyd., SNP, Bratislava, 1995.
2. J. Schlemmer, V. Valter: *Fyzikálna chémia pre priemyselné školy chemické*, Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, Bratislava, 1957, kap. č. 7.
3. D. Valigura a kol.: *Chemické tabuľky*, Vydavateľstvo STU, Bratislava, 2004.
4. Predošlé ročníky chemickej olympiády.
5. Internetové zdroje

## Úloha 1 JUNIOR (8 b)

Zmes plynov v atmosfére našej planéty nazývame vzduch. Obsahuje množstvo plynov, pričom hlavné zastúpenie majú nasledovné plyny vyjadrené v objemových percentách: 78,1% dusík, 20,9% kyslík, 0,9% argón, 0,1% oxid uhličitý.

- a) Vypočítajte hmotnostné zloženie vzduchu a vyjadrite v hmotnostných percentách.
- b) Vypočítajte priemernú molovú hmotnosť vzduchu.
- c) Ako sa nazýva diagram vyjadrujúci obsah vodnej pary vo vzduchu?

## Úloha 2 JUNIOR, SENIOR ( 7 b)

Reakciou silnej, jednosýtnej kyseliny chlorovodíkovej s hydroxidom céznym vznikol roztok s  $pH$  4,2.

- Napíšte rovnicu reakcie v stavovom tvare.
- Na základe výsledného  $pH$  roztoku určite, ktorý z reaktantov je v stechiometrickom prebytku.
- Vypočítajte koncentráciu vodíkového katiónu vo vzniknutom roztoku.
- Vymenujte halogenidy (štyri) a zoradte ich od najelektronegatívnejšieho najmenej elektronegatívny.

## Úloha 3 SENIOR ( 8 b)

Bichrómatometria je analytická metóda založená na využití odmerného roztoku dichrómanu draselného, pričom prebieha oxidačno redukčná reakcia. Touto metódou je možné stanoviť napríklad bromidy. Štandardný elektródový potenciál pre dichróman je 1,33V a pre redukciu brómu na bromid 1,087V pri 25°C.

- Napíšte polreakcie pre redukciu dichrómanového aniónu a brómu na bromid.
- Vypočítajte štandardné Gibbsove energie pre uvedené polreakcie.
- Vypočítajte Gibbsovu energiu pre reakciu oxidácie brómu dichrómanom.
- Vypočítajte rovnovážnu konštantu reakcie.

## Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	atómová hmotnosť prvku [ $g\ mol^{-1}$ ]
Ar	39,948
O	15,9994
C	12,011
N	14,007

## ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 58. ročník – školský rok 2021/2022

### Domáce kolo

Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b)
------------------------

### Úvod

V 58. ročníku chemickej olympiády sa budeme zaoberať nenasýtenými uhľovodíkmi – alkénmi a alkínmi, ich názvoslovím, vlastnosťami, reaktivitou a prípravou. V jednotlivých kolách tohto ročníka chemickej olympiády sa oboznámime s najvýznamnejšími nenasýtenými uhľovodíkmi. Ukážeme si, kde sa s nimi môžeme stretnúť v bežnom živote a dozvieme sa, čo všetko sa z nich dá pripraviť.

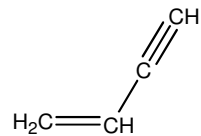
Tip: Úlohy jednotlivých kôl na seba nadväzujú. Pred riešením vyšších kôl je preto vhodné si zopakovať úlohy z kôl predošlých.

### Odporúčaná literatúra

- a) Š. Poláček, J. Puškáš: *Chemické názvoslovie a základné chemické výpočty*, Príroda, Bratislava, 2009
- b) J. Široká: *Chémia pre 2. ročník SPŠCH*, Proxima Press, Bratislava, 2010, s. 52-77.
- c) R. Kucler, J. Svoboda: *Organická chémia*, Alfa, Bratislava, 1969, s. 52 – 77.
- d) J. Hohoš, M. Hrabovec: *Organická chémia pre 2. ročník SPŠ chemických*, Alfa, Bratislava, 1979, s. 108 - 124.
- e) Súčasné učebnice organickej chémie používané na školách.
- f) Voľne dostupné informácie na internete.

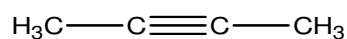
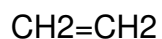
### Úloha 1 (1,4 b) Názvoslovie

Doplňte tabuľku.

Vzorec	Systémový názov	Triviálny názov
?	?	izobutylén
$\text{HC}\equiv\text{CH}$	?	?
	?	---
?	?	styrén

### Úloha 2 (1,2 b) Reaktivita

Zoradíte nasledujúce uhľovodíky od najmenej reaktívneho po najreaktívnejší. Všetky zlúčeniny aj pomenujte.



### Úloha 3 (0,8 b) Fyzikálne vlastnosti

Určte, ktoré z nasledujúcich tvrdení sú pravdivé a ktoré sú nesprávne.

- Teplota varu alkénov je nižšia ako teplota varu im zodpovedajúcich alkánov.
- Teplota varu alkínov je nižšia ako teplota varu alkénov a alkánov.
- Hustota uhľovodíkov stúpa v tomto poradí:  
alkány < alkény < alkíny
- Rozvetvené alkíny majú vyššiu teplotu varu než nerozvetvené alkíny.

#### Úloha 4 (0,4 b) Geometrická izoméria

Dôsledkom zániku voľnej otáčavosti uhlíkových atómov okolo dvojitej väzby sa pri alkénoch vyskytuje aj geometrická izoméria. Na základe priestorového umiestnenia substituentov na uhlíkových atónoch spojených dvojitou väzbou poznáme *cis* a *trans* izoméry. Nakreslite oba izoméry 2-buténu a označte, ktorý je *cis* a ktorý je *trans*.

#### Úloha 5 (1,4 b) Acetaldehyd

Acetaldehyd je bezfarebná horľavá kvapalina s ovocným zápachom. Nachádza sa v zrelom ovocí aj káve, pričom ho rastliny produkujú ako súčasť svojho normálneho metabolizmu.

- Aký je systémový názov pre acetaldehyd?
- Pripravte acetaldehyd z acetylénu.
- Ako sa nazýva pravidlo, ktoré hovorí o nestabilite zlúčenín s hydroxylovou skupinou naviazanou na uhlíku s nenasýtenou väzbou? Ako sa daná zlúčenina stabilizuje?

#### Úloha 6 (2 b) Etylbenzén

Etylbenzén je bezfarebná kvapalina s charakteristickým zápachom. Používa sa ako zložka farbív ale tiež pri výrobe pesticídov. Najväčšie využitie etylbenzénu je ako základná surovina pri výrobe styrénu a následne polystyrénu. Pripravte etylbenzén 3-krokovou syntézou z propanolu, pričom ako jeden z medziproduktov musí vystupovať etén.

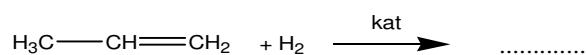
#### Úloha 7 (1,4 b) Polypropylén

Polypropylén je polymér využívaný v mnohých odvetviach. Využíva sa v potravinárstve ako obalový materiál, v textilnom priemysle sa používajú polypropylénové vlákna, ale má využitie aj v medicíne, pretože z polypropylénu sa vyrába aj laboratórne vybavenie.

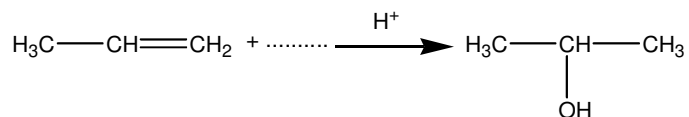
- Napíšte systémový aj triviálny názov východiskovej zlúčeniny, z ktorej sa vyrába polypropylén.

Doplňte rovnice:

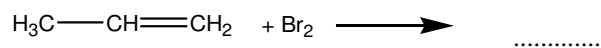
2.



3.



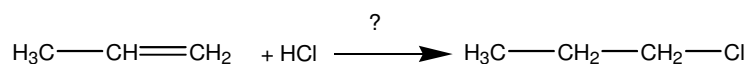
4.



5.



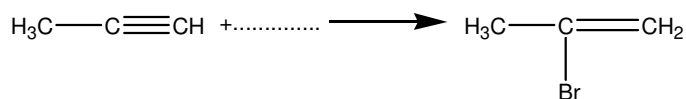
6.



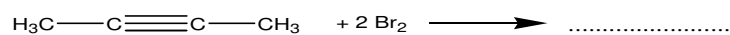
### Úloha 8 (1,4 b) Reakcie alkínov

Doplňte rovnice:

1.



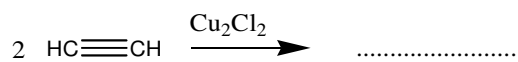
2.



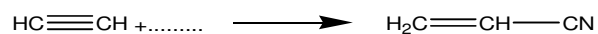
3.



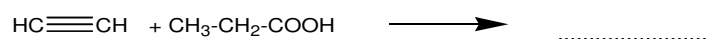
4.



5.



6.



# ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 58. ročník – školský rok 2021/2022

## Domáce kolo

**Ladislav Blaško**

Maximálne 15 bodov.
---------------------

### Úvod

V tomto ročníku chemickej olympiády v jej biochemickej časti sa zameriame na sacharidy. Sú to najrozšírenejšie prírodné organické látky. Sú súčasťou všetkých rastlinných a živočíšnych organizmov.

Zelené rastliny dokážu sacharidy syntetizovať z oxidu uhličitého a vody účinkom slnečného žiarenia za prítomnosti chlorofylu. Tento zložitý proces nazývame fotosyntéza.

Živočíchy a človek musia sacharidy prijať v potrave. V organizme majú sacharidy viac významných funkcií. Sú jedným z hlavných zdrojov energie (glukóza), zásobárňou energie (škrob, glykogén), stavebnou zložkou (celulóza), ochrannou (chitín) a sú súčasťou metabolicky aktívnych látok (vitamíny, nukleotidy, koenzýmy).

Sacharidy sú významné priemyselné suroviny pre potravinársky, textilný a farmaceutický priemysel. V budúcnosti ich význam pravdepodobne vzrastie, pretože sacharidy sa ukazujú ako potenciálne suroviny na výrobu biodegradovateľných polymérov.

Pre úspešné zvládnutie úloh je potrebné naštudovať hlavne tieto oblasti:

1. Rozdelenie, štruktúra a vlastnosti sacharidov, písanie vzorcov (Fischerov, Tollensov, Haworthov), prehľad najdôležitejších monosacharidov a oligosacharidov. Redoxné vlastnosti sacharidov. **(JUNIOR)**
2. Základné druhy izomérie sacharidov – anoméry, D/L-izoméry, epiméry. Optická aktivita sacharidov, optická otáčavosť, polarimetria. Riešenie jednoduchých úloh z polarimetrie. **(JUNIOR + SENIOR)**
3. Chemické reakcie celulózy, celulóza ako zaujímavá chemická surovina v minulosti a dnes. Dôkazové reakcie sacharidov. Rozlíšenie monosacharidov, oligosacharidov, polysacharidov. **(SENIOR)**



## Odporúčaná literatúra

1. J. Kmeťová, M. Skoršepa, M. Vydrová: Chémia pre 3. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom, Vydavateľstvo Matice slovenskej, Martin, 2011.  
(učebnica je dostupná vo formáte pdf na [www.eaktovka.sk](http://www.eaktovka.sk) po bezplatnej registrácii)
2. Z. Vodrážka: Biochemie, NakladatelstvíAcademia, Praha, 2007.
3. R. K. Murray a kol.: Harperovabiochemie, 3. české vydání, H&H, 1998.
4. K. Barna: Úvod do lekárskej chémie, Vydavateľstvo Osveta, Martin, 1975.
5. Škárka a kol.: Laboratórne cvičenia z chémie pre odborné učilištia a učňovské školy – potravinárske učebné odbory, SPN Bratislava, 1978.
6. Fialová L: Sacharidy – reakce, chromatografie, optická otáčivost, 1. LF UK Praha, 2013  
(učebnica je dostupná vo formáte pdf na <https://ulbld.lf1.cuni.cz/file/4740/sacharidy-teorie.pdf>)
7. Sedlák, Danko, Varhač, Paulíková, Podhradský: Praktické cvičenia z biochémie, UPJŠ Košice, 2020  
(skriptá sú dostupné na internete vo formáte pdf na <https://unibook.upjs.sk/img/cms/2020/tip/prakticke-cvicenia-z-biochemie.pdf> )
8. Učebnice podľa vlastného výberu a dostupnosti, hodnoverné internetové zdroje.

## Úloha 1 JUNIOR ( 7b)

Sacharidy sa v minulosti nazývali uhľohydráty, karbohydráty alebo uhľovodany. Bolo známe, že sú zložené z atómov uhlíka, kyslíka a vodíka v určitom pomere. Väčšina monosacharidov toto kritérium spĺňa (glukóza, fruktóza, ribóza). Neskôr boli objavené zlúčeniny, ktoré dnes zaraďujeme medzi sacharidy, ale uvedené kritérium nespĺňajú (metylglukóza). A našli by sme zlúčeniny, ktoré uvedené kritérium spĺňajú, ale medzi sacharidy ich nezaraďujeme (formaldehyd, kyselina octová). Preto uvedené termíny považujeme za historické a dnes by sa už nemali používať.

**1.1** Napíšte všeobecný vzorec uhľohydrátov.

Dnes sacharidy delíme sa jednoduché (monosacharidy) a zložené (oligosacharidy a polysacharidy). Monosacharidy, ktoré obsahujú aldehydovú skupinu nazývame aldózy, tie ktoré obsahujú ketónovú skupinu nazývame ketózy. Uhl'ovodíkový reťazec monosacharidov obsahuje 3 až 7 atómov uhlíka a niekoľko hydroxylových skupín.

**1.2** Napíšte názvy dvoch monosacharidov, ktoré zaraďujeme medzi:

- a) Aldopentózy
- b) Ketohexózy

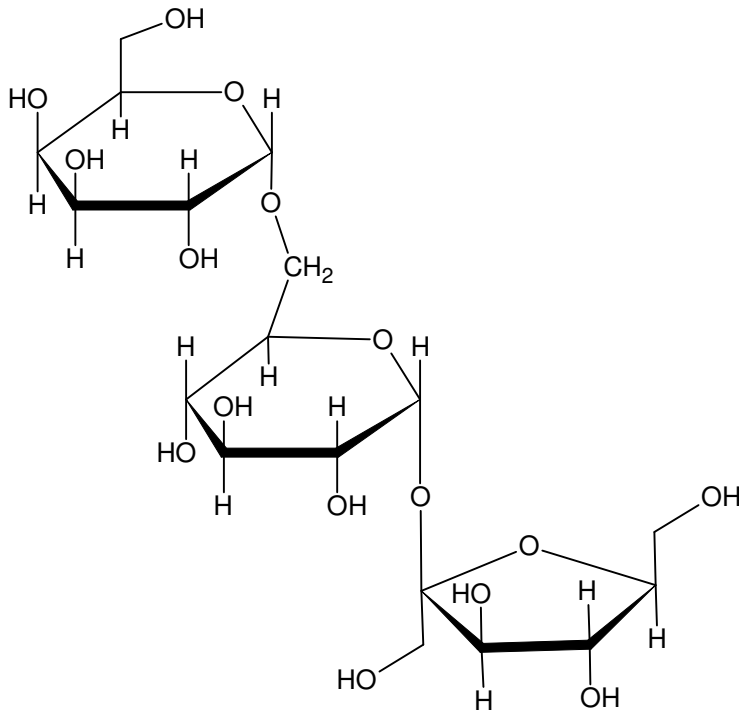
Fruktóza (ovocný cukor, levulóza, invertóza) sa nachádza v ovocí a v mede. Viazaná sa nachádza v niektorých oligosacharidoch a polysacharidoch. Je to najsladší cukor.

**1.3** Napíšte Tollensov vzorec  $\alpha$ -D-fruktózy a  $\beta$ -D-fruktózy.

Vo vodnom roztoku fruktózy sa po určitom čase ustáli rovnováha. Dôkladným štúdiom s použitím  $^{13}\text{C}$  NMR metódy sa zistilo, že rovnovážna zmes obsahuje: 0,5 % necyklickej formy D-fruktózy, 68,2 %  $\beta$ -D-fruktopyranózy, 22,4 %  $\beta$ -D-fruktofuranózy, 6,2 %  $\alpha$ -D-fruktofuranózy a 2,7 %  $\alpha$ -D-fruktopyranózy.

**1.4** Napíšte Fischerov vzorec D-fruktózy a Haworthove vzorce cyklických foriem fruktózy prítomných v rovnovážnej zmesi. V Hawortových vzorcoch vyznačte poloacetálovúhydroxylovú skupinu.

Rafinóza je trisacharid, ktorý má v rastlinách transportnú funkciu. Väčšie množstvo rafinózy sa nachádza v kapuste, brokolici, hrachu, fazuli, karfirole. Jej štruktúrny vzorec sa nachádza na obrázku.



- 1.5 Je rafinóza redukujúci sacharid? Odpoveď zdôvodnite.
- 1.6 Napíšte názvy monosacharidov z ktorých je rafinóza zložená.  
Enzým  $\alpha$ -galaktozidáza odštiepuje z oligosacharidov  $\alpha$ -D-galaktózu.
- 1.7 Napíšte názvy produktov, ktoré vzniknú účinkom  $\alpha$ -galaktozidázy na rafinózu.
- 1.8 Vo vzorci rafinózy vyznačte miesto, ktoré bude napadnuté enzýmom  $\alpha$ -galaktozidáza.

## Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (8b)

Polarimetria je analytická metóda založená na princípe merania uhla otočenia roviny polarizovaného svetla opticky aktívnych látok. Uhol otočenia závisí od koncentrácie opticky aktívnej látky v roztoku. Ak látka otáča rovinu polarizovaného svetla doprava (+), nazýva sa pravotočivá. Ak látka otáča rovinu polarizovaného svetla doľava (-), nazýva sa ľavotočivá. Ak roztok obsahuje viac opticky aktívnych látok, na výslednej hodnote uhla otočenia sa podieľajú všetky opticky aktívne látky v roztoku v závislosti od ich koncentrácie. Pre uhol otočenia roviny polarizovaného svetla platí vzorec:  $\alpha = \frac{[\alpha]_D^{20} \cdot l \cdot c}{100}$ , kde  $c$  je hmotnosť opticky aktívnej látky v gramoch, ktorá sa nachádza v  $100 \text{ cm}^3$  roztoku,  $l$  je dĺžka polarimetrickej trubice uvedená v decimetroch  $[\alpha]_D^{20}$  je špecifická otáčavosť. Špecifická otáčavosť udáva uhol otočenia roviny polarizovaného svetla, ktoré prechádza vrstvou roztoku s hrúbkou 1 dm, pri obsahu 1 g opticky aktívnej látky v  $1 \text{ cm}^3$  roztoku.

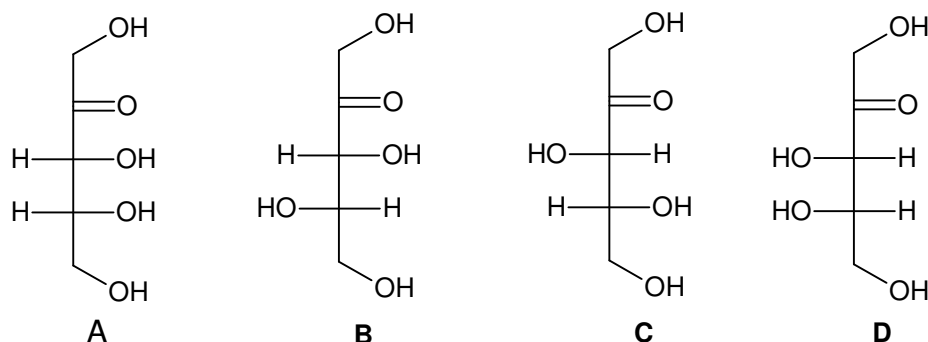
2.1 Vysvetlite význam indexov D a 20 v  $[\alpha]_D^{20}$ .

2.2 Vypočítajte uhol otočenia nealkoholického nápoja, ktorý v jednom litri obsahuje 112 g sacharózy. Z nápoja sme odobrali  $100 \text{ cm}^3$  a naplnili ním polarimetrickú trubicu dlhú 10 cm,  $[\alpha]_{\text{sacharóza}}^{20} = 66,25^\circ$ . Uvedte postup riešenia. Predpokladajte, že ostatné prísady v nápoji nie sú opticky aktívne.

Aby sa obmedzil nadmerný príjem sacharidov, v súčasnosti sa na prípravu nealkoholických nápojov používa glukózovo-fruktózový sirup.

2.3 Vypočítajte uhol otočenia nealkoholického nápoja, ktorý obsahuje glukózo-fruktózový sirup. Sirup sme pripravili úplnou hydrolyzou 11,2 g sacharózy v  $100 \text{ cm}^3$  vodného roztoku. Dĺžka polarimetrickej trubice je 10 cm,  $[\alpha]_{\text{glukóza}}^{20} = 52,74^\circ$ ,  $[\alpha]_{\text{fruktóza}}^{20} = -92,00^\circ$ . Uvedte postup riešenia. Predpokladajte, že ostatné prísady v nápoji nie sú opticky aktívne.

Na obrázku sú nakreslené Fischerove vzorce ketopentóz. Jednotlivé ketopentózy sú označené písmenami A, B, C, D.



2.4 Koľko rôznych stereoizomérov ketopentóz (okrem anomérov) môžeme odvodiť?

2.5 Z uvedených vzorcov vyberte dvojice ktoré sú:

- enantioméry
- diastereoizoméry

2.6 Ktorým písmenom je na obrázku označený epimér sacharidu A?

### Úloha 3 SENIOR (7b)

Nemecký chemik Friedrich Schönbein robil v roku 1846 chemické pokusy doma v kuchyni. Pri práci porozlieval rôzne chemikálie. Po práci rozliate chemikálie poutieral manželkinou zásterou, ktorá bola z čistej bavlny. Aby sa zásterka rýchlo usušila, zavesil ju nad kachle v ktorých sa kúrilo. Po chvíli časť zástery vybuchla.

Výbuch bol doprevádzaný žltým zábleskom. Na jeho veľké prekvapenie po výbuchu nezostali žiadne tuhé splodiny. Následnými pokusmi zistil, že rovnaký efekt nastane ak nechá pôsobiť na celulózu zmes kyseliny dusičnej a kyseliny sírovej v pomere 3:1.

**3.1** Ako sa nazýva zmes kyselín v pomere uvedenom v texte?

**3.2** Napíšte reakčnú schému celulózy so zmesou kyselín uvedených v texte. Predpokladajte, že zreagujú všetky voľné hydroxylové skupiny. Pretože celulóza je polysacharid, postačí keď reakciu napíšete so základnou stavebnou jednotkou celulózy. Napíšte názov produktu.

**3.3** Napíšte triviálny názov produktu z úlohy 3.2.

V roku 1863v USA vypísali verejnú súťaž na materiál, ktorým by sa dala nahradiť slonovina na výrobu biliardových gúľ. Uspel chemik Parkes, ktorý vyrobil prvý prakticky použiteľný polymér – celuloid.

**3.4** Ktoré dve látky sú podstatnou súčasťou celuloиду?

**3.5** Napíšte ďalšie tri oblasti použitia celuloidu.

Na expertízu prišlo do chemického laboratória päť vzoriek sacharidov. Vo vzorkách sa nachádzajú sacharidy: fruktóza, arabinóza, maltóza, trehalóza, celulóza. Pracovníci laboratória stihli urobiť jeden test – nitrochrómovú reakciu a boli odvolaní na riešenie súrneho prípadu. Stihli zistiť, že iba štyri vzorky poskytli pozitívnu nitrochrómovú reakciu. V laboratóriu vám nechali tieto činidlá: Molischovo činidlo, Lugolov roztok, Benedictiho činidlo, Barfoedovo činidlo, Fouglerovo činidlo, Fehlingovo činidlo, Tollensovo činidlo. Pomôžte expertom chemického laboratória s identifikáciou sacharidov. Nemusíte využiť všetky činidlá a roztoky.

**3.6** Navrhnite postup identifikácie sacharidov vo vzorkách.

## DOPLNKOVÉ ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 58. ročník – šk. rok 2021/2022

### Domáce kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

---

Maximálne **20 pb = 10 bodov**

**1 pb = 0,5b**

Doba riešenia nie je limitovaná

### Úvod

V tomto ročníku doplnkových úloh z analytickej chémie sa budeme orientovať na metódy a aplikácie manganometrie a jodometrie.

Manganometrické a jodometrické metódy odmernej analýzy sú veľmi často používané a populárne. Prispieva k tomu niekoľko bežných faktov, ako je bezindikátorové použitie  $\text{KMnO}_4$  a takmer dokonale vratná redoxná reakcia jódu na jodid a späť.

Manganistan sa v kyslom prostredí redukuje až na mangánatú soľ, v neutrálnom a slabo zásaditom prostredí ide na  $\text{MnO}_2$ . Časté je manganometrické stanovenie iónov železa. Ak ide o roztoky, ktoré neobsahujú chloridy,  $\text{Fe}^{2+}$  sa titruje priamo.

V prítomnosti zmesi  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$  sa celkový obsah železa stanovuje po predošlej redukcii  $\text{Fe}^{3+}$  vhodným redukovačom. Môže ním byť vodík v stave zrodu,  $\text{SO}_2$ , ktorého prebytok sa vyvarí alebo sa redukcia realizuje cínatými soľami.

Nepriame manganometrické stanovenia spočívajú v tom, že ku titrandu sa pridá presne známy prebytok vhodného redukovača, ktoré sa oxiduje stanovovaným oxidovačom a nezreagované redukovač sa potom stanoví odmerným roztokom manganistanu draselného.

Takto možno stanoviť napr.  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  a jej soli, manganistany a v prípade použitia roztoku Mohrovej soli ako pomocného redukovača navyše aj chrómany.

Nepriame manganometrické stanovenie iónov Ca, Sr, Ni, Co, Mn, Cd, sa zakladá na vyzrážaní katiónov uvedených kovov kyselinou šťaveľovou. Po odfiltrovaní a premytí málo rozpustných šťaveľanov sa tieto rozpustia v

zriedenej  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a uvoľnená  $(\text{COOH})_2$  sa titruje odmerným roztokom manganistanu.

Použitie jodometrie je tiež rozsiahle. Možno ňou stanovovať redukovadlá (napr. soli cínaté, antimonité, arzenité, sulfidy, siričitany, formaldehyd a ďalšie látky). V prípade potreby stanoveniu predchádza redukcia stanovovanej látky.

Princípom stanovenia oxidovadiel je reakcia s prebytkom jodidu. Vylúčené stechiometrické množstvo jódu sa určí titráciou odmerným roztokom tiosíranu. Vo svojej podstate ide o nepriame stanovenie, ktorým v kyslom prostredí možno stanoviť chlorečnany, bromičnany, jodičnany, dvojchrómany, dusitany, hexakyanidoželezitany, ďalej železité a meďnaté soli, elementárne halogény (chlór, bróm) a ich kyslíkaté zlúčeniny (napr. chlórny), oxid manganičitý, oxid olovičitý, peroxid vodíka a ďalšie.

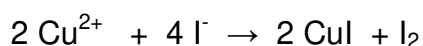
K špeciálnym jodometrickým stanoveniam patrí napríklad stanovenie  $\text{Cu}^{2+}$ . Ako vyplýva z hodnôt štandardných redoxných potenciálov pre čiastkové reakcie



silnejším oxidovadlom je jód, ktorý by mal kvantitatívne oxidovať meďné ióny na meďnaté. V sústave však bude prebiehať vedľajšia zrážacia reakcia, ktorej sa budú zúčastňovať zložky oboch čiastkových reakcií:



Dôsledkom tejto vedľajšej reakcie je také zníženie štandardného potenciálu  $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+)$ , že kvantitatívne prebieha reakcia



Na zabránenie katalytickej oxidácii HI vzdušným kyslíkom v prítomnosti medi treba titráciu robiť v slabokyslom prostredí. Aby sa  $\text{I}_3^-$  neadsorbovali na vznikajúcu zrazeninu, je vhodné k titrandu pred dosiahnutím bodu ekvivalencie pridať KSCN, účinkom ktorého vzniká na povrchu CuI menej rozpustný CuSCN a ióny  $\text{I}_3^-$  sa neadsorbujú.

### Úloha 1 (5 pb)

Pri analýze tuhej vzorky magnetitu – podvojného oxidu železito-železnatého, čo je  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  – s premenlivým obsahom vody sa 5 g vzorky rozpustilo a kvantitatívne doplnilo do 250 ml odmernej banky.

V prítomnosti  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$  v roztoku možno využiť kombináciu manganometrického a jodometrického stanovenia.

Na stanovenia sa pipetujú 25 ml podiely vzoriek. V 1.podiele sa stanoví  $\text{Fe}^{2+}$  manganometricky v kyslom prostredí, pričom sa spotrebuje 15,8 ml 0,05 M odmerného roztoku  $\text{KMnO}_4$ . V 2. podiele sa  $\text{Fe}^{3+}$  podrobili reakcii s nadbytkom KI a vylúčený  $\text{I}_2$  sa stitroval 0,1 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  so spotrebou 13,8 ml.

Vypočítajte percentuálne zastúpenie vody v pôvodnej vzorke.

### Úloha 2 (2pb)

Znečistený jód reaguje s tiosíranom sodným. Pri stanovení sa použilo 0,376 surovej vzorky, ktorá reagovala so 17,1 ml odmerného roztoku  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  s koncentráciou  $c = 0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ . Vypočítajte % jódu v surovej vzorke.

### Úloha 3 (3pb)

Návažok 0,1600 g vzorky sa kvantitatívne upravil na roztok okyslený kyselinou sírovou a obsahujúci 0,1250 g  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Na nadbytok kyseliny šťaveľovej sa spotrebovalo 11,10 ml 0,02 molárneho  $\text{KMnO}_4$ . Vypočítajte obsah  $\text{PbO}_2$  v hmotnostných percentách.

### Úloha 4 (10 pb)

Kryštalizácia modrej skalice prebieha po odparení 220 g pôvodného roztoku na zahustený pri teplote 50 °C, ochladením vzniknutého roztoku. Vzniknuté kryštály skalice sa odvážili a ich hmotnosť bola 10,1 g. Pôvodný roztok a kryštalizačný lúh boli podrobené jodometrickej analýze s prídavkom KI a KSCN. Odmerný roztok  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  mal koncentráciu  $c = 0,1000 \text{ mol.dm}^{-3}$ , jeho spotreba na 5,50 g pôvodného roztoku bola 23,7 ml a spotreba na kryštalizačný lúh s hmotnosťou 4,50 g bola 35,1 ml. Zistite percentuálny výťažok kryštálov modrej skalice.



Tabuľkové údaje:

$A_r(\text{Fe}) = 55,845$ ;  $A_r(\text{O}) = 15,999$ ;

$A_r(\text{I}) = 126,904$ ;

$M_r(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) = 126,066$ ;  $A_r(\text{Pb}) = 207,2$

rozpustnosť  $\text{CuSO}_4$  pri  $50\text{ }^\circ\text{C}$   $s = 25,1$  g  $\text{FeSO}_4$  v 100 g roztoku,

$M_r(\text{CuSO}_4) = 159,609$

$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = 249,685$ .

**Odpoveďový hárok z doplnkových úloh z praxe**

Škola			
Meno súťažiaceho			
Celkový počet pridelených bodov		Podpis hodnotiteľa	
Úloha 1	1. Manganometrické stanovenie:		
	2. Jodometrické stanovenie:		

<b>Úloha 2</b>	
<b>Úloha 3</b>	<p>Rovnica stanovenia:</p> <p>Celkové množstvo kyseliny štaveľovej:</p> <p>Reakcia nadbytku kyseliny štaveľovej:</p>

--	--

<b>Úloha 4</b>	<p>1. Rovnice reakcií pri stanovení:</p> <p>2. Výpočet koncentrácie v pôvodnom roztoku a v kryštalizačnom lúhu:</p> <p>Analýza pôvodného roztoku <math>\text{CuSO}_4</math>:</p> <p>Analýza kryštalizačného lúhu <math>\text{CuSO}_4</math>:</p> <p>3. Výpočet potrebného množstva odparenej vody z pôvodného roztoku</p>
----------------	---

4. Výpočet hmotnosti teoreticky vzniknutých kryštálov:

5. Výpočet percentuálneho výťažku kryštálov modrej skalice:

---

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

Recenzenti: Ing.Daniel Vašš, Ing.Alena Olexová, Ing.Juraj Malinčík  
Mgr.Pavína Gregorová, Ing. Martina Gánovská,  
Ing.Elena Kulichová,

Redakčná úprava: Ing.Ludmila Glosová ( vedúca autorského kolektívu)  
Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021