

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

58. ročník, školský rok 2021/2022

Kategória EF

Celoštátne kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

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

Celoštátne kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov

Doba riešenia: 30 minút

Úloha 1 JUNIOR (7,5 b)

Zmes plynov zložená (objemové %) z 30% vodíka, 28% dusíka a neznámeho plynného prvku. Priemerná molekulová hmotnosť zmesi je $10,13 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- Zistite, o aký plynný prvok sa jedná.
- Vypočítajte hmotnostné zloženie zmesi plynov.
- Zoradte jednotlivé plyny od najnižšej hustoty po najvyššiu, svoju odpoveď zdôvodnite.

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (7,5 b)

Azoimid je za normálnych podmienok silne jedovatý, výbušný, bezfarebný plyn. Absorbciou plynného azoimidu (azidovodík) do vody vzniká kyslý roztok, azoimid má $pK_1 = 4,68$.

- Napíšte rovnicu disociácie vzniknutej kyseliny v stavovom tvare.
- Vypočítajte pH roztoku s koncentráciou $9,4 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$, mólová hmotnosť azoimidu je $43,029 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- V prípade zvyšovania koncentrácie azoimidu sa bude meniť hodnota pH . Slovné opíšte priebeh a svoje tvrdenie odôvodnite.

Úloha 3 SENIOR (7,5 b)

Manganometria je veľmi často používaná oxidačno redukčná titrácia pre stanovenie rôznych látok. Ako odmerný roztok sa používa manganistan draselný pôsobiaci v kyslom prostredí pre stanovenie železnatých solí, pričom elektródový potenciál redukcie manganistanu v kyslom prostredí je $1,507\text{V}$ a redukcie železitého katiónu na železnatý $0,771\text{V}$ pri 25°C .

- a) Napíšte polreakcie pre redukciu manganistanového aniónu a železitého katiónu na železnatý.
- b) Vypočítajte štandardné Gibbsove energie pre uvedené polreakcie.
- c) Vypočítajte Gibbsovu energiu pre reakciu.
- d) Vypočítajte rovnovážnu konštantu reakcie.

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [g mol ⁻¹]
N	14,007
H	1,008

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Celoštátne kolo

Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov Doba riešenia: 30 minút

Úloha 1 (5 b)

Plynné uhľovodíky obsahujúce vo svojej molekule trojitú väzbu vykazujú anestetické účinky. Aj acetylén je účinné inhalačné anestetikum, ale v praxi sa na tento účel nepoužíva. S acetylénom sa môžete stretnúť napríklad pri zvaraní.

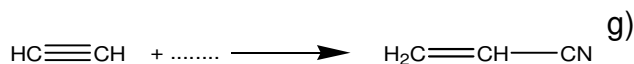
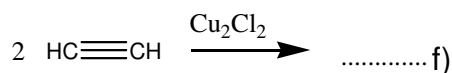
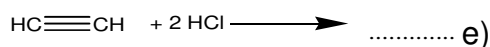
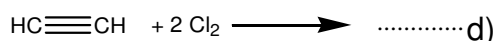
- Napíšte vzorec acetylénu.
- Vysvetlite, prečo sa acetylén bežne v praxi nepoužíva ako anestetikum, aj keď vykazuje potrebné vlastnosti.

Najčastejší spôsob získavania acetylénu je hydrolýza karbidu vápenatého.

- Napíšte rovnicu hydrolýzy karbidu vápenatého.

Acetylén je v chemickom priemysle veľmi dôležitá surovina. Používa sa pri výrobe obrovského množstva organických látok. Jeho použitie v organickej syntéze je také rozsiahle, že chémia acetylénu sa stala samostatným špeciálnym odborom organickej chémie.

Doplňte rovnice reakcií acetylénu.



Úloha 2 (5 b)

Izopropylbenzén, triviálne nazývaný kumén, je dôležitou východiskovou surovinou pri príprave fenolu či acetónu. Pripravte kumén s použitím propénu. Propén pripravte z príslušného alkoholu.

ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKOK A BIOCHÉMIE

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

Celoštátne kolo

Mgr. Ladislav Blaško

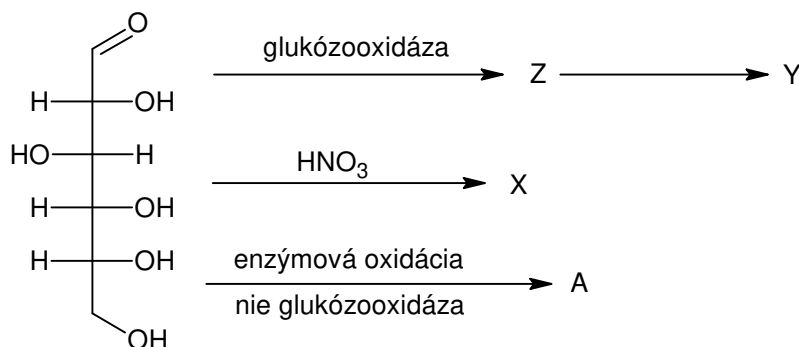
Maximálne 15 bodov.

Doba riešenia 60 minút.

Úloha 1 JUNIOR (7b)

Glukóza je pre živočíchy a človeka základným fyziologickým sacharidom. Je „palivom“ buniek v organizme. Preto s ňou musí organizmus starostlivo hospodáriť. Prítomnosť glukózy v moči je patologická a najčastejšie signalizuje ochorenie známe ako cukrovka. Na zistenie prítomnosti glukózy v moči používa lekár testovacie prúžky. Glukóza sa oxiduje enzýmom glukózooxidáza cez medziprodukt Z na látku Y a peroxid vodíka. Peroxid vodíka reaguje s peroxidázou za vzniku kyslíka, ktorý oxiduje toluidín. V prítomnosti glukózy sa farba testovacieho prúžku zmení zo žltej na modrozelenú. Oxidáciou glukózy silnými oxidačnými činidlami, napríklad kyselinou dusičnou, vzniká produkt X. Enzymovou oxidáciou (nie glukózooxidázou) glukózy v organizme vzniká látka A, ktorá má dôležitú fyziologickú funkciu – detoxikuje jedovaté zlúčeniny.

1.1 V schéme nahradte písmená X, Y, A Fischerovými vzorcami produktov oxidácie glukózy. Produkty pomenujte. Pomenujte medziprodukt Z a napíšte jeho Hawortov vzorec.



Glukózu môžeme aj redukovať. Na rozdiel od glukózy je produkt redukcie neskvasiteľný a nepodieľa sa na tvorbe zubného kazu. Používa sa ako prísada do ústnych vôd, cukríkov a žuvačiek.

1.2 Napíšte Fischerov vzorec produktu redukcie glukózy. Produkt pomenujte. Chirálné uhľíky označte symbolom ★.

Xylóza je hlavnou zložkou hemicelulózy a tvorí až 30 % drevnej hmoty niektorých kríkova stromov. Nemá sladkú chuť. Redukciou xylózy vzniká produkt, ktorý je sladký a baktérie ho nedokážu metabolizovať. Používa sa ako sladidlo zubných pást.

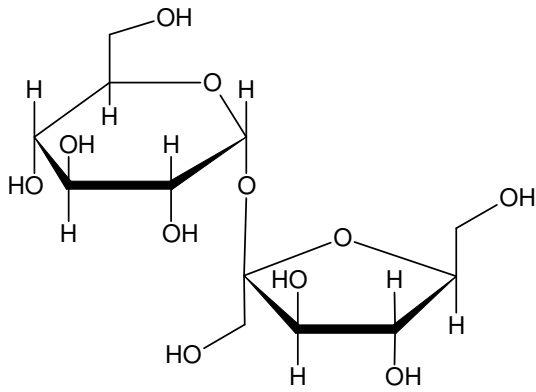
1.3 Napíšte chemickú rovnicu redukcie D-xylózy NaBH_4 . Produkt reakcie pomenujte. V produkte vyznačte chirálne uhľíky.

1.4 Vysvetlite, prečo je produkt redukcie xylózy opticky inaktívny.

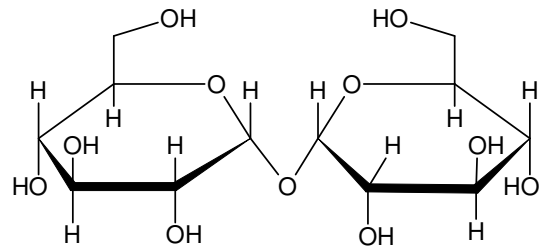
Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (8b)

Disacharidy sa skladajú z dvoch monosacharidov spojených glykozidovou väzbou. Najčastejšie sa v prírode vyskytujú disacharidy: sacharóza, laktóza a maltóza. Zaujímavý je disacharid trehalóza, ktorý pomáha organizmu zvládnuť stresové situácie.

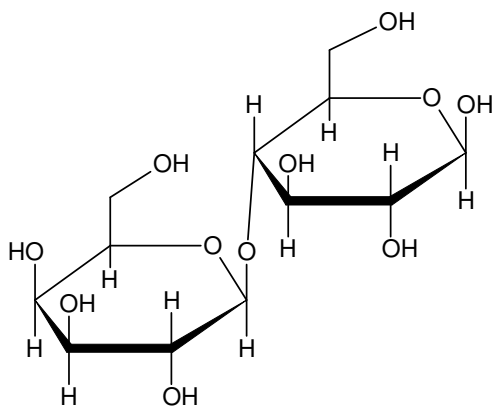
2.1 Na obrázku sú nakreslené vzorce disacharidov označené písmenami A, B, C, D. Číslami 1, 2, 3, 4 sú označené názvy disacharidov. Vytvorte správne dvojice vzorec – názov. Napríklad 1 – A.



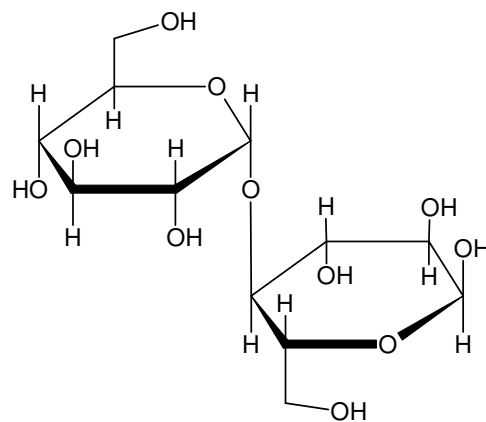
A



B



C



D

- 1 - trehalóza
- 2 - sacharóza
- 3 - maltóza
- 4 - laktóza

2.2 Zo sacharidov uvedených v úlohe 2.1 napíšte názvy redukujúcich disacharidov.

2.3 Doplňte chýbajúce slová:

Zohrievaním disacharidu označeného v úlohe 2.1 písmenom nad teplotu topenia sa vyrába hnedá tuhá látka príjemnej vône a chuti. Uvedenú látku nazývame Používa sa na výrobu cukríkov, čokolády, cukrovíniiek. Je dobre rozpustná vo vode na roztok, ktorý sa nazýva Používa sa na farbenie likérov, nealkoholických nápojov a octu.

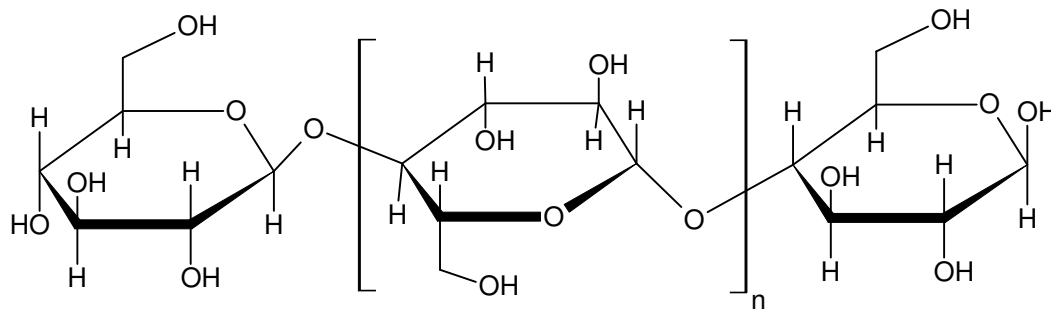
2.4 Významným zdrojom laktózy je srvátka, ktorá zostáva ako vedľajší produkt z výroby tvarohu. Vypočítajte obsah laktózy v srvátke, ak sme vo vzorke s objemom 100 cm^3 namerali uhol otočenia $+ 21,20^\circ$. Dĺžka polarimetrickej trubice je 20 cm .

Výsledok uveďte v gramoch laktózy na 100 cm³ srvátky. Uveďte postup riešenia. $[\alpha]_{\text{laktóza}} = +55,30^\circ$

2.5 Vypočítajte hmotnosť laktózy, ktorú môžeme vyrobiť zo 100 litrov srvátky z úlohy **2.4**, ak výrobné straty laktózy sú 15%. Uveďte postup riešenia.

Úloha 3 SENIOR (7b)

Makromolekula celulózy obsahuje viac ako tisíc stavebných monosacharidových jednotiek. Na rozdiel od škrobu alebo glykogénu je tvorená nerozvetveným reťazcom, ktorý má v prírodnom materiáli charakter vlákna. Pri písaní vzorcov polymérov obyčajne napíšeme v zátvorke základnú stavebnú jednotku, ktorá sa mnohonásobne opakuje. Každý polysacharidový reťazec musí mať začiatočnú a koncovú monosacharidovú jednotku. Na obrázku je nakreslený vzorec celulózy.



3.1 Na obrázku vyznačte redukujúcu monosacharidovú jednotku.

Celulózu môžeme použiť vo výnimočných situáciách (dlhotrvajúca vojna, prírodná katastrofa, epidémia) ako surovinu na výrobu monosacharidu, ktorý je jej základnou stavebnou jednotkou.

3.2 Napíšte reakčné podmienky potrebné na získanie daného monosacharidu a jeho názov.

Rozsiahle použitie má aj derivát celulózy – metylcelulóza. Používa sa na výrobu lepidiel, liekov a ako zahusťovadlo v potravinárstve (E 461). Vyrába sa reakciou celulózy s chlórmetánom v prostredí hydroxidu sodného.

3.3 Napíšte reakčnú schému výroby metylcelulózy. Reakcia prednostne prebieha na primárnej hydroxylovej skupine. Keďže celulóza je polymér, stačí keď reakčnú schému napíšete so základnou stavebnou jednotkou celulózy.

3.4 Vyberte správne tvrdenie. Metylcelulóza je:

- a) ester celulózy
- b) éter celulózy
- c) sulfát celulózy
- d) nitrát celulózy

V minulom storočí sa začala intenzívne hľadať náhrada za celuloid. Zistilo sa, že celuloid je veľmi horľavý a dlhodobým skladovaním krehne a rozpadá sa. Pretože celuloid bol jedinou látkou vhodnou na výrobu svitkových filmov a kinofilmov hrozilo, že po čase sa filmy zničia. V roku 1951 sa začali vyrábať acetylcelulóзовые filmy. Pásky z acetylcelulózy sa neskôr začali používať ako základ médií pre magnetický záznam zvuku a obrazu. Acetylcelulóza sa vyrába reakciou celulózy s acetanhydridom v prostredí kyseliny sírovej.

3.5 Napíšte reakčnú schému výroby acetylcelulózy. Predpokladajte, že zreagujú všetky voľné hydroxylové skupiny. Keďže celulóza je polymér, stačí keď reakčnú schému napíšete so základnou stavebnou jednotkou celulózy.

Zo zásobných roztokov sacharidov odpadli štítky s názvami. Viete, že vzorky obsahujú sacharidy: glukóza, fruktóza, ribóza, sacharóza, škrob. Vzorkám ste prideliť označenie A, B, C, D, E a uskutočnili ste dôkazové reakcie. Zistili ste, že vzorka E poskytuje pozitívnu reakciu s Lugolovým roztokom. Vzorka D nereaguje s Fehlingovým činidlom. Vzorky A, B, C dávajú pozitívnu reakciu s Fehlingovým činidlom. Vzorky A, B poskytujú s Bialovým činidlom hnedé sfarbenie reakčnej zmesi. Vzorka C poskytuje s Bialovým činidlom modrozelené sfarbenie reakčnej zmesi. Vzorka B rýchlo reaguje so Selivanovým činidlom za vzniku tmavočerveného produktu reakcie.

3.6 Priradte k vzorkám označeným A, B, C, D, E názvy príslušných sacharidov.

DOPLNKOVÉ ÚLOHY Z PRAXE

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

Celoštátne kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne 10 bodov

Doba riešenia: 50 minút

Úloha 1 (4b)

Kryštalizácia zelenej skalice prebieha, po odparení 250 g pôvodného roztoku na zahustený pri teplote 50°C, ochladením vzniknutého roztoku. Vzniknuté kryštály sa odvážili a ich hmotnosť bola 15,35 g. Pôvodný roztok a kryštalizačný lúh boli podrobené manganometrickej analýze v kyslom prostredí. Odmerný roztok KMnO_4 mal koncentráciu $c = 0,0200 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, jeho spotreba na 2,60 g pôvodného roztoku bola 13,7 cm^3 a spotreba na kryštalizačný lúh s hmotnosťou 2,43 g bola 38,4 cm^3 .

Vypočítajte percentuálny výťažok kryštálov zelenej skalice.

Úloha 2 (2 b)

Jodometricky možno obsah olova stanoviť tak, že izolovaný PbCrO_4 vylúči po pridaní jodidu draselného a okyslení zodpovedajúce množstvo jódu, ktoré sa potom stanoví titráciou tiosíranom sodným. Na návažok 0,5000 g vzorky sa spotrebovalo 30,85 cm^3 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ s koncentráciou $c = 0,1016 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. Zistite obsah olova a vyjadrite ho v hmotnostných percentách.

Poznámka: Reakcia prebieha medzi chrómanom a jodidom a vzniká jód a chromitá soľ.

Úloha 3 (4b)

Zistite obsah MnO_2 v bureli v hmotnostných percentách, ak k 0,5 g vzorky pridáme 0,7 g $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ a po okyslení zriedenou kyselinou sírovou, prebehnutú reakcie pri zvýšenej teplote a zriedení vodou sa na titráciu nadbytku kyseliny šťaveľovej spotrebovalo 20,5 cm^3 0,022 molárneho roztoku KMnO_4 .

Tabuľkové údaje:

rozpustnosť FeSO_4 pri $50\text{ }^\circ\text{C}$ $s = 32,3\text{ g FeSO}_4$ v 100 g roztoku,

$$M_r(\text{FeSO}_4) = 151,913$$

$$M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{ H}_2\text{O}) = 278,018$$

$$M_r(\text{Pb}) = 207,2$$

$$M_r(\text{Mn}) = 54,938$$

$$M_r(\text{O}) = 15,999$$

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

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.Pavλίna 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 2022