

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória EF

Školské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

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

Školské kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b) Doba riešenia: 45 minút

Úloha 1 JUNIOR (7,5 b)

Reakciou siričitanu draselného s kyselinou bromovodíkovou dochádza k uvoľneniu dráždivého, bezfarebného plynu.

- Napíšte rovnicu reakcie v stavovom tvare.
- Vypočítajte hmotnosť 17 % kyseliny bromovodíkovej potrebnej na uvoľnenie 47 kg oxidu siričitého.
- Vymenujte dve oblasti použitia siričitanov alebo oxidu siričitého.

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (7,5 b)

Zriedený vodný roztok kyseliny selénovej má $\text{pH} = 4,2$. Je to dvojsýtna kyselina s hodnotami konštanty kyslosti $\text{p}K_1$ a $\text{p}K_2$.

- Napíšte rovnice ionizácie kyseliny selénovej vo vodnom roztoku v stavovom zápise (rovnic 1,2).
- Napíšte vzťah pre ionizačné konštanty kyseliny selénovej K_{k1} a K_{k2} („konštanty kyslosti“).
- Vypočítajte relatívne rovnovážne koncentrácie oxóniových a hydroxidových iónov v uvedenom roztoku kyseliny.
- Napíšte využitie a význam prvku selén.

Úloha 3 SENIOR (7,5 b)

Máme zmes acetónu a benzénu pri teplote 60 °C, ktorá obsahuje 52 % acetónu. Tlak nasýtených pár acetónu je 124,9 kPa a benzénu 36,9 kPa.

- Vypočítajte celkový tlak pár nad uvedenou zmesou.
- Vypočítajte zloženie parnej fázy.
- Bude uvedený roztok za atmosférického tlaku vriieť? Svoje tvrdenie zdôvodnite.
- Ktorá z uvedených látok má nižšiu teplotu varu? Svoje tvrdenie zdôvodnite.

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [g mol ⁻¹]
O	15,999
Br	79,904
H	1,007
S	32,066

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Školské kolo

Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b)

Doba riešenia: 30 minút

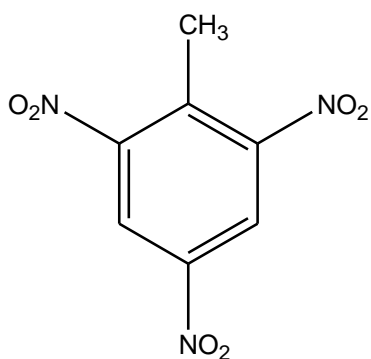
Úloha 1 (2 b)

Nakreslite alebo pomenujte nasledujúce zlúčeniny. V prípade amínov tiež určte, či ide o primárny, sekundárny alebo terciárny amín.

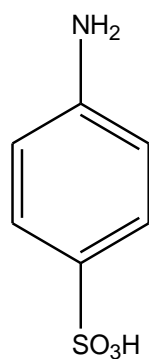
a) anilín

d) etylmetylamín

b)

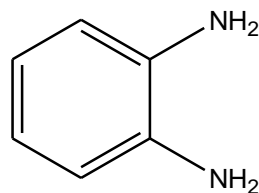


e)



c) nitrózobenzén

f)

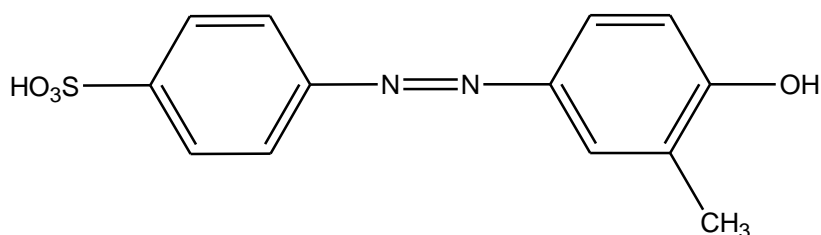


Úloha 2 (2 b)

TNT je v súčasnosti najrozšírenejšou vojenskou trhavinou. Prvýkrát bola syntetizovaná v roku 1863 nemeckým chemikom Juliusom Wilbrandom a jej pôvodné využitie bolo ako žlté farbivo. Je to žltkastá kryštalická látka, ktorá sa po zahriatí explozívne rozkladá. Stala sa meradlom výbušnej sily nukleárnych zbraní ale aj iných výbušnín. TNT sa vyrába nitráciou toluénu. Pripravte TNT, ak je vaša východisková látka benzén.

Úloha 3 (6 b)

Pripravte nasledujúcu zlúčeninu kopulačnou reakciou s o-krezolom, ak sú vaše východiskové látky benzén a fenol a viete, že o-krezol sa v praxi pripravuje reakciou fenolu s metylalkoholom.



ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTOK A BIOCHÉMIE

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

Školské kolo

Mgr. Ladislav Blaško

Maximálne 15 bodov (b)

Doba riešenia 60 minút.

Konštanty potrebné na riešenie úloh sú uvedené v prílohe.

Úloha 1 JUNIOR (7b)

V minulosti sa tuky používali predovšetkým v dvoch oblastiach – výroba potravín a výroba mydla. V súčasnosti sú tuky významnou surovinou pre výrobu kozmetiky. Z olivového a najmä z palmového oleja sa vyrábajú prísady do krémov, líčidiel a parfumov.

1.1 Napíšte tri spôsoby, ktorými sa najčastejšie získavajú tuky a oleje z rastlinných a živočíšnych zdrojov.

1.2 Za najhodnotnejší sa považuje panenský olej. Vysvetlite tento termín.

Z olivového a palmového oleja sa vyrába izopropylester kyseliny olejovej (IKO). Je to príjemne voňajúca, bezfarebná kvapalina, nerozpustná vo vode. Používa sa ako súčasť prípravkov zvláčňujúcich pokožku a ako súčasť parfumov.

IKO sa vyrába preesterifikáciou palmového oleja izopropanolom. Produkt sa z reakčnej zmesi oddelí destiláciou za zníženého tlaku.

Predpokladajte, že palmový olej je triglycerid kyseliny olejovej.

1.3 Chemickou rovnicou zapíšte výrobu IKO z palmového oleja a izopropanolu.

1.4 Okrem hlavného produktu sa z reakčnej zmesi izoluje aj cenný vedľajší produkt. Napíšte jeho názov.

1.5 Vypočítajte objem IKO, ktorý môžeme vyrobiť zo 100 litrov palmového oleja. Predpokladajte, že palmový olej tvorí iba triglycerid kyseliny olejovej a jeho hustota je $920 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Hustota IKO je $850 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Straty pri výrobe a manipulácii môžete zanedbať.

Pri výrobe IKO je potrebné aby východisková surovina - palmový olej obsahoval čo najmenej voľných mastných kyselín. Obsah voľných mastných kyselín určuje číslo kyslosti. Číslo kyslosti sa uvádza ako hmotnosť KOH v mg potrebných na neutralizáciu kyselín v 1 g oleja. Číslo kyslosti sa uvádza ako bezrozmerné číslo.

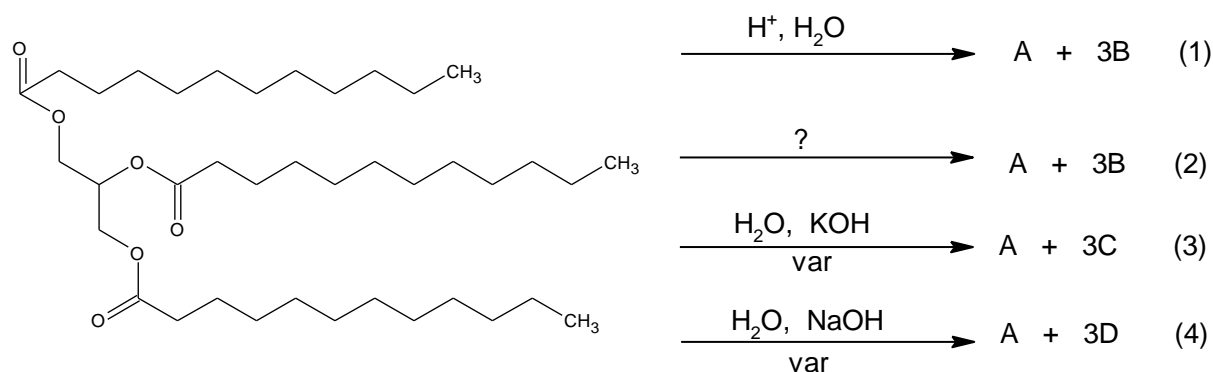
Podľa technologického postupu výroby IKO môžeme palmový olej použiť bez úpravy ak jeho číslo kyslosti je menšie ako 1.

1.6 Na analýzu sme odvážili 5,25 g palmového oleja. Pri titrácii sme mali priemernú spotrebu 0,8 cm³ KOH s koncentráciou látkového množstva $c(\text{KOH}) = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. Zistite, či palmový olej môžeme použiť na výrobu IKO bez úpravy. Uvedte postup riešenia.

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (8b)

Lipidy plnia v organizme človeka rôzne úlohy. Sú to látky s rôznou štruktúrou a funkciou. Sú zásobárňou energie, zabezpečujú termoreguláciu, chránia vnútorné orgány pred poškodením a slúžia ako prostredie v ktorom sa rozpúšťajú niektoré biologicky účinné látky – vitamíny a hormóny.

Najjednoduchšie lipidy sú triacylglyceroly. Uvedená schéma predstavuje najčastejšie chemické reakcie triacylglycerolov. Niektoré prebiehajú v živých organizmoch a niektoré sú základom pre priemyselnú výrobu čistiacich prostriedkov.



2.1 Všetky uvedené reakcie môžeme nazvať jedným všeobecným názvom. Napíšte tento názov.

2.2 Reakcia (2) môže prebiehať aj účinkom enzýmu. Napíšte názov enzýmu.

2.3 Napíšte systémový a triviálny názov produktu B.

2.4 Ako inak nazývame reakcie (3), (4)?

2.5 Nakreslite štruktúrny vzorec produktov A, C, D. Napíšte názov produktu A.

Výživová hodnota olejov závisí od počtu dvojitých väzieb, ktoré obsahujú mastné kyseliny. Jednou z možností ako určiť počet dvojitých väzieb v mastných kyselinách je reakcia s jódou, ktorý s nimi reaguje kvantitatívne.

2.6 Vypočítajte, koľko dvojitých väzieb sa priemerne nachádza v jednej molekule olivového oleja ak viete, že 680 mg olivového oleja presne zreagovalo s 585 mg jódu. Priemerná mólová hmotnosť olivového oleja je 884 g.mol⁻¹. Uvedte postup riešenia.

Úloha 3 SENIOR (7b)

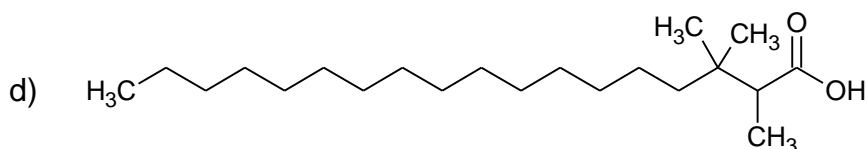
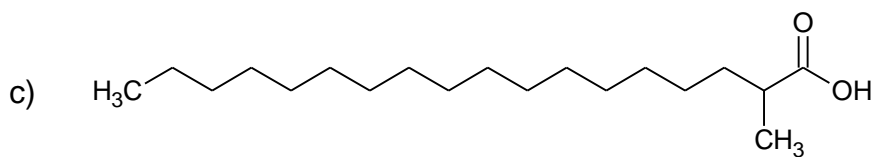
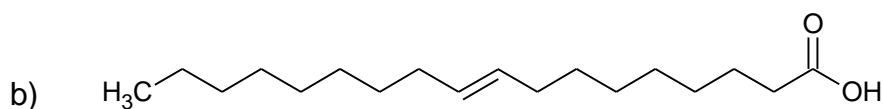
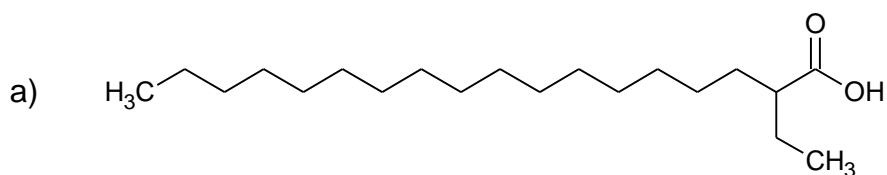
Mastné kyseliny slúžia živočíchom, človeku i rastlinám ako významný zdroj energie. Pred vstupom do metabolických dráh sa musia mastné kyseliny najskôr aktivovať. Metabolizmus mastných kyselín neprebieha na náhodných miestach v bunke, ale je presne lokalizovaný.

3.1 Napíšte, kde v bunke prebieha metabolizmus mastných kyselín.

3.2 Ktorá molekula slúži ako zdroj energie pre aktiváciu mastných kyselín?

3.3 Ako sa nazýva najvýznamnejšia metabolická dráha rozkladu mastných kyselín v bunke?

3.4 Ktoré z uvedených mastných kyselín môžu po aktivácii priamo vstúpiť do najvýznamnejšej metabolickej dráhy?



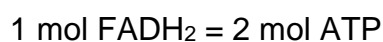
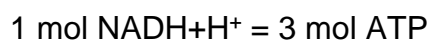
Ťava patrí medzi živočíchy schopné prežiť aj v extrémnych klimatických podmienkach. V púštnych oblastiach dokáže prežiť bez vody až týždeň. Okrem toho je schopná prežiť bez potravy 33 dní. V období keď nemá prístup si zabezpečuje potrebu energie z tuku, ktorý má uložený v hrbe. Dobře živená ťava má v hrbe 35 kg tuku. Predpokladajte, že zásobný tuk ťavy je tristearylglycerol.

3.5 Napíšte rovnicu enzymatickej hydrolýzy tristearylglycerolu. Vypočítajte koľko molekúl ATP sa uvoľní úplnou oxidáciou jednej molekuly kyseliny stearovej. Uvedte postup riešenia.

3.6 Vypočítajte priemerný denný energetický príjem ťavy počas 33 dňového pochodu púšťou. Ťava nemá po celú dobu pochodu prístup k potrave. Predpokladajte, že energiu získa len metabolizmom tuku z hrbu. Pochod púšťou je náročný, predpokladajte, že ťava využíva ako zdroj energie aj glycerol.

Príloha

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



Pri úplnej aeróbnej oxidácii glycerolu: 1 mol glycerol = 20 mol ATP

Prepočet energie z ATP na kJ: 1 mol ATP = 51,6 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

Školské kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne 15 bodov(b) Doba riešenia 60 minút

Úloha 1 JUNIOR (7,5 b)

Má byť pripravený zásobník pre 6 ton suspenzie BaSO_4 a CaSO_4 vo vode. Hmotnostná koncentrácia zložiek v suspenzii má byť $c_{\text{BaSO}_4} = 100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a $c_{\text{CaSO}_4} = 60 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Aký veľký objem musí mať zásobník, ak má byť zaplnený len na 70 %? Predpokladajte aditivitu objemov všetkých látok.

Hustota tuhých zložiek je: $\text{BaSO}_4 - 4\,500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a $\text{CaSO}_4 - 2\,320 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Úloha 2 SENIOR, JUNIOR (7,5 b)

V cukrovare sa po očistení repy krája repa na menšie kusy, t.j. rezky. Rezky sa dávajú do difuzéra, kde dochádza k protiprúdnej extrakcii horúcou vodou. Z difuzéra odchádzajú vylúhované rezky a cukorný roztok.

Čerstvé rezky obsahujú 17 hmot.% sacharózy(cukru), 5 % vody, zvyšok tvorí tuhý podiel.

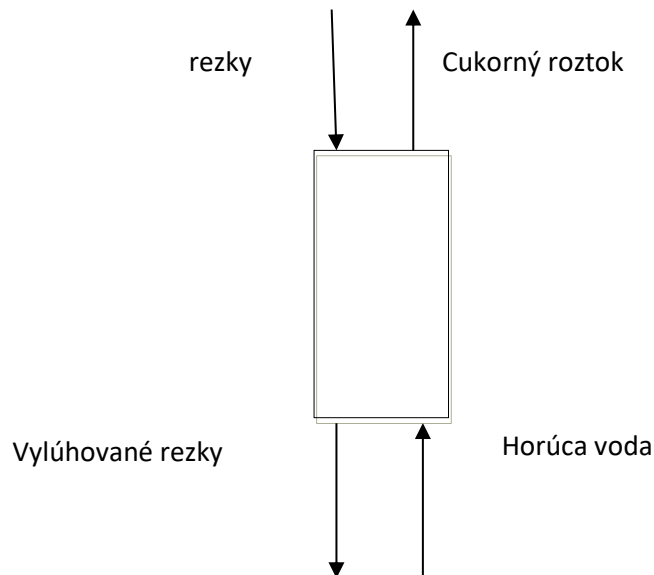
Vylúhované rezky obsahujú 4% sacharózy(cukru), 2 % vody, zvyšok je tuhý podiel.

Cukorný roztok obsahuje 15 % sacharózy a vodu (pre zjednodušenie, lebo sú tam prítomné mnohé iné látky).

Vypočítajte:

- Obsah sacharózy vo výslednom extrakte v kg pri spracovaní 1 tony rezkov.
- Spotrebu vody použitej na extrakciu 1000 kg repných rezkov

Schéma extrakcie:



Úloha 3 SENIOR (7,5 b)

Rozklad vápenca prebieha vo vápenke v prítomnosti paliva, napr. koksu. Z chemického hľadiska je výsledkom pálenia vápna vznik dvoch oxidov – jedného zásadotvorného a druhého kyselinotvorného. Jeden oxid predstavuje užitočné pálené vápno, druhý oxid je problémom z hľadiska životného prostredia.

- Zapíšte reakcie prebiehajúce vo vápenke.
- Vypočítajte, aké množstvo prírodného vápenca s obsahom 90 % uhličitanu vápenatého je potrebné použiť na prípravu 4 ton páleného vápna za hodinu?
- Koks je privázaný nákladnými vozidlami s nosnosťou 10 t materiálu. Koľko nákladných áut je potrebných na prípravu vápna za týždeň? Na 100 kg vápna sa počíta s 8 kg koksu. Týždeň má sedem osemhodinových dní.
- Kyselinotvorný oxid sa môže zachytávať v roztoku NaOH. Vypočítajte potrebné množstvo tuhého hydroxidu na prípravu roztoku na 1 deň. Vzniká sóda bicarbóna, tzv. kyslý uhličitan.
- Zostavte ekonomickú bilanciu procesu, ak poznáte ceny vstupných a výstupných komodít: pálené vápno = 100 €/100 kg, vápenec = 14 €/t, koks = 0,7 €/kg, NaOH = 100 €/25 kg, sóda bicarbóna = 50 €/25 kg.

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [g mol ⁻¹]
O	16
Ca	40
H	1
C	12
Na	23

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