

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2023

Kategória EF

Celoslovenské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Celoslovenské kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b) Doba riešenia: 45 minút

Úloha 1 JUNIOR (7,5 b)

Reakciou plynného halogénu s horúcim roztokom hydroxidu sodného vzniká chlorečnan sodný .

- Napíšte rovnicu reakcie v stavovom tvare.
- Vypočítajte hmotnosť potrebného chlóru pre prípravu 116 g chlorečnanu sodného pričom došlo k absorbovaniu chlóru s 74 % účinnosťou.
- Vypočítajte obsah oxidu chloričitého v chlórnanе sodnom.
- Ktorý z halogénov nie je schopný tejto reakcie? Svoje tvrdenie zdôvodnite.

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (7,5 b)

Amoniak hmotnosti 75 g má teplotu 131 °C a relatívny tlak 430 kPa.

- Vypočítajte objem amoniaku.
- Vypočítajte hustotu pár amoniaku za uvedených podmienok.
- Porovnajte ju s tabuľkovou hodnotou, ak špecifický objem pary je $0,3521 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$.
- Zdôvodnite, prečo je reálna (tabuľková) a výpočtová hodnota rozdielna. Chybu vyjadrite v percentuálnej odchýlke.

Úloha 3 SENIOR (7,5 b)

Roztok dusičnanu draselného má 9 hm. %, objem 54 m^3 a teplotu 32°C . Roztok má teplotu varu 107°C , hustotu $1,049 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$, výparné teplo vody $2069 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Tepelná kapacita čistého dusičnanu draselného je $0,141 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Vypočítajte potrebné množstvo tepla v GJ, ak sa má roztok zahustiť odparením vody o 2 hm.% .

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [g mol ⁻¹]
N	14,007
H	1,007
O	15,999
Cl	35,453
Na	22,990

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Celoslovenské kolo

Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b)

Doba riešenia: 35 minút

Úloha 1 (5 b)

Ako sa nazýva hydroxykarboxylová kyselina, ktorej deriváty sa hojne využívajú v medicíne?

a) Nakreslite túto kyselinu a napíšte jej systémový názov.

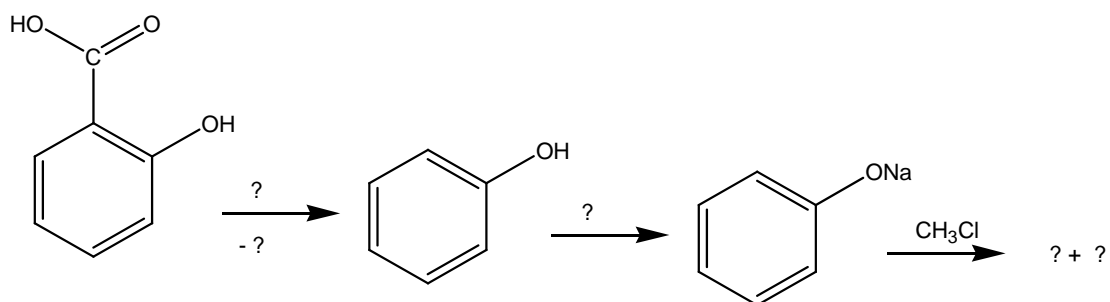
Priemyselne sa vyrába z fenolu, pričom medziproduktom je jej sodná soľ. Je to tzv. Kolbeho syntéza.

b) Napíšte rovnice Kolbeho syntézy.

Najznámejší derivát tejto kyseliny je bežne nazývaný ako acylpyrín.

c) Aký je chemický - triviálny názov tohto derivátu? Nakreslite ho.

Úloha 2 (2,5 b)



Úloha 3 (2,5 b)

Prípravte laktid z kyseliny mliečnej medzimolekulárnou esterifikáciou. Uvedte všetky produkty a reakčné podmienky a reakciu vyčíslite.

ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Celoslovenské kolo

Ladislav Blaško

Maximálne 15 bodov. Doba riešenia 60 minút.
--

Konštanty aminokyselín potrebné na riešenie úloh sú uvedené v tabuľke v prílohe.

Úloha 1 JUNIOR (7b)

Medzi najznámejšie dôkazové reakcie peptidov a bielkovín patrí biuretova reakcia. Uvedenú reakciu poskytujú skoro všetky peptidy, ktoré obsahujú aspoň dve peptidové väzby.

- 1.1 Napíšte systémový a triviálny názov východiskovej látky z ktorej pripravíme biuret.
- 1.2 Chemickou rovnicou napíšte vznik biuretu.
- 1.3 V biurete vyznačte peptidové väzby.
- 1.4 Vysvetlite princíp biuretovej reakcie.

Aminokyseliny na základe fyzikálno-chemických vlastností delíme na aminokyseliny kyslé, zásadité, s nepolárnym uhľovodíkovým zvyškom, s polárnym uhľovodíkovým zvyškom.

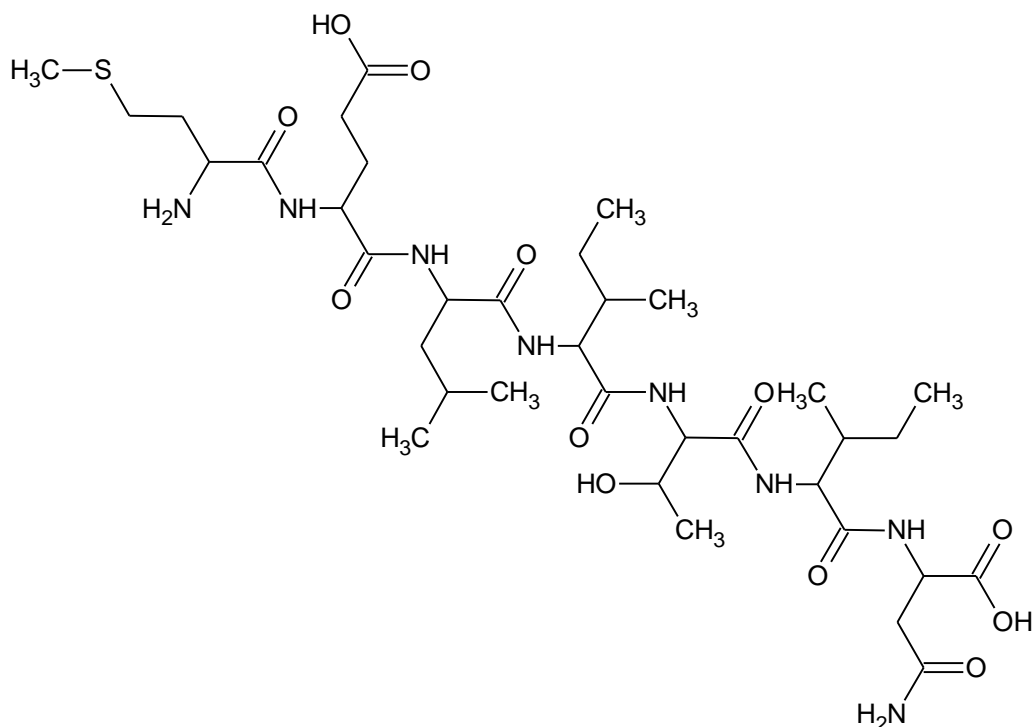
- 1.5 Napíšte triviálny názov, štruktúrny vzorec, jednopísmenový a trojpísmenový kód proteinogénnej aminokyseliny s nepolárnym uhľovodíkovým zvyškom, ktorá obsahuje síru.
- 1.6 Vysvetlite, ako môže byť aminokyselina zásaditá.
- 1.7 Napíšte triviálny názov, trojpísmenový kód a nakreslite štruktúrny vzorec jednej zásaditej proteinogénnej aminokyseliny.

Prírodný hodváb je polyamidové vlákno produkované húsenicou priadky morušovej. Húsenica pred zakuklením prestane prijímať potravu a intenzívne začne produkovať vlákno z ktorého vytvorí zámotok, v ktorom sa zakuklí. Základným proteínom prírodného hodvábu je fibroín, ktorý má sekundárnu štruktúru β -skladaný list. Vzdialenosť dvoch aminokyselinových zvyškov v β -skladanom liste je 0,7 nm. Húsenica vytvorí pred zakuklením vlákno dĺžky 1 km za 21 dní.

1.8 Vypočítajte rýchlosť tvorby peptidových väzieb za sekundu

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (8b)

Z biologického materiálu bol izolovaný peptidový reťazec:



2.1 Napíšte triviálne názvy aminokyselín z ktorých je zložený oligopeptid.

2.2 Prepíšte uvedený oligopeptid jednopísmenovým symbolom aminokyselín. Objavíte názov živočíšneho toxínu, ktorý tvorí podstatnú časť včelieho jedu.

Čiastočnou hydrolyzou biologického materiálu sme získali zmes dvoch peptidov.

Peptid A: Gly-His-Gly-Lys

Peptid B: Gly-Asp-Ala-Lys

Zmes peptidov A a B sme naniesli na katexovú kolónu pri pH = 5.

2.3 Zistite náboj peptidu A a peptidu B pri pH = 5.

2.4 Ktorý peptid sa zachytí na kolóne? Podarí sa nám zmes peptidov pri pH = 5 rozdeliť?

Z prírodného materiálu sme izolovali tri peptidy.

Peptid A: Ala-Glu-Gly

Peptid B: Gly-Tyr-Lys

Peptid C: Gly-Ser-Gly

2.5 Vyznačte náboje na aminokyselinách peptidov A, B, C pri pH =7 a vypočítajte celkový náboj na peptidoch A, B, C.

2.6 Nakreslite záznam, ktorý by sme získali elektroforézou zmesi peptidov A, B, C pri pH = 7 a peptidy zviditeľnili ninhydrínom.

Úloha 3 SENIOR (7b)

Úplnou hydrolýzou peptidu sme získali aminokyseliny Met, Lys, Gly, Phe, Cys (2 móly). Účinkom 2-sulfanyletanolu vznikli dva tripeptidy. Tripeptid X a tripeptid Y.

Účinkom elatázy P1 na tripeptid X sa uvoľnil glycín. Účinkom chymotripsínu na tripeptid X sa uvoľnil cysteín.

Pôsobením brómkyánu na tripeptid Y sa uvoľnil lyzín. Pôsobením termolýzínu na tripeptid Y sa uvoľnil cysteín.

3.1 Napíšte a zdôvodnite poradie aminokyselín v peptide.

Poznámka : Pri riešení úloh využite tabuľku 2 v prílohe.

Aminokyselina tyrozín je východiskovou látkou pre biosyntézu dvoch fyziologicky účinných látok v organizme človeka. Je to dopamín a adrenalín. Dopamín je neurotransmitter, jeho nedostatok vedie k Parkinsonovej chorobe. Adrenalín pomáha človeku zvládať stresové situácie.

Účinkom enzýmu tyrozínhydroxyláza na tyrozín vzniká 3,4-dihydroxyfenylalanín (zlúčenina A), ktorý má triviálny názov L-DOPA. Pôsobením DOPA-dekarboxylázy na zlúčeninu A vzniká dopamín (zlúčenina B). Ak organizmus potrebuje adrenalín, pôsobením enzýmu β -hydroxyláza vzniká noradrenalín (zlúčenina C) z ktorého pôsobením N-metyltransferázy vzniká adrenalín (zlúčenina D).

3.2 Napíšte štruktúrne vzorce tyrozínu a zlúčenín A, B, C, D.

3.3 Zo zlúčenín A, B, C, D je jedna achirálna. Napíšte jej triviálny názov.

Príloha

Tabuľka 1: Hodnoty pI a pKa aminokyselín

Názov aminokyseliny	pI	pK _{A1} (α-COOH)	pK _{A2} (α-NH ₃ ⁺)	pK _{A3} (R)
Alanín	6,11	2,35	9,87	-
Cysteín	5,00	1,92	10,70	8,37
Kyselina asparágová	2,85	1,99	9,90	3,90
Kyselina glutámová	3,15	2,10	9,47	4,07
Fenylalanín	5,49	2,20	9,31	-
Glycín	5,97	2,34	9,60	-
Histidín	7,60	1,80	9,33	6,04
Izoleucín	6,05	2,32	9,76	-
Lyzín	9,60	2,16	9,06	10,54
Leucín	6,01	2,33	9,74	-
Metionín	5,74	2,13	9,28	-
Asparagín	5,41	2,14	8,72	-
Prolín	6,30	1,95	10,64	-
Glutamín	5,65	2,17	9,13	-
Arginín	10,76	1,82	8,99	12,48
Serín	5,68	2,19	9,21	-
Treonín	6,53	2,63	10,43	-
Valín	6,00	2,39	9,74	-
Tryptofán	5,89	2,46	9,41	-
Tyrozín	5,64	2,20	9,21	10,46

Tabuľka 2: Štiepiace enzýmy a činidlá

Enzým/činidlo	Štiepi
Karboxypeptidáza A	Z voľného C-konca peptidu všetky AK okrem arginínu, lyzínu a prolínu, ak predposlednou AK nie je prolín
Karboxypeptidáza B	Z voľného C-konca peptidu arginín, lyzín, ak predposlednou AK nie je prolín
Karboxypeptidáza C	Z voľného C-konca peptidu všetky AK
Brómkyán	Peptidový reťazec na C-strane metionínu
Chymotripsín	Peptidový reťazec na C-strane fenylalanínu, tyrozínu a tryptofánu (nesmie za nimi nasledovať prolín)
Trypsín	Peptidový reťazec na C-strane lyzínu a arginínu (nesmie za nimi nasledovať prolín)
Elastáza P1	Peptidový reťazec na C-strane alanínu, glycínu, serínu a valínu (nesmie za nimi nasledovať prolín)
Termolyzín	Peptidový reťazec na N-strane izoleucínu, metionínu, fenylalanínu, tryptofánu, tyrozínu, valínu (pred nimi nesmie byť prolín)
Pepsín	Peptidový reťazec na N-strane leucínu, fenylalanínu, tryptofánu a tyrozínu (pred nimi nesmie byť prolín)

DOPLNKOVÉ ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 59. ročník – šk. rok 2022/2023

Celoslovenské kolo

Anna Ďuricová

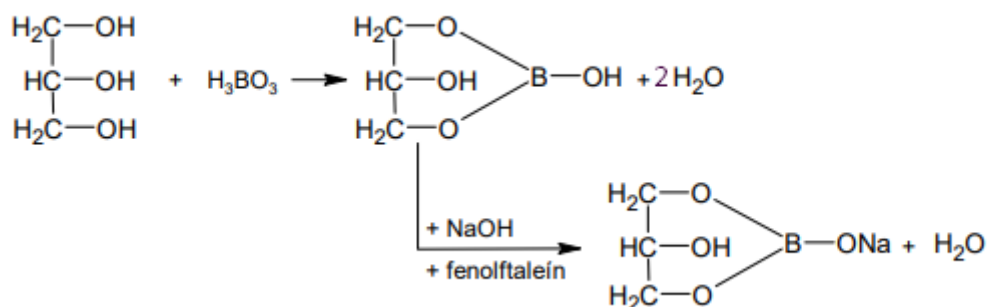
Maximálne **10 bodov** (20 pomocných bodov, 1 pb = 0,5 b)
Doba riešenia: 50 minút

Úloha 1 (3 b)

Vypočítajte, koľko percentný bol roztok vzorky kyseliny octovej ($\rho_{\text{vz}} = 1,02 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), ak bola vzorka upravená zriedením destilovanou vodou do 100 cm^3 odmernej banky, z ktorej sa na stanovenie odobralo 25 cm^3 . Kyselina bola stanovená odmerným roztokom KOH. Roztok KOH mal koncentráciu $0,50 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ a jeho spotreba bola $13,5 \text{ cm}^3$.

Úloha 2 (3 b)

Kyselina trihydrogénboritá sa stanovuje alkalimetricky po pridaní glycerolu:



Vypočítajte koncentráciu použitého odmerného roztoku NaOH, potrebného na stanovenie kyseliny boritej vo vzorke, ktorá obsahovala 65 hm. % stanovovanej látky. Návažok vzorky bol $0,6060 \text{ g}$ a spotreba NaOH bola $12,5 \text{ cm}^3$.

Úloha 3 (4 b)

Zmiešali sa dva druhy roztokov hnojív. Prvý roztok bol pripravený rozpustením 5 g hnojiva v 5 litroch vody, druhý zriedením 20 ml koncentrovaného roztoku v 4 litroch vody.

Tuhé hnojivo obsahovalo 9 hm.% N, 9 hm.% P₂O₅, 27 hm.% K₂O. Tekuté hnojivo má 45 g/l N, 65 g/l P₂O₅ a 80 g/l K₂O.

Vypočítajte koncentráciu výživových zložiek N, P, K vo výslednom roztoku v hmotnostných percentách (hustota výsledného roztoku je približne 1 g.cm⁻³) a v mg/l.

Tabuľkové údaje:

$$A_r(\text{C}) = 12,011$$

$$A_r(\text{H}) = 1,008$$

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

$$A_r(\text{B}) = 10,811$$

$$A_r(\text{P}) = 30,974$$

$$A_r(\text{K}) = 39,098$$

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
Ing. Jozef Urban, Ing. Martina Gánovská,

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

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2023