

Latvijas 54. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

2013. gada 3. aprīlī

Teorētiskie uzdevumi 12. klasei

Cienījamais olimpieti!

Latvijas 54. Nacionālās ķīmijas olimpiādes Žūrijas komiteja apsveic Tevi ar labiem panākumiem novada olimpiādē un vēl vislabākās sekmes finālturnīrā!

Lai katrs olimpiādes dalībnieks pilnīgāk varētu parādīt un izmantot savas zināšanas ķīmijā un tās robežzinātnēs, mēs piedāvājam salīdzinoši lielu uzdevumu skaitu. Lai sasniegtu iespējami labāko rezultātu un nezaudētu punktus neuzmanības vai pārpratuma dēļ, **uzmanīgi izlasi šos norādījumus, pirms ķeries pie uzdevumu risināšanas!**

1. Tavai klasei izsniegtajā uzdevumu komplektā ir 8 uzdevumi! Maksimālais punktu skaits ir 70.
2. Pie katra uzdevuma numura norādīts maksimālais punktu skaits, ko par to var iegūt!
3. Uzdevumu risinājumi jāraksta latviešu valodā!
4. Ja, iepazīstoties ar uzdevumiem, rodas neskaidrības teksta izpratnē vai šaubas par kāda izteikuma vai skaitļa pareizību, jautā atbildīgajai personai no olimpiādes Rīcības komitejas, kura ir klāt uzdevumu risināšanas laikā. Dalībnieku savstarpējas konsultācijas nav atļautas.
5. **Pēc uzdevuma atrisināšanas (pilnīgas vai daļējas) apvelc ar aplīti attiecīgā uzdevuma numuru dalībnieka kartītē. To uzdevumu numurus, kurus neesi risinājis, dalībnieka kartītē pārsvītro.**
6. Olimpiādes uzdevumu risināšanā var izmantot kalkulatorus (ne programmējamus) un **olimpiādes rīkotāju izsniegtās formulu lapas un ķīmisko elementu periodiskās tabulas.**
7. Uzdevumu risinājumi un atbildes jāraksta izsniegtajā burtnīcā! Melnrakstam lietotās papildus lapas netiek izskatītas un vērtētas!
8. Atgādinām, ka uzdevumos vienmēr tiek vērtēta ne tikai atbilde, bet arī tās pamatojums ar spriedumiem un/vai aprēķiniem, tādēļ centies savā darbā to parādīt.
9. Darba izpildes laiks – **3 astronomiskās stundas.**

Veiksmi uzdevumu risināšanā!

1. uzdevums (4 punkti)

Izklaidīgā ķīmijas skolotāja Ilze pilnīgi nejauši pie 250 mL 0,256 M sālsskābes šķīduma pievienoja 150 mL 0,400 M nātrija hidroksīda šķīdumu. Iegūtā šķīduma tilpums bija 400 mL. Indikatoru taupības dēļ viņa nolēma teorētiski noskaidrot, kāda ir šī šķīduma vide.

Aprēķini iegūtā šķīduma pH vērtību!

2. uzdevums (3 punkti)

Ķīmijas kabineta laborants Purvastrauts nopirka broma šķīdumu hloroformā un konstatēja, ka 10,0 g šķīduma atkrāsošanai jāizlieto 72,5 mg fenola.

Aprēķini broma masas daļu (%) tā šķīdumā hloroformā!

3. uzdevums (8 punkti)

Oksidējot ar skābekli katalizatora klātienē 8,40 g ogļūdeņraža, kas satur 85,7 % oglekļa, un kuru var sintezēt no benzola, jaunais ķīmiķis Tomiņš ieguva vielu **A**, kuras neitralizācijai viņam vajadzēja izlietot 50,0 g 22,4 % kālija hidroksīda šķīduma.

1. *Nosaki ogļūdeņraža un vielas **A** ķīmiskās formulas un uzraksti to nosaukumus!*
2. *Atbildi pamato ar atbilstošu ķīmisko reakciju vienādojumiem!*

4. uzdevums (13 punkti)

Vienkārša un interesanta parādība neorganisko vielu sastāva dažādībā ir dubultsāļu veidošanās. Parasti ar vairākvērtīgu skābju anjoniem kristāliskā stāvoklī saistās vairāki atšķirīgi katjoni, kuru kopējais pozitīvais lādiņš atbilst anjonu kopējam negatīvajam lādiņam. Tipisks piemērs ir t.s. kālija – alumīnija alauns $KAl(SO_4)_2$ vai Mora sāls $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$. Šādus savienojumus var iegūt, lēni ietvaicējot šķīdumu, kurā vienlaikus ir dažādi katjoni un atbilstošais anjons. Tas, kāda sastāva dubultsāls no šķīduma izkristalizēsies, galvenokārt atkarīgs no atšķirībām dažāda sastāva dubultsāļu šķīdībā.

Bieži pierasts uzskatīt, ka visi sārnu metālu un amonija sāļi labi šķīst ūdenī, tomēr jonu tipa savienojuma šķīdību ietekmē ne tikai katjona, bet arī anjona sastāvs un īpašības. Pārsteidzošā kārtā kālija tetrafenilborāts $KB(C_6H_5)_4$ un amonija tetrafenilborāts $NH_4B(C_6H_5)_4$ ir ūdenī praktiski nešķīstošas vielas, kamēr nātrija tetrafenilborāta šķīdība ūdenī ir pietiekami laba, lai ar tā palīdzību varētu veikt jonu apmaiņas reakcijas un gravimetriski noteikt kālija un amonija jonu saturu šķīdumā.

Iepriekš minētais var lieti noderēt dažādu dubultsāļu sastāva noteikšanai. Kālija – amonija pirofosfāts ir ūdenī šķīstošs četrvērtīgās pirofosforskābes $H_4P_2O_7$ dubultsāls. Pievienojot šī dubultsāls ūdens šķīdumam nātrija tetrafenilborāta šķīduma pārākumu, pēc atdalīšanas un izžāvēšanas ieguva 46,58 g nogulšņu. Šīm nogulsnēm pievienoja nātrija hidroksīda šķīduma pārākumu, maisījumu uzvārīja, atdzesēja un nogulsnes atkal atdalīja, izžāvēja un nosvēra. To masa bija 12,18 g.

1. *Uzraksti dubultsāls sastāva noteikšanai izmantoto ķīmisko reakciju vienādojumu!*
2. *Nosaki analizētā kālija – amonija pirofosfāta ķīmisko formulu! Pamato to ar aprēķiniem!*
3. *Aprēķini analizētā kālija – amonija pirofosfāta masu sākotnējā šķīdumā!*
4. *Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu šīs dubultsāls iegūšanai no kālija bromīda, amonija hlorīda un nātrija pirofosfāta, pieņemot, ka no ūdens šķīduma izkristalizējas tieši uzdevumā dotā sastāva dubultsāls! Kādam faktoram šajā reakcijā būtu jānovirza līdzsvars dubultsāls rašanās virzienā?*
5. *Attēlo tetrafenilborāta struktūrformulu! Nosaki bora atoma vērtību un tā oksidēšanas pakāpi!*

5. uzdevums (12 punkti)

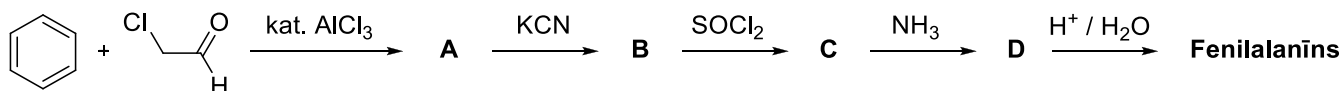
Eksperimentēt kvēli alkstošais Kristaps Lailas vadībā veica vienkāršu mēģinājumu sēriju. 120 mililitriem 0,500 M kālija karbonāta šķīduma viņš pievienoja 30,0 mL 1,049M sālsskābes. No iegūtā šķīduma paņēma 120 mL un tiem pievienoja 30,0 mL 1,049 M bromūdeņražskābes. Atkal – nomērīja 120 mL no iegūtā šķīduma un tam pievienoja 30,0 mL 1,049 M jodūdeņražskābes. Visbeidzot, 120 mL no iegūtā šķīduma ietvaicēja.

1. Aprēķini masu atlikumam, ko ieguva pēc šķīduma ietvaicēšanas!
2. Aprēķini iegūtā maisījuma sastāvu!
3. Novērtē, kā mainītos maisījuma sastāvs, ja skābju pievienošanu veiktu pretējā secībā!

Visos aprēķinos jāizmanto molmasas ar četriem zīmīgajiem cipariem!

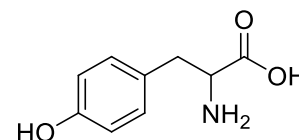
6. uzdevums (13 punkti)

Fenilalanīns ir neaizstājamā aminoskābe cilvēka organismā. Tā pieder pie aromātiskajām aminoskābēm. No fenilalanīna organismā tiek sintezētas tādas aktīvas vielas kā dopamīns, noradrenalīns, adrenalīns un ādas pigments melanīns, kā arī cita aminoskābe - tirozīns. Fenilalanīns kopā ar aminoskābi asparagīnskābi tiek lietots sintētiskā saldinātāja - aspartāma ražošanā. Viena no iespējamajām fenilalanīna sintētiskajām iegūšanas shēmām redzama attēlā:



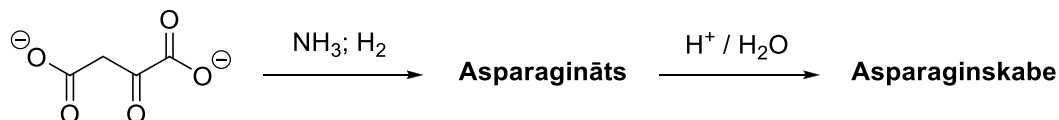
1. Kas ir aminoskābes? Kas dabā sastāv no aminoskābēm?1
2. Uzzīmē **fenilalanīna** un savienojumu **A-D** struktūrformulas!5
3. Uzzīmē struktūrformulas formām, kādās fenilalanīns pastāvēs:
 - a) neitrālā šķīdumā (ņemot vērā iespējamās iekšmolekulārās reakcijas);
 - b) bāziskā šķīdumā;3
 - c) skābā šķīdumā!

No fenilalanīna organismā tiek sintezēts tirozīns, kura struktūrformula ir parādīta attēlā. Organismā šo reakciju veic enzīms fenilalanīna hidroksilāze, kura pievieno hidroksilgrupu benzola gredzenam. Laboratorijā tirozīnu var iegūt pēc augstāk dotās sintētiskās shēmas.



4. Uzzīmē struktūrformulu savienojumam, kuru Tu lietotu **benzola** vietā iepriekšminētajā sintētiskajā shēmā tirozīna iegūšanai!1

Asparagīnskābe organismā tiek sintezēta no oksaloacetātjoniem, kas ir svarīgs savienojums šūnu metabolismā. Reakciju veic enzīmi transamināzes un reakcija ir līdzīga karbonilgrupas reducējošajai aminēšanai, kas ir plaši lietota laboratorijas metode.



5. Uzzīmē **asparagīnskābes** struktūrformulas (asparagināts ir asparagīnskābes sāls)!1

Sintētiskā saldielā aspartāms rodas asparagīnskābes reakcijā ar fenilalanīnu un metanolu. Zināms, ka fenilalanīns vispirms reaģē ar metanolu, un pēc tam iegūtajam produktam pievieno asparagīnskābi. Aspartāma struktūrā ir peptīdsaitē.

6. Uzzīmē **aspartāma** struktūrformulu!2

7. uzdevums (6 punkti).

Sadegot gaisā kādam II grupas elementam, rodas oksīds **A**. Oksīdu **A** karsējot kopā ar kādu melnu pulveri **B**, kurš sastāv tikai no viena elementa, iegūst savienojumu **C**. Savienojumam **C** reaģējot ar ūdeni, iegūst gāzveida organisko vielu **D**. Viela **D** trimerizējas, veidojot vielu **E**, kura ir ļoti izplatīta organiskajā ķīmijā. Savienojumam **E** reaģējot ar hloru $AlCl_3$ klātienē, iegūst **F**, kuram reaģējot ar

NaOH, rodas kādas organiskajā ķīmijā populāras vielas **G** nātrija sāls. Vielas **G** nātrija sālim reaģējot ar CO₂ augstā temperatūrā un spiedienā (pēc reakcijas apstrādājot ar atšķaidītu sālsskābi), rodas savienojums **H**, kuram vēlāk reaģējot ar etiķskābes anhidrīdu, iegūst medicīnā ļoti plaši lietotu savienojumu **I**.

Zināms, ka savienojums **F** satur tikai vienu hlora atomu un ka savienojumā **H** abas funkcionālās grupas novietotas vistuvāk viena otrai.

1. *Atšifrē savienojumus A – I un uzraksti aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!*
2. *Uzraksti savienojumu A, G un H triviālos nosaukumus!*
3. *Savienojumam G ir skābes īpašības, taču, piemēram, etanolam tādu nav. Kāpēc?*
4. *Kā sauc medikamentu, kura aktīvā viela ir I?*

8. uzdevums (11 punkti)

Reiz dzīvoja ķīmiķis Jānis, kura hobijs bija spēlēt bungas. Kādu dienu viņš nolēma noskaidrot no kāda materiāla sastāv bungu komplekta šķīvji. Viņa bungu skolotājs teica, ka bungu šķīvjus ražo no sakausējuma, kas sastāv no 2 ķīmiskajiem elementiem - **A** un **B**. Jānis bija ievērojis, ka ļoti veci šķīvji ar laiku no brūngani dzeltenas krāsas kļūst zaļgani. Tas viņam ļāva identificēt elementu **A**.

1. *Nosaki elementu A! Kas ir zaļais slānis, kas uz tā rodas? Uzraksti tā rašanās ķīmiskās reakcijas vienādojumu!*

Lai noteiktu elementa **A** saturu sakausējumā, Jānis nogrieza gabalu no šķīvja (masa 25,6400 g) un izšķīdināja to 100 mL slāpekļskābes. Pēc tam viņš pārnesa 1,00 mL iegūtā šķīduma 100 mL mērkolbā un atšķaidīja līdz atzīmei. Jānis paņēma 10,00 mL no jau atšķaidītā šķīduma un pievienoja kālija jodīdu pārākumā – šķīdums kļuva dzeltenīgi brūns. Zināms, ka šajā reakcijā veidojas arī ūdenī nešķīstošs elementa **A** sāls, kurā tā oksidēšanas pakāpe ir +1. Šo šķīdumu Jānis titrēja ar 0,02125 M Na₂S₂O₃ šķīdumu un patērēja 15,57 mL titranta.

2. *Uzraksti iepriekšminēto ķīmisko reakciju vienādojumus un atrodi to koeficientus ar elektronu (jonu - elektronu) bilances metodi! Uzskati, ka elementa B jonu klātie neietekmē elementa A noteikšanu!*
3. *Aprēķini elementa A masas daļu sakausējumā!*

Taču Jānis joprojām nezināja, kas ir metāls **B**. Viņš noskaidroja, ka abi metāli veido ūdenī nešķīstošus sulfīdus, kuros to oksidēšanas pakāpe ir +2. Jānis paņēma 10,00 mL no sākotnējā metālu šķīduma slāpekļskābē un piemērotos apstākļos tos izgulsnēja, iegūstot 3,7510 g nogulšņu. Ar to pietika, lai identificētu elementu **B**.

4. *Nosaki, kas ir metāls B! Aprēķinos izmanto molmasas ar 2 cipariem aiz komata un visus pārējos skaitļus noapaļo līdz 4 cipariem aiz komata!*
5. *Uzraksti notiekošo ķīmisko reakciju vienādojumus!*
6. *Uzraksti, kā sauc sakausējumu no metāliem A un B!*
7. *Uzraksti vēl vienu piemēru, kur lieto šo sakausējumu!*