



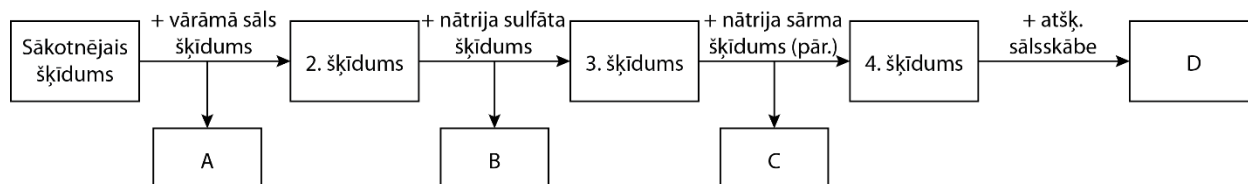
I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

KĪMIJAS 61. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA UZDEVUMI 12. KLASEI*(Kopā 63 punkti)**1. uzdevums. Skolotāja mīkla (Kopā 11 punkti)*

Skolotājs uzdeva Jancim noteikt, kādu četru metālu vienas un tās pašas neorganiskās skābes sāļu maisījumu viņš ir pagatavojis. Jancis ņēma maisījumu un noteica, ka tas viegli izšķīst ūdenī. Sākotnēji Jancis iegūtajam ūdens šķīdumam pievienoja vārāmās sāls šķīdumu un novēroja 10,00 g baltu nogulšņu **A** veidošanos. Iegūtajam filtrātam pievienojot nātrija sulfāta šķīdumu, novēroja 10,00 g baltu nogulšņu **B** veidošanos. Iegūtajam filtrātam pievienojot atšķaidītu nātrija sārmu šķīdumu, novēroja nogulšņu veidošanos, kamēr pēc atšķaidīta nātrija sārmu šķīduma pievienošanas pārākumā nogulšņu masa samazinājās un galā Jancis nofiltrēja 10,00 g zilās nogulsnes **C**. Iegūtajam filtrātam uzmanīgi pievienojot atšķaidītu sālsskābi radās 10,00 g baltas nogulsnes **D**, kuras sālsskābes pievienošanu turpinot sāka šķīst. Zināms, ka visi skolotāja dotie sāļi ir vienkārši sāļi, kas atrodami vienkāršākajās šķīdības tabulās.



1. Kādas skābes sāļus Jancim bija iedevis skolotājs? *Uzraksti skābes ķīmisko formulu! (1 punkts)*
2. Kas ir savienojums **A**? *Uzraksti ķīmisko formulu! (1 punkts)*
3. Kas ir savienojums **B**? Zināms, ka to saturošo metālu jau senatnē plaši izmantoja dažādās sfērās. *Uzraksti ķīmisko formulu! (2 punkti)*
4. Kas ir savienojums **C**? *Uzraksti ķīmisko formulu! (1 punkts)*

Zināms, ka Jancis **D** paspēja nofiltrēt, kad pievienotais sālsskābes daudzums bija garantējis maksimālu un pilnīgu **D** izgulsnēšanos. Izkaršējot visus 10,00 g iegūtā **D** 250 °C parauga masa samazinājās līdz 8,19 g.

5. Kas ir savienojums **D** un pēc tā izkaršēšanas iegūtais produkts? *Uzraksti ķīmiskās formulas. (3 punkti)*
6. Kāda savienojuma veidā **D** saturošais metāls atradās 4. šķīdumā? *Uzraksti ķīmisko formulu! (2 punkti)*
7. Kādu metālu īpašību izmantoja **C** un **D** saturošo metālu atdalīšanai? *(1 punkts)*
 - a. Amfoteritāti
 - b. Atšķirīgu reakcijas ātrumu
 - c. Alotropiju
 - d. Izomēriju

2. uzdevums. **Oda svaigam gaisam** (Kopā 11 punkti)

Saistībā ar Latvijā ražoto ogļskābās gāzes detektoru ir plaši aktualizēts jautājums par šīs gāzes līmeni telpās, kurās uzturamies. Tiek ziņots, ka pie ogļskābās gāzes koncentrācijas 1400 m.d. jeb miljonās daļas (angliski *parts per million - ppm*) produktivitāte darba vidē samazinās uz pusi. Par veselīgu gaisu uzskata tādu, kur šī vērtība nepārsniedz 700 ppm, kamēr svaigā gaisā tā ir ap 400 m.d.

1. Pārvērt ogļskābās gāzes koncentrāciju 1400 m.d. procentos! (1 punkts)

Pēc kontroldarba uzrakstīšanas skolas klasē (telpas izmērs 60 m², griestu augstums 3,1 m) CO₂ koncentrācija sasniedza 1400 m.d. Temperatūra telpā bija 22 °C un 100 kPa spiediens.

2. Kāds ir ogļskābās gāzes tilpums (L) un daudzums (mol) pēc kontroldarba uzrakstīšanas? Pieņemiet, ka mēbeļu, skolēnu, skolotāja un citu telpā esošo objektu tilpumu var ignorēt. (3 punkti)

Zināms, ka katrs cilvēks vidēji dienā izelpo 750 g ogļskābās gāzes.

3. Cik ilgi (min) skolēni bija rakstījuši kontroldarbu, ja pirms tā sākuma telpa bija labi izvēdināta (400 m.d.), un tajā atradās tikai 19 skolēni un 1 skolotājs? Pieņemiet, ka telpa kontroldarba laikā bija hermētiski noslēgta. Iespējamās nelielās spiediena un temperatūras izmaiņas ignorējiet. (3 punkti)
4. Kāda ir skābekļa koncentrācija (%) klasē pēc kontroldarba uzrakstīšanas, pieņemot, ka organismā notika tikai cukuru (C₆H₁₂O₆) oksidēšana par ogļskābo gāzi un ūdeni, un sākotnējā skābekļa koncentrācija bija 21,0%? (1 punkts)

Starpbrīža laikā telpu nav iespējams pilnīgi izvēdināt, tādēļ lai nākamajā stundā paredzētajam kontroldarbam nodrošinātu optimālus darba apstākļus, skolotājs ogļskābās gāzes līmeni telpā nolēma samazināt. Šim nolūkam viņš bija nolēmis pagatavot kalcija hidroksīda šķīdumu un klases gaisu caur to izpumpēt.

5. Cik liels daudzums (mol) kalcija hidroksīda nepieciešams, lai šādi samazinātu ogļskābās gāzes koncentrāciju līdz 400 m.d.? Zināms, ka pie šādām ogļskābās gāzes koncentrācijām skābā sāls veidošanās nenotiek. (2 punkti)
6. Cik liela masa (g) kalcija oksīda jāņem, ja skolotājs kalcija hidroksīdu gatavoja sajaucot kalcija oksīdu un ūdeni? (1 punkts)

3. uzdevums. **Gredzenu pavēlnieks** (Kopā 12 punkti)

Benzols ir visvienkāršākais aromātiskais ogleņūdeņradis.

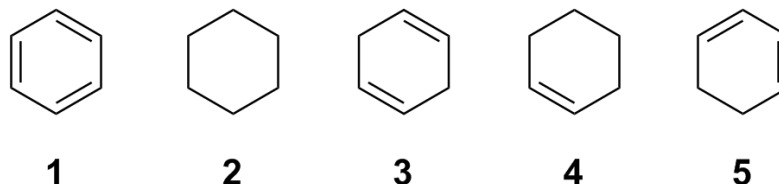
1. Atzīmē pazīmi/-es, kurai/-ām jāizpildās, lai savienojumu uzskatītu par aromātisku. (2 punkti)
 - a) Savienojumam piemīt specifiska smarža
 - b) Savienojums ir ciklisks
 - c) Savienojums sastāv tikai no oglekļa un ūdeņraža atomiem
 - d) Savienojums sastāv no konjugētas π saišu sistēmas
 - e) Savienojumā aromātisko sistēmu veidojošo π elektronu skaits atbilst $4n+2$, kur n ir vesels, nenegatīvs skaitlis
 - f) Savienojums ir planārs jeb plakans
 - g) Savienojumam jābūt elektroniski neitrālam (nedrīkst būt lādēts)

Lai gan benzols ir aromātisks savienojums, tam piemīt arī alkēniem raksturīgas īpašības.

2. Kuram nosacījumam obligāti jāizpildās, lai notiktu izolētas dubultsaites hidrogenēšanas reakcija ar H_2 ? (1 punkts)
 - a) Reakcijā jāizmanto katalizators
 - b) Reakcija jāveic augstā temperatūrā ($>100^\circ C$)
 - c) Reakcija jāveic ar paaugstinātu H_2 spiedienu (>1 atm)
 - d) Izejviela noteikti jāizšķīdina polārā šķīdinātājā

Benzola hidrogenēšanas reakcijās var veidoties vairāki dažādi produkti.

3. Kurš no savienojumiem attēlā netiks novērots reakcijas maisījumā benzola hidrogenēšanas laikā (arī kā starpprodukts)? (1 punkts)



Benzols līdzīgi reaģē arī ar citu gāzi **A**, kura ir par 50% smagāka nekā H_2 . Šo gāzi laboratorijā var iegūt NaH reakcijā ar kādu bināru šķīdru vielu **B**, kuras kušanas temperatūra ir $3,8^\circ C$.

4. Nosaki, kas ir gāze **A** un viela **B** (molekulformulas). (2 punkti)
5. Nosaki, cik daudz dažādu reģioizomēru (pozīcijas izomēru) var veidoties, ja **A** lielā pārkumā pilnīgi reaģē ar benzolu. *Stereoizomērus jeb telpiskos izomērus neņem vērā.* (1 punkts)

Moderna hidrogenēšanas metode ir pārneses hidrogenēšana (transfer hydrogenation). Pārneses hidrogenēšanā ūdeņraža avots ir nevis gāzveida H_2 , bet gan citas neorganiskas vai organiskas molekulas. Viens no šādiem ūdeņraža avotiem ir savienojums **C**, kurš sastāv no diviem nemetāliem, kurā viena nemetāla masas daļa ir 93,3%. **C** eksistē divi izomēri.

6. Noteikt savienojuma **C** empīrisko formulu un molekulformulu. (2 punkti)
7. Kurš no **C** izomēriem var tikt izmantots pārneses hidrogenēšanā? (1 punkts)

Savienojums **C** nav īpaši stabils. Tā nestabilitāte saistīta ar izdevīgu disproporcionēšanās reakciju, kurā no 2 moliem **C** veidojas viens mols vienkāršas vielas **D** un cita viela **E**.

8. Noteikt savienojumu **D** un **E** molekulformulas. (2 punkti)

4. uzdevums. *Vectēva bērnības dienu hobijs* (Kopā 16 punkti)

Railendam vectēvam bērnībā bija hobijs – metālu iegūšanu no itin visām lietām. Tā kādā skaistā vasaras dienā, palīdzot vectēvam tīrīt pagrabu, Railends atrada burciņu ar uzrakstu “Zobu metāls”. Izbrīnīts par tāda eksistenci, Railends izlēma neteikt vectēvam par atradumu, bet gan veikt eksperimentus. No sākuma Railends šo metālu **A** sadedzināja gaisā, tad iegūto produktu **B** izšķīdināja mājās atrastajā etiķskābē. Pēcāk iegūtajam **C** šķīdumam viņš pievienoja stehiometrisku daudzumu nātrija karbonāta, iegūstot nogulsnes **D**. Pirmās īstenotās ķīmiskās pārvērtības praktiskais iznākums bija 82%, kamēr 2. un 3. reakcijai tas bija katrai pa 70%. Pēc 3. pārvērtības iegūtā **D** masa rezultātā bija identiska sākotnējai **A** masai.

1. Kāds ir kopējais visu 3 īstenoto reakciju iznākums? *Tas raksturo iegūtā **D** daudzumu no sākotnēji pieejamā **A** daudzuma!* (1,5 punkti)
2. Uzraksti **A** – **D** ķīmiskās formulas! *Ja nezināt atbildi uz iepriekšējo punktu, pieņemiet, ka visas reakcijas notiek ar 100% iznākumu un pēc 3. pārvērtības iegūtā **D** masa bija 1,648 reizes lielāka par sākotnējo **A** masu.* (4,5 punkti)

Tālāk iegūto **D** Railends bezskābekļa vidē karsēja ar oglekli vectēva elektriskā loka krāsnī 2000°C temperatūrā, iegūstot tikai bināru savienojumu **E** un indīgu gāzi **F** molārā attiecībā 1:3. Faktiski šī reakcijas notiek divās stadijās, sākotnēji **D** sadaloties par **B**, un tālāk gan **B**, gan otram sadalīšanās produktam reaģējot ar oglekli. Šī reakcija notika ar 100% iznākumu, un tajā tika patērēti 4,00 g oglekļa. *Šajā un tālākajos punktos izmantojamas tikai tās atbildes, kas iegūtas, ņemot vērā uzdevumā sākumā dotos reakciju iznākums.*

3. Uzraksti **E** un **F** ķīmiskas formulas! (2 punkti)
4. Aprēķini kāda bija Railenda vectēva bundžā esošā **A** masa (g)! (3 punkti)

Par 2-3 stundu ilgam ekspozīcijas laikam veselībai bīstamu **F** koncentrāciju uzskata $125 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, koncentrācija $1000 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ stundas laikā laikā izraisa nopietnas saindēšanās pazīmes, kamēr vēl lielāka koncentrācija var izraisīt nāvi. Vectēva garāžas tilpums ir 30 m^3 .

5. Kāda ir reakcijā iegūtā **F** masa (g)? (1 punkts)
6. Kā būtu jārikojas Railendam pēc šīs reakcijas veikšanas vectēva garāžā? (2 punkti)
 - a. Nekā, iegūtais **F** daudzums ir nebūtisks.
 - b. Telpa jāizvēdina, iegūtais **F** daudzums telpā ilgstoši uzturoties ir bīstams.
 - c. Telpa jāpamet un rūpīgi jāizvēdina, iegūtais **F** daudzums aptuveni stundas laikā var izraisīt nopietnu saindēšanos.
 - d. Telpa tūlīt pat jāpamet, iegūtais **F** daudzums pat īslaicīgi ir bīstams dzīvībai.

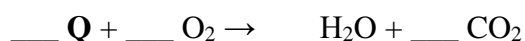
Iegūto **E** Railends iepildīja metāla bundža, pielēja tai klāt ūdeni un novēroja gāzes **G** izdalīšanos, papildus reakcijā veidojoties arī **H**. Gribēdams labāk saskatīt gāzes izdalīšanos vectēva tumšajā garāžā, Railends izlēma izgaismot bundžas iekšieni ar šķiltavas liesmu, pēc kā atskanēja skaļš blīkšķis. Vectēvs uzzinādams par notikušo izlēma sodīt zinātkāro Railendu, liekot tam uzrakstīt visus ķīmiskajās pārvērtībās iegūtos produktus!

7. Uzraksti **G** un **H** ķīmiskas formulas! (2 punkti)

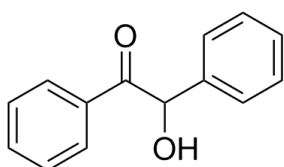
5. uzdevums. **Organiskais detektīvs** (Kopā 13 punkti)

2,020 gramus kāda nezināma organiskā savienojuma **Q**, kurš satur tikai oglekļa, ūdeņraža un skābekļa atomus, ievietoja ar skābekli pildītā noslēgtā konteinerī ($V=1,50$ L). Konteineris tika karsēts 400°C , līdz **Q** pilnībā sadega un spiediens konteinerī sasniedza nemainīgu vērtību – $955,6$ kPa. Atdzesējot konteineru līdz 25°C , spiediens pazeminājās līdz $302,0$ kPa. Tad maisījumu uzsildīja līdz 70°C un izvadīja caur piesātinātu bārija hidroksīda šķīdumu, izkrītot $23,53$ g baltu nogulšņu.

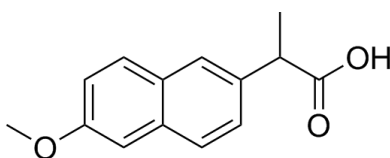
1. Kas ir baltās nogulsnes, kuras veidojas, izvadot maisījumu caur bārija hidroksīda šķīdumu? (1 punkts)
2. Kāds ir kopējais gāzu daudzums (mol) pie 400°C ? (1 punkts)
3. Kāds ir reakcijā izdalītā ūdens daudzums (mol)? (2 punkti)
4. Kāda ir nezināmā savienojuma **Q** molekulformula? (3 punkti)
5. Pabeigt savienojuma **Q** sadegšanas vienādojumu, izliekot mazākos, veselos koeficientus (arī "1", ja nepieciešams). (2 punkti)



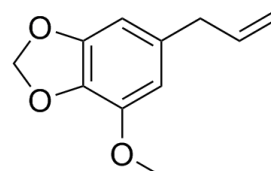
Ķīmiķi Jānis un Kaspars sprieda par **Q** struktūru un piedāvāja attēlā redzamos savienojumus.



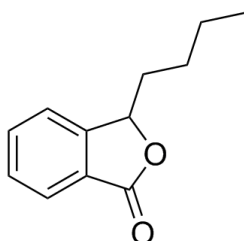
Benzoīns



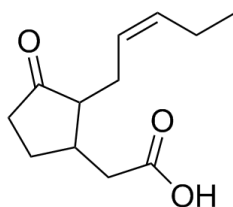
Naproksēns



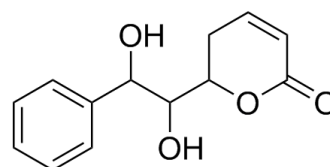
Miristicīns



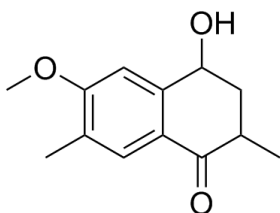
Butilftalīds



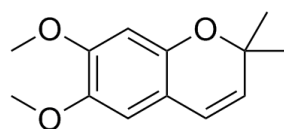
Jasmīnskābe



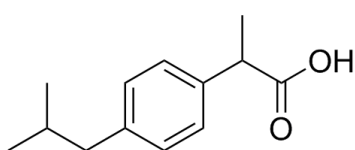
Goniodiols



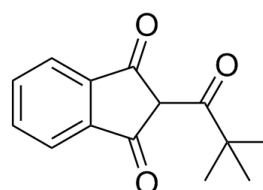
Flosonols



Prekocēns II



Ibuprofēns



Pindons

Kaspars bija pārliecināts par “pareizo” molekulu tikai pēc molekulformulas noteikšanas, taču Jānis ieteica veikt vēl papildus testus ar **Q**. Jānis noteica, ka savienojums **Q** neatkrāso bromūdeni, taču reaģē ar bromu AlBr_3 klātbūtnē.

6. Atzīmē visas piedāvātās molekulas, kuras atkrāsos bromūdeni. (2 punkti)

- a) Benzoīns
- b) Naproksēns
- c) Miristicīns
- d) Butilftalīds
- e) Jasmīnskābe
- f) Goniodiols
- g) Flosonols
- h) Prekocēns II
- i) Ibuprofēns
- j) Pindons

7. Kas ir viela **Q**? (2 punkti)

- a) Benzoīns
- b) Naproksēns
- c) Miristicīns
- d) Butilftalīds
- e) Jasmīnskābe
- f) Goniodiols
- g) Flosonols
- h) Prekocēns II
- i) Ibuprofēns
- j) Pindons