

# IV Ķīmiķu dārzs (2024)

## 11. – 12. klase

### 2. kārtā

### Uzdevumu komplekts

Risinot uzdevumus, lūdzam ievērot:

- uzdevumu risināšanas laiks ir **no 12.00 līdz 16.30**;
- olimpiādes laikā atļauts izmantot tikai šajā komplektā iekļautās ķīmisko elementu periodiskās tabulas, savienojumu šķīdības tabulas un formulu lapas;
- olimpiādes laikā atļauts izmantot rakstāmpiederumus un kalkulatorus, kā arī komandas locekļiem sazināties savā starpā. Jebkādu citu palīglīdzekļu lietošana vai saziņa ar ārpus komandas esošām personām nav atļauta;
- visas atbildes un risinājumus rakstīt tam paredzētajās vietās atbilžu lapās. **Nepareizajā vietā norādītas atbildes vai risinājumi netiks vērtēti**;
- ja kāda uzdevuma atbildēm vai risinājumam nepieciešama papildus vieta, to rakstīt uz atsevišķas lapas, skaidri norādot komandas kodu, risinātā uzdevuma numuru un apakšpunktu numurus;
- vietās, kur tas prasīts, norādīt pilnu risinājuma gaitu, nevis tikai atbildi;
- ja uzdevumā nav norādīts citādi, hlora atommasu pieņemt kā 35,5, visu pārējo elementu atommasas noapaļot līdz tuvākajam veselajam skaitlim;
- ja uzdevumā nav norādīts citādi, pieņemt, ka visas reakcijas norisinās kvantitatīvi (pilnībā), visas nogulsnes izkrīt pilnībā un nesatur šķīdinātāja paliekas un visu gāzu tilpumi doti normālos apstākļos (n.a.: 1 atm, 0 °C).

Jums tiek piedāvāti uzdevumi piecās kategorijās – neorganiskā ķīmija (N), analītiskā ķīmija (A), organiskā ķīmija (O), fizikālā ķīmija (F), vispārīgā ķīmija (V); eksperimentālais uzdevums (E) būs pieejams jūsu izvēlētajā laika intervālā. Šajā komplektā ir 9 uzdevumi (neskaitot eksperimentālo), 17 lappuses ar uzdevumiem un 14 atbilžu lapas. Lūdzu, pārbaudiet, vai esat saņēmuši pilnu komplektu, un uzrakstiet komandas kodu uz katras atbilžu lapas!

Visticamāk, jūs dotajā laikā neizpildīsiet visus uzdevumus perfekti. Tādēļ atcerieties strādāt komandā, sadalīt darbu un koncentrēties uz tiem uzdevumiem, ko jūs varat izpildīt.

**Vēlam veiksmi!**



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

### Neorganiskā ķīmija (31%)

#### N1. Pie zilās Donavas (21,5 punkti)

Kāda indīga trīsatomu gāze **A**, kurai ir mazliet skābas īpašības, specifiska smarža un kuras relatīvais blīvums pret  $N_2O$  ir 0,614, bāziskā šķīdumā veido jonus **X**. Ja šim šķīdumam pievieno  $CuSO_4$ , sākumā rodas nestabils savienojums **B**, kas ātri, mainot oksidēšanās pakāpi, sadalās par sāli **C** un gāzi **Y**. Vielu **Y** var uzskatīt par **X** dimēru. **C** un **Y** rodas molārajā attiecībā 2:1.

N1.1. Daudziem skābes **A** sāļiem piemīt kāda izteikta īpašība. Tie ir (izvēlieties vienu): (1 punkts)

- sprādzienbīstami
- indīgi
- ķīmiski inerti
- ar zemu kušanas temperatūru
- ļoti slikti šķīst ūdenī

Neorganisku savienojumu Luisa struktūrās parasti izpildās sakarība, ko sauc par okteta likumu – elektronu skaits ap katru atomu vienāds ar 8. Elektronu skaitu ap atomu aprēķina kā  $2S + 2P + N$ , kur  $S$  ir atoma veidoto kovalento saišu skaits,  $P$  ir nedalīto elektronu pāru skaits un  $N$  ir nesapāroto elektronu skaits.

N1.2. Cik neciklisku izomēru, kuriem izpildās okteta likums, ir iespējami savienojumam **Y**? Uzzīmējiet to Luisa struktūras! (4 punkti)

Jons **X** spēj labi koordinēties ar metāliem un veidot kompleksos savienojumus. Viens piemērs ir dzeltens komplekss **D**, kas satur metālu **M**. Tam reaģējot ar  $M^{2+}$  joniem, veidojas tumši zilas nogulsnes **E**, kurās **M** masas daļa ir 45,58%.

N1.3. Kā triviāli dēvē vielas **D** un **E**? (1 punkts)

Kāds organisks savienojums **F** satur tādu pašu struktūras fragmentu kā jons **X**. Vielas **F** molmasa ir mazāka par 50 g/mol. **F** ir ļoti plaši izmantota viela laboratorijās kā šķīdinātājs. Interesanti, ka **F** spēj arī reaģēt ar neorganiskajiem sāļiem un pārejas metāliem, kļūstot par ligandu kompleksajos savienojumos. Piemēram, pastāv tāds komplekss **G**, kura anjons ir  $BF_4^-$  un kura kompleksveidotājs ir divvērtīgs metāls **H**, bet ligandi – **F** molekulas. Metāla atomnumurs ir pāra skaitlis, un tā masas daļa **G** ir 12,32%.

N1.4. Kāds ir vielas **F** nosaukums? (1 punkts)



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

---

N1.5. Kāds ir koordinācijas skaitlis kompleksajā savienojumā **G**? (1 punkts)

Gāze **A** ir sastopama Visumā – starpzvaigžņu telpā, tāpēc apskatīsim reakciju, kas norit šajos apstākļos. Neskatoties uz mazliet skābajām **A** īpašībām, šī viela var tikt vēl protonēta, veidojot jonu **I**. To var panākt, izmantojot neierastu katjonu **J**. Tas sastāv no viena elementa atomiem un tā molmasa ir vienāda ar šī elementa grupas, perioda un atomskaitļa summu.

N1.6. Uzrakstiet ķīmiskās formulas vielām **A–J**, **M**, **X** un **Y**. (12 punkti)

N1.7. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai, kurā rodas jons **I**. (1,5 punkti)



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

### N2. Krāsainais ķīmijas maršs (21 punkts)

Metālam **A** ir daudz krāsainu savienojumu un dažādu oksidēšanās pakāpju. Tā stabilākās oksidēšanās pakāpes joni ūdens šķīdumu iekrāso sārtu. Sāls **B** ( $w_{\text{Cl}} = 54,6\%$ ) sārtajam šķīdumam pievienojot koncentrētu  $\text{HCl}$ , krāsa nomainās uz zilu, jo veidojas kompleksais anjons **C**.

Savienojumu **D** plaši izmanto kā pigmentu, sevišķi krāsām un stiklam. To var iegūt reakcijā starp vielām **E** un **F**, tās karsējot. Vielā **D** metāla **A** un skābekļa daudzuma attiecība ir 1:4. Vielu **E** var iegūt, karsējot metālu **A** gaisā. Vispirms izveidojas oksīds **G**, kurš, karsējot virs  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ , zaudē 6,64% savas masas, kā rezultātā veidojas **E**. Šajā reakcijā metāla **A** vidējā oksidēšanās pakāpe samazinās par  $\frac{2}{3}$ . Savukārt **F** ir amfotērais oksīds, kurā skābekļa masas daļa ir 47,1%.

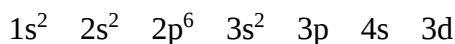
Rozā savienojums **H** ir ļoti noderīga izejviela dažādām sintēzēm kā metāla **A** avots. To var iegūt, apstrādājot **E** ar vāju skābi **I**, ko plaši izmanto organiskajā ķīmijā. **I** reaģējot ar gāzes **J** šķīdumu, kuram ir asa smaka un bāziskas īpašības, rodas sāls **K**, kurā  $w_{\text{O}} = 41,6\%$ . Tas reaģē ar savienojumiem **H** un **J** skābekļa klātienē. Rodas oranžīgs komplekss savienojums **L**, kurā  $w_{\text{O}} = 28,4\%$ . Tā kompleksais katjons izceļas ar savu stabilitāti – tas nesadalās pat karstā koncentrētā sālsskābē.

N2.1. Uzrakstiet savienojumu **A–L** ķīmiskās formulas. (12 punkti)

N2.2. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai, kurā **G** sadalās un veidojas **E**. (1,5 punkti)

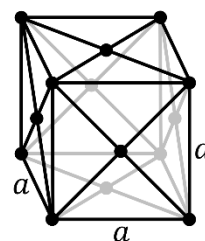
N2.3. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai, kurā rodas **L**. (2 punkti)

N2.4. Pabeidziet metāla  $\text{A}^{3+}$  elektronu konfigurāciju, neskaitot ligandu elektronus. Ja apakšlīmenī nav elektronu, tad rakstiet 0. (1,5 punkti)



Metāls **A** veido skaldnē centrētu kubisku ( $\text{fcc}$  jeb kubisks F, sk. attēlu pa labi) kristālrežģi. Elementāršūnas malas garums  $a = 354\text{ pm}$ .

N2.5. Aprēķiniet metāla blīvumu ( $\text{g/cm}^3$ ), ņemot vērā atomu skaitu, kas pieder vienai elementāršūnai! Ja nenoteicāt metālu iepriekšējos punktos, tad pieņemiet, ka tā molmasa ir  $69\text{ g/mol}$ ! (4 punkti)





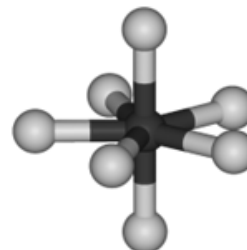
## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

### N3. Renāra avantūra (23,5 punkti)

Reiz ķīmiķis Renārs kāda sudrabaini pelēka metāla **A** stieplītes fragmentu 400 °C temperatūrā apstrādāja ar gāzveida fluoru, iegūstot savienojumu **B**, kuram ir reti sastopama molekulārā ģeometriskā uzbūve; vēl ar šādu uzbūvi ir tikai joda heptafluorīds. Tam piemīt piecstūra bipiramīdas ģeometriskā uzbūve (attēls pa labi). Iegūtajai vielai **B** dejonizētā ūdenī, tas pilnībā izšķīda, veidojot divas skābes – **C** un **D** ( $M_D > M_C$ , **D** ir vienvērtīga un halogēnu atomus nesatur). Iegūto šķīdumu sadalīja divās daļās.



Pirmajai daļai pievienoja KOH šķīdumu, iegūstot nogulsnes **E**. Otrajai pievienoja amonjaka ūdens šķīdumu, iegūstot šķīstošu sāli **F**. Otro šķīdumu ietvaicēja līdz sausam un visu sauso atlikumu pārnesa uz vārglāzi, bet virs vārglāzes novietoja dzesētu apaļkolbu. Vārglāzi uzmanīgi karsēja 300 °C temperatūrā. Pēc kāda laika tā bija pilnīgi tukša – tajā nebija ne sākotnējā cietā atlikuma, ne arī karsēšanas produktu. Taču uz apaļkolbas apakšas bija izveidojušies dzeltenīgi vielas **G** ( $M = 484$  g/mol) kristāli. Kristāli tika pārnesti uz tīģeli un karsēti 600 °C temperatūrā inertā atmosfērā. Ieguva tikai skābekli un tumši zilu, gandrīz melnu vielu **H**. Skābekļa masas daļa vielā **H** ir 14,68%.

Savienojumu **G** vai **H** (jebkuru no tiem) apstrādājot ar ūdeņradi paaugstinātā spiedienā un temperatūrā, tiek iegūts atpakaļ sākotnējais metāls **A**. Metālu apstrādājot ar hloru, iegūst sarkanu vielu **I** (tajā **A** masas daļa 63,59%), kuru turpinot apstrādāt ar hloru, iegūst **J** (no **I** uz **J** molmasa palielinājās 1,243 reizes).

Gan **G** un **H**, gan **I** un **J** ir bināri savienojumi. Tomēr pastāv arī sarežģītāki metāla **A** savienojumi. Piemēram, vielā **K** metāla **A** masas daļa ir 69,02% un tā satur vēl divus citus elementus (bet nevienu elementu, kas nebūtu jau sastapts vielās **G–I**).

Interesants ir arī savienojums **E**, jo no tā tālāk var iegūt visai neparastus savienojumus. **E** suspendējot bezūdens etanolā un apstrādājot ar metālisku kāliju, tiek iegūts balts savienojums **L**. Tas ir komplekss, kuram ligandi ir tikai hidrīdjonu, kā arī interesanti, ka centrālais **A** atoms ir nonakoordinēts. Ūdeņraža un kālija atomu skaita attiecība **L** molekulformulā ir 4,5.

No **E** var iegūt arī vairākus krāsainus savienojumus. Piemēram, to apstrādājot ar HCl un  $\text{CrCl}_2$  šķīdumu, rodas zaļš komplekss **M** (tas nesatur hromu, tā molmasa ir 438 g/mol un anjons ir oktaedrisk). No **E** var iegūt vēl vienu zaļu savienojumu, to apstrādājot ar kālija dzīvsudraba amalgamu (Hg reakcijā nepiedalās) un KCN pārākumā. Iegūtais kompleksais savienojums **N** arī ir oktaedrisk, bet centrālā atoma **A** oksidēšanās pakāpe ir +1.

N3.1. Uzrakstiet vielu **A–N** ķīmiskās formulas! (18 punkti)

N3.2. Kāda bija  $\text{CrCl}_2$  loma reakcijā, kurā veidojas **M**? (1 punkts)



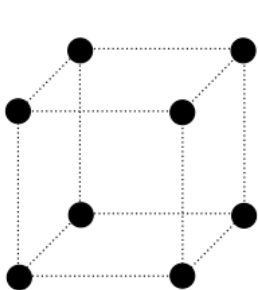
## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

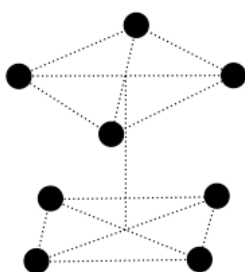
2. kārtā

N3.3. Uzzīmējiet savienojuma **K** struktūru, pēc iespējas precīzāk attēlojot tā telpisko uzbūvi! (1,5 punkti)

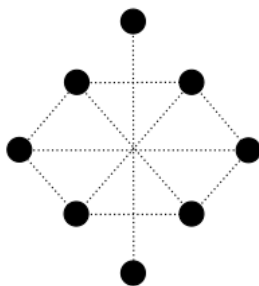
N3.4. Vielai **B** reaģējot ar CsF, rodas kompleksais anjons, kurā visi ligandi ir vienādi. Izvēlieties, kurš no piedāvātajiem variantiem vislabāk atbilst šī anjona telpiskajai uzbūvei. Ņemiet vērā, ka ligandi izvietojas ap centrālo atomu maksimāli tālu viens no otra! (3 punkti)



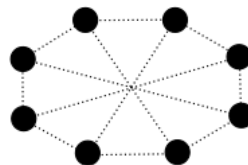
a)



b)



c)



d)

Melnie riņķi apzīmē ligandus. Raustītās līnijas ir palīglīnijas ģeometrijas parādīšanai. Centrālais atoms nav attēlots.



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

### *Analītiskā ķīmija (8%)*

#### **A1. Slavenais nemetāls A (16 punkti)**

Kādu nemetālu **A** vārīja skābes **E** ūdens šķīdumā, kas saturēja tieši 0,08065 mol **E**. Skābe **E** satur nemetālu **B**. Nemetāls **A** ir ņemts pārākumā, un pēc reakcijas pāri palikušo **A** nofiltrē. Reakcijā rodas tikai divas vielas, no kurām viena ilgstošas vārīšanas laikā izdalās no reakcijas maisījuma kā gāze **C** (satur **B**), un šķīdumā paliek skābe **D** (satur **A**), kura ir atrodama šķīdības tabulā.

Visu izdalīto gāzi **C** ievadīja 50,00 mL ūdens. Tā pilnībā izšķīda, veidojot stipri skābu šķīdumu ar masu 52,94 g. Šķīdumu pārnesa 200 mL mērkolbā un atšķaidīja līdz atzīmei, tad no tā paņēma 10,00 mL un pārnesa koniskajā kolbā. Titrējot ar 0,2463 mol/L NaOH šķīdumu, patērēja 16,37 mL titranta.

A1.1. Nosakiet vielu **C** un uzrakstiet ķīmisko formulu! (3 punkti)

A1.2. Kāds bija mērkolbā atšķaidītā **C** šķīduma pH? (2 punkti)

Notitrētais šķīdums satur tikai vielas **C** nātrija sāli **F**. Ja tam pievieno 1,000 mL 2,000 mol/L  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  šķīduma, rodas mazšķīstoša viela **G** (nogulšņu masa 0,2850 g).

A1.3. Uzrakstiet vielu **F** un **G** ķīmiskās formulas! (2 punkti)

A1.4. Aprēķiniet **G** šķīdību ūdenī (g/mL)! Pieņemiet, ka šķīdumu tilpumus var saskaitīt, un ignorējiet šķīdumā esošo jonu ietekmi uz **G** šķīdību. (3 punkti)

Savukārt **D** šķīdumu sadalīja divās vienādās daļās. Pirmajai daļai pievienoja  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  pārākumā. Iegūtās nogulsnes izžāvēja, līdz to masa vairs nemainījās, un nosvēra (nogulšņu masa 10,00 g). Pēc tam otrajai šķīduma daļai pievienoja  $\text{AgNO}_3$  pārākumā, iegūtās nogulsnes izžāvēja, līdz to masa vairs nemainījās, un nosvēra (nogulšņu masa 27,03 g).

A1.5. Nosakiet vielas **A**, **B**, **D**, **E** un uzrakstiet ķīmiskās formulas! (4 punkti)

A1.6. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai starp nemetālu **A** un skābes **E** ūdens šķīdumu! (2 punkti)



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

### Organiskā ķīmija (20%)

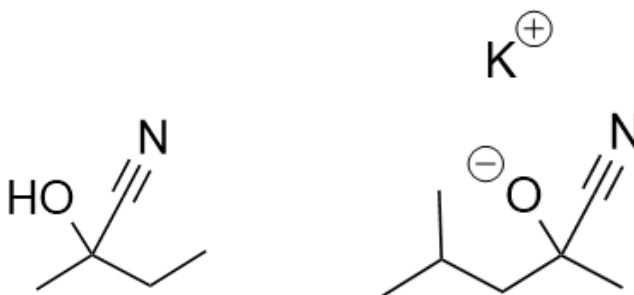
#### O1. Slēptais cianīds (19 punkti)

Neorganiskajā ķīmijā cianīdgrupa ir sastopama cianīdjonu  $\text{CN}^-$  saturošos sāļos, kā arī tiem atbilstošajā skābē – ciānūdeņražskābē jeb zilskābē  $\text{HCN}$ . Šie savienojumi ir ļoti noderīgi sintēzē.

O1.1. Uzzīmējiet cianīdiona un zilskābes Luisa struktūras! (2 punkti)

Cianīdgrupu var atrast arī dažādos organiskos savienojumos; šādā kontekstā to mēdz saukt arī par nitrilgrupu. Viena no savienojumu klasēm, kas satur cianīdgrupu, ir ciānhidrīni. Tie veidojas, ketonam vai aldehīdam reaģējot ar sārmu metāla cianīdu vai ar zilskābi. Cianīdjons pievienojas ketona vai aldehīda karbonilgrupas ( $\text{C}=\text{O}$ ) oglekļa atomam).

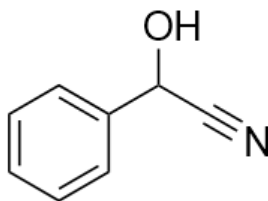
O1.2. Norādiet, kurš savienojums (attēli zemāk) ir veidojies no ketona un  $\text{KCN}$  un kurš – no ketona un  $\text{HCN}$ ! *Savienojumi ir veidojušies no dažādiem ketoniem.* (3 punkti)



O1.3. Uzzīmējiet struktūrformulas ketoniem, kuri veidoja abus ciānhidrīnus! (3 punkti)

O1.4. Uzzīmējiet mehānismu reakcijai starp  $\text{KCN}$  un pentān-2-onu! (2 punkti)

Ciānhidrīni var būt ļoti nestabili savienojumi un sadalīties par aldehīdu vai ketonu un  $\text{HCN}$ . Tomēr dabā pastāv arī tādi ciānhidrīni, kas ir salīdzinoši stabili un sadalās tikai noteiktos apstākļos. Viens šāds savienojums ir mandelonitrils:





## IV Ķīmiku dārzs (2024)

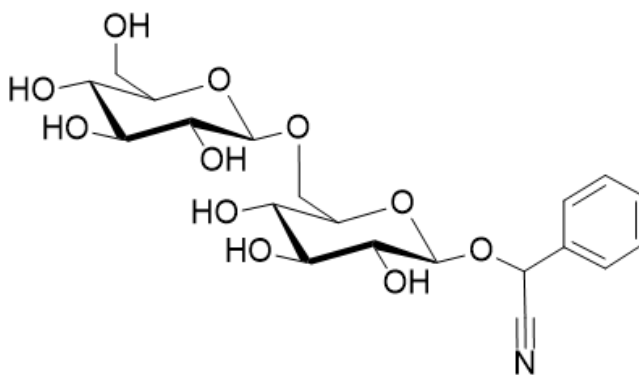
11.–12. klase

2. kārtā

O1.5. Uzrakstiet vienādojumu (ar struktūrformulām) līdzsvara reakcijai starp mandelonitrilu un tā sadalīšanās produktiem! (3 punkti)

Dažreiz varam dzirdēt apgalvojumu, ka ķiršu, aprikožu un citu augļu kauliņos ir cianīds. Pareizāk gan būtu teikt, ka tajos ir *slēptais cianīds* ciānhidrīnu formā. Mandelonitrils ir viens no daudzajiem ciānhidrīniem, kas sastopami augļu kauliņos.

Vēl viens šāds savienojums ir amigdalīns, tam ir sarežģītāka struktūra, kurā var atpazīt divus vienādus no glikozes radušos fragmentus:



Enzīma (bioloģiska katalizatora) klātbūtnē amigdalīns hidrolizējas, veidojot glikozi, zīlskābi un benzaldehīdu. Par saindēšanos ar cianīdu ir atbildīga zīlskābe, jo tā ir ļoti indīga. Saindēšanās ar zīlskābi ir letāla, ja tās koncentrācija ir augstāka par 0,6 mg uz 1 kg cilvēka ķermeņa masas.

O1.6. Uzrakstiet reakcijas vienādojumu (ar struktūrformulām) amigdalīna hidrolīzei! (3 punkti)

O1.7. Āboli var saturēt ap 3 g amigdalīna uz 1 kg ābolu. Aprēķiniet, vai 70 kg cilvēks, kas apēd 1 kg ābolu ar visām sēkliņām, var letāli saindēties ar zīlskābi! Pieņemiet, ka amigdalīns hidrolizējas pilnīgi (*šis pieņēmums realitātē neizpildās!*) un tas ir vienīgais ābolos esošais ciānhidrīns. (3 punkti)



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

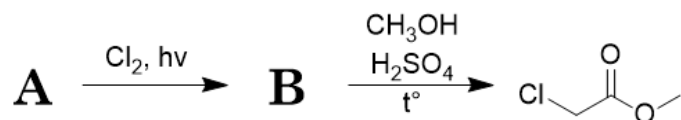
11.–12. klase

2. kārtā

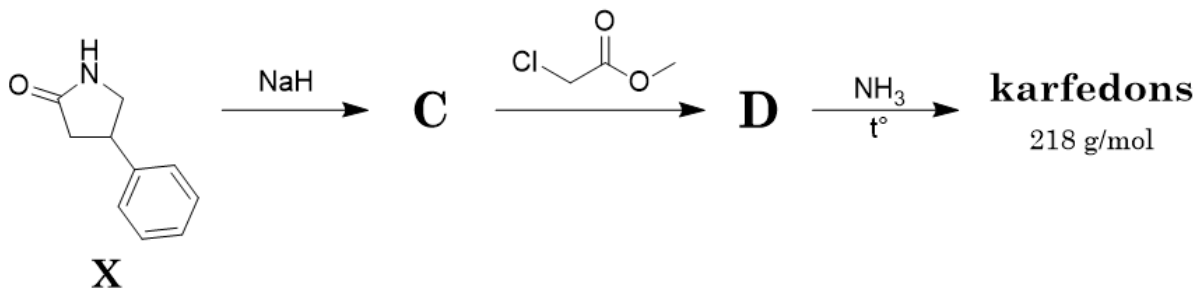
### O2. Kērlingu vai karfedonu? (22 punkti)

Ļaunais Pēteris vēlējās uzvarēt Vecjaunmāzkāpostu pagasta kērlinga turnīrā un bija gatavs darīt jebko, lai sasniegtu šo mērķi. Lasot zinātniskos rakstus, Pēteris uzzināja par **karfedonu** – Austrumeiropā izstrādātu medikamentu, kas darbojas kā stimulants un ļauj ilgāk veikt intensīvu fizisku darbu. Šī iemesla dēļ tas ir aizliegts sporta sacensībās visā pasaulē.

Tā kā Vecjaunmāzkāpostos nav pasta nodaļas, Ļaunajam Pēterim nācās karfedonu iegūt pašam. Pārtikas veikalā nopērkamu organisku vielu **A** hlorējot gaismā, iegūst **B**. Gan **A**, gan **B** ūdens šķīdumiem ir skāba reakcija. Vielu **B** karsējot metanola un sērskābes klātienē, tiek iegūts tālākajā sintēzē noderīgs reaģents:



Kādā vecā, putekļainā burkā Pēteris atrada izejvielu **X** un noskaidroja tās struktūru (attēlā zemāk). **X** apstrādājot ar NaH kādā organiskā šķīdinātājā, rodas reaģētspējīgs savienojums **C**. Šim reakcijas maisījumam pievienojot iepriekš pagatavoto reaģentu, veidojas nogulsnes, kuras nofiltrē. Filtrāts ir vielas **D** šķīdums. Vielu **D** apstrādājot ar amonjaku, iegūst **karfedonu** (tā molmasa ir 218 g/mol).



O2.1. Uzzīmējiet vielu **A–D** un **karfedona** struktūrformulas! (6 punkti)

O2.2. Pēteris nevarēja atrast NaH pārvērtībai  $\text{X} \rightarrow \text{C}$ . Kuru no šiem reaģentiem var izmantot tā vietā? Izvēlieties vienu: (1,5 punkti)

- $\text{NaHCO}_3$
- $\text{NaOCH}_3$
- $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$
- $\text{H}_2$ , Pd/C
- $\text{NH}_3$  (gāzveida, bezūdens)



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

O2.3. Pēterim nebija pieejama plaša organisko šķīdinātāju izvēle – tikai dietilēteris un etiķskābe. Kuru no tiem labāk lietot reakcijā  $X \rightarrow C$ ? (1 punkts)

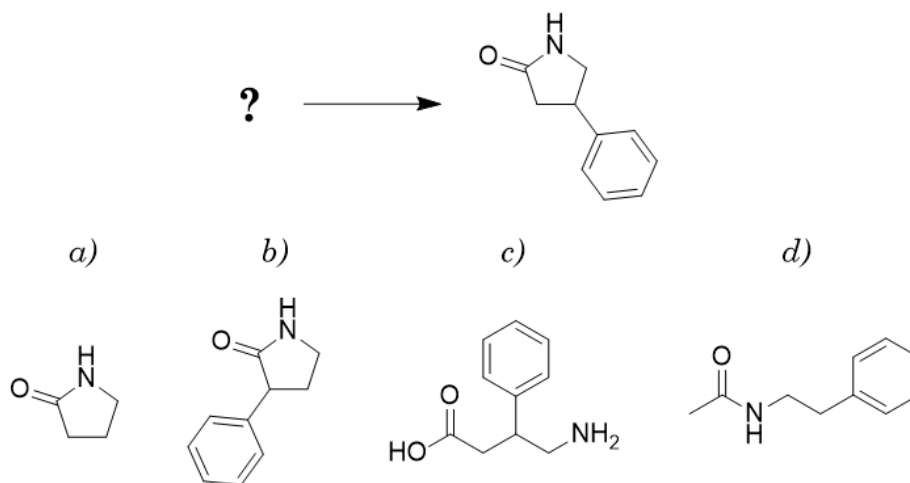
O2.4. Ko varētu novērot, ja vielai C pievienotu ūdeni? Izvēlieties vienu: (1 punkts)

- Tā nešķīstu ūdenī, jo ir pārāk nepolāra
- Tā šķīstu ūdenī, jo satur jonu saiti
- Notiktu reakcija. Rastos izejviela X
- Notiktu reakcija. Rastos kāds cits organisks savienojums, kas shēmā nav parādīts

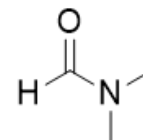
O2.5. Kāda organiskos šķīdinātājos slikti šķīstoša viela izgulsnējās reakcijā  $C \rightarrow D$ ? Uzrakstiet ķīmisko formulu. (1,5 punkti)

O2.6. Uzzīmējiet mehānismu reakcijai  $D \rightarrow \text{karfedons!}$  (5 punkti)

O2.7. Ja Pēteris nebūtu atradis izejvielu X, viņam arī tā būtu jāiegūst. Izvēlieties vienu no vielām a–d un piedāvājiēt veidu, kā no tās iegūt X (vienā vai vairākos soļos)! Norādiet nepieciešamos reaģentus un starpproduktus, ja tādi ir. (4 punkti)



Jebkura sintezēta viela pēc iegūšanas ir jāattīra no piemaisījumiem. Zināms, ka karfedons ir kristāliska viela ar kušanas temperatūru 134 °C, Pēteris izvēlējās to attīrīt pārkristalizējot. Pēterim bija beigusies etiķskābe, bet bija pieejams dietilēteris, etanols un dimetilformamīds (struktūrformula parādīta pa labi). Karfedons šķīst visos šajos šķīdinātājos, bet tiem atšķiras viršanas temperatūras:





## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

---

| Šķīdinātājs          | Dietilēteris | Etanols | Dimetilformamīds |
|----------------------|--------------|---------|------------------|
| Viršanas temperatūra | 35 °C        | 78 °C   | 153 °C           |

O2.8. Kuru no pieejamajiem šķīdinātājiem jūs ieteiktu izvēlēties karfedona kristalizēšanai? Īsi pamatojiet, kāpēc jūsu izvēlētais šajā gadījumā ir labāks par pārējiem diviem. (2 punkti)

Kad garā sintēze un attīrīšana bija galā, ķērlinga turnīrs jau bija pagājis. Taču tam nebija nozīmes – Pēteris saprata, ka ķīmija ir viņa dzīves patiesā aizraušanās. Viņš nodibināja Vecjaunmazkāpostu farmaceitisko rūpnīcu, kā arī antidopinga laboratoriju, kurā pārbaudīt, vai sportisti nelieto aizliegtas vielas. Tagad pagastā viņu pazīst kā Labo Pēteri.



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

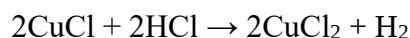
2. kārtā

### Fizikālā ķīmija (16%)

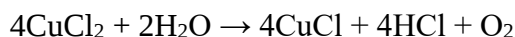
#### F1. Zaļš ūdeņradis (34 punkti)

Pasaulē, kas cenšas pakāpeniski atteikties no fosilajiem kurināmajiem, ūdeņradis ir nozīmīga alternatīvā degviela. Īpaši svarīgi ir atrast efektīvas ūdeņraža ražošanas metodes, kas vienlaikus neizdala CO<sub>2</sub> vai citas piesārņojošas gāzes. Vienā no piedāvātajiem procesiem ūdeņradi iegūst ar vara(I) un vara(II) hlorīdu starpniecību – tāpēc to var saukt par zaļu gan videi draudzīguma dēļ, gan iesaistīto vielu krāsas dēļ.

Procesa pamatā ir elektrolīze ūdens šķīdumā (reakcija **A**):



Izdalīto ūdeņradi savāc, savukārt vara(II) hlorīdu no šķīduma izdala un augstā temperatūrā (500–600 °C) reducē ar ūdens tvaiku (reakcija **B**):



(Patiesībā **B** veic vairākās stadijās, bet šeit aplūkosim vienkāršotu modeli, kur tā ir viena reakcija.) Rezultātā daļu no izejvielām izdodas atgūt un veidojas reakciju cikls.

**F1.1.** Kādai summārajai ūdeņraža iegūšanas reakcijai atbilst šis process? Uzrakstiet tās vienādojumu. (1 punkts)

Elektrolīzes reakcijā **A** par anodu izmanto cietu CuCl.

**F1.2.** Uzrakstiet jonu–elektronu pusreakciju vienādojumus procesiem, kas notiek pie anoda un pie katoda. (2 punkti)

Dotas dažu vielu un jonu veidošanās standartentalpijas un standartentropijas:

|                                                 | CuCl (c) | Cu <sup>2+</sup> (aq) | Cl <sup>–</sup> (aq) | H <sup>+</sup> (aq) | H <sub>2</sub> (g) |
|-------------------------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| $\Delta_f H^\circ$ , kJ mol <sup>–1</sup>       | –138,1   | 64,8                  | –167,2               | 0                   | 0                  |
| $S^\circ$ , J K <sup>–1</sup> mol <sup>–1</sup> | 87,0     | 70,0                  | –48,4                | 65,35               | 130,7              |

*Piezīme:* Joniem standartentropija  $S^\circ$  ir atkarīga no atskaites punkta; šeit (kā elektroķīmijā pieņemts) vērtības izvēlētas tā, lai ūdeņraža jonu reducēšanās pusreakcijai  $\Delta_r G^\circ$  būtu vienāds ar 0.



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

Zināms, ka elektrolīzi veica 25 °C temperatūrā.

F1.3. Aprēķiniet un ierakstiet tabulā (*tīrrakstā to dariet atbilžu lapā*) reakciju termodinamiskos parametrus un elektrodu standartpotenciālus  $E^0$ : (6 punkti)

| Reakcija          | $\Delta_r H^0$ , kJ mol <sup>-1</sup> | $\Delta_r S^0$ , J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> | $\Delta_r G^0$ , kJ mol <sup>-1</sup> | $E^0$ , V |
|-------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| Pusr-ja pie an.   |                                       |                                                      |                                       |           |
| Pusr-ja pie kat.  |                                       |                                                      |                                       |           |
| <b>A</b> (kopējā) |                                       |                                                      |                                       |           |

Laboratorijā bieži izmanto balonus, kuru iekšējais tilpums ir 50 L un maksimālais spiediens 160 bar.

F1.4. Cik mol H<sub>2</sub> satur šāds balons istabas temperatūrā (25 °C)? (2 punkti)

Ideālā elektrolīzes reakcijā patērētā elektroenerģija  $W_{el}$  saistīta ar reakcijas Gibbsa enerģijas izmaiņu un iegūtās vielas daudzumu  $n$ :

$$W_{el} = n\Delta_r G$$

F1.5. Cik daudz elektroenerģijas jāpatērē reakcijā **A**, lai ar saražoto ūdeņradi uzpildītu vienu balonu? Atbildi izsakiet gan MJ (1 MJ = 1000 kJ), gan kWh (1 kWh = 3,6 MJ). (3 punkti)

F1.6. Pierādiet, ka sakarība  $W_{el} = n\Delta_r G$  ir patiesa. *Padoms:* Varat izmantot no fizikas zināmo formulu  $W_{el} = UIt$ . Atcerieties, ka spriegums  $U$ , atšķirībā no elektroda (šūnas) potenciāla  $E$ , vienmēr ir pozitīvs lielums. (5 punkti)

Lai noslēgtu ciklu, vara(I) hlorīdu reģenerē reakcijā **B**. Noteica šīs reakcijas Gibbsa enerģijas izmaiņu divās temperatūrās:

$$\Delta_r G^0(690 \text{ K}) = 55,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r G^0(840 \text{ K}) = -21,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

F1.7. Aprēķiniet reakcijas **B**  $\Delta_r H^0$  un  $\Delta_r S^0$ , pieņemot, ka šie lielumi dotajā temperatūru intervālā ir nemainīgi. (4 punkti)

F1.8. Aprēķiniet zemāko temperatūru, kādā reakcija **B** var notikt spontāni. (3 punkti)



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

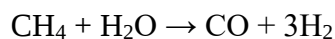
11.–12. klase

2. kārtā

Reakcija ir endotermiska, taču tās norisei tiek piedāvāts izmantot kodolreaktoru termisko pārpalikumu (siltumu, kas nenonāk līdz elektroenerģijas ģeneratoriem). Šo procesu uzdevuma rakstīšanas brīdī plāno ieviest vairākās Kanādas jaunākās paaudzes AES.

*F1.9.* Cik daudz siltuma (MJ) jāpatērē, lai atgūtu visu CuCl, kas patērējies iepriekš aprakstītajā ūdeņraža iegūšanā vienam balonam? (3 punkti)

Mūsu apskatītā metode, ko sauc par vara–hlora ciklu, konkurē ar citiem ne tik zaļiem H<sub>2</sub> ražošanas paņēmieniem. Visplašāk izmanto tā dēvēto metāna tvaika konversiju jeb riformingu:



Praktiskos tvaika konversijas procesos parasti patērē aptuveni 150 kJ siltuma uz 1 mol H<sub>2</sub>.

*F1.10.* Salīdziniet tvaika konversijas enerģijas patēriņu uz 1 mol H<sub>2</sub> ar: *a)* vara–hlora cikla summāro enerģijas patēriņu (gan elektroenerģiju, gan siltumu); *b)* tikai vara–hlora ciklā patērēto elektroenerģiju. Seciniet un paskaidrojiet, vai vara–hlora cikls ūdeņraža iegūšanai ir ekonomiski izdevīgs (konkurētspējīgs ar tvaika konversiju), ņemot vērā tikai enerģijas izmaksas. (5 punkti)



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

*Vispārīgā ķīmija (14%)*

### V1. Sfinksas uzdotās mīklas (15 punkti)

V1.1. Izvēlieties pareizos atbilžu variantus (*tīrrakstā to dariet atbilžu lapā*)! (15 punkti)

| Nr. | Jautājums                                                | Atbilžu varianti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Kas ir azeotrops?                                        | a) Piederums, kuru izmanto destilācijas iekārtā, lai kondensētu destilētās vielas tviakus.<br>b) Lielmolekulārs ķīmiskais savienojums ar virkņveida molekulām, kuras sastāv no liela skaita elementārposmi.<br>c) Tāds divu vai vairāku šķidrumu maisījums, kura sastāvs vārīšanās laikā nemainās.<br>d) Process, kurā elektroni atomā pāriet no viena enerģijas līmeņa uz citu. |
| 2   | Kas ir izomorfisms?                                      | a) Kristalogrāfijā lietots termins, kad divi kristāli ir pēc formas gandrīz identiski.<br>b) Atomfizikā lietots termins, kad diviem izotopiem ir vienādas masas, bet dažāds kodola lādiņš.<br>c) Situācija, kad viena ķīmiskā elementa atomu kodoli atšķiras ar dažādu neitronu skaitu.<br>d) Process, kura laikā nemainas gāzes spiediens.                                      |
| 3   | Kāda oksidēšanās pakāpe ir skābeklim fluorapskābē (HOF)? | a) –1<br>b) 0<br>c) +1<br>d) +2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4   | Kura no dotajām skābēm ir visvājākā ūdens šķīdumā?       | a) $\text{H}_2\text{SO}_4$<br>b) $\text{HF}$<br>c) $\text{HBr}$<br>d) $\text{HClO}_4$                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5   | Kura no dotajām bāzēm nav superbāze?                     | a) $\text{NaH}$<br>b) $\text{CH}_3^-$<br>c) $\text{CsOH}$<br>d) $\text{LiO}^-$                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

|    |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | Kura no dotajām vielām <u>nav</u> pirofora (piroforas vielas aizdegas saskarē ar gaisu)? | a) $\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$<br>b) TNT (trinitrotoluols)<br>c) $\text{B}_2\text{H}_6$<br>d) $\text{P}_4$                                                                                                                                                   |
| 7  | Kurai no īpašībām sistēmai <u>nav</u> jāpiemīt, lai tā būtu aromātiska?                  | a) Jābūt planārai<br>b) Jābūt cikliskai<br>c) Jābūt $4n \pi$ elektroniem, $n$ – naturāls skaitlis<br>d) Jābūt $4n+2 \pi$ elektroniem, $n$ – naturāls skaitlis                                                                                               |
| 8  | Kas ir fotoķīmija?                                                                       | a) Ķīmiskās astronomijas apakšnozare.<br>n) Ķīmijas apakšnozare, kas saistīta ar fotogrāfiju.<br>c) Ar gaismas efektiem uz vielām un reakcijām saistīta ķīmijas apakšnozare.<br>d) Medicīnā izmantota metode, kurā izmanto vājas jaudas lāzerus.            |
| 9  | Kas ir elektronu gāze?                                                                   | a) Gāze ar augstu jonizācijas pakāpi.<br>b) Plazma.<br>c) Elektroni metālos vai pusvadītājos, kas var brīvi pārvietoties pa vielas tilpumu un līdz ar to piedalīties strāvas pārnēsē.<br>d) Orbitāle ap atoma kodolu, kurā elektrona pozīcija nav diskrēta. |
| 10 | Kas ir tiosulfāts?                                                                       | a) Viela, kas katalizē joda šķīduma atkrāsošanos.<br>b) Lādēta daļiņa, kas satur sēra–sēra saiti.<br>c) Disērpaskābes anjons.<br>d) Pagarināts muskusvērsis.                                                                                                |



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kāрта

### V2. Tikai viena reakcija... (14 punkti)

V2.1. Izlieciet koeficientus reakcijas vienādojumā (*tīrrakstā dariet to atbilžu lapā!*) (12 punkti)



→



V2.2. Kurš (vai kuri) elements ir oksidētājs/-i šajā reakcijā un kurš (vai kuri) ir reducētājs/-i? (2 punkti)



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

### *Eksperimentālais uzdevums (11%)*

*Uzdevumu komanda saņem izvēlētajā laika intervāla sākumā*

#### **E1. Es nedzīvošu vienā mājā ar sēni! (24 punkti)**

Jānis sāka apmeklēt cīņas sporta treniņus, taču, par nelaimi, viņam bija kājas sēnīte. Lai ar to neaplipinātu visu džudžitsu klubu, Jānis izlēma no tās atbrīvoties – viņš uzjauks Vitfilda tinktūru. Tās galvenā aktīvā viela ir benzoscābe. Taču vienīgā Jānim pieejamā benzoscābe bija sajaukta ar diazokrāsvielu  $\beta$ -naftoloranžo II. Krāsvielas masas daļa netīrajā benzoscābē bija aptuveni 2,5%. Jānis negribēja, lai viņa pēdas ir koši oranžas netīrās benzoscābes dēļ, tādēļ viņš izlēma, ka benzoscābe jāattīra pārkristalizējot.

*E1.1. Jums dots benzoscābes un  $\beta$ -naftoloranža II maisījums. Attīriet benzoscābi, pārkristalizējot no dejonizēta ūdens. Vērtēta tiks iegūtās benzoscābes masa (iznākums) (8 punkti) un tīrība (8 punkti).*

Pārkristalizēšana ir attīrīšanas metode, kura balstās dažādu vielu atšķirīgajā šķīdībā dažādos šķīdinātājos pie dažādām temperatūrām. Mainot temperatūru un/vai šķīdinātājus, kuros izšķīdināts vielu maisījums, iespējams atdalīt no maisījuma vielu vai vielas. Tipiska pārkristalizēšanas darba gaita iekļauj:

1. maisījuma izšķīdināšanu minimālā daudzumā karsta šķīdinātāja;
2. karsto filtrēšanu (*tikai tad, ja maisījums satur karstā šķīdinātājā nešķīstošus piemaisījumus*);
3. dzesēšanu un kristalizēšanu (*jo lēnāk dzesē šķīdumu, jo lielākus kristālus iegūst – tas ir vēlami, jo lielus kristālus ir vieglāk skalot 5. solī*);
4. filtrēšanu;
5. produkta mazgāšanu un skalošanu ar šķīdinātāju, kurā produkts šķīst slikti.

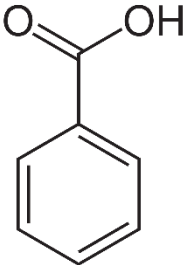
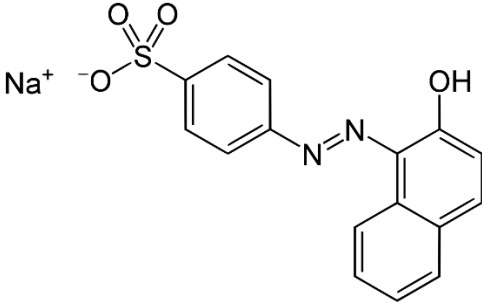
Nākamajā lapā dota informācija par maisījumā esošajām vielām.



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

|                     | Benzoskābe                                                                                                           | β-naftoloranžs II                                                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Struktūrformula     |                                     |  |
| Kušanas temperatūra | 122 °C                                                                                                               | 164 °C                                                                             |
| Šķīdība ūdenī       | 1,7 g/L (0 °C)<br>2,7 g/L (18 °C)<br>3,44 g/L (25 °C)<br>5,51 g/L (40 °C)<br>21,45 g/L (75 °C)<br>56,31 g/L (100 °C) | >10 g/L (0 °C)<br>116 g/L (30 °C)                                                  |
| Drošība             |                                   | Nav bīstama viela                                                                  |

**Neaizmirstiet pēc uzdevuma pabeigšanas sakārtot darba vietu un izmazgāt izmantotos traukus! Ievērojiet darba drošības noteikumus laboratorijā!**

E1.2. Punkti par iekļaušanos dotajā laikā (vērtē laboratorijas novērotājs) (4 punkti)

E1.3. Punkti par darba drošības ievērošanu (vērtē laboratorijas novērotājs) (4 punkti)



## IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kāрта

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_\_

### N1. Pie zilās Donavas (21,5 punkti)

N1.1. (1 punkts)

- ☐ sprādzienbīstami
- ☐ **indīgi**
- ☐ ķīmiski inerti
- ☐ ar zemu kušanas temperatūru
- ☐ ļoti slikti šķīst ūdenī

N1.2. (4 punkti)

**Četri:**



N1.3. (1 punkts)

**D** – dzeltenais asinssāls

**E** – Prūsijas zilais (arī citi nosaukumi)

N1.4. (1 punkts)

**acetonitrils**

N1.5. (1 punkts)

**6**



## IV Kīmīķu dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kāрта

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_\_

N1.6. (12 punkti)

A – HCN

B – Cu(CN)<sub>2</sub>

C – CuCN

D – K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]

E – Fe<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>4</sub>

F – CH<sub>3</sub>CN

G – [Ni(CH<sub>3</sub>CN)<sub>6</sub>](BF<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

H – Ni

I – HCNH<sup>+</sup>

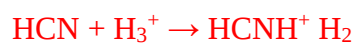
J – H<sub>3</sub><sup>+</sup>

M – Fe

X – CN<sup>-</sup>

Y – (CN)<sub>2</sub>

N1.7. (1,5 punkti)





## IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_\_

### N2. Krāsainais ķīmijas maršs (21 punkts)

N2.1. (12 punkti)

A – Co

B –  $\text{CoCl}_2$

C –  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$

D –  $\text{CoAl}_2\text{O}_4$

E – CoO

F –  $\text{Al}_2\text{O}_3$

G –  $\text{Co}_3\text{O}_4$

H –  $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

I –  $\text{CH}_3\text{COOH}$

J –  $\text{NH}_3$

K –  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$

L –  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6](\text{CH}_3\text{COO})_3$

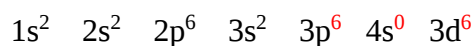
N2.2. (1,5 punkti)



N2.3. (2 punkti)



N2.4. (1,5 punkti)





## IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_\_

N2.5. (4 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

Pārveidosim mērvienības:  $a = 354 \text{ pm} = 3,54 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 3,54 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$

Elementāršūnas tilpums  $V_{E\check{s}} = a^3 = (3,56 \cdot 10^{-8})^3 = 4,51 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$

Elementāršūnai pieskaita  $\frac{1}{8}$  atomu stūros un  $\frac{1}{2}$  atomu uz skaldnēm. Tātad:

$$N = \frac{1}{8} \cdot 8 + \frac{1}{2} \cdot 6 = 4 \text{ atomi}$$

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{4}{6,022 \cdot 10^{23}} = 6,64 \cdot 10^{-24} \text{ mol}$$

$M_{\text{Co}} = 59 \text{ g/mol}$ , elementāršūnas masa  $m_{E\check{s}} = n \cdot M = 6,64 \cdot 10^{-24} \cdot 59 = 3,92 \cdot 10^{-22} \text{ g}$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{3,92 \cdot 10^{-22}}{4,51 \cdot 10^{-23}} = 8,69 \text{ g/cm}^3$$



## IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_\_

### N3. Renāra avantūra (23,5 punkti)

N3.1. (18 punkti)

A – Re

H – ReO<sub>2</sub>

B – ReF<sub>7</sub>

I – ReCl<sub>3</sub>

C – HF

J – ReCl<sub>5</sub>

D – HReO<sub>4</sub>

K – ReO<sub>3</sub>Cl

E – KReO<sub>4</sub>

L – K<sub>2</sub>[ReH<sub>9</sub>]

F – NH<sub>4</sub>ReO<sub>4</sub>

M – K[ReCl<sub>6</sub>]

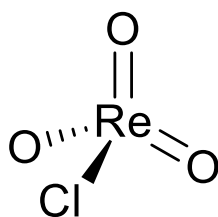
G – Re<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

N – K<sub>5</sub>[Re(CN)<sub>6</sub>]

N3.2. (1 punkts)

Reducētājs

N3.3. (1,5 punkti)



Tetraedriska uzbūve.

N3.4. (3 punkti)

- ☐ a
- ☒ b
- ☐ c
- ☐ d



## IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_\_

### A1. Slavenais nemetāls A (16 punkti)

A1.1. (3 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$$m = 52,94 - 50,00 = 2,94 \text{ g}$$

$$n = \frac{c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{z} \cdot \frac{V_{\text{kop}}}{V_{\text{anal}}} = \frac{0,2463 \cdot 0,01637}{z} \cdot \frac{200}{10} = \frac{0,08064}{z} \text{ g/mol}$$

kur  $z$  – skābes vērtība (1, 2, 3 ...). Tad skābes C molmasa ir:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{2,94}{0,08064} \cdot z$$

Pārbaudot dažādas  $z$  vērtības, vienīgā, kas atbilst reālai skābei, ir  $z = 1$ ,  $M = 36,5 \text{ g/mol}$  (HCl).

A1.2. (2 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$$c_{\text{H}^+} = \frac{c_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{anal}}} = \frac{0,2463 \cdot 16,37}{10,00} = 0,403 \text{ mol/L}; \text{ pH} = -\log_{10} c_{\text{H}^+} = 0,39$$

A1.3. (2 punkti)

**F** – NaCl, **G** – PbCl<sub>2</sub>

A1.4. (3 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$n_{\text{Cl}^-} = n_{\text{Na}^+} = 0,2463 \cdot 0,01637 = 0,00649 \text{ mol}$ ;  $n_{\text{Pb}^{2+}} = 2,000 \cdot 0,001 = 0,002 \text{ mol}$   
Pb<sup>2+</sup> ir mazākumā,  $n(\text{PbCl}_2) = 0,002 \text{ mol}$ ;  $m(\text{PbCl}_2) = n \cdot M = 0,002 \cdot 278 = 0,5560 \text{ g}$   
Tātad šķīdumā palika  $0,5560 - 0,2850 = 0,2710 \text{ g PbCl}_2$ .

$$\text{Šķīdība} = \frac{m_{\text{izšķ}}}{V} = \frac{0,2710}{10,00 + 16,37 + 1,00} = 0,0099 \text{ g/mL}$$

A1.5. (4 punkti)

**A** – P

**B** – Cl

**D** – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

**E** – HClO<sub>4</sub>

A1.6. (2 punkti)





# IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_

## O1. Slēptais cianīds (19 punkti)

O1.1. (2 punkti)

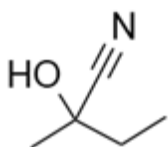
Cianīdjons:



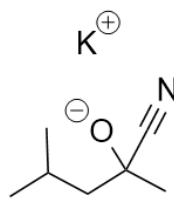
Zilskābe:



O1.2. (3 punkti)

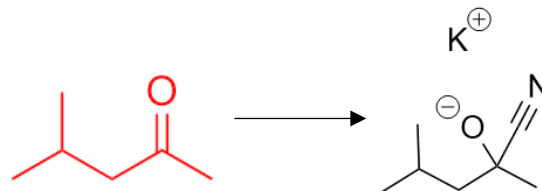
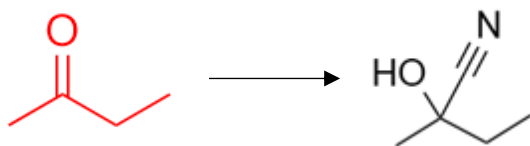


veidojies no ketona un **HCN**

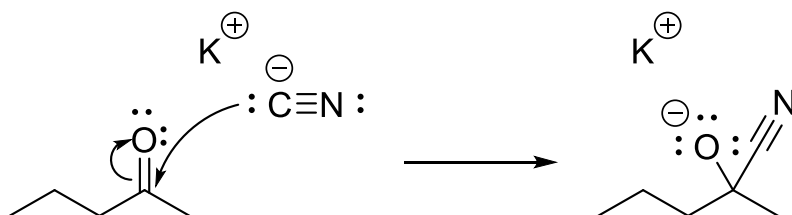


veidojies no ketona un **KCN**

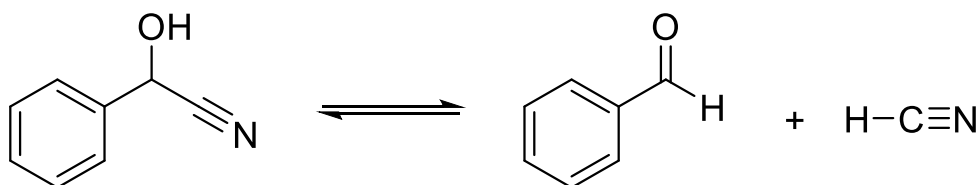
O1.3. (3 punkti)



O1.4. (2 punkti)



O1.5. (3 punkti)





## IV Kīmiku dārzs (2024)

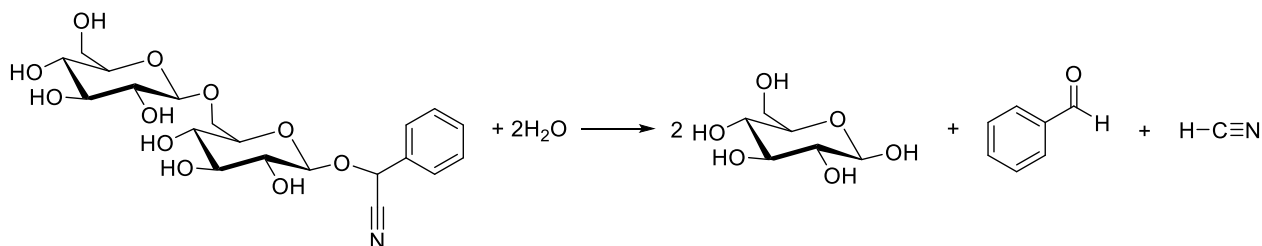
11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_

O1.6. (3 punkti)



O1.7. (3 punkti) *Norādīt risinājuma gaitu!*

Izskaitot atomus, iegūstam amigdalīna molekulformulu:  $C_{20}H_{27}NO_{11}$ , tātad  $M = 457$  g/mol.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{457} = 0,00656 \text{ mol} = n_{\text{HCN}} \text{ (pēc reakcijas vienādojuma)}$$

$$m_{\text{HCN}} = n \cdot M = 0,00656 \cdot 27 = 0,177 \text{ g} = 177 \text{ mg}$$

$$\text{Letālā deva ir } 0,6 \cdot 70 = 42 \text{ mg}$$

Pēc šī aprēķina sanāk, ka letāla saindēšanās ir iespējama ( $177 \text{ mg} > 42 \text{ mg}$ ). Realitātē tā nav un ābolus var droši ēst arī lielos daudzumos un ar visām sēkliņām, jo hidrolizējas tikai daļa tajos esošā amigdalīna.



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

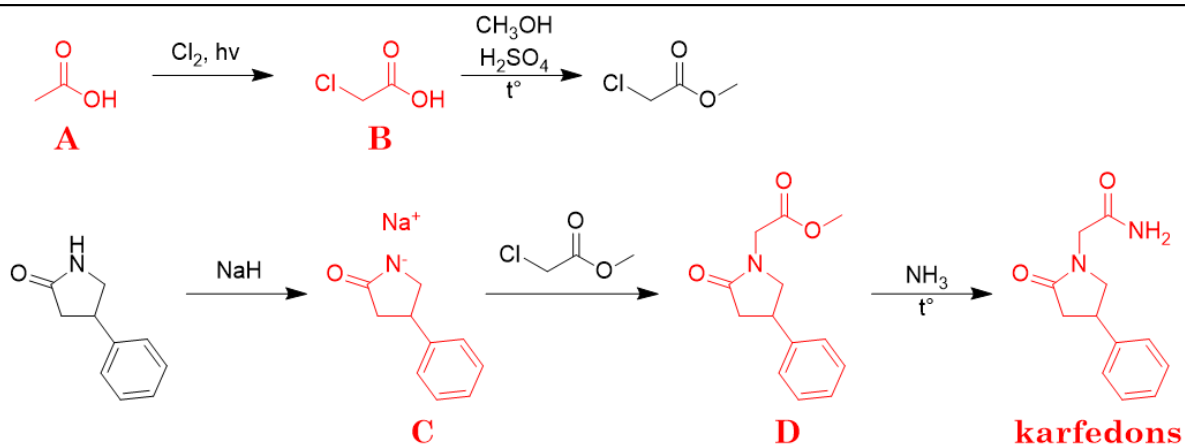
2. kārtā

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_

### O2. Kērlingu vai karfedonu? (22 punkti)

O2.1. (6 punkti)



O2.2. (1,5 punkti)

- ☐  $\text{NaHCO}_3$
- ☒  **$\text{NaOCH}_3$**
- ☐  $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$
- ☐  $\text{H}_2, \text{Pd/C}$
- ☐  $\text{NH}_3$  (gāzveida, bezūdens)

O2.3. (1 punkts)

- ☒ **Dietilēteri**
- ☐ Etiķskābi

O2.4. (1 punkts)

- ☐ Tā nešķīstu ūdenī, jo ir pārāk nepolāra
- ☐ Tā šķīstu ūdenī, jo satur jonu sāiti
- ☒ **Notiktu reakcija. Rastos izejviela X**
- ☐ Notiktu reakcija. Rastos kāds cits organisks savienojums, kas shēmā nav parādīts

O2.5. (1,5 punkti)

**$\text{NaCl}$**



## IV Kīmiku dārzs (2024)

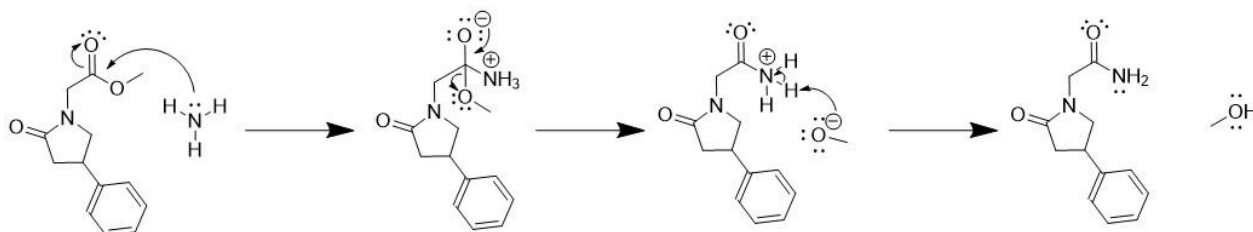
11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

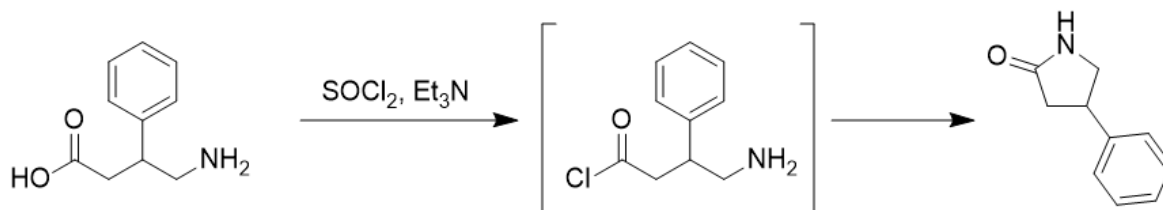
KODS: V-\_\_\_\_\_

O2.6. (5 punkti)



O2.7. (4 punkti)

Visloģiskā izvēle būtu c; piemēram:



O2.8. (2 punkti)

☐ Dietilēteri

☒ **Etanolu**

☐ Dimetilformamīdu

**Pamatojums:**

Dimetilformamīda viršanas temperatūra ir augstāka nekā karfedona kušanas temperatūra – ja viela sāks izgulsnēties, pirms šķīdums ir atdzisis zem  $134\text{ }^\circ\text{C}$ , tad neveidosies kristāli.

Dietilēterim ir pārāk zema viršanas temperatūra; vielas šķīdība istabas temperatūrā un  $35\text{ }^\circ\text{C}$  visdrīzāk būs līdzīga, tāpēc atdzesējot izgulsnēsies tikai neliela daļa.

Attiecībā uz DMF var pieņemt arī atbildi, ka no tā paliekām pēc kristalizēšanas būs grūtāk atbrīvoties.



## IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_\_

### F1. Zaļš ūdeņradis (34 punkti)

F1.1. (1 punkts)



F1.2. (2 punkti)



F1.3. (6 punkti)

| Reakcija         | $\Delta_r H^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup> | $\Delta_r S^\circ$ , J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> | $\Delta_r G^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup> | $E^\circ$ , V |
|------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|
| Pusr-ja pie an.  | 35,7                                      | -65,4                                                    | 55,2                                      | -0,572        |
| Pusr-ja pie kat. | 0                                         | 0                                                        | 0                                         | 0             |
| A (kopējā)       | 71,4                                      | -130,9                                                   | 110,4                                     | -0,572        |

F1.4. (2 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$$p = 160 \text{ bar} = 16\,000 \text{ kPa}, \quad T = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{16\,000 \cdot 50}{8,314 \cdot 298} = 323 \text{ mol}$$

F1.5. (3 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$$W = 323 \cdot 110,4 = 35\,660 \text{ kJ} = 35,7 \text{ MJ} = 9,91 \text{ kWh}$$

F1.6. (5 punkti)

Ideālā elektrolīzē  $U = -E$  (kur  $E$  ir šūnas kopējais potenciāls  $E_{\text{kat}} + E_{\text{an}}$ ; mīnusa zīme, jo spriegums pēc definīcijas ir pozitīvs). Reāli vienmēr būs nepieciešams lielāks spriegums un attiecīgi patērēsies vairāk elektrības. Tad:

$$W = UIt = -EIt; \text{izmantojam formulu } \Delta G = -zFE \Rightarrow -E = \frac{\Delta G}{zF}:$$

$$W = \frac{It\Delta G}{zF} = n\Delta G \left( \text{pēc elektrolīzes pamatsakarības } n = \frac{It}{zF} \right)$$

Rezultātu var iegūt arī tiešā veidā, zinot, ka  $G$  raksturo maksimālo ar izplešanos nesaistīto darbu, ko var veikt sistēma (šajā gadījumā tas būs elektriskais darbs), bet šis fakts nav vidusskolas vai olimpiādes programmā.



## IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kārtā

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_\_

F1.7. (4 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

No formulas  $\Delta_r G^0 = \Delta_r H^0 - T\Delta_r S^0$  sastādām vienādojumu sistēmu:

$$\begin{cases} \Delta_r H^0 - 690 \cdot \Delta_r S^0 = 55\,800 \\ \Delta_r H^0 - 840 \cdot \Delta_r S^0 = -21\,800 \end{cases}$$

Atrisinot iegūstam  $\Delta_r H^0 = 413 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_r S^0 = 518 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ .

F1.8. (3 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

Spontanitātes nosacījums ir  $\Delta_r G^0 < 0$ , tātad robeža, pie kuras reakcija kļūst spontāna, ir  $\Delta_r G^0 = 0$ .

$413\,000 - 518 \cdot T = 0$  (no iepriekš aprēķinātajām vērtībām)

$$T = \frac{413\,000}{518} = 797 \text{ K jeb } 524 \text{ }^\circ\text{C}.$$

F1.9. (3 punkti) *Norādiet risinājuma gaitu!*

$n(\text{CuCl}_2) = 2 \cdot n(\text{H}_2) = 2 \cdot 323 = 646 \text{ mol}$ , koeficients pie  $\text{CuCl}_2$  r-jas vienādojumā ir 4.

$$Q = \frac{646}{4} \cdot 413 = 66\,700 \text{ kJ} = 66,7 \text{ MJ}$$

F1.10. (5 punkti)

a) Cu–Cl cikls kopā patērē **vairāk**/mazāk enerģijas nekā tvaika konversija.

b) Cu–Cl cikla elektroenerģijas patēriņš ir lielāks/**mazāks** nekā tvaika konversijas siltumenerģijas patēriņš.

Cu–Cl cikls ir **izdevīgāks**/neizdevīgāks par tvaika konversiju.

**Pamatojums:**

Uz 1 mol  $\text{H}_2$  vara–hlora cikls patērē 110,4 kJ elektroenerģijas un 206,6 kJ siltumenerģijas, kopā  $110,4 + 206,6 = 317 \text{ kJ}$ . Tātad a) vairāk kopējās enerģijas nekā tvaika konversija, bet b) mazāk, ja skaita tikai elektroenerģiju. Uzdevumā ir teikts, ka siltumenerģiju iegūst no kodolreaktoru termiskā pārpalikuma – tā ir enerģija, kas citādi nebūtu lietderīgi izmantota. Tāpēc reālais patēriņš ir tikai elektrolīzē un metode ir izdevīgāka nekā tvaika konversija.



## IV Kīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kāрта

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_\_

### V1. Sfinksas uzdotās mīklas (15 punkti)

V1.1. (15 punkti)

- |     |                            |                            |                            |                            |
|-----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1.  | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 2.  | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 3.  | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 4.  | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 5.  | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 6.  | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 7.  | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 8.  | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 9.  | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |
| 10. | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d |



## IV Ķīmiku dārzs (2024)

11.–12. klase

2. kāрта

ATBILŽU LAPA

KODS: V-\_\_\_\_\_

### V2. Tikai viena reakcija... (14 punkti)

V2.1. (12 punkti)



V2.2. (2 punkti)

Oksidētājs/-i: **Mn**

Reducētājs/-i: **C, N, Fe**