

# Kīmiķu dārzs 2021

## 9. – 10. klase

### 1. kārtā

## Uzdevumu komplekts

Risinot uzdevumus, lūdzam ievērot:

- uzdevumu risināšanas laiks ir **no 10.00 līdz 13.00**;
- vietās, kur tas prasīts, norādīt pilnu risinājuma gaitu, nevis tikai atbildi;
- skaitliskos jautājumos tiks ieskaitītas atbildes ar ne vairāk kā 5% atšķirību no pareizās vērtības, ja nav norādīts citādi;
- 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 bar, 0 °C).

Jums tiek piedāvāti uzdevumi četrās kategorijās – neorganiskā ķīmija (N), organiskā ķīmija (O), analītiskā ķīmija (A) un vispārīgā ķīmija (V).

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!**



# KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

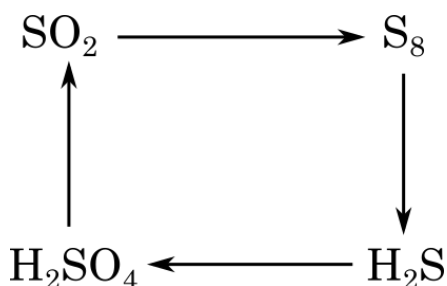
1. kārtā

## Neorganiskā ķīmija (45% no kopējiem punktiem)

### N1. Vēsture atkārtojas (18 punkti)

Dažkārt, kā zināms, ķīmiskie elementi vielās mēdz veidot ciklus – piemēram, sērs  $S_8$  vai benzols  $C_6H_6$ . Taču dažreiz arī ķīmisko elementu savienojumi veido ķīmisko reakciju ciklus. Visbiežāk šādi cikli saistīti ar oksidēšanās-reducēšanās procesiem.

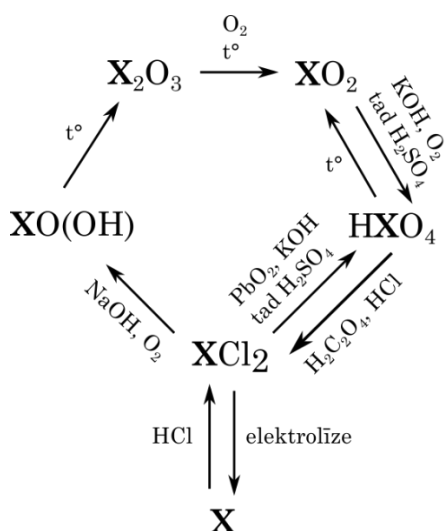
Zemāk dots sēra savienojumu pārvērtību cikls.



N1.1. Uzrakstīt reakciju vienādojumus, ar kuriem var realizēt attiecīgās pārvērtības!

Par katru pārvērtību – pilns punktu skaits, ja tā realizēta vienā solī, vai daļējs, ja vairākos. (8 punkti)

Zemāk dots kāda elementa X pārvērtību cikls.



N1.2. Noteikt X oksidēšanās pakāpi katrā no dotajiem savienojumiem! (3 punkti)

N1.3. Atrast elementu X un uzrakstīt visu reakciju vienādojumus. Pārvērtības no  $XO_2$  uz  $HXO_4$  un no  $XCl_2$  uz  $HXO_4$  rakstīt divos soļos, kā norādīts shēmā. (7 punkti)



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

### N2. Krāsiņas vienkāršībā (14 punkti)

Mazais Žanis reiz bija onkuļa garāžas bēniņos, kur, protams, atrada kādu noputējušu kastīti. Viņš to aiznesa savam onkulim Paulam, kurš uzreiz atpazīna sava tēva elementu kolekciju. Tā kā šī kastīte bija zudusi 60 gadus un visi uzraksti bija laika gaitā cietuši, tad Žanis, būdams ziņkārīgs, izlēma izpētīt, kāds ir tās saturs. Kastē bija 9 dažādi ķīmisko elementu paraugi, katrs atradās pilnībā noslēgtā stikla ampulā. Palīdziet Žanim noteikt, kas atrodas kurā ampulā!

N.2.1. Paraugs veidoja izteikti dzeltenus kristālus bez metāliska spīduma, līdz ar to, pat neatverot ampulu, Žanis saprata, kas par elementu ir pirmajā ampulā. Šo vielu pasildot, tā izkūst. Reaģējot ar kādu no gaisa sastāvdaļām, tiek iegūta gāze ar asu smaku. (2 punkti)

N.2.2. Paraugs bija balts; iemērcot ampulu siltā ūdenī, tas izkusa. Ampulu atverot, Žanis konstatēja, ka tajā esošā viela gaismā uzliesmo, veidojot baltus, kodīgus dūmus. Dūmiem reaģējot ar ūdeni, tie veido izteikti skābu šķīdumu. Šim skābajam šķīdumam pievienojot  $\text{NiCl}_2$  šķīdumu, izkrita nogulsnes. Pēc šiem novērojumiem jaunais pētnieks saprata, kas ir šajā paraugā un vairs to nevēlējās analizēt, jo zināja, ka viela ir ļoti toksiska un bīstama. (2 punkti)

N.2.3. Paraugs sākotnēji šķīta tukšs, bet tad Žanis iedomājās, ka ampulā varētu būt arī kāda gāze. Tā nu viņš ampulu neatverot atdzesēja līdz  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperatūrai, un tajā tik tiešām pēkšņi uzradās blāvi zils šķidrums. Tad Žanis ampulu saplēsa un zilo šķidrumu uzlēja uz degoša skaliņa; skaliņš uzliesmoja ievērojami spēcīgāk nekā pirms tam. Šai gāzei reaģējot ar sālsūdeni iemērktu dzelzs vati, dzelzs pārklājās ar brūnganu kārtiņu. Žanis atklāja vēl kādu šī zilā šķidruma interesantu īpašību – tas pievelk magnētu. (2 punkti)

N.2.4. Paraugs arī sākotnēji izskatījās tukšs, bet šoreiz Žanis ieskatījās uzmanīgāk un redzēja, ka tajā ir gaiši zaļgandzeltenas krāsas gāzveida viela. Arī šo Žanis atdzesēja un novēroja ampulas apakšā uzkrājamies dzeltenu šķidrumu. Ja  $1,000\text{ g}$  šīs gāzes reaģē ar KI pārākumā, tad tiek iegūti  $3,577\text{ g}$  joda. (2 punkti)

N.2.5. Paraugs bija metāliska izskata kristāli ar varavīkšņainu krāsojumu. Žanis ievēroja, ka samērā mazais metāla kristālu gabaliņš bija ievērojami smagāks, nekā varētu gaidīt no tāda izmēra parauga. Šis bija vienīgais paraugs, kuram bija palikusi daļa no uzraksta. Tas vēstīja, ka ampulā ir kāds elements, kura nosaukumā ir “uts”. (2 punkti)



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

N.2.6. Paraugā bija kāds brūns šķidrums, kurš viegli iztvaiko. Šķidrums ir korozīvs, ļoti labi reaģē ar aktīviem, vidēji aktīviem un pat neaktīviem metāliem. Reaģējot ar ūdeni, tas veido kādu spēcīgu skābi. (2 punkti)

N.2.7. Paraugs atkal šķietami bija tukšs, bet šoreiz Žanim nācās paraugu atdzesēt līdz 4 kelvinu temperatūrai, lai gāze sašķidrinātos. Pakļaujot šo gāzi augstam elektriskajam spriegumam, gāze iekrāsojas spilgti dzeltenīgi oranža. Ievietojot degošu skaliņu gāzē, tas nodziest. (2 punkti)



## KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

### N3. Šādi tādi karaļūdens aspekti (12 punkti)

Karaļūdens ir koncentrētas sālsskābes un koncentrētas slāpekļskābes šķīdumu maisījums. Tas tā nosaukts, jo spēj šķīdināt ļoti neaktīvus metālus, piemēram, zeltu vai platīnu. Reakcijā ar platīnu rodas hlorplatīnskābe (molmasa 410 g/mol), kuras formulvienībā ir viens platīna atoms ar oksidēšanās pakāpi +4. Vēl reakcijā rodas slāpekļa dioksīds un ūdens.

Lai arī abas skābes – slāpekļskābe un sālsskābe – ir bezkrāsainas, karaļūdens paraugi bieži vien ir brūngani. Tas saistīts ar kādas par izejvielu ņemtas skābes sadalīšanās procesu.

Reiz ķīmiķis Aldis vēlējās iegūt karaļūdeni, bet viņam bija svarīgi, lai iegūtajā skābju maisījumā HCl daudzuma attiecība pret  $\text{HNO}_3$  daudzumu ir 3:1. Aldis atrada datu tabulu, kur bija doti dati par abu izejvielu (HCl un  $\text{HNO}_3$ ) šķīdumiem. Šie dati nepieciešami, lai varētu aprēķināt, cik liels tilpums katras skābes jāņem, lai iegūtu konkrētu tilpumu karaļūdens.

| Skābes ķīmiskā formula | Skābes masas daļa tās šķīdumā | Šķīduma blīvums, g/mL |
|------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| HCl                    | 36%                           | 1,18                  |
| $\text{HNO}_3$         | 65%                           | 1,39                  |

Tabula. Skābju šķīdumu parametri

N.3.1. Uzrakstiet hlorplatīnskābes ķīmisko formulu! (1 punkts)

N.3.2. Uzrakstiet reakcijas vienādojumu, kurā platīns reaģē ar sālsskābes un slāpekļskābes maisījumu! (2 punkti)

N.3.3. Izskaidrojiet, kāpēc karaļūdens paraugi parasti ir brūngani! (3 punkti)

N.3.4. Aprēķināt, cik mililitrus 65%  $\text{HNO}_3$  šķīduma un 36% HCl šķīduma jāizmanto, lai pagatavotu 50 mL karaļūdens, kurā  $n(\text{HCl}):n(\text{HNO}_3)=3:1$ ! Pieņem, ka tilpumi ir saskaitāmi! Norādiet aprēķinu gaitu! (6 punkti)



## KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

### N4. Nu ir māli vagā (17 punkti)

KĶimijas zināšanas var noderēt dažādās situācijās – ne tikai sadzīvē, bet arī, piemēram, ja sanāk iekļūt ķēpīgā situācijā, ceļojot laikā. Taču vispirms mums jāapskata daži mālu ķĶimijas aspekti.

Mālu minerāli ir galvenokārt alumīnija silikāti (papildus var saturēt arī kalciju, nātriju, magniju, dzelzi u.c.), kam raksturīgs mazs daļiņu izmērs un izteikta tendence piesaistīt ūdeni. Dažādu noderīgu īpašību dēļ māliem ir plašs pielietojums rūpniecībā, ķĶimijā un pat medicīnā.

Minerālu ķĶimisko sastāvu var pierakstīt, izmantojot ķĶimisko formulu. Taču nereti dažādus minerālus pieraksta arī oksīdu pierakstā – kā minerālu veidojošo skābo un bāzisko oksīdu maisījumu. Piemēram, ortoklāza (laukšpata grupas minerāla) sastāvu var pierakstīt gan ar ķĶimisko formulu –  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  –, gan oksīdu pierakstā –  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ . (Var pārliedcināties, ka abos pieraksta veidos ir identiskas elementu savstarpējās attiecības.) Oksīdu pieraksts ir visai noderīgs ķĶimiskajā rūpniecībā, sevišķi māla minerālu apstrādē.

N4.1. Bieži sastopama māla minerāla kaolinīta ķĶimiskā formula ir  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ . Pierakstīt kaolinīta sastāvu oksīdu pierakstā. *Atgādinājums: arī ūdens ir oksīds! (1 punkts)*

N4.2. Nosaukt kādu dabā sastopamu neorganisku ķĶimisku savienojumu (pietiek uzrakstīt tā ķĶimisko formulu), ko **nevar** pierakstīt oksīdu pierakstā. (1 punkts)

Diosmektitu (pretcaurejas medikamenta Smecta® pamatsastāvdaļu) galvenokārt veido māla minerāls montmorilonīts. Tā sastāvam ir iespējamās dažādas variācijas. Tabulā dotas dažu elementu masas daļas kādā montmorilonīta variācijā.

| Elements        | Ca   | Al    | Si    |
|-----------------|------|-------|-------|
| Masas daļa w, % | 3,47 | 14,04 | 29,12 |

N4.3. Zināms, ka dotā montmorilonīta variācija nesatur citus metālus bez tabulā minētajiem. Noteikt tās ķĶimisko sastāvu, pierakstīt to gan oksīdu pierakstā, gan ar ķĶimisko formulu. (4 punkti)

*Padoms: atcerieties (pirmais apakšpunkts), ka māls var saturēt arī ūdeni!*



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

Māls ir viens no nozīmīgākajiem Latvijas derīgajiem izrakteņiem. Padomju laikos lielākās māla apstrādes rūpnīcas Latvijas PSR teritorijā atradās Lodē (ķieģeļu ražošana; darbojas vēl mūsdienās) un Kupravā (cauruļu, keramzīta un ķieģeļu ražošana; mūsdienās pamesta). Iedomāsimies, ka ir gadījusies neliela ķibe ar laika mašīnu un jums uz dienu jāizpilda Kurpavas rūpnīcas direktora Sergeja Spiridova (sk. attēlu) pienākumi.



Uz Sergeja rakstāmgalda atrodas dažādi dokumenti. No tiem jūs varat noprast, ka rūpnīcā ķieģeļus ražoja ar metodi, kurā mālam pievieno kaļķakmeni (kalcija karbonātu), iegūto maisījumu ieveido ķieģeļu formā, žāvē un apdedzina 1100 °C temperatūrā. Zināms, ka žāvēšanas un apdedzināšanas procesā:

1. no māla iztvaiko tā sastāvā (pēc oksīdu pieraksta) esošais ūdens;
2. sadalās kalcija karbonāts.

N4.4. Uzrakstīt reakciju vienādojumus abām nosauktajām reakcijām, ja izmantotais māls ir kaolinīts (tā formula dota uzdevuma sākumā). Mālu var pierakstīt ar ķīmisko formulu vai oksīdu pierakstā. (3 punkti)

N4.5. Vēl dokumenti liecina, ka rūpnīcai nesen piegādātas 115 tonnas sarkanā māla. Pieņemsim, ka mūsu sarkanais māls sastāv no (masas daļās) 93% kaolinīta un 7% dzelzs(III) oksīda. Dzelzs(III) oksīds piešķir raksturīgo sarkano krāsu gan mālam, gan izgatavotajiem ķieģeļiem. Kaļķakmeni mālam pievieno tādā daudzumā, lai gatavajos ķieģeļos kalcija oksīda masas daļa būtu 1%.

- Aprēķināt, kādu masu kaļķakmens jāpievieno piegādātajai sarkanā māla kravai!
- Aprēķināt visu oksīdu masas daļas gatavajos ķieģeļos!

(6 punkti)

N4.6. Rūpnīcā izgatavoto ķieģeļu izmērs ir 6,5 x 12 x 25 cm. Sarkanā māla ķieģeļu blīvums ir 2165 kg/m<sup>3</sup>.

Aprēķināt ķieģeļu daudzumu, ko varētu izgatavot no piegādātās sarkanā māla kravas! Norādīt aprēķinu! (2 punkti)



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

### *Organiskā ķīmija (15% no kopējiem punktiem)*

#### **O1. Feromoni (21 punkts)**

Jānītim interesēja bioloģija, tādēļ viņš pasūtīja vairākus desmitus augu un dzīvnieku hormonu un feromonu. Taču, saņemot pudelītes, uz tām nebija rakstīts vielu ķīmiskais sastāvs. Tādēļ Jānis ķērās pie darba, lai noskaidrotu, kādas vielas atradās pudelītēs.

Jānis starp pudelēm saņēma vienu gāzes balonu ar uzrakstu "Augu hormons, kas regulē augļu nogatavināšanos". Jānītis atcerējās, ka balonu ar tieši šādu pašu vielu bija saņēmis tad, kad viņu interesēja plastikāta maisiņu ražošanas process. Viņš veica dažus eksperimentus un rezultātus pierakstīja.

1,00 L gāzes **X** katalizatora klātbūtnē izreaģēja ar 1,00 L ūdeņraža. Veidojās viela **A**, bet, pievienojot papildus ūdeņradi, tālāka reakcija netika novērota.

O.1.1. Kāpēc netika novērota tālāka reakcija ar ūdeņradi? Ko šie novērojumi liecina par savienojumu **X**? (2 punkti)

Tālāk Jānis hlorēja iegūto vielu **A** UV gaismā. 1,00 L vielas **A** izreaģēja ar 6,00 L  $\text{Cl}_2$ . Radās vielas **B** un **C**, no kurām **C** ūdens šķīdums ir izteikti skābs. Pievienojot papildus  $\text{Cl}_2$ , reakciju nenovēroja.

O.1.2. Kas ir vielas **A**, **B**, **C** un **X**? Uzrakstiet ķīmiskās formulas! (6 punkti)

O1.3. Kā sauc polimēru, ko iegūst, polimerizējot vielu **X**? (1 punkts)

O.1.4. Kā sauc reakciju starp **X** un  $\text{H}_2$ ? (1 punkts)

Citā pudelītē ar uzrakstu "Skudru trauksmes feromons" bija kāds eļļains šķidrums **Y**. Jānis atcerējās, ka **Y** ir kāds nesazarots alkāns.

Pilnībā sadedzināja 1,000 g **Y** un visas radušās vielas izvadīja caur  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ūdens šķīdumu vārglāzē. Vārglāzes ar šķīdumu kopējā masa pieauga par 4,493 g un radās baltas nogulsnes, kuru masa pēc nfiltrēšanas un izžāvēšanas bija 13,873 g. (Pieņem, ka visas reakcijas norisinās pilnībā.)

O.1.5. Kāda ir iegūto nogulšņu ķīmiskā formula? (1 punkts)

O.1.6. Kas ir viela **Y**? Uzrakstiet ķīmisko formulu. (6 punkti)

O1.7. Uzrakstīt visu šajā uzdevumā minēto reakciju vienādojumus! (4 punkti)



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

### *Analītiskā ķīmija (19% no kopējiem punktiem)*

#### **A1. Balts pulverītis, atrasts uz ielas (13 punkti)**

Kādā vasaras dienā Juris nāca mājās un redzēja, ka uz viņa ielas izbārstīts kāds balts pulverītis. Ieinteresēts par pulvera ķīmisko sastāvu, Juris to ievāca un veica analīzi. Rezultātus viņš pierakstīja kladē, tie bija sekojoši:

- Viela ļoti labi šķīst ūdenī.
- Karsējot gāzes deglī, viela izskatu nemaina un iekrāso liesmu ķieģeļsarkanā krāsā.
- Vielās ūdens šķīdums reaģē ar atšķaidītu sērskābi, veidojot baltas nogulsnes.
- Vielās ūdens šķīdums reaģē ar NaOH šķīdumu, veidojot baltas nogulsnes.
- Sajaucot vielu ar ar  $\text{KMnO}_4$  šķīdumu atšķaidītā sērskābē, rodas dzeltena gāze ar spēcīgu un kodīgu smaku.
- Uzglabājot vielu atvērtā traukā, parauga masa palielinās.
- Vielu izkarsēja  $600^\circ\text{C}$  temperatūrā un nosvēra; tās masa pēc karsēšanas bija 2,00 grami. Izkarsēto vielu izšķīdināja pietiekamā daudzumā ūdens un pievienoja  $\text{AgNO}_3$  šķīdumu pārākumā. Tika iegūti 5,17 grami baltu nogulšņu.

A.1.1. Kas ir baltais pulverītis? (4 punkti)

A.1.2. Uzrakstīt visu aprakstīto reakciju vienādojumus! (6 punkti)

Juri pārsteidza tas, ka, ilgāk stāvot pat salīdzinoši sausā gaisā, pulverītis uzsūca tik daudz ūdens, ka izšķīda un kļuva šķidr. Šīs īpašības dēļ šo pulverīti bieži izkaisa uz zemes ceļiem vasaras laikā.

A.1.3. Pulverītis ir: (2 punkti)

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| • Hidrofobs    | • Vaterofīls    |
| • Aeroskopisks | • Higroskopisks |
| • Aerofīls     |                 |

A.1.4. Pulveri šādi izkaisa, lai: (1 punkts)

- Samazinātu akmeņu skaitu uz ceļa
- Ceļš putētu mazāk
- Palielinātu peļķu skaitu
- Padarītu zemes ceļu baltu



## KĶmīķu dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

### A2. “Perfektā” titrēšana (13 punkti)

Vecais Jānītis kādu dienu ļoti, ļoti vēlējās nodarboties ar titrēšanu, bet vēl nebija apguvis visus titrēšanas pamatnosacījumus un nezināja, kā to darīt pareizi. Par laimi, viņš bija atjautīgs un, zinot titrēšanas pamatus, izdomāja, kā matemātiski korekti noteikt nezināmas koncentrācijas NaOH šķīduma molāro koncentrāciju.

Viņš “titrēja” nezināmas koncentrācijas NaOH šķīdumu ar 1M sērskābes un vēlējās būt ļoti precīzs. Tā kā viņam bija tikai Mora pipete un mērkolba, bet nebija kāda nepieciešama piederuma, tad, pirmkārt, viņš titrēja piecas reizes, otrkārt, visus reģistrētos tilpumus norādīja zemāk esošajā tabulā. Turklāt viņš tajā norādīja nevis precīzus skaitļus, bet gan to, vai viņš ir pievienojis vairāk vai mazāk par kādu tilpumu reaģenta. Ja Jānītim nācās pievienot vairāk par  $X$  mililitriem šķīduma, tad tabulā viņš rakstīja “ $>X$  mL”. Savukārt konstatējot, ka pietiek ar mazāk nekā  $X$  mililitriem, viņš ierakstīja tabulā “ $<X$  mL”.

Katrai “titrēšanas” reizei Jānis ņēma 20 mL nezināmās koncentrācijas nātrija hidroksīda šķīduma.

| Nr.p.k. | Patērētais 1M sērskābes tilpums |
|---------|---------------------------------|
| 1.      | $<21$ mL                        |
| 2.      | $<17$ mL                        |
| 3.      | $>15$ mL                        |
| 4.      | $<16$ mL                        |
| 5.      | $>14$ mL                        |

Tabula. “Titrēšanas” rezultāti

A.2.1. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai starp sērskābi un nātrija hidroksīdu! (1 punkts)

A.2.2. Kādā intervālā iekļaujas Jānīša pētītā nātrija hidroksīda šķīduma molārā koncentrācija? Norādiet aprēķinu! (6 punkti)

A.2.3. Miniēt vienu piemēru vielai, kuru varētu izmantot kā indikatoru veiktajā “titrēšanā”! (2 punkti)



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

A.2.4. Kā vēl sauc nātrija hidroksīdu? Atzīmējiet vienu vai vairākus! (2 punkti)

- Halīts
- Potašs
- Dzēstais kaļķis
- Nātrija sārms
- Asā soda
- Soda
- Kaustiskā soda

A.2.5. Kāds titrēšanas veids šis būtu, ja tiktu veikts ar precīzu tehniku? Atzīmējiet vienu! (1 punkts)

- Oksidēšanās-reducēšanās
- Jodometrija
- Skābju-bāzu
- Jodatometrija

A.2.6. Kura no minētajiem piederumiem Jānītim trūka, lai šo titrēšanu veiktu precīzi? (1 punkts)

- Dīna-Starka uzmava
- Analītiskie svāri
- Birete
- Pilināmā piltuve
- Mērmēģene



## KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

### Vispārīgā ķīmija (21% no kopējiem punktiem)

#### V1. Dažādi izotopi (13 punkti)

Ķīmiskais elements bors sastāv no diviem dažādiem tā izotopiem:  $^{10}\text{B}$  un  $^{11}\text{B}$ . Līdzīgi ir ķīmiskajiem elementam hlors un broms, kuriem arī katram ir divi stabili izotopi – attiecīgi  $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$  un  $^{79}\text{Br}$ ,  $^{81}\text{Br}$ . Dabā sastopamais bors, hlors un broms ir šo izotopu maisījumi.

Broma relatīvā atommasa ir 79,904 u; hlora – 35,453 u un bora – 10,811 u.

V.1.1. Kāda ir katra izotopa masas daļa dabā sastopamajā borā? Norādiet aprēķinu! (3 punkti)

V.1.2. Kāda ir katra izotopa masas daļa dabā sastopamajā hlorā? Norādiet aprēķinu! (3 punkti)

V.1.3. Kāda ir katra izotopa masas daļa dabā sastopamajā bromā? Norādiet aprēķinu! (3 punkti)

V.1.4. Tā kā ķīmisko elementu izotopiem ir dažādas atommasas, tad arī to veidotajiem savienojumiem ir dažādas molmasas. Kāda būtu molmasu starpība (g/mol) starp “smagāko”  $\text{BCl}_3$  un “vieglāko”  $\text{BCl}_3$  molekulu? (2 punkti)

V.1.5. Kāda būtu molmasa (g/mol) teorētiski iespējami smagākajam broma – hlora starphalogēnu savienojumam, kura ķīmiskā formula ir  $\text{BrCl}$ ? (2 punkti)



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

### V2. Mēģenē audzēts minerālūdens (16 punkti)

Uz minerālūdens pudeles etiķetes norādīts šāds minerālu saturs:

| Anjoni            |                |
|-------------------|----------------|
| Hidrogēnkarbonāts | 260 – 390 mg/L |
| Sulfāts           | 30 – 80 mg/L   |
| Hlorīds           | 0,5 – 9 mg/L   |
| Katjoni           |                |
| Kalcijs           | 65 – 105 mg/L  |
| Magnijs           | 15 – 35 mg/L   |
| Nātrijs           | 1 – 7 mg/L     |
| Kālijs            | 1 – 6 mg/L     |

(Gāzēts dabīgais minerālūdens "VENDEN".)

Aivars ļoti vēlējās minerālūdeni, taču viņš atradās nomaļā laboratorijā tālu no jebkādas civilizācijas, līdz ar to nopirkt minerālūdeni veikalā nebija iespējams. Toties Aivara rīcībā bija dažādi sāļi un citas vielas, līdz ar to viņš izlēma minerālūdeni pagatavot pats.

|                   |                                 |                    |                                |
|-------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| MgCl <sub>2</sub> | MgSO <sub>4</sub>               | KHCO <sub>3</sub>  | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| H <sub>2</sub> O  | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | NaCl               | NaOH                           |
| KCl               | CaCO <sub>3</sub>               | CO <sub>2</sub>    | KOH                            |
| Mg                | HCl                             | NaHCO <sub>3</sub> | Ca(OH) <sub>2</sub>            |

Tabula. Aivaram pieejamās vielas



## Kīmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

V.2.1. Atrast mazāko skaitu atšķirīgu vielu (un norādīt vienu iespējamo variantu to masām uz 500 mL šķīduma), kuras izšķīdinot dejonizētā ūdenī, iegūst šķīdumu, kas pēc jonu koncentrācijām iekļaujas uz etiķetes dotajās robežās. Šķīdumā nedrīkst būt citu jonu bez etiķetē norādītajiem! (10 punkti)

Iedzēris savu paštaisīto minerālūdeni, Aivars piepeši aizdomājās par normālo koncentrāciju. Normālo koncentrāciju aprēķina, dalot vielas ekvivalento daudzumu uz šķīduma tilpumu. Ekvivalents daudzums ir lielums, ko dažādos pielietojumos definē atšķirīgi. Piemēram, skābēm ekvivalents daudzums vienāds ar skābes daudzumu, reizinātu ar tās vērtību – tātad 1 mol HCl atbilst 1 ekvivalentam; 1 mol H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atbilst 2 ekvivalentiem; 1 mol H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> atbilst 3 ekvivalentiem. Attiecīgi normālās koncentrācijas mērvienības ir ekvivalents uz litru (ekv/L) vai miliekvivalents uz litru (mekv/L).

Savukārt minerālūdens sakarā apskatīsim ekvivalento daudzumu jonam. Jona ekvivalents daudzums vienāds ar jona daudzumu, reizinātu ar tā vērtību. Tātad, piemēram, 1 mol Fe<sup>3+</sup> jonu atbilst 3 ekvivalentiem, 1 mol C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup> jonu atbilst 2 ekvivalentiem.

V.2.2. Kādās robežās iekļaujas kopējā anjonu normālā koncentrācija minerālūdenī? Kādās robežās iekļaujas kopējā katjonu normālā koncentrācija minerālūdenī? Koncentrācijas izteikt mekv/L. (6 punkti)



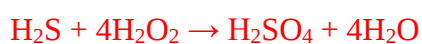
# KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

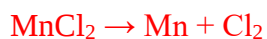
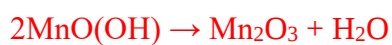
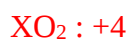
1. kārtā

---

## N1. Vēsture atkārtojas



Iespējami arī citi dažādi varianti.





# Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

## N2. Krāsīgas vienkāršībā

N2.1. S

N2.2. P<sub>4</sub> (baltais fosfors)

N2.3. O<sub>2</sub>

N2.4. Cl<sub>2</sub>

N2.5. Bi

N2.6. Br<sub>2</sub>

N2.7. He



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

### N3. Šādi tādi karaļūdens aspekti

N3.1.  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$

N3.2.  $\text{Pt} + 6\text{HCl} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{PtCl}_6 + 4\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

N3.3. Augstas koncentrācijas šķīdumos slāpekļskābe sadalās, veidojot slāpekļa(IV) oksīdu, kurš ir brūnā krāsā.



N3.4.

$$\begin{aligned}\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{HNO}_3)} &= \frac{3}{1} \quad \Bigg| \cdot \frac{M(\text{HCl})}{M(\text{HNO}_3)} \\ \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{HNO}_3)} &= \frac{3M(\text{HCl})}{M(\text{HNO}_3)} \quad \Bigg| \cdot \frac{w(\text{HNO}_3)}{w(\text{HCl})} \\ \frac{m(\text{HCl})_{\text{šķ}}}{m(\text{HNO}_3)_{\text{šķ}}} &= \frac{3M(\text{HCl})w(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)w(\text{HCl})} \quad \Bigg| \cdot \frac{\rho(\text{HNO}_3)}{\rho(\text{HCl})} \\ \frac{V(\text{HCl})}{V(\text{HNO}_3)} &= \frac{3M(\text{HCl})w(\text{HNO}_3)\rho(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)w(\text{HCl})\rho(\text{HCl})}\end{aligned}$$

Apzīmējot  $V(\text{HCl})$  ar  $x$  un ievietojot skaitļus no tabulas, iegūst:

$$\frac{x}{50 - x} = 3,7$$

Atrisinot:

$$x = 39,4$$

$$\Rightarrow 39,4 \text{ mL HCl, } 10,6 \text{ mL HNO}_3$$



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

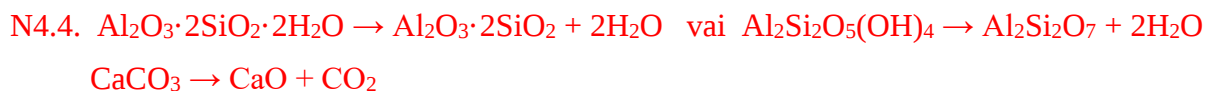
---

### N4. Nu ir māli vagā



N4.2. Iespējamās daudzas pareizās atbildes. Piemēram,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$  u.c.

N4.3. Montmorilonīta ķīmiskais sastāvs oksīdu pierakstā:  $\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
Montmorilonīta ķīmiskā formula:  $\text{CaAl}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{30}(\text{OH})_8$



N4.5. Aprēķināsim oksīdu masas daļas kaolinītā:

$$w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,3954$$

$$w(\text{SiO}_2) = 0,4651$$

(šo var viegli izdarīt, vadoties pēc oksīdu pieraksta).

$$m(\text{kaolinīts}) = w(\text{kaolinīts}) \cdot m(\text{māls}) = 106,95 \text{ t}$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = w(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot m(\text{kaolinīts}) = 42,28 \text{ t}$$

$$m(\text{SiO}_2) = w(\text{SiO}_2) \cdot m(\text{kaolinīts}) = 47,75 \text{ t}$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = w(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot m(\text{māls}) = 8,05 \text{ t}$$

Šie trīs oksīdi kopā sastāda 99% no ķieģeļu kopējās masas, tātad:

$$m(\text{CaO}) = 0,01 \cdot m(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3)/0,99 = 1,011 \text{ t}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 1,011 \cdot M(\text{CaCO}_3)/M(\text{CaO}) = 1,81 \text{ t}$$

Visbeidzot, zinot visu četru oksīdu masas, varam aprēķināt ķieģeļu kopējo masu un visas masas daļas:

$$m(\text{ķieģeļi}) = 101,1 \text{ t}$$

$$w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 41,8\%$$

$$w(\text{SiO}_2) = 49,2\%$$

$$w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 8,0\%$$

$$w(\text{CaO}) = 1,0\%$$

N4.6.  $V(\text{ķieģelis}) = 0,065 \cdot 0,12 \cdot 0,25 = 0,00195 \text{ m}^3$

$$m(\text{ķieģelis}) = 0,00195 \cdot 2165 = 4,22 \text{ kg}$$

$$m(\text{ķieģeļi}) = 101,1 \text{ t (no iepriekšējā apakšpunkta)}$$

$$N(\text{ķieģeļi}) = 101100/4,22 \approx 24000$$



# Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

## O1. Feromoni

O1.1. Jo reakcijā radās alkāns, kurš ar ūdeņradi šādos apstākļos nereaģē.

Tā kā X izreaģēja ar  $\text{H}_2$  molārā attiecībā 1:1, varam secināt, ka X satur 1 dubultsaiti.

O1.2. A:  $\text{C}_2\text{H}_6$

B:  $\text{C}_2\text{Cl}_6$

C:  $\text{HCl}$

X:  $\text{C}_2\text{H}_4$

O1.3. Polietilēns

O1.4. Hidrogenēšana

O1.5.  $\text{BaCO}_3$

O1.6.  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$

O1.7.  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$

$\text{C}_2\text{H}_6 + 6 \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{Cl}_6 + 6 \text{HCl}$

$2\text{C}_{10}\text{H}_{22} + 31 \text{O}_2 \rightarrow 20 \text{CO}_2 + 22 \text{H}_2\text{O}$

$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



# Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

## A1. Balts pulverītis, atrasts uz ielas

A1.1.  $\text{CaCl}_2$

A1.2.  $\text{CaCl}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{NaCl}$

$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2 \text{HCl}$

$5 \text{CaCl}_2 + 2 \text{KMnO}_4 + 8 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5 \text{Cl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5 \text{CaSO}_4 + 2 \text{MnSO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$

$\text{CaCl}_2 + 2 \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 + 2 \text{AgCl}$

A1.3. Higroskopisks

A1.4. Lai ceļš putētu mazāk



# KĶmiķu dārzs 2021

9.–10. klase

1. kāрта

---

## A2. “Perfektā” titrēšana



A2.2.

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V(\text{NaOH})} = \frac{2 \cdot c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(\text{NaOH})}$$

Ja ņemts mazāk NaOH un vairāk sērskābes nekā stehiometriskais daudzums, tad aprēķinātā NaOH koncentrācija ir mazāka par reālo, un otrādi. Līdz ar to no tabulas datiem iegūstam:

1.  $c(\text{NaOH}) < 2,10 \text{ mol/L}$
2.  $c(\text{NaOH}) < 1,70 \text{ mol/L}$
3.  $c(\text{NaOH}) > 1,50 \text{ mol/L}$
4.  $c(\text{NaOH}) < 1,60 \text{ mol/L}$
5.  $c(\text{NaOH}) > 1,40 \text{ mol/L}$

Apvienojot šīs nevienādības, iegūst, ka  $c(\text{NaOH})$  ir starp 1,50 un 1,60 mol/L.

A2.3. Iespējami dažādi varianti, pāris no tiem ir fenolftaleīns, metiloranžs, universāllindikators.

A2.4. Kaustiskā soda, nātrijs sārms

A2.5. Skābju-bāzu

A2.6. Birete



# Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

## V1. Dažādi izotopi

V1.1. Bora kopējā atommasa ir summa no konkrēto izotopu atommasu un to masu daļu reizinājuma.

$$10,811 = 10 \cdot w(^{10}\text{B}) + 11 \cdot w(^{11}\text{B})$$

Bet tā kā

$$w(^{10}\text{B}) + w(^{11}\text{B}) = 1$$

tad iegūstam

$$10,811 = 10 \cdot w(^{10}\text{B}) + 11 \cdot (1 - w(^{10}\text{B}))$$

Izsakot masas daļu  $^{10}\text{B}$  izotopam tā ir vienāda ar

$$w(^{10}\text{B}) = (11 - 10,811) \cdot 100 = \mathbf{18,9\%}$$

Tā kā  $w(^{11}\text{B}) = 1 - w(^{10}\text{B})$  tad

$$w(^{11}\text{B}) = 100 \cdot (1 - 0,189) = \mathbf{81,1\%}$$

V1.2. Hlora kopējā atommasa ir summa no konkrēto izotopu atommasu un to masu daļu reizinājuma.

$$35,453 = 35 \cdot w(^{35}\text{Cl}) + 37 \cdot w(^{37}\text{Cl})$$

Bet tā kā

$$w(^{35}\text{Cl}) + w(^{37}\text{Cl}) = 1$$

tad iegūstam

$$35,453 = 35 \cdot w(^{35}\text{Cl}) + 37 \cdot (1 - w(^{35}\text{Cl}))$$

Izsakot masas daļu  $^{35}\text{Cl}$  izotopam tā ir vienāda ar

$$w(^{35}\text{Cl}) = (37 - 35,453) \cdot 100 = \mathbf{77,35\%}$$

Tā kā  $w(^{37}\text{Cl}) = 1 - w(^{35}\text{Cl})$  tad

$$w(^{37}\text{Cl}) = 100 \cdot (1 - 0,7735) = \mathbf{22,65\%}$$

V1.3. Broma kopējā atommasa ir summa no konkrēto izotopu atommasu un to masu daļu reizinājuma.

$$79,904 = 79 \cdot w(^{79}\text{Br}) + 81 \cdot w(^{81}\text{Br})$$

Bet tā kā

$$w(^{79}\text{Br}) + w(^{81}\text{Br}) = 1$$

tad iegūstam

$$79,904 = 79 \cdot w(^{79}\text{Br}) + 81 \cdot (1 - w(^{79}\text{Br}))$$

Izsakot masas daļu  $^{79}\text{Br}$  izotopam tā ir vienāda ar

$$w(^{79}\text{Br}) = (81 - 79,904) \cdot 100 = \mathbf{54,8\%}$$

Tā kā  $w(^{81}\text{Br}) = 1 - w(^{79}\text{Br})$  tad

$$w(^{81}\text{Br}) = 100 \cdot (1 - 0,548) = \mathbf{45,2\%}$$



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kārtā

---

- V1.4. "Smagāko"  $\text{BCl}_3$  molekulu varam iegūt, ja izmantojam bora izotopu ar vislielāko atommasu un hlora atomus ar vislielāko atommasu - attiecīgi  $^{11}\text{B}$  un  $^{37}\text{Cl}$  izotopus. Līdz ar to "smagākā"  $\text{BCl}_3$  molekulas molmasa būs  $11 + 37 \cdot 3 = 122 \text{ g/mol}$ . Pēc līdzīgu spriedumu rindas iegūstam, ka "vieglākā"  $\text{BCl}_3$  molmasa ir  $10 + 35 \cdot 3 = 115 \text{ g/mol}$ . Tātad to starpība ir  $122 - 115 = 7 \text{ g/mol}$
- V1.5. Sekojot identiskai spriedumu rindā kā iepriekšējā apakšpunktā iegūstam, ka "smagāko"  $\text{BrCl}$  savienojumu iegūs sakombinējot smagāko hlora izotopu ar smagāko broma izotopu tātad tā molmasa ir  $37 + 81 = 118 \text{ g/mol}$



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kāрта

### V2. Mēģenē audzēts minerālūdens

V2.1. Vispirms noteiksim katra jona molārās koncentrācijas intervālus (mmol/L):

| $\text{HCO}_3^-$ | $\text{SO}_4^{2-}$ | $\text{Cl}^-$      | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{Mg}^{2+}$ | $\text{Na}^+$      | $\text{K}^+$       |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| 4,262 –<br>6,393 | 0,3125 –<br>0,8333 | 0,0141 –<br>0,2535 | 1,625 –<br>2,625 | 0,625 –<br>1,458 | 0,0435 –<br>0,3043 | 0,0256 –<br>0,2308 |

Sāksim ar hidroģēnkarbonātu. Redzam, ka, pat saskaitot  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  maksimālās pieļaujamās koncentrācijas (*piezīme:  $\text{Mg}^{2+}$  jāreizina ar 2, jo tam atbilst 2 hidroģēnkarbonāta joni*), neiegūst minimālo  $\text{HCO}_3^-$  koncentrāciju (4,262 mmol/L). Tātad vienai no vielām obligāti jābūt  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (nosacīti – sk. tālāk). Tā kā mums vajag pēc iespējas mazāku skaitu vielu, varam izdarīt, lai par hidroģēnkarbonātu pilnībā parūpējas kalcijs. Tāpēc:

$$c(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 2,131 \dots 2,625 \text{ mmol/L} \quad (\text{HCO}_3^- \text{ min} \dots \text{Ca}^{2+} \text{ max})$$

Savukārt sulfātu var uzticēt magnijam:

$$c(\text{MgSO}_4) = 0,625 \dots 0,833 \text{ mmol/L} \quad (\text{Mg}^{2+} \text{ min} \dots \text{SO}_4^{2-} \text{ max})$$

Atliek hlorīds –  $\text{NaCl}$  un  $\text{KCl}$ . Šeit mazliet sarežģītāk noteikt pieļaujamos intervālus, jo  $\text{Cl}^-$  koncentrācija ir  $\text{NaCl}$  un  $\text{KCl}$  koncentrācijas summa. Robežnosacījumi ir šādi:

$$c(\text{NaCl})_{\text{min}} = 0,0435 \text{ mmol/L}$$

$$c(\text{KCl})_{\text{min}} = 0,0256 \text{ mmol/L}$$

$$[c(\text{NaCl}) + c(\text{KCl})]_{\text{max}} = 0,2535 \text{ mmol/L}$$

Vēl pēdējā piezīme:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  pastāv tikai šķīdumā, tātad reāli vajadzēs  $\text{CaCO}_3$  un  $\text{CO}_2$  vienādā daudzumā. Aprēķināsim visbeidzot vielu masas uz 0,5 L šķīduma:

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,1066 \dots 0,1312 \text{ g}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,0469 \dots 0,0577 \text{ g}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = 0,0375 \dots 0,04998 \text{ g}$$

$$m(\text{NaCl})_{\text{min}} = 1,2724 \text{ mg}$$

$$m(\text{KCl})_{\text{min}} = 0,9551 \text{ mg}$$

$$[n(\text{NaCl}) + n(\text{KCl})]_{\text{max}} = 0,1267 \text{ mmol}$$

Jebkura atbilde, kas iekļaujas šajos intervālos, ir pareiza.



## Kīmiku dārzs 2021

9.–10. klase

1. kāрта

---

V2.2. Anjonu kopējā normālā koncentrācija: 4,9011 – 8,3131 mekv/L

Katjonu kopējā normālā koncentrācija: 4,5691 – 8,7011 mekv/L