

# Kīmiķu dārzs 2020

## 8. – 10. klase

### 1. kārtā

## Uzdevumu komplekts

Risinot uzdevumus, lūdzam ievērot:

- uzdevumu risināšanas laiks ir **no 10.00 līdz 12.00**;
- 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. Pierakstus (melnrakstu) var veikt uz uzdevumu lapām vai atsevišķām lapām – tos nebūs jānodod. **Nepareizajā vietā norādītas atbildes vai risinājumi netiks vērtēti**;
- ja kāda uzdevuma atbildēm vai risinājumam nepieciešama papildus vieta, to rakstīt uz atsevišķas lapas, skaidri norādot 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, vara atommasu pieņemt kā 63,5, 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, organiskā ķīmija, analītiskā ķīmija, vispārīgā ķīmija. Par katru no kategorijām var saņemt noteiktu daļu no kopējā maksimālā punktu skaita. **(Tas nozīmē, ka 1 punkts vienas daļas uzdevumā ne obligāti ir vienāds ar 1 punktu citas daļas uzdevumā.)**

Šajā komplektā ir 10 uzdevumi, 11 lappuses ar uzdevumiem un 11 atbilžu lapas. **Lūzdu, pārbaudiet, vai esat saņēmuši pilnu komplektu pareizajai klašu grupai!**

Visticamāk, jūs 2 stundu laikā neizpildīsiet visus uzdevumus perfekti. Tādēļ atcerieties strādāt komandā, sadalīt darbu un koncentrēties uz tiem uzdevumiem, ko jūs varat izpildīt. **Vēlam veiksmi!**



## KĶmīķu dārzs 2020

8.–10. klase

1. kāрта

### *Neorganiskā ķīmija (40% no kopējiem punktiem)*

#### **N1. Zaļā pūķa liesma (7 punkti)**

Pentaborāns ir kristālisks (n.a.) bora savienojums. Tā ķīmiskā formula ir  $B_5H_9$ , būtībā tas ir bora hidrīds. Pentaborānu izmantoja Aukstā kara laikā kā starpkontinentālo raķešu degvielu. Tā kā bora savienojumi deg ar izteikti zaļu liesmu un šis savienojums ir ļoti indīgs, tad šīm raķetēm bija iesauka “Zaļais pūķis” (*Green dragon*).

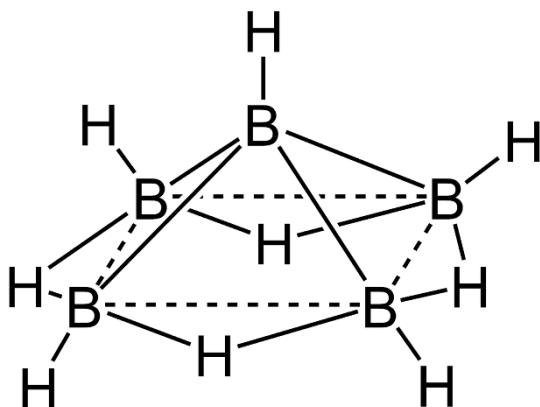
Problēma pentaborāna degšanā radās tāpēc, ka ne visi tā sadegšanas produkti bija gāzes, līdz ar to dzinējs mēdza aizsērēt.

*N1.1. Uzrakstiet pentaborāna degšanas reakcijas vienādojumu! (2 punkti)*

*N1.2. Cik kilogramu cietvielas rodas, ja pilnīgi sadedzina 10 kg pentaborāna? (2 punkti)*

*N1.3. Cik litru skābekļa n.a. ir nepieciešami, lai pilnīgi sadedzinātu 10 kg pentaborāna? (1 punkts)*

*N1.4. Kāda ir bora oksidēšanās pakāpe pentaborānā? (2 punkti)*



*Pentaborāna struktūrformula.*



## KĪMIĶU DĀRZS 2020

8.–10. klase

1. kāрта

---

### N2. Krāsiņas (30 punkti)

Ir dotas 10 dažādas vielas.

Vielā **A** ir zila kristāliska viela, kuru karsējot krāsa mainās no zilas uz baltu un masa samazinās 1,56 reizes.

Vielā **B** ir melnā krāsā (molmasa 239 g/mol). Pievienojot tai 3M sālsskābes šķīdumu, izdalās indīga gāze ar specifisku nepatīkamu smaku, kā arī izkrīt baltas nogulsnes.

**C** ir oranžīgi dzeltena, tā satur to pašu anjonu, ko viela **B**, kā arī kāda smaga, ļoti indīga metāla katjonu. Katjona un anjona masu attiecība ir 3,5.

Vielā **D** parastos apstākļos ir gāze, bet šķidrā formā tā ir zila un diamagnētiska (atgrūžas no magnētiem). Tā ir sastopama atmosfērā mazos daudzumos. Viela **D** ir ļoti spēcīgs oksidētājs.

Vielu **E** var iegūt, **A** šķīdumu apstrādājot ar RbOH šķīdumu. Tā izgulsnēsies.

Vielas **F** katjonu veido kāds vidēji aktīvs metāls. **F** šķīdumam pievienojot NaOH šķīdumu, iegūst zaļas nogulsnes. Katjona masas daļa savienojumā **F** ir 45,38%.

**G** ir tumši sarkanīgs/brūns šķidrums, kura pH līmenis nav nosakāms, tas ir iegūstams no **G** saturošiem anjoniem. Zināms, ka **G** ir vienkārša viela.

Kristālisks savienojums **H** ir balta viela, kuru izmanto pirotehnikā, jo tā deg ar izteikti sarkanu krāsu. To iegūst no skābes, kuras molmasa ir 63 g/mol, un kāda divvērtīga metāla sāļiem. Šī metāla masas daļa savienojumā **H** ir 41,4%.

Gāzveida savienojums **I** ir trīsatomu molekula, kurai centrālais atoms ir kāds nemetāls, kura savienojumi ir zināmi ar to, ka daudzi no tiem izdala nepatīkamu smaku. Šis savienojums ir skābais oksīds. Savienojums **I** satur elementu **J**.

**J** (vienkāršas vielas veidā) ir dzeltena kristāliska viela, kurai ir zināmas vairākas formas, no kurām viena ir plastiskā, kaut arī biežāk viela **J** sastopama adatveida kristālu formā (šo formu sauc par rombisko).

N2.1. Nosakiet vielas **A–J!** (30 punkti)



## KĪMIĶU DĀRZS 2020

8.–10. klase

1. kāрта

---

### N3. Ak, šī nelaimīgā dzeltenā... (28 punkti)

Kādu baltu kristālisku vielu **A**, kura ir metāla **B** nitrāts, apstrādāja ar NaOH šķīdumu un ieguva oksīdu **C**. **C** apstrādāja ar atšķaidītu etiķskābi, iegūstot metāla **B** ūdenī šķīstošu sāli **D**. To apstrādājot ar ortofosforskābi, tiek iegūtas vāji dzeltenas nogulsnes **E**.

Kādā citā eksperimentā smaga, indīga metāla **F** acetāta **G** šķīdumā ievietoja tīru alumīnija stieplīti (*lai veiktu eksperimentus ar ķīmiski aktīvu alumīnija metālu, Al stieplīte ir jānotīra no  $Al_2O_3$ , jo parasti, uzglabājot alumīnija stieplītes, tām virskārta oksidējas, veidojoties  $Al_2O_3$* ), uz kuras pēc kāda laika izauga metāla **F** kristāli. **F** izreaģēja ar koncentrētu slāpekļskābi, iegūstot sāli **H**. Iegūtā sāls **H** šķīdumu sadalīja divās vienādās daļās.

Pirmajai daļai pievienoja KI šķīdumu, iegūstot izteikti dzeltenas nogulsnes **I**.

Otrajai daļai pievienoja KOH šķīdumu, iegūstot baltas nogulsnes. Tās izkarsējot, rodas dzeltens oksīds **J**.

N3.1. Uzrakstiet ķīmiskās formulas vielām **A–J**! (10 punkti)

N3.2. Uzrakstiet visas minētās reakcijas! (16 punkti)

N3.3. Piedāvājiem vienu mehānisku un vienu ķīmisku veidu, kā alumīnija stieplīti attīrīt no  $Al_2O_3$ ! (2 punkti)



## KĪmiķu dārzs 2020

8.–10. klase

1. kāрта

### N4. Un atkal jau viss ož (22 punkti)

Kādu dzeltenu nemetālu **A** sadedzināja un ieguva gāzi **B**, kurā skābekļa masas daļa ir 50,0% un kura ož ļoti nepatīkami. Šo gāzi izlaida caur koncentrētu  $\text{H}_2\text{O}_2$  šķīdumu, iegūstot tikai vienu produktu – stipru skābi **C**. Iegūtajam šķīdumam pievienoja kādu sārmu, iegūstot sāli **D**. **D** ievietojot bezkrāsainā liesmā, tas iekrāso liesmu dzeltenā krāsā.

Lai iegūtu savienojumu **E**, savienojumu **D** reducē ar ogli paaugstinātā temperatūrā. Šajā reakcijā reaģē 2 moli ogles un viens mols **D**.

Savienojumu **E** apstrādājot ar sālsskābi, iegūst gāzi **F**, kas smird pēc puvušām olām un deg ar zilu liesmu. Sadedzinot to, rodas viela **B**.

N4.1. Uzrakstiet ķīmiskās formulas vielām **A–F**! (12 punkti)

N4.2. Kāda ir skābekļa masas daļa savienojumā **C**? (1 punkti)

N4.3. Kāda gāze rastos reakcijā, ja viens mols ar **D** reaģētu ar 4 moliem ogles? (1 punkti)

N4.4. Uzrakstiet reakciju vienādojumus: (8 punkti)

- **B** ar koncentrētu  $\text{H}_2\text{O}_2$ ;
- **D** (1 molam) ar ogli (2 moliem);
- **E** ar  $\text{HCl}$  šķīdumu;
- **F** sadedzināšana!



## KĶmīķu dārzs 2020

8.–10. klase

1. kārtā

---

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

#### **O1. Jāiegūst halons (18 punkti)**

Laboratorijas vadītājs, lai pārbaudītu, vai Pāvels spēj savietot savas organika zināšanas ar neorganika zināšanām, lika viņam pagatavot kādu halogēnogļūdeņradi.

Kā izejvielu laboratorijas vadītājs Osvalds viņam iedeva 23 gramus kalcija karbīda (tā ir bināra viela, kurā oglekļa masas daļa ir 37,5%). Kalcija karbīdam reaģējot ar ūdeni, rodas kāda gāze **A**, kuras relatīvais blīvums pret ūdeņradi ir 13, un dzēsto kaļķu šķīdums.

Iegūto gāzi Pāvels izreaģēja ar ūdeņradi pārākumā katalizatora klātienē, iegūstot vielu **B**. **B** reaģējot ar gāzveida hloru, tika iegūti savienojumi **C** un **D**, no kuriem **D** ir vēlamais halons. Šajā reakcijā koeficientu summa ir 14.

*O1.1. Pieņemot, ka visas reakcijas tika veiktas ar 100% praktisko iznākumu, cik liela ir piemaisījumu masas daļa Osvalda iedotajā kalcija karbīdā, ja iegūtās vielas **D** masa ir 49,15 grami? (5 punkti)*

*O1.2. Kas ir vielas **A–D**? (8 punkti)*

*O1.3. Kāda ir kalcija karbīda ķīmiskā formula? (2 punkti)*

*O1.4. Uzzīmējiet **A**, **B** un **D** struktūrformulas! (6 punkti)*

*O1.5. Kā saucas process, kas tiek veikts solī no **A** uz **B**? Vai šī procesa efektivitāte uzlabotos, ja reakcijā netiktu lietots katalizators? (2 punkti)*



## KĶmīķu dārzs 2020

8.–10. klase

1. kāрта

---

### *Analītiskā ķīmija (25% no kopējiem punktiem)*

#### **A1. Bārija karbonāde (11 punkti)**

Izkarsējot 10 gramus karbonātu maisījuma, no kuriem viens ir  $\text{BaCO}_3$  un otrs – kāda nezināma metāla karbonāts, izdalījās 1,353 L gāzes.  $\text{BaCO}_3$  masa šajā maisījumā bija 4,27 g.

Sākotnējo karbonātu maisījumu sadalīja, tad 5 g tīra nezināmā metāla karbonāta izšķīdināja atšķaidītās slāpekļskābes pārākumā. Iegūto šķīdumu ietvaicēja un pēc tam kristalizēja, iegūstot cietu kristālisku vielu.

*A1.1. Kāda ir nezināmā metāla karbonāta ķīmiskā formula? (4 punkti)*

*A1.2. Kas ir iegūtie kristāli? Kam šo vielu izmanto visbiežāk, kāpēc? (3 punkti)*

*A1.3. Cik lielu masu nezināmā metāla nitrāta iegūst, apstrādājot 5 g karbonāta ar slāpekļskābi, ja sintēzes praktiskais iznākums ir 87%? (3 punkti)*

*A1.4. Kāpēc, veicot eksperimentus ar bārija sāļiem, ir ļoti rūpīgi jāievēro drošības noteikumi? (1 punkts)*



## KĶmīķu dārzs 2020

8.–10. klase

1. kāрта

---

### A2. Eva dedzina (31 punkts)

KĶmīķe Eva vēlējās pierādīt, kāda masas daļa ir Evai pieejamajai saharozei ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) un glikozei ( $C_6H_{12}O_6$ ). Abām vielām ir zināms, ka to piemaisījumi ir nedegoši.

Lai aprēķinātu saharozes masas daļu tās komerciālajā paraugā, Eva paņēma 3,00 gramus parauga un pilnībā to sadedzināja, iegūstot gāzu maisījumu. Gāzes izlaižot caur  $Ba(OH)_2$  šķīduma pārākumu, tika iegūti 16,97 g  $BaCO_3$ .

A2.1. Kāda ir saharozes masas daļa Evas izvēlētajā paraugā? (Atbildi iesniegt izteiktu procentos ar diviem cipariem aiz komata.) (5 punkti)

A2.2. Uzrakstīt aprakstīto reakciju vienādojumus! (3 punkti)

A2.3. Kādas gāzes ir iegūtā gāzu maisījuma sastāvā? (2 punkti)

A2.4. Ja iegūto gāzu maisījumu atdzesētu līdz  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , cik liels būtu gāzu/gāzes tilpums? (2 punkti)

Lai aprēķinātu glikozes masas daļu tās komerciālajā paraugā, Eva rīkojās līdzīgi kā ar iepriekšējo paraugu, tikai šoreiz izvēlētā parauga masa bija 4,00 gramu un iegūtā  $BaCO_3$  masa – 26,00 gramu.

A2.5. Kāda ir piemaisījumu masas daļa Evas izvēlētajā paraugā? (Atbildi iesniegt izteiktu procentos ar diviem cipariem aiz komata.) (5 punkti)

A2.6. Kāda ir koeficientu summa glikozes degšanas reakcijā? (1 punkts)

A2.7. Kāda gāze izdalītos papildus jau iegūtajām, ja Eva nebūtu pilnīgi sadedzinājusi šo paraugu? (1 punkts)

Vēl uz institūta analītikas nodaļu, kurā strādāja Eva, tika atsūtīta nemarkēta viela, kas tika konfiscēta no kādas nelegālas laboratorijas. Par nemarkēto vielu bija zināms tikai tas, ka tā ir analītiski tīra.

Šo vielu Eva mēģināja pierādīt līdzīgā veidā kā iepriekš. Šoreiz sākumā tika pilnībā sadedzināts 1,0000 g parauga, patērējot 66,825 mmol ( $1\text{ mmol} = 0,001\text{ mol}$ ) skābekļa. Pēc tam iegūtais gāzu maisījums tika atdzesēts līdz  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  pēc Celsija, tika iegūti 0,6237 g kāda šķidrums. Gāzes tika izvadītas caur bārija hidroksīda šķīdumu, iegūstot 11,0528 g sausa



BaCO<sub>3</sub>. Vēl Eva saprata, ka ir vēl kāda gāze, kas šoreiz tika iegūta sadedzināšanas procesa laikā, jo pāri bija palikuši 36,96 mL bezkrāsainas gāzes, kuras relatīvais blīvums pret hēliju ir 7.

A2.8. Cik un kādas gāzveida vielas tiek iegūtas pēc parauga sadedzināšanas? (3 punkti)

A2.9. Kāda ir nezināmās vielas molmasa? (3 punkti)

A2.10. Kāda ir nezināmās vielas ķīmiskā formula (molekulformula)? (4 punkti)

A2.11. Vai tikai pēc šīs vielas ķīmiskās formulas (molekulformulas) var pateikt, kādas ķīmiskās īpašības vielai piemīt? Kāpēc? (2 punkti)



## Kīmiku dārzs 2020

8.–10. klase

1. kārtā

---

*Vispārīgā ķīmija (20% no kopējiem punktiem)*

### **V1. Ķīmiskie svāri (10 punkti)**

Uz svaru kausiem tika nolīdzsvarotas divas vārglāzes. Katrā vārglāzē bija 43,83 mL 25% slāpekļskābes šķīduma ( $\rho = 1,15 \text{ g/mL}$ ). Vienā vārglāzē ievietoja 28,6 gramus  $\text{MgCO}_3$ , bet otrā – 28,6 gramus  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

*VI.1. Kā mainīsies svaru līdzsvars pēc reakcijām? (10 punkti)*

*(Adaptēts no: J. Āriņa, L. Tomiņa "Ķīmijas uzdevumu risināšanas tipi 8.-12. klasei")*



## KĶmīķu dārzs 2020

8.–10. klase

1. kāрта

---

### V2. Gāzveida katalizators (6 punkti)

Istabas temperatūrā sajauc sēra (IV) oksīdu un skābekli daudzumu attiecībā 2:1 un iegūtajam gāzu maisījumam pievieno 10% (pēc tilpuma) katalizatora – NO. Tad gāzu maisījumu pakļāva elektriskajai izlādei, līdz sēra(IV) oksīds pilnībā izreaģēja ar skābekli, un reakcijas maisījumu atdzesēja līdz istabas temperatūrai.

V2.1. Kāda ir katalizatora tilpumdaļa gāzē pēc reakcijas? (6 punkti)

(Adaptēts no: J. Meija “Matemātikas šarms ķīmijā”)



## KĶmīķu dārzs 2020

8.–10. klase

1. kārtā

### V3. Termīts go brrrrrrrrr (13 punkti)

Kristofers izdomāja iegūt silīcija paraugu, izmantojot termīta reakciju (šajā gadījumā: alumīnijs + kvarca smiltis  $\rightarrow$  silīcijs + alumīnija oksīds). Viņš ieguva 3 g elementārā silīcija (kas ir 5.2% no teorētiskā iznākuma). Bet, tā kā reakcijai vajag papildus siltumu, viņš pievienoja sēra un alumīnija maisījumu (reakcijā veidojas tikai alumīnija sulfīds). Termīta un šī maisījuma masas proporcija bija 1:1.5.

V3.1. Kāda ir ķīmiskā formula vielai, kas ir galvenā sastāvdaļa kvarca smiltīs? (1 punkts)

V3.2. Kāda ir ķīmiskā formula alumīnija sulfīdam? (1 punkts)

V3.3. Uzraksti sēra un alumīnija ķīmisko reakciju! (2 punkti)

V3.4. Uzraksti termīta ķīmisko reakciju! (2 punkti)

V3.5. Izrēķini, cik daudz alumīnija izmantoja Kristofers tikai termītā! (3 punkti)

V3.6. Kāda ir kopējā (termīta, alumīnija, sēra) maisījuma masa? (3 punkti)

V3.7. Kāds reakcijas veids ir termīta reakcijai un kāds – sēra un alumīnija reakcijai? (1 punkts)

# Kīmiķu dārzs 2020

## 11. – 12. klase

### 1. kārtā

## Uzdevumu komplekts

Risinot uzdevumus, lūdzam ievērot:

- uzdevumu risināšanas laiks ir **no 10.00 līdz 12.00**;
- 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 palīgīdzekļu lietošana vai saziņa ar ārpus komandas esošām personām nav atļauta;
- visas atbildes un risinājumus rakstīt tam paredzētajās vietās atbilžu lapās. Pierakstus (melnrakstu) var veikt uz uzdevumu lapām vai atsevišķām lapām – tos nebūs jānodod. **Nepareizajā vietā norādītas atbildes vai risinājumi netiks vērtēti**;
- ja kāda uzdevuma atbildēm vai risinājumam nepieciešama papildus vieta, to rakstīt uz atsevišķas lapas, skaidri norādot 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, vara atommasu pieņemt kā 63,5, 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 piecās kategorijās – neorganiskā ķīmija, organiskā ķīmija, analītiskā ķīmija, fizikālā ķīmija, vispārīgā ķīmija. Par katru no kategorijām var saņemt noteiktu daļu no kopējā maksimālā punktu skaita. **(Tas nozīmē, ka 1 punkts vienas daļas uzdevumā ne obligāti ir vienāds ar 1 punktu citas daļas uzdevumā.)**

Šajā komplektā ir 10 uzdevumi, 11 lappuses ar uzdevumiem un 10 atbilžu lapas. **Lūdzu, pārbaudiet, vai esat saņēmuši pilnu komplektu pareizajai klašu grupai!**

Visticamāk, jūs 2 stundu laikā neizpildīsiet visus uzdevumus perfekti. Tādēļ atcerieties strādāt komandā, sadalīt darbu un koncentrēties uz tiem uzdevumiem, ko jūs varat izpildīt. **Vēlam veiksmi!**



## KĶmīķu dārzs 2020

11.–12. klase

1. kāрта

---

### *Neorganiskā ķīmija (30% no kopējiem punktiem)*

#### **N1. Olavs un ampulas (23 punkti)**

Reiz ķīmijas fakultātes students Olavs bija ticis pie trijām dažādām ampulām. Pirmajā ampulā bija viela **X**, otrajā viela **Y**, bet trešajā viela **Z**.

Pirmajā ampulā atradās kāds smags šķidrums ar metālisku spīdumu (viela **X**). Mēģinot to nolikt atpakaļ plauktā, ampula izslīdēja viņam no rokām un iekrita izlietnē. Tā kā ampula saplīsa un izlietnē bija ūdens, norisinājās ķīmiskā reakcija un sāka izdalīties gāze **A**, bet ampulā bijušais šķidrums pēc izskata nebija mainījies. Vielas **X** sastāvā ir kāds metāls kura jonus pakļaujot elektriskajai izlādei tas spīd dzeltenā krāsā.

Otrajā ampulā atradās kāda zeltaina kristāliska viela (viela **Y**). Ampulu paturot rokās, tās saturs kļuva šķidr. Olavs pavaicāja kādam profesoram, kas ir ampulā; profesors ātri saprata un atteica, ka jaunajam ķīmiķim rokās ir ļoti dārga viela, kā arī pieminēja, ka labāk būtu to izlietnē nemest.

Trešo ampulu Olavam iedeva profesors. Interesanti, ka tā bija maza, veidota no teflona, bet iestrādāta lielā organiskā stikla gabalā; tajā zem augsta spiediena atradās kāda šķidra, gaiši zaļgana viela. Profesors apgalvoja, ka ampula bija veidota no teflona, jo vielu **Z** stikla ampulā uzglabāt nevar. Viela **Z** normālos apstākļos ir gāze; saskaroties ar ūdeni, tā veido kādu īpaši bīstamu vielu **B**. Viela **B** ir vāja skābe.

*N1.1. Kas ir vielas **X**, **Y**, **Z**, **A** un **B**? (13 punkti)*

*N1.2. Kāds ir gāzes **Z** relatīvais blīvums attiecībā pret **A**? (1 punkts)*

*N1.3. Kura/-as no vielām (**A**, **B**, **X**, **Y**, **Z**) nav saliktas vielas? (1 punkts)*

*N1.4. Kāpēc trešajā ampulā esošu vielu nevar uzglabāt stikla ampulā? (3 punkti)*

*N1.5. Kāpēc otrās ampulas saturu nevajadzētu liet ūdenī? (1 punkts)*

*N1.6. Kādas divas vielas rastos, ja **X** reaģētu ar **Z**? (2 punkti)*

*N1.7. Vai **Y** un ūdens reakcijas produktu, kas nav gāze, varētu ilglaicīgi uzglabāt stikla kolbā? Pamatojiet! (2 punkti)*



## KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

1. kāрта

---

### N2. Savādi atgadījumi ar vielām (25 punkti)

Paskaidrojiet sekojošus eksperimentālus faktus, pamatojiet ar reakciju vienādojumiem.

N2.1. Šķīdums, ko iegūst cinka reakcijā ar atšķaidītu  $\text{HNO}_3$ , atkrāso  $\text{KMnO}_4$  šķīdumu. (5 punkti)

N2.2. Vārot  $\text{KMnO}_4$  šķīdumu ar  $\text{KOH}$  pārākumu, šķīduma krāsa pakāpeniski kļūst zaļa, bet, paskābinot šo šķīdumu, krāsa atgriežas par sākotnējo un veidojas brūnas nogulsnes. (5 punkti)

N2.3. Cinka reakcijā ar kobalta sulfāta šķīdumu izdalās gāze. (5 punkti)

N2.4. Alumīnija reakcijā ar piesātinātu nātrija karbonāta šķīdumu karsējot izdalās gāze. (5 punkti)

N2.5. Silīcija(IV) oksīda un magnija reakcijā karsējot veidojas cietvielu maisījums. Šim maisījumam pievienojot atšķaidītu sālsskābi, gaisā notiek spontāns uzliesmojums. (5 punkti)

(Adaptēts no: A. Z. Ļisicins, A. A. Zeifmans "Nestandarta uzdevumi ķīmijā")



## KĶmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

1. kāрта

---

### N3. Aizdomīgais metāls (10 punkti)

Risinot ķīmijas olimpiāžu uzdevumus, bieži var lietot sistēmiskas aprēķinu metodes, lai atminētu vielas, kuru īpašības var būt nepazīstamas. Piemēram, parasti māca, ka ar ūdeni reaģē tikai periodiskās tabulas IA un IIA grupas metāli. Bet vai tā tiešām ir...?

Analītiski tīru nezināma metāla paraugu izņēma no minerāleļļas, kur to uzglabā, un nosusināja ar salveti no pārpalikušās minerāleļļas.

No paņemtā metāla gabala ar nazi nogrieza 3,14 g smagu gabaliņu, kuru izšķīdināja siltā ūdenī, iegūstot bāzisku šķīdumu. Iegūtajam šķīdumam izlaida cauri CO<sub>2</sub>, iegūstot dzeltenīgas krāsas nogulsnes. Nogulsnes nofiltrēja un apstrādāja ar atšķaidītu sērskābi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, līdz beidza izdalīties gāze. Šajā procesā tika iegūti 694 mL (n.a.) gāzes.

Iegūto vāji rozā krāsas šķīdumu ļoti uzmanīgi ietvaicē pazeminātā spiedienā, līdz tilpums samazinās 4 reizes, tad no šķīduma kristalizē 8,99 g vielas (pieņem, ka izkristalizējas 95% šķīdumā esošās vielas). Izkarsējot iegūto vielu, tās masa samazinās 1,547 reizes. Iegūto savienojumu dedzināja bezkrāsainā liesmā, tā iekrāsojās izteikti sarkanā krāsā.

N3.1. Kas ir nezināmais metāls? (6 punkti)

N3.2. Kas ir kristalizētā viela pirms karsēšanas? (4 punkti)





## KĪMIĶU DĀRZS 2020

11.–12. klase

1. kāрта

### N4. “Kvalitatīvas” degvielas piedevas (34 punkti)

Kāds binārs savienojums **A**, kas ir spilgti sarkanīgi oranžā krāsā, reaģē ar atšķaidītu  $\text{HNO}_3$ , veidojot melnu, ūdenī nešķīstošu bināru savienojumu **B** (molmasa 239 g/mol). Savienojums **A** ir oksīda **B** un oksīda **C** maisījums, kur to molārā attiecība ir attiecīgi viens pret divi. Viela **C** ir dzeltenā krāsā.

**B** reaģējot ar  $\text{HCl}$  šķīdumu, izdalās hlors un rodas nogulsnes, kas ir viela **D**. **D** reakcijā ar koncentrētu  $\text{HCl}$ , šķīdumam cauri laižot hloru, rodas kāda kompleksa skābe **E**. Tai reaģējot ar amonjakūdeni, rodas sāls **F**. **F** apstrādājot ar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  šķīdumu, rodas metāla **G** hlorīds **H**.

**H** reducējot ar cinku, iegūst metālu **G**. Tas reaģē ar izkausētu metālisku nātriju, veidojot nātrija un metāla **G** sakausējumu **I**. **I** sastāvā ir viens nātrija atoms un viens metāla **G** atoms. **I** reaģējot ar **J** (molmasa 64,5 g/mol), tiek iegūts gala produkts **K**. Viela **J** ir halogēnalkāns.

**K**, kas ir organometālisks savienojums, tika izmantota kā naftas degvielas piedeva. Kopš 1920. gada tā ir patentēta kā oktānskaitļa pastiprinātājs, kas ļāva ievērojami palielināt motora kompresijas pakāpi. Mūsdienās šo vielu vairs nepievieno degvielai tās cilvēku veselībai un videi bīstamās ietekmes dēļ.

N4.1. Noteikt vielas **A-K**! (20 punkti)

N4.2. Uzzīmēt vielas **K** struktūru! (3 punkti)

N4.3. Uzrakstīt sekojošo reakciju vienādojumus: (8 punkti)

- no **B** uz **D**;
- no **D** uz **E**;
- no **F** uz **H**;
- no **J** uz **K**!

N4.4. Kādas vielas noplūstu dabā, ja viela **K** sadegtu automašīnas dzinējā? (3 punkti)



## KĪmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

1. kāрта

---

### *Organiskā ķīmija (20% no kopējiem punktiem)*

#### **O1. Peldošie akmeņi (32 punkti)**

*Šajā uzdevumā ir 3 daļas, tās var rēķināt neatkarīgi vienu no otras.*

KĪmiķis Juris karantīnā nokļuva pie vectēva un, tur dzīvojot, vectēva skapī atrada maisu ar dārgakmeņiem. Juris redzēja, ka maisā ir opāli ( $\rho = 2,1 \text{ g/cm}^3$ ), lazurīta gabali ( $\rho = 3,0 \text{ g/cm}^3$ ), dimanti ( $\rho = 3,5 \text{ g/cm}^3$ ) un zelta tīrradņi ( $\rho = 19,3 \text{ g/cm}^3$ ). Taču visi dārgakmeņi bija samesti kopā vienā lielā putrā, un to viņam bija grūti pieņemt. Viņš uzreiz sāka tos atdalīt ar rokām kā Pelnrušķīte, bet tas viņam drīz vien apnīka, un viņš nolēma ķerties pie citas stratēģijas.

Juris sākumā aizgāja uz vannasistabu. Tur viņš atrada medikamentu, ko vectēvam padomju gados bija jādzer armijā. Tā sastāvs bija kāda sāls **A** šķīdums ūdenī (sāls **A** satur tikai kādu metālu **B** un halogēnu, halogēna masas daļa sālī 67,23%). Vēl viņš paņēma vecmamma nagu lakas noņēmēju, kas lielākoties saturēja organisku vielu **D** ( $M = 58 \text{ g/mol}$ ), kura ir vienkāršākais ketons un ļoti vāja skābe ( $pK_a(\text{H}_2\text{O}) = 19$ ).

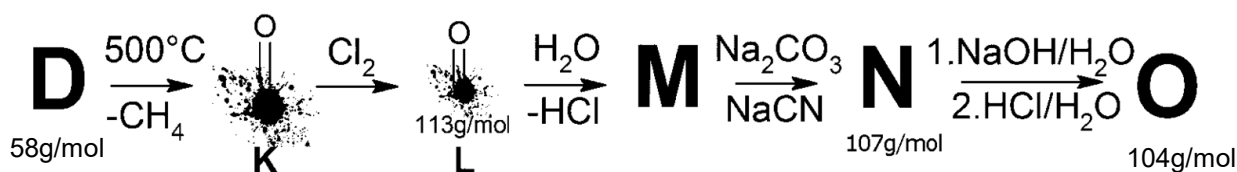
Tālāk viņš sajauca 3 ūdens šķīdumus – **A** un **D**, kā arī balinātāju uz hlora bāzes (balinātājs tika iegūts hlora reakcijā ar NaOH ūdens šķīdumu), sākās reakcija. Sākotnēji šķīdums kļuva tumšdzeltenī brūns – radās vienkārša sarkanbrūna viela **E**, kas ātri izreaģēja ar **D**, padarot šķīdumu duļķainu. **E** reakcijā ar **D** radās sadzīvē bieži sastopams organisks anjons **F** (ar skābekļa masas daļu 54,24%) un organiska viela **X**. Organiskā viela **X** ir šķidrums ( $\rho = 2,9 \text{ g/cm}^3$ ), kas nejaucas ar ūdeni. Par vielu **X** zināms arī, ka to var iegūt kādas vielas **C** reakcijā ar hloroformu ( $\text{CHCl}_3$ ), savukārt **C** iegūst, alumīnijam reaģējot ar vielu **E**. Viela **X** satur tikai 3 nemetālus.

Atdalījis vielu **X** no ūdens slāņa, Juris bija ieguvis gribēto vielu pirmajam dārgakmeņu atdalīšanas solim. Viņš iebēra visus savus dārgakmeņus vielā **X**. Nogrīma visi, izņemot opālus, jo tie bija mazāk blīvi nekā viela **X**. Juris bija atdalījis visus opālus, tomēr pārējie dārgakmeņi vēl bija sajaukti.

Tālāk Juris devās uz savu laboratoriju un paņēma vielas **G** un **H**. **G** bija koši dzeltens kāda metāla **I** augtākās pakāpes skābais oksīds; to var uzskatīt arī par kādas nestabilas skābes **J** anhidrīdu. Savukārt **H** ir šīs skābes nātrija sāls (nātrija masas daļa **H** ir 15,65%). **H** šķīdumam Juris, aktīvi maisot, lēnām pievienoja savienojumu **G**. Radās savienojums **Y**, tā molmasa – 2988 g/mol, nātrija masas daļa tajā – 4,62%. Juris iztvaicēja ūdeni un ieguva tīru vielu **Y**. 100 mL ūdens var izšķīdināt 400 g vielas **Y**, iegūstot šķīdumu ar blīvumu 3,1 g/cm<sup>3</sup>.

Tāpat kā iepriekš, Juris visus pāri palikušos akmeņus ievietoja šķīdumā. Uzpeldēja tikai lazurīts, ko Juris nekavējoties veicīgi nodalīja.

Visbeidzot Juris sāka taisīt savu visblīvāko šķīdumu. Lai to izdarītu, viņš ņēma palīgā sava skolotāja iedotu lapiņu ar reakcijas shēmu. Arī šī shēma sākās ar vielu **D**. Taču lapiņa laboratorijas apstākļos bija nosmērējusies, un varēja salasīt tikai daļu. Neraugoties uz to, Jurim izdevās savā laboratorijā sintezēt vielu **O** – divvērtīgu organisku skābi.



Tālāk Juris skābi **O** sajauc ar kādu citu (vienvērtīgu) organisku skābi **P** (tās molmasa – 46 g/mol; tās triviālajā nosaukumā ir kukainis) molu attiecībā 1:1. Maisījumam Juris pievienoja kādu ļoti toksisku metālu **R** (tas ir praktiski vienīgais metāls, neskaitot sārnu metālus, kurš standartapstākļos reaģē ar neoksidējošām skābēm, veidojot katjonu ar lādiņu +1) kopējā molu attiecībā 1:1:2 (**O:P:R**). Skābju maisījumam reaģējot ar metālu **R**, veidojās 2 sāļi – **S** un **T** (skābekļa masas daļa **S** – 12,85%; skābekļa masas daļa **T** – 20,85%).

Šo abu savienojumu piesātināts ūdens šķīdums ir blīvākais šādam mērķim izmatotais ūdens šķīdums (blīvums – 4,25 g/cm<sup>3</sup>). Mineralogijā to pazīst kā Kleriči šķīdumu; to izmanto iezu paraugu, arī dārgakmeņu, atdalīšanā. Ar šo šķīdumu Juris atdalīja dimantus no zelta, jo dimanti šķīdumā peld, bet zelts grimst.

Tā Juris, atdalījis visus vectēva dārgakmeņus, bija ļoti apmierināts ar padarīto.

01.1. Kas ir vielas **A–T**, **X** un **Y**? Vielām **K–P** zīmēt struktūrformulas! (32 punkti)



## KĶmīķu dārzs 2020

11.–12. klase

1. kāрта

---

### *Analītiskā ķīmija (25% no kopējiem punktiem)*

#### **A1. Kvantitātes kontroles birojs uzdarbojas (18 punkti)**

Lai noteiktu etanola saturu ūdens šķīdumā, paraugam pievieno paskābināta dihromāta pārākumu. Reakcijā veidojas etiķskābe un  $\text{Cr}^{+3}$  joni. Pāri palikušajam dihromātam pievieno paskābinātu KI šķīdumu pārākumā un  $\text{NaHCO}_3$  šķīdumu, līdz pH sasniedz aptuveni 7. Iegūto šķīdumu titrē ar standartizētu tiosulfāta šķīdumu, līdz izteiktā krāsa izzūd. Šajā titrēšanā kā indikators tiek izmantots cietes šķīdums.

50 mL parauga tika pievienoti 5,00 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  un 50 mL 5M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Iegūtajam šķīdumam pievieno KI šķīdumu, kurā ir izšķīdināti 5,00 g KI. Pēc reakcijas pievieno pietiekami daudz  $\text{NaHCO}_3$ , lai iegūtu šķīdumu ar neitrālu vidi, tad iegūto šķīdumu titrē ar  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , kā indikatoru izmantojot cietes šķīdumu. Titrēšanā tika izmantoti 27,04 mL 1,00M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  šķīduma.

*A1.1. Nosakiet etanola molāro koncentrāciju dotajā paraugā! (8 punkti)*

*A1.2. Uzrakstiet saīsinātos jonu vienādojumus: (8 punkti)*

- paskābināta dihromāta reakcijai ar etanolu;
- dihromāta reakcijai ar paskābinātu jodīdu;
- joda reakcijai ar tiosulfātu!

*A1.3. Kāpēc jāpanāk pH līmenis 7, pievienojot  $\text{NaHCO}_3$ ? (2 punkti)*



## KĶmīķu dārzs 2020

11.–12. klase

1. kāрта

---

### A2. Špineļa aizaugumi (13 punkti)

Uz metalurģisko elektrokrāšņu sienām kristalizējas  $\text{MgO}$ ,  $\text{MgSiO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  un špineļa  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  maisījums, un krāsns pamazām “aizaug”. Veicot aizauguma ķīmisko analīzi, noskaidroja, ka Mg un Si masas daļas tajā ir attiecīgi 14,0% un 21,6%.

A2.1. Kāda ir špineļa masas daļa elektrokrāsns aizaugumā? (13 punkti)

(Adaptēts no: J. Meija “Matemātikas šarms ķīmijā”)



## KĪmiķu dārzs 2020

11.–12. klase

1. kāрта

---

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

#### **F1. Faradeja konstante (12 punkti)**

Elektroķīmijā aprēķinos bieži izmanto Faradeja konstanti  $F$ .

*F1.1.* Izsakiet Faradeja konstanti, izmantojot tikai elementārās konstantes (skat. zemāk). Parādiet matemātiskā izveduma gaitu! (8 punkti)

*F1.2.* Aprēķiniet Faradeja konstantes vērtību ar diviem cipariem aiz komata, ja ir dota šāda informācija: (1 punkts)

$c$	velocity of light in vacuum	$2.997\,924\,58 \cdot 10^8$ m/s
$h$	Planck's constant	$6.626\,069 \cdot 10^{-34}$ J/s
$\hbar$	(= $h/2\pi$ )	$1.054\,571 \cdot 10^{-34}$ J/s
$e$	electronic charge	$1.602\,176 \cdot 10^{-19}$ C
$\mu_e$	electron magnetic moment	$-928.476\,362 \cdot 10^{-26}$ J/T
$\mu_B$	Bohr magneton	$927.400\,899 \cdot 10^{-26}$ J/T
$\mu_N$	nuclear magneton	$5.050\,783\,17 \cdot 10^{-27}$ J/T
$m_e$	electron mass	$9.109\,381\,88 \cdot 10^{-31}$ kg
$m_P$	proton mass	$1.672\,621\,58 \cdot 10^{-27}$ kg
$m_N$	neutron mass	$1.674\,927\,16 \cdot 10^{-27}$ kg
$k_B$	Boltzmann's constant	$1.380\,650 \cdot 10^{-23}$ J/K
$N_A$	Avogadro's constant	$6.022\,142 \cdot 10^{23}$
$R$	molar gas constant	$N_A \cdot k_B = 8.314\,472$ J/mol·K

*F1.3.* Faradeja konstantes mērvienība ir C/mol. Kādu mērvienību apzīmē burts C? (1 punkts)

*F1.4.* Kādu divu SI sistēmas pamata mērvienību reizinājums ir 1 C? (2 punkti)



## Kīmīķu dārzs 2020

11.–12. klase

1. kāрта

---

### *Vispārīgā ķīmija (10% no kopējiem punktiem)*

#### **V1. Vecais labais Luiss (20 punkti)**

Doti savienojumi **X**, **Y** un **Z**.

- Savienojums **X** satur kālija jonu (masas daļa 38,61%), kā arī skābekli un slāpekli.
- Savienojums **Y** satur skābekli (masas daļa 24,43%), slāpekli (masas daļa 21,37%) un nemetālu **Q** visus vienādā molārā daudzumā.
- Savienojums **Z** (molmasa 135 g/mol) satur tikai skābekli un **Q**; molārā attiecība  $Q/O=0,5$ .

*VI.1. Nosakiet, kas ir savienojumi **X**, **Y**, un **Z** un nemetāls **Q**! (7 punkti)*

*VI.2. Uzzīmējiet Luisa struktūras savienojumiem **Y** un **Z** un anjonam **X** sastāvā! (8 punkti)*

*VI.3. Uzzīmējiet visas rezonanses formas anjonam **X** sastāvā! (3 punkti)*

*VI.4. Kāda ir slāpekļa oksidēšanās pakāpe savienojumā **Y** un kāda ir **Q** oksidēšanās pakāpe savienojumā **Z**? (2 punkti)*



## KĶmīķu dārzs 2020

11.–12. klase

1. kāрта

---

### V2. Gāzveida katalizators (10 punkti)

Istabas temperatūrā sajauc sēra (IV) oksīdu un skābekli daudzumu attiecībā 2:1 un iegūtajam gāzu maisījumam pievieno 10% (pēc tilpuma) katalizatora – NO. Tad gāzu maisījumu pakļāva elektriskajai izlādei, līdz sēra(IV) oksīds pilnībā izreaģēja ar skābekli, un reakcijas maisījumu atdzesēja līdz istabas temperatūrai.

V2.1. Kāda ir katalizatora tilpumsdaļa gāzē pēc reakcijas? Pamatot! (10 punkti)

(Adaptēts no: J. Meija “Matemātikas šarms ķīmijā”)