

V Ķīmiķu dārzs (2025)

11. – 12. klase

1. kāрта

Uzdevumu komplekts

Risinot uzdevumus, lūdzam ievērot:

- uzdevumu risināšanas laiks ir **3 stundas**;
- 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 atm, 0 °C).

Jums tiek piedāvāti uzdevumi piecās kategorijās – neorganiskā ķīmija (N), analītiskā ķīmija (A), fizikālā ķīmija (F), organiskā ķīmija (O), 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!**



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā

Neorganiskā ķīmija (31%)

N1. Dīvainie brālēni (26,5 punkti)

Divi brālēni, Varis un Žanis, izdomāja kādā ziemas brīvlaika dienā izklaidēties un veikt divas dažādas ķīmisko pārvērtību virknes, izmantojot identiskus reaģentus, bet dažādas izejvielas. Eksperimentu mērķis bija, pirmkārt, labi pavadīt laiku; otrkārt, izprast, kuriem no iegūtajiem savienojumiem ir līdzīgas un kuriem – ne tuvu ne līdzīgas īpašības.

Abi brālēni vēlējās iegūt analogiskus savienojumus **X** un **Y**. Lai tos iegūtu, Žanis izvēlējās kādu vienkāršu vielu **A**, toties Varis citu vienkāršu vielu **B**. **A** un **B** atrodas vienā periodiskās tabulas grupā un to atommasu attiecība ir 0,4051. Žanis **A** dedzināja gaisā un ieguva **X** kā gāzi, toties Varis no **B**, to dedzinot gaisā, ieguva baltu cietu vielu **Y**. Molmasu attiecība $M(\text{X}) : M(\text{Y})$ ir 0,5766. Gan **X**, gan **Y** formulvienībā ir trīs atomi, no kuriem divi ir vienādi.

N1.1. Atšifrējiet, kas ir vielas **A**, **B**, **X** un **Y**! Uzrakstiet to ķīmiskās formulas! (4 punkti)

N1.2. Piedāvāriet vienu metodi, kā pierādīt, ka Žaņa veiktajā reakcijā tiešām rodas **X**, nevis kāds cits **A** savienojums! (2 punkti)

Tālāk abi brālēni ieguva **A** un **B** saturošus sāļus. Gan **X**, gan **Y** reaģē ar NaOH pārākumā, veidojot baltas kristāliskas vielas – attiecīgi **Z** un **W**, kurās elementu **A** un **B** oksidēšanās pakāpes saglabājušās tādas pašas kā savienojumos **X** un **Y**. Lai iegūtu analogiskus savienojumus ar augstākajām **A** un **B** oksidēšanās pakāpēm, abi brālēni saviem savienojumiem pievienoja KMnO_4 un HNO_3 ūdens šķīdumus. Radās anjoni **Q** un **R**, kuriem abiem ir tetraedriskā struktūra.

N1.3. Atšifrējiet, kas ir vielas **Z** un **W**, joni **Q** un **R**! Uzrakstiet to ķīmiskās formulas. (4 punkti)

N1.4. Uzrakstiet vienādojumus augstāk minētajām reakcijām, kurās iegūst savienojumus **W** un **R**! (3 punkti)

Žanis bija lasījis par dažādu skābju īpašībām un vēlējās pierādīt savas zināšanas. Sākumā tika iegūtas skābes **T** un **P**, kurās bija tie paši anjoni, kas sāļos **Z** un **W** attiecīgi. Interesantā kārtā Varim nekādu problēmu ar **P** iegūšanu ūdens šķīdumā nebija, tomēr **T** iegūšana radīja galvassāpes, jo šī skābe daļēji sadalījās par kādu citu vielu. Apvienojot abu skābju šķīdumus, notika lēna reakcija, par ko liecināja tumši pelēku nogulšņu rašanās. Nogulsņējusies viela ir viena no Žaņa vai Vara sākotnējām izejvielām.

N1.5. Atšifrējiet, kas ir vielas **T** un **P**! Uzrakstiet to ķīmiskās formulas. (2 punkti)

N1.6. Uzrakstiet **T** sadalīšanās reakcijas vienādojumu! (1,5 punkti)



V Ķīmīķu dārzs

11.–12. klase

1. kāрта

N1.7. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai, kas noris starp Žaņa šķīdumu un skābes P ūdens šķīdumu. (2 punkti)

N1.8. Reakcija starp T un P pierāda, ka (izvēlieties vienu): (1 punkts)

- T ir labāks kompleksveidotājs par P;
- P ir labāks kompleksveidotājs par T;
- T ir stiprāka skābe par P;
- P ir stiprāka skābe par T;
- T ir stiprāks reducētājs par P;
- P ir stiprāks reducētājs par T;
- Neko no dotā!

Neapmierināmajam Žanim ar panākto nepietika. Viņš pārliecināja Vari, ka vēl ir arī jāiegūst skābes O un U, kas satur anjonus Q un R. Šoreiz gan brālēni aizmirsa marķēt izmantotās kolbas un nezināja, kur atrodas kura viela. Lai noskaidrotu, kurā traukā ir O un kurā U, tika veikts tests ar metālisku zeltu. Vienā no kolbām zelts izreaģēja, bet otrā nekādas reakcijas pazīmes netika novērotas. Žanis apgalvoja, ka tajā kolbā, kurā zelts izšķīda, jābūt O, tomēr brālēns šo spriedumu apšaubīja.

N1.9. Atšifrējiet, kas ir vielas O un U! Uzrakstiet to ķīmiskās formulas. (2 punkti)

N1.10. Vai Žanim ir taisnība par to, ka skābe, ar ko zelts reaģēja, ir O? (1 punkts)

N1.11. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai starp zeltu un skābi, ar ko tas izreaģēja! (2 punkti)

N1.12. Piedāvājiat izskaidrojumu, kāpēc zelts izreaģēja ar vienu skābi, bet neizreaģēja ar otru! (2 punkti)

Izmēluši spēkus, brālēni bija apmierināti ar dienā paveikto un devās uz Silvijas vecmāmiņas taisīto mielastu.



V Ķīmiku dārzs

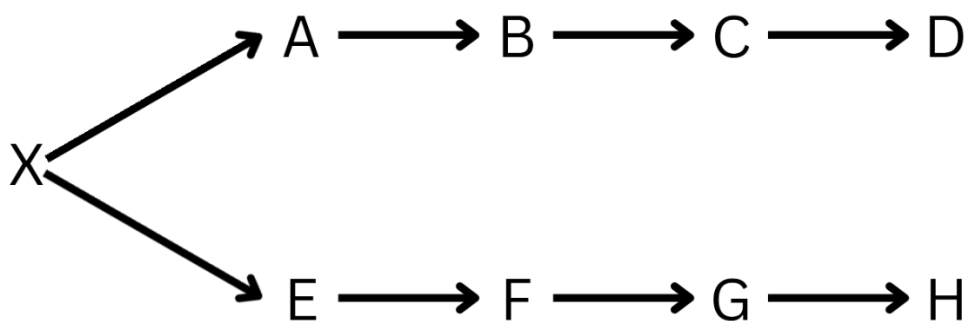
11.–12. klase

1. kārtā

N2. Nelūri! (27,5 punkti)

Priekšējais vīrs savā atvilknē ieraudzīja sudrabainu elementa **X** klucīti. Atcerēdamies savus gadus skolas solā, viņš uz brīdi aizmirsā par Gi-hunu un devās veikt dažus eksperimentus. Sākumā viņš nosvēra klucīti; tā masa izrādījās 10 grami. Tad viņš klucīti sadalīja divās vienādās daļās.

Vienai daļai priekšējais vīrs pievienoja bromu, kā vienīgo reakcijas produktu veidojot 17,5 gramus oranžīgu kristālu – bināru savienojumu **A**. Savukārt inertā atmosfērā sakaussējot otru klucīša daļu ar varu (patērējās tāds pats daudzums vara kā pirmajā reakcijā bromā), ieguva 10,0 gramus tumši zilu bināras vielas **E** kristālu, kuros vielai **X** ir zemākā stabilā oksidēšanās pakāpe.



N2.1. Kas ir vielas **X**, **A** un **E**? Uzrakstiet ķīmiskās formulas. (3 punkti)

Priekšējais vīrs uz brīdi atlika vielu **E** malā un veica dažus eksperimentus ar **A**. Sākumā viņš to izkarsēja. Savienojums sadalījās par šokolādes brūnu cietu vielu **B** un vienu no **A** izejvielām. **B** attīrīja sublimējot. Pēc tam priekšējais vīrs oksidēja **B** ar kādu gāzveida halogēnu, palielinot elementa **X** oksidēšanās pakāpi un atkal iegūstot vienu no **A** izejvielām, kā arī baltus kristālus, ko veido binārs savienojums **C**. Pievienojot to pašu halogēnu pārākumā, kristāli lēnām izzuda, veidojot savienojumu **D**, kurā elementa **X** masas daļa ir 52,89%. Priekšējais vīrs bija priecīgs, jo ieguva ļoti indīgu gāzi, ko varētu parādīt savam labākajam draugam Gi-hunam.

N2.2. Atšifrējiet vielu **B**, **C**, **D** ķīmiskās formulas! (3 punkti)

N2.3. Uzrakstiet vienādojumus reakcijām, kurās radās savienojumi **A**, **B**, **C**, **D**! (6 punkti)

Pēc pirmās sintēzes pabeigšanas priekšējais vīrs sadedzināja **E** skābekļa atmosfērā, veidojot pelēku pulveri, kas sastāvēja no diviem oksīdiem. No pulvera viņš 1300 °C temperatūrā atdestilēja vēlamo oksīdu **F** – cietu baltu vielu. Priekšējais vīrs **F** izšķīdināja koncentrētā sālsskābē, veidojot dzeltenu divvērtīgas kompleksās skābes **G** šķīdumu. Šīs skābes anjonam ir oktaedriskā ģeometrija. Lai pabeigtu savu sintēžu virkni, priekšējais vīrs **G** šķīdumam pielēja koncentrētu



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kāрта

amonjaka šķīdumu un pēc šķīduma atdzesēšanas ieguva 14,7 gramus skaistu dzeltenīgi oranžu kompleksā savienojuma **H** kristālu.

N2.4. Kāpēc pulveris, ko ieguva pēc **E** sadedzināšanas, bija pelēks? (2 punkti)

N2.5. Atšifrējiet vielu **F**, **G**, **H** ķīmiskās formulas! (3 punkti)

N2.6. Uzrakstiet vienādojumus reakcijām, kurās radās savienojumi **E**, **F**, **G**, **H**! (6 punkti)

N2.7. Nosakiet elementa **X** oksidēšanās pakāpi vielās **X**, **A–H**! (4,5 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā

Analītiskā ķīmija (20%)

A1. Reiz kādā analītikas laboratorijā... (16 punkti)

Līdzīgi, kā ir neorganisko savienojumu kvalitatīvās noteikšanas reakcijas, tā ir arī dažādas kvalitatīvās analīzes metodes organiskajiem savienojumiem, kuras lielākoties izmanto dažādu funkcionālo grupu izšķiršanai. Iespējams noskaidrot, piemēram, vai molekulā ir karbonskābe, aldehīds, esteris u.c., bet tikai ļoti retos gadījumos ar šīm metodēm var pierādīt savienojuma pilno struktūrformulu.

Kāds analītiķis mēģināja noskaidrot organiska savienojuma **X** struktūru, izmantojot tikai kvalitatīvās analīzes metodes. Pirms eksperimentu uzsākšanas viņš zināja vienīgi to, ka **X** molekula satur tieši vienu halogēna atomu. Vispirms viņš savienojumu sadedzināja. Radās gāzu maisījums, kas sastāvēja no 3 gāzēm – **A**, **B** un **C** molārajā attiecībā 10 : 5 : 1, bet masu attiecība bija 12,05 : 2,47 : 1,00. Gāzes ievadīja piesātinātā bārijā hidroksīda šķīdumā, novērojot nogulšņu **D** rašanos. Analītiķis iegūto maisījumu nofiltrēja. Pievienojot filtrātu karstam šķīdumam, kas satur permanganātjonus, violetais šķīdums atkrāsojas, rodoties **E**, kura normālos apstākļos ir gāze un satur tādu pašu ķīmisko elementu kā gāze **C**. Savukārt cietās nogulsnes **D** reaģē ar HNO_3 ūdens šķīdumu, izdalot gāzi **A**.

Papildus šim testam analītiķis vēl arī analizējamo vielu **X** vārīja NaOH ūdens šķīdumā, pēc tam pievienoja H_2SO_4 , lai pH kļūtu aptuveni neitrāls ($\text{pH} \approx 7$).

A1.1. Pievienojot sērskābi, šķīduma pH (izvēlieties vienu): (1 punkts)

- palielinājās līdz 7
- samazinājās līdz 7

Vārot **X**, radās vairākas vielas, tostarp **F** un **G**. Lai noskaidrotu šo savienojumu identitāti, šķīdumu sadalīja divās daļās.

Pirmajai daļai pievienoja FeCl_3 šķīdumu un novēroja violeta krāsojuma rašanos, ar ko tika pierādīta kādas funkcionālās grupas klātbūtne radušās vielas **F** paraugā.

Otro daļu paskābināja līdz $\text{pH} \sim 1$ un ar ekstrakciju no šķīduma atdalīja neorganiskās vielas. Pēc šķīdinātāja iztvaicēšanas kolbā palika abi organiskie savienojumi – **F** un **G**. Maisījumu varēja viegli sadalīt ar destilāciju, iegūstot tīru vielu **G**.

Tālāk analītiķis, saprazdams, cik svarīgi ir atšifrēt vielu **G**, pievērsās dažādām šī savienojuma reakcijām. Viņš veiksmīgi pierādīja, ka, vielu **G** sadedzinot, rodas tikai gāzes **A** un



V Ķīmiku dārzs

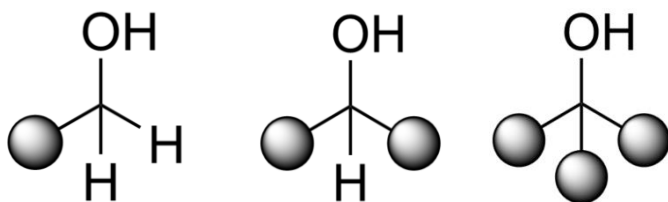
11.–12. klase

1. kārtā

B molu attiecībā 1:1. Izrādās, ka **G** molekula satur spirta fragmentu, tomēr, vielai **G** pievienojot CrO_3 , reakcijas pazīmes nevar novērot.

A1.2. CrO_3 oksidē spirtus par dažādiem karbonilsavienojumiem, tomēr ar **G** reakciju nenovēro. Par kādu no tālāk dotajiem fragmentiem **G** molekulā tas liecina? (Riņķi apzīmē aizvietotājus, t.i., atomus, kas nav ūdeņradis.) (2 punkti)

Izvēlieties vienu:



Vielai **G** pievienojot universāllindikatora šķīdumu, tas uzrādīja sarkanu krāsu, kas norāda, ka vielai piemīt arī skābas īpašības.

A1.3. Kura no piedāvātajām grupām varētu nodrošināt to, ka molekulai ir skābes īpašības ūdens šķīdumā? (1 punkts)

Izvēlieties vienu:

- Alkāns
- Alkēns
- Alkīns
- Spirts
- Aldehīds
- Karbonskābe
- Ketons
- Esteris
- Amīds
- Amīns
- Sulfons
- Ēteris

A1.4. Atšifrējiet vielas **A** – **G** un **X**, norādiet to struktūrformulas (sāļiem – tikai ķīmisko formulu)! Ja kādai vielai iespējamas vairākas struktūras, kas sakrīt ar novērojumiem, norādiet vienu. (9 punkti)

A1.5. Aprēķiniet sākumā minētā gāzu **A**, **B** un **C** maisījuma blīvumu $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrā un 1 bar spiedienā! Ja neatšifrējāt, kas ir gāzes **A**, **B** un **C**, tad pieņemiet, ka gāze **A** ir N_2 , gāze **B** ir SO_2 un gāze **C** ir Xe , molu attiecībā 10 : 5 : 1 respektīvi! Norādiet aprēķinu gaitu! (3 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā

A2. Cepam! (19,5 punkti)

Uzcītīgā ķīmijas skolniece Silvija vēlējās uzcept kūku vecmāmiņas 80. dzimšanas dienai. Ģimenes recepšu grāmatā viņa atrada nepieciešamās sastāvdaļas:



Meklējot šos produktus, meitene saskārās ar 8 nemarkētiem traukiem, kas katrs saturēja kādu baltu vielu. Tā kā viņa bija ciemos un nepārzināja šo trauku saturu, Silvija nolēma noskaidrot vielas pati, lai neizjauktu vecmāmiņai pārsteigumu. Viņa zināja, ka tās noteikti ir kādas kulinārijā izmantotas vielas, un, veicot izpēti, uzzināja 10 iespējamus variantus.

A2.1. Pabeidziet tabulu, nosakot cukura, cietes un dzeramās sodas sastāvu! (3 punkti)

Nr.	Nosaukums	Sastāva skaidrojums
1.	sāls	nātrijs hlorīds
2.	cukurs	
3.	milti	75% cietes, 10% proteīnu
4.	ciete	
5.	cepamais pulveris	nātrijs hidroģēnkarbonāts, kalcija dihidroģēnfosfāts, ciete
6.	dzeramā soda	
7.	citronskābe	citronskābe
8.	irdinātājs	amonija karbonāts
9.	vaniļas cukurs	99% cukura, 1% vanilīna
10.	pūdercukurs	sasmalcināts cukurs

Atbilžu varianti: nātrijs hidroģēnkarbonāts, saharoze, polisaharīds



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā

Tā kā Silvijai bija glutēna nepanesamība, viņa negribēja riskēt un nogaršot nezināmās vielas. Tā vietā viņa, pārliecināta par savām ķīmijas prasmēm, nolēma nezināmās vielas noteikt eksperimentu ceļā.

Vispirms meitene apzīmēja traukus ar burtiem **A – H**. Aplūkojusi to saturu, Silvija novēroja, ka vielas **A**, **B**, **C** un **D** sastāvēja no palieliem kristāliem atšķirībā no pārējām, kas bija pulverveida. No **D** nāca spēcīga, patīkama smarža. Mēģinot izšķīdināt nelielu daudzumu katras vielas, neizšķīda tikai **E**. Savukārt **F** saskarē ar ūdeni uzreiz novēroja putošanos un gāzes izdalīšanos. Meitene pamanīja arī, ka glāze ar **G** šķīdumu manāmi atdzisa šķīšanas laikā.

A2.2. Nosakiet, kura no vielām (1–10.) ir traukā **F**! (1 punkts)

A2.3. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai, kas notiek, **F** reaģējot ar ūdeni! (1,5 punkti)

Pēc tam Silvija veica 6 iegūto šķīdumu (izņemot **E** un **F**) savstarpējas reakcijas. Reakciju pazīmes – gāzes burbulīšu izdalīšanos – viņa novēroja, tikai divos gadījumos: sajaucot **A** ar **G** un **A** ar **H**.

A2.4. Nosakiet, kura no vielām ir traukā **A**! (1 punkts)

Nākamajā eksperimentā Silvija pa vienam katliņā karsēja vairāku balto vielu paraugus. No **G** izdalījās nepatīkama smarža un pēc neilga laika viss paraugs bija pazudis. Karsējot **H**, varēja manīt gāzes izdalīšanos. Gan **B**, gan **D** izkusa; **E** palika brūns; bet ar vielu **C** nenotika manāmas pārvērtības pat plīts maksimālajā temperatūrā (300 °C).

A2.5. Nosakiet, kādas vielas ir traukos **B**, **C**, **D**, **G** un **H**! (5 punkti)

A2.6. Kāda gāze rada nepatīkamu smaržu **G** sadalīšanās procesā? (1 punkts)

Lai izjauktu vielas kristālstruktūru, ir nepieciešama enerģija, ko no apkārtnes iegūst siltuma veidā. Savukārt, kad sāļu joni hidratējas, siltums tiek atdots apkārtnei. Šķīstot notiek abi šie procesi un to, vai rezultātā šķīšana būs endotermiska vai eksotermiska, nosaka katras vielas īpatnības. Ir zināms, ka arī daudzi sāļi, kas satur tādu pašu katjonu kā vielā **G**, šķīst endotermiski.

A2.7. Nosauciet vēl kādu piemēru sālim, kuram šķīstot, samazinās šķīduma temperatūra! (1,5 punkti)

Lai noskaidrotu pēdējo vielu, Silvija sākumā vēlējās izmantot aptiecinā atrodamo 5% joda šķīdumu spirtā, taču tad saprata, ka šādi nebūs iespējams viennozīmīgi noteikt vielu **E**.

A2.8. Kāpēc ar joda šķīdumu nebūtu iespējams viennozīmīgi noskaidrot nezināmo vielu? Kura/-s no 10 piedāvātajām vielām un kādā veidā reaģētu ar joda šķīdumu? (3 punkti)

Silvija ilgu laiku domāja, kā noteikt vielu **E**, līdz beidzot atcerējās, ka skolā bija mācījusies par biureta testu, ar kura palīdzību ir iespējams noteikt peptīdu un proteīnu klātbūtni. Ja Cu^{2+} joni



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā

bāziskā analizējamā šķīdumā maina krāsu no zilas uz violetu, tad šķīdums satur proteīnus. Vara sulfātu Silvijai izdevās atrast pie vecmāmiņas dārza piederumiem, jo tas tiek izmantots kā mēslojums. Kā bāzi viņa nolēma izmantot kādu no iepriekš noteiktajām vielām. Meitene **E** suspensijai ūdenī pievienoja izvēlēto bāzi un piepilināja sagatavotu CuSO_4 šķīdumu, taču eksperiments neizdevās. Negaidīti izdalījās gāzes burbulīši un parādījās zilzaļas nogulsnes. Silvija saprata, ka problēma bija ar viņas izmantoto bāzi, un tāpēc sameklēja labāku alternatīvu – nātrija hidroksīdu, ko saimniecībā izmanto kā tīrīšanas līdzekli. Šoreiz, atkārtojot eksperimentu, maisījums iekrāsojās violets.

A2.9. Uzrakstiet vienādojumu reakcijai, kas notika pirmajā mēģinājumā un traucēja **E** noteikšanai! (1,5 punkti)

A2.10. Kura no vielām ir traukā **E**? (1 punkts)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā

Fizikālā ķīmija (13%)

F1. Teorētiskais kvass (23,5 punkti)

Šajā uzdevumā apskatīsim maisījumus, kas sastāv no divām gaistošām vielām. Abas maisījuma sastāvdaļas daļēji iztvaiko, pārejot gāzveida fāzē virs šķidruma. Katras vielas tvaikiem atbilst savs parciālspiediens – daļa no kopējā gāzes spiediena.

Henrija likums apgalvo, ka:

$$p_A = \frac{c_A}{K_H}$$

kur p_A ir vielas A tvaiku parciālspiediens virs maisījuma, c_A ir vielas A molārā koncentrācija un K_H ir konstante, kas atkarīga gan no izšķīdušās vielas, gan šķīdinātāja.

Savukārt Raula likums izskatās šādi:

$$p_A = x_A p_A^*$$

kur x_A ir vielas A mola daļa maisījumā un p_A^* ir tīras vielas A tvaika spiediens. Mola daļa, līdzīgi masas daļai, ir vielas A daudzuma attiecība pret visu maisījuma sastāvdaļu daudzumiem:

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C + \dots}$$

Mola daļa ir skaitlis no 0 līdz 1 (to var izteikt procentos, bet šajā uzdevumā tā nedarīsim). Gan Raula, gan Henrija likums ir tuvinājumi, kas izriet no dažādiem pieņēmumiem.

Kāds dezinfekcijas līdzeklis satur 95% etanola (C_2H_5OH) pēc tilpuma. Tas nozīmē, ka šo līdzekli var pagatavot, sajaucot 95 mL etanola un 5 mL ūdens (bet beigu tilpums ne obligāti būs vienāds ar 100 mL!). Tīra etanola blīvums ir 0,791 g/mL, tīra ūdens – 0,997 g/mL.

F1.1. Aprēķiniet etanola mola daļu dezinfekcijas līdzeklī. Norādiet aprēķinu gaitu! (3 punkti)

F1.2. Šī dezinfekcijas līdzekļa blīvums ir 0,813 g/mL. Aprēķiniet etanola molāro koncentrāciju tajā. Norādiet aprēķinu gaitu! (3 punkti)

Etanola Henrija likuma konstante ūdenī ir $1,92 \text{ mol L}^{-1} \text{ kPa}^{-1}$, bet tīra etanola tvaika spiediens ir 5,95 kPa.

F1.3. Aprēķiniet etanola tvaika parciālspiedienu virs dezinfekcijas līdzekļa pēc Henrija likuma un pēc Raula likuma. (2 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā

F1.4. Bieži dezinfekcijas līdzekļiem pievieno arī citas sastāvdaļas, piemēram, virsmaktīvās vielas vai smaržvielas. Pēc citu sastāvdaļu pievienošanas etanola tvaika parciālspiediens (izvēlieties vienu): (1 punkts)

- palielināsies
- samazināsies
- nemainīsies

Jaunais ķīmiķis Gustavs vēlējās pētīt kvasu, taču viņu tracināja tā sarežģītais ķīmiskais sastāvs. Tāpēc viņš izlēma sākotnēji aplūkot tikai divas šī dzēriena sastāvdaļas, pagatavojot “ideālo kvasu” – 0,5% (pēc tilpuma) etanola šķīdumu ūdenī.

F1.5. Aprēķiniet etanola mola daļu šajā šķīdumā. Norādiet aprēķinu gaitu! (2 punkti)

F1.6. Šķīduma blīvums ir 0,996 g/mL. Aprēķiniet etanola molāro koncentrāciju tajā. Norādiet aprēķinu gaitu! (2 punkti)

F1.7. Aprēķiniet etanola tvaika parciālspiedienu virs Gustava ideālā kvasa pēc Henrija likuma un pēc Raula likuma. Norādiet aprēķinu gaitu! (2 punkti)

F1.8. Kuru no pārējām reāla kvasa sastāvdaļām (izņemot etanolu un ūdeni) varētu pētīt ar kādu no šīm likumībām? (1 punkts)

Īstenībā, izmērot etanola tvaika parciālspiedienu, noskaidroja, ka virs dezinfekcijas līdzekļa tas ir 5,75 kPa, bet virs Gustava ideālā kvasa – 44,2 Pa.

F1.9. Kurš no apgalvojumiem ir vispareizākais? (2 punkti)

- Henrija likums visos gadījumos darbojas labāk par Raula likumu
- Raula likums visos gadījumos darbojas labāk par Henrija likumu
- Henrija likums labāk darbojas izšķīdušajai vielai, Raula likums – šķīdinātājam
- Raula likums labāk darbojas izšķīdušajai vielai, Henrija likums – šķīdinātājam

Aprēķinu gaitā iepazīnāties ar diviem veidiem, kā izteikt vielas daudzumu maisījumā – mola daļu un molāro koncentrāciju.

F1.10. Atzīmējiet visus lielumus, kas obligāti jāzina, lai no vielas mola daļas varētu aprēķināt tās molāro koncentrāciju (šķīdumā, kurā ir tikai šī viela un šķīdinātājs)! (1,5 punkti)

- kopējais šķīduma tilpums
- vielas molmasa
- šķīdinātāja molmasa
- Avogadro skaitlis
- skaitlis π



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kāрта

- šķīduma blīvums
- tīras vielas blīvums
- tīra šķīdinātāja blīvums
- temperatūra
- atmosfēras spiediens
- Polārzvaigznes leņķis virs horizonta pusnaktī

F1.11. Pie kāda nosacījuma vielas molārā koncentrācija ir aptuveni proporcionāla tās molaļai?
(1 punkts)

Izvēlieties vienu:

- zema koncentrācija (x tuvu 0)
- augsta koncentrācija (x tuvu 1)
- vielai un šķīdinātājam ir līdzīgas koncentrācijas (x tuvu 0,5)
- viela ir etanols

F1.12. Pamatojiet savu atbildi uz iepriekšējo jautājumu ar matemātisku spriedumu (izvedumu).
(3 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā

Organiskā ķīmija (13%)

O1. Luras ziepes (23,5 punkti)

Senais Teodors dzīvoja tālā padomju Latvijas pierobežas nostūrī – vietā, kur veikali bieži stāvēja pustukši. Pat vienkāršas ziepes iegādāties nebija viegli. Turklāt parastās veikalā nopērkamās ziepes neatbilda viņa plāniem, jo vajadzēja iepriecināt savu sirdsdāmu Luru, kurai patika viss, kas satur viņas vārdu. Tā kā Teodors kopš bērnības aizrāvās ar ķīmiskajiem eksperimentiem, viņš nolēma pats sintezēt ziepes, iekļaujot sastāvā vārda fragmentu “Laur-”, kas ir triviālais nosaukums dodecilgrupai – viņam šķita, ka Laura to uztvers kā romantisku dāvanu.

1. Pirmā ziepju versija (ziepes A)

Teodors brīnumainā kārtā rūpnīcas noliktavā ieguva laurīnskābi (nesazarota taukskābe, $C_{12}H_{24}O_2$). Viņš tai pievienoja nātrija hidroksīdu (NaOH) un ieguva ziepes **A**. Tomēr Laura bija vīlusies – ziepes neputoja pietiekami un nenotīrīja viņas laboratorijas aprīkojumu tik labi, kā cerēts.

2. Otrā ziepju versija (ziepes F)

Teodors neapstājās. Viņš laurīnskābi apstrādāja ar fosfora pentahlorīdu (PCl_5), lai iegūtu reaģētspējīgu starpproduktu **B**. Tad šim starpproduktam viņš pievienoja nātrija *N*-metiltaurātu (skatīt shēmu) un $NaHCO_3$. Rezultātā radās neorganisks sāls **C**, gāze **D**, bināra viela **E** un ziepes **F**. Bet Laura arī šoreiz nebija līdz galam apmierināta – tīrīšanas spēks joprojām nebija pietiekams.

3. Trešās ziepes (ziepes I)

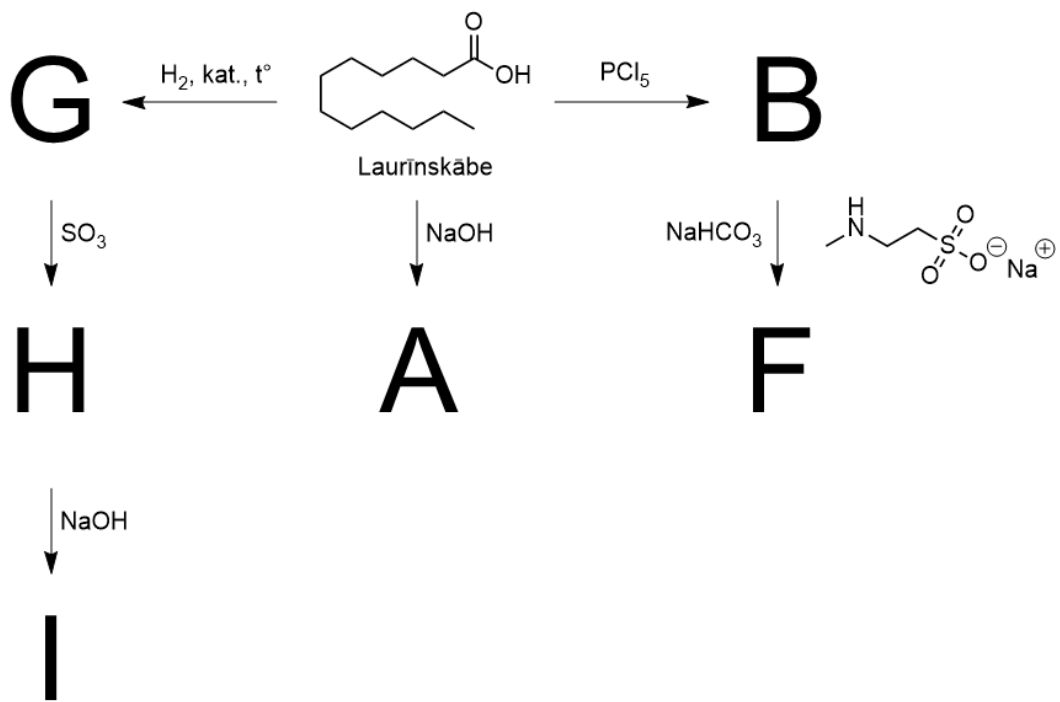
Lai panāktu ko efektīvāku, Teodors pievērsās nopietnai sintēzei. Viņš reducēja laurīnskābi ar ūdeņradi, pārvēršot to par **G** ($C_{12}H_{26}O$). Pēc tam vielu **G** apstrādāja ar sēra trioksīdu (SO_3), iegūstot skābi **H**. Visbeidzot viņš neitralizēja skābi **H** ar nātrija hidroksīdu, iegūstot ziepes **I**, kas beidzot iepriecināja Luru ar izteismīgām putām un labu tīrīšanas spēju. Teodors uzelpoja ar atvieglojumu: vannasistaba tagad bija pilna ar paša radītiem higiēnas brīnumiem, un Laura priecājās gan par ziepēm, gan par savu vārdu to sastāvā.



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā



01.1. Kas ir vielas **A–I**? Vielām **C**, **D**, **E** norādiet ķīmisko formulu, visām pārējām uzzīmējiet struktūrformulas! (13,5 punkti)

01.2. Izmantojot struktūrformulas organiskām vielām, uzrakstiet vielas **F** iegūšanas reakcijas vienādojumu! (2 punkti)

01.3. Uzzīmējiet iepriekšējā jautājumā minētās reakcijas mehānismu! (3 punkti)

01.4. Piedāvāriet vēl kādu metodi, kā no laurīnskābes iegūt **G**, neizmantojot H_2 . (2 punkti)

01.5. Kā organiskajā ķīmijā sauc reducēšanu ar ūdeņradi? (1 punkts)

01.6. Kāda kopīga iezīme **A**, **F** un **I** struktūrās padara šos savienojumus par efektīvām ziepēm? (2 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

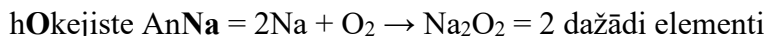
1. kārtā

Vispārīgā ķīmija (22%)

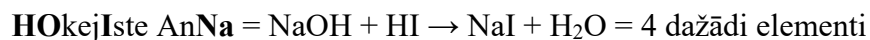
V1. Iesākumā bija vārds (20 punkti)

Ķīmija dzīvo ne tikai gaisā, ūdenī un zemē, bet arī valodā. Gandrīz katrā vārdā ir apslēpts viens vai vairāki ķīmisko elementu simboli. Šajā uzdevumā sastādīsim reakciju vienādojumus no elementiem, kas atrodami teikumos.

Piemēram, vārdu savienojumā “hokejiste Anna” var atrast:



bet arī:



Katram no tālāk dotajiem teikumiem: a) nosakiet, cik dažādu ķīmisko elementu tajā parādās; un b) uzrakstiet vienu reakcijas vienādojumu ar tajā atrodamajiem elementiem. Nav obligāti jāizmanto visi atrastie elementi, bet, jo vairāk elementu iesaistīsiet reakcijā, jo vairāk punktu saņemsiet!

- Reakcijai jābūt ķīmiski iespējamai.
- Vienādojumam jāapraksta viens ķīmiskais process: iepriekš dotajā piemērā nederētu atbilde $\text{NaOH} + \text{KOH} + 2\text{HI} \rightarrow \text{NaI} + \text{KI} + 2\text{H}_2\text{O}$, jo tā ir divu atsevišķu reakciju summa.
- Vienu burtu var izmantot vairākas reizes (piemēram, **Na** satur gan nātriju, gan slāpekli).
- Burti ar latviešu diakritiskajām zīmēm (garumzīmēm un mīkstinājuma zīmēm) ķīmiskajos elementos neparādās (Če nav Ce!).
- Deitērijs (D) un tritijs (T) ir ūdeņraža izotopi un neskaitās kā atsevišķi elementi!

V1.1. Birutai nepatīk zibens. Cik dažādu ķīmisko elementu ir šajā teikumā? (1,5 punkti)

V1.2. Birutai nepatīk zibens. Uzrakstiet reakcijas vienādojumu, iesaistot pēc iespējas vairāk elementu! (2,5 punkti)

V1.3. “Lūc’ zvant’, ja uz klopi nelaiš’ iekšā!” Cik dažādu ķīmisko elementu ir šajā teikumā? (1,5 punkti)

V1.4. “Lūc’ zvant’, ja uz klopi nelaiš’ iekšā!” Uzrakstiet reakcijas vienādojumu, iesaistot pēc iespējas vairāk elementu! (2,5 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kāрта

VI.5. Ko šodien dara flamingo? Cik dažādu ķīmisko elementu ir šajā teikumā? (1,5 punkti)

VI.6. Ko šodien dara flamingo? Uzrakstiet reakcijas vienādojumu, iesaistot pēc iespējas vairāk elementu! (2,5 punkti)

VI.7. Alkoholikiem pieclatnieks Vecrīgā bojā aknas. Cik dažādu ķīmisko elementu ir šajā teikumā? (1,5 punkti)

VI.8. Alkoholikiem pieclatnieks Vecrīgā bojā aknas. Uzrakstiet reakcijas vienādojumu, iesaistot pēc iespējas vairāk elementu! (2,5 punkti)

VI.9. “Izaicinājumi padara dzīvi interesantu, to pārvarēšana piešķir tai nozīmi.” Cik dažādu ķīmisko elementu ir šajā teikumā? (1,5 punkti)

VI.10. “Izaicinājumi padara dzīvi interesantu, to pārvarēšana piešķir tai nozīmi.” Uzrakstiet reakcijas vienādojumu, iesaistot pēc iespējas vairāk elementu! (2,5 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā

V2. Līze līzē līdzī (19 punkti)

Zināms, ka vielu **A** atklāja 18. gadsimta beigās. Tā ir plaši lietota, jo tai piemīt stipras oksidēšanās spējas, kas padara to noderīgu dažādos procesos: skābekļa iegūšanā, pirotehnikā, ķīmiskajā rūpniecībā un sintēzē.

Viena no zināmākajām vielas **A** reakcijām ir tās reakcija ar skābi **B**. Šajā apmaiņas reakcijā rodas sāls **C**, kurš satur bārija katjonu. **C** anjonā skābekļa masas daļa ir 66,7%. Reakcijā rodas arī viela **D**, kura viegli sadalās, ja tai pievieno mangāna dioksīdu.

Cits veids, kā iegūt vielu **D**, ir vielas **B** elektrolīze. Procesa laikā veidojas starpprodukts **E**, kurš tālāk reakcijā ar ūdeni veido savienojumu **B** un **F**. Arī **F** var reaģēt tālāk ar ūdeni, veidojot **B** un **D**. Gan **B**, gan **E**, gan **F** satur vienus un tos pašus elementus. Elementa **Y** sastāvs savienojumā **B** ir 32,7 %, **E** – 33,0 %, **F** – 28,1 %. No 97,07 gramiem vielas **E** ieguva 17,01 gramus **D**.

V2.1. Kas ir vielas **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**? (6 punkti)

V2.2. Kas ir elements **Y**? Norādiet tā simbolu. (1 punkts)

V2.3. Vielas **C** veidošanās traucē reakcijai starp **A** un **B**. Kāpēc? (2 punkti)

V2.4. Uzrakstiet vienādojumus pusreakcijām, kas norisinās uz elektrodiem vielas **B** elektrolīzē (pirms **F** rašanās). Norādiet, kura pusreakcija notiek pie anoda un kura – pie katoda. (4 punkti)

V2.5. Uzrakstiet pilnos reakcijas vienādojumus katram no trim soļiem procesā $\text{B} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{F} \rightarrow \text{D}$! (6 punkti)



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kāрта

N1. Dīvainie brālēni

N1.1.

A – S

B – Se

X – SO₂

Y – SeO₂

N1.2. Vairāki varianti, piemēram:

Izlaižot caur KMnO₄ šķīdumu, ievēro, ka tam ir oksidējošas īpašības; izlaižot caur HI šķīdumu, ievēro, ka tam ir reducējošas īpašības; pievienojot samitrinātu pH indikatorpapīrīti, ievēro, ka tas ir skābais oksīds. No sēra savienojumiem visām šīm īpašībām atbilst vienīgi SO₂.

N1.3.

Z – Na₂SO₃

W – Na₂SeO₃

Q – SO₄²⁻

R – SeO₄²⁻

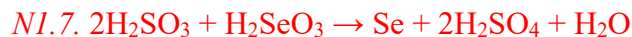
N1.4.



N1.5.

T – H₂SO₃

P – H₂SeO₃



Tā kā H₂SO₃ īstenībā nepastāv, var rakstīt arī:



N1.8. **T** ir stiprāks reducētājs par **P**

N1.9.

O H₂SO₄

U H₂SeO₄

N1.10. Nē. Zināms, ka zelts sērskābē nešķīst. Tātad šajā kolbā bija jābūt selēnskābei H₂SeO₄.





V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kāрта

N1.12. Selēnskābe ir spēcīgāks oksidētājs nekā sērskābe.

To pierāda reducēšanās standartpotenciāli:

$$E(\text{H}_2\text{SeO}_4/\text{H}_2\text{SeO}_3) = 1,15 \text{ V}$$

$$E(\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,17 \text{ V}$$



V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārta

N2. Nelūri!

N2.1.

X – Te

A – TeBr₄

E – Cu₂Te

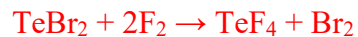
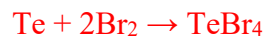
N2.2.

B – TeBr₂

C – TeF₄

D – TeF₆

N2.3.



N2.4. Pulveris bija pelēks, jo sastāvēja no melna CuO un balta TeO₂.

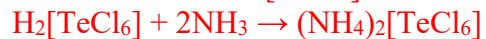
N2.5.

F – TeO₂

G – H₂TeCl₆

H – (NH₄)₂TeCl₆

N2.6.



N2.7.

X: 0

A: +4

B: +2

C: +4

D: +6

E: –2

F: +4

G: +4

H: +4



V Ķīmiku dārzs

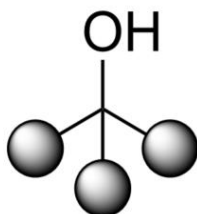
11.–12. klase

1. kāрта

A1. Reiz kādā analītikas laboratorijā...

A1.1. samazinājās līdz 7

A1.2.



A1.3. Karbonskābe

A1.4.

A



B



C

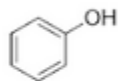


D – BaCO₃

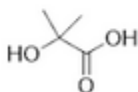
E



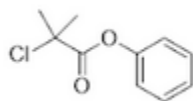
F



G



X



F, G un X var būt iespējami vairāki varianti, jo pilnībā noteikt organiskas molekulas struktūru ar kvalitatīvo analīzi ļoti reti kad ir iespējams.



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kāрта

A1.5.

$$pV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{p}$$

$$\rho = \frac{m_{\text{kop}}}{V} = \frac{pm_{\text{kop}}}{n_{\text{kop}}RT} = \frac{pM_{\text{vid}}}{RT}$$

kur M_{vid} – maisījuma vidējā (svērtā) molmasa. Alternatīvi var aprēķināt katras gāzes masu un dalīt ar kopējo tilpumu, iegūstot blīvumu.

$$\rho(\text{reālajiem A, B un C}) = 743,22 \text{ g/m}^3$$

$$\rho(\text{alternatīvajiem A, B un C}) = 959,03 \text{ g/m}^3$$



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā

A2. Cepam!

A2.1.

Nr.	Nosaukums	Sastāva skaidrojums
1.	sāls	nātrija hlorīds
2.	cukurs	saharoze
3.	milti	75% cietes, 10% proteīnu
4.	ciete	polisaharīds
5.	cepamais pulveris	nātrija hidroģēnkarbonāts, kalcija dihidroģēnfosfāts, ciete
6.	dzeramā soda	nātrija hidroģēnkarbonāts
7.	citronskābe	citronskābe
8.	irdinātājs	amonija karbonāts
9.	vaniļas cukurs	99% cukura, 1% vanilīna
10.	pūdercukurs	sasmalcināts cukurs

A2.2. F – cepamais pulveris

A2.3. Iespējas vairākas jonu kombinācijas produktos. Ieskaitīta jebkura atbilde, kas ir loģiska, parāda CO₂ izdalīšanos un ir pareizi novienādota. Piemēram:



utt.

A2.4. A – citronskābe

A2.5.

B – cukurs

C – sāls

D – vaniļas cukurs

G – irdinātājs

H – dzeramā soda

A2.6. NH₃

A2.7. Kā minēts, daudzi amonija sāļi, piemēram, NH₄NO₃

A2.8. Ciete veido tumši violetu kompleksu ar jodu, tāpēc izreaģētu visi cieti saturošie maisījumi: ciete, cepamais pulveris, milti.



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kāрта



A2.10. **E** – milti



F1. Teorētiskais kvass

F1.1. Aprēķināsim sastāvdaļu daudzumus, izmantojot dotos tilpumus:

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m}{M} = \frac{V \cdot \rho}{M} = \frac{95 \cdot 0,791}{46} = 1,634 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{5 \cdot 0,997}{18} = 0,277 \text{ mol}$$

$$x(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{1,634}{1,634 + 0,277} = 0,855$$

F1.2. Tā kā, sajaucot šķidrumus, tilpums var mainīties (tas minēts arī uzdevuma aprakstā), tad nevaram pieņemt, ka šī maisījuma tilpums būs 100 mL. Tāpēc tas jāaprēķina:

$$m_{\text{kop}} = m_1 + m_2 = V_1 \rho_1 + V_2 \rho_2 = 95 \cdot 0,791 + 5 \cdot 0,997 = 80,13 \text{ g}$$

$$V_{\text{kop}} = \frac{m}{\rho} = \frac{80,13}{0,813} = 98,56 \text{ mL} = 0,09856 \text{ L}$$

Tagad varam atrast molāro koncentrāciju, izmantojot iepriekš aprēķināto etanola daudzumu:

$$c(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{n}{V_{\text{kop}}} = \frac{1,634}{0,09856} = 16,6 \text{ mol/L}$$

F1.3.

$$p_{\text{Henrija}} = \frac{c}{K_H} = \frac{16,6}{1,92} = 8,63 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{Raula}} = x \cdot p^* = 0,855 \cdot 5,95 = 5,09 \text{ kPa}$$

F1.4. Samazināsies. Pievienojot citas vielas, samazinās etanola mols daļa un molārā koncentrācija maisījumā.

F1.5. Aprēķins tāds pats kā iepriekš, tikai jāizvēlas konkrēts tilpums (piemēram, 0,5 mL etanola un 99,5 mL ūdens) vai jāatrod vispārīgā formula. $x = 1,56 \cdot 10^{-3}$ (0,00156)

F1.6. Aprēķins tāds pats kā iepriekš. $c = 0,0860 \text{ mol/L}$

F1.7. Henrija: 44,8 Pa; Raula: 9,27 Pa

F1.8. CO₂. Visas pārējās kvasā esošās vielas ir pārāk negaistošas, lai varētu jēgpilni runāt par to parciālspiedienu virs kvasa.

F1.9. Henrija likums labāk darbojas izšķīdušajai vielai, Raula likums – šķīdinātājam.

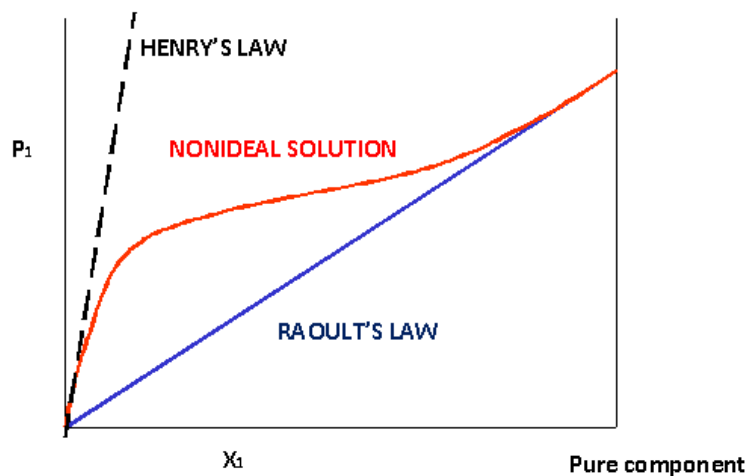
Citiem vārdiem sakot, Henrija likums attiecas uz zemām koncentrācijām, Raula – augstām, skat. grafiku:



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kārtā



F1.10. vielas molmasa, šķīdinātāja molmasa, šķīduma blīvums:

$$c_i = \frac{x_i \cdot \rho \cdot 1000}{x_i M_i + (1 - x_i) M_{\text{šķīdinātājs}}}$$

F1.11. zema koncentrācija (x tuvu 0)

F1.12. Iepriekš (F1.10.) iegūtajā formulā pieņemot $x_i \ll 1$, iegūst $c_i \approx x_i \cdot \frac{\rho \cdot 1000}{M_{\text{šķīdinātājs}}}$, tātad c_i tieši proporcionāls x_i .



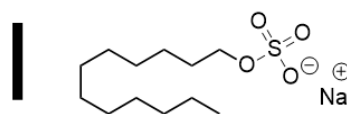
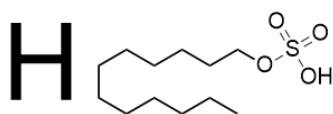
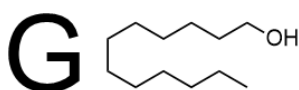
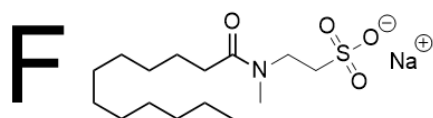
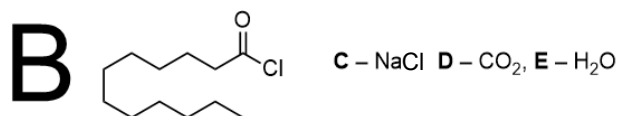
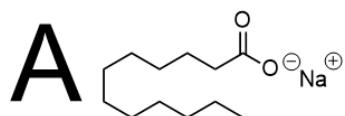
V Kīmiku dārzs

11.–12. klase

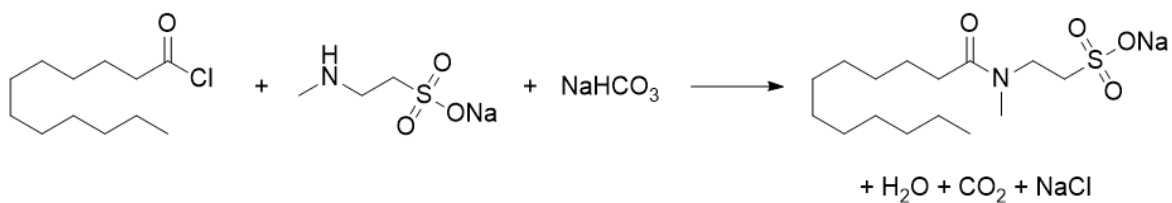
1. kārta

O1. Lauras ziepes

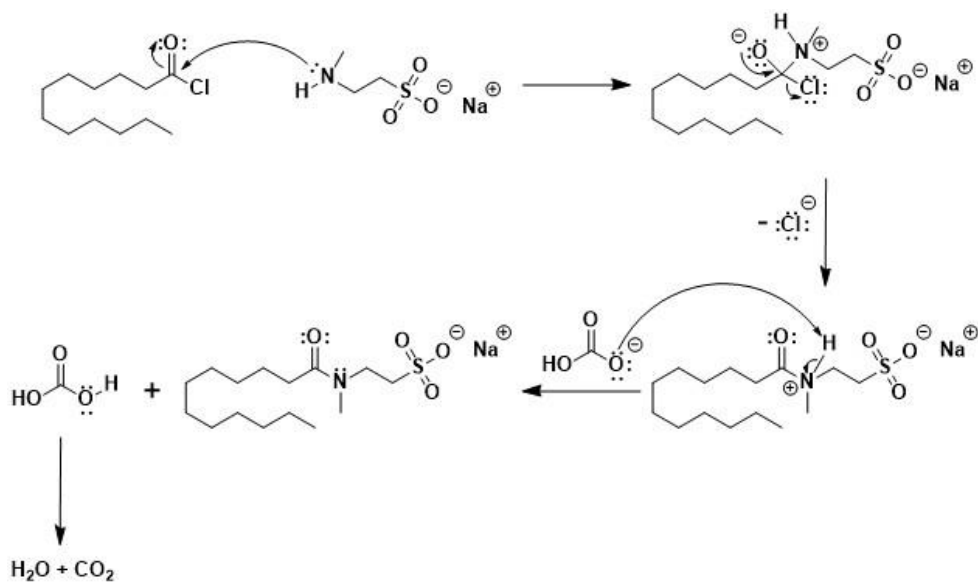
O1.1.



O1.2.



O1.3.





V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kāрта

Ol.4. Piemēram, ar LiAlH_4

Ol.5. Hidrogenēšana

Ol.6. Molekula sastāv no polāras daļas un nepolāras daļas – visās šajās struktūrās vienā galā ir jonu saite, bet otrā gara ogļūdeņraža ķēde.



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kāрта

V1. Iesākumā bija vārds

VI.1. 15: B, Bi, I, Ir, Ru, U, Ta, N, Ne, P, Pa, At, K, Be, S

VI.3. 10: C, V, N, U, K, O, P, I, La, Ne

VI.5. 11: K, O, N, Ar, Ra, F, Fl, La, Am, I, In

VI.7. 20: Al, K, O, H, Ho, Li, I, P, C, Cl, La, At, N, Ni, S, V, Cr, B, Na, As

VI.9. 20: I, C, In, N, U, Pa, Ar, Ra, Te, Er, Re, S, Es, V, Ar, Na, P, Ir, Ta, O

Reakcijas vienādojumu vērtēšana: 0,5 punkti par katru iekļauto elementu, ja reakcija ir iespējama, raksturo vienu procesu un vienādojums novienādots pareizi.



V Ķīmiku dārzs

11.–12. klase

1. kāрта

V2. Līze līzē līdzī

V2.1.

A – BaO₂

B – H₂SO₄

C – BaSO₄

D – H₂O₂

E – H₂S₂O₈

F – H₂SO₅

V2.2. S

V2.3. BaSO₄ ir praktiski nešķīstošs; tas izveidojas uz BaO₂ virsmas un neļauj skābei piekļūt bārija peroksīdam.

V2.4.

Katods (-): $2\text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Anods (+): $2\text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$

V2.5.

$2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2$

$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_5$

$\text{H}_2\text{SO}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$