

Latvijas 47. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

2006. gada 28. martā

Teorētiskie uzdevumi.

Cienījamais olimpieti!

Latvijas 47. Nacionālās ķīmijas olimpiādes Rīcības komiteja apsveic Tevi ar panākumiem rajona ķīmijas olimpiādē un vēl vislabākos panākumus finālturnīrā!

Lai katrs olimpiādes dalībnieks pilnīgāk varētu parādīt un izmantot savas zināšanas ķīmijā un tās robežzinātnēs, mēs piedāvājam salīdzinoši lielu uzdevumu skaitu. Lai sasniegtu iespējami labāko rezultātu un nezaudētu punktus neuzmanības vai pārpratuma dēļ, **uzmanīgi izlasi šos norādījumus, pirms keries pie uzdevumu risināšanas!**

1. Pavisam risināšanai tiek piedāvāti **27** uzdevumi. Katrs dalībnieks risināšanai saņem tikai tos uzdevumus, ko viņš drīkst rēķināt. Tas, kurai klasei paredzēts uzdevums, norādīts rāmītī aiz uzdevuma numura. Savai klasei paredzēto uzdevumu risinājumus dalībnieki raksta uz uzdevumu lapām tam speciāli paredzētās vietās.
2. Jaunāko klašu dalībnieki var papildus risināt vecākajām klasēm paredzētos uzdevumus.

Piemērs.

15.	Klase: 11	19 p.
-----	-----------	-------

Šis uzdevums paredzēts 11. klašu skolēniem. To drīkst risināt arī dalībnieki no 9. un 10. klasēm, ja uzskata par atbilstošu savām zināšanām, taču nedrīkst risināt 12. klašu skolēni.

3. Ja skolēns vēlas risināt augstāku klašu uzdevumus, tad to risinājumam no darba telpā dežurējošajiem rīcības komitejas pārstāvjiem ir jāpalūdz papildus lapas. **Katra augstākas klases uzdevuma risinājums ir jāraksta uz atsevišķas lapas. Uz visām lapām jānorāda savs kods, lapas bez koda netiks vērtētas.**
4. Aiz klašu norādes katram uzdevumam dots maksimālais punktu skaits. (šajā gadījumā 19 punkti)
5. Uzdevumu risinājumi jācenšas **rakstīt latviešu valodā.**
6. Ja, iepazīstoties ar uzdevumiem, rodas neskaidrības teksta izpratnē vai šaubas par kāda izteikuma vai skaitļa pareizību, jautā atbildīgajai personai no olimpiādes Rīcības komitejas, kura ir klāt uzdevumu risināšanas laikā. Dalībnieku savstarpējas konsultācijas nav atļautas.
7. **Pēc uzdevuma atrisināšanas (pilnīgas vai daļējas) apvilkt ar aplīti attiecīgā uzdevuma numuru dalībnieka kartītē. To uzdevumu numurus, kurus neesi risinājis, dalībnieka kartītē pārsvītrot.**
8. Darba izpildes laiks – 4 astronomiskās stundas.

Olimpiāžu uzdevumus, rezultātus un citu informāciju Tu vari atrast mūsu Interneta mājas lapā www.liis.lv/chem

Lai veicas!

1.	Klase: 9	10 p.
-----------	-----------------	--------------

Uzrakstīt ķīmisko reakciju vienādojumus, kas parādītu, kā realizēt šādas ķīmiskās pārvērtības:



Kādas vizuālas pārmaiņas katrā gadījumā ir iespējams novērot un pie kāda veida reakcijām pieder pirmās piecas uzrakstītās reakcijas!

2.	Klase: 9	17 p.
-----------	-----------------	--------------

Viens no vislabāk šķīstošajiem neorganiskajiem savienojumiem ir sudraba(I) perhlorāts AgClO_4 , kam šķīdība ir 545 grami 100 gramos ūdens.

Aprēķināt sudraba(I) perhlorāta masas daļu tā piesātinātā šķīdumā.

Jaunais ķīmiķis mēģināja aprēķināt, cik lielu masu nogulšņu viņš varētu iegūt, ja pie 100 gramiem piesātināta sudraba perhlorāta šķīduma pievienotu 100 gramus 5,00 % kālija hlorīda šķīduma.

Palīdzi Jaunajam ķīmiķim atrisināt šo problēmu, zinot, ka sudraba hlorīda šķīdība ūdenī ir 0,89 mg/L un kālija perhlorāta šķīdība ir 7,6 g/L.

Kāds būs iegūto nogulšņu sastāvs masas daļās?

3.	Klase: 9	14 p.
-----------	-----------------	--------------

Kalcija hidrīdu parasti iegūst sildot metālisko kalciju ūdeņraža atmosfērā. Lai noteiktu kalcija hidrīda saturu tehniskajā paraugā, 1,47 g parauga iesvara apstrādāja ar ūdens pārākumu. Izdalījās 1,49 L gāzes (n.a.).

Noteikt kalcija hidrīda saturu analizējamā paraugā, uzskatot, ka tas sastāv tikai no kalcija hidrīda un neizreagējošā kalcija.

No analīzes palikušo ūdens šķīdumu neitralizēja ar sālsskābi un uzmanīgi ietvaicēja. Šķīdumā esošais kalcija hlorīds kristalizējās heksahidrāta veidā.

Aprēķināt, cik gramus kalcija hlorīda heksahidrāta ieguva?

Stipri karsējot kalcija hlorīda heksahidrātu, var iegūt bezūdens kalcija hlorīdu. Kādam nolūkam izmanto bezūdens kalcija hlorīdu?

Minēt vismaz trīs kalciju saturošus minerālus, kas ir plaši sastopami Latvijā.

Uzrakstīt visu reakciju vienādojumus!

4.	Klase: 9	11 p.
-----------	-----------------	--------------

Zināms, ka pārtikā lietojamajā vārāmajā sāļi bez nātrija hlorīda ietilpst arī dažādi piemaisījumi. Kāda vārāmā sāls parauga elementanalīzē noskaidroja, ka tajā ietilpst Na, K un Cl. un hlora masas daļa paraugā ir 59,0 %.

Aprēķināt NaCl masas daļu dotajā paraugā.

5.	Klase: 9	11 p.
-----------	-----------------	--------------

Divu šķīdumu maisījumu **X** ieguva destilācijas procesā. Pievienojot šim maisījumam baltu sāli **A**, sāls neizšķīda un tā krāsa neizmainījās, bet izmainījās kristālu forma (veidojās viela **C**) un maisījuma viena komponenta saturs samazinājās.

Ja sāls **A** ūdens šķīdumam pievieno pārākumā ņemtu sērskābi, tad veidojas jauns sāls – **B**. Sāļi **B** un **C** sastāv no vieniem un tiem pašiem elementiem. Metāla **Me** saturs sāļi **B** ir 19,2%.

*Kas ir metāls **Me**, sāļi **A**, **B** un **C**?*

Kas bija viena no maisījuma X sastāvdaļām?

Vispārīgā veidā uzrakstīt reakciju, kas notiek sāli A pievienojot maisījumam X.

6.	Klase: 9	10 p.
-----------	-----------------	--------------

1774. gada 1. augustā (svētdienā) kāds pusmūža zinātnieks karsējot vielu A nolēma iegūt "gaisu". Laboratorijā dega svece un zinātnieku ieinteresēja, kā iegūtais "gais" ietekmēs sveces liesmu. Liels bija viņa izbrīns, kad svece sāka degt ar žilbinoši spožu liesmu.

Zināms, ka kā blakusprodukts iegūtajam "gaisam" ir kāda šķidra vienkārša viela B, kas tika izmantota pirmā barometra izgatavošanai.

Mūsdienās Jaunas ķīmijas arī nolēma iegūt vienkāršo vielu B. Šim nolūkam viņš izmantoja šķīdumu, ko var iegūt, vielu A šķīdinot attiecīgā daudzumā slāpekļskābes, un tajā ievietoja 5 santīmu monētu. Uz monētas radās spožs pārklājums un šķīdums nokrāsojās gaiši zilganzaļā krāsā.

Kas bija vielas A-B un zinātnieka iegūtais "gais" ? Uzrakstīt visu ķīmisko reakciju vienādojumus!

Kas visticamāk bija šis pusmūža zinātnieks, kurš veica aprakstīto eksperimentu?

Kur vielu B plaši lieto mūsdienās? Kādi drošības pasākumi jāievēro darbā ar šo vielu?

Par kādu metālu klātbūtni monētā liecina šķīduma krāsošanās zilganzaļā krāsā?

7.	Klase: 10	11 p.
-----------	------------------	--------------

Lai iegūtu slāpekļa trijodīdu, nepieciešami 1,5 grami kristāliskā joda, ko saberž piestiņā un uzlej tam virsū 20 mL 20 % amonjaka šķīduma (blīvums 0,92 g/mL).

Uzrakstīt ķīmiskās reakcijas vienādojumu, reakcijai, kas norisinās starp amonjaku un jodu, ja reakcijā bez slāpekļa trijodīda vēl veidojas amonija jodīds!

Pamatojoties uz ķīmisko elementu elektronegativitātēm, pamatot, kāds ir iegūtās vielas pareizs ķīmiskais nosaukums – slāpekļa trijodīds vai joda nitrīds? Kāpēc?

Reakcijā jods neizreaģē pilnībā. Aprēķināt vielu daudzumus un izdarīt secinājumus, pamatojot kādēļ jods neizreaģē pilnībā!

Ar kuru no piedāvātajiem šķīdinātājiem (ūdeni vai spirtu) neizreaģējušo jodu vislabāk var aizskalot no reakcijas maisījuma? Kādēļ (pamatot ar vielu uzbūves īpatnībām)?

Kādēļ šis savienojums ir tik populārs skolēnu vidū? Uzrakstīt tā sadalīšanās reakcijas vienādojumu! Ko novēros šā savienojuma sadalīšanās laikā?

8.	Klase: 10	14 p.
-----------	------------------	--------------

Sofija ar sāļsskābes šķīduma pārākumu apstrādāja 50,0 gramus nātrija hidroģenkarbonāta un magnija karbonāta maisījuma. Tā rezultātā izdalījās 13,3 litri gāzes.

Pamatojoties uz minētā eksperimenta rezultātiem, viņa centās aprēķināt maisījuma sastāvu, taču viņai to ar pietiekamu precizitāti neizdevās izdarīt.

*Izskaidrot, kādēļ Sofijai neveicās ar sastāva aprēķināšanu! **

Tad viņa nolēma maisījumu izkarsēt augstā temperatūrā (~ 500°C). Karsēšanai viņa ņēma tādu pat masu minētā maisījuma (50 g), un tā rezultātā izdalījās 10,7 litri gāzu (n.a.).

Aprēķināt maisījuma sastāvu masas daļās!

** P.S. Zināms, ka Sofija savienojumu molmasas rēķina veselos skaitļos.*

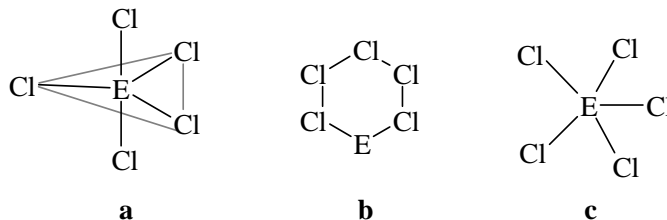
9.	Klase: 10	8 p.
-----------	------------------	-------------

Fosfors un slāpekļis atrodas periodiskās sistēmas vienā grupā, taču tiem ir atšķirīgas īpašības. Piemēram, vienam no šiem elementiem ir iespējams iegūt pentahlorīdu (ECl₅), bet otram šādu

savienojumu vēl aizvien nav izdevies iegūt, jo ir pierādīts (pamatojoties uz atomu uzbūvi), ka šāds savienojums neeksistē.

Izskaidrot, no atomu uzbūves viedokļa, kuram no elementiem pentahlorīda pastāvēšana nav iespējama un kādēļ!

Kurā no dotajiem attēliem (a, b vai c) ir parādīta pareiza eksistējošā pentahlorīda ECl_5 telpiskā uzbūve! Pamatot savu izvēli ar secinājumiem par ķīmiskās saites veidošanos vielās!

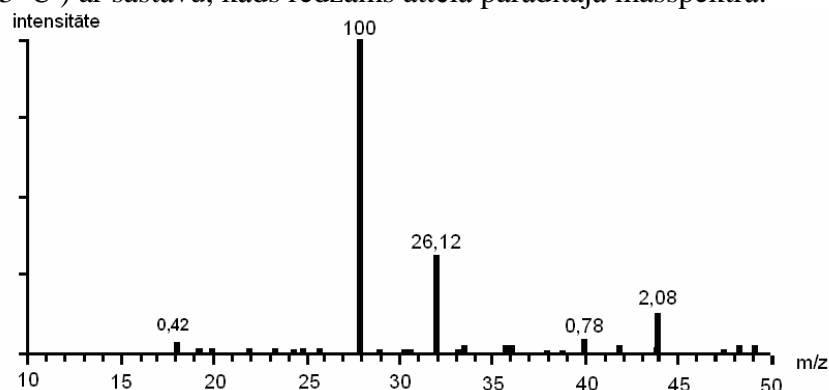


Uzrakstīt šī pentahlorīda hidrolīzes vienādojumu, zinot, ka hidrolīze nav oksidēšanās-reducēšanās reakcija un šajā reakcijā veidojas divu skābju maisījums.

10.	Klase: 10	20 p.
------------	------------------	--------------

Slāpeklis ir atmosfērā izplatītākā gāze, turklāt to arvien vairāk izmanto rūpnieciskos nolūkos, kā arī dažādu savienojumu iegūšanā. Parasti to iegūst zemā temperatūrā destilējot šķidru gaisu. Slāpeklis virst $-195,8^{\circ}\text{C}$ grādu temperatūrā, bet otra gaisa sastāvā plaši ietilpstošā gāze skābeklis -183°C temperatūrā.

Kādā vietā savāca $15,00\text{ m}^3$ gaisa parauga (tobrīd atmosfēras spiediens bija $1,033$ atmosfēras un temperatūra bija 13°C) ar sastāvu, kāds redzams attēlā parādītajā masspektā.



Masspektā x ass attēlots m/z – masas attiecība pret lādiņu. Šai gadījumā lādiņš ir viens, tādēļ **m/z ir vienāda ar attiecīgās vielas molmasu**. Uz y ass parādīta signāla intensitāte attiecībā pret intensīvāko signālu, kuram intensitāte pieņemta vienāda ar 100% . Signāla intensitāte ir proporcionāla attiecīgās gāzes daudzumam.

Identificēt signālus dotajā masspektā, izdarīt secinājumus, vai gaisā ir tīrs (aprēķinot gaisa sastāvu tilpuma daļās). No kādas vietas tas varētu būt iegūts?

Aprēķināt, cik lielu tilpumu slāpekļa, kas mērīts uzdevumā norādītajos apstākļos, iegūs ja gaisa destilācijas procesa iznākums ir 95% .

Iegūto slāpekli iepilda 200 L balonā. Temperatūra istabā ir 13°C . Kāds spiediens ir balonā, ja zināms, ka slāpeklis balonā ir gāzveida fāzē?

Kādam nolūkam izmanto šķidru slāpekli?

Slāpeklis tāpat kā lielākā daļa gāzu nedaudz šķīst ūdenī un šķīdība ir atkarīga no temperatūras un spiediena. Tā samazinās palielinoties temperatūrai, bet palielinās pieaugot spiedienam. Slāpekļa šķīdību atkarībā no spiediena apraksta vienādojums $C = k \cdot p(\text{N}_2)$, kur C – slāpekļa molārā

koncentrācija šķīdumā (mol/L), k – konstante ($13\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrā tā ir $0,0018\text{ mol} / (\text{L} \cdot \text{atm})$), un $p(\text{N}_2)$ – skābekļa parciālais spiediens, atm.

Izmantojot doto informāciju, aprēķināt, cik liels tilpums slāpekļa norādītajos apstākļos ($p = 1,033\text{ atm}$, $t^{\circ} = 13^{\circ}\text{C}$) var izšķīst 1 L ūdens.

Taču dažādu gāzu šķīdība ūdenī nav vienāda. Piemēram, salīdzinot slāpekļa un amonjaka šķīdību ūdenī var konstatēt, ka slāpekļis ūdenī šķīst ievērojami sliktāk kā amonjaks.

Izskaidrot šīs atšķirības slāpekļa un amonjaka šķīdībā!

11.	Klase: 10	16 p.
------------	------------------	--------------

Zināms, ka nezināma viela **A** ir binārs savienojums, kurš labi šķīst ūdenī. Zināms, ka šo savienojumu veido vienkāršas vielas **B** un **C**.

Vielu **B** parastos apstākļos ir cieta. Šo vielu veidojošā elementa pirmās četras jonizācijas enerģijas ir šādas:

1. 503 kJ/mol
2. 965 kJ/mol
3. 3,57 GJ/mol
4. 4,73 GJ/mol

Vēl zināms, ka elementa **B** savienojumi krāso liesmu zaļgandzeltenā krāsā.

Vielu **C** parastajos apstākļos ir gāze un to veido viens no visizplatītākajiem elementiem hidrosfērā. Zināms arī, ka viela **C** uztur degšanu. Ja vielā **C** sadedzina vienkāršo vielu **B**, tad veidojas ķīmiskais savienojums **D**, kas satur 81,1 % elementa **B**, un kura kvalitatīvais sastāvs ir tāds pats kā savienojumam **A**.

*Kas ir vielas **A**, **B**, **C**, un **D**? Uzrakstīt šo vielu formulas un nosaukumus!*

*Minēt divus piemērus, kā vielu **C** ir iespējams iegūt laboratorijas apstākļos! Uzrakstīt arī attiecīgo ķīmisko reakciju vienādojumus!*

*Pamatojoties uz atoma uzbūvi, izskaidrot, kādēļ tik ļoti atšķiras elementa **B** otrā un trešā jonizācijas enerģija. Kas ir jonizācijas enerģija?*

12.	Klase: 10	14 p.
------------	------------------	--------------

Aritai un Mārim uz laboratoriju atveda analīzei minerālūdens paraugu. Ir zināms, ka 1 litrs šī minerālūdens satur 1940 miligramus izšķīdušu sāļu, no kuru kopējās masas 98% ir nātrija hidroģēnkarbonāta, hlorīda un sulfāta maisījums.

Kāda ir nātrija sāļu kopējā masas koncentrācija analizētajā šķīdumā?

Arita ielēja kolbā precīzi $100,0\text{ mL}$ minerālūdens parauga, piepilināja dažus pilienus indikatora metiloranžā šķīduma un no biretes lēni pievienoja sālsskābes šķīdumu (koncentrācija $0,100\text{ mol/L}$), kamēr indikatora krāsa strauji izmainījās no dzeltenas uz oranžu. Tobrīd bija iztērēti $11,3\text{ mL}$ sālsskābes šķīduma.

Kuru šķīduma sastāvdaļu Arita noteica? Uzrakstīt reakcijas vienādojumu. Kā sauc aprakstīto analīzes metodi?

Aprēķināt Aritas noteiktās sastāvdaļas molāro koncentrāciju šķīdumā!

Māris arī iemērēja kolbā $100,0\text{ mL}$ minerālūdens parauga un pievienoja tam $5,0\text{ mL}$ 5% bārija hlorīda šķīduma. Radušās nogulsnes Māris nofiltrēja, noskaloja uz filtra ar destilētu ūdeni, izžāvēja un izkarsēja $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrā. Pēc atdzesēšanas nosverot uz analītiskajiem svāriem, izrādījās, ka sausās vielas masa ir $18,87\text{ miligrami}$.

Kuru šķīduma sastāvdaļu noteica Māris? Uzrakstīt reakcijas vienādojumu. Kā sauc aprakstīto analīzes metodi?

Aprēķināt Māra noteiktās sastāvdaļas molāro koncentrāciju šķīdumā!

Izmantojot veikto analīžu rezultātus un pārējos zināmos datus, aprēķināt nātrija hlorīda masas koncentrāciju (mg / L) minerālūdenī.

13.

Klase: 11

11 p.

Sofija pētīja halogēnu reakcijas ar ūdeņradi. Šai nolūkā viņa noslēgtā balonā ar tilpumu 10,0 L iepildīja 2 mol ūdeņraža un 2 mol katra no halogēniem. Pirmajā gadījumā uzreiz pēc otrās gāzes ievadīšanas sākuma balonā notika eksplozija un momentāni radās reakcijas galaprodukti, kamēr otrajā gadījumā reakcija aizsākās tikai pēc elektriskās dzirksteles ievadīšanas maisījumā. Trešajā gadījumā reakcija norisinājās tikai nepārtraukti sildot, bet pēdējā gadījumā tā arī neizdevās nekādu produktu iegūt.

Kurš no halogēniem reaģēja katrā no gadījumiem? Uzrakstīt visu ķīmisko reakciju vienādojumus!

Kas ir ķīmiskās reakcijas aktivācijas enerģija?

Kurai no aprakstītajām reakcijām ir vismazākā aktivācijas enerģija? Kuram no iegūtajiem produktiem ir viszemākā sadalīšanās reakcijas aktivācijas enerģija? Pamatojiet atbildi.

Pirmajos divos gadījumos iegūtie reakciju produkti katrs atsevišķi tika izvadīti caur 10,0 L (blīvums 1000 kg/m³) ūdens.

Aprēķināt iegūto skābju masas daļas šķīdumos, ja zināms, ka visi degšanas produkti tika pilnībā absorbēti ūdens šķīdumā.

14.

Klase: 11

18 p.

Jaunais ķīmiķis, būdams ekskursijā Tjanšana kalnos, atrada kādu violetas nokrāsas caurspīdīgu kristāliņu **A**. Atgriezies mājās, viņš mēģināja to izšķīdināt dažādās skābēs. Liels bija viņa izbrīns, ka atrastais kristāliņš nešķīda ne koncentrētā sērskābē, ne slāpekļskābē un arī pat ne karāļūdenī, taču izšķīda fluorūdeņražskābes šķīdumā.

Tad jaunais ķīmiķis nolēma daļu minētā kristāliņa šķīdināt sārma šķīdumā. Kristāliņš izšķīda līdz viršanai sakarsētā sārma šķīdumā. Ja iegūtajam šķīdumam pievieno koncentrētu HCl šķīdumu, iegūst šķīdumu **B**, kuram laižot cauri gaismu novērojams spožs konuss – mirdzēšana.

Pēdējo kristāliņa daļu, kuras masa bija 5 g, jaunais ķīmiķis nolēma izkarsēt kopā ar magnija pulveri. Tā rezultātā izveidojās savienojums **C**, kuram šķīstot ūdenī izdalījās 1,87 L (n.a.) gāzes **D**, kurai nonākot saskarē ar gaisu tā uzliesmo un veido ūdens tvaikus un pulverveida vielu, kurai ir tieši tāds pat sastāvs kā kristāliņu **A** veidojošajai vielai.

*Kas ir atrastais kristāliņš **A**? Kāds ķīmiskais savienojums to veido? Kas nosaka kristāliņa krāsu?*

*Kur dabā vēl plaši sastopama kristāliņu **A** veidojošā viela?*

*Pie kādas šķīdumu grupas pieder šķīdums **B**? Ar kādu nosaukumu ir pazīstama parādība, kad, šķīdumam laižot cauri gaismu, novērojams gaismas konuss (mirdzēšana)?*

*Paskaidrot, kāda veida kristāliskais režģis raksturīgs vielai, no kuras veidots kristāls **A**? Kādas īpašības raksturīgas vielām ar šāda tipa kristālisko režģi?*

*Minēt trīs vielas **A** izmantošanas iespējas!*

*Uzrakstīt visu notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus! Kas ir vielas **B**, **C** un **D**?*

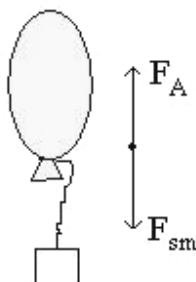
15.

Klase: 11

19 p.

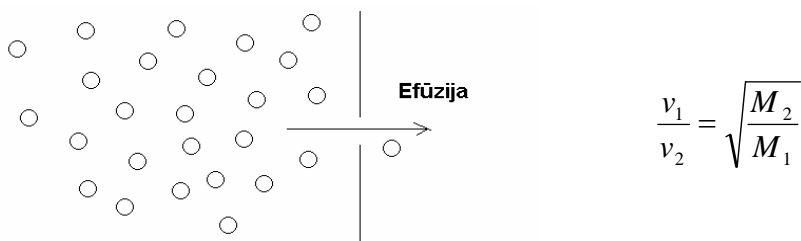
Aritai un Mārim uz laboratoriju tika atsūtīta kāda nezināma gāze. Lai noteiktu, kas ir šī gāze, abi jaunie ķīmiķi nolēma noteikt gāzes molmasu.

Arita nolēma molmasu noteikt balstoties uz Arhimēda likumu. Viņa konstatēja, ka balonā ar piekārtu atsvaru tā, lai tukša balona un atsvara kopējā masa būtu 2,5 gramu jāiepilda 3,36 L minētās gāzes, lai sistēma būtu līdzsvarā, respektīvi, lai Arhimēda spēks ($F_A = \rho_{\text{gais}} \cdot g \cdot V$) līdzsvarotu smaguma spēku, kā tas parādīts zīmējumā (temperatūra telpā 25°C). Gaisa molmasa 29 g/mol, spiediens telpā 101,325 kPa.



Aprēķināt, kādu molmasas vērtību ieguva Arita! Kādus pieņēmumus viņa izdarīja?

Savukārt, Māris nolēma molmasu aprēķināt balstoties uz Grehema likumu, kas ir sakarība starp efūzijas (process, kad gāze izplūst cauri šaurai atverei vai plaisai) ātrumu un gāzes molmasu.



v_1 un v_2 ir pirmās un otrās gāzes efūzijas ātrumi, M_1 un M_2 – attiecīgo gāzu molmasas

Šai nolūkā viņš ņēma trauku, kas sastāvēja no divām vienādām daļām un vienu daļu uzpildīja ar nezināmo gāzu maisījumu (spiediens 3 atm), bet otrā daļā radīja vakuumu. Tad atvēra šauro atveri, kas savienoja abas trauka puses un uzņēma laiku, kāds bija nepieciešams, lai spiediens abās trauka pusēs izlīdzinātos. Tam bija nepieciešamas 80 sekundes.

Tad šo pašu procesu atkārtoja ar gāzi, kurai molmasa bija zināma. Izmantojot argonu, Māris konstatēja, ka spiediens izlīdzinājās 41,6 sekunžu laikā.

Aprēķināt, kādu molmasas vērtību ieguva Māris!

No kā varētu sastāvēt nezināmā gāze, ja zināms, ka neviens no diviem maisījuma sastāvā ietilpstošajiem ķīmiskajiem elementiem neveido ķīmiskos savienojumus! Raksturot gan maisījuma kvalitatīvo, gan kvantitatīvo sastāvu!

16.	Klase: 11	11 p.
------------	------------------	--------------

Jaunais ķīmiķis nolēma tuvāk izpētīt skābju un bāzu titrēšanu. Šim nolūkam viņš pagatavoja 100 mL 0,150 M ortofosforskābes šķīduma un titrēja 20,0 mL šā šķīduma ar nātrija sārma 0,198 M šķīdumu, par indikatoru izmantojot metiloranžu. Titrēšanu Jaunais ķīmiķis beidza brīdī, kad šķīduma krāsa no oranžas nomainījās uz dzeltenu.

Titrēšanu viņš veica četras reizes un tajā viņš izlietoja 1) 22,14 mL; 2) 15,14 mL; 3) 15,14 mL un 4) 15,17 mL titranta.

Izskaidrot, kādā veidā viņš varēja iegūt šādus titrēšanas rezultātus un vai jūsuprāt visi iegūtie rezultāti ir pareizi (nav pieļauta rupja kļūda)? Cik lielai fosforskābes koncentrācijai šķīdumā šie rezultāti atbilst?

Kā atšķirtos titrēšanas rezultāti, ja par indikatoru metiloranža vietā lietotu fenolftaleīnu?

Zināms, ka fosforskābes $pK_{a,1} = 2,12$, $pK_{a,2} = 7,21$ un $pK_{a,3} = 12,3$. Zināms, ka metiloranžam krāsas maiņas intervāls ir no $pH = 3,1$ līdz $4,4$, bet fenolftaleīnam tas ir no $pH = 8,2$ līdz $10,8$.

17.	Klase: 11	19 p.
-----	-----------	-------

Gaisa plūsmā sadedzināja 0,164 gramus melna pulverīša **X**. Rodas gāze **A**, kuru izvadīja caur vielas **B** šķīduma pārākumu. Vielas **B** šķīdums ir stipri sārmais, un to iegūst kādas ikdienā bieži lietojamās vielas šķīduma elektrolīzē, rodoties vēl divām gāzēm **C** un **D**, kuru blīvumi normālos apstākļos ir attiecīgi: 0,089 g/L un 3,17 g/L. Iegūto šķīdumu iztvaicējot paliek 1,45 gramu baltas kristāliskas vielas **E**.

Kristāliskās vielas **E** ūdens šķīdumam reaģējot ar kalcija hidroksīda ūdens šķīdumu veidojas baltas nogulsnes **F**, kuras izkarsējot atkal tiek iegūta gāze **A**, ko vadot pāri sakarsētam melnajam pulverītim **X**, veidojas cita gāze **G**. Gāze **G** karsējot to katalizatora klātbūtnē reaģē ar amonjaku un veido ļoti indīgu savienojumu **H**, kam ir skābas īpašības.

Ja vielas **H** kālija sāli karsē kopā ar dzeltenu cietu vienkāršu vielu **I**. Rodas viela **J**, kura ar Fe^{3+} joniem dod tumši sarkanu krāsojumu. Šo vielas **J** īpašību izmanto analītiskajā ķīmijā Fe^{3+} jonu pierādīšanai.

Noteikt vielas, kas ir vielas X, A-J! Uzrakstīt attiecīgos reakciju vienādojumus!

18.	Klase: 11	12 p.
-----	-----------	-------

Elementam **X** ir pazīstami trīs dažādi sulfīdi – **A**, **B** un **C**. Savienojumiem **A** un **B** ir zināmi triviālie nosaukumi, jo tie ir sastopami kā minerāli un ir pazīstami jau no ļoti seniem laikiem. Mūsdienās tie joprojām ir nozīmīgi elementa **X** avoti. Elementu **X** lieto kā piedevu svina sakausējumiem, lai palielinātu to cietību, tā savienojumi kādreiz tika lietoti kā insekticīdi, dažus **X** atvasinājumus joprojām lieto medicīnā.

Sadedzinot sulfīdu **B** gaisā, iegūst galvenokārt elementa **X** oksīdu **D**. Sadedzinot sulfīda **B** maisījumu ar spēcīgu oksidētāju, var iegūt elementa **X** oksīdu **E**. To pašu oksīdu **E** iegūst, sadedzinot gaisā sulfīdu **C**. Savienojumā **A** elements **X** un sērs ir vienādā daudzumā.

Oksīds **D** reaģējot ar ūdeni veido skābi **F**, kas satur 59,5% **X**. Oksīds **E** savukārt veido skābi **G**, kas satur 52,8% **X**. Skābes **F** un **G** savā starpā atšķiras tikai ar skābekļa atomu skaitu molekulā.

Kas ir elements X un savienojumi A, B, C, D, E, F un G?

Piedāvājiet kādu ērtu X iegūšanas metodi no sulfīda B.

Bieži vien nelieli X daudzumi ir sastopami tehniskajā cinkā. Kas notiks, ja X saturošu cinku apstrādās ar sālsskābi?

19.	Klase: 11	15 p.
-----	-----------	-------

Izšķīdinot ūdenī 0,975 gramus nezināmas pelēcīgas vielas **X1** izdalījās 369 mL gāzes **X3** (temperatūra 27°C). Iegūto šķīdumu atšķaidīja līdz 0,25 L tilpumam. Izmērot tā pH konstatēja, ka tas ir nedaudz lielāks par 13,0. To sildot izdalījās vēl 290 mL gāzes **X3**, (temperatūra 80°C). Turpinot sildīt, gāze vairs neizdalījās, pāri palika vielas **X2** šķīdums. Iegūtais šķīdums krāso bezkrāsainu liesmu dzeltenā krāsā un tā pH bija precīzi 13,0. Pieņemot, ka sildīšanas laikā šķīduma tilpums nemainījās. Spiediens laboratorijā bija 101,325 kPa.

Iegūto vielas **X2** šķīdumu elektrolizēja ar dzīvsudraba katodu, līdz katoda masa vairs nemainījās. Reakcijas gaitā katoda masa bija palielinājusies par 575 mg.

Zināms, ka, ja katodu silda, līdz iztvaiko viss dzīvsudrabs beigās iegūst metālu **A**, savukārt, ja metālu **A** izšķīdina šķidrā amonjakā, tad šķīdums krāsojās gaiši zilā krāsā.

Sadedzinot iegūto metālu **A** tīra skābekļa atmosfērā ieguva vielu **B**, kurā metāla masas daļa ir tāda pati kā sākotnējā vielā **X1** – 58,97%.

Kas ir vielas X1, X2, X3, A un B?

Uzrakstīt, kā no metāla A var iegūt savienojumu X1!

Kādas reakcijas notika uz anoda un katoda elektrolīzes gaitā? Uzrakstīt kopējo elektrolīzes reakcijas vienādojumu!

20.

Klase: 12

11 p.

Hēms ietilpst hemoglobīna sastāvā, un tā ir viela, kura nodrošina gāzu maiņu organismā. Vienas no hēma modifikācijām – hēma A struktūrformula parādīta attēlā pa labi.

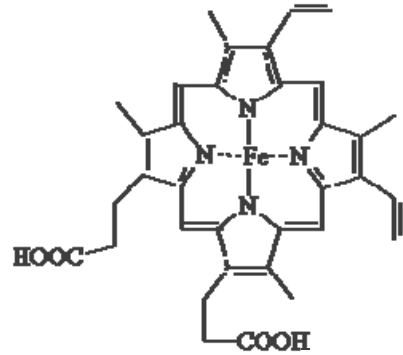
Aprēķināt hēma molmasu, un uzrakstīt tā degšanas vienādojumu pieņemot, ka degšanas procesā rodas dzelzs(III) oksīds.

Hemoglobīna ceturto struktūru veido četras trešējās struktūras polipeptīdvirknes (katrā ietilpst viens hēma cikls).

Atrast tā aptuvenu molmasu, ja hemoglobīna šķīduma, kurš satur 6,8 g hemoglobīna vienā litrā, osmotiskais spiediens pie 25°C ir 1,86 mm Hg.*

Cilvēka organismā ir aptuveni 4,5 litri asiņu, un asins blīvums vienāds ar 1,06 g/cm³, bet dzelzs masas daļa asinīs ir 0,0926%. Pieņemot, ka viss dzelzs ietilpst hemoglobīna sastāvā, aprēķināt aptuvenu hemoglobīna molāro koncentrāciju asinīs.

* 1 atm = 760 mm Hg = 101325 Pa

**21.**

Klase: 12

11 p.

Daudzās pasakās pieminēti pūķi, kas spļauj uguni. Pūķi to ir spējīgi izdarīt tādēļ, ka to zarnās un plaušās dzīvo parazitiski mikroorganismi (baktērijas), kuri izdala viegli uzliesmojošas gāzes. Gāzes uzliesmo, tādēļ, ka pūķim izelpojot tās triecas pret balsenes sienām, kur berzes rezultātā sasilst.

Zināmas ir vairākas pūķu sugas, kas atšķiras ar to, ka to organismos dzīvo dažāda veida baktērijas, kas izdala katra savu gāzi. Tā Melno pūķu izelpotais gaiss satur 25 molu % ūdeņraža, Sarkanā pūķu – 30 molu % metāna (CH₄), bet Zelta pūķu izelpotais gaiss satur 20 molu % ūdeņraža sulfīda (H₂S). Visu sugu pūķu izelpotajā gaisā ir 15 molu % skābekļa. Vidējais pūķa plaušu tilpums ir 5,1 m³ un pūķa plaušās esošajos apstākļos gāzu moltilpums ir 15 dm³ mol⁻¹.

Gāzu sadegšanas entalpijas:

$$\Delta H (\text{H}_2) = - 240 \text{ kJ / mol}$$

$$\Delta H (\text{CH}_4) = - 800 \text{ kJ / mol}$$

$$\Delta H (\text{H}_2\text{S}) = - 520 \text{ kJ / mol}$$

1. *Aprēķināt kopējo gāzu daudzumu molos pūķa plaušās.*
2. *Aprēķināt skābekļa daudzumu molos, pūķa plaušās.*
3. *Uzrakstīt ķīmisko reakciju vienādojumus, kas parādītu kādas ķīmiskās reakcijas notiek izelpojot Melnajiem, Sarkanajiem un Zelta pūķiem.*
4. *Cik daudz skābekļa (molos) ir nepieciešams papildus, lai katras sugas pūķa izelpā esošās gāzes sadegtu pilnībā?*
5. *Aprēķināt, cik daudz enerģijas izdalās vienas izelpas laikā no katra pūķa, ja zināms, ka pūķim izelpojot viss gaiss izplūst no plaušām un visas gāzes sadeg pilnībā (izmantojot atmosfēras skābekli).*
6. *Kura pūķa suga visvairāk kaitē dabai? Kāpēc?*

22.

Klase: 12

15 p.

Sadedzinot 1,02 gramus vielas **X** un izmērot iegūto degšanas produktu tilpumus ieguva 0,54 mL ūdens un 896 mL ogļskābās gāzes (n.a.).

Zināms, ka viela **X** reaģē ar ūdeni veidojot tikai un vienīgi vielu **Y**, kuru elektrolizējot pie anoda izdalās gāzes **Z**₁ un **Z**₂, kuru molmasu attiecības ir 15:22

Vielai **X** reaģējot ar 2-hidroksibenzoskābi veidojas viela **Y**, kā arī viela **Z**, kura plaši tiek izmantota jau vairāk kā 100 gadus.

*Kas ir vielas **X**, **Y**, **Z**, **Z**₁ un **Z**₂?*

Uzrakstīt notikušo reakciju vienādojumus!

*Kāds ir vielas **Z** triviālais nosaukums un kur to pašlaik lieto?*

23.	Klase: 12	19 p.
------------	-----------	-------

Arita, laižot hloru caur karstu KOH šķīdumu, ieguva sāļu **A** un **B** maisījumu, bet Māris laida hloru caur aukstu KOH šķīdumu un ieguva sāļu **A** un **C** maisījumu. Ja sāls **C** šķīdumu izkarsē, iegūst **A** un **B** sāļu maisījumu. Ja sāli **B** uzmanīgi izkarsē, tad iegūst sāļus **D** un **A**.

*Palīdzi Aritai un Mārim noteikt, kas ir vielas **A**, **B**, **C**, **D**, un uzraksti notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus!*

*Kāds ir sāls **B** vēsturiskais nosaukums?*

Sāli **B** var lietot dažādos pirotehniskos maisījumos, piemēram, pazīstams ir sāls **B** maisījums ar kālija heksacianoferrātu(III).

*Uzrakstīt šīs tikko aprakstītās reakcijas vienādojumu un aprēķināt, kādās masu attiecībās jāņem sāls **B** un kālija heksacianoferrāts(III)!*

*Mūsdienās sāli **B** gandrīz neizmanto, to aizstāj ar citām vielām, piemēram, ar **D**. Uzrakstīt maisījuma, kurā savienojums **B** ir aizstāts ar **D**, degšanas reakcijas vienādojumu.*

Aprēķināt, kādās masu attiecībās jā sajauc šis maisījums!

*Kāpēc, tavuprāt, mūsdienās gandrīz nelieto sāli **B**?*

*Kādās nozarēs sāli **B** lieto joprojām?*

24.	Klase: 12	10 p.
------------	-----------	-------

Pirolizējot 1,2-etāndiolu ļoti īsu laiku 900°C temperatūrā, var iegūt bezkrāsainu šķidrumu **A**. Tīra viela **A** stāvot istabas temperatūrā lēni izomerizējas (reakcijas pusperiods ir ap 30 min) pārvēršoties vielā **B**. Tomēr pat niecīgu skābes daudzumu klātienē viela **A** ir ļoti nestabila un uzreiz izomerizējas par vielu **B**.

Oksidējot vielu **B**, iegūst vielu **C**, bet reducējot vielu **B** var iegūt savienojumu **D**. Savienojumus **C** un **D** lieto pārtikas ražošanā, bet to savstarpējas reakcijas (katalizators – stipra skābe) produkts **E** ir ļoti plaši izmantots šķīdinātājs.

*Kas ir vielas **A**, **B**, **C**, **D** un **E**? Miniet kādu reaģentu, ar kuru var nooksidēt **B** līdz **C**, un kādu, ar kuru var noreducēt **B** līdz **D**.*

*Miniet kādu reakciju, kurā savienojums **A** ir intermediāts (starpprodukts).*

Vielas **A** polimēru ražo ļoti lielos daudzumos, to lieto, piemēram, ūdenī šķīstošu krāsu pagatavošanai, kā saistvielu utt. To iegūst nevis polimerizējot **A**, bet citādāk.

*Kā rūpnieciski iegūst vielas **A** polimēru?*

25.	Klase: 12	12 p.
------------	-----------	-------

Katalītiskā hidrogenēšana ir ļoti plaši lietota organisko savienojumu reducēšanas metode. Tās selektivitāte parasti ir diezgan zema, tomēr pareiza katalizatora izvēle ļauj reducēt dažas funkcionālas grupas neskarot citas.

Reducējot etil-3-fenilprop-2-ēnoātu ar ūdeņradi (150-200 atm, 250°C) Reneja niķeļa katalizatora klātienē tika iegūts savienojums **A**. Tomēr, lietojot 2CuO·Cr₂O₃ katalizatoru, iegūst galvenokārt savienojumu **B**.

Savienojums **A** neatkrāso bromūdeni un nereaģē ar metilhlorīdu (CH_3Cl) alumīnija hlorīda (AlCl_3) klātienē. Sildot **A** ar NaOH ūdens šķīdumu, iegūst savienojumu **C**. Apstrādājot **C** ar sālsskābes ūdens šķīdumu, iegūst savienojumu **D**.

Savienojums **B** arī neatkrāso bromūdeni, tomēr reaģē ar metilhlorīdu (CH_3Cl) alumīnija hlorīda (AlCl_3) klātienē. Sildot **B** ar NaOH ūdens šķīdumu, **B** neizmainās.

Kas ir savienojumi A, B, C un D? Kāds ir 3-fenilprop-2-ēnskābes triviālais nosaukums?

Reneja niķeļa katalizatoru pagatavo apstrādājot alumīnija-niķeļa sakausējumu (satur 30-50% niķeļa) ar koncentrētu nātrija hidroksīda šķīdumu.

Uzrakstīt ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kas atainotu Reneja niķeļa iegūšanu!

$2\text{CuO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ katalizatoru parasti iegūst sekojoši: salejot kopā vara(II) nitrāta, amonija dihromāta un amonjaka ūdens šķīdumus, iegūst bāzisku vara-amonija hromātu. To termiski sadalot, iegūst $2\text{CuO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$.

Uzrakstīt $2\text{CuO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ iegūšanas reakciju vienādojumus!

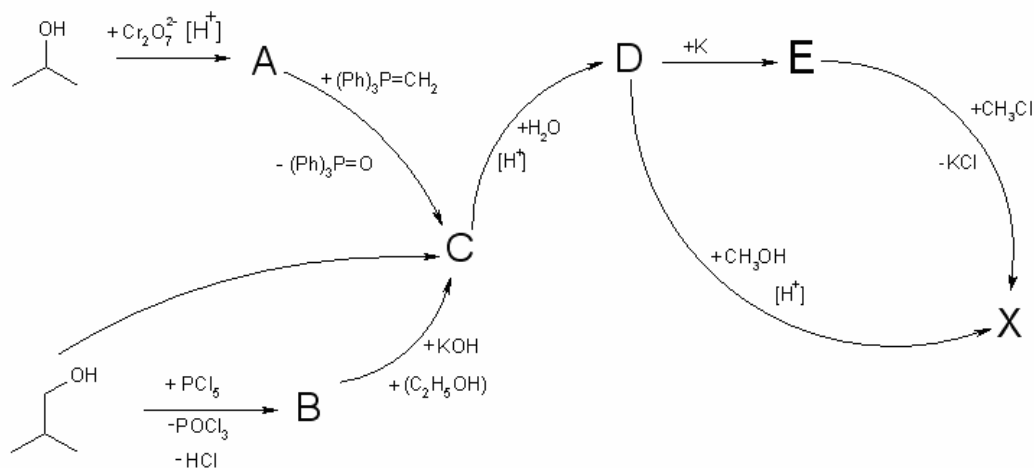
Parastus katalītiskās hidrogenēšanas katalizatorus (tādus kā Pt, Pd, Ni) praktiski nevar lietot sēru saturošu organisko savienojumu katalītiskai hidrogenēšanai. Kāpēc?

26.	Klase: 12	16 p.
-----	-----------	-------

Aritai un Mārim bija nepieciešams sintezēt vielu **X**. Lai iegūtu šo vielu Māris nolēma sākt sintēzi no izopropanola (propān-2-ola) un no tā iegūt vielu **A**, no kuras, savukārt, vielu **C**. Pēc tam apstrādājot vielu **C** ar paskābinātu ūdens šķīdumu, iegūt vielu **D**, kurai pievienojot kāliju veidotos **E**, no kuras jau pievienojot metilhlorīdu varētu iegūt vielu **X**.

Arita nolēma sākt sintēzi no 2-metil-propān-1-ola. Sākumā viņa no tā ieguva vielu **B**, no kuras pēc tam izdevās iegūt vielu **C**. Taču pēc tam, kad viņa bija realizējusi vielas iegūšanu pēc aprakstītās metodes, viņa saprata, ka vielu **C** varēja iegūt uzreiz vienā stadijā. Viela **C** pievienojot paskābinātu ūdens šķīdumu pārvēršas par vielu **D**. Pievienojot vielai **D** metanolu un stipri sildot maisījumu skābā vidē efektīvi saistot ūdeni iespējams iegūt vielu **X**.

Abu jauno zinātnieku sintēzes shēma ir attēlota zīmējumā, parastās iekavās ir doti šķīdinātāji, bet kvadrātiekvavas – katalizatori.



Aritai iegūstot vielu **X** no vielas **D**, reakcijā parādījās daudzi blakusprodukti. Viens no tiem ir viela **F**, kura normālos apstākļos ir gāze, aptuveni 1,5 reizes smagāka par gaisu. Vielas **F** ^1H -KMR spektrā ir viens signāls, singlets pie 3,24 ppm.

Uzrakstīt visu savienojumu (A, B, C, D, E, F un X) struktūrformulas un nosaukumus!

Kādā veidā Arita vārēja iegūt vielu C vienā reakcijā no 2-metil-propān-1-ola? Uzrakstīt ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Kura sintēzes shēma, jūsuprāt, ir vislabākā? Kāpēc?

Latvijas 47. Nacionālā ķīmijas olimpiāde (2006)

Teorētisko uzdevumu atrisinājumi.

Šeit dotie atrisinājumi ir tikai viens no uzdevumu risināšanas veidiem. Par pareiziem tiek uzskatīti arī citi risinājumu varianti, kas dod tādas pat rezultātus.

1.	Klase: 9	10 p.
----	----------	-------

Ķīmisko reakciju vienādojumi:

1) $2 \text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CuO}$	savienošanās reakcija	1 p.
2) $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	apmaiņas reakcija	1 p.
3) $\text{CuSO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$	apmaiņas reakcija	1 p.
4) $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$	sadalīšanās reakcija	1 p.
5) $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$	aizvietošanās reakcija	1 p.
6) $\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{konc.}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2 \text{H}_2\text{O}$		2 p.

Varam degot veidojas melnais vara(II) oksīds, ko šķīdinot sērskābes šķīdumā iegūst zilu šķīdumu (vara(II) sulfāta šķīdums). Ja šim dzidri zilajam šķīdumam pievieno nātrija hidroksīda šķīdumu veidojas tumši zilās recekļveida nogulsnes – vara(II) hidroksīds. Termiski sadalot vara(II) hidroksīdu veidojas melns vara(II) oksīda pulveris, ko reducējot ar ūdeņradi veidojas sarkanbrūns pulveris – varš, kam šķīstot koncentrētās sērskābes šķīdumā atkal iegūst zilu šķīdumu un izdalās gāze ar asu smaku.

3 p.

2.	Klase: 9	17 p.
----	----------	-------

$$w_{\text{AgClO}_4} = \frac{m_{\text{AgClO}_4}}{m_{\text{kop}}} = \frac{m_{\text{AgClO}_4}}{m_{\text{AgClO}_4} + m_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{545}{545 + 100} = \frac{545}{645} = 0,845 \quad 1 \text{ p.}$$



$$m_{\text{AgClO}_4} = \frac{m_{\text{skid}} \cdot w_{\%}}{100} = \frac{100 \cdot 84,5}{100} = 84,5 \text{ g}; \quad n_{\text{AgClO}_4} = \frac{m_{\text{AgClO}_4}}{M_{\text{AgClO}_4}} = \frac{84,5}{207,5} = 0,407 \text{ mol} \quad 2 \text{ p.}$$

$$m_{\text{KCl}} = \frac{m_{\text{skid}} \cdot w_{\%}}{100} = \frac{100 \cdot 5,00}{100} = 5,00 \text{ g}; \quad n_{\text{KCl}} = \frac{m_{\text{KCl}}}{M_{\text{KCl}}} = \frac{5,00}{74,5} = 0,0671 \text{ mol} \quad 2 \text{ p.}$$

Pārākumā ir AgClO_4 tādēļ: $n_{\text{KCl}} = n_{\text{KClO}_4} = n_{\text{AgCl}} = 0,0671 \text{ mol} \quad 1 \text{ p.}$

Tātad radīsies: $m_{\text{AgCl}} = n_{\text{AgCl}} \cdot M_{\text{AgCl}} = 0,0671 \cdot 143,5 = 9,63 \text{ g}$ un

$$m_{\text{KClO}_4} = n_{\text{KClO}_4} \cdot M_{\text{KClO}_4} = 0,0671 \cdot 138,6 = 9,30 \text{ g} \quad 2 \text{ p.}$$

Kopā šķīdumā ūdens masa ir:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O}(1)} + m_{\text{H}_2\text{O}(2)} = m_{1\text{sk}} \cdot w_{\text{H}_2\text{O}(1\text{sk})} + m_{2\text{sk}} \cdot w_{\text{H}_2\text{O}(2\text{sk})} = 100 \cdot 0,155 + 100 \cdot 0,95 = 110,5 \text{ g} \quad \text{kur}$$

$$w_{\text{H}_2\text{O}(1\text{sk})} = 1 - w_{\text{AgClO}_4} = 0,155 \quad \text{un} \quad w_{\text{H}_2\text{O}(2\text{sk})} = 1 - w_{\text{KCl}} = 0,95 \quad 2 \text{ p.}$$

Un šādā ūdens daudzumā varēs izšķīst: $m_{\text{AgCl}} = \frac{m_{\text{AgCl}(1\text{L})} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}(\text{litros})}}{1\text{L}} = \frac{0,89 \text{ mg} \cdot 0,1105}{1} = 0,098 \text{ mg}$ un

$$m_{\text{KClO}_4} = \frac{m_{\text{KClO}_4(1\text{L})} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}(\text{litros})}}{1\text{L}} = \frac{7,6 \text{ g} \cdot 0,1105}{1} = 0,84 \text{ g} \quad 2 \text{ p.}$$

$$m_{\text{AgCl}(nog)} = m_{\text{AgCl}(rad)} - m_{\text{AgCl}(izsk)} = 9,63 - 0,000098 = 9,63 \text{ g} \quad 0,5 \text{ p.}$$

$$m_{\text{KClO}_4(nog)} = m_{\text{KClO}_4(rad)} - m_{\text{KClO}_4(izsk)} = 9,30 - 0,84 = 8,46 \text{ g} \quad 0,5 \text{ p.}$$

$$m_{nog, kopā} = 9,63 + 8,46 = 18,1 \text{ g} \quad 1 \text{ p.}$$

