

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 "gaiss" 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 "gaiss" ? 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.*

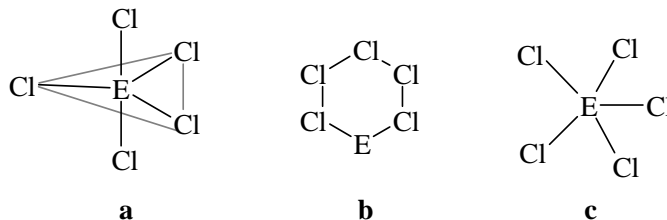
9.	Klase: 10	8 p.
-----------	------------------	-------------

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!

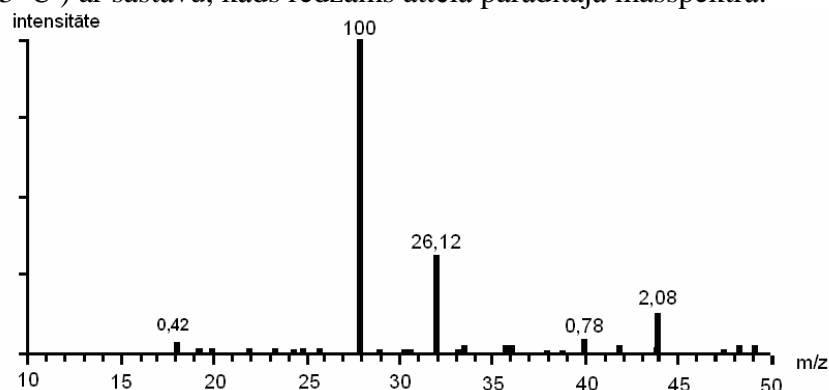


Uzrakstīt šī pentahlorīda hidrolīzes vienādojumu, zinot, ka hidrolīze nav oksidēšanās-reducēšanās reakcija un šajā reakcijā veidojas divu skābju maisījums.

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 $-195,8^{\circ}C$ grādu temperatūrā, bet otra gaisa sastāvā plaši ietilpstošā gāze skābeklis $-183^{\circ}C$ temperatūrā.

Kādā vietā savāca $15,00\text{ m}^3$ gaisa parauga (tobrīd atmosfēras spiediens bija $1,033$ atmosfēras un temperatūra bija $13^{\circ}C$) 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 gaisa 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 $13^{\circ}C$. 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 $C = k \cdot p(N_2)$, 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**.

Vielā **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.

Vielā **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 mL minerālūdens parauga, piepilināja dažus pilienus indikatora metiloranžā šķīduma un no biretes lēni pievienoja sālsskābes šķīdumu (koncentrācija 0,100 mol/L), kamēr indikatora krāsa strauji izmainījās no dzeltenas uz oranžu. Tobrīd bija iztērēti 11,3 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 mL minerālūdens parauga un pievienoja tam 5,0 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 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**?*

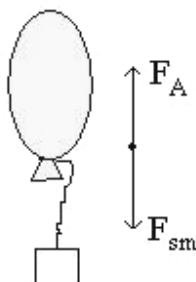
15.

Klase: 11

19 p.

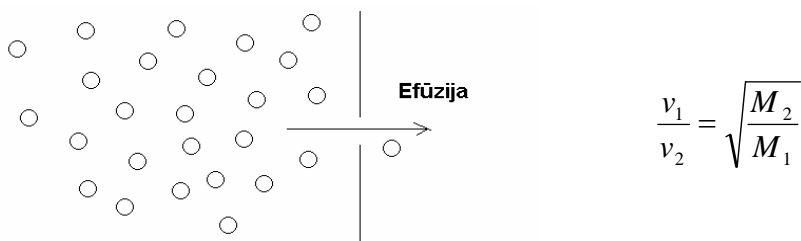
Aritai un Mārim uz laboratoriju tika atsūtīta kāda nezināma gāze. Lai noteiktu, kas ir šī gāze, abi jaunie ķīmiķi nolēma noteikt gāzes molmasu.

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 grami 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. Pieņem, 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.

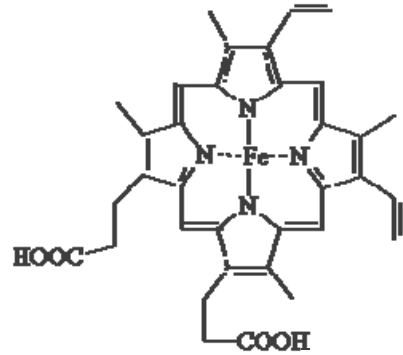
Aprēķināt hēma molmasu, un uzrakstīt tā degšanas vienādojumu pieņemot, ka degšanas procesā rodas dzelzs(III) oksīds.

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 miltipums 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!

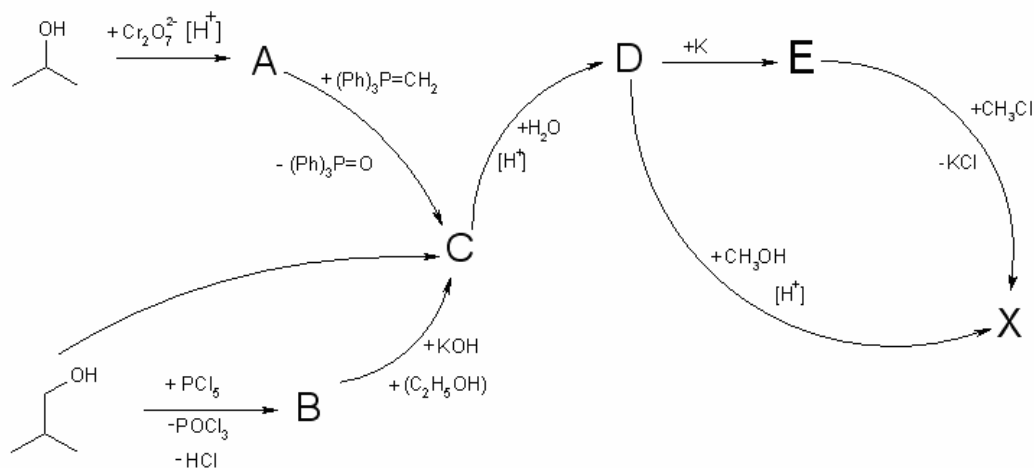
Parastus katalītiskās hidrogenēšanas katalizatorus (tādus kā Pt, Pd, Ni) praktiski nevar lietot sēru saturošu organisko savienojumu katalītiskai hidrogenēšanai. Kāpēc?

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:

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

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

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

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

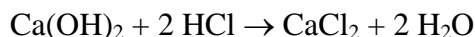
$$m_{\text{AgCl}(nog)} = m_{\text{AgCl}(rad)} - m_{\text{AgCl}(izsk)} = 9,63 - 0,000098 = 9,63 \text{ g} \quad 0,5 \text{ p.}$$

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

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

$$w_{AgCl} = \frac{m_{AgCl}}{m_{AgCl} + m_{KClO_4}} = \frac{9,63}{9,63 + 8,46} = 0,532; \quad w_{KClO_4} = 1 - w_{AgCl} = 1 - 0,532 = 0,468 \quad 2 \text{ p.}$$

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



(CaCl₂ vietā var rakstīt CaCl₂ · 6 H₂O) 1 p.



$$M(Ca) = 40,1 \text{ g/mol}$$

$$M(CaH_2) = 42,1 \text{ g/mol}$$

$$M(CaCl_2 \cdot 6 H_2O) = 219,1 \text{ g/mol}$$

1,47 g Ca reaģējot ar ūdeni izdalīsies $(1,47/40,1) \cdot 22,4 = 0,821 \text{ L H}_2$

1,47 g CaH₂ reaģējot ar ūdeni izdalīsies $(1,47/42,1) \cdot 2 \cdot 22,4 = 1,56 \text{ L H}_2$

$$(1 - \omega(CaH_2)) \cdot 0,821 + \omega(CaH_2) \cdot 1,56 = 1,49$$

$$0,739 \cdot \omega(CaH_2) = 0,669$$

$$\omega(CaH_2) = 90,5\% \quad 4 \text{ p.}$$

Pagatavotais paraugs satur 1,33 g (31,6 mmol) CaH₂ un 0,14 g (3,5 mmol) Ca. Tātad, veidosies 7,69 g (35,1 mmol) CaCl₂·6H₂O. 2 p.

Bezūdens kalcijs hlorīdu var lietot ūdens saistīšanai, piemēram, žāvējot gāzes vai organiskās vielas. To var lietot arī citos nolūkos – kalcijs iegūšanai utt. 1 p.

Latvijā ir plaši sastopami daudzi kalcijs minerāli, tādi kā krīts (CaCO₃), ģipsis (CaSO₄ · n H₂O, n = 2), dolomīts (CaCO₃·MgCO₃), kaļķakmens un citi.

0,5 p. par katru, bet ne vairāk kā 2 p.

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

$$w_{Cl^-} = \frac{m_{Cl^-(no NaCl)} + m_{Cl^-(no KCl)}}{m_{kop}} = \frac{m_{NaCl} \cdot w_{Cl^-(NaCl)} + m_{KCl} \cdot w_{Cl^-(KCl)}}{m_{kop}} =$$

$$= \frac{m_{kop} \cdot w_{NaCl} \cdot w_{Cl^-(NaCl)} + m_{kop} \cdot w_{KCl} \cdot w_{Cl^-(KCl)}}{m_{kop}} =$$

$$= w_{NaCl} \cdot w_{Cl^-(NaCl)} + (1 - w_{NaCl}) \cdot w_{Cl^-(KCl)} = w_{NaCl} \cdot w_{Cl^-(NaCl)} + w_{Cl^-(KCl)} - w_{NaCl} \cdot w_{Cl^-(KCl)} \quad 5 \text{ p.}$$

$$w_{Cl^-} - w_{Cl^-(KCl)} = w_{NaCl} \cdot w_{Cl^-(NaCl)} - w_{NaCl} \cdot w_{Cl^-(KCl)}$$

$$w_{NaCl} = \frac{w_{Cl^-} - w_{Cl^-(KCl)}}{w_{Cl^-(NaCl)} - w_{Cl^-(KCl)}} \quad 2 \text{ p.}$$

$$w_{Cl^-(KCl)} = \frac{A_{Cl^-}}{M_{KCl}} = \frac{35,5}{74,5} = 0,477; \quad w_{Cl^-(NaCl)} = \frac{A_{Cl^-}}{M_{NaCl}} = \frac{35,5}{58,5} = 0,607 \quad 2 \text{ p.}$$

$$w_{NaCl} = \frac{w_{Cl^-} - w_{Cl^-(KCl)}}{w_{Cl^-(NaCl)} - w_{Cl^-(KCl)}} = \frac{0,590 - 0,477}{0,607 - 0,477} = \frac{0,113}{0,130} = 0,869 = 86,9 \% \quad 2 \text{ p.}$$

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

Pārākumā ņemtā sērskābē veidojas skābais metāla sāls $Me(HSO_4)_x$, kur x atbilst metāla valencei. Sastādot vienkāršu formulu: 1 p.

$$M(Me) = \frac{M(HSO_4) \cdot x}{1 - 0,192} - M(HSO_4) \cdot x = \frac{0,192}{0,808} \cdot M(HSO_4) \cdot x = \frac{18,624}{0,808} \cdot x \approx 23,0 \cdot x \quad 4 \text{ p.}$$

Un aprēķinot metāla molmasu $M(Me)$ atkarībā no vērtības iegūst, ka pie $x = 1$, $M(Me) = 23,0 \text{ g/mol}$ => Na. Līdz ar to sāļi **A** un **B** ir atbilstoši Na_2SO_4 un $NaHSO_4$ 3 p.

Viens no maisījuma **X** komponentiem varētu būt **ūdens**, kuru Na_2SO_4 saista kristālhidrātu veidā. Vispārīgā veidā reakcija izskatās šādi:



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

”Gauss”, kas veicina sveces degšanu ar žilbinošu liesmu ir skābeklis. 1 p.

Pirmais skābekli ieguva angļu ķīmiķis Džozefs **Prīstlijs** (1733-1804). 1 p.

Skābekli viņš ieguva termiski sadalot dzīvsudraba(II) oksīdu (viela **A**). Šajā reakcijā kā blakusprodukts veidojas dzīvsudrabs (viela **B**). 2 p.

Ķīmisko reakciju vienādojumi:



kur Me – vispārīgs metāla apzīmējums

Mūsdienās dzīvsudrabu plaši izmanto termometros. Ja gadās dzīvsudraba termometru saplēst, jāatceras, ka dzīvsudrabs ir toksiska viela un visas izlijušās dzīvsudraba lodītes ir rūpīgi jāsavāc, nedrīkst tām atļaut iztvaikot. 2 p.

Šķīduma zilganzaļā krāsa liecina var vara klātbūtni monētā. 1 p.

P.S. Vara(II) nitrāta atšķaidīts šķīdums ir gaiši zilā krāsā, taču šajā gadījumā zaļgano toni piešķir niķeļa(II) joni, jo monētas satur arī niķeli.

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

Ķīmiskās reakcijas vienādojums:



Slāpekļa trijodīdu ķīmiski pareizāk ir saukt par joda nitrīdu, jo slāpeklim, kā zināms, elektronegativitāte ir lielāka nekā jodam un tam šajā savienojumā līdz ar to ir negatīva oksidēšanās pakāpe un tāvad savienojuma nosaukums ir joda nitrīds (analoģiski kā nātrija hlorīdā negatīvais ir hlors). 2 p.

Aprēķinām vielu daudzumus:

$$n(\text{I}_2) = \frac{m}{M} = \frac{1,5}{254} = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m}{M} = \frac{0,20 \cdot 20 \cdot 0,92}{17} = 0,216 \text{ mol}$$

2 p.

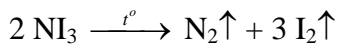
Varam secināt, ka joda daudzums ir krietni mazāks nekā amonjaka daudzums, bet jods reakcijā paliek neizreaģējis, jo tā šķīdība ir ļoti maza un amonjaka šķīdumā izšķīst tikai neliela daļa ņemtā joda.

1 p.

Joda molekulās ir nepolārās kovalentās saites, līdz ar to jods labi šķīst dažādos organiskos šķīdinātājos, bet nešķīst ūdenī. Līdz ar to piemērotāks šķīdinātājs ir spirts.

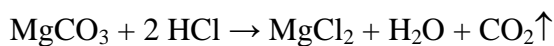
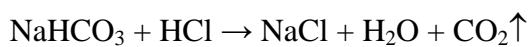
3 p.

Minētais savienojums, kad ir izžuvis ļoti viegli sadalās pat mazākā trieciena iespaidā, pie tam sadalīšanās notiek ar lielu troksni.



1 p.

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



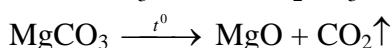
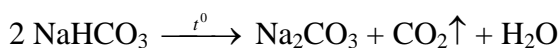
2 p.

Apzīmējot nātrija hidroģēnkarbonāta daudzumu ar X un magnija karbonāta daudzumu ar Y iegūstam sistēmu:

$$\begin{cases} 84X + 84Y = 50,0 \\ 22,4X + 22,4Y = 13,3 \\ 50 - 84Y + 84Y = 50 \\ X = 0,594 - Y \end{cases} \quad \begin{cases} X = 0,594 - Y \\ 84(0,594 - Y) + 84 = 50 \\ 50 = 50 \\ X = 0,594 - Y \end{cases}$$

Kā redzams no pirmās izteiksmes iegūtajai vienādojumu sistēmai ir bezgalīgi daudz atrisinājumu. Tas nozīmē, ka maisījuma sastāvu no šiem datiem aprēķināt nevar, jo jebkuram brīvi izraudzītām X (intervālā no 0 līdz 0,594) var atrast reālo Y vērtību, kura apmierinās abas izteiksmes. (vienādas masas nātrija hidroģēnkarbonāta un magnija karbonāta reakcijā ar sālsskābi izdala vienādus tilpumus ūdeņraža)

2 p.



2 p.

Analoģiski kā pirmajā punktā sastādot divu vienādojumu sistēmu iegūstām:

$$\begin{cases} 84X + 84Y = 50,0 \\ 22,4X/2 + 22,4Y = 10,7 \\ X = 0,9554 - 2Y \\ 80,2 - 168Y + 84Y = 50 \end{cases} \quad \begin{cases} X = 0,955 - 2Y \\ 84(0,955 - 2Y) + 84Y = 50 \\ Y = 0,360 \\ X = 0,2354 \end{cases}$$

4 p.

Tātad:

$$n(\text{NaHCO}_3) = 0,2354 \text{ mol}$$

$$n(\text{MgCO}_3) = 0,360 \text{ mol}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 19,8 \text{ g}$$

$$m(\text{MgCO}_3) = 30,2 \text{ g}$$

2 p.

$$w(\text{NaHCO}_3) = \frac{19,8}{19,8 + 30,2} \approx 0,4 = 40 \%$$

$$w(\text{MgCO}_3) = 1 - w(\text{NaHCO}_3) \approx 0,6 = 60 \%$$

2 p.

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

Savienojumā ECl_5 elementam jāveido 5 kovalentās saites, t.i., centrālajam atomam ir "jānodrošina" vieta ap sevi 10 elektroniem.

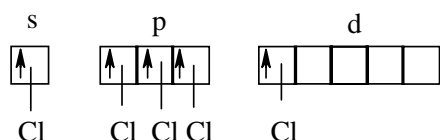
Slāpekļis atrodas 2. periodā, un tā elektronu konfigurācija pamatstāvoklī ir $1s^2 2s^2 2p^3$, bet, ja slāpekļa oksidēšanās pakāpe ir +5, tad $1s^2 2s^0 2p^0$, un otrs enerģētiskais līmenis paliek tukšs, kurā maksimāli var novietoties tikai 8 elektroni (divi 2s orbitālē un seši 2p orbitālē). Tāpēc slāpekļa pentahlorīds pastāvēt nevar. (Šā iemesla dēļ nevar pastāvēt arī jebkurš cits savienojums, kurā slāpekļa vērtība ir lielāka par 4).

2 p.

Fosfors daļēji ir līdzīgs slāpeklim – tam pamata stāvoklī elektronu konfigurācija ir $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$, bet P^{+5} tā ir $[\text{Ne}] 3s^0 3p^0$. Taču fosforam ir tukšas *d* līmeņa orbitāles, tāpēc elektronu konfigurāciju pareizāk ir rakstīt $\text{P}^0 [\text{Ne}] 3s^2 3p^3 3d^0$ un $\text{P}^{+5} [\text{Ne}] 3s^0 3p^0 3d^0$. Pateicoties neaizpildītam *d* apakšlīmenim, fosfors var veidot savienojumus, kuros tas ir piecvērtīgs

2 p.

Lai noteiktu, kura no molekulas telpiskajām uzbūvēm ir pareizākā, attēlosim elektronu izvietojuumu orbitālēs fosfora atomam, ierosinātā stāvoklī

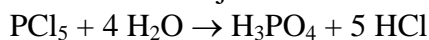


5 elektronu pāri, tātad molekulu trigonālas bipiramīdas forma

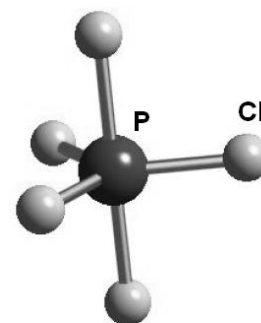
un šāda molekula redzama **a** attēlā.

(par pareizu uzskatāms izskaidrojums arī, ja nosauc, ka minētajā molekulā ir dsp^3 hibridizācija)

Hidrolīzes vienādojums:



2 p.



2 p.

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

viela ar molmasu 28 g/mol ir slāpekļis N_2 , viela ar molmasu 32 g/mol ir skābeklis, viela ar molmasu 40 g/mol ir argons, bet viela ar molmasu 44 g/mol ir oglekļa(IV) oksīds, bet viela ar molmasu 18 g/mol ir ūdens (gaisa mitrums)

3 p.

Aprēķinām visu intensitāšu summu: $100 + 26,12 + 0,78 + 2,08 + 0,42 = 129,4$

1 p.

Tā kā signālu intensitātes ir proporcionālas daļiņu skaitam, tad var pierādīt, ka signālu intensitāte ir proporcionāla gāzes tilpuma daļai, jo saskaņā ar Avogadro likumu dažādas gāzes vienādos apstākļos vienādā tilpumā satur vienādu skaitu daļiņu.

$$\varphi(\text{N}_2) = \frac{I(\text{N}_2)}{129,4} = \frac{100}{129,4} = 77,3 \%$$

1 p.

līdzīgi aprēķinām visu pārējo vielu masas daļas: $\varphi(\text{O}_2) = 20,2 \%$, $\varphi(\text{Ar}) = 0,6 \%$, $\varphi(\text{CO}_2) = 1,6 \%$ un $\varphi(\text{H}_2\text{O}) = 0,3 \%$

2 p.

Kā redzams gaisā ir palielināts oglekļa dioksīda saturs. Tas liecina, ka gaiss ir paņemts no kādas piesārņotas teritorijas. Par pareizām uzskatāmas, piemēram, šādas atbildes ...

- pilsētas gaiss (mits)

□ gaiss no iekštelpām

1 p.

Iegūtā slāpekļa tilpums: $V(N_2) = \varphi \cdot V(\text{gaisa}) \cdot \eta = 0,773 \cdot 15 \cdot 0,95 = 11,0 \text{ m}^3$

2 p.

$$pV = nRT$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$p_1 \cdot 200 = 1,033 \cdot 11\,000 = 11363$$

$$p_2 = 56,8 \text{ atm}$$

3 p.

Šķidru slāpekli izmanto dzesēšanai.

1 p.

Gāzu parciālais spiediens ir proporcionāls gāzes tilpuma daļai maisījumā. $p(N_2) = p \cdot \varphi(N_2)$

$$C = k \cdot p(N_2) = 0,0018 \cdot 1,033 \cdot 0,773 = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

2 p.

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{1,4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 286}{0,773 \cdot 1,033 \cdot 101,325} = 0,041 \text{ L} = 41 \text{ mL}$$

1 p.

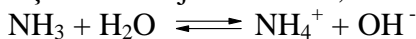
Slāpekļa molekulā starp slāpekļa atomiem ir nepolāras kovalentās saites, savukārt, amonjaka molekulā starp slāpekļa un ūdeņraža atomiem ir polāras kovalentās saites.

1 p.

Šķīstot ūdenī ar polārajām ūdens molekulām spēcīgākas starpmolekulārās mijiedarbības ir vērojamas ar polārajām amonjaka molekulām un ūdeni, nekā ar nepolārajām slāpekļa molekulām un ūdeni.

1 p.

Pie tam šķīstot amonjakam ūdenī, norisinās arī tā molekulu jonizācija:



1 p.

11.

Klase: 10

16 p.

Ķīmiskais elements, kura savienojumi krāso liesmu zaļgandzeltenā krāsā ir bārijs. Savienojums, kurā ir 81,1 % bārija ir ar molmasu:

$$M = \frac{137 \cdot x}{0,811} = 169 \cdot x$$

kur x – bārija atomu skaits savienojumā

Ja x = 1, tad M(elementam C) = 169 – 137 = 32 g/mol .. tas atbilst sēram, taču kā zināms sērs nav viens no izplatītākajiem elementiem hidrosfērā, kā arī tas neuztur degšanu. Tad atliek secināt, ka šāda molmasa atbilst diviem skābekļa atomiem un vielas formula ir BaO₂ (bārija peroksīds).

Viela C tātad ir skābeklis un otrs binārais savienojums, ko veido atrastie ķīmiskie elementi (skābeklis un bārijs) ir bārija oksīds (BaO, savienojums A).

2 p. par visiem paskaidrojumiem savienojumu atrašanai

Tātad:

A = BaO bārija oksīds

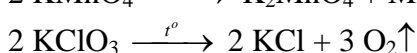
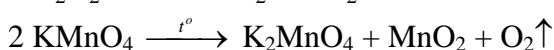
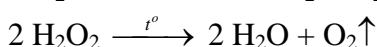
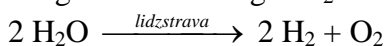
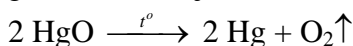
B = Ba bārijs

C = O₂ skābeklis

D = BaO₂ bārija peroksīds

2 p. par katru atrastu vielu un nosaukumu

Skābekli laboratorijā var iegūt sadalot dzīvsudraba(II) oksīdu, ūdeni, ūdeņraža peroksīdu, kālija permanganātu vai kālija hlorātu. Attiecīgie reakciju vienādojumi:



par jebkuriem diviem reakciju vienādojumiem kopā 3 p.

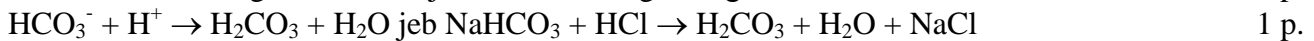
Jonizācijas enerģija ir enerģijas daudzums, kas jāpievada daļiņai, lai no tās atrautu vienu elektronu un pārvērstu šo daļiņu par pozitīvi lādētu jonu. 1 p.

Otrā un trešā jonizācijas enerģija atšķiras tik ievērojami tādēļ, ka pirmās divas bārija atoma jonizācijas enerģijas atbilst ārējā līmeņa elektronu zaudēšanai, bet trešā jonizācijas enerģija atbilst elektrona zaudējumam no aizpildītas priekšpēdējā (piektā) līmeņa p orbitāles. 2 p.

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

Ja kopējā visu sāļu koncentrācija ir 1940 mg/L, tad minēto nātrija sāļu kopējā koncentrācija ir $0,98 \cdot 1940 = 1901,2$ mg/L 1 p.

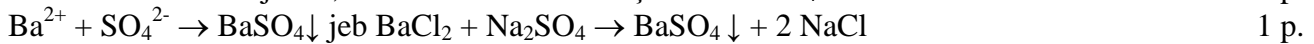
Arita noteica hidroģēnkarbonāta jonus, kuri vienīgie reaģē ar HCl 1 p.



Šo analīzes metodi sauc par titrēšanu. 1 p.

Aprēķins: $n(\text{HCO}_3^-) = n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot v(\text{HCl}) = 0,10 \cdot 11,3 = 1,13$ mmol
 $c(\text{HCO}_3^-) = n(\text{HCO}_3^-) / v = 1,13 / 0,1 = 11,3$ mmol/L 2 p.

Māris noteica sulfātjonus, kuri veido ūdenī mazšķīstošu BaSO_4 : 1 p.



Šo analīzes metodi sauc par gravimetriju. 1 p.

BaCl_2 ņemts acīmredzamā pārākumā, jo 5 mL 5% šķīduma satur vismaz $5 \cdot 0,05 = 0,25$ g bārija hlorīda (ja pieņem, ka blīvums $\rho = 1$ g/mL), bet kopējais sāļu saturs 100 mL minerālūdens ir $1901 \cdot 0,1 = 190$ mg jeb 0,19 g). Tātad sulfātjoni izgulsnēsies pilnībā, un ..

Aprēķins: $n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{BaSO}_4) = m(\text{BaSO}_4) / M(\text{BaSO}_4) = 18,87 / 233 = 0,081$ mmol
 $c(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{SO}_4^{2-}) / v = 0,081 / 0,1 = 0,81$ mmol/L 2 p.

Masas koncentrāciju aprēķina, molāro koncentrāciju reizinot ar molmasu:

$$\gamma = c \cdot M$$

Tad NaHCO_3 masas koncentrācija ir

$$\gamma(\text{NaHCO}_3) = c(\text{HCO}_3^-) \cdot M(\text{NaHCO}_3) = 11,3 \cdot 84,0 = 949,2 \text{ mg / L} \quad 1 \text{ p.}$$

Na_2SO_4 masas koncentrācija ir

$$\gamma(\text{Na}_2\text{SO}_4) = c(\text{SO}_4^{2-}) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,81 \cdot 142 = 115,0 \text{ mg / L} \quad 1 \text{ p.}$$

Tā kā visu trīs nātrija sāļu kopējā koncentrācija ir 1901 mg / L, tad NaCl koncentrācija ir

$$\gamma(\text{NaCl}) = \gamma(\text{kopējā}) - \gamma(\text{NaHCO}_3) - \gamma(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1901 - 949,2 - 115 = \mathbf{836,2 \text{ mg / L}} \quad 1 \text{ p.}$$

13.	Klase: 11	11 p.
------------	------------------	--------------

- | | | |
|--|----------------------------|------|
| 1) $\text{H}_2 + \text{F}_2 \rightarrow 2 \text{HF}$ | reaģēja pirmajā gadījumā | |
| 2) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} 2 \text{HCl}$ | reaģēja otrajā gadījumā | |
| 3) $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2 \text{HBr}$ | reaģēja trešajā gadījumā | |
| 4) $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$ | reaģēja ceturtajā gadījumā | 3 p. |

Reakcijas aktivācijas enerģija ir enerģijas daudzums, kas jāpievada 1 mol vielas, lai visas molekulas kļūtu ķīmiski aktīvas, t.i., lai tās kļūtu spējīgas reaģēt. 1 p.

Vismazākā aktivācijas enerģija ir reakcijai starp ūdeņradi un fluoru, jo šī reakcija jau norisinās bez papildus enerģijas pievadīšanas. Virzienā no fluora uz jodu reakcijas starp ūdeņradi un skābekli aktivācijas enerģija palielinās. 2 p.

Aktivācijas enerģija iegūtā halogēnūdeņraža sadalīšanās reakcijai mainās tieši pretējā secībā, visvieglāk termiski sadalās jodūdeņradis, bet HF termiski sadalīt praktiski nav iespējams. 2 p.

Pirmajā gadījumā – radās 4 mol HF

$$m(\text{HF}) = n \cdot M = 4 \cdot 20 = 80 \text{ g}$$

$$w(\text{HF}) = \frac{80}{10000 + 80} = 0,79 \%$$

2 p.

Otrajā gadījumā radās 4 mol HCl

$$m(\text{HCl}) = 4 \cdot 36,5 = 146 \text{ g}$$

$$w(\text{HCl}) = \frac{146}{10000 + 146} = 1,44 \%$$

1 p.

14.	Klase: 11	18 p.
------------	------------------	--------------

Vielā, kas nešķīst skābju šķīdumos, bet šķīst sārmu šķīdumos ir ar skābām īpašībām (piem., kāds skābais oksīds u.tml.). Skābais oksīds, kurš šķīst fluorūdeņražskābes šķīdumā ir **silīcija(IV) oksīds**, kas tad arī ir viela, kas veido kristāliņu A. 1 p.

Tātad **A** ir **kalnu kristāls (kvarcs)**, bet tā kā tam ir raksturīga krāsa, tad šajā gadījumā tas tiek saukts par ametistu. (par pareizu uzskatāma arī atbilde – topāzs). 1 p.

Kristāliņa krāsu nosaka tajā kā piemaisījumi esošie titāna un dzelzs joni. 1 p.

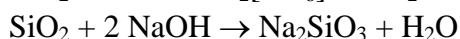
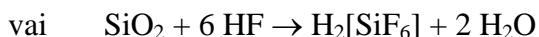
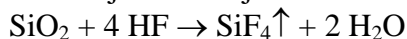
Silīcija(IV) oksīds dabā lielos daudzumos atrodams smilšu sastāvā. 1 p.

Iegūtais silīcijskābes šķīdums pieder pie koloidālajiem šķīdumiem un aprakstītā parādība tiek saukta par Tindala efektu. 2 p.

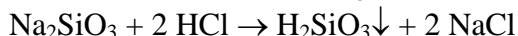
Silīcija dioksīdam raksturīgs atomu kristāliskais režģis. Vielām, kurām ir atomu kristāliskais režģis ir raksturīgas augstas kušanas temperatūras, kā arī tās ir ļoti cietas vielas. 1 + 2 p.

Silīcija dioksīdu izmanto stikla ražošanā, radiotehnikā, optiskajās ierīcēs, juvelierizstrādājumos, keramikajā rūpniecībā, kvarca audumu izgatavošanai (aizsardzībai pret augstām temperatūrām), gaismas vadu sakaru vajadzībām. 2 p.

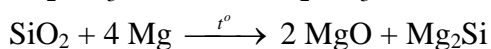
Ķīmisko reakciju vienādojumi:



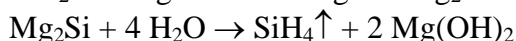
1 p.



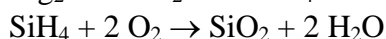
1 p.



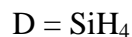
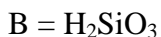
1 p.



1 p.



1 p.



1 p.

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

Balonam esot līdzsvarā cēlējspēks (šajā gadījumā tas ir Arhimēda spēks) līdzsvaros smaguma spēku.

$$F_A = F_{\text{smaguma}}$$

$$\rho_{\text{gaiss}} \cdot g \cdot V = m \cdot g$$

1 p.

$$\rho_{\text{gaiss}} \cdot V = m$$

Aprēķina gaisa blīvumu uzdevumā norādītajos apstākļos:

$$p \cdot V = n R T$$

$$n = \frac{m}{M} \quad \Rightarrow \quad p \cdot V = \frac{mRT}{M} \quad \Rightarrow \quad p = \frac{\rho_{\text{gaisam}} \cdot R \cdot T}{M}$$

$$\rho_{\text{gaisam}} = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} = \frac{101,325 \cdot 29}{8,314 \cdot 298} = 1,186 \text{ g/L} \quad 3 \text{ p.}$$

$$\rho_{\text{gaisam}} \cdot V = m_{\text{atsvaram}} + m_{\text{gāze}}$$

$$1,186 \cdot 3,36 = 2,5 + m_{\text{gāze}}$$

$$m_{\text{gāze}} = 1,48 \text{ g} \quad 1 \text{ p.}$$

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} = \frac{1,48 \cdot 8,314 \cdot (273 + 25)}{101,325 \cdot 3,36} = 10,8 \text{ g/mol} \quad 2 \text{ p.}$$

Arita izdarīja pieņēmumu, ka spiediens balonā ir vienāds ar atmosfēras spiedienu. 1 p.

Māris spiediena izlīdzināšanās ātrumu var izteikt ar spiediena maiņu laika vienībā: $v = \frac{\Delta p}{\Delta t}$. Tātad efūzijas ātrums gadījumā ar argonu:

$$v(\text{Ar}) = \frac{\Delta p_1}{80}$$

.. un ar nezināmo gāzi .. $v(\text{nez.}) = \frac{\Delta p_2}{41,6}$

Ievietojot šīs vienādības ($\Delta p_1 = \Delta p_2$) un argona molmasu Grehema likuma izteiksmē iegūstam, ka ..

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{\Delta p}{80}}{\frac{\Delta p}{41,6}} = \frac{41,6}{80} = \sqrt{\frac{M(\text{nez.})}{M(\text{Ar})}} = \sqrt{\frac{M(\text{nez.})}{40}}$$

$$0,52 = \sqrt{\frac{M(\text{nez.})}{40}}$$

$$0,52^2 = 0,27 = \frac{M(\text{nez.})}{40}$$

$$M(\text{nez.}) = 40 \cdot 0,27 = 10,8 \text{ g/mol}$$

kopā 5 p.

Šāda molmasa atbilst boram, taču minētajos apstākļos tas nav gāzveida viela un nav arī ķīmiski inerts, tātad atliek secināt, ka nezināmā gāze ir gāzu maisījums. 1 p.

Ķīmiskie elementi, kuriem nav izdevies iegūt ķīmiskos savienojumus ir hēlijs, neons un argons. Tātad atliek secināt, ka šī gāze ir hēlija un neona vai arī hēlija un argona maisījums. 1 p.

Tagad atliek tikai aprēķināt abu šo maisījumu kvantitatīvo sastāvu (ar φ apzīmējam hēlija tilpuma daļu maisījumā):

1. gadījums He + Ne

$$\varphi \cdot M(\text{He}) + (1-\varphi) \cdot M(\text{Ne}) = 10,8$$

$$\varphi \cdot 4 + (1-\varphi) \cdot 20 = 10,8$$

$$- 16 \varphi = - 9,2$$

$$\varphi = \frac{9,2}{16} = 58 \% (\text{He}) \text{ un } 42 \% (\text{Ne}) \quad 2 \text{ p.}$$

2. gadījums He + Ar

$$\varphi \cdot M(\text{He}) + (1-\varphi) \cdot M(\text{Ar}) = 10,8$$

$$\varphi \cdot 4 + (1-\varphi) \cdot 40 = 10,8$$

$$- 36 \varphi = - 29,2$$

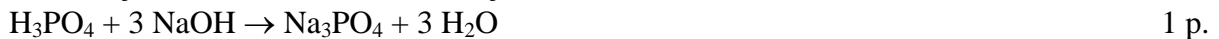
$$\varphi = \frac{29,2}{36} = 81 \% \text{ (He) un } 19 \% \text{ Ar}$$

2 p.

P.S. > Argonam arī ir iegūti klasteru tipa savienojumi, taču tā kā skolas mācību grāmatās par šāda veida savienojumiem nav nekādas informācijas, tad par pareizām tika uzskatītas abas atbildes.

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

Fosforskābi titrējot ar NaOH norisinās reakcija:



Aprēķina vidējo izlietotā NaOH šķīduma tilpumu. Vispirms rezultātu 22,14 mL izslēdz kā rupju kļūdu (šis rezultāts ir ļoti atšķirīgs no pārējiem trim titrēšanas rezultātiem). 1 p.

$$V(\text{NaOH, vid.}) = \frac{15,14 + 15,14 + 15,17}{3} = 15,15 \text{ mL} \quad 1 \text{ p.}$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,01515 \cdot 0,198 = 0,00300 \text{ mol} \quad 1 \text{ p.}$$

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{3} \cdot 0,0300 = 0,00100 \text{ mol (notitrētais fosforskābes daudzums)} \quad 1 \text{ p.}$$

Titrēšanai ņemtais fosforskābes daudzums:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = C \cdot V = 0,15 \cdot 0,02 = 0,00300 \text{ mol} - \text{tas ir trīs reizes lielāks nekā iegūts titrēšanā.} \quad 1 \text{ p.}$$

Tas liecina, ka aprakstītajā titrēšanā izdodas notitrēt tikai pirmo fosforskābes disociācijas stadiju:



Tas skaidrojams tādējādi, ka indikators metiloranžs krāsu maina pie pH vērtībām, kas atbilst pirmā protona aizvietošanai ($\text{pH}(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 4,67$). 2 p.

Ja kā indikatoru izmantotu fenolftaleīnu krāsas maiņa notiktu pie ievērojami lielākām pH vērtībām un izdotos notitrēt divas fosforskābes disociācijas stadijas. 2 p.

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

Tā kā, sadedzinot melno pulverīti, rodas tikai viena gāze un nav atlikuma, tad varam secināt, ka melnais pulverītis sastāv no viena elementa. Tā kā rodas gāze, tad elements ir nemetāls. Šāds apraksts der oglei: **X ir C**.

Varam aprēķināt gāzu C un D molmasas:

$$M_C = d_C \cdot V_0 = 0,089 \cdot 22,4 = 2,0 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow \quad \text{tātad C ir ūdeņradis}$$

$$M_D = d_D \cdot V_0 = 3,17 \cdot 22,4 = 71,0 \text{ g/mol} \quad \Rightarrow \quad \text{tātad D ir hlors}$$

Tātad ikdienā plaši izmantotā viela satur hloru un kādu sārmu metālu. Tāda viela ir vārāmā sāls – NaCl. Nātrija hlorīda šķīduma elektrolīzē iegūst NaOH šķīdumu:



Sadedzinot ogli rodas CO₂:



$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = m(\text{C})/M(\text{C}) = 0,164/12,0 = 0,0137 \text{ mol}$$

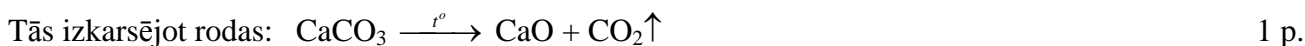
CO₂ reaģējot ar NaOH pārākumu, rodas Na₂CO₃ (viela **E**), kas ir balta kristāliska viela.



$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2)$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,0137 \cdot 106 = 1,45 \text{ g, kas sakrīt ar doto}$$

Nātrija karbonāta šķīdumam pievienojot kalcija hidroksīda šķīdumu, veidojas Ca(OH)₂ nogulsnes:



Analītikā ar Fe^{3+} sarkanu krāsojumu dod rodanīdjons SCN^- , kuru iegūst cianīdus karsējot kopā ar sēru, kas ir dzeltena cieta viela.



Tātad: $\text{X} = \text{C} \quad \text{B} = \text{NaOH} \quad \text{D} = \text{Cl}_2 \quad \text{F} = \text{CaCO}_3 \quad \text{H} = \text{HCN} \quad \text{J} = \text{KSCN}$
 $\text{A} = \text{CO}_2 \quad \text{C} = \text{H}_2 \quad \text{E} = \text{Na}_2\text{CO}_3 \quad \text{G} = \text{CO} \quad \text{I} = \text{S}$

1 p. par katru

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

X – As

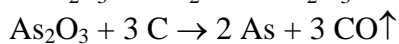
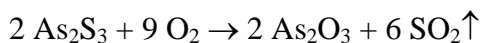
A – As_2S_2 (vai As_4S_4 vai AsS) – realgārs

B – As_2S_3 – auripigments,

C – As_2S_5 , D – As_2O_3 , E – As_2S_5 , F – H_3AsO_3 , G – H_3AsO_4

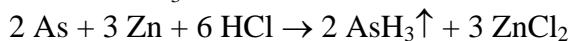
1 p. par katru

As var iegūt no As_2S_3 piemēram, šādā veidā:



2 p.

Apstrādājot tehnisko cinku (kas satur As) ar sālsskābi, ūdeņradis veidošanas brīdī reaģēs ar As, veidojot arsīnu AsH_3 :



2 p.

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

Tā kā $\text{pH}=13,0$ ir ļoti bāziska vide, un tā kā elektrolizējot katoda masa palielinās, tad visticamāk X2 ir kāds sārms. 1 p.

$$\text{pH} = 13$$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 1$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 0,1 \text{M}$$

$$n_{\text{OH}^-} = cV = 0,1 \cdot 0,25 = 0,025 \text{ mol}$$

Pieņemot, kā tās ir sārmezemju metāla hidroksīds iegūstam:

$$M_r = m : n = 0,575 : (0,025 : 2) = 46 \text{ g/mol} \Rightarrow \text{tāda metāla nav}$$

Pieņemot, kā tās ir sārmu metāla hidroksīds iegūstām

$$M_r = m : n = 0,575 : 0,025 = 23 \text{ g/mol} \Rightarrow \text{tas atbilst Na (A) un hidroksīds ir NaOH (X2)} \quad 3 \text{ p.}$$

Tātad X1 formula ir Na_kX , kur X ir kaut kāds anjons.

Aprēķināsim X3 daudzumu:

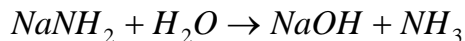
$$n_{\text{X}3} = \frac{pV_1}{RT_1} + \frac{pV_2}{RT_2} = \frac{p}{R} \left(\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2} \right) = 0,025 \text{ mol}$$

tā kā $n_{\text{X}3} = n_{\text{Na}}$, tad var pieņemt, ka $k = 1$, respektīvi, X1 formula ir NaX un

$$M_{rX} = \frac{m_X}{n_X} = \frac{m(1 - w_{\text{Na}})}{n_X} = \frac{0,975 \cdot 0,4103}{0,025} = 16 \text{ g/mol} \Rightarrow \text{tas atbilst } \text{NH}_2^- \text{ jonam}$$

tātad X1-ir NaNH_2 (nātrija amīds)

4 p.

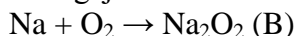


1 p.

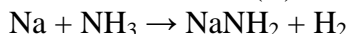
un X3 ir amonjaks.

1 p.

Nātrijam reaģējot ar skābekli rodas peroksīds

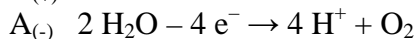
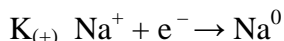


1 p.



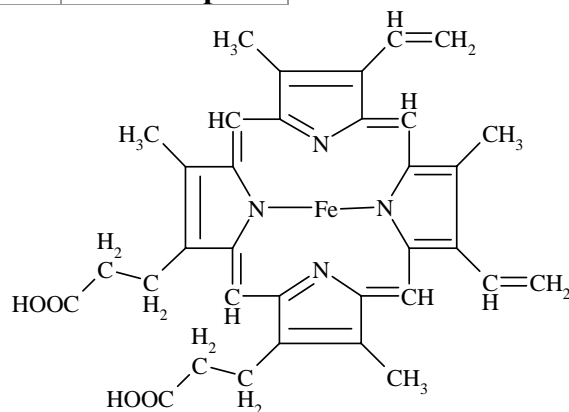
1 p.

Elktrolīzes procesā notika šādas ķīmiskās reakcijas:



3 p.

20.	Klase: 12	11 p.
------------	------------------	--------------



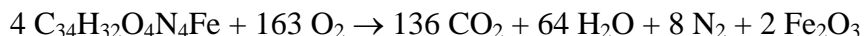
Molekulmasa = 616

Molekulformula = $\text{C}_{34}\text{H}_{32}\text{FeN}_4\text{O}_4$

Sastāvs = C 66.24% H 5.23% Fe 9.06% N 9.09% O 10.38%

2 p.

Degšanas reakcijas vienādojums:



2 p.

Hemoglobīna molmasa:

$\pi = i \text{ C R T}$; $\pi = 1,86 \text{ mm Hg} = 248 \text{ Pa}$, $i = 1$ (neelektrolīts)

$C = \pi / (\text{RT}) = 248 / (8,314 \cdot 298) = 0,100 \text{ mol/m}^3 = 0,1 \text{ mmol/L}$

$C = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-3} = n / V = m / (\text{M} \cdot V)$

$M = m / (C \cdot V) = 6,8 / (1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 1,00) = 6,8 \cdot 10^4 \text{ g/mol}$

3 p.

Hemoglobīna molmasa:

$m(\text{asinis}) = V \cdot \rho = 4,5 \cdot 1,06 = 4,77 \text{ kg}$

$m(\text{Fe}) = M(\text{asinis}) \cdot w(\text{Fe}) = 4770 \cdot 0,000926 = 4,42 \text{ g}$

$n(\text{Fe}) = m(\text{Fe}) / M(\text{Fe}) = 4,42 / 56 = 0,079 \text{ mol}$

$n(\text{Hb}) = n(\text{Fe}) / 4 = 0,079 / 4 = 0,0198 \text{ mol}$

$C(\text{Hb}) = n(\text{Hb}) / V = 0,0198 / 4,5 = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

4 p.

21.	Klase: 12	11 p.
------------	------------------	--------------

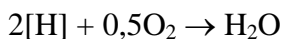
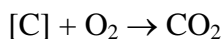
1. $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L} \Rightarrow 5,1 \text{ m}^3 = 5100 \text{ L}$

$$V = \frac{V}{V_0} = \frac{5100}{15} = 340 \text{ mol}$$

1 p.

2. $\varphi = \frac{V(\text{gāzes})}{V(\text{maisījuma})} = \frac{n(\text{gāzes})}{n(\text{maisījuma})} \Rightarrow n(\text{O}_2) = 0,15 \times n(\text{gāzu}) = 0,15 \times 340 = 51 \text{ mol}$ 1 p.
3. melnais: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
 sarkanais: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 zelta: $2 \text{H}_2\text{S} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{SO}_2 \uparrow$ 3 p.
4. melnais pūķis: satur $0,25 \times 340 = 85 \text{ mol H}_2$, vajag $42,5 \text{ mol O}_2 \Rightarrow$ pietiek
 sarkanais pūķis: satur $0,30 \times 340 = 102 \text{ mol metāna}$. Lai tas sadegtu nepieciešams 204 mol skābekļa , pietrūkst: $204 - 51 = 153 \text{ mol O}_2$
 zelta pūķis: satur $0,2 \times 340 = 68 \text{ mol H}_2\text{S}$, vajag $1,5 \times 68 = 102 \text{ mol skābekļa}$, tātad pietrūkst $102 - 51 = 51 \text{ mol O}_2$ 3 p.
5. melnais: 85 mol H_2 sadeg: $85 \times 240 = 20400 \text{ kJ} = 20,4 \cdot 10^6 \text{ J}$
 sarkanais: 102 mol CH_4 sadeg: $102 \times 800 = 81,6 \cdot 10^6 \text{ J}$
 zelta: $68 \text{ mol H}_2\text{S}$ sadeg: $68 \times 520 = 35,4 \cdot 10^6 \text{ J}$ 2 p.
6. Zelta pūķa, jo tas izelpo lielus daudzumus sērūdeņraža, kas ir tikpat toksiska viela, kā zilskābe. 1 p.

22.	Klase: 12	15 p.
------------	------------------	--------------



$$n_{\text{C}} = \frac{V}{V_0} = \frac{0,896}{22,4} = 0,04 \text{ mol}$$

$$m_{\text{C}} = n \cdot M_r = 0,04 \cdot 12 = 0,48 \text{ g}$$

$$n_{\text{H}} = \frac{2m}{M_r} = \frac{2 \cdot 0,54}{18} = 0,06 \text{ mol}$$

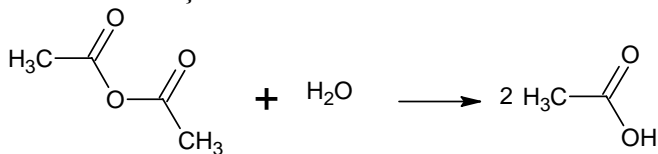
$$m_{\text{H}} = n \cdot M_r = 0,06 \cdot 1 = 0,06 \text{ g}$$

$$m_{\text{O}} = 1,02 - m_{\text{H}} - m_{\text{C}} = 1,02 - 0,48 - 0,06 = 0,48 \text{ g}$$

$$n_{\text{O}} = \frac{m}{M_r} = \frac{0,48}{16} = 0,03 \text{ mol}$$

X elementārformula ir $\text{C}_{0,04}\text{H}_{0,06}\text{O}_{0,03}$, jeb $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$ 4 p.

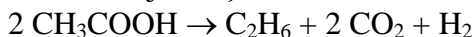
Tas atbilst etiķskābes anhidrīdam. 2 p.



1 p.

Un vielai Y atbilst etānskābe (etiķskābe) 1 p.

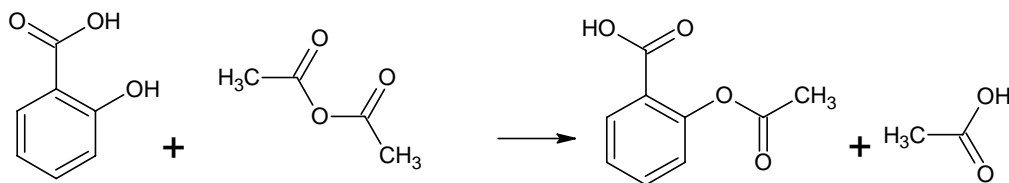
Elektrolizējot etiķskābi uz elektrodiem notiek šādas ķīmiskās reakcijas:



2 p.

Tā kā Z_1 un Z_2 molmasas attiecās kā $15:22 \Rightarrow Z_1$ ir etāns, un $Z_2 - \text{CO}_2$. 1 p.

Reakcijas vienādojums salicilskābes (2-hidroksibezoskābes) reakcijai ar etiķskābes anhidrīdu:



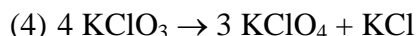
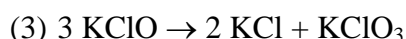
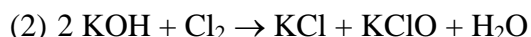
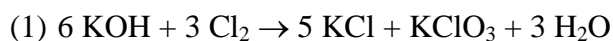
2 p.

un tātad viela Z ir 2-(acetiloksi)-benzoscābe jeb acetilsalicilskābe jeb arī aspirīns un to lieto medicīnā.

2 p.

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

vielas, reakcijas: **A:** KCl; **B:** KClO₃; **C:** KClO; **D:** KClO₄ 4 p.

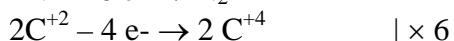
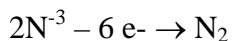
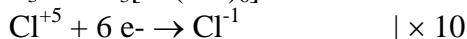
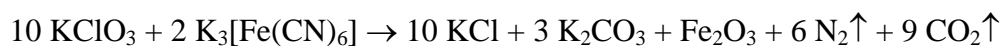


4 p.

sāls B vēsturiskais nosaukums: Bertolē sāls

1 p.

pirotehniskais maisījums:



2 p.



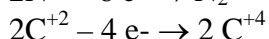
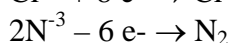
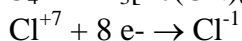
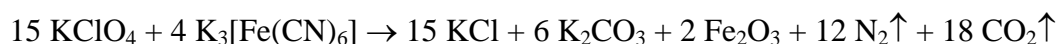
No reakcijas vienādojuma redzams, ka...

$$n(\text{KClO}_3) : n(\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = 10 : 2 = 5 : 1$$

$$m = n \cdot M \text{ un tātad } m(\text{KClO}_3) : m(\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = 5 \cdot 122,5 : 329 = 612,5 : 329 \approx 1,9 : 1$$

2 p.

mūsdienīgs pirotehniskais maisījums:



2 p.



un tā sastāvs:

$$n(\text{KClO}_4) : n(\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = 15 : 4$$

$$m(\text{KClO}_4) : m(\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = 2078 : 1316 \approx 1,6 : 1$$

2 p.

kāpēc nelieto Bertolē sāli: Bertolē sāls ir ļoti nestabils, var eksplodēt triecienu vai berzes rezultātā

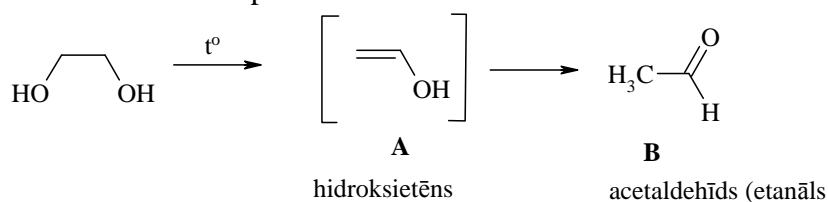
0,5 p.

kur lieto: pirotehnikā arī tagad dažreiz lieto (paštaisītos spridzekļos), sērskābes ražošanā, karsējot Bertolē sāli kopā ar katalizatoru iegūst KCl un skābekli, t.i. Bertolē sāli lieto skābekļa iegūšanai laboratorijā.

1,5 p.

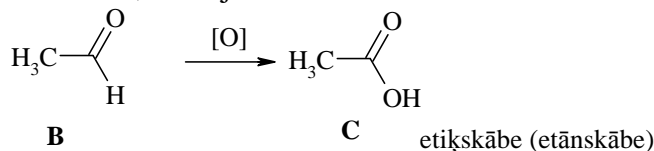
24.	Klase: 12	10 p.
------------	------------------	--------------

Etāndiols pirolīzē norisinās šādas pārvērtības:



2 p.

Ja savienojumu B oksidē, veidojas:

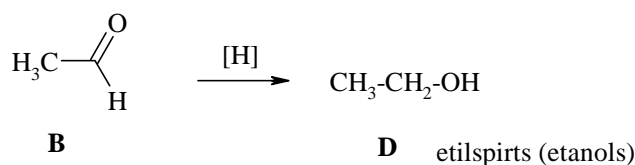


1 p.

Kā oksidētājus var izmantot, piem., amonjakālu sudraba(I) nitrāta šķīdumu, kālija dihromāta šķīdumu sērskābē u.tml.

Ja veic reducēšanu:

1 p.

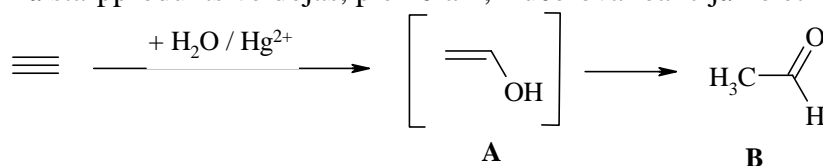


1 p.

Kā reducētājus var izmantot, piem., ūdeņradi uz pallādija vai niķeļa katalizatoriem, kompleksos metālu hidrīdus – nātrija borhidrīdu vai litija alumīnija hidrīdu.

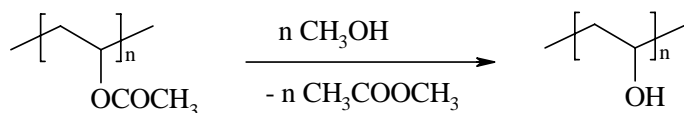
1 p.

Savienojums A kā starpprodukts veidojas, piemēram, Kučerova reakcijā no etīna (acetilēna):



2 p.

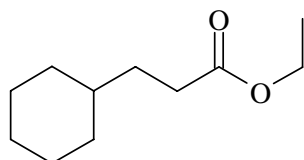
Rūpniecībā polivinilhlorīdu iegūst no PVA (polivinilacetāta) metanolīzes vai hidrolīzes procesā:



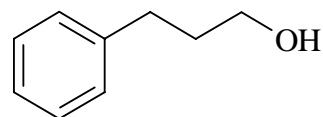
2 p.

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

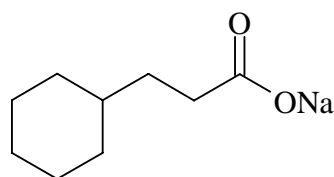
A



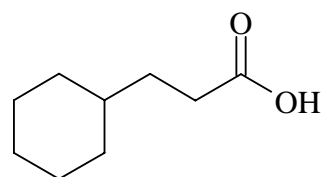
B



C



D

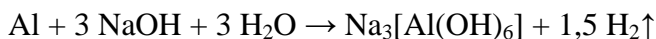


6 p.

Šīs skābes triviālais nosaukums ir **kanēļskābe**.

1 p.

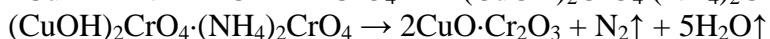
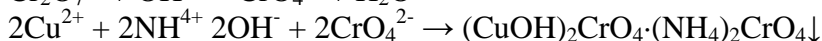
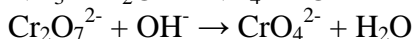
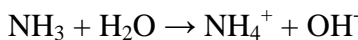
Reneja niķeļa iegūšana:



1 p.

Šī procesa lielāka daļa no Al tiek izskalota, šī procesa rezultātā Al-Ni sakausējumā paliek pārsvarā tikai porains Ni ar ļoti lielu virsmu.

1 p.



2 p.

Sēram ir liela tieksme koordinēt pārejas metālus (Pt, Pd, Ni u.c.), veidojot ar tiem stipras saites (veidojas metālu sulfīdi), tādējādi izmainot ārējo elektronu slāņa uzbūvi un katalizators vairs nespēj katalizēt reakcijas. Sēra savienojumi darbojas kā katalizatoru indes.

1 p.

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

Vielas:

A – propān-2-ons, acetons

B – 1-hlor-2-metilpropāns

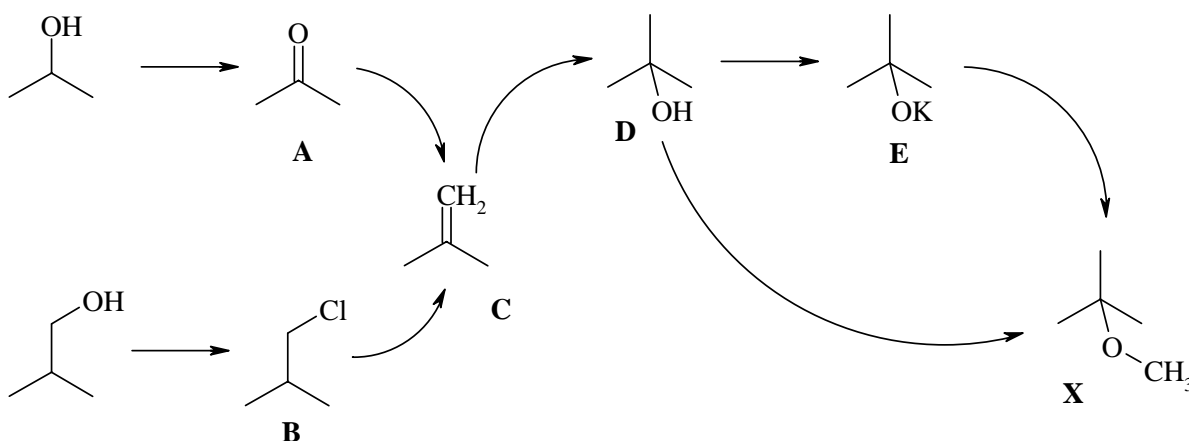
C – 2-metilpropēns

D – 2-metilpropān-2-ols

E – kālija terc-butoksīds

X – terc-butil-metilēteris

6 p.

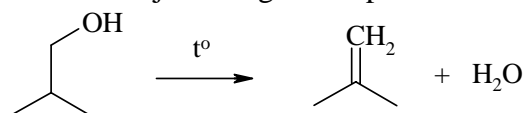


6 p.

Savienojums F, kas veidojās Aritai veicot sintēzi kā blakusprodukts bija **dimetilēteris (CH₃-O-CH₃)**. (¹H-KMR spektrā šim savienojumam ir tikai viens signāls, jo visi savienojuma molekulā esošie ūdeņraža atomi atrodas identiskās pozīcijās).

2 p.

Arita savienojumu C vienā reakcijā varēja iegūt veicot 2-metilpropān-1-ola eliminēšanas (atšķelšanas) reakciju karsējot šo savienojumu augstā temperatūrā skābes šķīdumā:



1 p.

Labākā reakcijas shēma ir tā, ko izvēlējās realizēt Māris, jo jau pašā sākumā realizētā Vitiga reakcija dod labākus iznākumus, kā arī shēmas beigu posmā tiek izslēgta daudzu savienojumu veidošanās.

1 p.

27.	Klase: 12	11 p.
-----	-----------	-------

Ar MnO₂ retinola -CH₂OH grupas oksidējas līdz aldehīdgrupām. Ar opsīnu saistās tikai (2E, 4Z, 6E, 8E)-izomērs, līdz ar to X un Y ir:

LATVIJAS VALSTS ĶĪMIJAS 47. OLIMPIĀDE
9. KLASE

Praktiskie darbi

1. uzdevums.

No izsniegtajiem niķeļa(II) hlorīda un nātrija hidroģēnkarbonāta šķīdumiem, kuru koncentrācija ir 0,5 mol/l, iegūt 0,01 molu niķeļa(II) karbonāta. Aprēķināt praktisko iznākumu. Izvērtēt iegūto rezultātu.

Maza palīdzība sekmīgai darba veikšanai.

ATGĀDINĀM! Molārā koncentrācija norāda savienojuma daudzumu molos, kas izšķīdināts vienā litrā šķīduma.

Ķīmiskās reakcijas vienādojums:



Aprēķinātos šķīdumu tilpumus mēra ar mērcilindru. Niķeļa(II) hlorīda šķīdumu ielej lielākajā vārglāzē, bet nātrija hidroģēnkarbonātu – mazākajā. Abas vārglāzes novieto uz siltas elektriskās plītiņas un šķīdumus nedaudz uzsilda. Siltos šķīdumus salej kopā, **lēnām, pakāpeniski** lejot nātrija hidroģēnkarbonātu klāt niķeļa(II) hlorīda šķīdumam.

Lai nogulšņu žāvēšana neieilgtu, tās vairākkārtīgi rūpīgi starp sausām filtrpapīra lapiņām nospiež, nesabojājot to filtrpapīru, uz kura atrodas iegūtās nogulsnes.

Iegūto savienojumu ar visu filtrpapīru ievieto Petri trauciņā un liek žāvēt žāvēšanas skapī.

Atcerieties, ka filtrpapīrs **pirms** filtrēšanas jānosver!

Darba protokols

Nepieciešamā izejvielu daudzuma **aprēķins** pēc reakcijas vienādojuma

Nepieciešamā niķeļa(II) hlorīda tilpuma **aprēķins**

Nepieciešamā nātrija hidroģēnkarbonāta tilpuma **aprēķins**

Novērojumi

Iegūtā savienojuma raksturojums

Iegūtā savienojuma masa

Iznākums procentos no teorētiski iespējamā

Rezultāta un darba vērtējums. Secinājumi

Pierādīšanai lietoto ķīmisko reakciju vienādojumi

Rezultāti

Mēģenē Nr.....ir....., jo.....

Mēģenē Nr.....ir....., jo.....

Mēģenē Nr.....ir....., jo.....

Mēģenē Nr.....ir....., jo.....

Mēģenē Nr.....ir....., jo.....

Mēģenē Nr.....ir.....,jo.....

UZMANĪBU! Maksimālo vērtējumu par rezultātiem Jūs iegūsi, ja pareizi būsi noteikuši četrus savienojumus. Par vairāk noteiktiem savienojumiem saņemsi papildus punktus.

Secinājumi

10. klase

EKSPERIMENTĀLIE UZDEVUMI

1.uzdevums

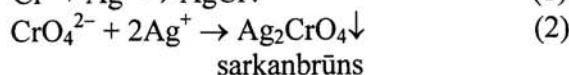
Deviņās numurētās mēģenēs (Nr.1...Nr.9) atrodas šķīdumi, kuri satur sudraba nitrātu, svina nitrātu, alumīnija nitrātu, magnija nitrātu, nātrija nitrātu, amonija nitrātu, nātrija sulfātu, kālija jodīdu un nātrija hidroksīdu. Katrs šķīdums satur tikai vienu no šīm vielām. Izmantojot tikai šo vielu šķīdumus un universālindikatora papīru, nosakiet kādas vielas šķīdums atrodas katrā mēģenē.

Uzrakstiet vielu identificēšanas gaitā norisošo reakciju vienādojumus.

2.uzdevums

Numurētā 100 ml mērkolbiņā atrodas Valmieras galda minerālūdens paraugs. Dotā parauga tilpums norādīts etiķetē, kas uzlīmēta uz mērkolbiņas. Lietojot Jūsu rīcībā nodotos reaģentus, trauku komplektu un darba gaitas aprakstu, atrodiet hlorīdjonu saturu dotajā paraugā mg un Valmieras galda minerālūdenī mg/l.

Noteikšanas princips. Hlorīdjonus izgulsnē, titrējot ar noteiktas koncentrācijas sudraba nitrāta šķīdumu (1. vienādojums) kālija hromāta kā indikatora (2. vienādojums) klātienē.



Darba gaita. Mērkolbiņā doto analizējamā šķīduma paraugu ar destilētu ūdeni atšķaidiet līdz atzīmei. Ar aizbāzni noslēgtajā mērkolbiņā esošo šķīdumu rūpīgi samaisiet, 10 reizes apvēršot kolbiņu ar kakliņu uz leju.

Biretē ielejiet titrantu – AgNO₃ šķīdumu (0,02 mol/l).

20 ml analizējamā šķīduma ar pipeti ielejiet 250 ml koniskā kolbā, kurā ar pipeti pievienojiet 2 ml indikatora 5% K₂CrO₄ šķīduma.

Kolbā esošo šķīdumu maisot titrējiet ar 0,02 molāru sudraba nitrāta šķīdumu. Titrēšanas beigu punkta noteikšanai kā indikators ir pievienotais kālija hromāta šķīdums, kas ar niecīgu sudraba jonu pārākumu veido sarkanbrūnas sudraba hromāta nogulsnes. Titrēšanu pārtrauciet, tiklīdz saskatāma sarkanbrūna nogulšņu krāsa. Titrēšanu atkārtojiet 2 vai 3 reizes. Protokolā atzīmējiet izlietotā titranta tilpumu

Aprēķiniet Cl⁻ saturu analīzei dotajā paraugā mg un Valmieras galda minerālūdenī mg/l.

Cl⁻ molmasa ir 35,453 g/mol.

Piezīme. Pēc titrēšanas sudraba hlorīdu saturošos šķīdumus ielejiet sudraba sāļu atlieku traukā.

Eksperimentālie uzdevumi

1.uzdevums. Astoņās mēģenēs (Nr.1... Nr.8) atrodas katrā pa vienam šādu vielu 0,2 molāram šķīdumam: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, BaCl_2 , KI , MnSO_4 , NaOH , HCl , HNO_3 , H_2SO_4 . Izmantojot par reaģentiem tikai šos šķīdumus, nosakiet, kuras vielas šķīdums atrodas katrā no šīm mēģenēm.

Savukārt, 9., 10. un 11. mēģenē atrodas pa vienam individuālam magnija vai alumīnija sāls šķīdumam, kuros anjona lomā var būt vai nu hlorīda, nitrāta vai sulfāta joni. Par reaģentiem lietojot 1....8. mēģeņu šķīdumus, nosakiet, kuras vielas šķīdums atrodas 9., 10. un 11. mēģenē.

Uzrakstiet vienādojumus reakcijām, ar kurām esat identificējis katru no dotajām vielām.

2.uzdevums. Numurētā mērkolbiņā, kuras nominālā ietilpība ir 100,00 ml, dots stipras skābes (HCl , HNO_3 vai H_2SO_4) šķīdums.

Ar piemērotu 1....8. mēģenes šķīdumu (sk. 1.uzdevumu) noskaidrojiet, kura no norādītajām stiprām skābēm ir dota. Trīs reizes pa 10,00 ml šīs skābes šķīduma titrējiet no biretes ar zināmas koncentrācijas (tā norādīta uz trauka etiķetes) NaOH šķīdumu (indikators – metiloranžs). Uzrakstiet titrēšanas gaitā norisošās reakcijas vienādojumu, aprēķiniet mērkolbiņā iedotās skābes molāro koncentrāciju un izšķīdinātās vielas masu (g).

$$\begin{aligned}M(\text{HCl}) &= 36,46 \text{ g/mol} & M(\text{HNO}_3) &= 63,01 \text{ g/mol} \\M(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 98,07 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

1.uzdevums (15 punkti) ANALĪTISKĀ ĶĪMIJA**Dzelzs (II) masas daļas (%) noteikšana dotajā farmaceutiskajā preparātā SPARTOCINE****TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS**

Dzelzs dzīvajos organismos ir viens no svarīgākajiem mikroelementiem. Augos dzelzs joni veicina hlorofila veidošanos, savukārt cilvēka organismā dzelzs ietilpst hemoglobīna un mioglobīna sastāvā.

Ikdienā cilvēka organisms dzelzi uzņem ar pārtiku, visvairāk to satur liesa gaļa, maize, milti, dārzeņi, olas un ar dzelzi bagātināti graudu produkti. Dzelzs trūkums cilvēka organismā var izraisīt nogurumu, redzes traucējumus, kā arī anēmiju. Dienas deva vīriešiem ir 8,5 mg dzelzs, bet sievietēm – 14,8 mg, taču anēmijas gadījumā dienā nepieciešams uzņemt pat 100-200 mg dzelzs. Tomēr ar uzturu ne vienmēr iespējams nodrošināt ikdienai nepieciešamo dzelzs daudzumu, tādēļ tā deficīta gadījumos ieteicams lietot dzelzi saturošus farmaceutiskos preparātus. Dzelzs uzsūkšanos cilvēka organismā veicina arī C vitamīns.

Dzelzs satura kvantitatīvai noteikšanai ērti izmantot fotometriskās metodes, kas balstās uz gaismas absorbciju vielās. Nosakāmais komponents (Fe) tiek pārvērsts krāsainā, gaismu absorbējošā savienojumā. Ar fotometru veic absorbcijas mērījumus pie viļņu garuma $\lambda=490$ nm.

Tā kā analizējamais farmaceutiskais preparāts satur Fe (II) savienojumu, tad tā kvantitatīvu noteikšanu iespējams veikt ar 1,10-fenantrolīnu. Dzelzs(II) joni ar 1,10-fenantrolīnu veido ūdenī šķīstošu oranžas krāsas komplekso savienojumu – feroīnu, kas ir stabils pH diapazonā no 2,5 līdz 9,0.

DARBA GAITA

250 mL mērkolbā kvantitatīvi pārnes un šķīdina destilētā ūdenī sverglāzītē Nr..... doto farmaceutisko preparātu SPARTOCINE, kura masa ir g. Pēc parauga pilnīgas izšķīdināšanas mērkolbu uzpilda ar destilētu ūdeni līdz atzīmei un rūpīgi samaisa. *Šķīdums nav stabils ilgstoši glabājot (vairāk par stundu)!*

Krāsainā savienojuma iegūšanai 50 ml mērkolbā ar pipeti iemēra 1 ml no iepriekš pagatavotā analizējamā šķīduma, ar skalotni pievieno apmēram 5 ml destilētā ūdens un tad pievieno 1 ml 1,10-fenantrolīna šķīduma. Mērkolbu uzpilda ar destilētu ūdeni līdz atzīmei un rūpīgi samaisa.

Iegūtajam krāsainajam šķīdumam ar fotometru KFK-2 3 cm kivetē veic absorbcijas mērījumus pie $\lambda=490$ nm. Savukārt otrajā 3 cm kivetē ielej doto salīdzināšanas šķīdumu, kurš nesatur dzelzs (II) jonus. Absorbcijas mērījumus atkārto 3 reizes un ieraksta rezultātus:

$$A_1 = \dots\dots\dots$$

$$A_2 = \dots\dots\dots$$

$$A_3 = \dots\dots\dots$$

$$A_{\text{vid.}} = \dots\dots\dots$$

Dalībnieka šifrs.....

Analizējamā šķīduma koncentrācijas atrašanai izmanto kalibrēšanas taisni. Tā ir krāsaino šķīdumu sērija, kuras iegūšanai ņemti dažādi tilpumi Fe (II) jonu šķīduma ar zināmu koncentrāciju.

Kalibrēšanas taisnes iegūšanai izmantots Fe(II) jonus saturošs standartšķīdums ar masas koncentrāciju $\gamma_{\text{Fe}} = 0,05$ mg/ml. Krāsainā savienojuma iegūšanai 50 ml mērkolbās tika ielieti 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,4 un 1,6 ml minētā Fe(II) standartšķīduma (1.tab.), pievienots 1,10-fenantrolīna šķīdums un atšķaidīti līdz atzīmei ar destilētu ūdeni. Sagatavotajai šķīdumu sērijai tika veikti absorbcijas mērījumi 3 cm kivetē un iegūtie rezultāti doti 1.tabulā.

Izrēķināt Fe(II) masas koncentrāciju (mg/l) katram standartšķīdumu sērijas šķīdumam pēc iepriekš aprakstītās darba gaitas un ierakstīt 1.tabulas pēdējā kolonā! (2 punkti)

1.tabula

Absorbcijas mērījumi kalibrēšanas taisnes iegūšanai ar Fe(II) standartšķīdumu
(absorbcijas vērtības iegūtas ar fotometru Nr.4)

N.p.k.	Fe(II)šķīduma tilpums, ml	Absorbcija, A	Fe(II) masas koncentrācija, γ , mg/l
1.	0,3	0,180	
2.	0,5	0,302	
3.	0,8	0,496	
4.	1,0	0,600	
5.	1,4	0,850	
6.	1,6	0,980	

Pēc 1.tabulas rezultātiem uz milimetru papīra **uzzīmēt ar standartšķīdumiem iegūto kalibrēšanas taisni $A=f(\gamma_{\text{Fe}})$** (2 punkti)

Dalībnieka šifrs.....

1.att. Kalibrēšanas grafiks Fe (II) fotometriskai noteikšanai ar 1,10-fenantrolīnu.

Izmantojot 1.attēlā iegūto taisni un izmērītās absorbcijas vērtības farmaceutiskā preparāta krāsainajam šķīdumam, no taisnes nolasa Fe(II) koncentrāciju:

$$\gamma_{\text{Fe}} = \dots\dots\dots \text{mg/l} \quad (1 \text{ punkts})$$

Izskaitļot Fe(II) jonu masu (mg) 250 ml mērkolbā izšķīdinātajā farmaceutiskajā preparātā :

Rezultāts: dzelzs masa ir $m = \dots\dots\dots$ mg (5 punkti)

Izskaitļot Fe(II) masas daļu (%) dotajā farmaceutiskajā preparātā SPARTOCINE

Rezultāts: $W_{\%,\text{Fe}} = \dots\dots\dots$ % (5 punkti)

Fotometrs Nr. 2

N.p.k.	Fe(II)šķīduma tilpums, ml	Absorbciija, A	Fe(II) masas koncentrācija, γ , mg/l
1.	0,3	0,190	
2.	0,5	0,310	
3.	0,8	0,495	
4.	1,0	0,610	
5.	1,4	0,850	
6.	1,6	0,970	

Fotometrs Nr1

N.p.k.	Fe(II)šķīduma tilpums, ml	Absorbciija, A	Fe(II) masas koncentrācija, γ , mg/l
1.	0,3	0,189	
2.	0,5	0,311	
3.	0,8	0,499	
4.	1,0	0,610	
5.	1,4	0,850	
6.	1,6	0,980	

Fotometrs Nr.3

N.p.k.	Fe(II)šķīduma tilpums, ml	Absorbciija, A	Fe(II) masas koncentrācija, γ , mg/l
1.	0,3	0,182	
2.	0,5	0,309	
3.	0,8	0,499	
4.	1,0	0,615	
5.	1,4	0,850	
6.	1,6	0,970	

Fotometrs Nr.4

N.p.k.	Fe(II)šķīduma tilpums, ml	Absorbciija, A	Fe(II) masas koncentrācija, γ , mg/l
1.	0,3	0,180	
2.	0,5	0,302	
3.	0,8	0,496	
4.	1,0	0,600	
5.	1,4	0,850	
6.	1,6	0,980	

Norādījumi olimpiādes dalībniekiem!

1. Sagatavotā analizējamā šķīduma absorbcijas mērījumus veic obligāti ar to fotometru (**skat. norādīto numuru apraksta 1.tabulā**), ar kuru mērīts kalibrēšanas grafiks.
2. **Brīdinājums!** Ņemot kivetes rokās, ar pirkstiem nedrīkst skart tās virsmas, caur kurām ies gaismas plūsma (neskart skaldnes ar cipariem un svītriņu)
3. Salīdzināšanas šķīdums (bezkrāsains) ir ieliets kivetē, pēc mērījumu veikšanas **neizliet** no kivetes.
4. Kiveti, kurā lej analizējamo šķīdumu, vispirms **izskalo** ar mērāmā šķīduma nelielu tilpumu.
5. Analizējamo šķīdumu kivetē ielej līdz atzīmei (svītriņai) uz kivetes sānsienas.
6. Kivetei no ārpuses jābūt sausai (uzmanīgi noslauka ar lupatiņu).
7. Pirms mērījumu veikšanas **iepazīstas ar** aparātam klāt pielikto **instrukciju** darbam ar aparātu. *Neskaidrību gadījumā – jautāt!*
8. Pēc mērījumu veikšanas izlej no kivetes porcelāna vārglāzē mērāmo šķīdumu un kiveti rūpīgi **izskalo ar destilētu ūdeni, noslauka ar lupatiņu no ārpuses.**

Latvijas Valsts
47. skolēnu ķīmijas olimpiāde
Praktiskais darbs
12. klase

2. uzdevums

Piecās sanumurētās mēģenēs atrodas šādu vielu ūdens šķīdumi: glicerīna, olbaltumvielu, glikozes, saharozes un cietes šķīdumi. Lietojot reaģentus: vara(II) hidroksīda* šķīdumu un 5% sālsskābes šķīdumu, nosakiet, kurā mēģenē atrodas katra no minētajām vielām. Pamatojiet savus secinājumus!

* - vara(II) hidroksīda šķīdums iegūts, 4% CuSO_4 šķīdumam pievienojot 32% NaOH šķīdumu attiecībā 1:5. Kodīgs! Uzmanīgi!