

Latvijas 49. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

2008. gada 17. martā

Teorētiskie uzdevumi.



Cienījamais olimpieti!

Latvijas 49. Nacionālās ķīmijas olimpiādes Žūrijas komiteja apsveic Tevi ar uzvaru rajona olimpiādē un vēl vislabākās sekmes 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 keris pie uzdevumu risināšanas!**

1. Visi olimpiādes dalībnieki saņem vienotu uzdevumu komplektu, kurā ir **23** uzdevumi.
2. Aiz uzdevuma numura rāmītī norādīts, kuru klašu skolēniem ir paredzēts attiecīgais uzdevums.
3. Jaunāko klašu dalībnieki var papildus risināt vecākajām klasēm paredzētos uzdevumus. Turpretī vecāko klašu dalībnieki nevar risināt jaunāko klašu uzdevumus – tie netiks vērtēti.

Piemērs.

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

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

4. Aiz klašu norādes katram uzdevumam dots maksimālais punktu skaits. (šajā gadījumā 11 punkti)
5. 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.
6. **Pēc uzdevuma atrisināšanas (pilnīgas vai daļējas) apvilkt ar aplīti attiecīgā uzdevuma numuru dalībnieka kartītē. To uzdevumu numurus, kurus neesi risinājis, dalībnieka kartītē pārsvīturo.** Tas atvieglos vērtētāju darbu un novērsīs iespējamus pārpratumus.

Lai veicas!

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

Kādā teiksmainā zemē dzīvoja rūķītis. Tā kā viņš bija ļoti, ļoti maziņš, viņu sauca par Nanorūķīti.

Nanorūķītim patika kārtot atomus un molekulas. Tā kādu rītu viņš paņēma lielu, lielu kuba formas trauku un sāka tajā likt ūdens molekulas. Vispirms rūķītis novietoja molekulas rindā gar vienu kuba šķautni, un izrādījās, ka bija vieta 84446888 molekulām. Tad viņš turpināja darbu, kamēr viss kuba tilpums bija aizpildīts ar ūdens molekulām.

Diemžēl ar rēķināšanu Nanorūķītim gāja vāji. Palīdzi viņam, atbildot uz šādiem jautājumiem:

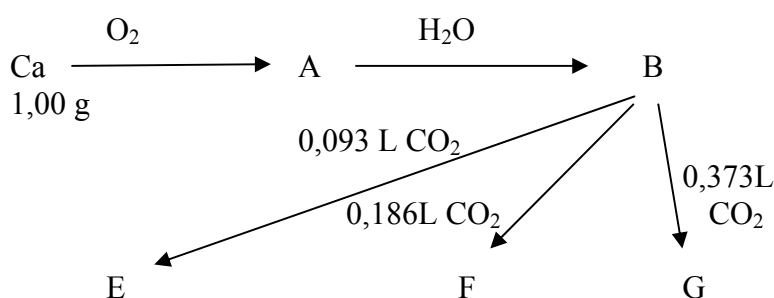
- 1) Cik liela ūdens masa bija traukā pēc darba beigām?
- 2) Cik liels ūdens daudzums bija traukā pēc darba beigām?
- 3) Kas ir vielas daudzuma mērvienība? Uzrakstiet tās definīciju starptautiskajā mērvienību sistēmā SI.
- 4) Traukā esošo ūdeni ar elektrisko strāvu sadalīja elementos, kas normālos apstākļos ir gāzes. Uzrakstiet sadalīšanās reakcijas vienādojumu!
- 5) Cik liels gāzu maisījuma tilpums izveidojās?
- 6) Ko novērosiet, ja rūķītis šo gāzu maisījumu aizdedzinās ar savu pīpi? Uzrakstiet notiekošās reakcijas vienādojumu un izskaidrojiet novērotās parādības!
- 7) Vai zināt, kā šo reakciju var izmantot tehnikā? Miniet piemērus!

2.	Klase: 9.	7 p.
----	-----------	------

Elements X veido trīs bināros savienojumus ar ūdeņradi A, B un C, kuros elementa X masas daļa ir attiecīgi 82,35%, 87,50% un 97,67%.

- 1) Nosakiet nezināmo elementu!
- 2) Nosauciet vielas A, B un C!
- 3) Uzzīmējiet savienojuma A, B vai C (pēc jūsu izvēles) telpisko uzbūvi.

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



1,00 g metāliska kalcija sadedzināja gaisā, iegūtajai vielai A pievienoja pietiekami lielu ūdens daudzumu, lai reakcijā iegūtā viela B pilnīgi izšķīstu. Iegūto šķīdumu sadalīja **trīs vienādās daļās** un ievadīja katrā traukā oglekļa (IV) oksīda plūsmu. Katrā traukā ievadītās gāzes tilpums norādīts shēmā.

- 1) Uzrakstiet radušos vielu E, F un G formulas, nosauciet tās. Pie kādas vielu klases pieder katra no šīm vielām?
- 2) Uzrakstiet reakcijas, kas parāda, kā vielas E, F un G var pārvērsties viena otrā.
- 3) Kuras no jūsu uzrakstītajām reakcijām sastopamas dabā un kādus ģeoloģiskos procesus tās izraisa?

4.	Klase: 9.	8 p.
----	-----------	------

Vispirms 200 gramos ūdens uzmanīgi pa maziem gabaliņiem iemeta 1,00 g nātrija. Gaisa plūsmā sadedzināja 1,00 g fosfora un degšanas produktus izšķīdināja ūdenī un pievienoja šķīdumam, kurā bija izreaģējis nātrijs. Tad šķīdumu ietvaicēja līdz sausam atlikumam un sildot izžāvēja, kamēr viss saistītais ūdens izdalījās tvaiku veidā.

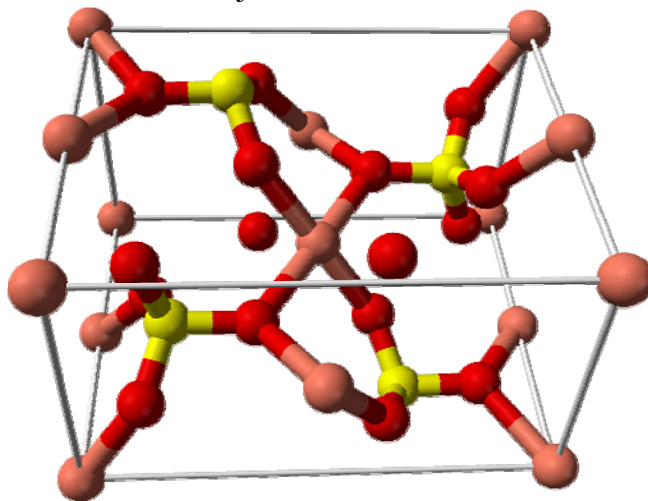
- 1) Nosakiet, kādas vielas ir iegūtajā produktā un aprēķiniet tā sastāvu masas daļās (%).

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

Vielu slikto šķīdību ūdenī var izskaidrot ar to kristāliskās struktūras lielo stabilitāti, tādēļ ķīmijā ir svarīga nozīme vielu kristāliskās struktūras pētījumiem.

- 1) Īsi paskaidrojiet, kas ir kristāliskas un kas ir amorfas vielas? Miniet divus piemērus katra veida vielām!

Attēlā redzams palielināts kādas neorganiskas kristāliskas vielas struktūras fragments, kur atomi ir atzīmēti ar lodītēm (**krāsainu attēlu var palūgt klātesošajam žūrijas komisijas pārstāvim**) un ķīmiskās saites parādītas ar stienīšiem. Attēlotajā kristāliskās struktūras fragmentā ietilpst vesels skaits savienojuma formulvienību.



- 2) Cik neorganiskā savienojuma formulvienības ietilpst attēlā parādītajā fragmentā?
- 3) Miniet piecas neorganiskās vielas, kuras atbilstu attēlā redzamajai struktūrai, ja zināms, ka virsotnēs parādītie metāla atomi šajā kristāla fragmentā kopā ir pavisam četri, jo ne viss atoms atrodas fragmenta iekšienē!
- 4) Uzrakstiet piecus atšķirīgu ķīmisko reakciju vienādojumus vienas iepriekš minētās vielas iegūšanai!

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

Dabā visai daudzi savienojumi eksistē kristālhidrātu veidā. Viens no šādiem savienojumiem ir nātrija karbonāts, kas var saturēt līdz desmit ūdens molekulām, taču to skaits var būt mainīgs.

- 1) *Kas ir kristālhidrāti? Kādus vēl kristālhidrātus bez nātrija karbonāta dekahidrāta (deka = desmit) Jūs zināt (uzrakstiet to formulas un nosaukumus)?*

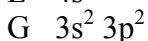
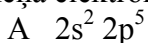
Mazais Jānītis skolas laboratorijā atrada aiz plaukta aizkritušu, noputējušu paku ar uzrakstu „bezūdens Na₂CO₃”. Taču viņš labi atcerējās ķīmijas skolotājas vārdus: „Nātrija karbonāts piesaista ūdeni un ar laiku kļūst par kristālhidrātu!”

Tā nu Jānītis nolēma pārbaudīt, cik ūdens molekulas ir piesaistījis nātrija karbonāts. Viņš paņēma svaigus, tikko nopirktus bezūdens nātrija karbonātu, nātrija karbonāta dekahidrātu, kā arī atrasto nātrija karbonātu. No katras paciņas viņš paņēma 5,00 g vielas, to iebēra katru savā 100 mL tilpuma mērkolbā un uzpildīja tās ar ūdeni līdz atzīmei. Visās mērkolbās viela izšķīda. Jānītis ar areometru izmērīja, ka šķīduma, kurā bija iebērts bezūdens nātrija karbonāts, blīvums ir 1,0480 g/mL, tā šķīduma blīvums, kurā bija iebērts nātrija karbonāta dekahidrāts blīvums bija 1,0170 g/mL, bet tā, kurā atrastais nātrija karbonāts – 1,0215 g/mL.

- 2) *Aprēķiniet nātrija karbonāta masas daļu šķīdumos, kuri tika pagatavoti no svaigajiem reaģentiem.*
- 3) *Atrodiet nezināmo ūdens molekulu skaitu Na₂CO₃·xH₂O paraugā, ja zināms, ka nātrija karbonāta masas daļas šķīdumā vērtība ir lineāri saistīta ar šķīduma blīvuma vērtību, t.i., šo sakarību apraksta pirmās kārtas algebrisks vienādojums, ko grafiski var attēlot kā taisni. Šī uzdevuma risināšanai varat izmantot gan grafisko, gan algebrisko risināšanas metodi.*

7.	Klase: 10.	8 p.
----	------------	------

Elementus A, E un G pamatstāvoklī apraksta ar sekojošām to ārējā enerģētiskā līmeņa elektronu konfigurācijām:



Visi trīs elementi veido ķīmisku savienojumu X, kura sastāvā (masas %) ir 51,75% elementa A, 35,50% elementa E un 12,75% elementa G.

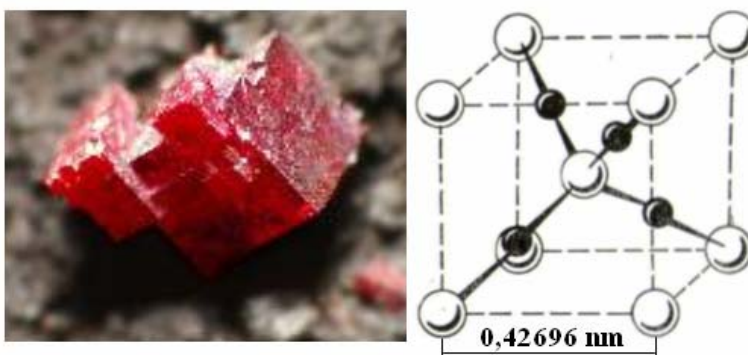
- 1) *Kas ir elementi A, E un G?*
- 2) *Aprēķiniet savienojuma X molekulformulu un nosauciet šo savienojumu.*
- 3) *Uzzīmējiet savienojuma X struktūrformulu, parādot ķīmiskās saites starp elementu A, E un G atomiem un norādiet šo saišu tipu!*
- 4) *Pie kādas ķīmisko savienojumu klases pieder X?*
- 5) *Uzrakstiet elementa E veidotās daļiņas savienojumā X pilno elektronu konfigurāciju un pamatojiet atbildi.*

8.	Klase: 10.	12 p.
----	------------	-------

300°C temperatūrā karsēja 10,0 gramus savienojuma **A**, ko izmanto matu krāsu ražošanā un pirotehnikā. Savienojums mainīja krāsu un kļuva balts (viela **B**). Iegūto balto vielu izšķīdināja 100 mL sērskābes šķīdumā. Ieguva zilas krāsas šķīdumu.

Iegūtajam šķīdumam pievienoja nātrija hidroksīda šķīdumu līdz nogulšņu (viela **C**) masa sasniedza maksimumu. Tam bija nepieciešami 100 mL 1,0 mol/L nātrija hidroksīda šķīduma.

Iegūtās nogulsnes nofiltrēja un izkarsēja. Ieguva melnu vielu **D**, ko izmanto abrazīvajās pastās optisko instrumentu pulēšanai. Šo vielu **īslaicīgi** karsējot udeņraža plūsmā, veidojas sarkanbrūns binārs savienojums **E** (blīvums 6,00 g/cm³), kurš veido kubiskus kristālus ar atomu izvietojumu kā parādīts attēlā. Iegūtā savienojuma **E** masa bija 2,88 grammi.



- 1) Kas ir savienojumi **A-E**, uzrakstiet to formulas un nosaukumus! Atbildes pamatojiet ar aprēķiniem!
- 2) Uzrakstiet visu notikušo reakciju vienādojumus!
- 3) Aprēķiniet izmantotā sērskābes šķīduma molāro koncentrāciju! Vai bija nepieciešams šķīdināšanai lietot sērskābes šķīdumu, kādēļ?
- 4) Kādiem nolūkiem savienojumu **A** izmanto matu krāsu ražošanā un pirotehnikā?
- 5) Pēc kristāla struktūras datiem, aprēķiniet savienojuma **E** molmasu!

9.	Klase: 10.	12 p.
----	------------	-------

NaOH stāvot ar laiku no gaisa absorbē divas gāzveida vielas, pārvēršoties mitrā vielu maisījumā.

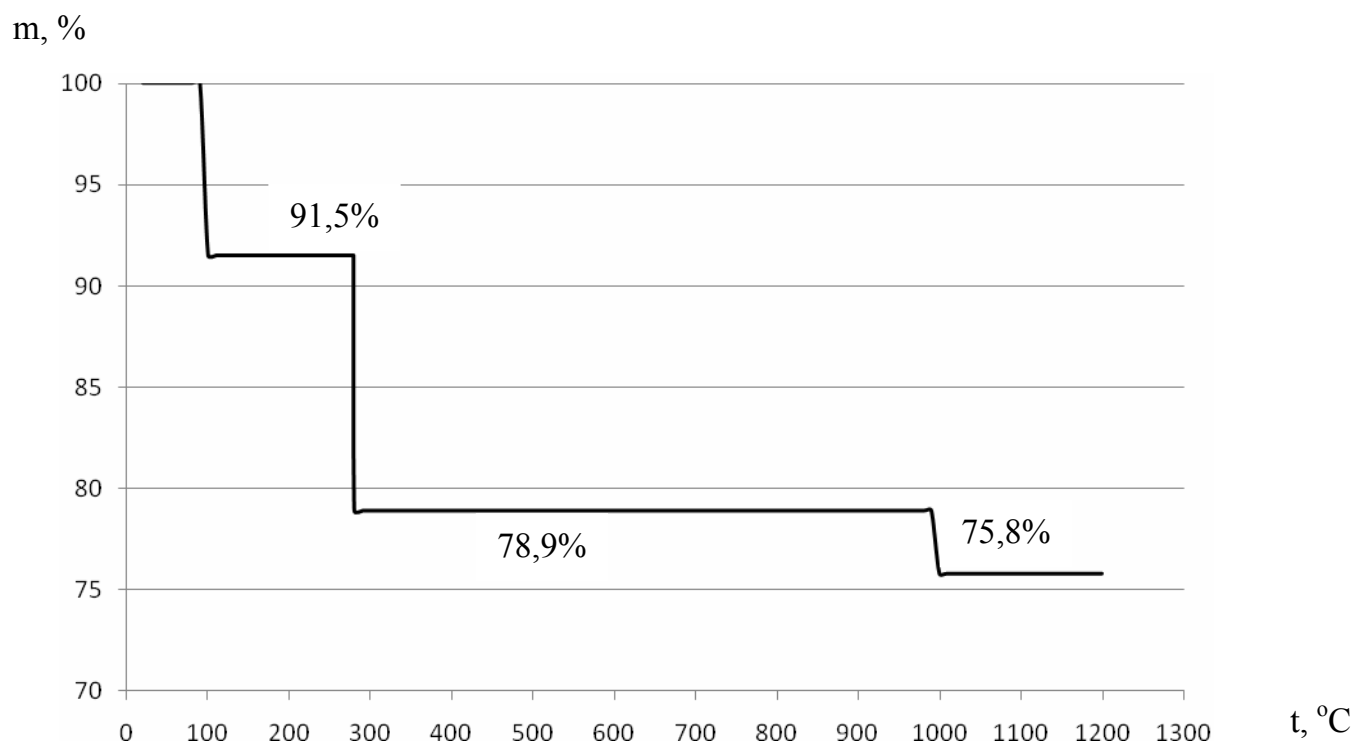
- 1) Kādas vielas absorbē NaOH? Kādi savienojumi varētu būt klāt šādam labu laiku gaisā stāvējušam nātrija hidroksīdam?

Pirmajā mirklī varētu šķīst, ka šāda maisījuma sastāva noteikšana varētu būt visai problemātiska, taču mūsdienās tā ir kļuvusi ātra un vienkārša, izmantojot termogravimetrijas metodi. Šajā metodē vielu karsē, pakāpeniski palielinot temperatūru un fiksējot vielas masas izmaiņas, kuras attēlo grafikā (skat. attēlu).

Ņēma 10,0 mg minētā vielu maisījuma un pakāpeniski sakarsēja to līdz 1200 °C temperatūrai. Zināms, ka tīrs NaOH šajā temperatūras intervālā savu masu nemaina.

- 2) Paskaidrojiet, kādi procesi izraisa masas izmaiņas katrā no temperatūrām.
- 3) Kādas vielas ir maisījuma sastāvā? Aprēķiniet maisījuma sastāvu masas daļās (%).
- 4) Kādas vielas palika maisījumā pēc karsēšanas beigām?
- 5) Cik liela masa sākotnējā NaOH jāņem, lai pagatavotu 1L 1M NaOH šķīduma?

6) Cik liela masa izkarsētā NaOH jāņem, lai pagatavotu 1L 1M NaOH šķīdumu?



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

20. gadsimta vidū okeāna piekrastē tika atrasti ledus gabali. Liels bija cilvēku pārsteigums, ka ledus nekusa, bet vēl lielāks, ka tas bija degošs. Kā izrādās, tad atrastais ledus bija nevis tīrs ledus, bet tā saucamais metāna (CH_4) hidrāts, kura eksistenci kādreiz paredzēja tikai ārpus zemes.

1) Kāda ir oglekļa atoma hibridizācija metānā? Uzzīmējiet metāna Luisa struktūrformulu un norādiet katra atoma oksidēšanās pakāpi tajā.

Šāds metāna hidrāts zem liela spiediena ir stabils līdz 18°C temperatūrai. Tas rodas zemās temperatūrās un lielos spiedienos. Vidējais metāna hidrāta sastāvs ir viena metāna molekula uz katrām 5,75 ūdens molekulām un savienojuma blīvums ir $0,9\text{ g/mL}$.

2) Aprēķiniet metāna daudzumu un masas daļu metāna hidrātā.

3) Aprēķiniet, cik daudz metāna gāzes (n.a.) satur 1 L metāna hidrāta.

4) Aprēķiniet, cik daudz metāna gāzes (n.a.) satur 1 L šķidra metāna -162°C temperatūrā, kad tā blīvums ir $0,465\text{ g/mL}$.

5) Miniet kura būtu piemērotāka forma metāna transportēšanai – šķidr metāns vai metāna hidrāts. Pamatojiet to.

Tā kā uz Zemes okeānu dzīlēs metāna hidrāta ir ļoti daudz, tam paredzēja nākotni kā perspektīvam kurināmajam, jo domāja, ka tā ieguls sasniedz $3 \cdot 10^{18}\text{ m}^3$. Mūsdienās uzskata, ka uz Zemes varētu būt $1 \cdot 10^{15} - 5 \cdot 10^{15}\text{ m}^3$ metāna hidrāta.

6) Pieņemiet, ka uz Zemes ir $1 \cdot 10^{13}\text{ m}^3$ metāna hidrāta. Kurināmā daudzuma salīdzināšanai attiecīgo kurināmo pārrēķina uz oglekļa masu tajā un oglekļa

daudzumu uzdod gigatonnās ($1\text{Gt} = 10^9\text{t}$). Aprēķiniet oglekļa daudzumu gigatonnās, kas atrodas uz zemes metāna hidrāta veidā.

Salīdzinājumam visu citu fosilo kurināmo veidā uz Zemes atrodas 5000 Gt oglekļa. Metāna hidrāta kā kurināmā izmantošanas trūkumi ir tā sarežģītā ieguve un fakts, ka metāns ir efektīva siltumnīcas efekta gāze.

- 7) *Kas ir siltumnīcas efekta gāzes? Miniet citas siltumnīcas efekta gāzes un ceļus, kā tās palielinātā daudzumā nonāk atmosfērā ?*
- 8) *Uzrakstiet metāna hidrāta sadegšanas reakciju.*

11.	Klase: 10.	12 p.
-----	------------	-------

Kā zināms, ne visi dzīvnieki ir siltasiņu ar savu ķermeņa temperatūras regulācijas sistēmu. Pie šādām klasēm pieder abinieki, rāpuļi, zivis un citi zemāk attīstīti organismi. Visai interesants ir fakts, ka neatkarīgi no dzīvnieka sugas parasti asins plazmas sasalšanas temperatūra ir aptuveni vienāda visiem dzīvniekiem. Tomēr ir daži fenomeni.

Tā, piemēram, koka varžu asins plazmas sasalšanas temperatūra ir $-0,5\text{ }^\circ\text{C}$, taču šis dzīvnieks spēj izdzīvot pat divas nedēļas nesasalīš zem $-10\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūras. To nodrošina organisma aizsargreakcija – glikogēna sabrukšana un procesa rezultātā radušās glikozes nokļūšana asinīs.

- 1) *Kādas parādības dēļ šķīdumu sasalšanas temperatūra nav vienāda ar šķīdinātāja sasalšanas temperatūru? Kā mainīsies šķīduma viršanas temperatūra salīdzinājumā ar tīru šķīdinātāju?*
- 2) *Cilvēka asins plazmas sasalšanas temperatūra ir $-0,52\text{ }^\circ\text{C}$. Kāda būtu fizioloģiskā šķīduma – $0,9\%$ NaCl šķīduma sasalšanas temperatūra? Kā Jūs skaidrotu atšķirību starp asins plazmas un fizioloģiskā šķīduma sasalšanas temperatūrām? Zināms, ka $K_{kr(\text{ūd})} = 1,86\text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$*
- 3) *Kādam jābūt glikozes koncentrācijai asinīs, lai to sasalšanas temperatūra būtu $-12\text{ }^\circ\text{C}$. Pieņemiet, ka bez šīs papildus glikozes asiņu sasalšanas temperatūra ir $-0,5\text{ }^\circ\text{C}$.*
- 4) *Zinot, ka varžu asins plazmas tilpums ir 30 mL un blīvums $1,06\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (pieņemiet, ka ūdens sastāda 99,5% masas no asins plazmas), aprēķiniet glikogēna masu, kas jāsadala, lai rastos pietiekams daudzums glikozes.*
- 5) *No lietotajām formulām seciniet, vai izdevīgāk ir lietot lielmolekulārus savienojumus vai mazmolekulārus, lai samazinātu sasalšanas temperatūru.*

Arktiskās zivis pret savu asins sasalšanu ar ledu piesātinātā ūdenī cīnās citā veidā. Brīžos, kad apkārtējās vides temperatūra tuvojas asins plazmas sasalšanas temperatūrai, tās asinīs ievada polipeptīdus vai glikoproteīnus, kuru molmasa ir robežās no 3000 līdz 15000 g/mol.

- 6) *Aprēķiniet, kādas sasalšanas temperatūras izmaiņas 30 mL-os tādas pašas asins kā vardēm radīs 15g glikoproteīnu ar molmasu 10000 g/mol.*

Patiesībā šāds daudzums glikoproteīni spēj izmainīt asins sasalšanas temperatūru par aptuveni 2 grādiem, samazinot nevis pašu asins plazmas sasalšanas temperatūru kā glikoze, bet neļaujot izveidoties ledus aizmetņiem zināmā pārdzesēšanas temperatūrā.

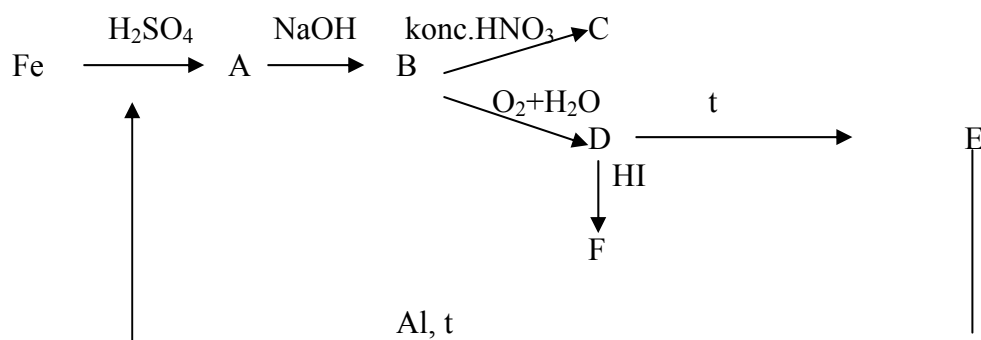
Sasalšanas temperatūras izmaiņas apraksta šāda likumsakarība:

- 5) Uzzīmējiet Po-210 atomu sabrukšanas līkni, uz y ass atliekot palikušo masu procentos no sākotnējās, bet uz x ass – laiku. Grafika zīmēšanai izmantojiet šādus punktus – 140 dienas, 280 dienas, 420 dienas un 560 dienas.
- 6) Pēc cik ilga laika būs palicis tikai 1% no sākotnējā Po-210 atomu skaita.
- 7) Kādā literatūras avotā var atrast, ka A. Ļitviņenko zārku drīkst atvērt tikai pēc 22 gadiem. Kāda būs polonija-210 masa A. Ļitviņenko asinīs pēc 22 gadiem? Cik daudz Po-210 atradīsies viņa asinīs? Izdariet secinājumus par noteikto 22 gadu pamatotību. Atcerieties, ka dotajos vienādojumos N vai c drīkst aizstāt arī ar masu m.

Poloniju-210 rūpnieciskos apmēros ražo tikai Krievijas Federācija, kas katru mēnesi saražo 8 gramus polonija-210 (tiesa gan retāk, bet dažviet sastopama versija par tikai 0,08 g mēnesī). Tālāk šo poloniju pārdod ASV, kura to lieto kā jonizatoru poligrāfijā un laku un krāsu rūpniecībā. Zinātniskiem mērķiem nedaudz polonija-210 iegūst arī pati ASV un Kanāda. Poloniju-210 ražo, bombardējot bismutu-209 ar neitroniem.

- 8) Uzrakstiet polonija-210 iegūšanas vienādojumu.
- 9) Poloniju-210 bija iespējams atklāt tā relatīvi ilgajā pussabrukšanas perioda dēļ. Kādu polonija izotopu būtu efektīvāk izmantot indēšanā, ja nevēlētos, lai atklāj nāves iemeslu? Kādēļ polonijs-210 tomēr ir vienīgais, kas izmantojams šādam mērķim?
- 10) Kādi drošības pasākumi bija jāievēro A. Ļitviņenko indētājiem, pārvedot poloniju-210 no Krievijas uz Lielbritāniju? Kāpēc?

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



Shēmā attēlotas dzelzs savienojumu ķīmiskās pārvērtības. Ar burtiem apzīmētas tikai vielas, kas satur dzelzi, pārējie iespējamie reakciju produkti shēmā nav parādīti.

- 1) Uzrakstiet visu shēmā parādīto reakciju vienādojumus gan molekulāro, gan jonu vienādojumu formā.
- 2) Pie kāda ķīmisko reakciju tipa pieder pārejas $B \rightarrow C$ un $D \rightarrow F$? Paskaidrojiet, kāpēc šai gadījumā notiek tieši šāda veida procesi?
- 3) Kādām vajadzībām tehnikā plaši izmanto reakcijas $Fe \rightarrow A$ blakusproduktu?
- 4) Kādā jomā un ar kādu mērķi praksē izmanto reakcijas $D \rightarrow F$ blakusproduktu?
- 5) Kā sauc procesu, ko ilustrē reakcija $E \rightarrow Fe$ un kādos gadījumos to izmanto?

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

Pilsētas ūdens attīrīšanas stacija sagatavo 10 000 L dzeramā ūdens diennaktī no ezera ūdens, kas atrodas uz lielas dolomīta plāksnes.

Vispirms ūdeni ozonē ar 0,7 g ozona uz 1 m³ ūdens. Nākamajā stadijā ūdenim pievieno 20 g Al₂(SO₄)₃·18H₂O uz 1 m³ H₂O, un radušās pārsļveida nogulsnes atdala, filtrējot cauri 2 m biežam smilšu slānim. Pēc filtrēšanas no ūdens atdala neorganiskos izšķīdušos savienojumus, pievienojot 10 g 20% kaļķu piena suspensijas uz 1 m³ ūdens, atdala nogulsnes, tad ūdeni izspiež cauri graudainas aktīvās ogles slānim. Visbeidzot tiek veikta drošības hlorēšana, pievienojot 0,1 mg hlora uz 1 L ūdens. Šādi sagatavots ūdens tālāk tiek aizvadīts uz dzīvokļiem.

- 1) Aprēķiniet ozona daudzumu, kas tika patērēts ūdens ozonēšanā diennakts laikā.
- 2) Kāda ir ozona loma ūdens attīrīšanā?
- 3) Kur un kādos apstākļos dabā rodas ozons?
- 4) Uzrakstiet reakcijas vienādojumu un aprēķiniet nogulšņu masu, kas radās pēc apstrādes ar alumīnija sulfātu.
- 5) Uzrakstiet reakcijas vienādojumu un aprēķiniet masu nogulsnēm pēc kaļķu piena šķīduma pievienošanas.
- 6) Kādēļ ūdeni filtrē caur aktīvo ogli? Kāds process notiek šajā stadijā?
- 7) Ko nozīmē „ drošības hlorēšana”, kāpēc attīrītajam ūdenim pievieno nedaudz hlora?

15.	Klase: 11.	10 p.
-----	------------	-------

100 kg pirīta rūdas, kura satur 60% FeS₂ (pirīta), 5% ZnS, 2% CuS un 0,5% PbS, apdedzināja 450°C temperatūrā. Gāzveida reakcijas produktu oksidēja ar skābekli katalizatora klātbūtnē 250°C temperatūrā un 1 MPa spiedienā, šīs reakcijas entalpija ir ΔH=-99 kJ/mol, un reakcijas praktiskais iznākums ir 95%. Iegūto gāzi attīrīja no piemaisījumiem un izšķīdināja 50 L ūdens. Ieguva skābes šķīdumu.

- 1) Uzrakstiet apdedzināšanas procesa reakciju vienādojumus un aprēķiniet daudzumu un tilpumu, kādu ieņem iegūtā gāze 450 °C temperatūrā un 0,1 MPa spiedienā.
- 2) Aprēķiniet, kādu tilpumu ieņem gāze, kura tika iegūta pēc oksidēšanas, ja mērījumi veikti oksidēšanas procesa apstākļos.
- 3) Vai varat minēt katalizatorus, kurus var lietot oksidēšanas reakcijā?
- 4) Prognozējiet oksidētās gāzes iegūšanas iespējas, mainot reakcijas apstākļus (p, T).
- 5) Aprēķiniet iegūtās skābes masas daļu (%) un tās molāro koncentrāciju šķīdumā.
- 6) Kur praktiski tiek izmantota šī metode?

16.	Klase: 11.	12 p.
-----	------------	-------

Par izejvielām izmantojot vārāmo sāli, ūdeni un gaisā sastopamās gāzes (skābekli, slāpekli un ogļskābo gāzi), uzrakstiet reakcijas, kā iegūt:

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1) nātriju; | 5) amonija nitrātu; |
| 2) nātrija sārmu; | 6) nātrija hlorātu; |
| 3) amonjaku; | 7) hloramīnu; |
| 4) nātrija karbonātu; | 8) hidrazīnu. |

Katras vielas sintezēšanai drīkst izmantot vairākas secīgas reakcijas.

Sintēzēs drīkst izmantot iepriekšējos variantos iegūtās vielas. Piemēram, ja Jums amonija nitrāta iegūšanai ir nepieciešams nātrijs, Jums nav atkārtoti jānorāda tā iegūšana.

17.	Klase: 11.	14 p.
-----	------------	-------

Tiek aplūkoti sekojoši metāli: alumīnijs, cinks, kālijs, dzelzs, kalciji, sudrabs, zelts un varš.

- 1) Kuri no minētajiem metāliem reaģē ar ūdeni?
- 2) Kuri no minētajiem metāliem reaģē ar atšķaidītu sālsskābi?
- 3) Kuri no minētajiem metāliem (atskaitot 1. punktā nosauktos) reaģē ar sārnu šķīdumiem?
- 4) Kur iespējams izšķīdināt iepriekš nepieminētos metālus?
Atbildes pamatojiet ar reakciju vienādojumiem.

Metāls A ūdens šķīdumos atrodas A^{2+} katjonu veidā. Lai noteiktu metālu A, tā divas identiskas plāksnes ievieto sāls šķīdumos. Pirmo plāksni ievieto svina(II) jonus saturošā šķīdumā, bet otru vara(II) jonus saturošā šķīdumā. Pēc vienāda laika intervāla tās izņēma no sāls šķīdumiem un nosvēra. Izrādījās, ka plāksne, kas atradās svina(II) jonus saturošā sāls šķīdumā ir kļuvusi par 19% smagāka, bet plāksne, kas atradās vara(II) jonus saturošā šķīdumā ir kļuvusi par 9,8% vieglāka. Pieņemiet, ka aizvietošanas reakcijas abos šķīdumos notiek vienlīdz ātri.

- 5) Kas ir nezināmais metāls A? Atbildi pamatojiet ar aprēķiniem.

18.	Klase: 12.	14 p.
-----	------------	-------

Mūsdienās, kad aizvien lielāka loma tiek pievērsta dabas aizsardzībai un nepārtraukti ceļas naftas produktu cenas, tiek meklēti alternatīvi kurināmā resursi. Viens no vienkāršākajiem veidiem ir izmantot kā kurināmo vienkāršu vielu A, kuru rūpnieciski var iegūt no ūdens, laižot tam cauri līdzstrāvu.

- 1) Kas ir viela A? Uzrakstiet vielas A iegūšanas reakcijas vienādojumu!
- 2) Miniet trīs veidus, kā būtu iespējams iegūt līdzstrāvu ūdens elektrolīzes procesam, izmantojot videi nekaitīgu tehnoloģiju?
- 3) Uzrakstiet četrus dažādus reakciju vienādojumus, kas attēlo vielas A iegūšanu!

Vielu A var izmantot arī kā automašīnu degviela. BMW kompānija jau ir sarāžojusi vairākas šādai degvielai piemērotas automašīnas. Paralēli tās var darboties arī ar benzīnu, nepieciešamo degvielu var izvēlēties, pārslēdzot slēdzi automašīnas salona priekšējā panelī. Viela A tiek uzglabāta automašīnas bākā -253°C temperatūrā. Vienā uzpildē var iepildīt 8 kg minētās vielas (blīvums $70,8 \text{ kg/m}^3$).

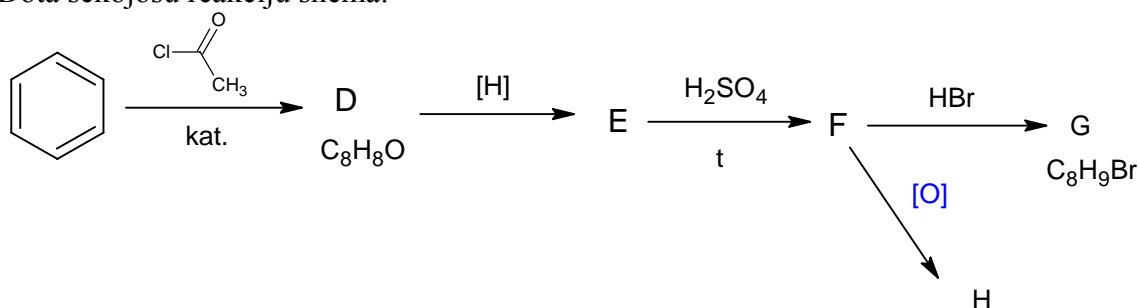
- 4) Vidēji attēlā parādītā automašīna patērē 5,9 litrus benzīna (pieņemiet, ka benzīns sastāv no tīra izooktāna C_8H_{18} ; blīvums $0,737 \text{ g/cm}^3$) uz 100 km. Benzīna sadegšanas siltums ir $34,83 \text{ MJ/L}$. Uzrakstiet izooktāna sadegšanas vienādojumu un aprēķiniet, cik liels siltuma daudzums izdalās, ja automašīna nobrauc 100 km. Aprēķiniet, cik liels tilpums ogļskābās gāzes un cik liels tilpums ūdens (n.a.) rodas šajā gadījumā?



- 5) Sadegot vienam molam vielas **A**, izdalās 285,5 kJ siltuma. Aprēķiniet, cik liela masa vielas **A** ir nepieciešama, lai nobrauktu 100 km.
- 6) Vielas **A** cena ir Ls 5,00 par kg, kamēr benzīna cena aptuveni 0,70 Ls par litru. Aprēķiniet, cik izmaksās ceļš no Jelgavas līdz Rīgai (40 km), ja kā degvielu lietos benzīnu vai vielu **A**.
- 7) Kādi blakusprodukti rodas benzīna sadegšanas procesā un kādi blakusprodukti varētu rasties **A** sadegšanas procesā?
- 8) Daudzu jaunu automašīnu izpūtējos tiek iebūvēti platīna sietiņi. Kāda ir šo sietiņu loma? Uzrakstiet attiecīgo reakciju vienādojumus!

19.	Klase: 12.	11 p.
-----	------------	-------

Dota sekojošu reakciju shēma:



- 1) Uzzīmējiet savienojumu **D**, **E**, **F**, **G** un **H** struktūrformulas.
- 2) Ko izmanto kā katalizatoru pirmajā reakcijā? Paskaidrojiet tā lomu reakcijā.
- 3) Piedāvājiet reakciju virknē piemērotus reducētājus un oksidētājus.

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

Ķīmisko reakciju entalpijas var aprēķināt divos veidos. Parasti šim nolūkam izmanto Hesa likumu:

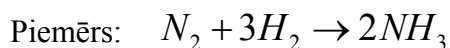
$$\Delta H = \sum \Delta H_{f \text{ produkti}} - \sum \Delta H_{f \text{ sākvielas}}$$

Tomēr reakcijas siltumefektu var arī aprēķināt izmantojot ķīmisko saišu enerģijas. Šajā gadījumā reakcijas entalpija ir vienāda ar reaģentu un produktu ķīmisko saišu kopējo enerģiju starpību:

$$\Delta H = \sum E_{\text{sākvielas}} - \sum E_{\text{produkti}}$$

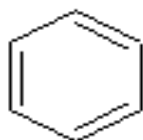
Šādi aprēķini ir visprecīzākie reakcijām, kurās piedalās tikai gāzveida vielas. Tas ir izskaidrojams ar to, ka gāzveida fāzē starpmolekulārās mijiedarbības (piem. ūdeņraža saites) ir visvājākās. Tieši tāpēc šajā uzdevumā visu vielu rašanas entalpijas ir norādītas vielām gāzes stāvoklī.

Visos aprēķinos ievērojiet izveidoto un sašķēlušos saišu skaitu!



Šajā reakcijā veidojas sešas N-H vienkāršās saites un sašķeļas trīs vienkāršās H-H saites un viena trīskāršā N≡N saite.

- 1) Izmantojot 1. tabulas datus, aprēķiniet etēna hidrogenēšanas reakcijas entalpiju! Vai reakcija ir eksotermiska vai endotermiska?
- 2) Izmantojot 2. tabulu un Jūsu atbildi uz iepriekšējo jautājumu, aprēķiniet C=C dubultsaites enerģiju!
- 3) Aprēķiniet benzola hidrogenēšanas reakcijas entalpiju, izmantojot abas metodes. Aprēķinos pieņemiet, ka benzola struktūra ir šāda:



- 4) Par ko liecina rezultāti? Raksturojiet benzola gredzena patieso elektronisko struktūru.

Tabula 1. Vielu rašanās entalpijas

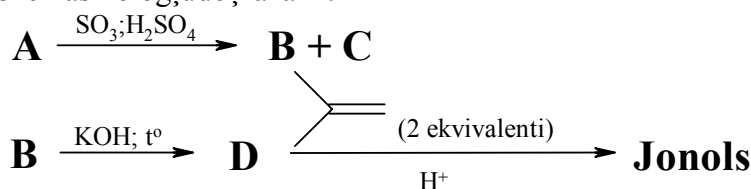
Viela	ΔH_f , kJ mol ⁻¹
C ₂ H ₄ (g)	+52,5
C ₂ H ₆ (g)	-84,7
C ₆ H ₆ (g)	+82,9
C ₆ H ₁₂ (g) (cikloheksāns)	-123,1

Tabula 2. Ķīmisko saišu enerģijas

Saite	Saites enerģija, kJ mol ⁻¹
H-H	436
C-C (vienkārša)	348
C-H	420

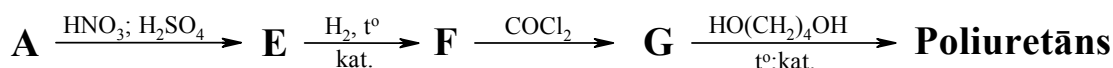
21.	Klase: 12.	20 p.
-----	------------	-------

Plaši izplatīts antioksidants parfimērijā ir jonols. To var iegūt pēc sekojošas sintēzes shēmas no ogļūdeņraža A:



Produkts **B** pirmajā reakcijā rodas pārākumā.

Savienojumu **A** var tikt izmantot, lai iegūtu poliuretānus. Poliuretānus izmanto putuplastu, kaučuku, līmes un šķiedras iegūšanai. Sintēzi veic šādi:

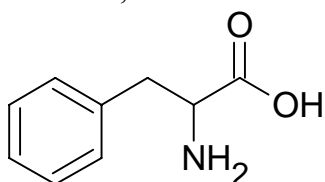


0,7020g savienojumam **G** reaģējot ar ūdeni rodas savienojums **F** un izdalās gāze **H**, kurai reaģējot ar $\text{Ba}(\text{OH})_2$ šķīdumu izkrīt 1,590g nogulsnes.

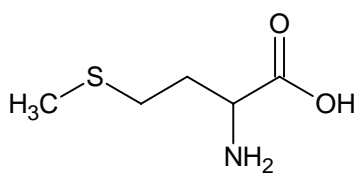
- 1) *Nsakiet vielu A-H, jonola un poliuretāna struktūrformulas!*
- 2) *Uzrakstiet jonola reakciju ar radikāli $R\cdot$ un paskaidrojiet, kādēļ iegūtais savienojums ir tik stabils!*
- 3) *Kāda ir atšķirība iegūtā poliuretāna struktūrā, ja iegūto poliuretānu pēc reakcijas apstrādā ar:*
 - a) *metanolu;*
 - b) *ūdeni.*

22.	Klase: 12.	18 p.
-----	------------	-------

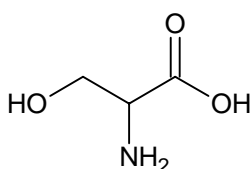
Dabas vielu izpētē būtiska nozīme ir to struktūras noteikšanai. Šoreiz ķīmiķa uzdevums – noteikt kāda tetrapeptīda aminoskābju sastāvu un kārtību. Lai noteiktu, kādas aminoskābes ietilpst peptīdā, veica peptīda hidrolīzi, vārot tā paraugu 5M HCl šķīdumā 12 stundas. Šādā veidā noskaidroja, ka peptīda sastāvā ietilpst aminoskābes fenilalanīns, metionīns, serīns un histidīns, to struktūrformulas parādītas attēlā.



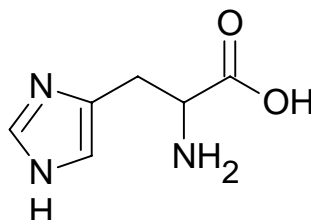
Phe



Met



Ser



His

- 1) *Kas ir peptīdi un kas ir olbaltumvielas?*
- 2) *Kādā veidā pēc hidrolīzes varētu noteikt peptīdu veidojošās aminoskābes? Uzrakstiet peptīda hidrolīzes reakciju, izmantojot tālāk atrasto peptīda struktūru.*
- 3) *Aminoskābju pierādīšanai izmanto biureta reakciju (reakciju ar $\text{Cu}(\text{II})$ sāļiem bāziskā vidē). Uzrakstiet vispārīgu iegūtā produkta struktūrformulu. Pie kādas vielu klases pieder šie produkti. Kā var noteikt, ka notikusi reakcija?*

Lai noskaidrotu peptīda struktūru, jaunu tetrapeptīda porciju apstrādāja ar fermentu himotripsīnu, kas selektīvi šķeļ fenilalanīna karboksilgrupas veidoto peptīdsaiti. Izveidojās divi dipeptīdi. Abus dipeptīdus hromatogrāfiski atdalīja un ieguva attiecīgi I frakciju un II frakciju. **Atcerieties, ka peptīdus pieraksta no N gala uz C galu!**

- 4) *Paskaidrojiet, kādēļ dažādu vielu maisījums hromatogrāfijas kolonnā sadalās sastāvdaļās! Vai tā notiek vienmēr?*

Tālāk noskaidroja, ka I frakcija dod ksantoproteīna reakciju ar HNO_3 .

- 5) *Kur izmanto ksantoproteīna reakciju un kā var konstatēt, ka tā notiek? Uzrakstiet iespējamo notikušo reakciju. Kuras aminoskābes iesaistās šai reakcijā?*

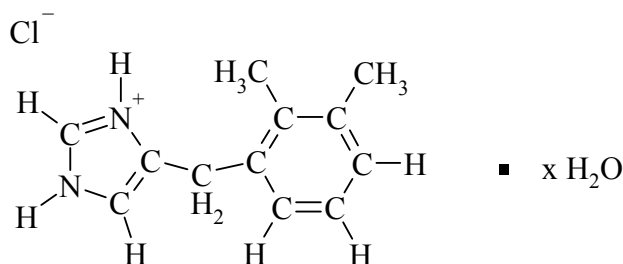
Frakcijas I un II apstrādāja ar 2,4-dinitrofluorbenzolu, kas selektīvi reaģē ar peptīda gala aminoskābi, fluora vietā piesaistoties aminoskābes aminogrupas slāpekļa atomam. Pēc tam savienojumu hidrolizēja un izdalīja no maisījumiem I un II izdalīja attiecīgi savienojums $C_{12}H_{11}N_5O_6$ un $C_{11}H_{13}N_3O_6S$ attiecīgi, kas katrs saturēja 2,4-dinitrobenzola grupu.

- 6) Uzrakstiet abu savienojumu struktūrformulas un uzrakstiet ar 2,4-dinitrofluorbenzolu reaģējušo aminoskābi katrā no gadījumiem.
- 7) Uzrakstiet dipeptīdus, kas izveidojās, apstrādājot paraugu ar himotripsīnu.
- 8) No dotās informācijas atšifrējiet tetrapeptīda aminoskābju secību un formulu, atceroties, ka peptīdus pieraksta no N uz C galu. Nosauciet šo tetrapeptīdu.

23.	Klase: 12.	13 p.
-----	------------	-------

Vielas stāvot gaisā var piesaistīt mitrumu. Šī problēma ir īpaši aktuāla farmācijas jomā, jo tādējādi var mainīties organismā ievadāmo zāļu masa un to tālākā iedarbība uz organismu.

Viens no medicīniskajiem preparātiem, kam raksturīga minētā īpašība ir detomidīna hidrohlorīds, kura struktūrformula ir parādīta attēlā.



Lai noteiktu ūdens saturu no farmaceitiskās rūpnīcas saņemtajā detomidīnā divas jaunās ķīmiķes – Sanita un Liāna nolēma šo savienojumu izkarsēt. Sanita iesvēra trauciņā 1,5958 gramus detomidīna un 12 stundas karsēja to 105°C temperatūrā. Pēc karsēšanas beigām vielas masa trauciņā bija 1,4766 gramu. Liāna karsēšanai izmantoja speciāli iekārtu, kura uzrādīja masas samazināšanos par 7,47 %.

- 1) Aprēķiniet, cik ūdens molekulas vidēji ir šā kristālhidrāta formulvienībā!
- 2) Pie kādas organisko vielu klases pieder apskatītais savienojums? Paskaidrojiet atbildi?
- 3) Nosauciet trīs neorganisko vielu piemērus, kuras arī veido kristālhidrātus un uzrakstiet šo kristālhidrātu formulas!