

Ķīmijas valsts 57. olimpiāde
Teorētiskās kārtas uzdevumi 9. klasei

1. uzdevums. Alāna dedzināšana (13 punkti)

Par alāniem sauc ķīmiskos savienojumus, kuri sastāv no trim ķīmiskajiem elementiem – alumīnija, oglekļa un ūdeņraža. Kādā eskperimentā sadedzināja 2,88 g kāda no alāniem un ieguva cietu, šķidrū un gāzveida vielu. Iegūtās cietās vielas masa bija 2,04 g, bet iegūtās šķidrās vielas masa – 3,24 g.

Nosaki alāna molekulformulu, izmantojot šos datus!

Aprēķini iegūtās gāzveida vielas tilpumu (n.a.)!

Iegūto cieto reakcijas produktu izšķīdināja sērskābē, kuras koncentrācija bija 0,20 mol/L.

Uzraksti notikušās ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Aprēķini reakcijā patērētās 0,20 mol/L sērskābes tilpumu!

Iegūto gāzveida vielu uztvēra kalcija hidroksīdā, kas bija ņemts pārkumā.

Uzraksti notikušās ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Aprēķini iegūtā kalciju saturošā produkta masu!

Aprēķini reakcijai nepieciešamā kalcija hidroksīda masu!

Šī alāna kušanas temperatūra ir 15 °C, bet tā vārīšanās temperatūra 127 °C. Tā blīvums istabas temperatūrā ir 0,743 g/cm³.

Aprēķini, kādu tilpumu aizņēma sadedzinātais alāns!

2. uzdevums. Nepabeigtā karsēšana (19 punkti)

Aivars iesāka karsēt 6,72 g magnija karbonātu, taču karsēšanu pilnībā nepabeidza. Lai noskaidrotu, cik % magnija karbonāta ir sadalījušies, viņš reakcijas produktus atdesēja un nosvēra. To masa bija 5,84 g.

Uzraksti karsējot notiekošās ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Aprēķini, cik % magnija karbonāta bija sadalījušies!

Iegūto cieto karsēšanas produktu maisījumu izšķīdināja atšķaidītā sālsskābē.

Uzraksti šķīdināšanas procesā notiekošo ķīmisko reakciju vienādojumus!

Aprēķini tā izšķīdināšanai nepieciešamo sālsskābes daudzumu!

Zināms, ka HCl masas daļa atšķaidītajā sālsskābē bija 5,20 %, bet tās blīvums 1,024 g/mL.

Aprēķini šķīdināšanai izlietotās sālsskābes tilpumu!

Aprēķini šķīdināšanas procesā iegūtās gāzveida vielas masu!

Magnija karbonātu var iegūt daudz dažādos veidos.

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu magnija karbonāta iegūšanai no magnija!

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu magnija karbonāta iegūšanai no magnija nitrāta!

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu magnija karbonāta iegūšanai no magnija oksīda!

Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu magnija karbonāta iegūšanai no magnija hidroksīda!

Dabā magnija karbonāts parasti atrodas kopā ar kalcija karbonātu dolomītā. Dolomīta sastāvu var izteikt kā $x\text{MgCO}_3 \cdot y\text{CaCO}_3$. Analizējot kādu dolomīta paraugu noteica, ka tas satur 17,09 % MgO.

Aprēķini indeksus x un y šajā paraugā!

3. uzdevums. Maisījumu haoss (17 punkti)

Pilnīgai 1,52 g berilija un berilija oksīda maisījuma izšķīdināšanai izlietoja 200 g 3,92 % sērskābes.

Uzraksti notiekošo ķīmisko reakciju vienādojumus!

Aprēķini berilija oksīda masas daļu šajā maisījumā!

Dabā berilijs atrodas vairāku minerālu veidā. Viens no tiem ir minerāls berils, kas satur 5,03 % berilija, 31,28 % silīcija, kā arī alumīniju un skābekli.

Nosaki berila ķīmisko formulu!

Beriliju rūpniecībā iegūst reducējot berilija fluorīdu ar magniju.

Uzraksti atbilstošo ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Reducēšanai nepieciešamo berilija fluorīdu iegūst karsējot amonija tetrafluoroberilātu $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$. Tā karsēšanas procesā rodas arī amonjaks NH_3 un vēl viens gāzveida reakcijas produkts – salikta viela.

Uzraksti atbilstošo ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Savukārt $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ iegūst berilija hidroksīdam reaģējot ar savienojumu, kura ķīmiskā formula ir NH_4HF_2 .

Uzraksti atbilstošo ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Berilija hidroksīda iegūšanas izejviela ir berilija sulfāts.

Uzraksti atbilstošo ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Tam nepieciešamo berilija sulfātu iegūst no minerāla berila, to apstrādājot ar sērskābi.

Uzraksti atbilstošo ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

4. uzdevums. Vai $A + B = B + A$? (9 punkti)

Ansis un Juris analīzei saņēma 100 mL vielas A un 100 mL vielas B šķīdumus, kuros izšķīdinātās vielas koncentrācija bija 0,10 mol/L.

Ansis, lai noteiktu izšķīdinātās vielas, mērcilindrā iemērīja 10 mL vielas A šķīduma un lēnām pievienoja 10 mL vielas šķīduma B. Atkārtojot mēģinājumu trīs reizes, ķīmisko reakciju pazīmes netika novērotas nevienā reizē. Ansis tomēr nepadevās un iegūtos šķīdumus uzmanīgi iztvaicēja. Viņš ieguva divu sāļu maisījumu daudzumu attiecībā (molārajās attiecībās) 1 : 1, kā arī sāļu maisījums krāsoja liesmu dzeltenā krāsā.

Juris, lai noteiktu izšķīdinātās vielas, mērcilindrā iemērīja 10 mL vielas B šķīduma un lēnām pievienoja 10 mL vielas šķīduma A. Reakcijā izdalījās gāze bez smaržas, kuras tilpums bija aptuveni 10 mL un, kurā ievietojot degošu skaliņu, tas nodzisa.

Nosaki, kas varētu būt vielas A un B! Atbildi pamato ar spriedumiem vai aprēķiniem!

Uzraksti notikušo reakciju vienādojumus Anša un Jura eksperimentos!

Kā Juris viennozīmīgi varētu pierādīt, kas ir viņa iegūtā gāze? Uzraksti reakcijas vienādojumu!

5. uzdevums. Vai fosfors tumsā spīd ? (12 punkti)

Ķīmiskais elements fosfors ir vidēji aktīvs nemetāls, kam plaši pazīstamas divas alotropās modifikācijas – sarkanais fosfors, ko lieto sērkokciņu ražošanā, un baltais fosfors, ko 2.

Pasaules kara laikā lietoja militāriem mērķiem. Zināms, ka baltā fosfora izmantošanu militāriem mērķiem nosaka kāda tam raksturīga ķīmiskā reakcija.

Atzīmē piemērotāko skaidrojumu par fosfora izmantošanu militāriem mērķiem un uzraksti atbilstošo ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

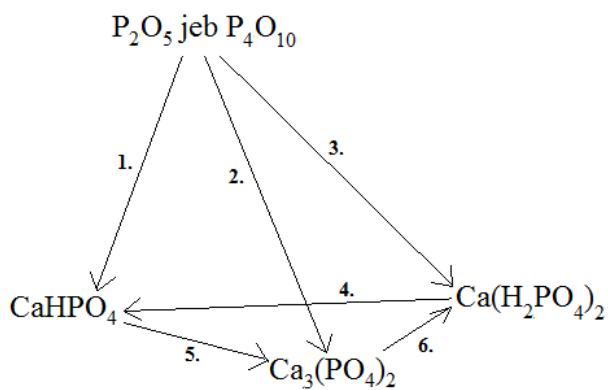
- a) Baltais fosfors ir indīgs
- b) Baltais fosfors tumsā spīd
- c) Baltais fosfors ir gaiši dzeltena cieta viela
- d) Baltais fosfors saskarē ar gaisu uzliesmo

Baltā fosfora patiesā ķīmiskā formula nav vienkārši P, jo tā molekula sastāv no četriem fosfora atomiem, kas saistīti savā starpā.

Uzzīmē baltā fosfora struktūrformulu!

Tā kā fosfors ir salīdzinoši aktīvs ķīmiskais elements, tas veido daudzus savienojumus.

Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus, kas parādītu, kā realizēt zemāk dotās fosfora savienojumu pārvērtības!



Ķīmijas valsts 57. olimpiāde
Teorētiskās kārtas uzdevumi 10. klasei

1. uzdevums. Oksīdu mistērija (23 punkti)

Veicot kāda oksīda ķīmisko analīzi, noskaidroja, ka tas satur 53,33 % skābekļa.

Nosaki, izmantojot aprēķinus, oksīda ķīmisko formulu!

Aivars apgalvo, ka šis oksīds viegli reaģē ar ūdeni, kā arī ar atšķaidītām skābēm, bet, uzglabājot to atvērtā traukā kontaktā ar sausu gaisu, tā masa palielinās.

Ja Aivaram ir taisnība, tad uzraksti visu viņa minēto ķīmisko reakciju vienādojumus!

Ja Aivars kļūdās, pamato – kāpēc!

Turpretī Ilva apgalvo, ka šis oksīds nereaģē ne ar ūdeni, ne ar skābēm, ne ar sārmu. Tā raksturīgā reakcija esot ar kādu vienkāršu vielu.

Ja Ilvai ir taisnība, tad uzraksti minētās ķīmiskās reakciju vienādojumu!

Ja Ilva kļūdās, pamato – kāpēc!

Savukārt Rita domā, ka šis oksīds nereaģē ar ūdeni un skābēm, bet reaģē ar sārmu. Tiesa, vēlāk viņa piebilda, ka tomēr ar vienu skābi šis oksīds var reaģēt.

Ja Ritai ir taisnība, tad uzraksti visu viņas minēto ķīmisko reakciju vienādojumus!

Ja Rita kļūdās, pamato – kāpēc!

Tautsaimniecībā ļoti plaši izmanto, piem., magnija oksīdu. Magnija dabā brīvā veidā nav, tas ir sastopams dažādu minerālu veidā. Viens no tiem ir minerāls talka.

Uzraksti vienu īpašību vai jomu, kas raksturo, vai kur izmanto, talku!

Talka satur 19,05 % magnija, 29,63 % silīcija, kā arī ūdeņradi un skābekli.

Aprēķini minerāla talka ķīmisko formulu!

Tomēr magnija oksīda iegūšanai talku neizmanto. Ļoti bieži magnija oksīdu iegūst, karsējot dolomītu. Dolomītu var uzskatīt par dubultsāli, kas satur divu veidu katjonus un viena veida anjonus. Katjonus veidojošo elementu molmasu savstarpējā attiecība un attiecība pret anjona molmasu dolomītā ir kā 1,00 : 1,67 : 2,50.

Uzraksti (ar pamatojumu) dubultsāls formulu, kas ir dolomīta galvenā sastāvdaļa!

Aprēķini dolomīta masu, kas nepieciešama 2016 molu magnija oksīda iegūšanai, ja magnija saturs dolomītā bija 10 %, bet reakcijas praktiskais iznākums bija 90 %!

2. uzdevums. Hidrīdu pasaule (11 punkti)

Par hidrīdiem sauc ūdeņraža bināros savienojumus ar citiem elementiem. Sārnu metālu hidrīdi satur sārnu metālu katjonus un hidrīdjonus H⁻.

Uzraksti, kā laboratorijā eksperimentāli pārlicināties, ka ūdeņraža oksidēšanās pakāpe hidrīdos ir negatīva!

Hidrīdus var izmantot ūdeņraža iegūšanai.

Aprēķini maksimālo ūdeņraža tilpumu (n.a.), kuru var iegūt, izmantojot 8 g kālija hidrīda!

Kālija hidrīds kristalizējas NaCl tipa kristāliskajā režģī. Tam raksturīga kubiska skaldņcentrējuma elementāršūna. Kālija hidrīda blīvums ir 1430 kg/m³, bet kālija jona rādiuss ir 152 pm.

Aprēķini elementāršūnas malas garumu un hidrīdiona rādiusu!

3. uzdevums. Maisījumu haoss (26 punkts)

Oksīdu maisījums sastāv no magnija oksīda, svina(II) oksīda un bārija oksīda. 9,55 g šī oksīdu maisījuma izšķīdināšanai izlietoja 400 mL slāpekļskābes, kuras molārā koncentrācija bija 0,40 M. Iegūtajam šķīdumam pievienoja nepieciešamo daudzumu nātrija sulfāta šķīduma, radušās nogulsnes nofiltrēja, izžāvēja zemā temperatūrā un nosvēra. To masa bija 12,35 g.

*Uzraksti aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!
Aprēķini katra oksīda masas daļu oksīdu maisījumā, izteiktu %!*

Sildot bārija oksīdu gaisā, tas pārvēršas par kādu citu bināru bārija savienojumu, kurš satur 81,07 % bārija.

*Nosaki šīs savienojuma ķīmisko formulu un uzraksti tā nosaukumu!
Uzraksti ķīmiskās reakcijas vienādojumu reakcijai, kas notika, sildot bārija oksīdu gaisā!*

Iegūtais binārais bārija savienojums viegli reaģē ar kādu gāzveida vielu, kuras relatīvais blīvums pret hēliju ir 11, veidojot divus reakcijas produktus, no kuriem viens ir vienkārša viela.

Uzraksti atbilstošo ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Šis pats binārais savienojums reaģēja arī ar aukstu, atšķaidītu sērskābes šķīdumu. Pēc reakcijas beigām iegūto cieto vielu nofiltrēja. Filtrātu paskābināja ar atšķaidītu sērskābes šķīdumu un pēc tam pievienoja atšķaidītu kālija permanganāta šķīdumu, šķīdums atkrāsojās, pie kam novēroja arī gāzveida vielas izdalīšanos.

Uzraksti abu atbilstošo ķīmiskās reakciju vienādojumus!

Reakcijai ar kālija permanganātu uzraksti elektronu bilances vienādojumu!

Kādā eksperimentā šādi iegūtais filtrāts spēja atkrāsot 200 mL kālija permanganāta, kura koncentrācija bija 0,01 mol/L.

Aprēķini reakcijā ar atšķaidītu sērskābi iesaistītā bārija binārā savienojuma masu!

4. uzdevums. Vai $A + B = B + A$? (10 punkti)

Divi skolēni analīzei saņēma vielu 100 mL A un 100 mL vielas B šķīdumus, kuros izšķīdinātās vielas koncentrācija bija 0,10 mol/L.

Andrejs, lai noteiktu izšķīdinātās vielas, mērcilindrā iemērīja 10 mL vielas A šķīduma un lēnām pievienoja 10 mL vielas B šķīduma. Ķīmisko reakciju pazīmes netika novērotas arī atkārtojot mēģinājumu trīs reizes. Andrejs gan nepadevās un iegūtos šķīdumus uzmanīgi iztvaicēja, ieguva divu sāļu maisījumu daudzumu attiecībā 1 : 1, kurā noteica vairākus nemetālus, kuru atomu kodolos bija 0 (nulle), 1, 6, 8, 18 un 20 neitroni.

Jēkabs, lai noteiktu izšķīdinātās vielas, mērcilindrā iemērīja 10 mL vielas B šķīduma un lēnām pievienoja 10 mL vielas A šķīduma. Reakcijā izdalījās gāze bez smaržas, kuras tilpums bija aptuveni 10 mL un kurā ievietojot degošu skaliņu, tas nodzisa, bet šķīdumu iesmidzinot gāzes degļa liesmā tā krāsojās dzeltena.

*Nosaki, kas varētu būt vielas A un B! Atbildi pamato ar spriedumiem vai aprēķiniem!
Uzraksti notikušo reakciju vienādojumus Andreja un Jēkaba eksperimentā!
Cik dažādi nemetāli ir Andreja iegūtajā reakcijas maisījumā, atbildi pamato!*

Valsts 57. ķīmijas olimpiādes uzdevumi 11. klasei

Kopā: 112 punkti

Maksimālais punktu skaits tiks reducēts uz 70 punktiem, reizinot ar koeficientu 0,625, lai panāktu 70% ieguldījumu kopējā Valsts 57. ķīmijas olimpiādes punktu skaitā (atlikušos būs 30% iespējams iegūt laboratorijas darbos 23. martā).

1. uzdevums

Ķīmisko pārvērtību tumšā puse

18 punkti

Zināms, ka automašīnu iekšdedzes dzinēji ir visai nozīmīgs siltumnīcas efekta gāzu avots (~13% no kopējā antropogēno faktoru radītā siltumnīcas efekta gāzu daudzuma).

No siltumnīcas efekta gāzēm automašīnu izplūdes gāzēs vislielākais saturs ir bezkrāsainai gāzei **A**, kas ir elementa **B** augstākās oksidēšanās pakāpes oksīds.

1. Kas ir gāze **A** un elements **B**?
2. Paskaidrojiet, kādēļ izplūdes gāzes ir tik daudz gāzes **A**? Dodiet ķīmisko reakciju vienādojumu (-s)!

Par kaitīgāku izplūdes gāzes tiek uzskatīts cits elementa **B** oksīds – gāze **C**, ko gan parasti nesauc par siltumnīcas efekta gāzi.

3. Kas ir gāze **C**?
4. Ar kādu procesu saistīta **C** rašanās? Uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus **C** iegūšanai no elementa **B**, kā arī **C** pārvēršanai par gāzi **A**. Norādiet reakcijas apstākļus!

Citas siltumnīcas efekta gāzes, kas sastopamas izplūdes gāzēs ir elementa **D** oksīdi **E** (bezkrāsaina gāze) un **F** (brūngana gāze ar asu raksturīgu smaržu)!

5. Kas ir elements **D** un gāzes **E** un **F**?
6. Uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus, kas ataino, kā **E** un **F** veidojas iekšdedzes dzinējos! Atzīmējiet reakcijas apstākļus, kas nodrošina to veidošanos!

Tiek novērots, ka dabā saules gaismā skābekļa klātienē **E** un **F** ir līdzsvarā, ko nodrošina tas, ka tās viena par otru pārvēršas ķīmiskajās reakcijās.

7. Uzrakstiet ķīmisko reakciju vienādojumus, kas ataino aprakstīto a) **E** pārvēršanos par **F** un a) **F** pārvēršanos par **E**. Norādiet reakcijas apstākļus!

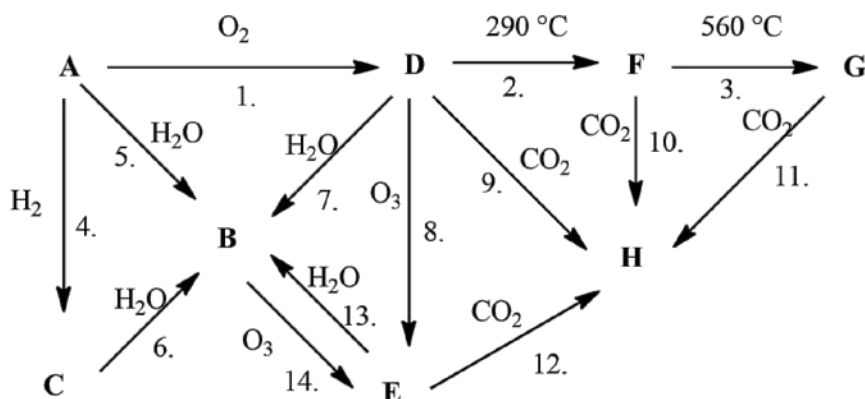
Dīzeļa dzinējos bez minētajām gāzēm papildus izdalās arī asa bezkrāsaina gāze **G**.

8. Kas ir gāze **G**? Kādēļ tā rodas tikai dīzeļa dzinējos?

Gan gāzes **E** un **F**, gan gāze **G** dabā ķīmisko reakciju rezultātā ar gaisā esošām vielām **H** un **I** izraisa vēl vienu antropogēnu postošu dabas parādību.

9. Kas ir **H** un **I**? Kas ir minētā dabas parādība?
10. Uzrakstiet aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!

Ar kādu metālu **A** iespējams veikt šādas ķīmiskās pārvērtības:



Zināms, ka šī metāla joni liesmu krāso violetā krāsā, kā arī tam ir zināmi 4 dažādi savienojumi ar skābekli (**D**, **F**, **G** un **E**), kur metāla **A** oksidēšanas pakāpe ir viena un tā pati.

1. Kas ir vielas **A** – **H**?
2. Uzrakstīt ķīmisko reakciju **1.** – **14.** reakciju vienādojums!
3. Uzrakstīt ķīmiskās reakcijas vienādojumu **C** reakcijai ar skābekli!
4. Uzrakstīt ķīmisko reakciju vienādojumus **D**, **F**, **G** un **E** reakcijai ar sālsskābi!

3. uzdevums

Zelta vidusceļš

21 punkts

Apskatīsim divas bināras ķīmiskas vielas **A** un **B**, kā arī bināru jonu **C**. Visiem šiem trim binārajiem savienojumiem ir kopīgs tas, ka to veidojošo elementu masas daļa katrā no savienojumiem ir 50,0%.

A ir gāzveida oksīds ar raksturīgu asu smaku. To iegūst, skābeklī sadedzinot ķīmisko elementu **D**. **A** oksidējot to var pārvērst citā **D** oksīdā **E**, kas istabās temperatūrā ir viskozs šķidrums. **E** reakcijā ar ūdeni iegūst stipru skābi **F**. **E** un **F** reakcijā savukārt iegūst gaisā kūpošu šķidru vielu **G**.

1. Kas ir viela **A**? Kas ir vielas **D** – **G**?
2. Kāds ir **G** nosaukums?
3. Attēlojiet **A** Luisa struktūrformulu! Kāda būs šīs molekulas telpiskā forma?

B ir tumši brūna cieta viela, viens no diviem metāla **H** savienojumiem ar elementu **D**. Dabā sastopams gan ir tikai otrs **H** un **D** savienojums **I**, kurā elementa **D** masas daļa ir 40,0%. **I** reakcijā ar ūdeņradi veidojas **H** un gāze ar nepatīkamu raksturīgu smaku **J**. Interesanti, ka **I** reakcijā ar skābekli tiek iegūts **H** oksīds **K**, kurā tā oksidēšanās pakāpe ir tāda, kā savienojumā **B**. Turpretī **I** reakcijā ar koncentrētu **F** rodas **H** oksīds **L** (kurā tā oksidēšanās pakāpe reakcijas laikā nav izmainījies), kā arī elements **D** un gāze **A**.

4. Kas ir viela **B**? Kas ir vielas **H** – **L**?
5. Uzrakstiet visu šajā rindkopā aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus!

Anjons **C** ir veidots no metāla **M** un nemetāla **N**, un faktiski tas ir kāda cita anjona **O** dimērs. Anjonā **O** metāla **M** masas daļa ir 42,9%. Vārot **O** ūdens šķīdumu notiek anjona sadalīšanās, un rodas metāla **M** hidroksīds, izdalās gāze **P** ar asu raksturīgu smaku, kas atkrāso fenolftaleīna ūdens šķīdumu, turklāt palikušais šķīdums reakcijā ar sudraba nitrātu veido baltas nogulsnes. Anjona **O** reakcijā ar diviem ekvivalentiem amonija hlorīda iespējams iegūt vienu no neitrāla kompleksā savienojuma **Q** izomēriem.

6. Kas ir anjons **C**? Kas ir savienojumi **M** – **Q**?

- Uzrakstiet visu šajā rindkopā aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus!
- Attēlojiet **C** un **O** Luisa struktūrformulas! Kāda būs šo jonu telpiskā forma?
- Kādi ir divi iespējamie **Q** izomēri? Nosauciet un telpiski uzskatāmi uzzīmējiet tos!

4. uzdevums

Safety first!

22 punkti

Senāk automašīnu gaisa spilvenu straujo piepūšanos nodrošināja kādas ķīmiskas vielas **A** elektroniski inducēta sadalīšanās. **A** ir binārs savienojums, kas sastāv no sārnu metāla **B** un nemetāla **C**, kur **C** masas daļa procentos ir 64,6%.

- Kas ir savienojums **A** un elementi **B** un **C**? Uzrakstiet **A** sadalīšanās ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Ja gaisa spilvenos tika lietota **A**, tajos bija jāiepilda arī kāda cita ķīmiskā viela. Viens no variantiem bija silīcija dioksīda pievienošana.

- Uzrakstiet ķīmiskās(-o) reakcijas(-u) vienādojumu(-s), kas apraksta iespējamās ķīmiskās pārvērtības, kas noris, ja reakcijā(-s) iespējams iesaistīties arī ūdenim!
- Kādēļ nepieciešama silīcija dioksīda pievienošana?

A rūpniecībā iegūst divu stadiju sintēzes procesā. Pirmajā solī tiek veikta **B** reakcija ar gāzi **D**, kas ir elementa **C** vispopulārākais savienojums ar ūdeņradi, iegūstot vielu **E**. Pēc tam **E** reakcijā ar gāzi **F**, kas ir elementa **C** oksīds ar zemāko oksidēšanās pakāpi, iegūst vielu **A**.

- Kas ir vielas **D** – **F**? Uzrakstiet aprakstītās sintēzes metodes ķīmisko reakciju vienādojumus!

A ūdenī disociē, izveidojot vājas skābes **G** anjonu **H**, turklāt šādā šķīdumā novērojama nepilnīga šīs skābes veidošanās hidrolīzē. Skābi **G** var iegūt, **A** reakcijā ar stiprām skābēm.

- Kāda ir skābes **G** un tās anjona **H** formula? Kā sauc šīs skābes sāļus?
- Attēlojiet anjona **H** Luisa struktūrformulu! Uzrakstiet iespējamās rezonanses struktūras!
- Attēlojiet skābes **G** Luisa struktūrformulu! Uzrakstiet iespējamās rezonanses struktūras!

5. uzdevums

Kā sasildīties vēsā ziemas vakarā?

18 punkti

Kalorimetrija ir metode, ar kuru iespējams noteikt dažādu procesu siltumefektus vai vielu siltumkapacitātes. Kā viens no visai plaši nosakāmiem kalorimetriskiem lielumiem ir vielu šķīšanas siltums. Tā noteikšanai iespējams izmantot pavisam vienkāršu kalorimetru, kas sastāv no izolējoša trauka, kas pildīts ar ūdeni, maisītāja, kā arī termometra. Šādā traukā ieberot vielu un tās šķīšanas laikā mērot temperatūras izmaiņas šķīdumā, iespējams noteikt molāro šķīšanas siltumu – siltuma daudzumu, kas izdalās vai tiek patērēts, izšķīdinot 1 molu vielas. Papildus gan parasti jāņem vērā, ka precīzu mērījumu veikšanai nepieciešams noteikt arī paša kalorimetra siltumkapacitāti, jo siltuma daudzums tiek patērēts vai izdalīts arī uzsildot vai atdzesējot paša kalorimetra sastāvdaļas. *Šajā uzdevumā pieņemiet, ka visu šķīdumu īpatnējā siltumkapacitāte ir vienāda ar ūdens siltumkapacitāti, kas ir $4,186 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.*

Lai noteiktu kalorimetra siltumkapacitāti, studente Ilva tajā ielēja 100,0 g ūdens, un pievienoja 2,000 g nātrija nitrāta, kura šķīšanas siltums ir $+20,50 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Šajā eksperimentā šķīduma temperatūra pazeminājās par $1,010 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Aprēķiniet eksperimentā izmantotā kalorimetra siltumkapacitāti!

Tālāk Ilva vēlējās noteikt nātrija hidroksīda šķīšanas siltumu. Šim mērķim viņa kalorimetrā ielēja 100,0 g ūdens, un pievienoja 2,000 g nātrija hidroksīda. Šajā eksperimentā šķīduma temperatūra paaugstinājās par $4,660 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Aprēķiniet nātrija hidroksīda šķīšanas siltumu!
- Kādēļ vienā no eksperimentiem temperatūra pazeminājās, bet otrā paaugstinājās? Kā to skaidrot saistībā ar vielu uzbūvi un šķīšanas laikā notiekošajām pārvērtībām?

Profesors Jānis nolēma Ilvas darbu sarežģīt, un nākamajā eksperimentā lika kalorimetrā iepildīt nevis ūdeni, bet 0,5 M sālskābes šķīdumu. Šādā eksperimentā pēc 2,000 g nātrija hidroksīda pievienošanas šķīduma temperatūra paaugstinājās par 10,700 °C.

4. Izskaidrojiet, kādēļ temperatūras izmaiņas bija atšķirīgas no iepriekšējā eksperimenta?
5. Kāda cita procesa siltumefektu bez šķīšanas siltuma jūs varat aprēķināt no šiem datiem? Aprēķiniet to!
6. Vai šis aprēķinātais otrs siltumefekts ir specifisks (derīgs tikai apskatītajai ķīmiskajai sistēmai) vai vispārlietojams (derīgs plašākai ķīmisko pārvērtību grupai)? Paskaidrojiet!

6. uzdevums

Katalizatora sintēze

15 punkti

11. klases skolnieces Ilze un Ilva izdomāja rakstīt zinātniski pētniecisko darbu par katalizatoriem. Meklējot informāciju par ķīmisko reakciju norisi teorijas apskatam, Ilze sastapās ar iepriekš nezināmo aktivācijas enerģijas jēdzienu.

1. Kas ir katalizators?
2. Kas ir aktivācijas enerģija?

Vēl viņa noskaidroja, ka ir ērti attēlot ķīmiskas reakcijas ar enerģētiskajām diagrammām, kur Ox ass ir reakcijas gaita, bet Oy – sistēmas enerģija.

3. Uzzīmējiet vispārīgo enerģētisko diagrammu endotermiskajai reakcijai; grafiski attēlojiet aktivācijas enerģiju un reakcijas siltumefektu.

Izlasot informāciju, ko bija atradusi Ilze, Ilva uzreiz nesaprata, kāpēc darbā par katalizatoriem jāapskata sistēmas enerģija reakcijas gaitā.

4. Uzrakstiet atbildi uz augstāk minēto jautājumu; uzzīmējiet vienas un tas pašas reakcijas vispārīgo enerģētisko diagrammu reakcijai ar un bez katalizatora (vienā koordināšu sistēmā).

Eksperimentālajā daļā meitenes sintezēja Adkinsa katalizatoru, kura ķīmiskā formula ir $A_2Cr_2O_5$, kur **A** ir nezināms metāls. Ilze un Ilva izšķīdināja 0,1 molu metāla **A** nitrāta un 15,21g amonija hromāta ūdenī, pievienoja 16,7 g amonjaka ūdens šķīduma un maisīja līdz izveidojas 0,1 mol sarkanbrūnas dubultsāļa **B** nogulsnes ar **A** masas daļu 29,61% un sāls **C**. Izkaršējot iegūtas nogulsnes 400°C temperatūrā, oksidēšanas-reducēšanas reakcijas beigās skolnieces ieguva 11,63g katalizatora.

5. Uzrakstiet **A**, **B**, **C** ķīmiskās formulas un **A**, **B**, **C** un sintezētā katalizatora IUPAC nosaukumus. Atbildi pamatojiet ar aprēķiniem.
6. Uzrakstīt notikušo reakciju vienādojumus; reakcijai šķīdumā uzrakstīt molekulāro un saīsināto jonu vienādojumu, oksidēšanas-reducēšanas reakcijai – molekulāro vienādojumu un jonu-elektronu bilanci.
7. Kāds ir reakcijas iznākums? Atbildi pamatojiet ar aprēķiniem.
8. Ar kādiem 2 reaģentiem var aizvietot amonija hromātu, lai reaģentu maiņa neietekmētu sintēzes produkta tīrību? Paskaidrojiet atbildi.

Valsts 57. ķīmijas olimpiādes uzdevumi 12. klasei

Kopā: 116 punkti

Maksimālais punktu skaits tiks reducēts uz 70 punktiem, reizinot ar koeficientu 0,6035, lai panāktu 70% ieguldījumu kopējā Valsts 57. ķīmijas olimpiādes punktu skaitā (atlikušos būs 30% iespējams iegūt laboratorijas darbos 23. martā).

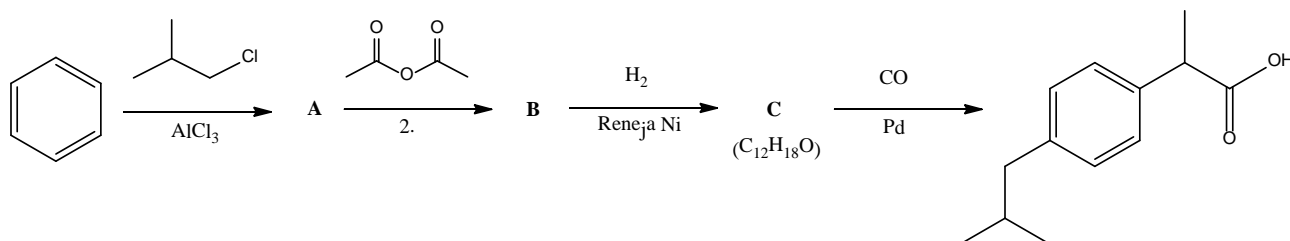
1. uzdevums *Pretvēža medikamenta meklējumos* 12 punkti

Vielas **X** ir farmaceutiski aktīvs savienojums, ko lieto vēža ārstēšanā. Sadedzinot 1,000 g vielas **X** rodas 1,1075 L (n.a.) ogļskābās gāzes, 0,58615 g ūdens, 0,23316 L (n.a.) brūnas gāzes **A** ar raksturīgu smaržu, kā arī 0,09058 g elementa **B** oksīds **C**. Zināms, ka **C** ir elementa **B** vienīgais stabils oksīds, kurā skābekļa masas daļa ir 68,95%. *Aprēķinos izmantojiet molmasas ar 2 cipariem aiz komata!*

1. Nosakiet, kas ir gāze **A**, elements **B** un oksīds **C**!
2. Nosakiet **X** molekulformulu, ja zināms, ka tā molekulā ietilpst 1 elementa **B** atoms!
3. Uzrakstiet vielas **X** sadegšanas ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

2. uzdevums *Nevienam nesagādās galvassāpes* 19 punkti

Apskatīsim ļoti populārā pretsāpju un pretiekaisuma līdzekļa ibuprofēna (kura iespējams Latvijā visplašāk zināmais zīmols ir *Nycomed* ražotais *Ibuprofen®*) sintēzi, kuras shēma dota zemāk. Šī sintēzes shēma tika piedāvāta kā “zaļā” ibuprofēna iegūšanas metode pēc tam, kad bija iestājies oriģinālā ibuprofēna patenta noiļgums.



1. Kas ir savienojumu **A**, **B** un **C**? Uzrakstiet to struktūrformulas!
2. Nosauciet savienojumus **A**, **B**, **C** un ibuprofēnu pēc IUPAC nomenklatūras!
3. Kuros no soļiem iespējama izomēru rašanās. Uzrakstiet visus iespējamus izomērus (t.sk. optisko izomērus), kas var rasties šajos soļos!
4. Pēc IUPAC nomenklatūras nosauciet 1. reakcijā lietoto hloru saturošo reaģentu.
5. Piedāvāriet metodi šī hloru saturošā reaģenta iegūšanai!

Parasti ibuprofēna sintēzi uzsāk no komerciāli plaši pieejamā savienojuma **A**.

6. Nosauciet vismaz divus kritērijus, kam vajadzētu izpildīties, lai sintēzes metodi varētu uzskatīt par “zaļu”!
7. Ja apskatām ibuprofēna iegūšanu 3 soļos sākot no **A**, kurš “zaļās” sintēzes kritērijs ir identificējams šai ibuprofēna sintēzes metodei?

3. uzdevums *Zelta vidusceļš* 21 punkts

Apskatīsim divas bināras ķīmiskas vielas **A** un **B**, kā arī bināru jonu **C**. Visiem šiem trim binārajiem savienojumiem ir kopīgs tas, ka to veidojošo elementu masas daļa katrā no savienojumiem ir 50,0%.

A ir gāzveida oksīds ar raksturīgu asu smaku. To iegūst, skābeklī sadedzinot ķīmisko elementu **D**. **A** oksidējot to var pārvērst citā **D** oksīdā **E**, kas istabās temperatūrā ir viskozs šķidrums. **E** reakcijā ar ūdeni iegūst stipru skābi **F**. **E** un **F** reakcijā savukārt iegūst gaisā kūpošu šķidru vielu **G**.

1. Kas ir viela **A**? Kas ir vielas **D** – **G**?
2. Kāds ir **G** nosaukums?
3. Attēlojiet **A** Luisa struktūrformulu! Kāda būs šīs molekulas telpiskā forma?

B ir tumši brūna cieta viela, viens no diviem metāla **H** savienojumiem ar elementu **D**. Dabā sastopams gan ir tikai otrs **H** un **D** savienojums **I**, kurā elementa **D** masas daļa ir 40,0%. **I** reakcijā ar ūdeņradi veidojas **H** un gāze ar nepatīkamu raksturīgu smaku **J**. Interesanti, ka **I** reakcijā ar skābekli tiek iegūts **H** oksīds **K**, kurā tā oksidēšanās pakāpe ir tāda, kā savienojumā **B**. Turpretī **I** reakcijā ar koncentrētu **F** rodas **H** oksīds **L** (kurā tā oksidēšanās pakāpe reakcijas laikā nav mainījiesies), kā arī elements **D** un gāze **A**.

4. Kas ir viela **B**? Kas ir vielas **H** – **L**?
5. Uzrakstiet visu šajā rindkopā aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus!

Anjons **C** ir veidots no metāla **M** un nemetāla **N**, un faktiski tas ir kāda cita anjona **O** dimērs. Anjonā **O** metāla **M** masas daļa ir 42,9%. Vārot **O** ūdens šķīdumu notiek anjona sadalīšanās, un rodas metāla **M** hidroksīds, izdalās gāze **P** ar asu raksturīgu smaku, kas atkrāso fenolftaleīna ūdens šķīdumu, turklāt palikušais šķīdums reakcijā ar sudraba nitrātu veido baltas nogulsnes. Anjona **O** reakcijā ar diviem ekvivalentiem amonija hlorīda iespējams iegūt vienu no neitrāla kompleksā savienojuma **Q** izomēriem.

6. Kas ir anjons **C**? Kas ir savienojumi **M** – **Q**?
7. Uzrakstiet visu šajā rindkopā aprakstīto pārvērtību ķīmisko reakciju vienādojumus!
8. Attēlojiet **C** un **O** Luisa struktūrformulas! Kāda būs šo jonu telpiskā forma?
9. Kādi ir divi iespējamie **Q** izomēri? Nosauciet un telpiski uzskatāmi uzzīmējiet tos!

4. uzdevums

Safety first!

22 punkti

Senāk automašīnu gaisa spilvenu straujo piepūšanos nodrošināja kādas ķīmiskas vielas **A** elektroniski inducēta sadalīšanās. **A** ir binārs savienojums, kas sastāv no sārnu metāla **B** un nemetāla **C**, kur **C** masas daļa procentos ir 64,6%.

1. Kas ir savienojums **A** un elementi **B** un **C**? Uzrakstiet **A** sadalīšanās ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

Ja gaisa spilvenos tika lietota **A**, tajos bija jāiepilda arī kāda cita ķīmiskā viela. Viens no variantiem bija silīcija dioksīda pievienošana.

2. Uzrakstiet ķīmiskās(-o) reakcijas(-u) vienādojumu(-s), kas apraksta iespējamās ķīmiskās pārvērtības, kas noris, ja reakcijā(-s) iespējams iesaistīties arī ūdenim!
3. Kādēļ nepieciešama silīcija dioksīda pievienošana?

A rūpniecībā iegūst divu stadiju sintēzes procesā. Pirmajā solī tiek veikta **B** reakcija ar gāzi **D**, kas ir elementa **C** vispopulārākais savienojums ar ūdeņradi, iegūstot vielu **E**. Pēc tam **E** reakcijā ar gāzi **F**, kas ir elementa **C** oksīds ar zemāko oksidēšanās pakāpi, iegūst vielu **A**.

4. Kas ir vielas **D** – **F**? Uzrakstiet aprakstītās sintēzes metodes ķīmisko reakciju vienādojumus!

A ūdenī disociē, izveidojot vājas skābes **G** anjonu **H**, turklāt šādā šķīdumā novērojama nepilnīga šīs skābes veidošanās hidrolīzē. Skābi **G** var iegūt, **A** reakcijā ar stiprām skābēm.

5. Kāda ir skābes **G** un tās anjona **H** formula? Kā sauc šīs skābes sāļus?
6. Attēlojiet anjona **H** Luisa struktūrformulu! Uzrakstiet iespējamās rezonanses struktūras!
7. Attēlojiet skābes **G** Luisa struktūrformulu! Uzrakstiet iespējamās rezonanses struktūras!

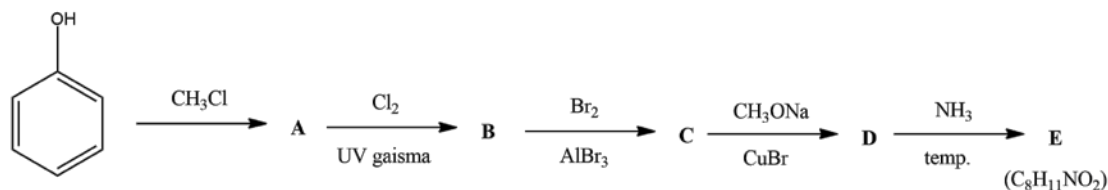
5. uzdevums

Īpaši asā sintēze

24 punkti

Kapsicīns ir čili piparu aktīvā sastāvviela. Zīdītājiem, to skaitā cilvēkiem, šī viela ir kairinoša un rada dedzinošu sajūtu jebkuriem audiem, kas nonāk ar to saskarē. Pamatojoties uz šo vielu (pareizāk – tās iedarbību) ir radīta piparu asuma skala (Skovila skala), kas mēra, cik ass ir konkrētais produkts vai ķīmiskā viela.

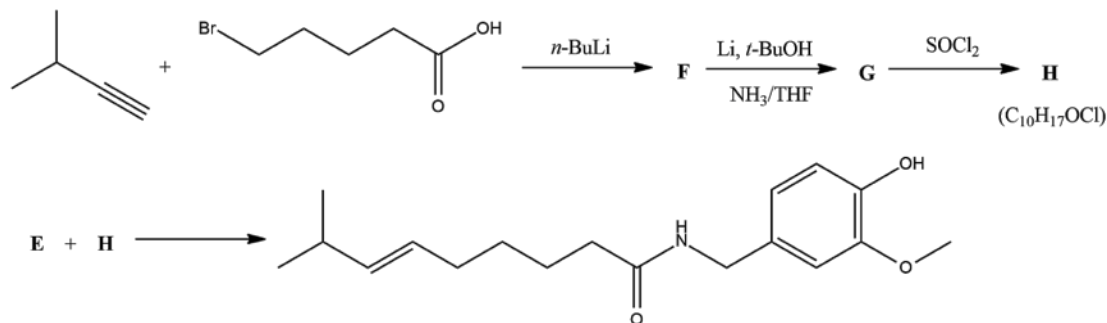
Kapsicīna sintēzei laboratorijā ir vairāki iespējamie ceļi. Apskatīsim vienu no tiem, un sāksim sa savienojuma **E** iegūšanu, ko var paveikt šādā ceļā no fenola.



Ņemiet vērā, ka a) no iegūtajiem **A** izomēriem tālāk tiek izmantots tikai *para* savienojums; b) nātrija metoksīds vara (I) bromīda klātienē darbojas kā specifisks broma aizvietotājs benzola gredzenā un c) amonjaks iesaistās nukleofilās aizvietošanās reakcijā.

1. Uzrakstiet savienojumu **A** – **E** struktūrformulas!
2. Nosauciet savienojums **A**, **B** un **E** pēc IUPAC nomenklatūras!
3. Pēc kādā mehānisma notiek katra no shēma dotajām 5 reakcijām?
4. Kāds katalizators jālieto reakcijā, kurā tiek iegūts savienojums **A**?
5. Kas mainītos, ja reakcijā, kurā tiek iegūts **B**, netiktu izmantots hlors UV gaismā, bet hlors katalizatora AlCl₃ klātienē?

Tālāk nepieciešams iegūt savienojumu **H**, un **H** un **E** reakcijā tiek iegūts kapsicīns.



Ņemiet vērā, ka a) *n*-BuLi pirmajā reakcijā darbojas kā stipra bāze, un savienojums **F** satur tikai trīs ķīmiskos elementus, un b) Li, *t*-BuOH ar sekojošu apstrādi ar NH₃/THF ir selektīva trīskāršās saites reducēšanas metode par dubultsaiti.

6. Uzrakstiet savienojumu **F** – **H** struktūrformulas!
7. Nosauciet savienojum **F** pēc IUPAC nomenklatūras!

6. uzdevums

Kā sasildīties vēsā ziemas vakarā?

18 punkti

Kalorimetrija ir metode, ar kuru iespējams noteikt dažādu procesu siltumefektus vai vielu siltumkapacitātes. Kā viens no visai plaši nosakāmiem kalorimetriskiem lielumiem ir vielu šķīšanas siltums. Tā noteikšanai iespējams izmantot pavisam vienkāršu kalorimetru, kas sastāv no izolējoša trauka, kas pildīts ar ūdeni, maisītāja, kā arī termometra. Šādā traukā ieberot vielu un tās šķīšanas laikā mērot temperatūras izmaiņas šķīdumā, iespējams noteikt molāro šķīšanas siltumu – siltuma daudzumu, kas izdalās vai tiek patērēts, izšķīdinot 1 molu vielas. Papildus gan parasti jāņem vērā, ka precīzu mērījumu veikšanai nepieciešams noteikt arī paša kalorimetra

siltumkapacitāti, jo siltuma daudzums tiek patērēts vai izdalīts arī uzsildot vai atdzesējot paša kalorimetra sastāvdaļas. Šajā izdevumā pieņemiet, ka visu šķīdumu īpatnējā siltumkapacitāte ir vienāda ar ūdens siltumkapacitāti, kas ir $4,186 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Lai noteiktu kalorimetra siltumkapacitāti, studente Ilva tajā ielēja 100,0 g ūdens, un pievienoja 2,000 g nātrija nitrāta, kura šķīšanas siltums ir $+20,50 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Šajā eksperimentā šķīduma temperatūra pazeminājās par $1,010 \text{ }^\circ\text{C}$.

1. Aprēķiniet eksperimentā izmantotā kalorimetra siltumkapacitāti!

Tālāk Ilva vēlējās noteikt nātrija hidroksīda šķīšanas siltumu. Šim mērķim viņa kalorimetrā ielēja 100,0 g ūdens, un pievienoja 2,000 g nātrija hidroksīda. Šajā eksperimentā šķīduma temperatūra paaugstinājās par $4,660 \text{ }^\circ\text{C}$.

2. Aprēķiniet nātrija hidroksīda šķīšanas siltumu!
3. Kādēļ vienā no eksperimentiem temperatūra pazeminājās, bet otrā paaugstinājās? Kā to skaidrot saistībā ar vielu uzbūvi un šķīšanas laikā notiekošajām pārvērtībām?

Profesors Jānis nolēma Ilvas darbu sarežģīt, un nākamajā eksperimentā lika kalorimetrā iepildīt nevis ūdeni, bet $0,5 \text{ M}$ sālsskābes šķīdumu. Šādā eksperimentā pēc 2,000 g nātrija hidroksīda pievienošanas šķīduma temperatūra paaugstinājās par $10,700 \text{ }^\circ\text{C}$.

4. Izskaidrojiet, kādēļ temperatūras izmaiņas bija atšķirīgas no iepriekšējā eksperimenta?
5. Kāda cita procesa siltumefektu bez šķīšanas siltuma jūs varat aprēķināt no šiem datiem? Aprēķiniet to!
6. Vai šis aprēķinātais otrs siltumefekts ir specifisks (derīgs tikai apskatītajai ķīmiskajai sistēmai) vai vispārlietojams (derīgs plašākai ķīmisko pārvērtību grupai)? Paskaidrojiet!