Eiropas Sociālā fonda Plus projekts Nr. 4.2.2.3/1/24/I/001 “Pedagogu profesionālā atbalsta sistēmas izveide”

Kods: _____	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

ĶĪMIJAS 66. OLIMPIĀDES

VALSTS POSMA 12. KLASES UZDEVUMI

1. uzdevums *1 = 1 ?* *11 punkti*

Sadedzinot 1,000 g kāda ogļūdeņraža **A** izdalījās 1,720 L (n.a.) ogļskābās gāzes un radās 0,692 g ūdens. 1,000 g **A** reaģē ar bromu attiecībā 1:1, šīs reakcijas pilnīgai īstenošanai nepieciešams pievienot 39,34 mL bromūdens (blīvums 1,30 g/mL), kurā broma masas daļa ir 3,00 %.

1. Nosaki **A** empīrisko formulu, molekulformulu, kā arī uzraksti tā struktūrformulu! *(3p)*

2. Uzraksti produktu **A** reakcijai ar bromūdeni. *Pieņem, ka blakusreakcijas ar ūdeni nenotiek!* *(2p)*

Atbalstītāji:

Atbilstoša katalizatora klātienē **A** reaģē ar vairākiem ekvivalentiem broma.

3. Uzraksti struktūru vielai, kura veidojas **A** reakcijā ar bromu atbilstoša katalizatora klātienē, un norādi tam piemērotu katalizatoru! *(1,5p)*

A reaģē arī ar bromūdeņradi HBr.

4. Uzraksti reakcijas produktu **A** reakcijai ar bromūdeņradi HBr. *(1p)*

Arī sadedzinot 1,000 g **A** maisījumu ar citu ogļūdeņradi **B** izdalījās 1,720 L (n.a.) ogļskābās gāzes un radās 0,692 g ūdens. **B** ir stabils plaši izmantots savienojums, kura molmasa ir mazāka par **A** molmasu. Arī **B** reaģē ar bromūdeni. 1,000 g **A** un **B** maisījuma reakcija ar bromu bez katalizatora norit pilnībā, kad pievienoti 121,9 mL bromūdens (blīvums 1,30 g/mL), kurā broma masas daļa ir 3,00 %.

5. Nosaki **B** molekulformulu! Uzraksti reakcijas produktu **B** reakcijai ar bromu. *(2,5p)*

6. Nosaki **A** masas daļu šajā maisījumā! *(2p)*

Kods: _____

2. uzdevums *OO? – OOO!* *14 punkti*

Ozons ir gaiši zila gāze ar ļoti raksturīgu smaržu. Tas ir radniecisks skābeklim (O_2). Dabā ozons ir sastopams zemes atmosfērā, kur tas UV starojuma un elektrisko izlāžu rezultātā veidojas no skābekļa. Ozonam piemīt spēcīgas oksidētāja īpašības, kas vienlaicīgi padara to ļoti noderīgu gan rūpniecībā, gan sintēzē, un bīstamu.

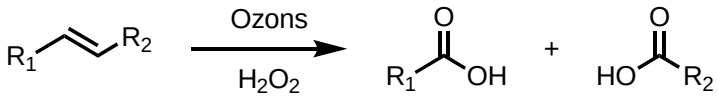
1. Kāda radniecība ir skābeklim (O_2) un ozonam? *(0,5p)*

2. Uzzīmē ozona Luisa formulu (neaizmirsti norādīt arī visus nedalītos elektronu pārus)! *(1,5p)*

Laboratorijas apstākļos ozona iegūšanai izmanto ozona ģeneratoru, kas, izmantojot elektrisko izlādi, ļauj iegūt to no skābekļa. Ķīmiķis Ansis vēlējās sintēzē izmantot ozonu. Lai pārbaudītu, ka ozons tiek iegūts, viņš ģeneratorā iegūto gāzi izlaida caur kālija jodīdu un cieti saturošu šķīdumu, un novēroja tumši zilu krāsojumu. Pēc reakcijas nosakot šķīduma vidi ar pH indikatora papīrīti, viņš novēroja, ka tas iekrāsojās zilā tonī.

3. Uzraksti notikušās reakcijas vienādojumu, un izskaidro Anša novērojumus! *(2p)*

Alkēni reaģēt ar ozonu, veidojot karbonskābes. Izmanto doto vispārīgo reakcijas shēmu un atbildi uz tālākajiem jautājumiem.



Pirmo eksperimentu Ansis veica ar cikloheksēnu. Caur cikloheksēnu saturošu šķīdumu viņš burbuļoja ozonu saturošo gāzu maisījumu, pēc tam šķīdumu apstrādājot ar ūdeņraža peroksīdu. Pēc reakcijas iegūtās skābes daudzumu Ansis noteica titrējot. Vidējais trīs atkārtojumos patērētais 0,150 M NaOH šķīduma tilpums bija 22,6 mL.

4. Aprēķini, cik grami cikloheksēna tika pārvērsti par karbonskābi! Uzzīmē iegūtās karbonskābes struktūrformulu un nosauc to atbilstoši IUPAC nomenklatūrai! *(3p)*

Tālāk Ansis vēlējās izmantot ozonu, lai noteiktu nezināmas polinepiesātinātas karbonskābes formulu. Ansis ņēma 0,100 molu šīs karbonskābes un veica tās reakciju ar ozonu un ūdeņraža peroksīdu. Kad visa skābe bija izreaģējusi Ansis bija ieguvis karbonskābju maisījumu. Lai neitralizētu šo skābju maisījumu viņš patērēja 0,700 molus KOH.

5. Cik karbonskābes grupas saturēja visi reakcijas produkti kopā? *(1p)*

6. Nosaki, cik dubultsaites saturēja Anša analizētā polinepiesātinātā karbonskābe? *(1p)*

Ansis noskaidroja, ka iegūtais maisījums sastāv no 3 dažādām karbonskābēm. Veicot reakciju atkārtoti ar 2,025 g polinepiesātinātās skābes, viņš ieguva 0,515 g skābes **A**, 2,27 g skābes **B** un 0,890 g skābes **C**. Zināms, ka organiskā skābe **A** ir vienvērtīga un sadzīvē plaši izmantota, ar raksturīgu asu smaku. Savukārt, skābes **B** daudzums (moli) bija 2 reizes lielāks nekā **A** vai **C** daudzums. Iegūtās skābes **A** neitralizēšanai patērēja 4,01 g 12,0 % KOH šķīduma.

7. Nosaki kādas skābes **A**, **B** un **C** Ansis bija ieguvis! *(4p)*

8. Balstoties uz noteiktajām skābēm, piedāvā vismaz vienu variantu, kāda varētu būt Anša analizētās skābes struktūrformula! *(1p)*

3. uzdevums *Binārie* *14 punkti*

Elementi **X** un **Y** veido dažādus binārus savienojumus, populārākie no kuriem ir **A**, **B** un **C**. Tabulā dota **X**:**Y** masas attiecības savienojumos **A** – **C**. **A** ir plaši lietota gāze ar asu smaku, savukārt **B** un **C** – gaistošas šķidras vielas (**B** viršanas temperatūra ir 114 °C un **C** tā ir 37 °C). **A** un **B** ūdens šķīdumā ir vājas bāzes, bet savienojums **C** – vāja skābe.

Sav.	m_X:m_Y
A	1:4,67
B	1:7,00
C	1:42,0

1. Uzraksti savienojumu **A** – **C** ķīmiskās formulas. *(3p)*

2. Attēlo savienojumu **A** – **C** Luisa struktūrformulu, skaidri parādi to telpisko uzbūvi! Vienai no molekulām ir iespējamas 2 stabilas rezonanses struktūras. Attēlo abas! *(4p)*

3. Savienojuma **C** sāļi satur anjonu **CAn**. Uzraksti tā ķīmisko formulu un uzzīmē tā Luisa struktūrformulu! *(1p)*

Savienojuma **C** sāļus izmanto, lai ātri iegūtu gāzveida vielu **D**. Sadaloties 10,0 gramiem kāda vienvērtīga metāla skābes **C** sāļa **E** radās 5,17 L (n.a.) gāzes **D**.

4. Uzraksti savienojumu **D** un **E** ķīmiskās formulas un **E** sadalīšanās reakcijas vienādojumu! *(2p)*

Savienojums **A** ir vāja bāze, kura bāzes disociācijas konstante K_b ir $1{,}78 \cdot 10^{-5}$.

5. Uzraksti **A** sajūgtās (konjugētās) skābes ķīmisko formulu! *(0,5p)*

6. Aprēķini pH šķīdumam, kurā **A** koncentrācija pirms disociācijas bija 0,0200 M! *(3,5p)*

Kods: _____

4. uzdevums *Par gaišāku nākotni!* *9 punkti*

Jaunajai Ķīmiķei Janai patīk izzināt reakcijas, kurās novēro luminiscenci jeb gaismas enerģijas izdalīšanos. Pētot literatūru, viņa uzgāja avotu, kas aprakstīja, kā slāpekļa (II) oksīda noteikšanai var izmantot tā reakciju ar ozonu, izmantojot novēroto luminiscenci.

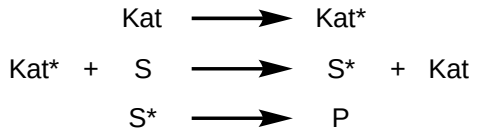
1. Uzraksti kāda ķīmiskā reakcija notiek starp slāpekļa (II) oksīdu un ozonu! *(1p)*

Zināms, ka no katras izreaģējušās slāpekļa (II) oksīda molekulas veidojas viens fotons (gaismas kvants). Šo sakarību Jana izmantoja analīzes veikšanai. Jana caur fotonu detektoru laida slāpekļa un slāpekļa (II) oksīda maisījumu ar plūsmas ātrumu 2,00 μL/min. Šajā laikā detektētā fotonu plūsmas vidējā vērtība bija $2{,}025 \cdot 10^{12}$ fotoni/s.

2. Nosaki cik liels tilpums gāzu maisījuma izplūda caur detektoru, ja eksperimenta ilgums bija 5 sekundes! *(1p)*

3. Nosaki slāpekļa (II) oksīda tilpumdaļu gāzu maisījumā! *(3p)*

Jānim, savukārt, patīk gaismu izmantot reakciju veikšanai. Īpašas vielas – fotokatalizatorus (shēmā – "Kat") – apstarojot ar gaismu, var panākt to aktivēšanu ("Kat*"). Šīm īpaši aktivētājām daļiņām tālāk piemīt spēja nodot enerģiju citai molekulai, substrātam "S", pārvēršot to par "S*", ar kuru tālāk notiek kāda reakcija, veidojot produktu "P".



Tomēr ne vienmēr visa absorbētā enerģija tiek patērēta lietderīgi. Daļa nonāk atpakaļ vidē kā siltums vai citas formas enerģija. Jānis vēlējās salīdzināt trīs dažādu fotokatalizatoru spēju nodrošināt kādas reakcijas norisi. Savstarpējai salīdzināšanai kā skaitlisku vērtību var izmantot kvantu iznākumu (Φ). To aprēķina izmantojot sekojošo vienādojumu.

$$\Phi = \frac{N_{produkts}}{N_{fotoni}} \cdot 100\%$$

Visos gadījumos viņš reakcijas veica 15 minūtes un šajā laikā vidējā fotonu plūsma no lampas bija $25 \cdot 10^{16}$ fotoni/s. Katrā no reakcijām Jānis izmantoja atšķirīgu izejvielas daudzumu.

4. Aprēķini, cik fotoni šajā laikā apstaroja reakcijas maisījumu! *(1p)*

5. Produktu iznākumu ar katru katalizatoru pēc 15 minūtēm Jānis apkopoja tabulā. Aprēķini katra fotokatalizatora kvantu iznākuma vērtību! *(2p)*

Katalizators	**Izejvielas daudzums, mmol**	**Produkta iznākums, %**
$[Ir(ppy)_3]$	0,182	36 %
$[Ru(bpy)_3Cl_2]$	0,096	21%
4CzIPN	0,431	16 %

6. Kurš no katalizatoriem visefektīvāk veica Jāņa apskatīto transformāciju? Pamato! *(1p)*

Kods: _____

5. uzdevums *Kompleksā mistērija* *10 punkti*

Komplekso savienojumu **A** un **B** ķīmiskais sastāvs ir identisks, taču to ķīmiskās un fizikālās īpašības ir atšķirīgas. **A** ir tumši zaļa viela, kuru karsējot novēro 13,5% masas zudumu, kas saistīts ar kādas bināras normālos apstākļos šķidras vielas **C** zaudēšanu. **A** šķīdumā ātri reaģē ar sudraba (I) nitrātu attiecībā 1:1, veidojot baltas nogulsnes **D**. Savukārt līdzīgos apstākļos karsējot violeto vielu **B** masas zudumu nenovēro, bet tā šķīdumā ar sudraba (I) nitrātu reaģē attiecībā 1:3, arī veidojot nogulsnes **D**.

Tāpat zināms, ka **A** ūdens šķīdumā maina krāsu no tumši zaļas uz gaiši zaļu un visbeidzot violetu, veidojoties **B**. Gaiši zaļās krāsas parādīšanās saistās ar starpprodukta **E** veidošanos.

Augstā temperatūrā gan **A**, gan **B**, zaudējot vielu **C** (atbilstošais masas zudums 40,6%), pārvēršas binārā vielā **F**, kurā metāla masas daļa ir 32,83%, un kurš arī reaģē ar sudraba (I) nitrātu attiecībā 1:3, veidojot nogulsnes **D**. Ilgstoši glabājot gaisā **F**, tas pārvēršas par **A**.

1. Uzraksti **A** – **F** ķīmiskās formulas! *(8p)*

Zināms, ka **A** patiesībā var pastāvēt divu izomēru **A1** un **A2** veidā.

2. Uzzīmē šo izomēru **A1** un **A2** katjonu telpiskās struktūras, kā arī savienojumu **B** un **E** katjonu telpiskās struktūras! *(2p)*

6. uzdevums *A^3 un Tu* *9 punkti*

Četri ķīmijas entuziasti Alma, Alvis, Alens un tu nolēma doties kopīgā ceļojumā uz Alpiem, lai ļautos ziemas priekiem. Par laimi jūs neaizmirsāt līdzi paņemt savas ķīmijas zināšanas!

Baudot Alpu neskarto pusi jūs nogriezāties nepareizi un apmaldījāties. Kamēr Alma pētīja līdzpaņemtās kartes, kā tikt atpakaļ līdz naktsmītnēm, viņa stipri nosaldēja rokas. Tu atceries, ka vienreizējie roku sildītāji patiesībā ir tikai kāds sāls un ūdens. Par laimi Alvis nekur nedodas bez savas mīļāko vielu kolekcijas – NaCl, $CaCl_2$, NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ un urīnvielas. Savukārt, Alens bez senas termodinamisko datu rokasgrāmatas.

1. Diemžēl senajā grāmatā šķīšanas entalpiju lapa sāļiem bija pazudusi. Palīdzi ceļa biedriem tās sarēķināt! *(2p)*

Padoms! Šķīšanas procesa aprakstīšanai izmanto vienādojumu:

$$Kat_xAn_{y(s)} \leftrightarrow xKat^{y+}_{(aq)} + yAn^{x-}_{(aq)}$$

Savukārt, reakcijas entalpijas aprēķināšanai:

$$\Delta H^o_{reakc.} = \sum n\Delta H^o_f(produkti) - \sum m\Delta H^o_f(izejvielas)$$

Sāls	ΔH^o_f**, kJ/mol**	**Jons**	ΔH^o_f**, kJ/mol**	**Viela**	$\Delta H^o_{šķīš.}$**, kJ/mol**
$NaCl_{(s)}$	-411,0	$Na^+_{(aq)}$	-239,7	NaCl	
$CaCl_{2(s)}$	-795,0	$Ca^{2+}_{(aq)}$	-543,0	$CaCl_2$	
$NH_4NO_{3(s)}$	-365,1	$NH_4^+{}_{(aq)}$	-132,8	NH_4NO_3	
$(NH_4)_2SO_{4(s)}$	-1180,9	$Cl^-_{(aq)}$	-167,4	$(NH_4)_2SO_4$	
		$NO_3^-{}_{(aq)}$	-206,6	*L*-alanīns	+9,50
		$SO_4^{2-}{}_{(aq)}$	-907,5	Etiķskābe	-1,51
				Glicerīns	-8,50
				Urīnviela	+15,39

2. Kuru no sāļiem izmantosiet, lai pagatavotu roku sildītāju? Pamato atbildi! Ja nesarēķini šķīšanas entalpijas sāļiem, izvēlies kuru organisko vielu izmantosiet! (2p)

3. Cik gramus šī sāļa ņemsiet, lai 100 g ūdens uzsildītu līdz vismaz 80 °C, ja ūdens sākotnējā temperatūra bija 10 °C! (Visos uzdevuma punktos pieņem, ka, lai 1 grama ūdens temperatūra izmainītos par 1 °C, tam jāpievada vai jāaizvada 4,09 J enerģijas) *Ja nesarēķini šķīšanas entalpijas sāļiem, aprēķini izvēlētās organiskās vielas masu!* *(3p)*

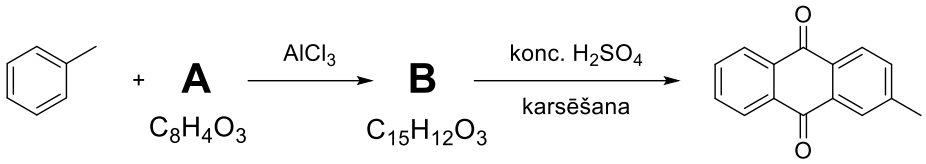
Tālumā jūs ieraugiet kādu pamestu būdiņu un nolemjiet doties tās virzienā, lai patvertos no sniega vētras. Pa ceļam Alvis nepamana akmens grēdu un pret to atsita celi. Jūs nolemiet pagatavot Alvim aukstuma kompresi.

4. Kuru no sāļiem izmantosiet un cik g tā ņemsiet, lai pagatavotu kompresi no 200 mL ūdens, kuras temperatūra būtu 0 °C (Ūdens sākotnējā temperatūra ir 10 °C)? *Ja nesarēķini šķīšanas entalpijas sāļiem, uzraskti kuru organisko vielu un kādu tās masu izmantosiet!* *(2p)*

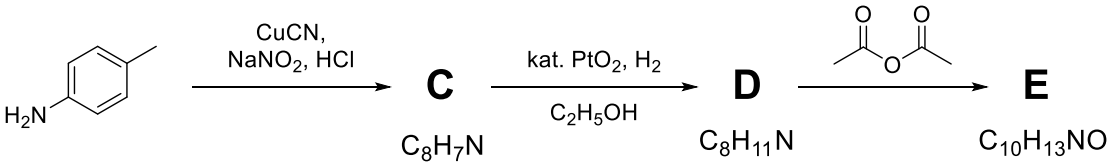
Par laimi nonākot būdiņā jūs sazinieties ar patruļas vienību un paspējat nokļūt atpakaļ tieši laikā uz Valsts ķīmijas olimpiādi!

7. uzdevums *Sentēvu ķīmija* *12 punkti*

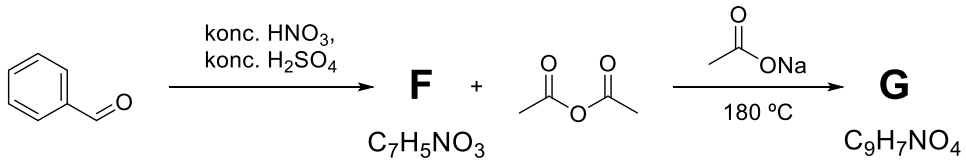
Šajā uzdevumā apskatīsim organiskās sintēzes metodes, kuras tika publicētas tieši pirms 100 gadiem – 1925.gadā!



1. Uzzīmē vielu **A** un **B** struktūras. *(3p)*



2. Uzzīmē vielu **C** - **E** struktūras. *(5p)*



3. Uzzīmē vielu **F** un **G** struktūras. *(4p)*