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 11. KLASES UZDEVUMI

1. uzdevums *Skābe kolbā* *9 punkti*

1,00 L kolbā ar pie korķa piestiprinātu platīna sietiņu iepildīja 17,0 g amonjaka un 64,0 g skābekļa, kolbu uzkarsēja līdz 800 °C temperatūrai, kā rezultātā amonjaks sadega skābeklī, platīna sietiņa klātienē veidojoties bezkrāsainai gāzei **A**. Kolbu atdzesējot, gāze **A** ātri pārvērtās sarkanbrūnā gāzē **B**. Kolbu nedaudz pasildot, **B** pilnībā pārvērtās par skābi **C**. Beigās iegūto maisījumu atdzesēja līdz 25 °C temperatūrai.

1. Uzraksti vielu **A** – **C** ķīmiskās formulas un visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus. *(6p)*

2. Aprēķini **C** masas daļu beigās iegūtajā tās šķīdumā! *(2p)*

3. Aprēķini spiedienu, kāds bija kolbā pēc aprakstītajām pārvērtībām. Ignorē gaistošu šķidru vielu piesātināta tvaika spiedienu! (1p)

Atbalstītāji:

2. uzdevums *Ķīmiķis Šerloks darbībā* *12 punkti*

Sadedzinot 10,0 g organiskas vielas rodas 13,03 L CO_2 (n.a.) un 10,47 g ūdens. Šīs organiskās vielas tvaiku blīvums pret slāpekli N_2 ir 3,07.

1. Aprēķini sadedzinātās vielas molmasu. *(0,5p)*

2. Aprēķini vielas empīrisko formulu un molekulformulu. *(2,5p)*

3. Noteiktajai molekulformulai atbilst savienojumi, kuri pieder pie 6 dažādām organisko savienojumu apakšklasēm (4 klases, divām no kurām iespējamas atšķirības arī citu funkcionālo grupu esamībā struktūrā). Katrai savienojumu apakšklasei uzzīmē vismaz 2 izomēru struktūrformulas! *(5p)*

Par sadedzināto vielu ir zināma šāda informācija: a) tas neatkrāso bromūdeni, b) to nevar reducēt, c) to var oksidēt, nesagraujot savienojuma pamatstruktūru un d) tam nav stereoizomēru.

4. Katram no punktiem (a) – (d) pieraksti, kuru(-as) no 6 savienojumu apakšklasēm tas izslēdz! *(2p)*

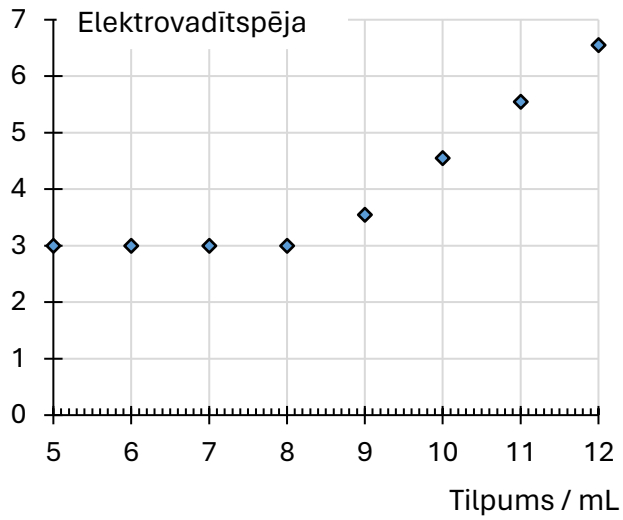
5. Nosaki sadedzinātā savienojuma struktūrformulu. Uzraksti tā nosaukumu pēc IUPAC nomenklatūras! *(1,5p)*

6. Uzzīmē tā struktūru pēc oksidēšanas? *(0,5p)*

3. uzdevums *Iekļaujošā titrēšana* *13 punkti*

Beigu punkta noteikšanai titrēšanā var izmantot gan atbilstoša indikatora krāsas maiņu, gan arī kāda fizikāla parametra mērījumus, kā tas apskatīts šajā uzdevumā.

Ņēma 10,00 mL nātrija hidroksīda parauga **P1**, ko pārnesa 100 mL mērkolbā un atšķaidīja līdz atzīmei. No mērkolbas titrēšanai ņem 10,00 mL šķīduma. Šo nātrija hidroksīda šķīdumu titrēja ar sālsskābi, kuras koncentrācija ir 0,0500 mol/L, mērot elektrovadīstspējas atkarība no pieliktā sālsskābes tilpuma, kas dots attēlā.



1. Uzraksti titrēšanas reakcijas vienādojumu! *(0,5p)*

2. No grafika nosaki titrēšanas reakcijas beigu tilpumu! *(1p)*

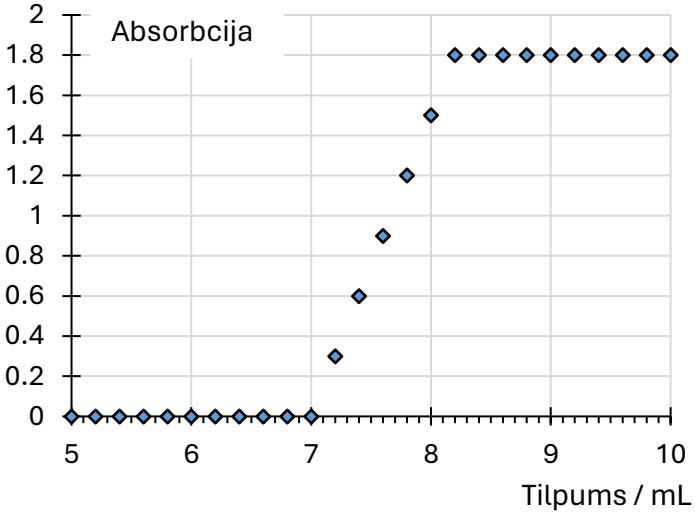
3. Nosaki nātrija hidroksīda koncentrāciju 100 mL mērkolbā. *(1p)*

4. Nosaki nātrija hidroksīda koncentrāciju oriģinālajā paraugā **P1**. *(0,5p)*

5. Uzraksti kādi joni nosaka elektrovadītspēju pirms titrēšanas sākuma, kādi titrēšanas laikā pirms stehiometriskā punkta sasniegšanas, un kādi joni pēc tā sasniegšanas! *(1,5p)*

Citā eksperimentā veica hlorīdu noteikšanu pēc Mora metodes: hlorīdus saturošam šķīdumam pievieno nedaudz kālija hromāta un titrē ar sudraba (I) nitrāta šķīdumu. Sākotnēji paraugā rodas baltas nogulsnes, bet pēc stehiometriskā punkta parādās sarkanbrūnas nogulsnes, kuru parādīšanos klasiskā variantā izmanto titrēšanas beigu punkta noteikšanai.

No 100 mL hlorīdus saturoša parauga **P2** ņēma 5,00 mL un pievienoja nedaudz kālija hromāta. Paraugu titrēja ar sudraba (I) nitrāta šķīdumu (c = 0,0200 mol/L) un titrēšanas laikā mērīja gaismas absorbciju pie 450 nm (kas atbilst sarkanbrūnā savienojuma absorbcijas maksimumam), iegūstot doto grafiku. Šķīdumu titrēšanas laikā intensīvi maisīja. Pieņem, ka nogulšņu veidošanās absorbciju neietekmē un ka nenotiek nevēlami blakusprocesi.



6. Uzraksti visu titrēšanā iesaistīto ķīmisko reakciju vienādojumus. *(1,5p)*

7. Izskaidro, kādēļ divos no apgabaliem absorbcija nemainās, bet līknes vidū tā lineāri pieaug! *(1,5p)*

Kods: _____

8. No grafika nosaki titrēšanas reakcijas beigu tilpumu! *(1p)*

9. Aprēķini hlorīdu koncentrāciju paraugā **P2**. *(1p)*

10. Aprēķini hlorīdu masas koncentrāciju γ (g/L) analizējamajā paraugā **P2**. *(1p)*

11. No grafika nosaki, kāda bija paraugam pievienotā kālija hromāta masa. *(1p)*

12. Vai hlorīdu noteikšanu pēc šīs metodes var veikt, mērot elektrovadītspēju? Uzzīmē atbilstošo titrēšanas līkni, kas parāda elektrovadītspējas atkarību no tilpuma! *(1,5p)*

4. uzdevums *Ieslodzītā gāze* *11 punkti*

Metāna hidrāts ir ciets savienojums, kurā ūdens kristāliskajā struktūrā ir ievietojušās metāna molekulas, veidojot ledum līdzīgu cietu vielu. Lielas šāda savienojuma atradnes sastopams okeānā zem okeāna gultnes nogulumiem, un ir noteikts, ka metāna daudzums tajās būtiski pārsniedz citās dabasgāzes atradnēs esošo metāna daudzumu.

Sadegot 1,000 g metāna hidrāta rodas 0,1872 L (n.a.) ogļskābā gāze.

1. Aprēķini metāna hidrāta ķīmisko formulu. *Padoms! Hidrātos ūdens molekulu skaits ne obligāti ir vesels skaitlis.* *(2p)*

2. Aprēķini metāna masas daļu metāna hidrātā. *(1p)*

Metāna hidrāta tipisks blīvums ir 0,92 g/cm^3.

3. Aprēķini metāna gāzes tilpumu (L) pie 100,0 kPa un 25 °C, ko satur 1,000 L metāna hidrāta. *(2p)*

Metāna hidrāts kristalizējas kubiskā struktūrā, kuras elementāršūnas malas garums ir 1,188 nm. Ideālas metāna hidrāta kristāliskās struktūras blīvums savukārt ir 0,948 g/cm^3.

4. Aprēķini cik metāna un cik ūdens molekulas ietilpst šīs vielas kubiskajā elementāršūnā. *(2p)*

Kods: _____

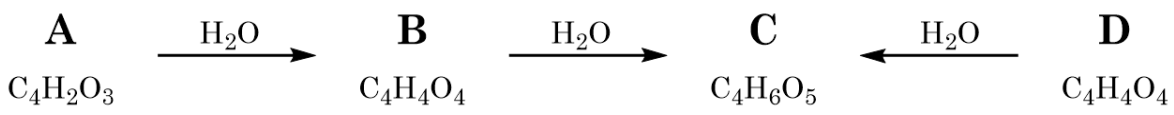
Zināms, ka metāna sadegšanā par gāzveida produktiem izdalītais siltuma daudzums ir 802 kJ/mol (t.i. sadegšanas entalpija $\Delta_{sad}H = -802$ kJ/mol). Šķidra ūdens iztvaicēšanai patērētais siltuma daudzums ir 40,7 kJ/mol (t.i. iztvaikošanas entalpija $\Delta_{iztv}H = +40{,}7$ kJ/mol). Metāna hidrāta sadalīšanai par metānu un šķidru ūdeni patērētais siltuma daudzums ir 53,3 kJ/mol (t.i. sadalīšanās entalpija $\Delta_{sad}H = +53{,}3$ kJ/mol). Ja nenoteici metāna hidrāta formulu, tālākajiem aprēķiniem pieņem, ka uz katru metāna molekulu tas satur 4 ūdens molekulas.

5. Aprēķini siltumu, kas saistīts ar pilnīgu 1 mola metāna hidrāta sadegšanu un ūdens pārvēršanu gāzes fāzē(t.i. sadegšanas entalpiju)! *(1,5p)*

6. Aprēķini siltuma daudzumu, kas izdalīsies, sadegot 1,00 cm^3 sašķidrināta metāna (blīvums = 0,423 g/cm^3) un 1,00 cm^3 metāna hidrāta! *Pieņem, ka gāzveida un šķidra metāna sadegšanas siltums ir vienāds!* *(2,5p)*

5. uzdevums *Ar skābēm nav viegli* *12 punkti*

Dota pārvērtību shēma starp četriem organiskiem savienojumiem:



B, **C** un **D** piemīt skābas īpašības. Katra no vielām **A** – **D** reaģē ar 2 ekvivalentiem nātrija hidroksīda. **A** nav Brensteda skābe, un tās reakcijā ar nātrija hidroksīdu rodas **B** nātrija sāls. **A** iegūst, dehidratējot **B**.

1. Uzzīmē **A**, **B**, **C**, **D** struktūrformulas. *(4p)*

2. Piedāvā reaģentu, ar kuru varētu atšķirt **C** no **D**. Uzraksti sagaidāmos novērojumus! *(1p)*

***Ievēro**! Tālāk vari risināt, arī ja vielas **A** – **D** neatšifrēji!*

Procesi **B** + H_2O ⇌ **C** un **C** ⇌ **D** + H_2O var būt apgriezeniski, t.i., līdzsvara reakcijas. Pieņemsim, ka noteiktos apstākļos līdzsvara konstante (K_c) pirmajai reakcijai ir $K_1 = 8{,}10 \cdot 10^{-4}$, bet otrajai $K_2 = 2600$. *Ievēro, ka šo konstanšu izteiksmēs parādās arī ūdens, jo šoreiz tas nav šķīdinātājs!*

3. Aprēķini līdzsvara konstanti reakcijai **C** ⇌ **B** + H_2O. *(1p)*

Ķīmiķis Žanis izšķīdināja vielu **C** atbilstošā šķīdinātājā un, lai ātrāk sasniegtu līdzsvaru, pievienoja katalizatoru. Pēc līdzsvara iestāšanās viņš konstatēja, ka šķīdums satur gan izejvielu **C**, gan abu iespējamo reakciju produktus **B** un **D**.

4. Aprēķini vielu **B** un **D** koncentrāciju attiecība ([**B**] : [**D**]) pēc līdzsvara iestāšanās! *(2p)*

Kods: _____

Žani interesēja iespēja skābi **B** pārvērst par tās izomēru **D**, izmantojot doto reakciju virkni. Viņš vēlējās uzzināt, kāds būs sagaidāmais reakcijas iznākums, ja 2,00 g **B** un 0,15 g H_2O izšķīdinātu 250 mL šķīdinātāja un ar katalizatora palīdzību ātri sasniegtu līdzsvaru. Tomēr visai drīz viņš saprata, ka, lai vienkāršotu aprēķinu, ir jāizdara kāds pieņēmums.

5. Kurš no pieņēmumiem ir atbilstošs dotajai situācijai? Izvēlieties vienu un īsi paskaidro! *(1p)*
   a. Pēc līdzsvara iestāšanās **B** koncentrācija ir niecīga
   b. Pēc līdzsvara iestāšanās **C** koncentrācija ir niecīga
   c. **C** un **D** koncentrācijas ir aptuveni vienādas visā reakcijas gaitā
   d. Abas reakcijas (**B** → **C** un **C** → **D**) notiek pilnībā

6. Izmanto attiecīgo pieņēmumu un aprēķini sagaidāmo **D** sintēzes iznākumu (%) brīdī, kad ir pilnībā iestājies līdzsvars! *(2p)*

7. Kas varētu palielināt **D** iznākumu šādā pārvērtībā? Izvēlies vienu vai vairākus! *(1p)*
   a. Lielāka **B** sākotnējā koncentrācija
   b. Mazāka **B** sākotnējā koncentrācija
   c. Lielāks izmantotais ūdens daudzums
   d. Pastāvīga **D** izvadīšana no reakcijas vides
   e. Efektīvāks katalizators

6. uzdevums *A-lu-mīni-mani?* *12 punkti*

Alumīniju iegūst no alumīnija rūdas jeb boksīta, kas sastāv no tādiem minerāliem kā gibsīta ($Al(OH)_3$), bērnīta un diaspora (divas AlO(OH) modifikācijas), kā arī hematīta Fe_2O_3, geotīta FeO(OH) un mālu minerālu piemaisījumiem.

Boksītu karsē kopā ar koncentrētu nātrija hidroksīda šķīdumu, šajā procesā veidojoties vielai **A**. Iegūto karsto maisījumu nofiltrē, atdalot tā sauktos "sarkanos dubļus". Filtrātu atdzesē, šajā procesā **A** sadaloties par kristālisku vielu **B**. Pēc nožāvēšanas iegūto **B** karsē, tam sadaloties par bināru savienojumu **C**.

Lai iegūtu tīru alumīniju, iegūto **C** izšķīdina izkausētā kriolītā (Na_3AlF_6), un kausējumā ievieto elektrodus: grafīta katodu un koksa (no akmeņoglēm iegūta oglekļa) anodu. Kausējumā notiek

elektrolīze, pie viena no elektrodiem veidojas īpaši tīrs alumīnijs, savukārt pie otra izdalās binära gāze **D**, šim elektrodam reakcijā pamazām izreaģējot. Gāzē **D** skābekļa masas daļa ir 72,7%.

1. Uzraksti vielu **A** – **D** ķīmiskās formulas! *(3p)*

2. Uzraksti visu aprakstīto ķīmisko pārvērtību reakciju vienādojumus (rakstot vienādojumus pieņem, ka boksīts sastāv tikai no gibsīta un hematīta)! *(2p)*

3. Pie kura no elektrodiem rodas alumīnijs, bet pie kura izdalās gāze **D**? Uzraksti pie elektrodiem notiekošo oksidēšanās vai reducēšanās reakciju vienādojumus! *(2p)*

Elektrolīzi parasti veic pie 4,7 V sprieguma un ar 100 kA strāvas stiprumu.

4. Aprēķini, cik ilgā laikā šādos apstākļos var iegūt 1,00 kilogramu alumīnija! *(1p)*

5. Kāds ir enerģijas patēriņš (kWh) 1,00 kg alumīnija iegūšanai, ja to veic augstāk minētajos apstākļos un nenotiek papildus enerģijas zudumi un blakusreakcijas? *(kWh = kW·h; Vats (W) ir jaudas mērvienība, un jauda ir strāvas un sprieguma reizinājums, 1 W = 1 A · 1 V)* *(1p)*

Kods: _____

Ņēma 1,00 tonnu boksīta, kas satur tikai gibsītu, bērnītu un hematītu un pēc aprakstītā procesa no tā ieguva 331 kg alumīniju. Noteica, ka šajā procesā radās 150 kg (masa pēc izžāvēšanas) sarkanie dubļi.

6. Aprēķini sākotnējo maisījuma sastāvu masas daļās, ja pieņem, ka visi procesi notika ar 100% iznākumu, un ar nātrija hidroksīdu reaģē tikai gibsīts un bērnīts! *(3p)*

7. uzdevums *Modes, mākslas un nāves krāsa* *11 punkti*

19. gadsimta sākumā radītā krāsviela **A**, saukta arī Parīzes zaļais, Francijā kļuva par modes kliedzienu – tas greznoja Versaļas pils tapetes, spožus balles tērpus un pat kūkas. Sezāns to uztriepa savām gleznām, dāmas to nēsāja ar apbrīnojamu pašpaļāvību, bet Parīzes kanalizācijā to izmantoja žurku iznīcināšanai. Nekas neatturēja augsto sabiedrību no krāsvielas **A** pielūgsmes, un tikai tad, kad cilvēki sāka noslēpumaini slimot un zinātnieki saprata, ka nav prātīgi elpot, nēsāt un ēst šo toksisko elementu **X** saturošo vielu, Parīzes zaļais tika pakāpeniski aizliegts.

Krāsvielu **A** iespējams iegūt no izejvielām **B**, **C** un **D**. Viela **B** ir ūdenī nešķīstošs melns oksīds, kurā metāla **Y** masas daļa ir 79,9%. **C** ir ikdienā plaši izmantots šķidrums ar raksturīgu asu smaku, un tam piemīt skābes īpašības. **D** ir ūdenī nešķīstošs balts oksīds, kurā elementa **X** masas daļa ir 75,7%. Sākumā **B** reakcijā ar koncentrētu **C** šķīdumu iegūst tumši zilu vielu **E** saturošu šķīdumu. Zilajam **E** šķīdumam pievienojot **D**, šķīdums atkrāsojas, izveidojoties zaļām nogulsnēm **A** un šķīdumā veidojoties arī vielai **F**.

Vielas **A** molmasa ir 1014 g/mol, un tā ir **Y** dubultsāls, kura sastāvā ietilpst divi dažādi anjoni. **X** saturošais anjons ir veidots no deviņiem atomiem, tas satur ciklisku fragmentu, un katrs **X** atoms tajā veido 3 saites. **X** oksidēšanās pakāpe šajā anjonā ir tāda pat kā savienojumā **D**.

1. Uzraksti toksiskā elementa **X** un vielu **B** – **F** ķīmiskās formulas! *(6p)*

2. Uzraksti no kādiem joniem ir veidota viela **A**. *(2p)*

3. Uzzīmē **X** saturošā anjona struktūru! *(1p)*

4. Uzraksti savienojuma **A** ķīmisko formulu! *(2p)*