

# LIETUVOS MOKINIŲ CHEMIJOS OLIMPIADOS II TURAS

2019 m. sausio 11 d.

11-12 klasės užduotys

Užduočių rinkinį sudaro 6 lapai, kuriuose pateikiamos 7 užduotys. Joms atlikti skiriamos 4 val. Nors 11 ir 12 klasės mokiniams pateikiamos vienodos užduotys, konkursas kiekvienai klasei vyksta atskirai. Bendras taškų skaičius 102. Atrankai rekomenduojame siųsti darbus, įvertintus 40 ir daugiau taškų. Sprendimai bus skelbiami internete: [www.olimpiados.lt](http://www.olimpiados.lt).

Užduotis parengė ir sėkmės linki: V. Kavaliauskas, R. Raudonis, E. Sipavičius, L. Šteinys, A. Vyšniauskas, R. Voronovič.

## 1 užduotis. Vienas iš keturių

Kiekvienam klausimui išrinkite vieną teisingą atsakymą. Parašykite klausimo numerį ir atsakymo variantą rodančią raidę.

**1.1.** Kam lygus indeksas  $n$  gliukozės formulėje  $\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_n-\text{CHO}$ ?

- A. 1                                      B. 2                                      C. 3                                      D. 4

**1.2.** Angliavandenio maltozės molekulinė formulė  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ . Kuris angliavandenis yra maltozės izomeras?

- A. Gliukozė                              B. Krakmolas                              C. Sacharozė                              D. Fruktozė

**1.3.** Kurio angliavandenilio virimo temperatūra žemiausia?

- A. heksano                              B. 2-metilpentano                              C. 2,2-dimetilbutano                              D. 3-metilpentano

**1.4.** Ką reiktų pakeisti, kad pasikeistų reakcijos  $2\text{SO}_2(\text{d}) + \text{O}_2(\text{d}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{d})$ ,  $\Delta H = -198 \text{ kJ/mol}$  pusiausvyros konstanta?

- A. Slėgį      B. Temperatūrą                              C.  $\text{SO}_2$  koncentraciją                              D. Tinka visi paminėti veiksniai

**1.5.** Į kurios druskos tirpalą reikia įdėti alavo plokštelę, kad plokštelės masė sumažėtų?

- A.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$                               B.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$                               C.  $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$                               D.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

**1.6.** Kokiu masių santykiu reikia sumaišyti 10% ir 60% azoto rūgšties tirpalus, jei reikia pagaminti 20% azoto rūgšties tirpalą?

- A. 1:3                              B. 3:1                              C. 1:4                              D. 4:1

**1.7.** Naudojant varinius elektrodus elektrolizuojamas vandeninis vario(II) chlorido tirpalas.

**a)** Kas vyksta prie neigiamojo elektrodo?

- A. Susidaro  $\text{H}_2$       B. Susidaro  $\text{Cl}_2$                               C. Susidaro  $\text{Cu}$                               D. Elektrodas tirps

**b)** Kas vyksta prie teigiamojo elektrodo?

- A. Susidaro  $\text{H}_2$       B. Susidaro  $\text{Cl}_2$                               C. Susidaro  $\text{Cu}$                               D. Elektrodas tirps

**1.8.** Kuri molekulė yra nepolinė?

- A.  $\text{H}_2\text{CO}$                               B.  $\text{CHCl}_3$                               C.  $\text{NH}_3$                               D.  $\text{SO}_3$

1.9. Apsvarstykite šiuos teiginius ir nuspręskite, kurie iš jų teisingi:

- I. Visi ryšiai tarp anglies ir deguonies jone  $\text{CO}_3^{2-}$  yra vienodo ilgio.
- II. Visi ryšiai tarp anglies ir deguonies molekulėje  $\text{CH}_3\text{COOH}$  yra vienodo ilgio.
- III. Visi ryšiai tarp anglies ir deguonies jone  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  yra vienodo ilgio.

- A. Tik I ir II      B. Tik I ir III      C. Tik II ir III      D. Visi

10 taškų

## 2 užduotis. Trumpai drūtai

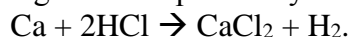
Parašykite klausimo numerį ir atsakymą. Sprendimo ar aiškinimo rašyti nereikia.

2.1. Deguonies masės dalis sočiajame vienhidroksilame alkoholyje 12,3%. Apskaičiuokite šio alkoholio molinę masę g/mol. Atsakymą suapvalinkite iki sveikojo skaičiaus.

2.2. Kiek daugiausia bromo  $\text{Br}_2$  gali prijungti 1 mol neciklinio angliavandenilio, kurio molekulinė formulė  $\text{C}_{14}\text{H}_{22}$ ? Atsakymą pateikite moliais.

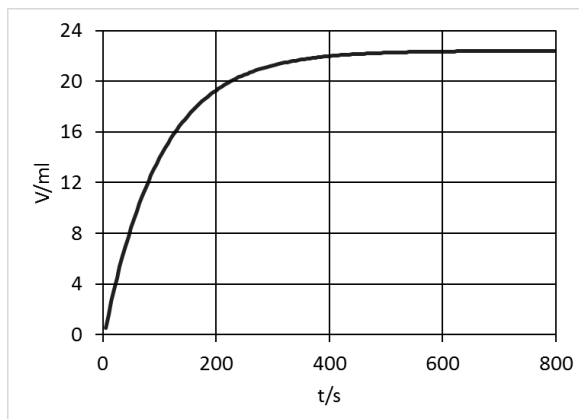
2.3. Kokiam kiekyje alkoholio  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  yra 30 mol vandenilio atomų? Atsakymą pateikite moliais.

2.4. Kalcio gabaliuką įdėjus į 6 ml 1 mol/l druskos rūgšties tirpalo vyko reakcija:



Grafike parodyta, kaip keitėsi išsiskiriančių vandenilio dujų tūris laikui bėgant. Tūris matuotas normaliosiomis sąlygomis.

- a) Kokia buvo į druskos rūgštį įdėto kalcio masė?
- b) Kiek molių druskos rūgšties liko nesureagavę?

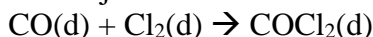


2.5. Kokia yra visų jonų bendra molinė koncentracija, jei 0,25 litrai tirpalo pagaminta ištirpinus 0,1 mol  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ir 0,2 mol  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ?

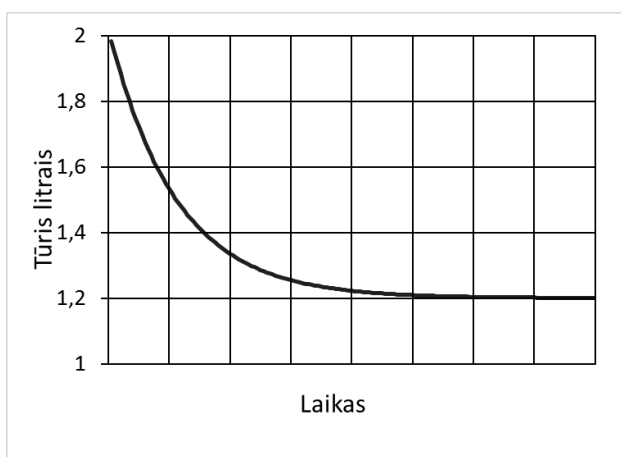
2.6. Fosgenas  $\text{COCl}_2$  – vertingas plastikų gamybai reikalingas junginys. Deja, jis turi ir savo „juodąją pusę“ – gali būti panaudotas ir kaip cheminis ginklas.

a) sudarykite fosgeno elektroninę (Luiso, Lewis) formulę.

b) Į laisvai kintančio tūrio indą, kuriame palaikoma pastovi temperatūra ir slėgis, įleista 1,0 litras CO ir 1,0 litras  $\text{Cl}_2$  dujų. Vyko reakcija:



Greta esančiame grafike parodyta, kaip laikui bėgant keitėsi dujų mišinio tūris. Kokia yra fosgeno išeiga procentais?



8 taškai

### 3 uždutis. Tebūnie šviesa

Senovėje žmonės tamsiuoju paros metu apšvietimui naudodavo žvakes, žibelines lempas ar netgi paprasčiausią laužą. Išmokus kasdienybėje pritaikyti elektros energiją, buvo sukurta pirmoji kaitrinė lemputė. Šiais laikais lempučių ir apskritai apšvietimo technologija yra labai ištobulėjusi: naudojamos halogeninės, dienos šviesos lempos, LED lemputės.

Pagrindinė kaitrinės lemputės dalis – volframo siūlelis. Per jį tekant elektros srovei, šis gali įkaisti iki maždaug 3000 °C temperatūros. Būtent volframas naudojamas todėl, kad šio metalo lydymosi temperatūra yra labai aukšta (3422 °C) ir lemputei šviečiant jis lieka kietosios būsenos. Kadangi siūlelis stipriai įkaista, labai svarbu, jog lemputės vidus būtų užpildytas tinkamomis dujomis.

**3.1.** Nurodykite, kuriomis iš išvardytų dujų negalima užpildyti lemputės vidaus: N<sub>2</sub>, Ar, O<sub>2</sub>, Xe ar Kr. Užrašykite reakcijos lygtį, parodančią, kas blogo nutiktų lemputės vidų užpildžius netinkamomis dujomis. Šioje reakcijoje susidaro junginys, kuriame volframo oksidacijos laipsnis yra VI.

**3.2.** Kiek elektronų sluoksnių turi volframo atomas?

**3.3.** Nurodykite, kiek protonų, neutronų ir elektronų turi dalelė <sup>180</sup>W<sup>4+</sup>.

**3.4.** Periodinėje lentelėje nurodyta volframo santykinė atominė masė 183,84. Gamtinis volframas yra 5 izotopų mišinys. Informacija apie šiuos izotopus ir jų paplitimą moliniais procentais pateikta žemiau esančioje lentelėje. Vietoj dviejų duomenų lentelėje parašyti klausukai. Skaičiavimais nustatykite, kas turi būti įrašyta klausukų vietoje: koks izotopo <sup>182</sup>W paplitimas ir kurio volframo izotopo simbolis praleistas.

W izotopas	<sup>180</sup> W	<sup>182</sup> W	<sup>183</sup> W	?	<sup>186</sup> W
W izotopo atominė masė	179,947	181,948	182,95		185,954
Paplitimas (mol %)	0,12	?	14,31	30,64	28,43

LED technologijoje naudojami įvairūs puslaidininkiniais savybėmis pasižymintys junginiai, nulemiantys LED lemputės skleidžiamos šviesos dažnį, t.y. spalvą. Pavyzdžiui, mėlynai šviesai išgauti naudojamas cinko selenidas ZnSe (t<sub>lyd</sub> = 1525<sup>0</sup>C) Žinoma, jog 1 cm<sup>3</sup> šios medžiagos yra 2,203·10<sup>22</sup> seleno atomų.

**3.5.** Apskaičiuokite cinko selenido tankį, išreikštą g/cm<sup>3</sup>.

**3.6.** Užrašykite cinko selenido susidarymo iš vieninių medžiagų reakcijos lygtį (nurodykite agregatines būsenas). Nurodykite, kas šioje reakcijoje yra oksidatorius, o kas – reduktorius.

ZnSe gabalėlis buvo įmestas į druskos rūgšties tirpalo perteklių. Susidarė 2,4 l (n.s.) nuodingų nemalonaus kvapo dujų.

**3.7.** Užrašykite vykusios reakcijos bendrąją lygtį. Nurodykite medžiagų agregatines būsenas.

**3.8.** Apskaičiuokite kokia buvo rūgštyje ištirpinto ZnSe gabalėlio masė.

18 taškų

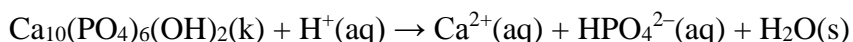
#### 4 uždutis. Dantų emalis

Dantų emalis – kiečiausia žmogaus organizme randama medžiaga. Jis apsaugo dantis nuo pažeidimų. Didžiąją emalio dalį sudaro medžiaga, kurios cheminė formulė  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Netinkamai prižiūrint dantis rūgštys pamažu tirpina emalį ir tuomet gali atsirasti dantų ėduonis. Didžiausias emalio priešas – cukrus. Dėl saldaus maisto aplink dantis susidaro apnašos, kuriose bakterijos sunaudoja cukrų ir išskiria 2-hidroksipropano rūgštį  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ .

4.1. Parašykite nesutrumpintą struktūrinę formulę:

a) propano rūgštis; b) 2-hidroksipropano rūgštis.

Emalio tirpimo sutrumpinta, neišlyginta joninė lygtis gali būti užrašyta taip:



4.2. Išlyginkite reakcijos lygtį.

4.3. Apskaičiuokite kiek gramų emalio gali ištirpinti 1 g vandenilio jonų.

Emalis pradeda tirpti jei burnoje pH nukrenta žemiau 5,5. Išgėrus saldaus gazuoto gėrimo pH nukrenta nuo 7 iki 4.

4.4. Kiek kartų padidėja  $\text{H}^+$  jonų koncentracija išgėrus saldaus gazuoto gėrimo?

Seilės pamažu šalina rūgštį iš burnos. Kas 3 min rūgštis koncentracija burnoje vis sumažėja po 2 kartus.

4.5. Po kiek apytiksliai minučių burnos gleivinės pH vėl padidės nuo 4 iki 7?

Elementas **X** yra labai svarbus dantims. Elemento **X** jonas reaguoja su emaliu, pakeičia  $\text{OH}^-$  jonus ir sudaro junginį, kuris gerokai atsparesnis rūgščių poveikiui. Jei elemento **X** jonai pakeičia visus  $\text{OH}^-$  jonus, emalio masė padidėja 0,4%.

4.6. Atlikdami skaičiavimus nustatykite elementą **X**.

15 taškų

#### 5 uždutis. Benzenkarboksirūgštis

Benzenkarboksirūgštis  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  buvo atrasta jau XVI amžiuje. Tai įvairiuose maisto produktuose natūraliai aptinkama rūgštis. Jos gausiai galima rasti spanguolėse, mažesniais kiekiais avietėse, slyvose, cinamone. Kadangi ji pasižymi priešgrybeliniu ir antibakteriniu poveikiu, maisto pramonėje naudojama kaip konservantas.

Siekdamas nustatyti benzenkarboksirūgštis kiekį spanguolėse chemikas paėmė 250 g spanguolių. Atliekęs ekstrakciją iš jų gavo 50 ml tūrio tirpalą su nežinomu benzenkarboksirūgštis kiekiu. Rūgštis kiekį chemikas nustatė titravimo būdu – į gautą tirpalą lašino 0,20 mol/l koncentracijos NaOH tirpalo. Visai rūgščiai sureaguoti prireikė 5,0 ml 0,20 mol/l NaOH tirpalo.

5.1. Apskaičiuokite 0,20 mol/l NaOH tirpalo pH.

5.2. Užrašykite titravimo metu vykusios reakcijos bendrąją lygtį.

5.3. Apskaičiuokite benzenkarboksirūgštis masės dalį (procentais) spanguolėse.

5.4. Titruodamas benzenkarboksirūgštis tirpalą chemikas matavo pH. Ekvivalentiniame taške, t.y. tada, kai visa benzenkarboksirūgštis sureagavo, tirpalo pH buvo 8,23. Užrašykite reakcijos lygtį, kuri paaiškintų, kodėl ekvivalentiniame taške pH nėra lygus 7.

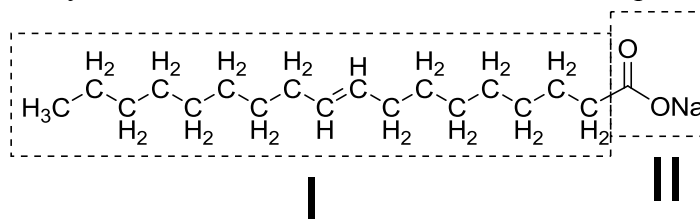
Benzenkarboksirūgšties molekulių  $C_6H_5COOH$  antibakterinis poveikis yra stipresnis, nei benzenkarboksilato jonų  $C_6H_5COO^-$ . Vadinasi, reguliuodami tirpalo terpę galime keisti benzenkarboksirūgšties antibakterinį aktyvumą.

**5.5.** Apskaičiuokite koks turi būti terpės pH, kad 95 proc. benzenkarboksirūgšties būtų nejonizuotos (molekulinės) formos. Benzenkarboksirūgšties jonizacijos konstanta  $K_a = 6,3 \cdot 10^{-5}$ .

14 taškų

### 6 uždutis. Muilas

Muilas gali būti gaminamas iš daugybės įvairių riebalų ir aliejų, pvz., palmių aliejaus, kokosų aliejaus, laurų aliejaus, gyvulinių taukų. Itin švelnus muilas yra gaminamas iš alyvuogių aliejaus. Tokio muilo pagrindinė sudedamoji dalis yra natrio oleatas, kurio struktūrinė formulė pavaizduota žemiau:



Natrio oleato struktūrą galime suskirstyti į dvi dalis: „uodegą“ (pažymėtą **I**) ir „galvą“ (pažymėtą **II**).

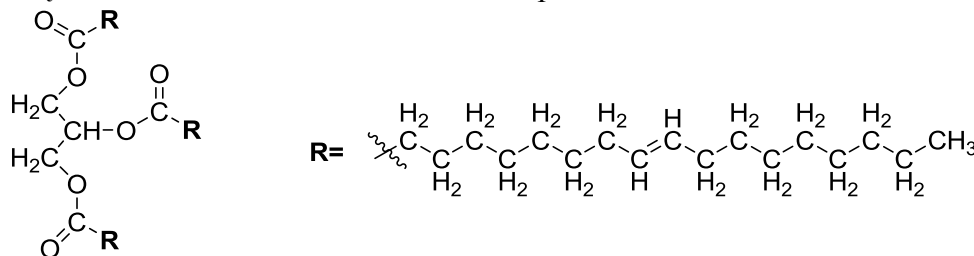
**6.1.** Pasirinkite teisingą variantą:

- |                                |                |                 |                |
|--------------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| a) Natrio oleato „uodega“ yra: | A. lipofilinė  | B. hidrofilinė  | C. amfifilinė  |
| b) Natrio oleato „galva“ yra:  | A. lipofilinė  | B. hidrofilinė  | C. amfifilinė  |
| c) Visas oleato jonas yra:     | A. lipofilinis | B. hidrofilinis | C. amfifilinis |

**6.2.** Ar normaliomis sąlygomis natrio oleatas reaguoja su:

- |  |             |               |
|--|-------------|---------------|
| a) $Cl_2$ dujomis ultravioletinėje šviesoje; | A. Reaguoja | B. Nereaguoja |
| b) metilbenzenu;                             | A. Reaguoja | B. Nereaguoja |
| c) $Br_2$ vandeniniu tirpalu;                | A. Reaguoja | B. Nereaguoja |
| d) $Na_2SO_4$ ;                              | A. Reaguoja | B. Nereaguoja |

Natrio oleatas yra gaminamas natrio hidroksidu veikiant pagrindinę alyvuogių aliejaus sudedamąją dalį – gliceriltrioleatą. Gliceriltrioleato struktūrinė formulė pavaizduota žemiau:



**6.3.** Alyvuogių aliejus yra klampus skystis, kuris naudojamas kaip kuras aliejinėse lempos. Molekulinėmis formulėmis užrašykite gliceriltrioleato degimo reakcijos lygtį.

**6.4.** Struktūrinėmis formulėmis užrašykite reakcijos lygtį tarp gliceriltrioleato ir natrio hidroksido. Šios reakcijos metu be natrio oleato susidaro dar vienas organinis produktas. Parašykite jo pavadinimą.

6.5. Apskaičiuokite masę natrio oleato, gaunamo iš 50,0 g gliceriltrioleato jam reaguojant su natrio hidroksidu.

6.6. Kokiomis savybėmis pasižymi vandeninis natrio oleato tirpalas?

A. rūgštinėmis

B. neutraliomis

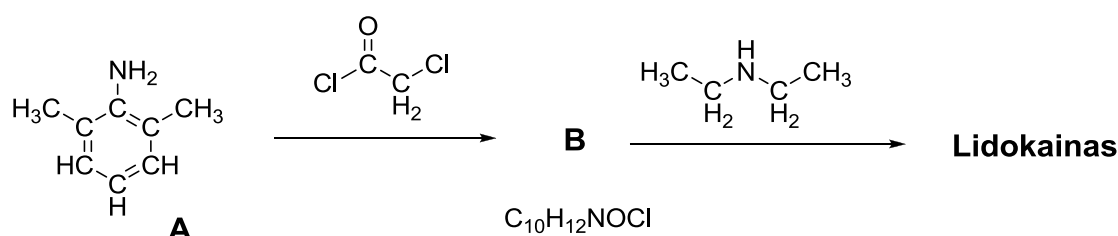
C. bazinėmis

6.7. Oleino rūgšties jonizacijos konstanta yra lygi  $K_a = 9,6 \cdot 10^{-6}$ . Apskaičiuokite 0,10 mol/l natrio oleato vandeninio tirpalo pH.

20 taškų

### 7 uždutis. Kai žimos ligos užpuola...

Suskaudus gerklei dažnas griebiasi įvairių tablečių, gerklės purškalo, kurie padėtų kovoti su gerklėje apsigyvenusiomis bakterijomis bei sumažintų nemalonų gerklės skausmą. Ant dažno tokio vaisto dėžutės galima pastebėti, jog sudėtyje yra lidokaino, kuris ir padeda sumažinti skausmą. Šis junginys savo funkciją atlieka blokuodamas natrio kanalų veiklą ir tokiu būdu stabdydamas nervinių impulsų perdavimą. Pramonėje lidokainas sintetinamas gana paprastu būdu iš junginio **A** ir chloracetilchlorido. Šiems reaguojant tarpusavyje susidaro junginys **B**, kuriam reaguojant su dietilaminu susidaro lidokainas. Sintezės schema pateikta žemiau:



7.1. Pavadinkite junginį **A**.

7.2. Koks mažamolekulinis junginys susidaro reakcijos iš **A** į **B** metu?

Chloroacetilchloridas įdomus tuo, kad vienoje molekulėje yra du C-Cl ryšiai, taigi teoriškai abu šie ryšiai gali dalyvauti cheminėse reakcijose. Tačiau iš tiesų šie du C-Cl ryšiai nėra vienodi. Vienas yra gerokai reaktingesnis už kitą ir žymiai labiau linkęs dalyvauti cheminėse reakcijose. Reakcijos iš **A** į **B** metu būtent ir reaguoja reaktingesnis chloroacetilchlorido C-Cl ryšys. Junginyje **B** reakcijos metu susidariusi funkcinė grupė yra labai dažnai randama baltymų molekulėse.

7.3. Pavadinkite reakcijos iš **A** į **B** metu junginyje **B** susidariusią funkcinę grupę.

7.4. Pavaizduokite junginio **B** bei lidokaino struktūrines formules.

7.5. Pavaizduokite struktūrinę formulę ir pavadinkite junginį, kuris susidarytų vienai chloroacetilchlorido molekulei reaguojant su viena vandens molekule.

7.6. Grynas lidokainas yra beveik netirpus vandenyje. Kuriame iš šių vandeninių tirpalų lidokainas ištirptų: 5% HCl ar 5% NaOH? Struktūrinėmis formulėmis užrašykite reakcijos lygtį, parodančią, kodėl lidokainas ištirptų.

Pirokainas tiek savo struktūra tiek poveikiu organizmui panašus į lidokainą. Pirokainas gaunamas junginiui **B** reaguojant su antriniu aminu **C**, kurio molekulinė formulė  $\text{C}_4\text{H}_9\text{N}$  ir kurio struktūroje nėra nei  $\pi$  ryšių, nei pirminių anglies atomų.

7.7. Pavaizduokite amino **C** struktūrinę formulę.

17 taškų