LIETUVOS MOKINIŲ CHEMIJOS OLIMPIADOS II TURAS

2020 m. sausio 10 d.

11-12 klasės užduotys

Užduočių rinkinį sudaro 7 lapai, kuriuose pateikiamos 7 užduotys. Joms atlikti skiriamos 4 val. Atlikdami 1-ą ir 2-ą užduotis pateikite tik atsakymus. O pradedant nuo 3 užduoties reikia pateikti nuoseklius sprendimus. Nors 11 ir 12 klasės mokiniams pateikiamos vienodos užduotys, konkursas kiekvienai klasei vyksta atskirai. Bendras taškų skaičius 98. Atrankai rekomenduojame siųsti darbus, įvertintus 40 ir daugiau taškų. Sprendimai bus skelbiami internete: www.olimpiados.lt.

Užduotis parengė ir sėkmės linki: B. Chatinovska, E. Ežerskytė, D. Kamyšanskij, V. Kavaliauskas, L. Neverdauskas, D. Narkevičius, R. Raudonis, L. Šteinys.

1 užduotis. Vienas iš keturių

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

1.1. Kiek elektronų turi oksonio jonas H_3O^+?

A. 9 B. 10 C. 11 D. 12

1.2. Kuris junginys turi du struktūrinius izomerus?

A. C_3H_7Br B. C_2H_6 C. C_3H_8 D. C_2H_5Br

1.3. Kuri molekulė yra polinė?

A. Sieros(IV) oksido SO_2
B. Anglies(IV) oksido CO_2
C. 1,4-dichlorbenzeno $C_6H_4Cl_2$
D. Metano CH_4

1.4. Keturiuose vienodo tūrio vandens mėginiuose ištirpinta po 1 mol medžiagos. Kuriuo atveju susidariusio tirpalo pH bus mažiausias?

A. Na_2O B. Na_2O_2 C. H_2S D. HI

1.5. Kurio junginio tirpalą paveikus druskos rūgštimi skiriasi supuvusio kiaušinio kvapo dujos?

A. $Na_2CO_3(aq)$ B. $Na_2S(aq)$ C. $Na_2SO_3(aq)$ D. $Na_2S_2O_3(aq)$

1.6. Kurio junginio tirpalą paveikus druskos rūgštimi susidaro nuosėdos ir jaučiamas kvapas?

A. $Na_2CO_3(aq)$ B. $Na_2S(aq)$ C. $Na_2SO_3(aq)$ D. $Na_2S_2O_3(aq)$

1.7. Kuri dalelė gali dalyvauti redukcijos, bet negali dalyvauti oksidacijos procese?

A. NO_3^- B. NO_2 C. NO_2^- D. NH_4^+

1.8. Kurios medžiagos tirpalo įpylus į $BaCl_2(aq)$ tirpalą nesusidarys nuosėdų?

A. Na_2CO_3 B. Na_2SO_4 C. H_2SO_4 D. HNO_3

1.9. Junginiui **X** reaguojant su parūgštinto kalio dichromato $K_2Cr_2O_7$ tirpalo pertekliumi susidaro junginys **Y**. Junginiui **Y** reaguojant su natrio karbonato Na_2CO_3 tirpalu skiriasi CO_2 dujos. Junginys **X** yra:

A. CH_3CH_2COOH
B. $CH_3CH_2CH_2OH$
C. $CH_3CH(OH)CH_3$
D. $(CH_3)_3COH$

1.10. Kurį alkoholį kaitinant su koncentruota sieros rūgštimi susidarys tik vienas alkenas?

A. $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$
B. $CH_3CH_2CH_2CH(OH)CH_3$
C. $CH_3CH_2CH_2OH$
D. $(CH_3CH_2)_2C(OH)CH_3$

1.11. Kuri schema rodo redukcijos procesą?

A. $Fe \rightarrow Fe^{3+}$
B. $MnO_4^{2-} \rightarrow MnO_2$
C. $SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$
D. $CH_3OH \rightarrow HCOOH$

1.12. Reaktoriuje vyko reakcija: $2SO_2(d) + O_2(d) \rightleftharpoons 2SO_3(d)$, $\Delta H = -198$ kJ/mol. Nusistovėjus pusiausvyrai į reaktorių papildomai įpūsta deguonies dujų, bet palaikomas nekintamas tūris ir temperatūra. Dėl šio poveikio:

	SO_3 kiekis reaktoriuje	Pusiausvyros konstanta
A	Didės	Didės
B	Mažės	Mažės
C	Didės	Nesikeis
D	Mažės	Nesikeis

1.13. Reaktoriuje vyko reakcija: $2SO_2(d) + O_2(d) \rightleftharpoons 2SO_3(d)$, $\Delta H = -198$ kJ/mol. Nusistovėjus pusiausvyrai buvo padidinta temperatūra. Dėl šio poveikio:

A. Tiesioginės reakcijos greitis padidėja, o atvirkštinės sumažėja
B. Tiesioginės reakcijos greitis sumažėja, o atvirkštinės padidėja
C. Padidėja abiejų reakcijų greičiai, bet atvirkštinės reakcijos greitis padidėja daugiau kartų, nei tiesioginės
D. Sumažėja abiejų reakcijų greičiai, bet tiesioginės reakcijos greitis sumažėja daugiau kartų, nei atvirkštinės

1.14. Kuriame junginyje yra ir joninių, ir kovalentinių ryšių?

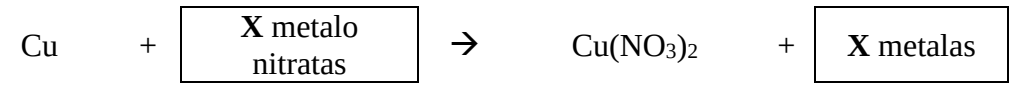
A. NaCl B. CH_3Cl C. CH_3COCl D. $NaClO_4$

14 taškų

2 užduotis. Trumpai

Parašykite klausimo numerį ir atsakymą. Šioje užduotyje sprendimo ar aiškinimo rašyti nereikia.

2.1. Reakcijos schema:



a) Koks metalas gali būti **X**? Pateikite vieną pavyzdį.

b) Kaip vadinamos tokio tipo reakcijos?

2.2. Alkano degimo reakcijos lygtis: $C_xH_{2x+2} + __O_2 \rightarrow __CO_2 + __H_2O$. Parašykite molekulinę formulę alkano, kurio 1 mol degimo lygtyje mažiausias sveikasis koeficientas prie deguonies yra lygus 11.

2.3. Azoto masės dalis diamine 27,45%. Apskaičiuokite šio diamino molinę masę g/mol. Atsakymą suapvalinkite iki sveikojo skaičiaus.

2.4. Pereinamojo metalo jono X^{2+} elektroninė konfigūracija $[Ar]3d^6$. Parašykite X elemento atominį skaičių.

2.5. Metano degimo lygtis: $CH_4(d) + 2O_2(d) \rightarrow CO_2(d) + H_2O(s)$; $\Delta H° = -890$ kJ

Kiek šilumos (kJ) išsiskiria, jei degant sunaudojama 3 mol deguonies dujų?

2.6. Žinomos šios standartinės susidarymo entalpijos:

Medžiagos formulė	$C_2H_6(d)$	$O_2(d)$	$CO_2(d)$	$H_2O(s)$
$\Delta_f H°$ / kJ/mol	–86	0	–394	–286

Parašykite, kiek šilumos (kJ) išsiskiria sudeginus 1 mol $C_2H_6(d)$.

2.7. Gamtoje randami du ličio izotopai – ^6Li ir ^7Li. Ličio elemento santykinė atominė masė 6,94. Kuris ličio izotopas gamtoje paplitęs labiau?

2.8. Kiek elektronų netenka jodas, kai I^- virsta I^{+5}?

2.9. Kokia medžiaga skiriasi prie teigiamojo elektrodo, kai elektrolizuojamas natrio sulfato vandeninis tirpalas?

2.10. Parašykite esterio $CH_3CH_2CH_2COOCH_3$ pavadinimą.

11 taškų

3 užduotis. Nobelio premijos vertos baterijos

2019 metų Nobelio premija chemijos srityje skirta už ličio jonų baterijų sukūrimą ir tobulinimą. Šios baterijos naudojamos nešiojamuose kompiuteriuose, telefonuose ir kituose prietaisuose. Įkrautos baterijos neigiamasis elektrodas pagamintas iš grafito ir ličio, o teigiamasis elektrodas iš CoO_2. Tarp elektrodų yra elektrai laidus tirpalas, kuriuo ličio jonai juda nuo vieno elektrodo prie kito.

3.1. Ličio jonų baterijose nenaudojamas vanduo, mat litis reaguoja su vandeniu. Parašykite ir išlyginkite ličio ir vandens bendrąją reakcijos lygtį.

3.2. Tarkime, kad į vandenį pateko 1 mol ličio ir susidarė 1 litras tirpalo. Apskaičiuokite susidariusio tirpalo pH. Užrašykite sprendimą.

Veikiant baterijai (išsikraunant) elektronus atpalaiduoja grafitiniame elektrode esantis litis:

$$Li(grafite) \rightarrow Li^+ + e^-$$

Kitame elektrode vyksta reakcija:

$$CoO_2 + Li^+ + e^- \rightarrow LiCoO_2$$

3.3. Sudėkite elektroduose vykstančias dalines lygtis ir parašykite suminę bendrąją veikiančioje (išsikraunančioje) ličio jonų baterijoje vykstančią reakcijos lygtį.

Tarp elektrodų esantis tirpalas būna sudarytas iš organinio tirpiklio ir ličio druskos. Viena iš dažniausiai naudojamų ličio druskų yra ličio heksafluorfosfatas $LiPF_6$. Ši druska gerai tirpsta organiniuose tirpikliuose.

3.4. Nurodykite kiekvieno atomo oksidacijos laipsnį junginyje $LiPF_6$.

3.5. $LiPF_6$ druskos anijonas yra PF_6^-. Sudarykite brėžinį, rodantį anijono geometrinę sandarą ir nurodykite valentinių kampų dydžius laipsniais. Valentiniu kampu vadinamas kampas tarp ryšių.

3.6. Pasitaiko, kad baterijose vyksta šalutinės, nepageidaujamos reakcijos. Viena iš tokių nepageidaujamų reakcijų yra $LiPF_6$ skilimo į du junginius reakcija. Parašykite $LiPF_6$ skilimo reakcijos lygtį, jei žinoma, kad šios reakcijos metu elementų oksidacijos laipsniai nepakinta.

3.7. Tirpikliu nagrinėjamosiose baterijose gali būti naudojamas dimetilkarbonatas. Pavaizduokite dimetilkarbonato struktūrinę formulę. Žinoma, kad ši medžiaga yra anglies rūgšties dimetilesteris, o jos molekulinė formulė $C_3H_6O_3$.

10 taškų

4 užduotis. Actas ne tik marinavimui

Actą drąsiai galima vadinti populiariausia virtuvės rūgštimi. Buityje naudojamas actas yra etano rūgšties CH_3COOH vandeninis tirpalas.

4.1. Pavaizduokite etano rūgšties homologo, turinčio 3 anglies atomus, struktūrinę formulę ir parašykite pavadinimą.

4.2. Virinant kietą vandenį virdulyje susikaupia nuovirų – kalcio karbonato nuosėdų. Jas pašalinti galima actu. Parašykite išlygintą bendrąją lygtį, rodančią nuovirų ir acto rūgšties reakciją.

Actas naudojamas marinuojant daržoves. Marinato recepte rašoma, kad į 1 litrą vandens reikia įpilti 1 stiklinę acto ir įberti 4 šaukštus cukraus. Laikykime, kad 1 stiklinėje yra 200 g 9% etano rūgšties tirpalo, o susidariusio marinato tūris 1,2 litro. Etano rūgšties jonizacijos konstanta $K_a = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$. O keturių šaukštų cukraus masė yra 50 g.

4.3. Apskaičiuokite marinato pH. Parašykite sprendimą.

4.4. Kurių molekulių – acto rūgšties CH_3COOH ar cukraus $C_{12}H_{22}O_{11}$ – marinate yra daugiau? Kiek kartų daugiau? Atsakymą pagrįskite užrašytais skaičiavimais. Skaičiuodami laikykite, kad acto rūgštis į jonus neskyla.

Etiketėje nurodyta, kad etano rūgšties koncentracija acte yra 9%. Mokiniai nusprendė patikrinti, ar koncentracija nurodyta teisingai. Pirmiausia jie išmatavo nusipirkto acto tankį. Jis buvo 1,012 g/ml. Tyrimui mokiniai paėmė 5,00 ml acto, įlašino kelis lašus fenolftaleino tirpalo ir lašino 0,35 mol/l koncentracijos NaOH tirpalą tol, kol pakito tirpalo spalva. Tam sunaudota buvo 20,7 ml NaOH tirpalo.

4.5. Nurodykite, kaip pakito tiriamojo tirpalo spalva (kokia buvo prieš pradedant lašinti NaOH ir kokia tapo sulašinus NaOH).

4.6. Parašykite išlygintą bendrąją lygtį reakcijos, kuri vyko lašinant NaOH tirpalą.

4.7. Apskaičiuokite etano rūgšties masės dalį tiriamajame acte. Apskaičiuokite etiketėje nurodytos masės dalies santykinę paklaidą (laikydami, kad mokinių tyrimo rezultatas yra teisingas). Parašykite sprendimą.

Mokiniai susidomėjo acto rūgšties neutralizacijos produktu – natrio acetatu CH_3COONa. Jie pasigamino 0,10 mol/l šios medžiagos tirpalo ir pamatavo jo pH. Paaiškėjo, kad tirpalas yra bazinis.

4.8. Užrašydami sutrumpintą joninę lygtį paaiškinkite, kodėl CH_3COONa vandeninis tirpalas yra bazinis.

4.9. Apskaičiuokite 0,10 mol/l $CH_3COONa(aq)$ tirpalo pH.

22 taškai

5 užduotis. Mėlynas junginys

Vandenyje tirpi mėlynos spalvos medžiaga **X** sudaryta iš keturių elementų. Jos vandeniniam tirpalui reaguojant su vandeniniu bario chlorido tirpalu susidaro baltos spalvos nuosėdos. 20,0 g medžiagos **X** ištirpinus 100,0 g vandens susidaro tirpalas, kuriame vandens masės dalis yra 89,33%.

5.1. Parašykite medžiagos **X** formulę. Atsakymą pagrįskite užrašydami reikalingus skaičiavimus.

Atsargiai kaitinama **X** medžiaga virsta baltos spalvos **Y** medžiaga. Susidariusi **Y** medžiaga tinka etanoliui absoliutinti. Distiliavimo būdu išgrynintas etanolis turi 4% (masės) vandens. Etanolio absoliutinimu vadinamas šio vandens pašalinimo procesas.

5.2. Kiek gramų **X** medžiagos reikia iškaitinti, kad susidariusios **Y** medžiagos pakaktų 100 g 96% etanolio absoliutinti.

Jei **X** medžiaga kaitinama per stipriai, susidaro juodos spalvos medžiaga **Z**. Karšta medžiaga **Z** reaguoja su etanoliu.

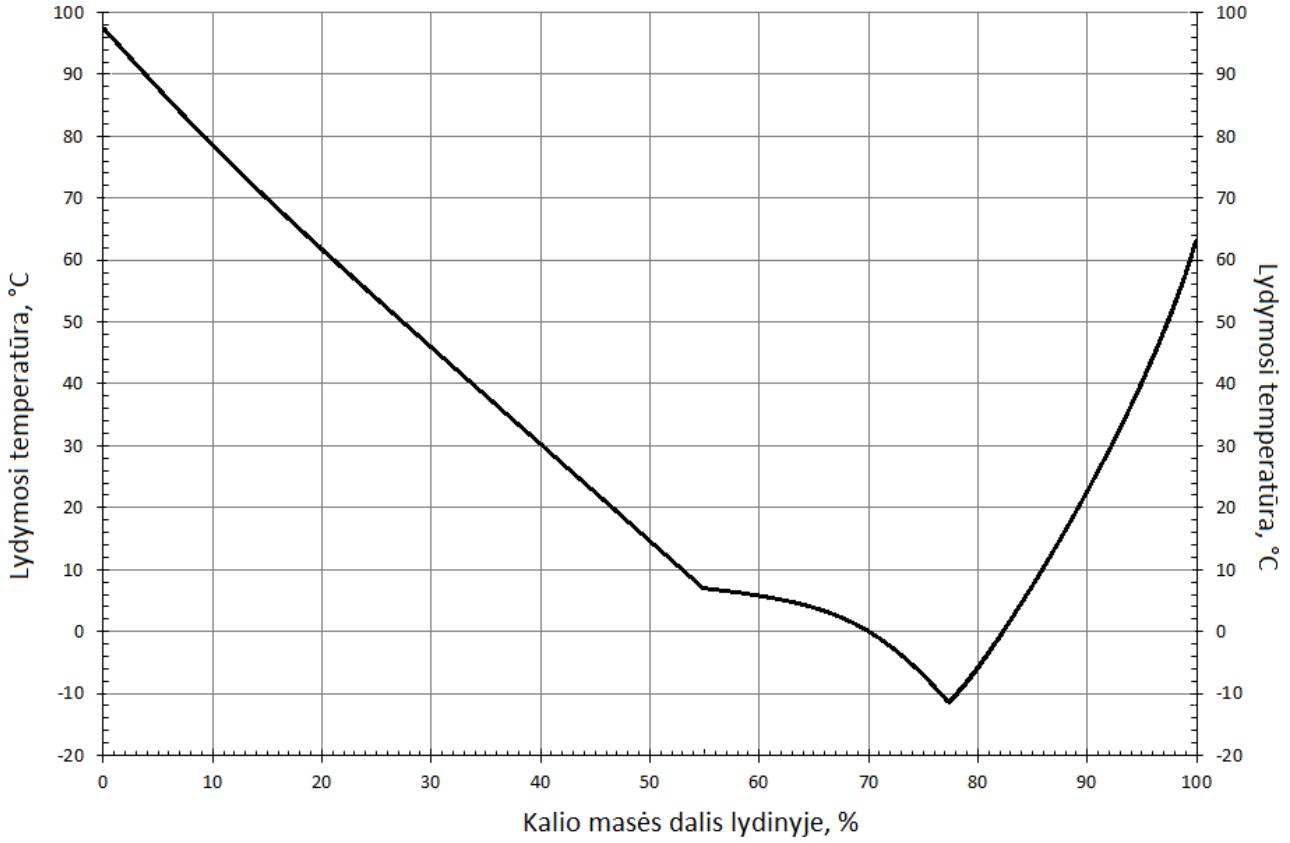
5.3. Užrašykite bendrąją išlygintą reakcijos lygtį, kuomet medžiaga **Z** reaguoja su etanoliu santykiu 1:1. Organinius junginius vaizduokite struktūrinėmis formulėmis. Parašykite susidariusio organinio junginio pavadinimą.

10 taškų

6 užduotis. Natrio-kalio lydinys

Žinome, jog kambario temperatūroje gyvsidabris yra skystas (t_{lyd} = –39°C). Tiek natris, tiek kalis kambario temperatūroje yra kietosios būsenos. Tačiau įdomu tai, jog tam tikros sudėties natrio-kalio lydinys kambario temperatūroje taip pat gali būti skystis. Žemiau pateiktas grafikas, kuriame parodyta natrio-kalio lydinio lydymosi temperatūros priklausomybė nuo kalio masės dalies lydinyje. Remdamiesi pateikta informacija ir savo žiniomis atsakykite į pateiktus klausimus.

6.1. Žemiausia temperatūra mūsų planetoje užfiksuota 1983 liepos 21 d. Antarktidoje, mokslinių tyrimų stotyje „Vostok“. Šaltis siekė –89,2°C. Tokiai temperatūrai išmatuoti tikrai nebuvo naudojamas gyvsidabrio termometras. Kodėl tokios temperatūros matavimui negalima panaudoti gyvsidabrio termometro?



6.2. 25 °C temperatūroje ir 1 atm slėgyje tik dviejų cheminių elementų vieninės medžiagos yra skystosios būsenos. Viena iš jų yra gyvsidabris. O kokio dar elemento vieninė medžiaga yra skysta nurodytomis sąlygomis?

6.3. Nurodykite šių metalų lydymosi temperatūras (°C): a) natrio; b) kalio.

6.4. Kokia turi būti kalio masės dalis (%) lydinyje, kad natrio-kalio lydinys būtų skystas 30°C temperatūroje? Atsakymą pateikite parašydami intervalą(-us): nuo – iki.

6.5. Tam tikru santykiu sulydžius natrį ir kalį, gaunamas lydinys, kurio lydymosi temperatūra yra žemiausia įmanoma. Kokia yra ta temperatūra (°C)? Kokia yra natrio masės dalis tokiame lydinyje (%)?

6.6. Lydant metalus gali susidaryti vadinamieji intermetaliniai junginiai, kurių sudėtis išreiškiama empirine formule. Sudarykite empirinę formulę natrio-kalio lydinio, kurio $t_{lyd} = -12$°C. Užrašykite sprendimą.

6.7. Turime **X** g lydinio, kurio lydymosi temperatūra yra 0°C. Į šį lydinį papildomai įlydžius **Y** g kalio, gauta 100 g natrio-kalio lydinio, kurio lydymosi temperatūra yra –12°C. Apskaičiuokite pradinio lydinio masę **X**, bei papildomai įdėto kalio masę **Y**. Užrašykite sprendimą.

6.8. 20,0 g natrio-kalio lydinio sureagavus su chloro dujomis susidarė 47,7 g kietų baltos spalvos miltelių. Parašykite vykusių reakcijų lygtis. Atlikite reikalingus skaičiavimus ir nurodykite, kokia buvo natrio-kalio lydinio lydymosi temperatūra (°C). Skaičiavimus užrašykite.

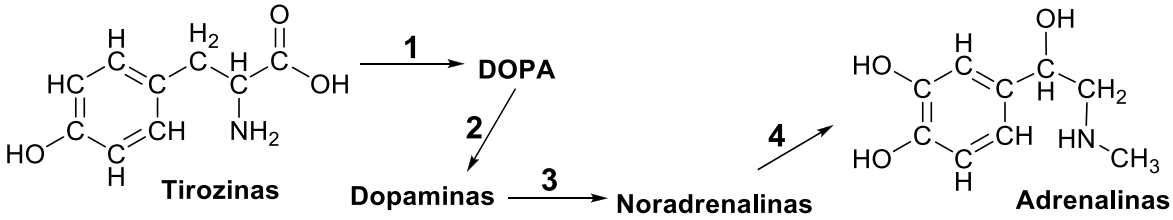
18 taškų

7 užduotis. Adrenalinas

Nojui vasarą bebėgiojant po pievą įgėlė širšė. Nojus buvo alergiškas širšių įkandimams, todėl jį ištiko anafilaksinis šokas. Gerai, kad šalia buvusi Nojaus draugė chemikė Asta žinojo, ką daryti ir kaip priešnuodžio suleido 1,00 ml adrenalino tartrato tirpalo ampulę, kurioje gryno adrenalino yra lygiai 1,00 mg.

7.1. Apskaičiuokite adrenalino molinę koncentraciją ampulėje.

Žmogaus organizme adrenalinas sintetinamas iš aminorūgšties tirozino vykstant keturioms fermentinėms reakcijoms. Skaičiais pažymėti kiekvienoje fermentinėje reakcijoje dalyvaujantys fermentai, kurių pavadinimai pateikti po schema.



Fermentų pavadinimai: **1** – tirozino aromatinio žiedo hidroksilazė, **2** – DOPA dekarboksilazė, **3** – dopamino β-hidroksilazė, **4** – noradrenalino *N*-metiltransferazė.

7.2. Kuris iš šių teiginių apie fermentus yra klaidingas?

A. absoliuti dauguma fermentų yra baltymai;
B. fermentai pastumia reakcijos pusiausvyrą į produktų susidarymo pusę;
C. fermentai sumažina reakcijos aktyvacijos energiją;
D. fermentai yra biologiniai katalizatoriai.

7.3. Konkrečiai iš kokių cheminių junginių žmogaus organizme atsiranda aminorūgštis tirozinas?

7.4. Tirozino molekulė pasižymi amfoterinėmis savybėmis. Viena tirozino molekulė gali reaguoti pati su savimi ir sudaryti vadinamąjį cviterjoną – dalelę, kuri savo struktūroje turi tiek teigiamą, tiek neigiamą krūvį, tačiau bendrai dalelė yra neutrali. Pavaizduokite cviterjoną, kuris gali susidaryti iš vienos tirozino molekulės.

7.5. Tirozino molekulės formulėje nurodykite du sp^3 ir du sp^2 hibridizacijos anglies atomus. Nurodykite, kiek σ ir kiek π ryšių yra tirozino molekulėje.

7.6. Pavaizduokite DOPA, dopamino ir noradrenalino struktūrines formules.

13 taškų

LIETUVOS MOKINIŲ CHEMIJOS OLIMPIADOS II TURAS

2020 m. sausio 10 d.

11-12 klasės sprendimai

1 užduotis. Vienas iš keturių

1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
B	A	A	D	B	D	A	D	B	C

1.11.	1.12.	1.13.	1.14.
B	C	C	D

Už kiekvieną teisingą atsakymą skiriamas 1 taškas. Iš viso **14 taškų**

2 užduotis. Trumpai

2.1. a)	2.1. b)	2.2.	2.3.	2.4.
Nurodomas vienas kuris nors metalas aktyvumo eilėje už Cu (pvz, Ag, Hg,)	Pavadavimo Jei parašė oksidacijos-redukcijos, taškų skaičius nemažinamas	C_7H_{16}	102 g/mol	26
1 taškas	1 taškas	1 taškas	1 taškas	1 taškas

2.5.	2.6.	2.7.	2.8.	2.9.	2.10.
1335 kJ Jei parašyta su minuso ženklu, taškų skaičius nemažinamas	1560 kJ Jei parašyta su minuso ženklu, taškų skaičius nemažinamas	^{7}Li Arba litis-7	6	O_2 arba deguonis arba dideguonis	Metilbuta-noatas
1 taškas	1 taškas	1 taškas	1 taškas	1 taškas	1 taškas

Jeigu 2.3, 2.5, 2.6 atsakymuose nenurodyti matavimo vienetai, taškų skaičius nemažinamas.

Iš viso **11 taškų**

Skaičiavimo uždaviniai gali būti sprendžiami įvairiais būdais. Jei sprendimas nesutampa su čia pateiktu, tačiau yra teisingas, skiriami visi taškai. Pateiktuose sprendimuose elementų atominės masės apvalinamos. Jei mokinio sprendime naudojamos nesuapvalintos atominės masės, arba pateikiamas skirtingas reikšminių skaitmenų skaičius, taškų skaičius nemažinamas. Jeigu sprendimas teisingas, tačiau padaroma aritmetinė klaida, atimama 0,5 taško.

3 užduotis. Nobelio premijos vertos baterijos

3.1. $2Li + 2H_2O \rightarrow 2LiOH + H_2$ (1 taškas)

3.2. $c(OH^-) = 1$ mol/l (1 taškas)

$c(H^+) = 1 \cdot 10^{-14} / 1 = 1 \cdot 10^{-14}$ mol/l (1 taškas)

$pH = -\lg(1 \cdot 10^{-14}) = 14$ (1 taškas)

arba

$pOH = -\lg c(OH-) = -\lg 1 = 0$

$pH = 14 - pOH = 14 - 0 = 14.$

3.3. $Li + CoO_2 \rightarrow LiCoO_2$ (1 taškas)

3.4. Ličio +1; fosforo +5; fluoro –1 (1 taškas)

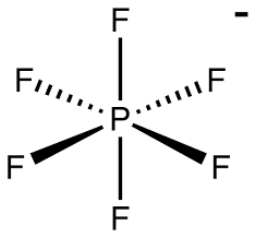
Taškas skiriamas tik jei visi trys oksidacijos laipsniai teisingi.

Taškas skiriamas nepriklausomai nuo to, kaip nurodyti oksidacijos laipsniai: arabiškais ar romėniškais skaitmenimis su ženklu priekyje arba po skaičiaus.

3.5. Brėžiniu parodoma oktaedrinė PF_6^- jono sandara (1 taškas)

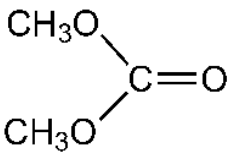
Visi kampai 90° (1 taškas)

Vienas iš galimų vaizdavimo būdų (minuso ženklas gali būti nenurodytas):



3.6. $LiPF_6 \rightarrow LiF + PF_5$ (1 taškas)

3.7. Gali būti pavaizduota skeletinė, nesutrumpinta arba sutrumpinta struktūrinė formulės.

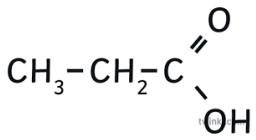


(1 taškas)

Iš viso **10 taškų**

4 užduotis. Actas ne tik marinavimui

4.1. Gali būti pavaizduota skeletinė, nesutrumpinta arba sutrumpinta struktūrinė formulės.



(1 taškas)

Propano rūgštis (arba propanoinė rūgštis, etankarboksirūgštis). (1 taškas)

4.2.

$CaCO_3 + 2CH_3COOH \rightarrow Ca(CH_3COO)_2 + CO_2 + H_2O$ (1 taškas)

Gali būti parašyta ir taip:

$CaCO_3 + 2CH_3COOH \rightarrow Ca(CH_3COO)_2 + H_2CO_3$

4.3. Vienoje stiklinėje yra 200 g × 0,09 = 18 g acto rūgšties

n= 18 g/60 g/mol = 0,3 mol (1 taškas)

c= 0,3 mol/1,2 l = 0,25 mol/l (1 taškas)

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

0,25-x x x

$1{,}8\cdot10^{-5} = \frac{x^2}{0{,}25-x} \approx \frac{x^2}{0{,}25}$ (1 taškas)

$x = 2{,}12\cdot10^{-3}$ (1 taškas)

$pH = -\lg 2{,}12\cdot10^{-3} = 2{,}67$ (1 taškas)

Supaprastinimas $\frac{x^2}{0{,}25-x} \approx \frac{x^2}{0{,}25}$ gali nebūti atliekamas ir gali būti sprendžiama nesupaprastinta kvadratinė lygtis, už tokį sprendimą taip pat skiriami visi taškai:

$1{,}8\cdot10^{-5} = \frac{x^2}{0{,}25-x}$

$x^2 + 1{,}8\cdot10^{-5}x - 4{,}5\cdot10^{-6} = 0$

$D = 1{,}8\cdot10^{-5}$

$x = 2{,}11\cdot10^{-3}$

$pH = -\lg(2{,}11\cdot10^{-3}) = 2{,}68$

4.4. n(Cukraus) = 50 g / 342 g/mol = 0,146 mol

Acto rūgšties yra 0,3 mol (žr. 4.3. dalį)

0,3 > 0,146

Daugiau yra acto rūgšties molekulių. (1 taškas)

0,3/0,146 = 2,05 karto daugiau (1 taškas)

4.5. Iš bespalvės į avietinę (rausvą, rožinę). (1 taškas)

4.6. $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$ (1 taškas)

4.7. $n(NaOH) = 0,35\ mol/l \times 0,0207\ l = 7,245 \cdot 10^{-3}\ mol$ (1 taškas)

$n(CH_3COOH) = n(NaOH)$

$m(CH_3COOH) = 7,245 \cdot 10^{-3}\ mol \times 60\ g/mol = 0,4347\ g$ (1 taškas)

$m(tirpalo) = 5\ ml \times 1,012\ g/ml = 5,06\ g$ (1 taškas)

$w = 0,4347\ g \times 100\% / 5,06\ g = 8,59\%$ (1 taškas)

Paklaida

$|9\% - 8,59\%| / 8,59\% = 0,0477$ arba 4,77% (1 taškas)

4.8. $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$ (1 taškas)

4.9.

$K_b = 1 \cdot 10^{-14} / K_a = 1 \cdot 10^{-14} / 1,8 \cdot 10^{-5} = 5,55 \cdot 10^{-10}$

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

0,1-y y y

$5,55 \cdot 10^{-10} = \frac{y^2}{0,1-y} \approx \frac{y^2}{0,1}$ (1 taškas)

$y = 7,45 \cdot 10^{-6}$ (1 taškas)

$c(H^+) = 1 \cdot 10^{-14} / 7,45 \cdot 10^{-6} = 1,34 \cdot 10^{-9}$ (1 taškas)

$pH = -\lg 1,34 \cdot 10^{-9} = 8,87$ (1 taškas)

(arba pirma apskaičiuojama pOH, po to pH= 14-pOH)

Supaprastinimas $\frac{y^2}{0,1-y} \approx \frac{y^2}{0,1}$ gali nebūti atliekamas ir gali būti sprendžiama nesupaparastinta kvadratinė lygtis, už tokį sprendimą taip pat skiriami visi taškai:

$5,55 \cdot 10^{-10} = \frac{y^2}{0,1-y}$

$y^2 + 5,55 \cdot 10^{-10} y - 5,55 \cdot 10^{-11} = 0$

$D = 2,22 \cdot 10^{-10}$

$y = 7,45 \cdot 10^{-10}$

$c(H^+) = 1 \cdot 10^{-14} / 7{,}45 \cdot 10^{-6} = 1{,}34 \cdot 10^{-9}$

$pH = -\lg 1{,}34 \cdot 10^{-9} = 8{,}87$

Iš viso **22 taškai**

5 užduotis. Mėlynas junginys

5.1. Galimi įvairūs sprendimo keliai. Visai šiai daliai skirti 6 taškai. Jie skiriami, jei nurodoma formulė ir pagrindžiamas jos teisingumas remiantis užduotyje duotais kokybiniais ir kiekybiniais duomenimis.

Medžiaga gali būti kristalohidratas. Pagrindimas:

Jeigu medžiaga būtų bevandenė, vandens masės dalis būtų 100/120 =0,833 arba 83,3%. Kadangi tikroji vandens masės dalis yra didesnė, medžiagoje galėjo būti kristalizacinio vandens.

(1 taškas)

Bevandenės medžiagos masė: 120 g × (1-0,8933) = 12,804 g (1 taškas)

Kristalizacinio vandens masė 20 g – 12,804 g =7,196 g (1 taškas)

n(kristalizacinio vandens) = 7,196 g /18 g/mol = 0,4 mol (1 taškas)

M radimas:

M = x+n×18

čia x – bevandenės medžiagos molinė masė, n – koeficientas prieš H_2O kristalohidrato formulėje

$$\frac{20\ g}{x + 18n} = \frac{0{,}4\ mol}{n}$$

Iš čia x= 32n (1 taškas)

Tikrinama n= 1, n=2 ir t.t

Jei n= 5 , tai x= 160

Tokia molinė masė galėtų būti $CuSO_4$. Tai dera su kristalohidrato mėlyna spalva ir tuo, kad su bario chloridu sudaro baltas nuosėdas.

Formulė $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (1 taškas)

5.2.

Galima skaičiuoti pagal reakcijos lygtį $CuSO_4 + 5H_2O \rightarrow CuSO_4 \cdot 5H_2O$, arba remtis ankstesniais duomenimis, kad 20 g kristalohidrato susideda iš 12,804 g bevandenės medžiagos ir 7,196 g

kristalizacinio vandens. Tokiu keliu uždavinys išsprendžiamas net ir nesuradus, kokia konkrečiai medžiaga buvo tirpinama, bet supratus, kad tai kristalohidratas.

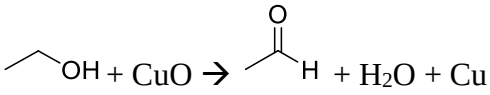
Reikia pašalinti 4 g vandens (1 taškas)

20 g medžiagos po iškaitinimo galėtų surišti 7,196 g vandens

x 4 g

x= 20×4/7,196 = 11,12 g (1 taškas)

5.3. Gali būti pavaizduotos skeletinės, nesutrumpintos arba sutrumpintos struktūrinės formulės.



(1 taškas)

Susidaro (arba etanalis, acet(il)aldehidas, acto aldehidas, etilaldehidas). (1 taškas)

Iš viso **10 taškų**

6 užduotis. Natrio-kalio lydinys

6.1. Atsakyme turi būti nurodyta, jog tokioje temperatūroje gyvsidabris yra kietosios būsenos. Arba gali būti aiškinama, jog gyvsidabrio termometras veikia tik aukštesnėje nei -39°C temperatūroje, kuomet gyvsidabris yra skystosios būsenos. 1 taškas

6.2. Bromo arba Br, arba Br_2. 1 taškas

6.3. a) tinka atsakymai nuo 96°C iki 98°C imtinai; 0,5 taško

b) tinka atsakymai nuo 62°C iki 64°C imtinai. 0,5 taško

(Jei nepateikti matavimo vienetai (°C) – taškų skaičius už šį klausimą nemažinamas.)

6.4. Nuo [tinka atsakymai 39%-41% imtinai] iki [tinka atsakymai 91%-93% imtinai] 1 taškas

(Jei šalia skaičių neparašytas procento ženklas – taškų skaičius už tai nemažinamas.)

6.5. Žemiausia temperatūra: tinka atsakymai nuo -11°C iki -13°C imtinai. 1 taškas

(Jei nepateikti matavimo vienetai (°C) – taškų skaičius už žemiausios temperatūros nurodymą nemažinamas.)

Natrio masės dalis: tinka atsakymai nuo 22% iki 23% imtinai. 1 taškas

(Jei šalia skaičių neparašytas procento ženklas – taškų skaičius už tai nemažinamas.)

6.6. Tokiame lydinyje kalio masės dalis yra 77,5%. Kadangi šis skaičius paimamas iš grafiko, tinkama bet kokia vertė nuo 77% iki 78% imtinai. Jei naudojant šią vertę toliau atliekami teisingi skaičiavimai, skiriami visi taškai.

Tarkime, jog turime 100 g lydinio.

m(kalio) = 77,5 g

n(kalio) = 77,5 / 39 = 1,99 mol 1 taškas

m(natrio) = 100 – 77,5 = 22,5 g

n(natrio) = 22,5 / 23 = 0,98 mol 1 taškas

n(natrio) : n(kalio) = $\frac{0,98}{0,98} : \frac{1,99}{0,98} \approx 1 : 2$

Empirinė formulė: NaK_2 arba K_2Na 1 taškas

Galimi ir kiti sprendimo variantai.

6.7. Kadangi šiame klausime skaičiai imami iš grafiko, tinkamos bet kokios laužtiniuose skliaustuose pateikiamos vertės. Jei naudojant šias vertes toliau atliekami teisingi skaičiavimai, skiriami visi taškai.

0°C lydymosi temperatūrą turi 2 lydiniai: viename ω_1(kalio) = 70% [69%-71% imtinai], kitame ω_2(kalio) = 82% [81%-83% imtinai]

Tačiau užduotyje minima, jog papildomai pridėjus kalio gaunamas lydinys, kurio t_{lyd} = -12°C, o tokiame lydinyje ω_3(kalio) = 77,5% [77%-78% imtinai]. Taigi lieka vienas variantas, jog pradiniame lydinyje buvo ω_1(kalio) = 70% [69%-71% imtinai]. 1 taškas

Po įlydymo: ω_1(natrio) = 22,5% [22%-23% imtinai]

m(natrio) = 22,5 g 1 taškas

Prieš įlydymą: ω_2(natrio) = 30% [29%-31% imtinai]

Natrio masė liko tokia pati, taigi:

22,5 g – 30%

X g – 100%

X = 22,5*100 / 30 = 75 g 1 taškas

Y = 100 – 75 = 25 g 1 taškas

6.8.

$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$ 0,5 taško

$2K + Cl_2 \rightarrow 2KCl$ 0,5 taško

(Lygtys gali būti rašomos su arba be būsenos nuorodų. Būsenos nuorodos nevertinamos)

Tarkime, kad buvo *a* mol natrio ir *b* mol kalio. Tada susidaro *a* mol NaCl ir *b* mol KCl.

$23 \cdot a + 39 \cdot b = 20$

$58,5 \cdot a + 74,5 \cdot b = 47,7$

1 taškas

a= 0,652 mol

b= 0,128 mol

1 taškas

m(K) = 0,128 mol·39 g/mol = 5 g

ω(kalio) = 5,0 / 20,0 * 100% = 25% 1 taškas

Arba alternatyvus sprendimas, už kurį taip pat skiriami visi 3 taškai:

Tarkime, natrio buvo x g, o kalio buvo 20,0-x g

$m(NaCl) = \frac{58,5}{23} x = (2,543x)$ g

$m(KCl) = \frac{74,5}{39} (20,0-x) = (38,205 – 1,910x)$ g

2,543x + 38,205 - 1,910x = 47,7

x = 15,0 g

ω(kalio) = 5,0 / 20,0 * 100% = 25%

Galimi ir kiti sprendimo variantai.

Iš grafiko nustatoma lydymosi temperatūra: tinka atsakymai nuo 52°C iki 55°C imtinai. 1 taškas

(Jei nepateikti matavimo vienetai (°C) – taškų skaičius už temperatūros nurodymą nemažinamas.)

Iš viso **18 taškų**

7 užduotis. Adrenalinas

Pastaba visiems užduoties klausimams: sprendimuose gali būti pateiktos tiek skeletinės, tiek sutrumpintos struktūrinės, tiek nesutrumpintos struktūrinės formulės – visais atvejais, jei pateikta formulė teisinga, skiriami visi taškai.

7.1. M(adrenalino) = 183 g/mol (1 taškas)

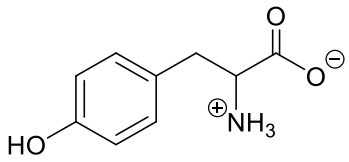
n(adrenalino) = 0,001g / 183 g/mol = $5,46 \cdot 10^{-6}$ mol

c(adrenalino) = $5,46 \cdot 10^{-6}$ / 0,001 = 0,00546 mol/l = 5,46 mM (1 taškas)

7.2. B (1 taškas)

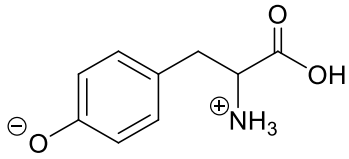
7.3. Tinkami atsakymai: „iš su maistu gaunamų baltymų, kuomet jie suskaidomi iki aminorūgščių“ arba „sintetinamas žmogaus organizme iš aminorūgšties fenilalanino“. (1 taškas)

7.4.

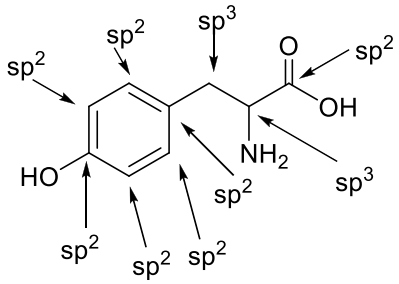


2 taškai

Jei pavaizduota žemiau pateikta struktūra, skiriamas 1 taškas:



7.5.



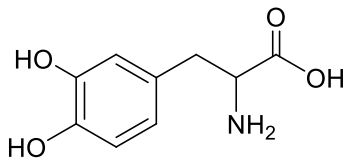
Už teisingai pažymėtus sp^3 hibridizacijos anglies atomus (1 taškas)

Už teisingai pažymėtus bet kuriuos du sp^2 hibridizacijos anglies atomus (1 taškas)

σ ryšių – 24 1 taškas

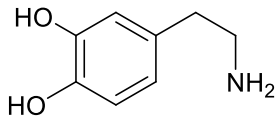
π ryšių – 4 1 taškas

7.6.



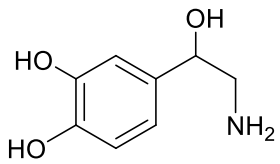
DOPA

1 taškas



Dopaminas

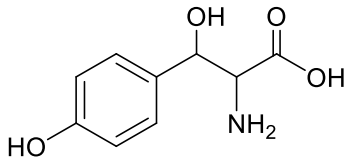
1 taškas



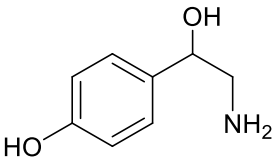
Noradrenalinas

1 taškas

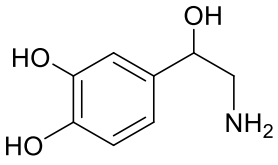
Jei pateiktos žemiau pavaizduotos struktūros, už visas tris formules iš viso skiriamas 1 taškas:



DOPA



Dopaminas



Noradrenalinas

Iš viso **13 taškų**