



58-oji Lietuvos mokinių chemijos olimpiada

Praktinė užduotis

9-10 klasė

Maistinio acto tyrimas

Lietuvoje naujai įkurta įmonė pradėjo gaminti maistinį actą „Obelėlė“. Įprastai šiame maistiniame acte etano rūgšties CH_3COOH masės dalis yra 9 %. Siekiant užtikrinti produkto kokybę, reikia atlikti jo analizę, kurios metu nustatomas etiketėje deklaruojamos informacijos teisingumas (etano rūgšties masės dalis maistiniame acte). Žinodama, jog kovo mėnesį Vilniuje susirenka gudriausi Lietuvos chemikai, ši įmonė prašo Jūsų pagalbos padėti patikrinti maistinio acto kokybę.

Įprastai tikslios koncentracijos nustatymas vyksta lašinant žinomos koncentracijos tirpalą (standartinį tirpalą) į nežinomos koncentracijos tirpalą. Tiesa, dažnai standartinių tirpalų koncentracijos nėra pastovios, bėgant laikui kinta, todėl yra būtinas periodišką koncentracijų nustatymas. Tai vadinama standartizavimu.

Standartizuojant naudojama medžiaga, kuri praktiškai nereaguoja su oru ir nesugeria drėgmės. Ši medžiaga vadinama pirminiu standartu ir iš jos ruošiamas etaloninis tirpalas. Kaip pirminį standartą šiandien Jūs naudosite natrio vandenilio karbonatą.

Natrio vandenilio karbonato tirpalas buvo kruopščiai paruoštas iš grynos, sandariai laikomos druskos. Gautas tirpalas supilstytas į buteliukus ir sandariai uždarytas, siekiant išlaikyti nekintančias tirpalo fizikines ir chemines savybes. Ant buteliuko užklijuota etiketė, kurioje nurodyta paruošto tirpalo koncentracija. Taip pat jums pateikti buteliukai su NaOH ir HCl tirpalais. Šių tirpalų tikslios koncentracijos nėra žinomos, todėl jie turi būti standartizuojami.

Pirmasis standartizavimas. Visų pirma, nustatoma HCl tirpalo koncentracija. Į kūginę kolbutę įpilama NaHCO_3 tirpalo, į jį lašinama HCl tol, kol pasiekiamas ekvivalentinis taškas. Iš gautų duomenų galima apskaičiuoti HCl tirpalo koncentraciją.

Antrasis standartizavimas. Į kūginę kolbutę įpilama HCl tirpalo, į jį lašinama NaOH tol, kol pasiekiamas ekvivalentinis taškas. Iš gautų duomenų galima apskaičiuoti NaOH tirpalo koncentraciją.

Maistinio acto „Obelėlė“ tyrimas. Į kūginę kolbutę įpilama acto „Obelėlė“, į jį lašinama NaOH tol, kol pasiekiamas ekvivalentinis taškas. Iš gautų duomenų galima apskaičiuoti etano rūgšties masės dalį maistiniame acte.

Tiksliai paimto ir sunaudoto tirpalo masė nustatoma sveriant kūginę kolbutę prieš įpilant tiriamo tirpalo, įpylus tiriamo tirpalo ir pasiekus ekvivalentinį tašką. Prieš padėdami kolbutę ant svarstyklių pasitikrinkite, ar jos rodo **0,00**. Jeigu rodmenys kitokie, paspauskite mygtuką „Tare“.

Svarbu! Norint darbą atlikti kuo tiksliau, visi trys svėrimai turi būti atlikti **tomis pačiomis** svarstyklėmis.

Pastabos:

- Maksimalus taškų skaičius, kurį galima gauti už laboratorinį – 100. Kiekvieną kartą kai paprašysite pakeisti sudaužytą ar sugadintą indą arba papildyti/pakeisti bet kurį pasibaigusį ar užterštą tirpalą laboratorinio darbo įvertinimas bus mažinamas 3 taškais.
- Prašymas papildyti distiliuoto vandens indą nelaikomas klaida ir baudos taškai neskiriami.

Pastaba. Baigę darbą gražinkite tik atsakymų lapus, o lapus su užduotimi galite pasiimti.

SÉKMÉS!☺

Medžiagos:

Buteliukas su nežinomos koncentracijos NaOH tirpalu

Buteliukas su nežinomos koncentracijos HCl tirpalu

Buteliukas su maistiniu actu „Obelėlė“ (etano rūgštis formulė CH_3COOH)

Buteliukas su 0,0500 mol/l koncentracijos NaHCO_3 tirpalu ($\rho=1,00 \text{ g/cm}^3$)

Metiloranžinis indikatorius (bendro naudojimo)

Fenolftaleino indikatorius (bendro naudojimo)

Priemonės:

Svarstyklės (bendro naudojimo)

Pastero pipetės 4 vnt.

Kūginė (Erlenmejerio) kolba

Plovyklė su distiliuotu vandeniu

Atliekų indas

Saugos akiniai

Fenolftaleinas keičia spalvą iš bespalvės į avietinę pH viršijus 8,2.

Metiloranžinis indikatorius esant mažesniai pH nei 3,1 yra raudonos spalvos, pH esant tarp 3,1 ir 4,4 oranžinis, pH viršijus 4,4 – geltonas.

Darbo eiga:

1. HCl tirpalo standartizavimas

- 1.1 Į kūginę kolbą įlašinami 4 lašai metiloranžinio indikatoriaus. Kolba pasveriamas.
- 1.2 Pastero pipete į kūginę kolbą įpilama apie 10 ml NaHCO_3 tirpalo ($\pm 1 \text{ ml}$). Išmaišoma sukamaisiais judesiais. Kolba pasveriamas.
- 1.3 Į kūginę kolbą maišant pamažu lašinamas HCl tirpalas. Lašinti nustojama, kai įlašinus vieną lašą HCl tirpalo, kolboje esančio tirpalo spalva pasikeičia iš geltonos į raudoną. Kolba vėl pasveriamas, rezultatai pasižymimi atsakymo lape.
- 1.4 Kūginė kolba išplaunama, praskalaujama distiliuotu vandeniu, analizė pakartojama tiek kartų kiek manoma, kad reikia. Rekomenduojama pakartoti bent vieną kartą.

2. NaOH tirpalo standartizavimas

- 2.1. Į kūginę kolbą įlašinami 4 lašai metiloranžinio indikatoriaus. Kolba pasveriamas.
- 2.2. Pastero pipete į kūginę kolbą įpilama apie 10 ml HCl tirpalo ($\pm 1 \text{ ml}$). Išmaišoma sukamaisiais judesiais. Kolba pasveriamas.
- 2.3. Į kūginę kolbą maišant pamažu lašinamas NaOH tirpalas. Lašinti nustojama, kai įlašinus vieną lašą NaOH tirpalo, kolboje esančio tirpalo spalva pasikeičia iš raudonos į geltoną. Kolba vėl pasveriamas, rezultatai pasižymimi atsakymo lape.
- 2.4. Kūginė kolba išplaunama, praskalaujama distiliuotu vandeniu, analizė pakartojama tiek kartų kiek manoma, kad reikia. Rekomenduojama pakartoti bent vieną kartą.

3. Maistinio acto „Obelėlė“ tyrimas

- 3.1. Į kūginę kolbą įlašinami 2 lašai fenolftaleino indikatoriaus. Kolba pasveriamas.
- 3.2. Pastero pipete į kūginę kolbą įpilama apie 10 ml maistinio acto „Obelėlė“ (± 1 ml). Išmaišoma sukamaisiais judesiais. Kolba pasveriamas.
- 3.3. Į kūginę kolbą maišant pamažu lašinamas NaOH tirpalas. Lašinti nustojama, kai įlašinus vieną lašą NaOH tirpalo, kolboje esantis tirpalas iš bespalvio tampa avietiniu. Kolba vėl pasveriamas, rezultatai pasižymimi atsakymo lape.
- 3.4. Kūginė kolba išplaunama, praskalaujama distiliuotu vandeniu, analizė pakartojama tiek kartų kiek manoma, kad reikia. Rekomenduojama pakartoti bent vieną kartą.
- 3.5. Apskaičiuojama etano rūgšties masės dalis maistiniame acte. Atsakymas ir skaičiavimai pateikiami atsakymų lape.

4. Teoriniai klausimai

- 4.1. Koks buvo tirpalo pH (7; <7 ; >7) pasiekus ekvivalentinį tašką kiekviename iš atliktų lašinių?
- 4.2. Titruojant maistinį actą „Obelėlė“, natrio šarmo tirpalu netinka metiloranžinis indikatorius. Paaiškinkite, kodėl.
- 4.3. Dar vienas iš būdų kaip galima nustatyti etano rūgšties koncentraciją maistiniame acte – tiksliai išmatuoti tankį ir pagal jį surasti etano rūgšties masės dalį žinyne. Aprašykite, kaip tiksliausiai nustatytumėte maistinio acto tankį, įvardindami visų naudotų prietaisų ar priemonių pavadinimus.

Mokinio kodas (įrašykite)				
---------------------------	--	--	--	--

58-oji Lietuvos mokinių chemijos olimpiada

Praktinė užduotis

Atsakymų lapai

9-10 klasė

Vardas																	
Pavardė																	

(Spausdintinėmis raidėmis)

Vertintojams:

1	2	3.1	3.2	4	Suma

1. HCl tirpalo standartizavimas

Nr.	Svarstyklių rodmenys, g			NaHCO ₃ tirpalo masė, g	HCl tirpalo masė, g	Atmesti*
	Kolba su indikatoriumi	Pridėjus NaHCO ₃	Baigus lašinti HCl			
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

* Jeigu matavimo nenaudosite skaičiuodami HCl koncentraciją (laikote, kad atlikote matavimą neteisingai) pažymėkite **X**.

2. NaOH tirpalo standartizavimas

Nr.	Svarstyklių rodmenys, g			HCl tirpalo masė, g	NaOH tirpalo masė, g	Atmesti*
	Kolba su indikatoriumi	Pridėjus HCl	Baigus lašinti NaOH			
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

* Jeigu matavimo nenaudosite skaičiuodami NaOH koncentraciją (laikote, kad atlikote matavimą neteisingai) pažymėkite **X**.

3. Maistinio acto „Obelėlė“ tyrimas

3.1 Maistinio acto „Obelėlė“ tyrimo rezultatų lentelė

Nr.	Svarstyklių rodmenys, g			Maistinio acto masė, g	NaOH tirpalo masė, g	Atmesti*
	Kolba su indikatoriumi	Pridėjus acto	Baigus lašinti NaOH			
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

* Jeigu matavimo nenaudosite skaičiuodami maistinio acto „Obelėlė“ koncentraciją (laikote, kad atlikote matavimą neteisingai) pažymėkite **X**.

3.2 Skaičiavimai

Parašykite visų lašinimo metu vykusių reakcijų bendrąsias lygtis ir apskaičiuokite etano rūgšties masės dalį (%) maistiniame acte „Obelėlė“.

Reakcijų lygtys:

Skaičiavimai:

Atsakymas:

4. Teoriniai klausimai

4.1. Koks buvo tirpalo pH (7; <7; >7) pasiekus ekvivalentinį tašką kiekviename iš atliktų lašiniųų? Apibraukite teisingą atsakymą.

HCl tirpalo standartizavimas	A 7	B <7	C >7
NaOH tirpalo standartizavimas	A 7	B <7	C >7
Maistinio acto „Obelėlė“ tyrimas	A 7	B <7	C >7

4.2. Titruojant maistinį actą „Obelėlė“, natrio šarmo tirpalu netinka metiloranžinis indikatorius. Paaiškinkite, kodėl.

4.3. Dar vienas iš būdų kaip galima nustatyti etano rūgšties koncentraciją maistiniame acte – tiksliai išmatuoti tankį ir pagal jį surasti etano rūgšties masės dalį žinyne. Aprašykite, kaip tiksliausiai nustatytumėte maistinio acto tankį, įvardindami visų naudotų prietaisų ar priemonių pavadinimus.

LiTChO 58 9-10 kl. Praktinės užduoties vertinimo instrukcija

1. HCl tirpalo standartizavimas

Pagal mokinių gautus rezultatus yra vertinama, kaip tiksliai nustatyta HCl koncentracija. Tikslumas vertinamas nuo 0 iki 20 taškų.

1 taškas skiriamas, jeigu visuose langeliuose teisingai apskaičiuota NaHCO₃ tirpalo masė ir HCl tirpalo masė.

2. NaOH tirpalo standartizavimas

Pagal mokinių gautus rezultatus yra vertinama, kaip tiksliai nustatyta NaOH koncentracija. Tikslumas vertinamas nuo 0 iki 20 taškų.

1 taškas skiriamas, jeigu visuose langeliuose teisingai apskaičiuota HCl tirpalo masė ir NaOH tirpalo masė.

3. Maistinio acto „Obelėlė“ tyrimas

3.1 Maistinio acto „Obelėlė“ tyrimo rezultatų lentelė

Pagal mokinių gautus rezultatus yra vertinama, kaip tiksliai nustatyta acto koncentracija. Tikslumas vertinamas nuo 0 iki 20 taškų.

1 taškas skiriamas, jeigu visuose langeliuose teisingai apskaičiuota maistinio acto masė ir NaOH tirpalo masė.

3.2 Skaičiavimai

Parašykite visų lašinimo metu vykusių reakcijų bendrąsias lygtis ir apskaičiuokite etano rūgšties masės dalį (%) maistiniame acte „Obelėlė“.

Reakcijų lygtys:



Už kiekvieną reakcijos lygtį skiriama po 2 taškus

Skaičiavimai:

Vienas iš variantų kaip skaičiuoti:

Kadangi NaHCO_3 tirpalo $\rho=1,00 \text{ g/cm}^3$, jo koncentracija bus $0,0500 \text{ mol/kg}$ tirpalo \rightarrow apskaičiuojame, kiek mol HCl yra 1 kg tirpalo \rightarrow apskaičiuojame, kiek mol NaOH yra 1 kg tirpalo \rightarrow apskaičiuojame, kiek mol CH_3COOH yra 1 kg tirpalo \rightarrow apskaičiuojame CH_3COOH masės dalį.

Teisingas sprendimas vertinamas 15 taškų.

Už kiekvieną klaidą įvertinimas mažinamas 3 taškais.

Už kiekvieną kartą, kai buvo panaudotas $\rho=1,00 \text{ g/cm}^3$, nors tai nebuvo žinoma (NaOH, HCl, CH_3COOH tirpalų atveju), įvertinimas mažinamas 3 taškais.

Jeigu NaOH, HCl ar CH_3COOH tankis nustatomas eksperimentiškai ir panaudojamas skaičiavimams, kas kartą tai padarius, įvertinimas mažinamas 3 taškais (kadangi su duotomis priemonėmis tankio tiksliai nustatyti negalima ir tai įveda paklaidas).

4. Teoriniai klausimai

4.1 Koks buvo tirpalo pH (7; <7; >7) pasiekus ekvivalentinį tašką kiekviename iš atliktų lašiniųų?

HCl tirpalo standartizavimas A 7 **B <7** C >7

NaOH tirpalo standartizavimas **A 7** B <7 C >7

Maistinio acto „Obelėlė“ tyrimas A 7 B <7 **C >7**

Už kiekvieną teisingą atsakymą skiriama po 2 taškus.

4.2 Titruojant maistinį actą „Obelėlė“, natrio šarmo tirpalu netinka metiloranžinis indikatorius. Paaiškinkite, kodėl.

Acto rūgštis silpna, todėl tirpalo pH bus artimas 3,1. Pradėjus lašinti šarmą, dar nepasiekus ekvivalentinio taško, pH pakils virš 3,1 ir metiloranžinis pakeis spalvą. **4 taškai**

Atsakymai, kuriuose tik perfrazuojama laboratoriniame darbe pateikta informacija, vertinami 0 taškų. Pvz.: „Kadangi metiloranžinis pH pakilus virš 3,1 jau pakeis spalvą, tai naudojant šį indikatorių gaunamas prastesnis tikslumas, nei su fenolftaleinu, kuris keičia spalvą ties pH 8,2.“

4.3 Dar vienas iš būdų kaip galima nustatyti etano rūgšties koncentraciją maistiniame acte – tiksliai išmatuoti tankį ir pagal jį surasti etano rūgšties masės dalį žinyne. Aprašykite, kaip tiksliausiai nustatytumėte maistinio acto tankį, įvardindami visų naudotų prietaisų ar priemonių pavadinimus.

Fiksuoto tūrio (Moro) pipete/matavimo kolba paimamas tikslus tam tikras acto tūris, kuris vėliau pasveriamas analizinėmis svarstyklėmis. Padalijus svarstyklių rodmenis iš paimto tūrio, gaunamas tankis.

arba

Areometras/densimetras/tankiamatis įkišamas į actą. Pagal tai, kiek jis iškyla, pažiūrėjus į skalę nustatomas tankis. **6 taškai**

Jeigu tūriui matuoti naudojamas ne tokie tikslūs indai (matavimo cilindras, Pastero pipetė, cheminė stiklinė, pipetė) arba tūrio matavimo indo pavadinimas nenurodomas, įvertinimas mažinamas 4 taškais.



Teorinės užduotys

9-10 klasės

Konstantos ir formulės	2
1 užduotis. Apšilimas (10 taškų)	3
2 užduotis. Ceolitai vandens minkštinimui (10 taškų)	5
3 užduotis. Dezinfekavimo medžiagos (10 taškų)	6
4 užduotis. Atsiklijavusios etiketės (5 taškai)	7
5 užduotis. Paskaičiuokime! (5 taškai)	7
6 užduotis. Dujų mišiniai (10 taškų)	8
7 užduotis. Tiriame sultis (10 taškų)	8
8 užduotis. Kur dingo žiema? (10 taškų)	9

Iš viso 70 taškų

Konstantos ir formulės

Avogadro konstanta	$N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Kinetinė lygtis	$v = k [A]^m [B]^n \dots$
Universalioji dujų konstanta	$R = 8,3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,083145 \text{ L} \cdot \text{bar} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	Pirmojo laipsnio integruotoji kinetinė lygtis	$\ln \frac{[A]_t}{[A]_0} = -kt$
Standartinis slėgis	$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$	Pusėjimo trukmė	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
1 atm slėgis	760 mmHg = 101325 Pa	Antrojo laipsnio integruotoji kinetinė lygtis	$\frac{1}{[A]_t} - \frac{1}{[A]_0} = kt$
Idealiųjų dujų lygtis	$pV = nRT$	Pusėjimo trukmė	$t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$
	$\frac{p_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{n_2 T_2}$	Arenijaus (Arrhenius) lygtis	$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$
$\chi_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + \dots} = \frac{p_1}{p_1 + p_2 + \dots}$		$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$	
Dujų plėtimosi darbas esant pastoviam išoriniam slėgiui	$A = -p\Delta V$	Entalpijos pokytis	$\Delta H^\circ = \Delta U^\circ + p\Delta V$
Grižtamojo dujų plėtimosi darbas	$A = nRT \ln \frac{p_2}{p_1}$	Gibso energijos pokytis	$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$
Lamberto-Bero (Lambert-Beer) dėsnis	$A = \lg \frac{I_0}{I} = \epsilon c l$	$\Delta_r H^\circ = \sum \nu \Delta_f H^\circ (\text{prod}) - \sum \nu \Delta_f H^\circ (\text{reag})$	
Atominės masės vienetas	1 u = 1,66054 · 10 ⁻²⁷ kg	$\Delta_r G^\circ = \sum \nu \Delta_f G^\circ (\text{prod}) - \sum \nu \Delta_f G^\circ (\text{reag})$	
Elektrono masė	$m_e = 9,10938 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$\Delta_r S^\circ = \sum \nu S^\circ (\text{prod}) - \sum \nu S^\circ (\text{reag})$	
Planko (Planck) konstanta	$h = 6,62608 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$	$a \text{ A(aq)} + b \text{ B(aq)} \rightarrow c \text{ C(aq)} + d \text{ D(aq)}$	
Šviesos greitis	$c = 2,99793 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$	$Q_r = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$	
Bolcmano (Boltzmann) konstanta	$k_B = 1,38065 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$	$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q_r$	
Kvanto energija	$E = h\nu$	$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K = -nFE^\circ_{\text{cel}}$	
Elektromagnetinės bangos ilgio ir dažnio sąryšis	$\lambda \cdot \nu = c$	Nernsto lygtis	$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q_r$
Bangos skaičius	$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda}$	Faradėjaus (Faraday) konstanta	$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$
1 eV 1 eV/atomui	1,60218 · 10 ⁻¹⁹ J 96,4853 kJ/mol	$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$	
$pH = -\lg[H^+]$	$pH = pK_a + \lg \frac{[B]}{[R]}$	$K_a \times K_b = K_w$	$K_p = K_c (RT)^{\Delta \nu_{\text{dujų}}}$

1 užduotis. Apšilimas

a) Pasirinkite vieną atsakymą.

1.1. Kurioje eilutėje elementai išdėstyti atomo spindulio didėjimo tvarka?

- A $O < F < Na < Mg$;
- B $Mg < Na < F < O$;
- C $F < O < Mg < Na$;
- D $Na < Mg < O < F$.

1.2. Vandenyje ištirpinus 3,0 mol sieros rūgšties H_2SO_4 pagaminta du litrai tirpalo. Kokia yra vandenilio jonų molinė koncentracija $[H^+]$ šiame tirpale.

- A $[H^+] < 1,5 \frac{mol}{L}$;
- B $[H^+] = 1,5 \frac{mol}{L}$;
- C $1,5 \frac{mol}{L} < [H^+] < 3 \frac{mol}{L}$;
- D $[H^+] = 3 \frac{mol}{L}$.

1.3. Kuris iš šių metalų išstums nikelį iš vandeninių druskų tirpalų?

- A Cu; B Hg; C Ag; D Zn.

1.4. Kurioje dalelėje elektronų išsidėstymas yra toks pat, kaip jone S^{2-} ?

- A Sc^{3+} ; B Ti^{3+} ; C Cl; D Al^{3+} .

1.5. Į liepsną įpurškus KCl tirpalo, liepsnos spalva bus:

- A Raudona B Žalia C Violetinė D Oranžinė

1.6. Kuriame lydinyje anglies yra daugiausiai?

- A Ketuje; B Pliene; C Bronzoje; D Žalvartyje.

1.7. Kofeino molekulinė formulė $C_8H_{10}N_4O_2$. Kurio elemento molinė dalis šiame junginyje didžiausia?

- A Anglies; B Vandenilio; C Azoto; D Deguonies.

1.8. Kofeino molekulinė formulė $C_8H_{10}N_4O_2$. Kurio elemento masės dalis šiame junginyje didžiausia?

- A Anglies; B Vandenilio; C Azoto; D Deguonies.

1.9. *Aqua regia* (karališkasis vanduo) gaminamas sumaišius koncentruotas azoto ir druskos rūgštis taip, kad $n(HNO_3):n(HCl)$ būtų:

- A 1:2; B 2:1 C 1:3; D 3:1.

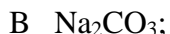
1.10. Elemento savybė sudaryti kelias vienines medžiagas vadinama

- A Izomerija; B Tautomerija; C Izotropija; D Alotropija.

1.11. Kurios rūgšties negalima laikyti stikliniuose induose?

- A HNO_3 ; B H_2SO_4 ; C $HClO_4$; D HF.

1.12. Į druskos X tirpalą įpylus druskos rūgšties skiriasi dujos. O druskos X tirpalo įpurškus į liepsną, ši nusidažo geltona spalva. Druska X yra:



b) Parašykite atsakymą be sprendimo.

1.13. Į $2,0 \text{ dm}^3$ $1,5 \text{ mol/dm}^3$ koncentracijos druskos rūgšties tirpalo įpilta vandens ir gautas $0,50 \text{ mol/dm}^3$ koncentracijos druskos rūgšties tirpalas. Koks yra gauto tirpalo tūris?

1.14. Apskaičiuokite amoniako NH_3 dujų tankį normaliosiomis sąlygomis. Atsakymą suapvalinkite iki 3 reikšminių skaitmenų ir išreikškite kg/m^3 .

1.15. Vykstant reakcijai medžiagos koncentracijos kitimo greitis yra $2,25 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \text{ h}}$. Išreikškite šį greitį $\frac{\text{mol}}{\text{cm}^3 \text{ s}}$.

1.16. Dujų temperatūra $328,15 \text{ K}$. Kokia šių dujų temperatūra išreikšus Celsijaus laipsniais?

1.17. Vyksta reakcija $A_2(d) + B_2(d) \rightarrow 2AB(d)$. Žinoma, kad:

Ryšys	A – A	B – B	A – B
Ryšio entalpija / kJ/mol	120	180	160

Nurodykite, kiek energijos išsiskiria ar sunaudojama, jei sureaguoja 1 mol $A_2(d)$. Atsakykite, parašydami tinkamą žodį (išsiskiria arba sunaudojama) ir skaičių.

1.18. Sidabro nitrato tikroji molinė koncentracija tirpale yra $0,153 \text{ mol/dm}^3$. Tyrimą atlikęs laborantas nustatė, kad šios medžiagos koncentracija yra $0,171 \text{ mol/dm}^3$. Apskaičiuokite laboranto tyrimo paklaidas: a) absoliučiąją; b) santykinę.

1.19. Planetoje X geležies izotopinė sudėtis kitokia, negu Žemėje (žr. lentelę žemiau). Apskaičiuokite, kokia geležies santykinė atominė masė bus nurodyta X planetos periodinėje lentelėje. Atsakymą suapvalinkite iki šimtųjų dalių.

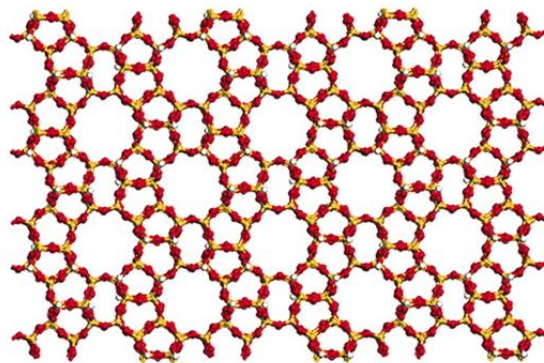
Izotopas	Izotopo santykinė atominė masė	Izotopo paplitimas (procentais nuo bendro geležies atomų skaičiaus).
^{54}Fe	53,94	90,00%
^{56}Fe	55,93	10,00%

1.20. Vandenyje ištirpinus $0,50 \text{ mol NaCl}$, $0,20 \text{ mol CaCl}_2$ ir $0,30 \text{ mol FeCl}_3$ pagaminta $2,0 \text{ dm}^3$ tirpalo. Apskaičiuokite Cl^- jonų molinę koncentraciją šiame tirpale?

10 taškų

2 uždutis. Ceolitai vandens minkštinimui

Ceolitai yra aliumosilikatų mineralų klasės akytos sandaros medžiagos. Pavyzdžiui, $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (ši medžiaga gali būti užrašyta ir oksidų santykiu taip: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Aliuminis, silicis ir deguonis sudaro neigiamąjį krūvį turintį karkasą, kuriame yra didesnių ir mažesnių ertmių (žr. paveikslą dešinėje). Mažesniąsias ertmes užima teigiamieji natrio jonai. O į didesniąsias įsiskverbia vandens arba kitos nedidelės polinės molekulės.



Dėl tokios akytos sandaros ceolitams būdingos jonų mainų reakcijos. Kokios nors druskos tirpale esantys katijonai gali išstumti ceolito ertmėse esančius natrio jonus. Ši ceolitų savybė panaudojama vandeniui minkštinti. Kietą vandenį leidžiant pro ceolitinį filtrą, magnio jonai įsiskverbia į ceolito ertmes, o jose buvę natrio jonai išstumiami į vandenį.

2.1. Parašykite dar vieno vandens kietumą lemiančio metalo (ne jau paminėto magnio) jono simbolį.

2.2. Pateiktas ceolitas – $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – yra kristalinė medžiaga, savo struktūroje turinti chemiškai prijungtų vandens molekulių. Kaip vadinama junginių klasė, kuriai priskiriamos tokios medžiagos?

2.3. Ceolitai pasižymi dar viena įdomia savybe – pašalinus chemiškai prijungtą vandenį, kristalas išlaiko savo akytą sandarą. Vandeniui minkštinti naudojami būtent tokie vandens netekę ceolitai. Pabaikite rašyti kieto vandens minkštavimo lygtį, rodančią jonų mainų reakciją tarp ceolito $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$ ir magnio jonų turinčio kieto vandens (kad būtų trumpiau, joną $\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}^{2-}$ žymėsime CEOL):



2.4. Ceolitiniai filtrai gali būti naudojami ir geležies jonams iš vandens pašalinti. Pabaikite rašyti pateikto grįžtamojo proceso lygtį:



2.5. Ceolitiniai vandens filtrai yra daugkartinio naudojimo – juos galima regeneruoti. Tam naudojamas labai gryno NaCl sotusis tirpalas. Paaiškinkite, kodėl šį tirpalą pumpuojant pro panaudotą ceolitinį filtrą, natrio Na^+ jonai iš ceolito ertmių išstumia Mg^{2+} ar Fe^{3+} jonus?

2.6. Indaplovėse viena iš vandens minkštavimo sistemos dalių yra ceolitiniai filtrai. Šiai sistemai regeneruoti naudojamas NaCl kainuoja 5–7 €/kg. Kodėl regeneravimui netinka įprasta maisto sūdymui naudojama valgomoji druska, kainuojanti tik apie 0,5 €/kg?

2.7. Vieno iš ceolitinio filtro sudėtis masės dalimis yra: 13% kalio, 7,67% natrio, 18% aliuminio, 18,67% silicio bei 42,66% deguonies (filtrą sudarančio junginio $M = 600$ g/mol). Sudarykite junginio formulę ir išreikškite ją kalio, natrio, aliuminio ir silicio oksidų santykiu.

10 taškų

3 užduotis. Dezinfekavimo medžiagos

Aplink mus egzistuoja dar vienas pasaulis – mikrobiologinis. Nors daugelis šio pasaulio atstovų yra naudingi žmogui, tačiau nemaža dalis bakterijų, virusų ar dumblių gali būti patogeniški ir sukelti infekcines ligas. Norėdami sumažinti jų kiekį naudojame įvairias dezinfekavimo priemones, kurios suardo šių organizmų ląstelinę struktūrą, iškreipia metabolizmo procesus.

Vienas iš netradicinių dezinfekantų, naudojamų nuotekų valymo įrenginiuose, medicininių prietaisų sterilizavimui, yra chloro dioksidas ClO_2 . Kadangi šis junginys greitai skyla, jis nesandėliuojamas, o gaminamas ten, kur jo prireikia.

3.1. Vienas iš gaminimo būdų – natrio chloritą NaClO_2 veikti druskos rūgštimi. Reakcijos produktai yra chloro dioksidas, natrio chloridas ir vanduo. Parašykite šios reakcijos bendrąją lygtį bei išlyginkite elektroniniu-joniniu arba algebriniu būdu.

Daugelis dezinfekavimo medžiagų yra stiprūs oksidatoriai. Jų poveikis pasireiškia oksiduojant biologiškai svarbias organines molekules. Stiprios oksidacinės savybės būdingos ne tik jau minėtam chloro dioksidui, bet ir hipochlorito rūgščiai HOCl .

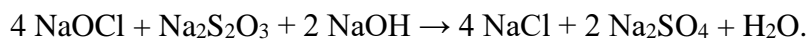
3.2. Parašykite žemiau nurodytų medžiagų redukcijos puslygtes rūgštinėje terpėje, jei abiem atvejais susidaro chlorido jonai:

a) chloro dioksido; b) hipochlorito rūgštis.

Mišinių sudėtį dažnai nurodome šimtosiomis masės dalimis, t.y. procentais %. Tais atvejais, kai dominančio komponento masės dalis nedidelė, ji išreiškiama tūkstantosiomis dalimis (promilėmis ‰) arba milijoninėmis dalimis (žymima ppm – parts per million).

3.3. Hipochlorito rūgštis druskos gerokai patvaresnės nei pati rūgštis, todėl dezinfekuojantys tirpalai dažnai gaminami iš atitinkamų druskų. Iš natrio hipochlorito kristalohidrato $\text{NaOCl} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ paruošta 10 l dezinfekuojančio tirpalo, kurio tankis $\rho = 1,008 \text{ g/ml}$, o NaOCl masės dalis tirpale yra 1550 ppm. Apskaičiuokite šiam tirpalui pagaminti sunaudoto $\text{NaOCl} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ masę.

Bandymui su patogeniniais mikroorganizmais buvo paruoštas 10 g natrio hipochlorito tirpalo, kuriame NaOCl masės dalis 0,150%. Tačiau laborantas pastebėjo, jog apsiriko ir pagamino per didelės koncentracijos tirpalą. Negalėdamas mėginio skiesti distiliuotu vandeniu ir apsižiūrėjęs, kad turi paruošto pašarminto 0,080% natrio tiosulfato $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ tirpalo, nusprendė jo įpilti ir taip pakoreguoti koncentraciją. Tarp nurodytų medžiagų įvyko tokia reakcija:



3.4. Apskaičiuokite: a) kiek gramų natrio tiosulfato tirpalo laborantas įpylė, jei galutiniame tirpale bendra chloro elemento masės dalis yra 0,04%? b) tirpale likusio NaOCl masės dalį (procentais).

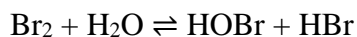
3.5. NaOCl vandeninis tirpalas pasižymi bazinėmis savybėmis. Parašykite reakcijos lygtį, kuri paaiškintų, kodėl NaOCl tirpalas yra bazinis.

Kitas retesnis dezinfekantas – hipobromito rūgštis HOBr . Ši medžiaga naudojama stabdant dumblių augimą ar naikinant nemalonus kvapus. Kadangi šis junginys nepatvarus, jis taip pat gaminamas vietoje. Pirmame gamybos etape iš natrio bromido gaminamas bromas Br_2 .

3.6. Pasiūlykite būdą, kaip iš natrio bromido ir kokios nors vieninės medžiagos gauti bromą Br_2 . Atsakykite parašydami bendrąją reakcijos lygtį.

3.7. Kitas būdas bromui gauti – natrio bromido vandeninio tirpalo elektrolizė, naudojant inertinius elektrodus. Parašykite išlygintą bendrąją lygtį, rodančią, kas vyksta elektrolizuojant nurodytą tirpalą.

Silpnomis oksidacinėmis savybėmis pasižyminti hipobromito rūgštis susidaro bromui reaguojant su vandeniu:



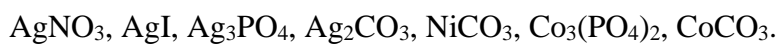
3.8. Nurodykite, kurie teiginiai teisingi (T), o kurie neteisingi (N).

1. Šioje reakcijoje vanduo yra oksidatorius, o Br_2 – reduktorius.	T	N
2. Sumažinus šio tirpalo pH didesnė dalis HOBr jonizuojasi (daugiau skyla į jonus).	T	N
3. Sumažinus šio tirpalo pH, jo rusva spalva tampa intensyvesnė.	T	N
4. Vandenilio hipobromitas tinkamas geriamojo vandens dezinfekcijai.	T	N

10 taškų

4 uždutis. Atsiklijavusios etiketės

Tvarkydama mokyklos laboratoriją druskų lentynoje Rugilė surado septynis indelius be etikečių ir septynias atsiklijavusias etiketes su tokiomis formulėmis:



Padėkite Rugilei nustatyti, kur kuri medžiaga. Medžiagoms atpažinti galite naudoti distiliuotą vandenį, 1 mol/L HNO_3 tirpalą ir 1 mol/L KOH tirpalą. Jei reikia, galite naudoti indus ir prietaisus, kurių, tikėtina, yra mokyklos laboratorijoje.

4.1. Nurodykite, kokiomis fizikinėmis ar cheminėmis nagrinėjamų medžiagų savybėmis galima pasinaudoti jas atpažįstant. Jei remsitės cheminėmis savybėmis, parašykite ir išlyginkite atitinkamų reakcijų lygtis.

4.2. Atpažįstant medžiagas svarbu sudaryti veiksmų planą – ką darysite pirmiausia ir kokių veiksmų imsitės pamatę vienokius ar kitokius bandymų rezultatus. Pateikite planą, kaip derėtų atpažinti nagrinėjamas medžiagas.

5 taškai

5 uždutis. Paskaičiuokime!

Adelina gavo užduoti ištirti K_2CO_3 , SrCO_3 ir BaCO_3 mišinio sudėtį. Ji į cheminę stiklinę įpylė druskos rūgšties ir pasvėrė. Stiklinės su tirpalu masė buvo 300,00 g. Į šią stiklinę Adelina subėrė 23,50 g tiriamojo mišinio, palaukė, kol viskas sureagavo ir pasvėrė. Stiklinės su turiniu masė buvo 317,56 g. Kad būtų tikra, jog visas tiriamasis mišinys tikrai sureagavo, ji dar patikrino tirpalo terpę. Į tirpalą įmerkta lakmuso popierėlis paraudonavo. Tada į tą pačią stiklinę pripylė didelį kiekį natrio sulfato tirpalo ir filtruodama atskyrė susidariusias nuosėdas. Išdžiovintų nuosėdų masė 21,40 g. Apskaičiuokite mišinio sudėtį išreikšdami ją masės dalimis (procentais). Skaičiuodami atomines mases apvalinkite iki artimiausių sveikųjų skaičių.

5 taškai

6 užduotis. Dujų mišiniai

Iki 100 m po vandeniū dirbantys narai kvėpuoja dujų mišiniu „Trimix 10/70/20“. Tai mišinys, kuriame yra 10% deguonies, 70% helio ir 20% azoto. Čia nurodyti tūrio, arba moliniai procentai (dujų mišiniams tūrio ir moliniai procentai sutampa).

- 6.1. Paprastai molinės masės sąvoka taikoma tik grynosioms medžiagoms. Tačiau dujų mišiniams, dėl Avogadro dėsnio galiojimo, taikoma vidutinės molinės masės sąvoka. Apskaičiuokite „Trimix 10/70/20“ mišinio vidutinę molinę masę.
- 6.2. Apskaičiuokite mišinio „Trimix 10/70/20“ sudėtį masės procentais.
- 6.3. Įprastiniame atmosferos ore deguonies molinė (arba tūrio) dalis yra 21%. Paaiškinkite, kodėl narams kvėpuoti skirtuose dujų mišiniuose deguonies dalis yra mažesnė, nei Žemės atmosferoje.
- 6.4. Žemės atmosferos oro vidutinė molinė masė 29 g/mol. Tačiau šis dydis apskaičiuotas sausam, dujinio vandens neturinčiam orui. Priklausomai nuo klimato sąlygų, ore visada yra dujinio vandens. Kokia yra drėgno oro molinė masė: tokia pati, kaip sauso, didesnė ar mažesnė? Atsakymą paaiškinkite.
- 6.5. Didžiausią Žemės atmosferos dalį sudaro azotas ir deguonis. O kokios dujos yra trečios pagal kiekį Žemės ore?

Ozonas – dar vienos ore esančios dujos. Prie Žemės paviršiaus ozonas vidutiniškai sudaro $4 \cdot 10^{-5}\%$ oro tūrio. O viršutiniuose atmosferos sluoksniuose, vadinamojoje stratosferoje, jo vidutinė tūrio dalis yra $8 \cdot 10^{-4}\%$.

- 6.6. Apskaičiuokite prie Žemės paviršiaus paimtame 1 litre oro (normaliosiomis sąlygomis) esantį vidutinį ozono molekulių skaičių.
- 6.7. Ozonas yra stiprus oksidatorius. Parašykite metano CH_4 deginimo ozono atmosferoje išlygintą reakcijos lygtį.

10 taškų

7 užduotis. Tiriame sultis

Įprasta, kad neorganinių rūgščių molekulėse esantys vandenilio atomai yra „rūgštiniai“ – reaguoja su bazėmis. Tačiau pasitaiko ir tokių, kurios turi „nerūgštinių“ vandenilio atomų. Pavyzdžiui, fosfito rūgšties formulė užrašoma H_2PHO_3 . Tokiu užrašu parodoma, kad vienas vandenilio atomas yra prijungtas tiesiai prie fosforo atomo ir nedalyvauja neutralizacijos reakcijose (yra „nerūgštinis“).

- 7.1. Sudarykite fosfito rūgšties H_2PHO_3 elektroninę (Lewis) formulę.

Rūgštinėmis savybėmis pasižyminčios organinės medžiagos beveik visada turi ir „rūgštinių“ ir „nerūgštinių“ vandenilio atomų. Tokia yra, pavyzdžiui, acto rūgštis. Molekulinė acto rūgšties formulė $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ nerodo, kiek kokių vandenilio atomų yra šios medžiagos molekulėje.

- 7.2. Kiek molių natrio hidroksido NaOH reikia vienam moliui acto rūgšties neutralizuoti?

Rengdami chemijos projektą mokiniai nusprendė tirti vaisių sultyse esančias rūgštis. Jie išsiaiškino, kad daugelyje sulčių yra ir citrinų rūgšties $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ir askorbo rūgšties $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ (vitamino C). Pasidomėję cheminėmis savybėmis jie surado, kad citrinų rūgštis su natrio hidroksidu reaguoja molių santykiu 3:1, o askorbo rūgštis santykiu 1:1. Askorbo rūgšties kiekiui nustatyti aptiko vadinamąjį jodometrinių būdą. Indikatoriumi šiam tyrimui naudojamas krakmolo tirpalas. Į tirpalą, kuriame yra askorbo rūgšties,

įpilama krakmolo indikatoriaus ir dar papildomai parūgštinama stipria rūgštimi. Po to į šį mišinį lašinamas kalio jodato tirpalas. Vyksta reakcija:



Kol yra askorbo rūgštis, tirpalas yra bespalvis. Bet vos tik askorbo rūgštis baigiasi, tirpalas pakeičia spalvą. Taip nutinka todėl, kad nebelikus askorbo rūgštis kalio jodatas reaguoja su kitu reduktoriumi – kalio jodidu. Dėl šios reakcijos susidaro vadinamieji trijodido I_3^- jonai, kurie su krakmolu sudaro spalvotą junginį.

7.3. Kokią spalvą įgyja tirpalas, kai sureaguoja visa jame buvusi askorbo rūgštis?

7.4. Sudarykite trijodido jono I_3^- elektroninę (Lewis) formulę ir nurodykite šio jono geometrinę formą.

Iš obuolių sulčių pakelio mokiniai paėmė du mėginius, kurių kiekvieno tūris po $10,00 \text{ cm}^3$. Į pirmąjį mėginį įpylė fenolftaleino indikatoriaus ir lašino $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ koncentracijos NaOH tirpalo tol, kol pasikeitė tirpalo spalva. Tam sunaudavo $16,00 \text{ cm}^3$ NaOH tirpalo. Į antrąjį sulčių mėginį įpylė druskos rūgštis, krakmolo indikatoriaus ir lašino $0,00100 \text{ mol/dm}^3$ KIO_3 tirpalo. Spalva pakito, kai KIO_3 tirpalo sunaudota $15,00 \text{ cm}^3$.

7.5. Apskaičiuokite obuolių sultyse esančios a) askorbo rūgštis ir b) citrinų rūgštis masės koncentraciją, išreikštą g/dm^3 .

7.6. Pristatydami tyrimo rezultatus klasėje mokiniai sulaukė klausimo, ar tikrai jie pasirinko tinkamą tyrimo metodą. Dėl kokių priežasčių mokinių pasirinktas tyrimo metodas galėtų būti netinkamas tiriant sultis? Nurodykite dvi priežastis.



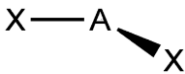
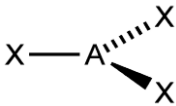
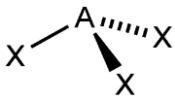
10 taškų

8 uždutis. Kur dingio žiema?

Apie klimato kaitą ir šiltnamio efektą diskutuoja mokslininkai, politikai, žurnalistai – kiekvieni iš savo varpinės. Šiltnamio efektu vadinamas kai kurių atmosferoje esančių medžiagų gebėjimas sulaikyti energiją. Šiuo gebėjimu pasižymi: a) polinės molekulės; b) iš daugiau kaip dviejų atomų sudarytos molekulės. Tokios molekulės sugeria infraraudonąją (šiluminę) spinduliuotę. Sugerta energija sukelia molekulių ryšių virpesius (kaitaliojasi ryšių ilgiai ir valentiniai kampai).

8.1. Paaiškinkite sąvoką „polinė molekulė“.

8.2. Du elementai A ir X sudaro įvairius junginius. X elemento elektrinis neigiamumas didesnis už A elemento. Atsakymų lape pažymėkite, kokia bus kiekviena iš nurodytų molekulių – polinė ar nepolinė.

				
Tiesės pavidalo molekulė.	Tiesės pavidalo molekulė.	Lenkta molekulė.	Visi atomai yra vienoje plokštumoje. Valentiniai kampai 120° .	Piramidės pavidalo molekulė. Valentiniai kampai 107° .
A polinė B nepolinė	A polinė B nepolinė	A polinė B nepolinė	A polinė B nepolinė	A polinė B nepolinė

8.3. Žemės atmosferoje yra ne tik azoto ir deguonies. Be šių pagrindinių atmosferos komponentų yra labai daug kitų medžiagų. Vienos iš jų susidaro dėl natūraliai gamtoje vykstančių procesų, kitos patenka į orą dėl žmonių ūkinės veiklos. Kurioms iš išvardintų medžiagų būdingas šiltnamio efektas (atsakymų lape pabraukite atitinkamas chemines formules): SO_2 , N_2O , NO_2 , NO , I_2 , CH_4 , H_2 , O_3 , Xe , H_2O .

8.4. Šiltnamio efektu pasižymi ne vien anglies dioksidas. Paaiškinkite, kodėl daugiausia šnekama apie CO_2 įtaką klimato pokyčiams?

Geoinžinerija yra mokslo šaka, tirianti žmonių galimybę reguliuoti Žemės klimatą. Geoinžinieriai yra pasiūlę į orbitą aplink Žemę iškelti daug veidrodžių, kurie atspindėtų Saulės spinduliuotę; kurti iki stratosferos galinčius pakilti lėktuvus ir iš jų purkšti Saulės energiją atspindinčius aerozolius, praturtinti vandenynus geležies junginiais ir t.t. Aerozolių išpurškimu susidomėta pastebėjus, kad 1991 metais Filipinuose įvykus galingam ugnikalnio išsiveržimui dvejus metus vidutinė Žemės atmosferos temperatūra sumažėjo $0,5\text{ }^\circ\text{C}$. Didžioji dalis ugnikalnių išmestų ir Saulės spinduliuotę atspindinčių dalelių yra sieros junginiai.

8.5. Filipinų ugnikalniui išsiveržus į stratosferą pateko 20 Tg sieros (priešdėlis tera (T) reiškia 10^{12}). Tarkime, kad visa ugnikalnio išmesta siera galiausiai virto sieros rūgštimi. Laikykime, kad Žemė yra idealus rutulys, kurio spindulys 6400 km. Rutulio paviršiaus ploto formulė yra $S = 4\pi R^2$. Apskaičiuokite sieros rūgšties lietaus vidutinį intensyvumą, skaičiuojant gramais sieros rūgšties per parą vienam kvadratiniam metrui Žemės paviršiaus, jei Filipinų ugnikalnio išmesta siera pasišalino per 730 parų.

Vienas iš geoinžinerijos mokslininkų J. Martin taip perfrazavo Archimedo citatą: „Duokite man pusę tanklaivio geležies ir aš jums suorganizuosiu naują ledynmetį“. Šis mokslininkas pastebėjo įdomų sutapimą. Ledynmečių laikotarpis sutampa su periodais, kada vandenynuose pagausėdavo geležies o atmosferoje sumažėdavo anglies dioksido. Manoma, kad vandenynų dumbliams vystytis trūksta geležies junginių. Jei šių junginių pagausėja, dubliai suveši ir sunaudoja daugiau anglies dioksido.

8.6. Viename litre jūros vandens vidutiniškai yra 20 ng geležies. Apskaičiuokite, kokiame jūros vandens tūryje yra 1 mol geležies. Vienas gramas lygus milijardui nanogramų (ng).

10 taškų

Mokinio kodas				
----------------------	--	--	--	--

(Įrašykite)

Vardas																	
Pavardė																	

(Įrašykite spausdintinėmis raidėmis)



58-oji Lietuvos mokinių chemijos olimpiada (2020)

Teorinės užduotys

Atsakymų lapai

9-10 klasė

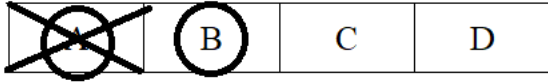
Vertintojams:

Įvertinimas	1	2	3	4	5	6	7	8
Pradinis								
Apeliacija								
Galutinis								

1 uždutis. Apšilimas

Apveskite teisingo atsakymo raidę. Jei keičiate pasirinkimą, atmestą variantą perbraukite dviem įstrižainėmis ir apveskite naują variantą.

Taisyso pavyzdys (atmestas A pasirinkimas, naujai pasirinktas B variantas):



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

Parašykite tik atsakymą (jei dydis turi matavimo vienetus – parašykite ir matavimo vienetus)

1.13.		
1.14.		
1.15.		
1.16.		
1.17.		
1.18.	a) absoliučioji	b) santykinė
1.19.		
1.20.		

2 užduotis. Ceolitai vandens minkštinimui

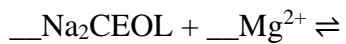
2.1.

Jonas:

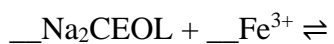
2.2.

Junginių klasė:

2.3.



2.4.



2.5.

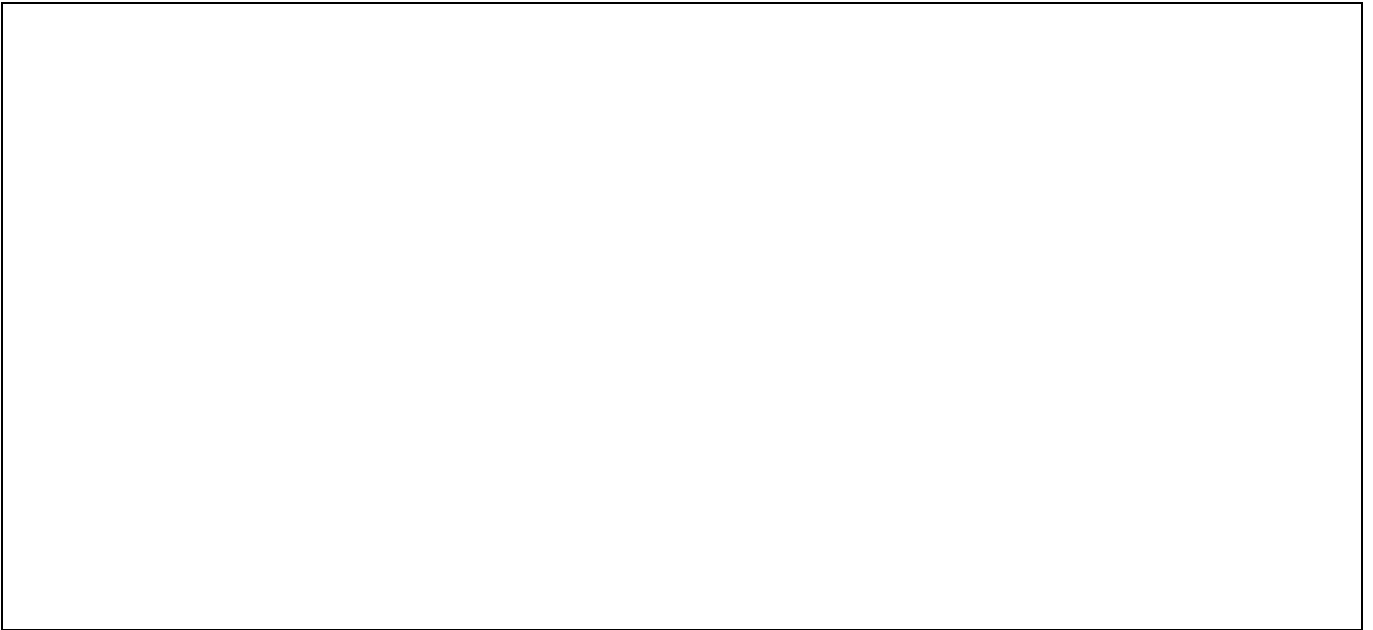
2.6.

2.7.

Atsakymas: $_ \text{K}_2\text{O} \cdot _ \text{Na}_2\text{O} \cdot _ \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot _ \text{SiO}_2$

3užduotis. Dezinfekavimo medžiagos

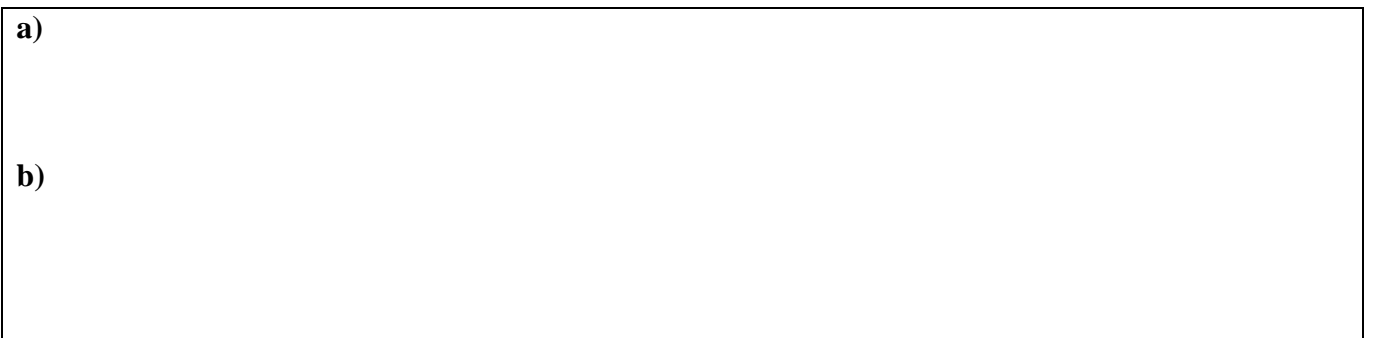
3.1.



3.2.

a)

b)



3.3.



3.4.

a)

b)

3.5.

3.6.

3.7.

3.8.

1.	T	N
2.	T	N
3.	T	N
4.	T	N

4 užduotis. Atsiklijavusios etiketės

4.1.

Medžiaga	Savybės, reakcijų lygtys, reakcijų požymiai
AgNO_3	
AgI	
Ag_3PO_4	
Ag_2CO_3	
NiCO_3	
$\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$	
CoCO_3	

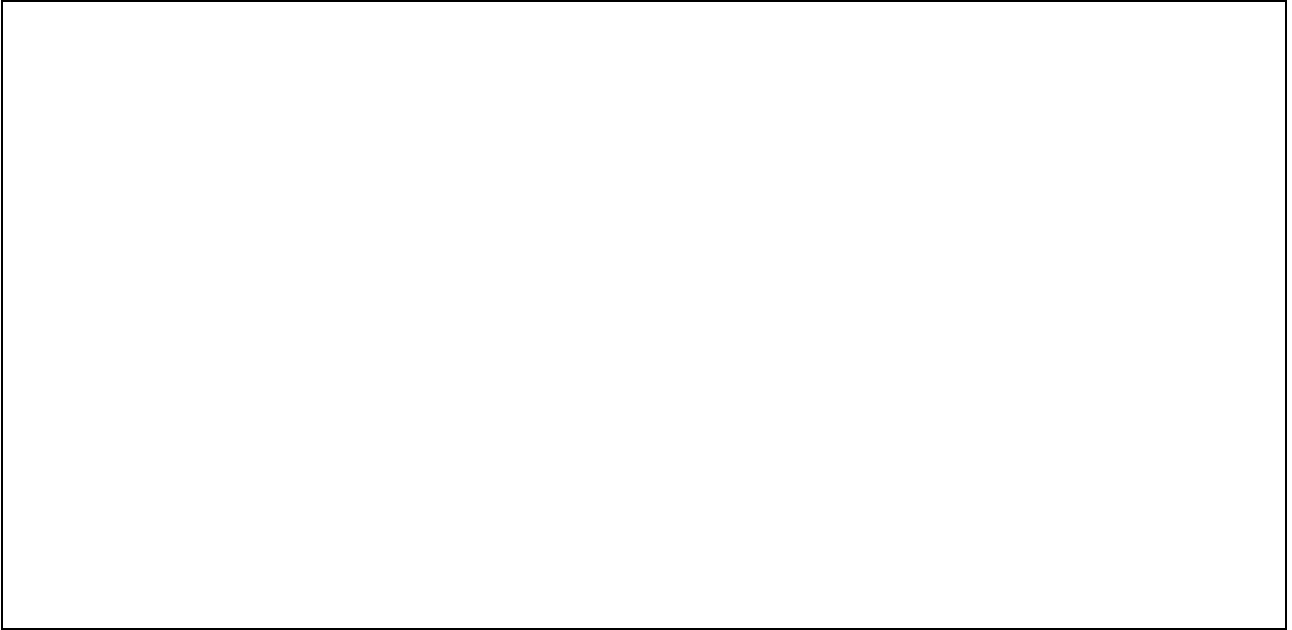
4.2. Atpažinimo planas:

--

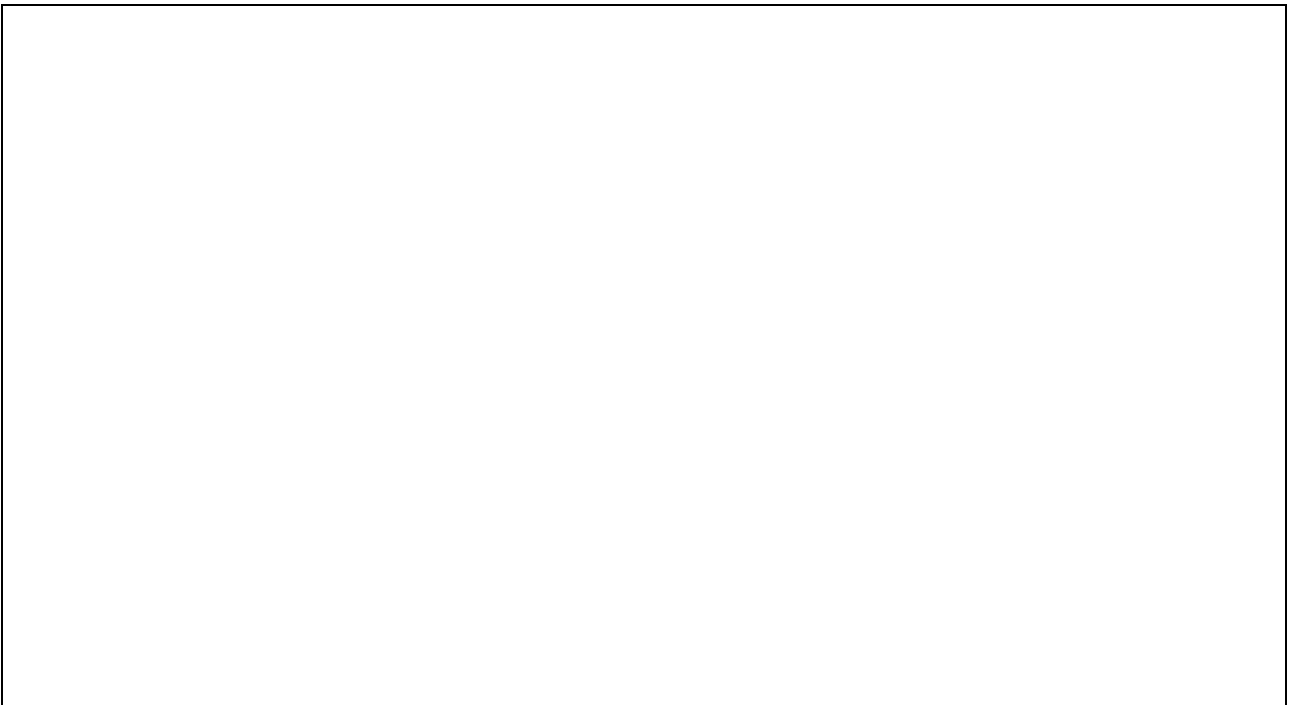
5 uždutis. Paskaičiuokime!

6 užduotis. Dujų mišiniai

6.1.



6.2.



6.3.



6.4.

A tokia pati

B didesnė

C mažesnė

Paaiškinimas

6.5.

6.6.

6.7.

7 užduotis. Tiriame sultis

7.1.

--

7.2.

--

7.3.

--

7.4.

--

7.5.

--

7.6.

--

8 uždutis. Kur dingo žiema?

8.1.

8.2.

$X-A$	$X-A-X$	$X-A \searrow X$	$X-A \begin{matrix} \cdots X \\ \searrow X \end{matrix}$	$X \begin{matrix} \searrow A \cdots X \\ \searrow X \end{matrix}$
Tiesės pavidalo molekulė.	Tiesės pavidalo molekulė.	Lenkta molekulė.	Visi atomai yra vienoje plokštumoje. Valentiniai kampai 120° .	Piramidės pavidalo molekulė. Valentiniai kampai 107° .
A polinė B nepolinė	A polinė B nepolinė	A polinė B nepolinė	A polinė B nepolinė	A polinė B nepolinė

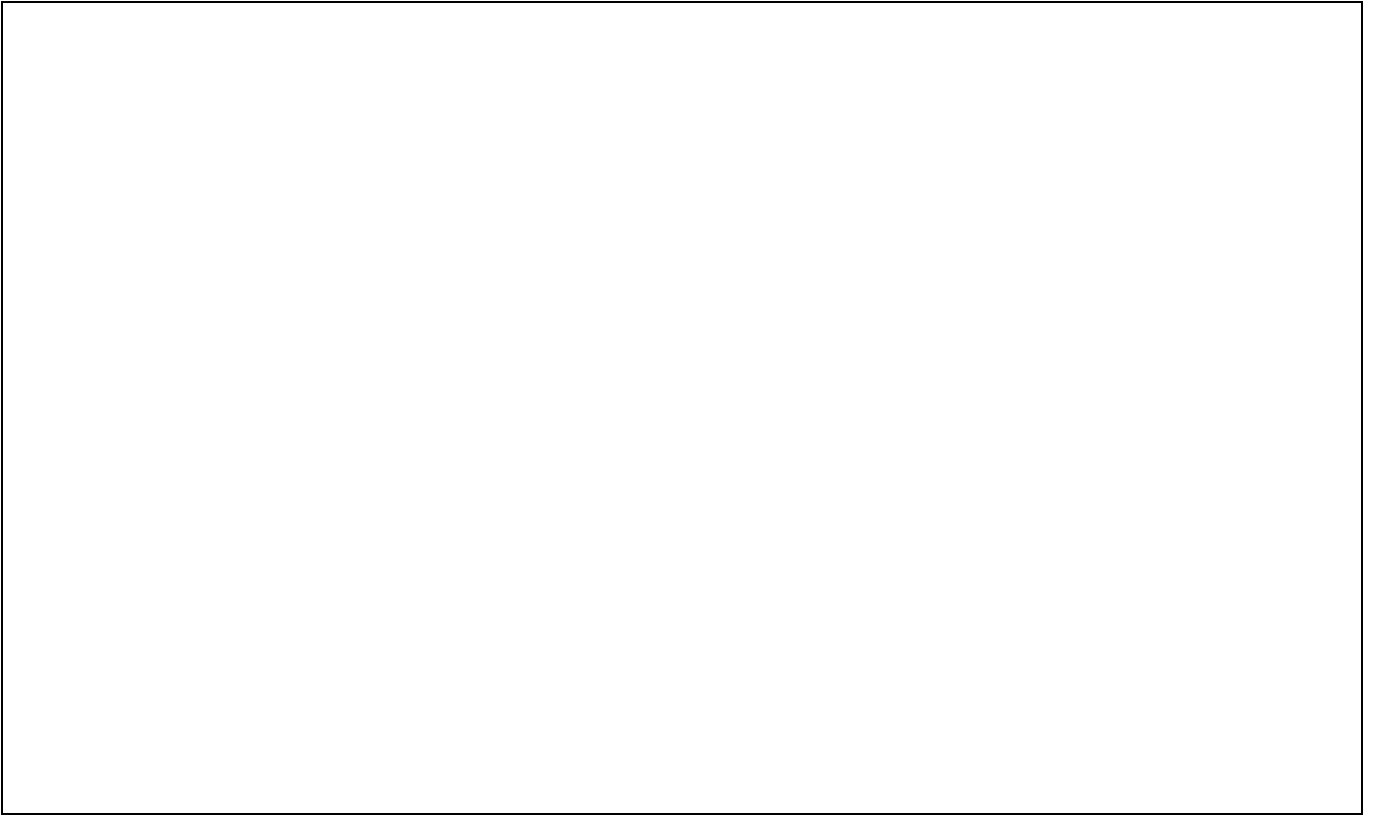
8.3.

SO ₂	N ₂ O	NO ₂	NO	I ₂	CH ₄	H ₂	O ₃	Xe	H ₂ O
-----------------	------------------	-----------------	----	----------------	-----------------	----------------	----------------	----	------------------

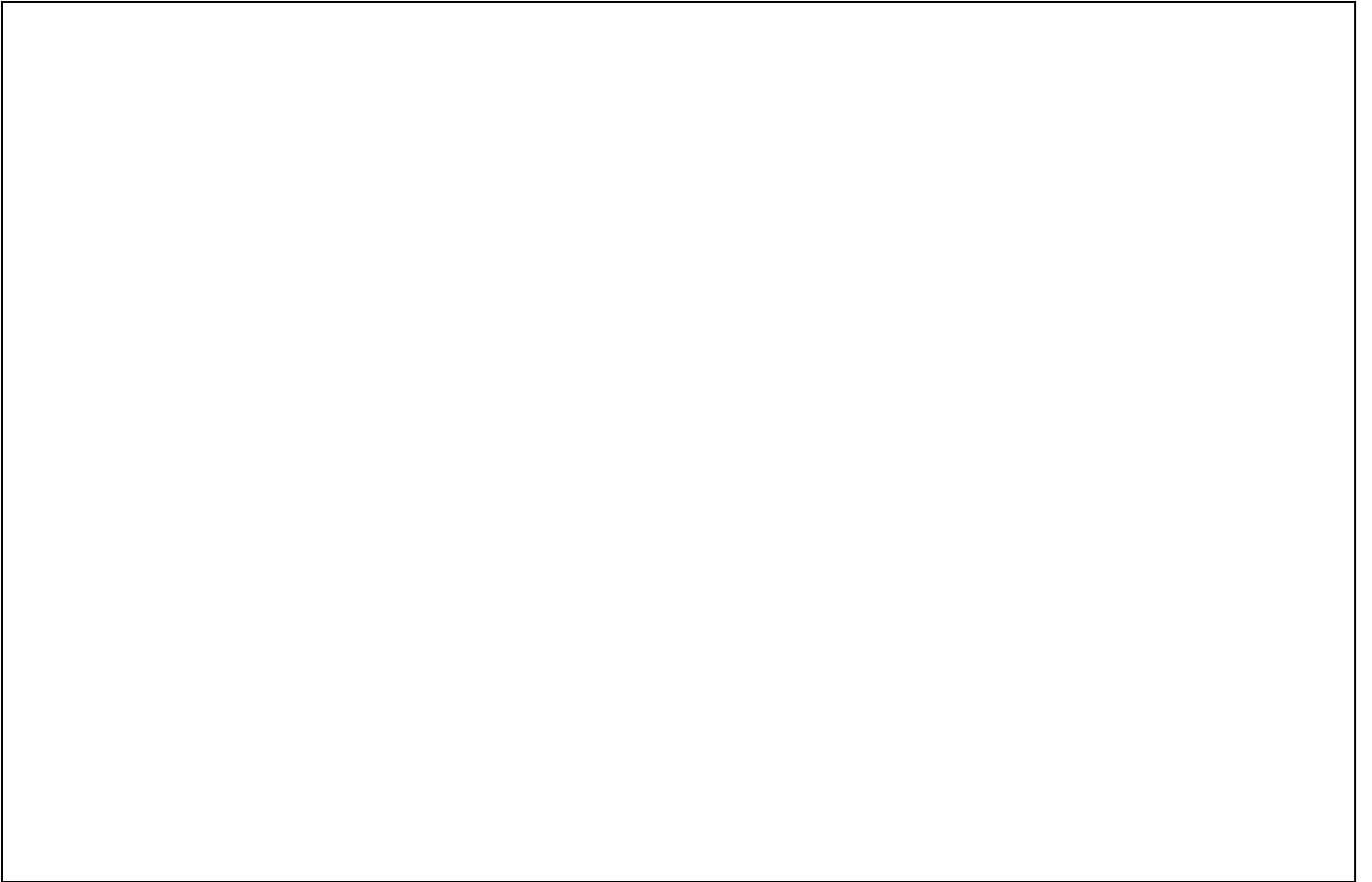
8.4.

8.5.

Tęsinys kitame lape



8.6.



Teorinių užduočių sprendimai

9-10 klasės

1 užduotis. Apšilimas

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

1.13.	6 dm ³ (arba 6,0 dm ³)		
1.14.	0,759 kg/m ³ (arba 0,760, jei naudojamos trupmeninės atominės masės)		
1.15.	$6,25 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3 \text{ s}}$		
1.16.	55 °C		
1.17.	Išsiskiria (0.5 taško) 20 kJ (0.5 taško)		
1.18.	a) absoliučioji 0,018 mol/dm ³ . (1 taškas)	b) santykinė 0,118 arba 11,8% (1 taškas)	
1.19.	54,14		
1.20.	0,90 mol/dm ³ .		

Kiekvienas punktas vertinamas po 1 tašką, nebent nurodyta kitaip.
Jei nesutampa skaitmenys dėl apvalinimo, vis tiek skiriami visi taškai.

2 užduotis. Ceolitai vandens minkštinimui

2.1. Jonas: Ca^{2+} (1 taškas)	2.2. Junginių klasė: hidratai arba kristalohidratai (1 taškas)
---	--

2.3. $__ \text{Na}_2\text{CEOL} + __ \text{Mg}^{2+} \rightleftharpoons \text{MgCEOL} + 2\text{Na}^+$ (2 taškai)
--

2.4. $3 \text{Na}_2\text{CEOL} + 2 \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Fe}_2(\text{CEOL})_3 + 6 \text{Na}^+$ (2 taškai)
--

2.5.
Kadangi jonų mainų procesas yra grįžtamasis, o filtro regeneracijai skirtame sočiajame NaCl tirpale Na^+ jonų koncentracija labai didelė, tai viso jonų mainų proceso pusiausvyra slenkasi į kairę (į pradinių medžiagų/reagentų pusę), vadinasi dominuoja atgalinis procesas ir filtras yra regeneruojamas. (2 taškai). Vertinamas ir kitaip suformuluotas teisingas atsakymas.

2.6.
Pigesnis NaCl dažnai turi nemažai priemaišų (kalcio ar magnio druskų), kurios ceolitinio filtro regeneravimo procesą padarytų neefektyvų. (1 taškas)
Vertinamas ir kitaip suformuluotas teisingas atsakymas.

2.7. Už šią dalį skiriami 8 taškai.
Kadangi žinoma junginio molinė masė, patogų pasirinkti 600 g ceolito (t.y. 1 mol). Tada:

$m(\text{elemento}) = m(\text{filtro}) \times \omega(\text{elemento, vieneto dalimis})$

$m(K) = 78 \text{ g}$

$m(Na) = 46,02 \text{ g}$

$m(Al) = 108 \text{ g}$

$m(Si) = 112,02 \text{ g}$

$m(O) = 256 \text{ g}$

1.1. $x : y : z : a : b = \frac{m(K)}{M(K)} : \frac{m(Na)}{M(Na)} : \frac{m(Al)}{M(Al)} : \frac{m(Si)}{M(Si)} : \frac{m(O)}{M(O)} =$

$\frac{78 \text{ g}}{39 \text{ g/mol}} : \frac{46 \text{ g}}{23 \text{ g/mol}} : \frac{108 \text{ g}}{27 \text{ g/mol}} : \frac{112 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} : \frac{256 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}}$

$x : y : z : a : b = 2 \text{ mol} : 2 \text{ mol} : 4 \text{ mol} : 4 \text{ mol} : 16 \text{ mol}$

$x : y : z : a : b = 2 : 2 : 4 : 4 : 16,$

Patikriname, kad $M(\text{K}_2\text{Na}_2\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}) = 600 \text{ g/mol}$

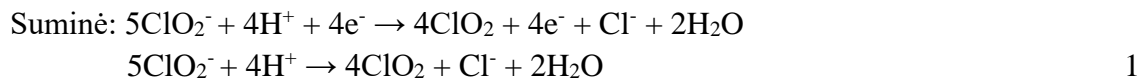
Filtrą sudarantis junginys yra $\text{K}_2\text{Na}_2\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}$ arba $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$

Vertinami ir kiti teisingi sprendimo būdai.

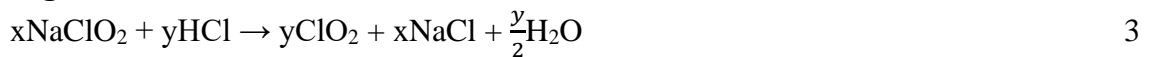
3 užduotis. Dezinfekavimo medžiagos

Atsakymai

3.1. Elektroninis-joninis būdas:



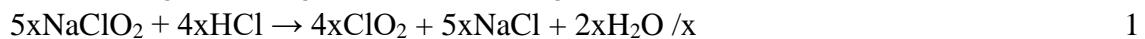
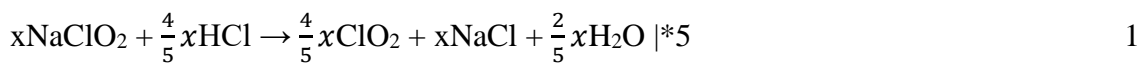
Algebrinis būdas:



$$2x = 2y + \frac{y}{2} \quad |^*2$$

$$4x = 5y \quad /4$$

$$y = \frac{4}{5}x \quad 2$$



Taškai skiriami ir praleidus tarpinį veiksmą.

Max: 8



Max: 4

$$\mathbf{3.3. } m_{(\text{tirpalo})} = 10000 \times 1,008 = 10080 \text{ g.} \quad 1$$

$$m_{(\text{NaOCl})} = \frac{1550 \times m_{(\text{tirpalo})}}{1000000} = \frac{1550 \times 10080}{1000000} = 15,624 \text{ g.} \quad 1$$

$$M_{(\text{NaOCl} \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = 164,5 \text{ g/mol} \quad M_{(\text{NaOCl})} = 74,4 \text{ g/mol}$$

$$m_{(\text{NaOCl} \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{15,624 \times 164,5}{74,4} = \mathbf{34,5 \text{ g.}} \quad 1$$

Max: 3

$$\mathbf{3.4. a) } m_{(\text{NaOCl})} = 10 \times 0,0015 = 0,015 \text{ g.} \quad M_{(\text{NaOCl})} = 74,44 \text{ g/mol} \quad M_{(\text{Cl})} = 35,45 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Cl}) = \frac{0,015 \times 35,45}{74,44} = 0,00714 \text{ g.} \quad 1$$

Pagal lygtį matome, jog tirpale visas elementinis Cl yra iš NaOCl 1

$$m(\text{galutinio tirpalo}) = \frac{m(\text{Cl})}{0,0004} = \frac{0,00714}{0,0004} = 17,86 \text{ g.} \quad 1$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ tirpalo}) = 17,86 - 10 = \mathbf{7,86 \text{ g.}} \quad 1$$

$$\text{b) } m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 7,86 \times 0,0008 = 0,00629 \text{ g.} \quad n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{0,00629}{158,11} = 3,98 \cdot 10^{-5} \text{ mol.} \quad 1$$

$$n(\text{NaOCl prad.}) = \frac{0,015}{74,44} = 2,015 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOCl sureagavo}) = 4 \times 3,98 \cdot 10^{-5} = 1,59 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad 1$$

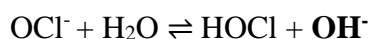
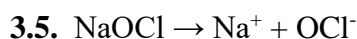
$$n(\text{NaOCl liko}) = 2,015 \cdot 10^{-4} - 1,59 \cdot 10^{-4} = 4,23 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$m(\text{NaOCl liko}) = 4,23 \cdot 10^{-5} \times 74,44 = 3,15 \cdot 10^{-3} \text{ g.} \quad 1$$

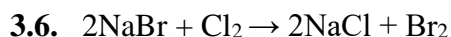
$$\omega(\text{NaOCl}) \% = \frac{3,15 \cdot 10^{-3}}{17,86} \times 100 = \mathbf{0,0176 \%} \quad 1$$

Taškai skiriami ir teisingai išsprendus kitu būdu ar praleidus tarpinį veiksmą.

Max: 8

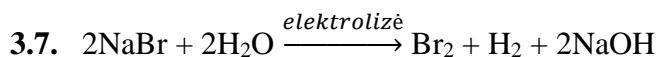


Max: 3



Taškai skiriami ir pasiūlius teisingą alternatyvų būdą

Max: 2



Max: 3

3.8.

1. Šioje reakcijoje vanduo yra oksidatorius, o Br ₂ – reduktorius.		N
2. Sumažinus šio tirpalo pH didesnė dalis HOBr jonizuojasi (daugiau skyla į jonus).		N
3. Sumažinus šio tirpalo pH, jo rusva spalva tampa intensyvesnė.	T	
4. Vandeniio hipobromitas tinkamas geriamojo vandens dezinfekcijai.		N

Max: 4

Iš viso: 35

4 užduotis. Atsiklijavusios etiketės

4.1.

Medžiaga	Savybės, reakcijų lygtys, reakcijų požymiai
AgNO ₃	Balta medžiaga, tirpsta vandenyje: $AgNO_3 \rightarrow Ag^+ + NO_3^-$
AgI	Gelsvi milteliai netirpūs nei vandenyje nei rūgštyje
Ag ₃ PO ₄	Geltoni milteliai, šviesoje tamsėja. Netirpūs vandenyje, tirpūs azoto rūgštyje $Ag_3PO_4 + 3HNO_3 \rightarrow H_3PO_4 + 3AgNO_3$
Ag ₂ CO ₃	Gelsvi kristalai, praktiškai netirpūs vandenyje, bet tirpūs rūgštyje išskiriant anglies dioksido dujas. $Ag_2CO_3 + 2HNO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 \uparrow + 2AgNO_3$ Ištirpinus gaunamas bespalvis tirpalas
NiCO ₃	Žali kristalai, netirpūs vandenyje, bet tirpūs rūgštyje išskiriant anglies dioksido dujas. $NiCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 \uparrow + Ni(NO_3)_2$ Ištirpinus gaunamas žalias tirpalas
Co ₃ (PO ₄) ₂	Violetiniai milteliai, netirpūs vandenyje, tirpūs azoto rūgštyje $Co_3(PO_4)_2 + 6HNO_3 \rightarrow 2H_3PO_4 + 3Co(NO_3)_2$
CoCO ₃	Rožiniai kristalai, praktiškai netirpūs vandenyje, bet tirpūs rūgštyje išskiriant anglies dioksido dujas. $CoCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 \uparrow + Co(NO_3)_2$ Ištirpinus gaunamas raudonas tirpalas

(7 taškai)

4.2. Atpažinimo planas:

<ol style="list-style-type: none"> 1. Paimsiu keletą gramų kiekvienos medžiagos ir pabandyčiau ištirpinti distiliuotame vandenyje. Yra žinoma, jog visi nitratai yra tirpūs, taigi sidabro nitratas – ištirps. Kitos medžiagos praktiškai netirpios. 2. Vėliau, visas medžiagas, kurios nėra identifikuotos, bandyčiau ištirpinti azoto rūgštyje. Visi karbonatai ištirps bei išskirs iš tirpalo dujas. 3. Vėliau trys karbonatai gali būti atskirti atsižvelgus į tirpalų spalvas. <ol style="list-style-type: none"> a. CoCO₃ – raudonos spalvos b. Ag₂CO₃ – bespalvis tirpalas c. NiCO₃ – žalios spalvos 4. Fosforo rūgštis druskos yra tirpios azoto rūgštyje, nes susidaro silpnesnė rūgštis. Sidabro fosfatas ištirps ir tirpalas bus bespalvis, o kobalto fosfato tirpalas bus intensyviai raudonos spalvos. 5. Medžiaga, kuri netirps nei rūgštyje nei vandenyje bus sidabro jodidas.
--

(3 taškai)

5 uždutis. Paskaičiuokime!

<p>23,50 g – 17,56 g = 5,94 g (arba 323,50 g – 317,56 g = 5,94 g)</p> <p>Masės sumažėjimas yra lygus išsiskyrusio CO₂ masei. m(CO₂) = 5,94 g</p> <p>n(CO₂) = 5,94 g/44 g/mol= 0,135 mol n(karbonatų) = 0,135 mol</p> <p>Įsivedame nežinomuosius (moliais) n(K₂CO₃) = x; n(SrCO₃) = y; n(BaCO₃) = z</p> <p>Sudaroma lygčių sistema: $\begin{aligned} x + y + z &= 0,135 \\ 138x + 148y + 197z &= 23,50 \\ 184y + 233z &= 21,4 \end{aligned}$</p> <p>Išsprendus lygčių sistemą:</p> <p>x = 0,04 mol</p> <p>y = 0,015 mol;</p> <p>z = 0,08 mol</p> <p>w(K₂CO₃) = (5,52g /23,5g)*100% = 23,49% w(SrCO₃) = (2,22g/23,5g)*100% = 9,45% w(BaCO₃) = (15,76g/23,5g)*100% = 67,1%</p>	<p>Apskaičiuojamas masės sumažėjimas 1 taškas</p> <p>Masės sumažėjimas susiejamas su CO₂. 1 taškas</p> <p>Apskaičiuotas bendras karbonatų kiekis moliais (CO₂ kiekis susiejamas su bendru karbonatų kiekiu) 1 taškas.</p> <p>Už lygčių sistemos sudarymą 3 taškai.</p> <p>2 taškai</p> <p>2 taškai</p> <p>2 taškai</p> <p>1 taškas</p> <p>Pastaba: vertinami ir kiti teisingi užduties sprendimo būdai.</p>
--	--

13 mėlynųjų taškų

6 uždutis. Dujų mišiniai

$$6.1. M(\text{mišinio}) = \frac{\chi(O_2)}{100\%} \cdot M(O_2) + \frac{\chi(He)}{100\%} \cdot M(He) + \frac{\chi(N_2)}{100\%} \cdot M(N_2)$$

$$M(\text{mišinio}) = \frac{10\%}{100\%} \cdot 32 \frac{g}{mol} + \frac{70\%}{100\%} \cdot 4 \frac{g}{mol} + \frac{20\%}{100\%} \cdot 28 \frac{g}{mol} = (3,2 + 2,8 + 5,6) \frac{g}{mol} = 11,6 \frac{g}{mol}$$

2 taškai

6.2. Galima pasinaudoti 6.1. rezultatais (nagrinėjame 1 mol mišinio, kurio masė 11,6 g).

$$\omega(O_2) = \frac{3,2 g}{11,6 g} \cdot 100\% = 27,6\%$$

$$\omega(He) = \frac{2,8 g}{11,6 g} \cdot 100\% = 24,1\%$$

$$\omega(N_2) = \frac{5,6 g}{11,6 g} \cdot 100\% = 48,3\%$$

3 taškai

6.3. Dideliame gylyje slėgis yra daug didesnis. Didėjant slėgiui didėja deguonies tirpumas kraujyje. Jo į kraują patenka per daug. Deguonies perteklius yra toksiškas.

1 taškas

6.4.

Drėgno oro molinė masė yra mažesnė

1 taškas

nes drėgname ore vietoje dalies didesnės masės O_2 arba N_2 arba Ar yra mažesnės masės H_2O molekulės.

1 taškas

6.5. Argonas

1 taškas

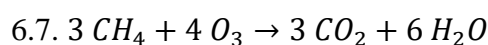
6.6. Ozono molekulių dalis ore yra lygi ozono tūrio daliai ore - $4 \cdot 10^{-5}\%$.

$$V(\text{oro}) = 1 L$$

$$N(\text{oro}) = \frac{1 L}{22,4 \frac{L}{mol}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol} = 2,6875 \cdot 10^{22}$$

$$N(O_3) = \frac{4 \cdot 10^{-5}\%}{100\%} \cdot 2,6875 \cdot 10^{22} = 1,075 \cdot 10^{16}$$

1 taškai

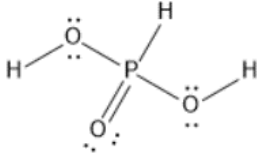


1 taškas

7 uždutis. Tiriame sultis

7.1.

Fosforas sujungtas su vienu vandeniliu tiesiogiai (1 taškas)
Fosforas sujungtas su trimis deguonies atomais (1 taškas)
Du vandeniliai sujungti su dviem deguonies atomais (1 taškas)
Prie kiekvieno deguonies atomo yra po dvi laisvasias poras (3 taškai – po 1 už kiekvieną teisingai parodytą deguonį)



7.2.

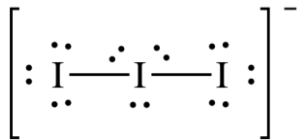
1 mol (1 taškas)

7.3.

Tirpalas įgyja **mėlyną** spalvą (1 taškas)

7.4.

Jei struktūroje parodytas visų valentinių elektronų pasiskirstymas (1 taškas)
Pasirenkamas centrinis atomas ir teisingai sujungiamas su terminaliniais atomais (1 taškas)
Pateikiama geometrinė forma (žodžiais arba piešiniu) – tiesinė (1 taškas)



7.5.

Duomenys:

$$V (\text{mėginio}) = 10.00 \text{ cm}^3 = 0.01000 \text{ L}$$

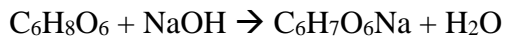
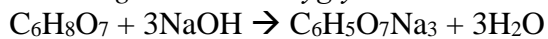
$$c (\text{NaOH}) = 0.0500 \text{ mol/L}$$

$$V (\text{NaOH}) = 16.00 \text{ mL} = 0.01600 \text{ L}$$

$$c (\text{KIO}_3) = 0.00100 \text{ mol/L}$$

$$V (\text{KIO}_3) = 15.00 \text{ mL}$$

Reikalingos cheminės lygtys:



Sprendimas:

Apskaičiuojamas titravimui sunaudoto NaOH kiekis:

$$n(\text{NaOH}) = c (\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 8.00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

(1 taškas)

Apskaičiuojamas titravimui sunaudoto KIO₃ kiekis ir iš stochiometrinio santykio – askorbo rūgšties kiekis:

$$n(\text{KIO}_3) = c(\text{KIO}_3) \cdot V(\text{KIO}_3) = 1.50 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

(1 taškas)

$$n(\text{askorbo r.}) = 3 \cdot n(\text{KIO}_3) = 4.50 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \quad (1 \text{ taškas})$$

Askorbo rūgštis su NaOH reaguoja santykiu 1:1, tad NaOH askorbo rūgščiai neutralizuoti sunaudota $4.50 \cdot 10^{-5}$ mol

Vadinasi citrinų rūgščiai sunaudojama:

$$8.00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 4.50 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 7.55 \cdot 10^{-4} \text{ mol NaOH} \quad (1 \text{ taškas})$$

Citrinų rūgštis buvo

$$7.55 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 3 = 2.52 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (1 \text{ taškas})$$

Apskaičiuojamos rūgščių masės ir jų koncentracijos:

$$m(\text{citrinų r.}) = n(\text{citrinų r.}) \cdot M(\text{citrinų r.}) = 0.04832 \text{ g} \quad (1 \text{ taškas})$$

$$m(\text{askorbo r.}) = n(\text{askorbo r.}) \cdot M(\text{askorbo r.}) = 0.00792 \text{ g} \quad (1 \text{ taškas})$$

$$c(\text{citrinų r.}) = m(\text{citrinų r.}) / V(\text{mėginio}) = 4.832 \text{ g/L} \quad (1 \text{ taškas})$$

$$c(\text{askorbo r.}) = m(\text{askorbo r.}) / V(\text{mėginio}) = 0.792 \text{ g/L} \quad (1 \text{ taškas})$$

Bet koks kitas teisingas sprendimas vertinamas 9 taškais.

7.6.

Be askorbo ir citrinų rūgštis, sultyse gali būti kitų rūgščių (1 taškas)

Be askorbo rūgštis gali būti kitų reduktorių (1 taškas)

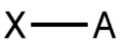

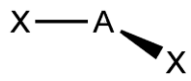
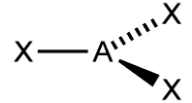

8 užduotis. Kur dingio žiemą?

8.1. 2 taškai

Polinė molekulė yra tokia, kurios viename gale susikaupęs teigiamasis, o kitame – neigiamasis elektros krūvis, kurioje teigiamieji ir neigiamieji elektros krūviai pasiskirstę nesimetriškai, netolygiai. Tam, kad molekulė būtų polinė, nepakanka, kad ji turėtų polinių ryšių. Dar svarbu, kaip tie ryšiai išsidėstę erdvėje. Jie turi būti išsidėstę taip, kad vieno ryšio poliškumas (dipolio momentas) neatsvertų, nekompensuotų kito ryšio poliškumo (dipolio momento).

Tai tokia molekulė, turinti polinius ryšius ir kurios molekulės bendras dipolinis momentas nelygus nuliui. Dipolinio momento priežastis yra skirtingas atomų, sujungtų kovalentiniais ryšiais, elektroneigiamumas.

8.2. 5 taškai

				
Tiesės pavidalo molekulė.	Tiesės pavidalo molekulė.	Lenkta molekulė.	Visi atomai yra vienoje plokštumoje. Valentiniai kampai 120°.	Piramidės pavidalo molekulė. Valentiniai kampai 107°.
A polinė	B nepolinė	A polinė	B nepolinė	A polinė

8.3. 7 taškai

SO₂, N₂O, NO₂, NO, CH₄, O₃, H₂O

8.4. 2 taškai

1) Dėl iškastinio kuro naudojimo žmonės sutrikdė įprastinį anglies apytakos ratą. Deginant iškastinį kurą į atmosferą patenka daugiau CO₂, negu jo sunaudoja fotosintetinantys organizmai arba pašalinama kitais būdais.

2) CO₂ lyginant su kitomis dujomis ilgiau užsilieka atmosferoje.

8.5. 4 taškai

$$n(S) = n(H_2SO_4) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{20 \cdot 10^{12}}{32} = 6,25 \cdot 10^{11} \text{ mol}$$

$$S(\text{žemės}) = 4\pi R^2 = 4\pi \times (6400 \cdot 10^3)^2 = 5,15 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$$

$$m(H_2SO_4) = n(H_2SO_4) \times M(H_2SO_4) = 6,25 \times 10^{11} \cdot 98 = 6,125 \cdot 10^{13} \text{ g}$$

$$I = \frac{m(H_2SO_4)}{t * S} = \frac{6,125 \cdot 10^{13}}{730 \times 5,15 \cdot 10^{14}} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ g}/(\text{para} \cdot \text{m}^2)$$

8.6. 2 taškai

1 mol geležies – 55,845 g geležies

$$V = \frac{55,845}{20 \cdot 10^{-9}} = 2,8 \cdot 10^9 \text{ L}$$

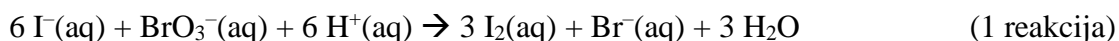


Praktinė užduotis

11-12 klasė

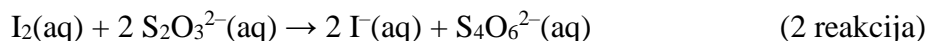
Jodo laikrodžio reakcija

Bromato jonai rūgščiame tirpale oksiduoja jodidą ir redukuojasi iki bromido jonų:



Jūs tirsite šios reakcijos kinetinius (t.y. su greičiu susijusius) parametrus.

Visų bandymų atveju į tiriamuosius mišinius įpilsite po vienodą tūrį natrio tiosulfato $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ tirpalo. Ši medžiaga reaguoja su 1-oje reakcijoje susidarančiu jodu:



2-oji reakcija yra daug greitesnė už 1-ąją, todėl vos susidaręs jodas iš karto vėl sureaguoja. Vadinasi, laisvo jodo reakcijos mišinyje atsiras **tik sureagavus visam** tiosulfatui. Jodo atsiradimą parodys krakmolo indikatorius.

Pagal veikiančių masių dėsnį, reakcijos greitis proporcingas reaguojančiųjų medžiagų koncentracijoms, pakeltoms tam tikrais laipsniais:

$$v = k[\text{I}^-]^x[\text{BrO}_3^-]^y[\text{H}_3\text{O}^+]^z$$

kur v – reakcijos greitis (matuojama $\text{mol}/(\text{l}\cdot\text{s})$); k – reakcijos greičio konstanta (jos matavimo vienetus reikės nustatyti); x , y , z – daliniai reakcijos laipsniai.

Tirdami 1-ąją reakciją taikysite pradinių greičių metodą – kaitaliosite pradines reaktantų koncentracijas ir iš to, kaip pasikeičia reakcijos greitis, nustatysite dalinius reakcijos laipsnius x , y ir z . O nustatę laipsnius galėsite apskaičiuoti reakcijos greičio konstantą bei nustatyti jos matavimus.

Konstantos ir formulės

Avogadro konstanta	$N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Kinetinė lygtis	$v = k [A]^m [B]^n \dots$
Universalioji dujų konstanta	$R = 8,3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,083145 \text{ L} \cdot \text{bar} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	Pirmojo laipsnio integruotoji kinetinė lygtis	$\ln \frac{[A]_t}{[A]_0} = -kt$
Standartinis slėgis	$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$	Pusėjimo trukmė	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
1 atm slėgis	$760 \text{ mmHg} = 101325 \text{ Pa}$	Antrojo laipsnio integruotoji kinetinė lygtis	$\frac{1}{[A]_t} - \frac{1}{[A]_0} = kt$
Idealiųjų dujų lygtis	$pV = nRT$	Pusėjimo trukmė	$t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$
	$\frac{p_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{n_2 T_2}$	Arenijaus (Arrhenius) lygtis	$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$
$\chi_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + \dots} = \frac{p_1}{p_1 + p_2 + \dots}$		$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$	
Dujų plėtimosi darbas esant pastoviam išoriniam slėgiui	$A = -p\Delta V$	Entalpijos pokytis	$\Delta H^\circ = \Delta U^\circ + p\Delta V$
Grižtamojo dujų plėtimosi darbas	$A = nRT \ln \frac{p_2}{p_1}$	Gibso energijos pokytis	$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$
Lamberto-Bero (Lambert-Beer) dėsnis	$A = \lg \frac{I_0}{I} = \epsilon c l$	$\Delta_r H^\circ = \sum \nu \Delta_f H^\circ (\text{prod}) - \sum \nu \Delta_f H^\circ (\text{reag})$	
Atominės masės vienetas	$1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$\Delta_r G^\circ = \sum \nu \Delta_f G^\circ (\text{prod}) - \sum \nu \Delta_f G^\circ (\text{reag})$	
Elektrono masė	$m_e = 9,10938 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$\Delta_r S^\circ = \sum \nu S^\circ (\text{prod}) - \sum \nu S^\circ (\text{reag})$	
Planko (Planck) konstanta	$h = 6,62608 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$	$a \text{ A(aq)} + b \text{ B(aq)} \rightarrow c \text{ C(aq)} + d \text{ D(aq)}$	
Šviesos greitis	$c = 2,99793 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$	$Q_r = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$	
Bolcmano (Boltzmann) konstanta	$k_B = 1,38065 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$	$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q_r$	
Kvanto energija	$E = h\nu$	$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K = -nFE^\circ_{\text{cel}}$	
Elektromagnetinės bangos ilgio ir dažnio sąryšis	$\lambda \cdot \nu = c$	Nernsto lygtis	$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q_r$
Bangos skaičius	$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda}$	Faradėjaus (Faraday) konstanta	$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$
1 eV 1 eV/atomui	$1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ $96,4853 \text{ kJ/mol}$	$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$	
$pH = -\lg[H^+]$	$pH = pK_a + \lg \frac{[B]}{[R]}$	$K_a \times K_b = K_w$	$K_p = K_c (RT)^{\Delta \nu_{\text{dujų}}}$

Darbo tikslas

Nustatyti I^- oksidacijos rūgščiame $KBrO_3$ tirpale dalinius reakcijos laipsnius x , y , z bei reakcijos greičio konstantą k (skaitinę vertę ir matus).

Reagentai:

0,0010 mol/l $Na_2S_2O_3$ tirpalas

0,010 mol/l KI tirpalas

0,040 mol/l $KBrO_3$ tirpalas

0,10 mol/l HCl tirpalas

0,5% Krakmolo tirpalas

Darbo priemonės:

8 mėgintuvėliai

3×10,0 mL graduotos pipetės

2×5,0 mL graduotos pipetės

100 mL kūginė (Erlenmeyer) kolba

Pipečių pripildymo kriaušė

Pastero pipetė

Chronometras

Atliekų indas

Plovyklė

Darbo eiga

1. Prieš pradėdami darbą atkreipkite dėmesį į pipečių gradavimą. Šios pipetės būna skirtingai sugraduotos (žr. paveikslus žemiau).



1 pav. Graduota nepilno ištekėjimo pipetė. Šios pipetės etiketėje parašyta 10 mL. Graduotoji dalis baigiasi 10 mL žyma. Šios pipetės apatinė dalis (“nosis”) nekalibruota todėl iš šios pipetės **negalima** išleisti viso skysčio.



2 pav. Graduota pilno ištekėjimo pipetė. Šios pipetės etiketėje parašyta 10 mL, tačiau graduotoje dalyje nėra atžymos 10. Jos “nosis” yra kalibruota. 10 mL bus paimta išleidus visą skystį (nuo 0 iki pabaigos)

2. Mėgintuvėliuose paruoškite darbui reikalingus mišinius iš darbo vietoje esančių tirpalų. Mišinius ruoškite pagal 1-oje lentelėje nurodytą tvarką. (Mišinys A₁ paruošiamas viename mėgintuvėlyje, o B₁ – kitame ir t.t.)

1 lentelė Tirpalų ruošimo tvarka

A mišinys	Pradinių tirpalų tūriai, mL			B mišinys	Pradinių tirpalų tūriai, mL	
	0,010 M KI	0,0010 M Na ₂ S ₂ O ₃	H ₂ O		0,040 M KBrO ₃	0,10 M HCl
A ₁	5,0	5,0	5,0	B ₁	5,0	5,0
A ₂	10,0	5,0	0	B ₂	5,0	5,0
A ₃	5,0	5,0	0	B ₃	10,0	5,0
A ₄	5,0	5,0	0	B ₄	5,0	10,0

3. Kai pagaminsite visus mišinius, į kolbą įlašinkite 5 lašus krakmolo indikatoriaus ir supilkite mišinį A₁. Po to supilkite mišinį B₁ ir kartu pradėkite matuoti laiką. Laikas chronometru pradedamas matuoti nuspaudus mygtuką „Start“, laikmatis sustabdomas nuspaudus „Stop“ mygtuką. Kitam laiko matavimui laikmatis nustatomas paspaudus mygtuką „Reset“. Laikmatį stabdykite vos tik pastebėsite melsvos spalvos atsiradimą balto popieriaus fone. Dirbdami visus indus laikykite taip, kad juose esantys tirpalai nesusiltų nuo jūsų rankų.
4. Analogiškus bandymus pakartokite su kitais mišiniais A₂ ir B₂, A₃ ir B₃, A₄ ir B₄. Tarp bandymų kuginę kolbą išskalaukite distiliuotu vandeniu ir kaip įmanoma geriau išsausinkite. Gautus rezultatus pateikite 2-oje lentelėje.
5. Atlikite skaičiavimus, o jų rezultatus parašykite 3-ioje ir 4-oje lentelėse.
6. Atlikite papildomas užduotis.

Pastabos

1. Jei baigėsi bet kuris iš tirpalų, kreipkitės į laborantą.
2. Baigę praktinę dalį gražinkite atsakymų lapus. Lapus su užduotimi galite **pasiimti su savimi**.

Mokinio kodas (įrašykite):

58-oji Lietuvos mokinių chemijos olimpiada

Praktinė užduotis

Atsakymų lapai

11-12 klasė

Vardas																				
Pavardė																				

(Spausdintinėmis raidėmis)

Vertintojams:

	Eksperimentinė dalis	Skaičiavimai	Papildomos užduotys	Suma
Pradinis balas				
Apeliacija				
Galutinis balas				

Rezultatai:**2 lentelė** Reakcijos laikai (Nebūtina atlikti po tris bandymus, vertinamas **tik vidutinis** laikas)

Mišinys	Laikas			Vidutinis laikas Δt , s
	Δt_1 , s	Δt_2 , s	Δt_3 , s	
A ₁ + B ₁				
A ₂ + B ₂				
A ₃ + B ₃				
A ₄ + B ₄				

1) $\Delta[\text{BrO}_3^-]$ skaičiavimas (kiek pakinta bromato jonų koncentracija per laiką nuo tirpalų sumaišymo iki mėlynos spalvos atsiradimo):

3 lentelė Eksperimento duomenys ir skaičiavimų rezultatai

Mišinys	Koncentracijos sumaišymo momentu (mol/l)				$\Delta[\text{BrO}_3^-]$, M	Reakcijos greitis $\Delta[\text{BrO}_3^-]/\Delta t$, M/s	Reakcijos greičio konstanta k (skaitinės vertės)
	$[\text{I}^-]$	$[\text{BrO}_3^-]$	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	$[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$			
A ₁ + B ₁							
A ₂ + B ₂							
A ₃ + B ₃							
A ₄ + B ₄							
Reakcijos greičio konstantos k matavimo vienetai:							

2) Reakcijos dalinių laipsnių skaičiavimas (gautus laipsnių rodiklius suapvalinkite iki sveikųjų skaičių ir pateikite 4 – oje lentelėje)

4 lentelė Daliniai reakcijos laipsniai

Reakcijos laipsnis pagal		
$x(I^-)$	$y(BrO_3^-)$	$z(H_3O^+)$

3) Skaičiavimai reakcijos konstantai k rasti (skaitinei vertei ir matams)

Papildomos užduotys

1) Koks yra bendrasis jūsų tirtos 1-osios reakcijos laipsnis?

2) Labai dažnai reakcijų kinetiniai laipsnių rodikliai nesutampa su cheminės lygties koeficientais. Kodėl?

3) Visais atvejais jūs į mišinius pylėte po 5,0 ml natrio tiosulfato tirpalo. Kurie jūsų rezultatai pasikeistų ir kaip pasikeistų, jeigu visais atvejais į mišinius būtų įpilamas didesnis tiosulfato tirpalo tūris. Atsakymą paaiškinkite.

4) Kodėl yra svarbu palaikyti pastovią reakcijos mišinių temperatūrą?

5) Laikykite, kad viso jūsų tyrimo metu tirpalų temperatūra buvo 20 °C. Apskaičiuokite per kiek laiko $A_1 + B_1$ mišinyje būtų atsiradusi mėlyna spalva, jei tirpalų temperatūra būtų buvusi 10 °C didesnė.

Reakcijos aktyvacijos energija yra 33 kJ/mol.

Praktinės dalies vertinimas

1 lentelė Reakcijos laikai

Mišinys	Laikas			Vidutinis laikas Δt , s
	Δt_1 , s	Δt_2 , s	Δt_3 , s	
A ₁ + B ₁	180	180	180	180
A ₂ + B ₂	90	90	90	90
A ₃ + B ₃	90	90	90	90
A ₄ + B ₄	45	45	45	45

Didžiausias galimas taškų skaičius už eksperimentinę dalį – 60 taškų. Eksperimentinėje dalyje yra vertinami ne atskiri reakcijos laikai, tačiau jų santykiai ir priklausomai nuo to kaip reakcijos laikų santykiai atitinka teorinį santykį 4:2:2:1 yra paskiriami taškai.

1) $\Delta[\text{BrO}_3^-]$ skaičiavimas (kiek pakinta bromato jonų koncentracija per laiką nuo tirpalų sumaišymo iki mėlynos spalvos atsiradimo):

(1) reakcijos greitis gali būti išreiškiamas taip:

$$v = -\frac{\Delta[\text{BrO}_3^-]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\text{I}_2]}{3 \cdot \Delta t} \quad (1)$$

1t.

(2) reakcijos greitis išreiškiamas:

$$v' = -\frac{\Delta[\text{I}_2]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{2 \cdot \Delta t} \quad (2)$$

1t.

Abi lygtys padauginamos Δt ir (2) įstatoma į (1) ir gaunama galutinė išraiška:

$$\Delta[\text{BrO}_3^-] = \frac{\Delta[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{6} \quad (3)$$

Kadangi krakmolo – jodo kompleksui būdinga mėlyna spalva atsiranda tik sureagavus visam tiosulfatui, tai:

$$\Delta[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] = -[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]_0 \quad (4)$$

Tad,

$$\Delta[\text{BrO}_3^-] = -\frac{0,0010M \cdot 5,0\text{mL}}{25,0\text{mL} \cdot 6} = -3,3 \cdot 10^{-5}M$$

1t.

Galimas ir neneigiamas atsakymas

3 lentelė Eksperimento duomenys ir skaičiavimų rezultatai

Mišinys	Koncentracijos sumaišymo momentu (mol/l)				$\Delta[\text{BrO}_3^-]$, M	Reakcijos greitis $\Delta[\text{BrO}_3^-]/\Delta t$, M/s	Reakcijos greičio konstanta k (skaitinės vertės)
	$[\text{I}^-]$	$[\text{BrO}_3^-]$	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	$[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$			
A ₁ + B ₁	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$-3,3 \cdot 10^{-5}$	$-1,9 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^1$
A ₂ + B ₂	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$-3,3 \cdot 10^{-5}$	$-3,7 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^1$
A ₃ + B ₃	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$-3,3 \cdot 10^{-5}$	$-3,7 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^1$
A ₄ + B ₄	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$-3,3 \cdot 10^{-5}$	$-7,4 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^1$
Reakcijos greičio konstantos k matavimo vienetai:							$\text{M}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$

Už $[\text{I}^-]$, $[\text{BrO}_3^-]$, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ir $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$ koncentracijų perskaičiavimą skiriami 2 taškai. Už klaidą atimamas vienas taškas.

2) Reakcijos dalinių laipsnių skaičiavimas (gautus laipsnių rodiklius suapvalinkite iki sveikųjų skaičių ir pateikite 4 – oje lentelėje)

Pagal kinetinę reakcijos greičio išraišką:

$$v = -k[I^-]^x \cdot [BrO_3^-]^y \cdot [H_3O^+]^z \quad (1)$$

Sudaroma lygčių sistema:

$$\begin{cases} -k \cdot (2,0 \cdot 10^{-3})^x \cdot (8,0 \cdot 10^{-3})^y \cdot (2,0 \cdot 10^{-2})^z = -1,9 \cdot 10^{-7} \\ -k \cdot (4,0 \cdot 10^{-3})^x \cdot (8,0 \cdot 10^{-3})^y \cdot (2,0 \cdot 10^{-2})^z = -3,7 \cdot 10^{-7} \\ -k \cdot (2,0 \cdot 10^{-3})^x \cdot (1,6 \cdot 10^{-2})^y \cdot (2,0 \cdot 10^{-2})^z = -3,7 \cdot 10^{-7} \\ -k \cdot (2,0 \cdot 10^{-3})^x \cdot (8,0 \cdot 10^{-3})^y \cdot (4,0 \cdot 10^{-2})^z = -7,4 \cdot 10^{-7} \end{cases}$$

1t.

Randamos x; y; z reikšmės:

$$x = \log_2 \frac{-3,7 \cdot 10^{-7}}{-1,9 \cdot 10^{-7}} = 1,00$$

$$y = \log_2 \frac{-3,7 \cdot 10^{-7}}{-1,9 \cdot 10^{-7}} = 1,00$$

$$z = \log_2 \frac{-7,4 \cdot 10^{-7}}{-1,9 \cdot 10^{-7}} = 2,00$$

2t.

4 lentelė Daliniai reakcijos laipsniai

Reakcijos laipsnis pagal		
x(I ⁻)	y(BrO ₃ ⁻)	z(H ₃ O ⁺)
1	1	2

3) Skaičiavimai reakcijos konstantai *k* rasti (skaitinei vertei ir matams)

kai reakcijos daliniai laipsniai surasti iš lygčių sistemos, tada galima surasti k:

$$k(A_1 + B_1) = \frac{-1,9 \cdot 10^{-7} M/s}{(2,0 \cdot 10^{-3})^1 \cdot (8,0 \cdot 10^{-3})^1 \cdot (2,0 \cdot 10^{-2})^2 M^4} = 2,9 \cdot 10^1 M^{-3} \cdot s^{-1}$$

Analogiški skaičiavimai išlieka kitiems atvejams

Už konstantų skaičiavimą – **3t.**
Už matų suradimą – **4t.**

Papildomos užduotys

1) Koks yra bendrasis jūsų tirtos 1-osios reakcijos laipsnis?

$$1+1+2 = 4$$

2t.

2) Labai dažnai reakcijų kinetiniai laipsnių rodikliai nesutampa su cheminės lygties koeficientais. Kodėl?

Dažniausiai reakcijos susideda iš kelių stadijų, kurių greitis yra nevienodas. Bendrą reakcijos greitį riboja lėčiausios stadijos greitis, tad kinetiniai laipsnių rodikliai yra nustatomi lėčiausiai reakcijos stadijai. Cheminė lygtis parodo suminį kelių stadijų rezultatą, todėl kinetiniai laipsnių rodikliai nesutampa su cheminės lygties koeficientais.

7t.

3) Visais atvejais jūs į mišinį pylėte po 5,0 ml natrio tiosulfato tirpalo. Kurie jūsų rezultatai pasikeistų ir kaip pasikeistų, jeigu visais atvejais į mišinį būtų įpilamas didesnis tiosulfato tirpalo tūris. Atsakymą paaiškinkite.

Tarkime jei į visus mišinius būtų pilama po 10,0mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ tirpalo vietoje 5,0mL:

*Sumažėtų bendras reakcijos greitis dėl didesnio reaktantų praskiedimo po sumaišymo

* Sumažėtų $\Delta[\text{BrO}_3^-]$ (jei neigiamas) ir atitinkamai padidėtų laukimas iki mėlynos spalvos atsiradimo (Δt)

5t.

4) Kodėl yra svarbu palaikyti pastovią reakcijos mišinių temperatūrą?

Reakcijos greičio konstanta (k) yra temperatūros funkcija. Tad, siekiant sumažinti skaičiavimų paklaidas ir padidinti atsikartojamumą, temperatūra turi būti išlaikoma pastovi.

3t.

5) Laikykite, kad viso jūsų tyrimo metu tirpalų temperatūra buvo 20 °C. Apskaičiuokite per kiek laiko $A_1 + B_1$ mišinyje būtų atsiradusi mėlyna spalva, jei tirpalų temperatūra būtų buvusi 10 °C didesnė.

Reakcijos aktyvacijos energija yra 33 kJ/mol.

$T_1 = 293 \text{ K}$; $R = 8,3144 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$; $t_1 = 180\text{s}$

$T_2 = 303 \text{ K}$; $E_A = 33000\text{J/mol}$

Arenijaus lygtis:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad (1)$$

2t.

Kadangi $k \propto v$, o $v \propto 1/\Delta t$, tai

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{t_1}{t_2} \quad (2)$$

2t.

galutinė išraiška:

$$t_2 = \frac{t_1}{\exp \left(\frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right)} \quad (3)$$

$$t_2 = \frac{180\text{s}}{\exp \left(\frac{\frac{33000\text{J}}{\text{mol}}}{8,3144 \frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}} \left(\frac{1}{293} - \frac{1}{303} \right) \text{K}^{-1} \right)}$$

$$t_2 = 115\text{s}$$

4t. (Jei vietoje 33000J/mol reikšmės įstatoma 33kJ/ mol atimami 2t.)



Teorinės užduotys

11-12 klasės

Konstantos ir formulės	2
1 užduotis. Apšilimas (7 taškai)	3
2 užduotis. Citrinų rūgštis (9 taškai)	5
3 užduotis. Pieva = nerauta (9 taškai)	6
4 užduotis. Kuri reakcija gaus baudą už greičio viršijimą? (9 taškai)	7
5 užduotis. Vienas metodas viskam (9 taškai)	9
6 užduotis. 120/80 mmHg (9 taškai)	13
7 užduotis. Žaibo greičiu (9 taškai)	14
8 užduotis. Ką tirpina terpentinas? (9 taškai)	15

Iš viso 70 taškų.

Konstantos ir formulės

Avogadro konstanta	$N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Kinetinė lygtis	$v = k [A]^m [B]^n \dots$
Universalioji dujų konstanta	$R = 8,3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,083145 \text{ L} \cdot \text{bar} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	Pirmojo laipsnio integruotoji kinetinė lygtis	$\ln \frac{[A]_t}{[A]_0} = -kt$
Standartinis slėgis	$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$	Pusėjimo trukmė	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
1 atm slėgis	760 mmHg = 101325 Pa	Antrojo laipsnio integruotoji kinetinė lygtis	$\frac{1}{[A]_t} - \frac{1}{[A]_0} = kt$
Idealiųjų dujų lygtis	$pV = nRT$	Pusėjimo trukmė	$t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$
	$\frac{p_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{n_2 T_2}$	Arenijaus (Arrhenius) lygtis	$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$
$\chi_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + \dots} = \frac{p_1}{p_1 + p_2 + \dots}$		$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$	
Dujų plėtimosi darbas esant pastoviam išoriniam slėgiui	$A = -p\Delta V$	Entalpijos pokytis	$\Delta H^\circ = \Delta U^\circ + p\Delta V$
Grįžtamojo dujų plėtimosi darbas	$A = nRT \ln \frac{p_2}{p_1}$	Gibso energijos pokytis	$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$
Lamberto-Bero (Lambert-Beer) dėsnis	$A = \lg \frac{I_0}{I} = \epsilon c l$	$\Delta_r H^\circ = \sum \nu \Delta_f H^\circ (\text{prod}) - \sum \nu \Delta_f H^\circ (\text{reag})$	
Atominės masės vienetas	1 u = 1,66054 · 10 ⁻²⁷ kg	$\Delta_r G^\circ = \sum \nu \Delta_f G^\circ (\text{prod}) - \sum \nu \Delta_f G^\circ (\text{reag})$	
Elektrono masė	$m_e = 9,10938 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$\Delta_r S^\circ = \sum \nu S^\circ (\text{prod}) - \sum \nu S^\circ (\text{reag})$	
Planko (Planck) konstanta	$h = 6,62608 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$	$a A(\text{aq}) + b B(\text{aq}) \rightarrow c C(\text{aq}) + d D(\text{aq})$	
Šviesos greitis	$c = 2,99793 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$	$Q_r = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$	
Bolcmano (Boltzmann) konstanta	$k_B = 1,38065 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$	$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q_r$	
Kvanto energija	$E = h\nu$	$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K = -nFE^\circ_{\text{cel}}$	
Elektromagnetinės bangos ilgio ir dažnio sąryšis	$\lambda \cdot \nu = c$	Nernsto lygtis	$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q_r$
Bangos skaičius	$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda}$	Faradėjaus (Faraday) konstanta	$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$
1 eV 1 eV/atomui	1,60218 · 10 ⁻¹⁹ J 96,4853 kJ/mol	$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$	
$pH = -\lg[H^+]$	$pH = pK_a + \lg \frac{[B]}{[R]}$	$K_a \times K_b = K_w$	$K_p = K_c (RT)^{\Delta \nu_{\text{dujų}}}$

1 užduotis. Apšilimas

a) Pasirinkite vieną atsakymą.

1.1. Kur CaSO_4 ištirps daugiausia (visų skysčių tūris ir temperatūra vienoda)?

- A Vandeniame $1 \text{ mol/dm}^3 \text{ Na}_2\text{SO}_4$ tirpale;
- B Vandeniame $1 \text{ mol/dm}^3 \text{ KNO}_3$ tirpale;
- C Vandeniame $1 \text{ mol/dm}^3 \text{ CaCl}_2$ tirpale;
- D Gryname vandenyje.

1.2. Kuriame lydinyje anglies yra daugiausiai?

- A Ketuje;
- B Pliene;
- C Bronzoje;
- D Žalvaryje.

1.3. Kurios medžiagos vandeninis tirpalas tirpina $\text{Ag}_2\text{O}(\text{k})$?

- A Na_2SO_4 ;
- B HCl ;
- C KOH ;
- D NH_3 .

1.4. Į vandenį įdėjus aliuminio sulfido Al_2S_3 :

- A Susidaro SO_2 dujos;
- B Susidaro H_2S dujos;
- C Susidaro H_2 dujos;
- D Dujinių produktų nesusidaro.

1.5. Reakcijos $\text{CaO}(\text{k}) + \text{SO}_3(\text{d}) \rightleftharpoons \text{CaSO}_4(\text{k})$ pusiausvyros konstantos formulė užrašoma taip:

- A $K = \frac{[\text{CaSO}_4]}{[\text{CaO}][\text{SO}_3]}$
- B $K = \frac{[\text{CaO}][\text{SO}_3]}{[\text{CaSO}_4]}$
- C $K = \frac{1}{[\text{SO}_3]}$
- D $K = [\text{SO}_3]$

1.6. Žinyne nurodytos įvairių vienprotonių rūgščių konstantos $\text{p}K_a$. Stipriausia iš jų yra ta rūgštis, kurios $\text{p}K_a$ yra:

- A 5
- B 7
- C -5
- D -7

1.7. Į liepsną įpurškus KCl tirpalo, liepsnos spalva bus:

- A Raudona
- B Žalia
- C Violetinė
- D Oranžinė

1.8. Nusistovėjus cheminei pusiausvyrai į reaguojantį mišinį įdėta katalizatoriaus. Dėl to:

- A Pusiausvyros padėtis nepasikeis;
- B Pusiausvyra pasislinks į dešinę;
- C Pusiausvyra pasislinks į kairę;
- D Sulėtės atvirkštinė reakcija.

b) Parašykite atsakymą be sprendimo.

1.9. Vandenyje ištirpinus $0,50 \text{ mol NaCl}$, $0,20 \text{ mol CaCl}_2$ ir $0,30 \text{ mol FeCl}_3$ pagaminta $2,0 \text{ dm}^3$ tirpalo. Apskaičiuokite Cl^- jonų molinę koncentraciją šiame tirpale?

1.10. Reakcijos greičio konstanta $k = 1,5 \frac{\text{mol}^2}{\text{dm}^6 \cdot \text{s}}$. Apskaičiuokite šios reakcijos greičio konstantą, išreikštą $\frac{\text{mol}^2}{\text{cm}^6 \cdot \text{h}}$.

1.11. Sidabro nitrato tikroji molinė koncentracija tirpale yra $0,153 \text{ mol/dm}^3$. Tyrimą atlikęs laborantas nustatė, kad šios medžiagos koncentracija yra $0,171 \text{ mol/dm}^3$. Apskaičiuokite laboranto tyrimo paklaidas:

- a) absoliučiąją; b) santykinę.

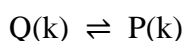
1.12. Apskaičiuokite reakcijos $A_2(d) + B_2(d) \rightarrow 2AB(d)$ entalpiją. Žinoma, kad:

Ryšys	A – A	B – B	A – B
Ryšio entalpija / kJ/mol	120	180	160

1.13. Planetoje X geležies izotopinė sudėtis kitokia, negu Žemėje (žr. lentelę žemiau). Apskaičiuokite, kokia geležies santykinė atominė masė bus nurodyta X planetos periodinėje lentelėje. Atsakymą suapvalinkite iki šimtųjų dalių.

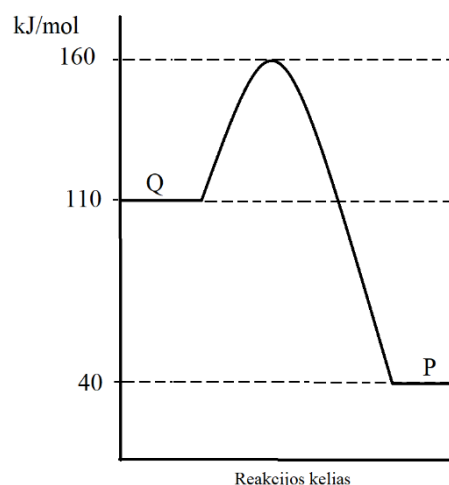
Izotopas	Izotopo santykinė atominė masė	Izotopo paplitimas (procentais nuo bendro geležies atomų skaičiaus.
^{54}Fe	53,94	90,00%
^{56}Fe	55,93	10,00%

1.14. Paveiksle (dešinėje) parodyta reakcijos



energinė diagrama. Energijos skaitinės vertės pateiktos pasirinkto nulio atžvilgiu. Nurodykite šios reakcijos energines charakteristikas kilodžauliais moliui:

- a) Tiesioginės reakcijos aktyvacijos energiją;
 b) Atvirkštinės reakcijos aktyvacijos energiją;
 c) Tiesioginės reakcijos entalpijos pokytį

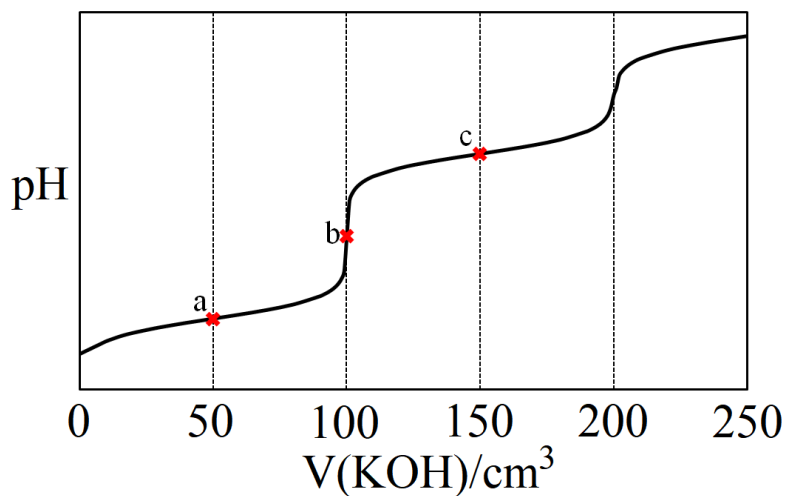


1.15. Paveiksle (dešinėje) parodytas tirpalo pH kitimas, kai į rūgšties H_2X tirpalą lašinamas kalio hidroksido tirpalas. Rūgšties jonizacijos konstantos yra:

$$K_{a1} = 1 \cdot 10^{-3},$$

$$K_{a2} = 1 \cdot 10^{-10}.$$

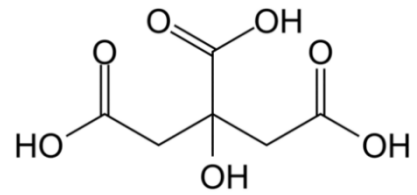
Nurodykite pH reikšmes a, b ir c taškuose.



7 taškai

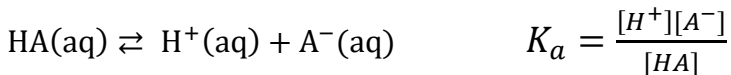
2 užduotis. Citrinų rūgštis

Citrinų rūgštis (pav.1) maisto pramonėje naudojama kaip rūgštinis ir kaip konservantas. Maisto etiketėse ji žymima E330. Citrinų rūgštis aptinkama citrusiniuose vaisiuose. Šis junginys susidaro visuose oru kvėpuojančiuose organizmuose kaip tarpinis gliukozės metabolizmo produktas. Nors citrinų rūgštis aptinkama natūraliai gamtoje, maisto pramonės reikmėm pigiau ją gaminti dirbtiniu būdu. Per metus šios rūgštis pagaminama daugiau kaip 2 000 tonų.

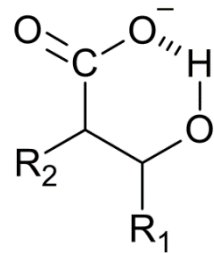


Pav. 1. Citrinų rūgštis struktūrinė formulė.

Citrinų rūgštis yra silpnoji rūgštis. Jos pK_a vertės yra: $pK_{a1} = 3,13$, $pK_{a2} = 4,76$, $pK_{a3} = 6,39$. Primename, kad $pK_a = -\lg K_a$, kur K_a yra rūgštis jonizacijos pusiausvyros konstanta:



2.1. Paaiškinkite kodėl karboksigrupės vandenilis yra rūgštingesnis nei hidroksigrupės?



Pav. 2. Šešianarinio vidumolekulinio vandenilinio ryšio pavyzdys.

Įvykus pirmajai jonizacijos pakopai, jonizuota karboksigrupė sudaro stabilų šešianarį vidumolekulinį vandenilinį ryšį su vandenilio atomu -OH grupėje. Tokio ryšio pavyzdys yra pateiktas pav. 2.

2.2. Atsakymų lape pažymėkite, kuri -COOH grupė yra jonizuojama pirmoji didėjant terpės pH. (pažymėkite varnelę vieną iš stačiakampių laukelių).

2.3. Atsakymų lape parašykite citrinų rūgštis anijonų struktūrines formules, kurios dominuoja tirpale didėjant pH. Pažymėkite, kurie junginiai yra optiškai aktyvūs.

2.4. Citrinų sulčių pH yra lygus 1,86.

a) Kokios dvi citrinų rūgštis formos dominuoja esant šiam pH?

b) Apskaičiuokite abiejų formų koncentracijų santykį.

2.5. Citrinų sultyse citrinos rūgštis koncentracija yra 47 g/L. Greipfrutai irgi turi citrinų rūgštis, tačiau jos koncentracija yra 60 kartų mažesnė nei citrinų sultyse. Apskaičiuokite greipfruto sulčių pH. Šiame klausime laikykite, kad abiejų vaisių sultyse vienintelė rūgštingumą lemianti medžiaga yra citrinų rūgštis.

Citrinų rūgštis trinatrio druska (trinatrio citratas) naudojama kaip konservantas E331. Vandenyje ištirpinus 7,74 g trinatrio citrato pagaminta 0,100 L tirpalo. Apskaičiuokite:

2.6. Šio tirpalo pH.

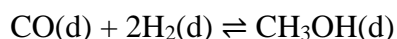
2.7. Citrinų rūgštis koncentracija šiame tirpale.

9 taškai

3 uždutis. Pieva = nerauta

Šią vasarą Juozuko sodo pieva augo žvėriškai greitai. Taip dažnai Juozukas turėdavo pjauti žolę, jog iš kaimynų prasidėjo skundai dėl smogo. Susirūpinęs sukuriama oro tarša jis nusprendė pereiti prie švaresnio energijos šaltinio savo žoliapjovei – metanolio. Juozukas yra geras chemikas ir žinojo, kad metanolis pramonėje sintetinamas iš sintezės dujų – CO ir H₂ mišinio, ir netrukus susikonstravo reaktorių kuro gamybai. Tačiau pasiekti geriausias sąlygas nėra taip paprasta, todėl jam reikės jūsų pagalbos.

Metanolio susidarymo iš sintezės dujų reakcija:



Medžiaga	CO(d)	H ₂ (d)	CH ₃ OH(d)
Standartinė molinė susidarymo entalpija $\Delta_f H^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	-110,53	0	-201,30

Metanolio sintezė vyksta uždareme, pastovaus tūrio reaktoriuje, esant ZnO ir Cu katalizatorių. Reaktorius 300 K temperatūroje užpildomas tik CO ir H₂ dujomis. Laikykite, kad reaktoriuje pašalinės reakcijos nevyksta ir kad visos dujos yra idealiosios, o reakcijos $\Delta_r H^\circ$ ir $\Delta_r S^\circ$ nepriklauso nuo temperatūros ir slėgio.

3.1. Apskaičiuokite reakcijos standartinę entalpiją $\Delta_r H^\circ$.

3.2. Kiek σ ir kiek π ryšių nutraukiama bei kiek sudaroma, kai iš pradinių medžiagų susidaro viena CH₃OH molekulė? Nutraukiama ryšių: σ __, π __; Susidaro ryšių: σ __, π __.

3.3. Laikykite, kad visi σ ryšiai yra vienodos energijos. Kokią išvadą apie σ ir π ryšių energiją galima padaryti iš nagrinėjamos reakcijos entalpijos ženklo? Paaiškinkite savo išvadą.

A σ ryšys tvirtesnis už π ryšį **B** π ryšys tvirtesnis už σ ryšį **C** σ ir π ryšiai yra vienodai tvirti

3.4. Reaktorius užpildomas 300 K temperatūros dujomis, po to temperatūra padidinama iki 525 K. Iš termodinaminių pozicijų nurodykite, kuri temperatūra – 300 K ar 525 K – palankesnė metanoliumi susidaryti? Paaiškinkite savo pasirinkimą.

3.5. Pateikite nagrinėjamosios reakcijos pusiausvyros konstantos K_p išraišką tokiu pavidalu, kuriuo ši konstanta neturi matavimo vienetų. Dėl vienetų prastinimo išraiškoje gali atsirasti standartinis slėgis p_0 , pakeltas tam tikru laipsniu.

Į reaktorių įleisti tokie kiekiai CO ir H₂ dujų, kad jų daliniai slėgiai 525 K temperatūroje atitinkamai būtų 30,0 bar ir 60,0 bar. Tačiau palaikant pastovią 525 K reaktoriaus temperatūrą dėl vykstančios reakcijos bendrasis dujų slėgis keičiasi ir nusistovėjęs pusiausvyrai yra lygus 51,6 bar.

3.6. Apskaičiuokite kiekvienų dujų dalinį slėgį nusistovėjęs pusiausvyrai 525 K temperatūroje.

3.7. Apskaičiuokite pusiausvyros konstantą K_p 525 K temperatūroje.

3.8. Jeigu vadovausimės tik reakcijos lygtimi, kokią išvadą apie šios reakcijos $\Delta_r S^\circ$ galima padaryti. Paaiškinkite savo išvadą.

A $\Delta_r S^\circ = 0$ **B** $\Delta_r S^\circ > 0$ **C** $\Delta_r S^\circ < 0$

3.9. Remdamiesi 3.7. dalies rezultatu apskaičiuokite reakcijos $\Delta_r G^\circ$ ir $\Delta_r S^\circ$. Jei nepavyko išspręsti 3.7 dalies, laikykite, kad $K_p = 4 \cdot 10^{-3}$.

3.10. Tarkime, kad 525 K temperatūroje į reaktorių įleisti tokie CO, H₂ ir CH₃OH dujų kiekiai, kad kiekvienos medžiagos pradinis dalinis slėgis būtų 1 bar. Kuri reakcija yra savaiminė šiomis sąlygomis? Paaiškinkite savo išvadą.

A Metanolio susidarymo

B Metanolio skilimo

3.11. Užduoties pradžioje lentelėje nurodyta, kad vandenilio H₂(d) susidarymo entalpija yra lygi nuliui. Kodėl šis dydis yra toks?

Tarkime, kad aukščiau aprašytas reaktorius su jame nusistovėjusiu pusiausviroju mišiniu, kurio slėgis 51,6 bar, labai staigiai atšaldomas nuo 525 K iki 450 K temperatūros. Atšaldoma taip staigiai, kad pirmosiomis sekundėmis mišinio sudėtis dar nespėja pakisti.

3.12. Apskaičiuokite, koks būtų dujų slėgis reaktoriuje pirmosiomis sekundėmis po jo atšaldymo iki 450 K temperatūros, t.y., kol nepakito reaktoriuje esančių dujų kiekiai.

Atšaldytame iki 450 K temperatūros reaktoriuje galiausiai nusistovi nauja pusiausvyra.

3.13. Apskaičiuokite reakcijos K_p 450 K temperatūroje.

3.14. Nusistovėjus naujai pusiausvyrai 450 K temperatūroje metanolio dalinis slėgis yra 22,15 bar (šiomis sąlygomis visas metanolis yra dujinės būsenos). Apskaičiuokite kitų dujinių medžiagų dalinius slėgius.

3.15. Metanolio išeiga 450 K temperatūroje didesnė, negu 525 K temperatūroje. Tačiau pramoninė metanolio sintezė vykdoma 525 K temperatūroje. Paaiškinkite, kodėl.

9 taškai

4 užduotis. Kuri reakcija gaus baudą už greičio viršijimą?

Chemijoje svarbu ne tik gauti produktą sumaišius kažkokias medžiagas, geras chemikas turi išmanyti ir kaip valdyti reakcijas: sparčiai vykstančią – sulėtinti, o užsispyrusią – paspartinti. Cheminių reakcijų greičius tyrinėjanti šaka vadinama chemine kinetika ir ji ypač svarbi valdant įvairius daugiastadijinius procesus.

4.1. Rengdamas projektą chemijos pamokai mokinys ieškojo informacijos apie mikroschemų gamybą. Jį sudomino metalinių jungčių mikroschemose sudarymo technologija. Metalinės jungtys padaromos visą gaminį padengiant metalo plėvele, o po to pašalinant metalą iš ten, kur jungčių neturi būti. Metalas pašalinamas veikiant rūgštimis. Mokinį sudomina teiginys, kad iš mikroelektronikos pramonėje naudojamų metalų daugiausia problemų kyla pašalinant aliuminį. Todėl mokinys nusprendė patyrinėti aliuminio sąveiką su rūgštimi. Jis pasiėmė didelį mėgintuvėlį su atšaka, įdėjo aliuminio gabaliuką ir įpylė druskos rūgšties tirpalo.

- Parašykite mėgintuvėlyje vykstančios reakcijos lygtį.
 - Pasiūlykite būdą kaip galima surinkti besiskiriančias dujas.
 - Pradžioje reakcija vyko gana lėtai – skyrėsi pavieniai dujų burbuliukai. Pažymėkite, kurie iš žemiau nurodytų veiksnių paspartintų vykstančią reakciją? Pažymėkite taip .
- druskos rūgšties tirpalo temperatūros sumažinimas
 - aliuminio gabaliuko susmulkinimas
 - aliuminio gabaliuko įkaitinimas
 - mėgintuvėlio pakeitimas į mažesnį
 - druskos rūgšties koncentracijos padidinimas

- d) Paaiškinkite, kodėl aliuminio gabaliuko ir rūgšties reakcija pradžioje yra lėta ir palaipsniui greitėja.
- e) Tiriant spartėjančią aliuminio ir druskos rūgšties reakciją nustatyta, kad dujų skyrimosi greitis (išreikštas mL/s) kinta tiesiškai. Jį aprašo tiesės lygtis $v = 0,15 + 0,20t$. Apskaičiuokite, kiek mililitrų dujų išsiskyrė laiko intervale tarp $t = 10$ ir $t = 30$ sekundės.

Uždarame inde reagavo dvejios dujos A ir B. Reakcijos lygtis:



kur a , b ir c yra reakcijos lygties koeficientai. Cheminės reakcijos greitį pagal kurią nors medžiagą galime išreikšti taip:

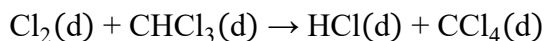
$$v = \pm \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

Vienu metu matuojant kiekvienos medžiagos koncentracijos kitimą nustatyta, kad:

$$-\frac{\Delta c(A)}{\Delta t} = 0,0080 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}} \quad -\frac{\Delta c(B)}{\Delta t} = 0,0120 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}} \quad \frac{\Delta c(C)}{\Delta t} = 0,0160 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

4.2. Raskite reakcijos lygties $aA + bB \rightarrow cC$ koeficientus a , b ir c .

Turbūt daugiausia informacijos apie reakcijos greitį galime gauti iš kinetinės reakcijos lygties bei jos grafinių išraiškų. Labai dažnai reakcijos lygties koeficientai nesutampa su kinetinės lygties laipsnio rodikliais. Toks pavyzdys – chloro ir trichlormetano dujų reakcija:



Jos kinetinė lygtis yra:

$$v = k \cdot \sqrt{[\text{Cl}_2]} \cdot [\text{CHCl}_3]$$

4.3. Kokie yra šios reakcijos greičio konstantos k matavimo vienetai, jeigu koncentracija matuojama mol/L, greitis – mol/(L·s)?

4.4. Remdamiesi duota kinetine lygtimi apskaičiuokite kaip pasikeis (padidės/sumažės) ir kiek kartų pasikeis chloro ir trichlormetano dujų reakcijos greitis:

- abiejų reaguojančių medžiagų koncentracijas padidinus 4 kartus?
- slėgį sumažinus 9 kartus?

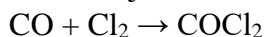
4.5. Reakcijos laipsnis – tai kinetinėje lygtyje esančių medžiagų koncentracijų laipsnių suma. Nurodykite, koks yra duotosios chloro ir trichlormetano dujų reakcijos laipsnis.

Tiriant fosgeno COCl_2 susidarymą bandyta nustatyti reakcijos laipsnius pradinių greičių metodu. Šiam tikslui buvo atlikti trys reakcijos greičio v matavimai naudojant skirtingas pradinės reagentų koncentracijas. Matavimų rezultatai pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė. Matavimų rezultatai

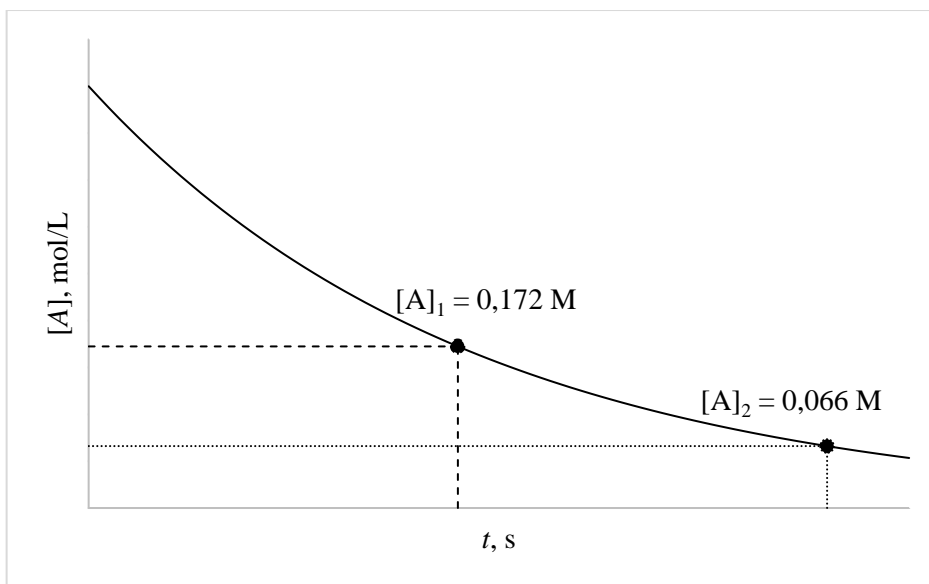
Bandymo nr.	[CO], mol/L	[Cl ₂], mol/L	v , mol/(L · s)
1	0,84	0,45	$2,75 \cdot 10^{-3}$
2	0,84	1,35	$1,43 \cdot 10^{-2}$
3	0,42	0,45	$6,87 \cdot 10^{-4}$

4.6. Nustatykite fosgeno COCl_2 susidarymo reakcijos kinetinės lygties rodiklius. Reakcijos lygtis:



4.7. Reakcijos greitis priklauso nuo temperatūros. Šią priklausomybę aprašo Arenijaus lygtis. Pakėlus fosgeno sintezės reakcijos temperatūrą nuo 200 iki 250 °C reakcijos greitis padidėjo 27 kartus. Apskaičiuokite fosgeno susidarymo reakcijos aktyvacijos energiją E_A .

4.8. Tiriama nežinoma pirmojo laipsnio reakcija. Nuo reakcijos pradžios užfiksuotos dvi medžiagos A koncentracijos $[A]_1$ ir $[A]_2$. Antroji koncentracija $[A]_2$ užfiksuota praėjus 18 sekundžių po pirmojo matavimo. Koncentracijos kitimo nuo laiko priklausomybė pateikiama 1 pav. Apskaičiuokite reakcijos greičio konstantą k .



1 pav. Medžiagos A koncentracijos kitimo priklausomybė nuo laiko

9 taškai

5 užduotis. Vienas metodas viskam

Branduolio magnetinio rezonanso (BMR) spektroskopija — pagrindinis organinių ir kai kurių neorganinių junginių struktūrinės analizės metodas. Jis remiasi Zėmano efektu — nenulinio sukinio kvantinio skaičiaus ($I \neq 0$) atomų branduoliai skirtingai reaguoja į nuolatinį magnetinį lauką. Todėl branduoliai išsiskirsto į skirtingus energijos lygmenis, kuriuos apibūdina sukinio projekcijos kvantiniai skaičiai m_I , kuris įgyja reikšmes $-I, -I+1, -I+2, \dots, +I-1, +I$. Lygmens energija tiesiogiai proporcinga m_I reikšmei. Užrašant BMR spektrą junginys magnetiniame lauke sugeria radijo bangas, kurios atitinka rezonansinius dažnius, skiriančius minėtus energijos lygmenis. BMR spektre x ašyje atidedamos cheminio poslinkio (δ) reikšmės, didėjančios iš dešinės į kairę, o y ašyje — signalo intensyvumas (S). x ašyje atidėti cheminį poslinkį (o ne rezonanso dažnį) patogu dėl to, jog cheminio poslinkio vertė nekinta nepriklausomai nuo to, kokio darbinio dažnio spektrometras yra naudojamas. Esant didesniai spektrometro darbiniam dažniui, padidėja ir branduolių rezonanso dažnis. Cheminis poslinkis (matuojamas ppm – milijoninėmis dalimis) apskaičiuojamas pagal žemiau pateiktą lygtį:

$$\delta = \frac{\nu(\text{tir.}) - \nu(\text{palyg.})}{\nu(\text{spektrometro})}$$

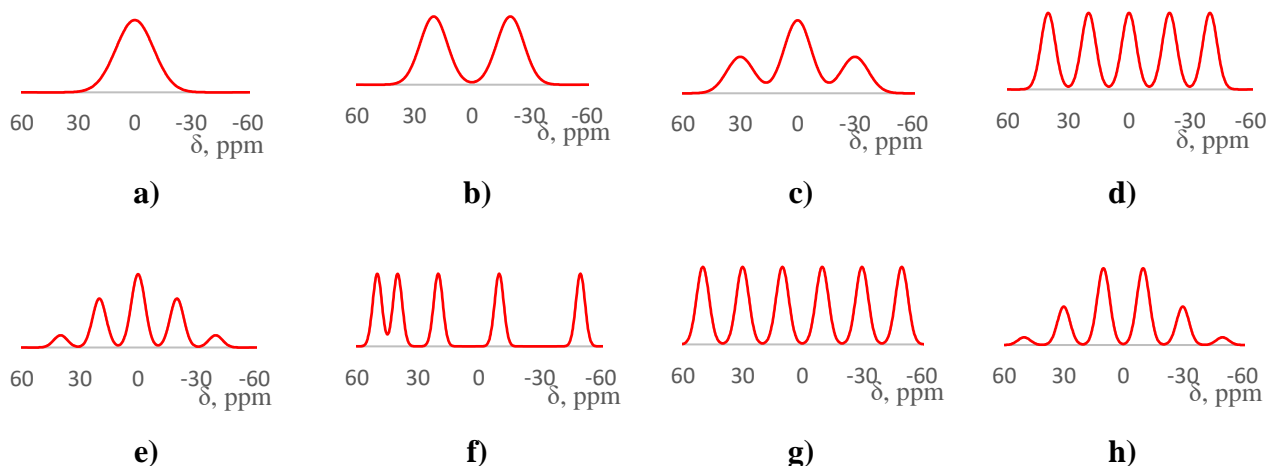
$\nu(\text{tir.})$ — tiriamojo junginio branduolio rezonanso dažnis (Hz);

$\nu(\text{palyg.})$ — palyginamojo standarto branduolių rezonanso dažnis (Hz);

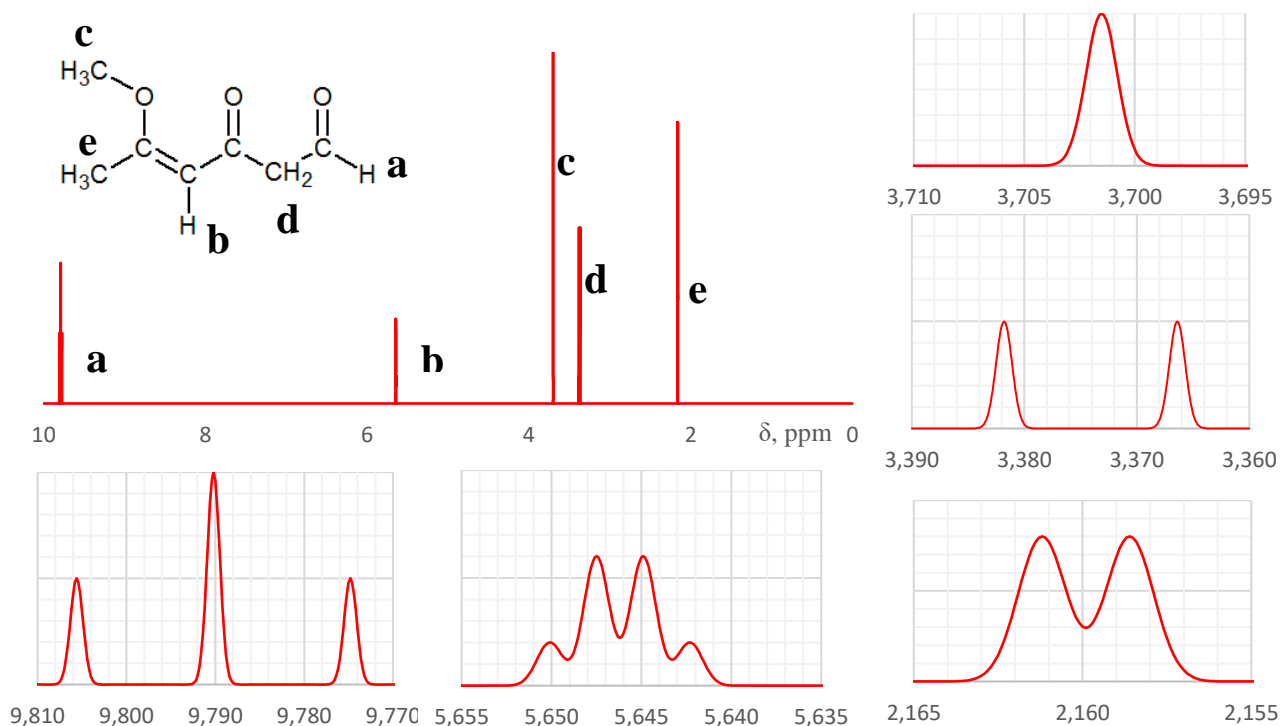
$\nu(\text{spektrometro})$ — BMR spektrometro darbinis dažnis (MHz).

5.1. Į kiek energijos lygmenų pasiskirstys ^{127}I branduoliai, magnetiniame lauke patalpinus jodido jonų mėginį? ^{127}I branduolio sukinio kvantinis skaičius $I = 5/2$. Atsakymą pagrįskite nurodydami sukinio projekcijos kvantinius skaičius.

5.2. Kuris signalas bus matomas I jono ^{127}I BMR spektre, jei žinoma, jog galimi tik branduolių perėjimai į gretimą ($\Delta m_I = \pm 1$) energijos lygmenį ir visuose lygmenyse branduolių populiacija (kiekis) yra apylygė?



Visgi aukštesnio nei $1/2$ sukinio branduolių BMR spektrai dažniausiai nėra rašomi dėl labai išplitusių ir tarpusavyje susilieusių signalų. Todėl informatyviausi ir dažniausiai naudojami yra ^1H , ^{13}C , ^{19}F , ^{31}P (šių visų branduolių $I = 1/2$) BMR spektrai. Visgi skirtingoje cheminėje aplinkoje esantys gretimi branduoliai tarpusavyje sąveikauja. Kuomet tiriamasis branduolys sąveikauja su kitais $1/2$ sukinį turinčiais branduoliais — tiriamąjį branduolį apibūdinantis signalas skyla į $n+1$ smailių (n — skaičius branduolių, su kuriais sąveikauja tiriamasis branduolys). Branduolių sąveiką apibūdina sąveikos konstanta J , matuojama Hz (ši konstanta yra pastovi nepriklausomai nuo to, kokio darbinio dažnio spektrometras yra naudojamas). Žemiau pateiktas vieno junginio ^1H BMR spektras, užrašytas 400 MHz darbinio dažnio spektrometru. Signalai raidėmis **a**, **b**, **c**, **d**, **e** jau yra sužymėti ir priskirti atitinkamiems vandenilio branduoliams (protonams) junginyje. Padidinti visų penkių signalų profiliai pateikti spektro dešinėje ir apačioje.



5.3. Apskaičiuokite protonų, pažymėtų c raide, rezonanso dažnį hercais. Laikykite, kad palyginamasis standartas rezonuoja ties spektrometro darbiniu dažniu.

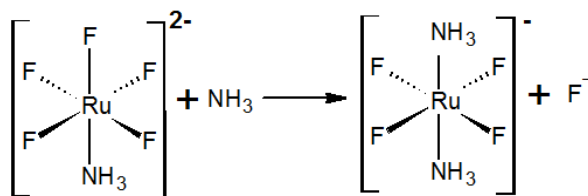
5.4. Atsižvelgdami į šio junginio signalų formas, raide ar raidėmis įvardykite, su kuriuo ar kuriais ¹H branduoliais sąveikauja b raide pažymėti branduoliai.

5.5. Paskaičiuokite a sąveikos su d protonais konstantą J hercais.

5.6. Kaip reiktų keisti (didinti ar mažinti) spektrometro darbinį dažnį, jei:

- siekiamo tiksliau apskaičiuoti sąveikos konstantas J?
- norime išvengti arti vienas kito esančių signalų persidengimo?

BMR galima naudoti ne tik sudėtingų struktūrų ir branduolių sąveikos nustatymui, bet ir kiekybinei analizei. Signalo kreivės ribojamas plotas yra tiesiogiai proporcingas to signalo branduolių kiekiui. Pradinio $[\text{RuF}_5\text{NH}_3]^{2-}$ tirpalo ¹⁹F BMR spektre matomi du signalai, kurių ploto santykis 4:1. Įpylus amoniako tirpalo ir užrašius spektrą po 20 min, šis santykis pasikeitė iki 15:1.



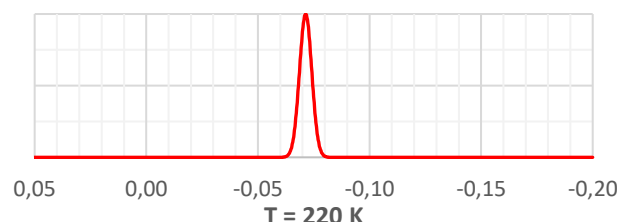
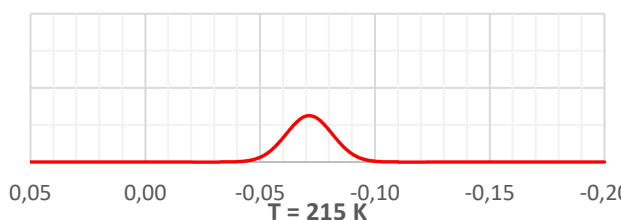
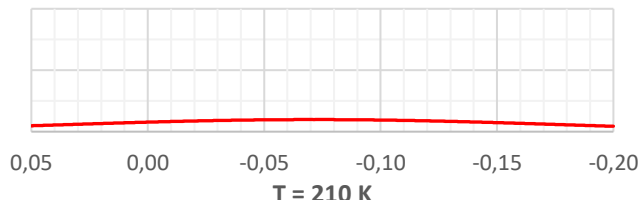
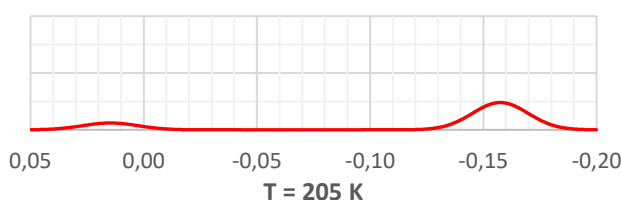
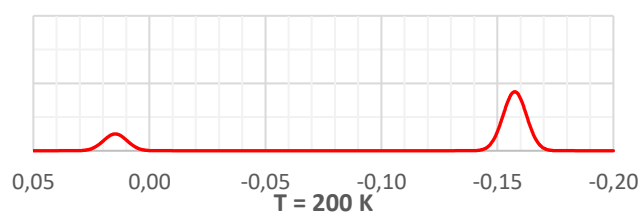
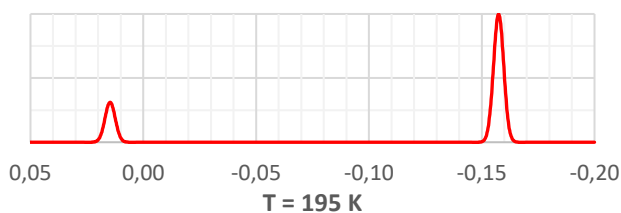
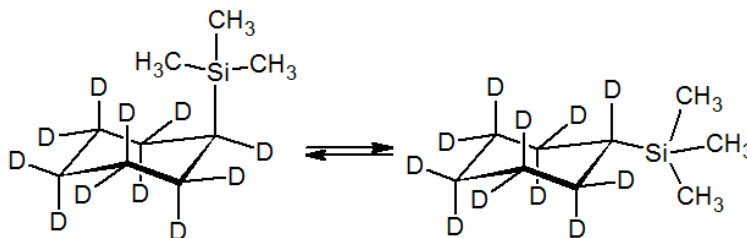
5.7. Apskaičiuokite, kokia dalis $[\text{RuF}_5\text{NH}_3]^{2-}$ (moliniais procentais) sureagavo reakcijoje per 20 minučių.

Galiausiai, BMR spektroskopija gali būti naudojama konformacinės ir cheminės termodinamikos tyrimams. Esant greitai nusistovinčiai konformacinei pusiausvyrai tarp dviejų konformerų, spektre matome vieno junginio signalus (abiejų konformerų signalai susividurkina). Bet jei virsmas sulėtėja, BMR spektrometras pradeda fiksuoti abiejų atskirų konformerų signalus. Temperatūra, ties kuria spektre tampa sunku identifikuoti, ar tai vienas suvidurkintas signalas, ar tai du atskiri signalai, vadinama koalescencijos temperatūra (T_c). Iš jos pagal Eiringo lygtį galima rasti pereinamosios būsenos Gibso energijos pokytį (ΔG^\ddagger), kuri atitinka virsmo aktyvacijos energiją:

$$k = \frac{\pi}{\sqrt{2}} \Delta\delta = \frac{k_b T_c}{h} \exp\left(-\frac{\Delta G^\ddagger}{RT_c}\right)$$

k — konformacinio virsmo greičio konstanta, $\Delta\delta$ — skirtumas tarp atsiskyrusių signalų cheminių poslinkių (ppm), k_b , h , R — Bolcmano, Planko ir universalioji dujų konstantos.

5.8. Kokia yra žemiau pateikto virsmo koalescencijos temperatūra T_c ? Remkitės žemiau pateiktais junginio ^1H BMR spektrais. D — deuterio (^2H) izotopai, kurių sąveika su metilgrupių ^1H branduoliais yra nefiksuojama.



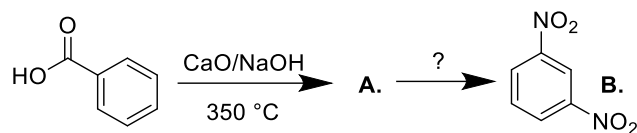
5.9. Apskaičiuokite konformacinio virsmo ΔG^\ddagger (kJ/mol) ties koalescencijos temperatūra.

5.10. Apskaičiuokite pereinamosios būsenos susidarymo entropijos pokyčio vertę ΔS^\ddagger , jei entalpijos pokytis $\Delta H^\ddagger = +55,1$ kJ/mol. Laikykite, jog ΔH^\ddagger ir ΔS^\ddagger nuo temperatūros nepriklauso.

9 taškai

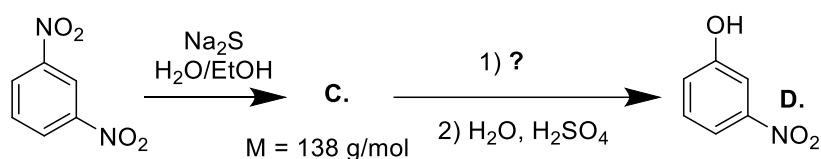
6 uždutis. 120/80 mmHg

Antanas jau labai senas. Kadaise buvęs žymus chemikas dabar jis mėgaujasi ramiu pensininko gyvenimu – augina šunį, mėgsta žvejoti. Tačiau, sveikata jau nebe ta - jam kasdien tenka gerti Pindololį, vaistus nuo hipertenzijos (per aukšto kraujospūdžio). Antanas šių vaistų lengvai pasigaminęs pats bet niekaip neprisimena kaip. Padėk Antanui prisiminti išspręsdamas žemiau pateiktas uždutis.



6.1. Yra žinoma, kad vandenilio masės dalis medžiagoje **A**. yra 7,7%, o likusią dalį sudaro anglis. Pavaizduokite junginio **A**. struktūrinę formulę.

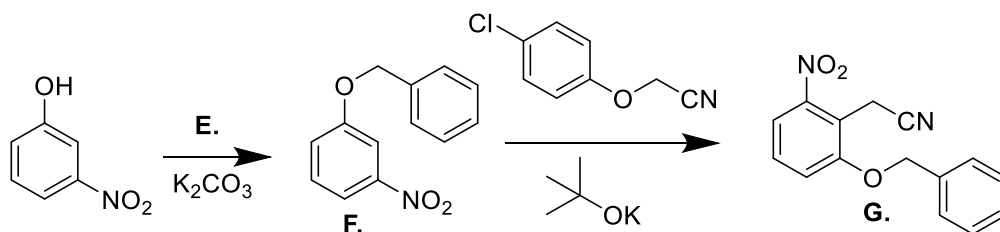
6.2. Nurodykite reakcijai **A**.→**B**. atlikti reikalingą(-as) cheminę(-es) medžiagą(-as).



6.3. Pavaizduokite junginio **C**. struktūrinę formulę (šis junginys pasižymi bazinėmis savybėmis) bei nurodykite reakcijai **C**.→**D**. atlikti reikalingą(-as) cheminę(-es) medžiagą(-as).

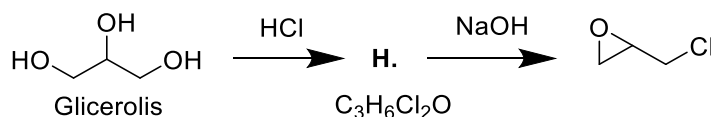
6.4. Pavadinkite junginį **D**. pagal IUPAC nomenklatūrą.

6.5. Junginio **D**. negalime gauti tiesiogiai nitrindami fenolį. Pavaizduokite fenolio reakcijos su konc. HNO_3 ir konc. H_2SO_4 pertekliumi pagrindinį produktą.



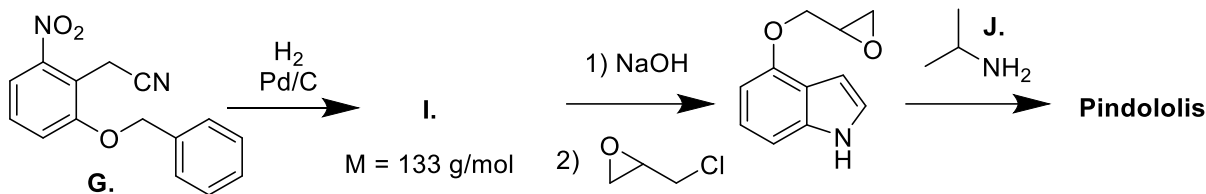
6.6. Pavaizduokite junginio **E**. struktūrinę formulę.

6.7. Koks šalutinis produktas pasižymintis bazinėmis savybėmis susidarys reakcijos **F**.→**G**. metu? (pavaizduokite struktūrinę formulę).



6.8. Glicerolį veikiant konc. HCl pertekliumi susidaro junginys **H**. neturintis chiralinių anglies atomų. Pavaizduokite junginio **H**. struktūrinę formulę.

6.9. Junginį **H**. veikiant NaOH susidaro taip vadinamas epichlorohidrinas. Pavaizduokite šios reakcijos mechanizmą. Rodyklėmis žymėkite elektronų porų judėjimą.



6.10. Pavaizduokite junginio **I** struktūrinę formulę.

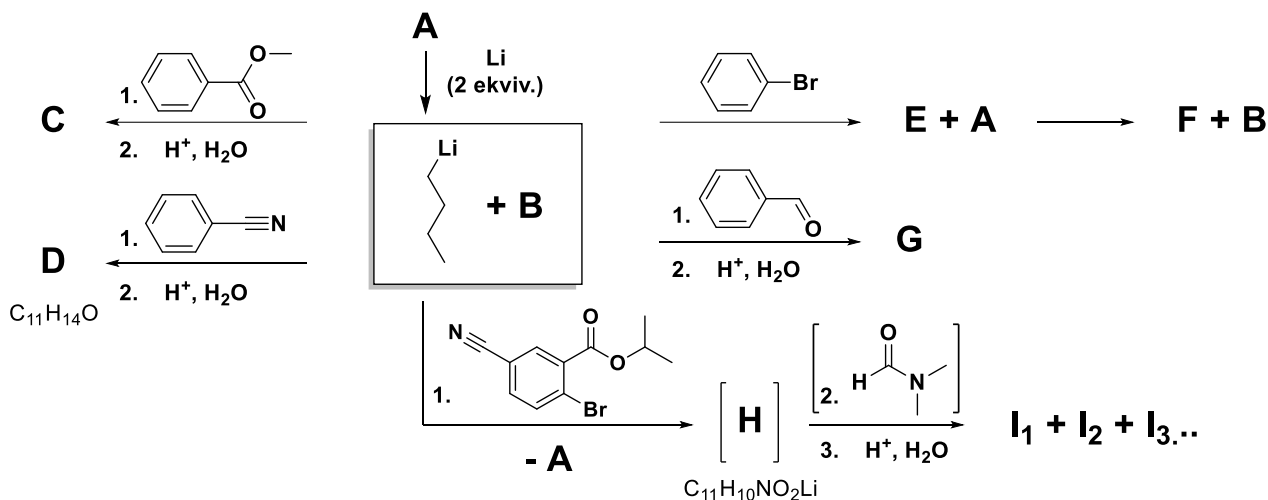
6.11. Kokiai organinių junginių klasei priklauso junginys **J**?

6.12. Pavaizduokite **Pindolio** struktūrinę formulę (yra žinoma, kad tai antrinis alkoholis).

9 taškai

7 uždutis. Žaibo greičiu

Organiniai ličio ir magnio junginiai dažnai traktuojami kaip karboanijonai ir yra puikūs reagentai C-C ryšių formavimui. Be to, alkililčio junginiai – labai pikti! Sutikę padoresnį halogenintą anglies atomą jie kaipmat apsimaino ličiu – šios reakcijos greitis artimas protonų pernašai (kai kuriais atvejais net *didesnis*).

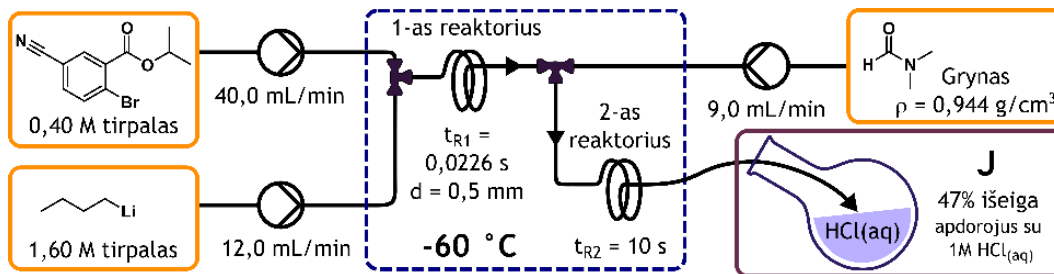


7.1. Pavaizduokite junginių **A** – **H** struktūrinės formules. Reakcijoje su izopropil-2-bromo-5-cianobenzenkarboksilatu naudojamas 1 ekviv. n-BuLi. Kitais atvejais naudojamas n-BuLi perteklius.

7.2. Pateikite **D** susidarymo mechanizmą.

7.3. **I₁ + I₂ + I₃...** nurodo, kad susidaro sudėtingas produktų mišinys, nes **H** šalutinėse reakcijose sueikvojamas greičiau, nei dimetilformamidą įmanoma sulašinti į reakcijos mišinį. Pasiūlykite dvi tikėtinas **I** struktūras.

Žaibiška chemija (angl. *flash chemistry*) tai itin tikslia reakcijos trukmės kontrole paremta organinių junginių sintezė. Norint sėkmingai panaudoti elektrofilines grupes turintį organoličio junginį, jį būtina nedelsiant sumaišyti su tolimesniu reagentu. Tai padaryti mums padės žemiau pavaizduotas *flash chemistry* reaktorius. Pamirškite kolbas, piltuvus ir pipetes – juos keičia pompos ir vamzdeliniai reaktoriai.



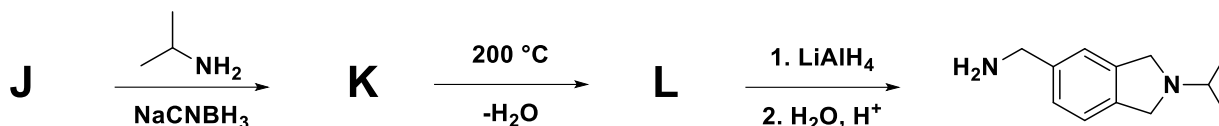
7.4. Atsižvelgdami į reagentų tirpalų srautus, pirmosios reakcijos trukmę (t_{R1}) ir pirmojo vamzdelinio reaktoriaus skersmenį (d), apskaičiuokite pirmojo reaktoriaus vamzdelio ilgį.

7.5. Pasiūlykite, tris būdus, kaip dvigubai sutrumpinti pirmosios reakcijos trukmę.

7.6. Koks teorinis į 2-ąjį reaktorių atitekančio tarpinio organoličio junginio (**H**) ir dimetilformamido molinis santykis?

7.7. Pavaizduokite tikslinio junginio **J** struktūrinę formulę (abu tautomerus) ir susidarymo mechanizmą. Atviroje formoje **J** redukuoja Tollens' o reagentą ir protonuoja HCO_3^- anijoną.

7.8. Pabaikite pildyti žemiau pateiktą schemą pateikdami junginių **K** ir **L** formules.

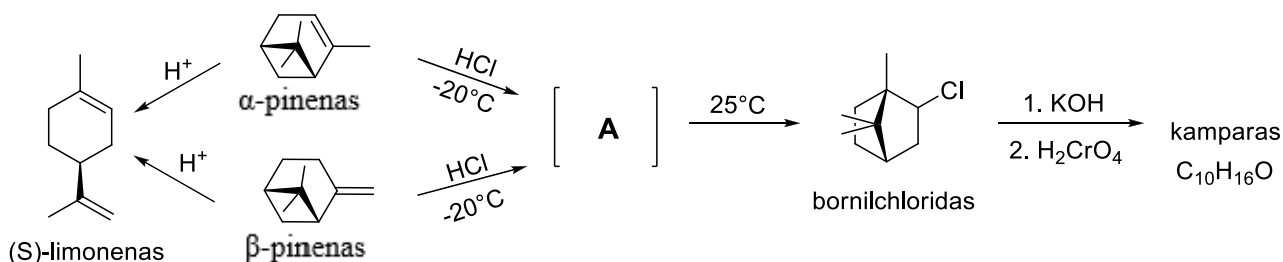


9 taškai

8 užduotis. Ką tirpina terpentinas?

Mažoji Eglutė laisvalaikiu mėgsta pagelbėti seneliui Zigmui remontuoti savo traktorių: kai reikia paduoda veržliaraktį ar atsuktuvą. Po tokių darbų senelis būtinai turi nusivalyti tepaluotas rankas, kitaip močiutė Zosė neduoda jam pietų. Senelis Zigmus prieš eidamas pietauti visad išdidžiai išsitraukia butelaitį terpentino, užpila šlakelį šio pušų sakais kvepiančio skysčio ant audinio skiautės, patrina į ją rankas ir šios kaipmat tampa baltos it sniegas. Tada Zigmus su Eglute drąsiai eina pietauti.

Kaitinant pušų sakus iš šių išsiskiria lakieji komponentai, kuriuos sukondensavus gaunamas terpentinas. Jis naudojamas kaip tirpiklis, dažų skiediklis. Po iškaitinimo likusi kietoji liekana vadinama kanifolija. Pagrindinės terpentine esančios medžiagos, kurios ir suteikia terpentiniui būdingą pušų kvapą yra α -pinenas (apie 80%) ir β -pinenas (apie 10%). Abu šie junginiai kambario temperatūroje yra skysti.



8.1. Kuriame(-uose) iš šių tirpiklių α -pinenas praktiškai netirpsta?

- a) Toluene b) Vandenyje c) Heptane d) Izooktane e) Deuteruotame vandenyje (D_2O)

8.2. α -Pinenas turi du chiralinius anglies atomus. Atsakymų lapuose esančioje struktūrinėje formulėje pažymėkite juos žvaigždute (*). Žvelgiant grynai iš teorinės pusės, kiek erdviųjų izomerų turėtų turėti junginys su dviem chiraliniais anglies atomais?

8.3. Schemoje pavaizduotas vienas konkretus α -pineno erdvinis izomeras. Pavaizduokite visų kitų α -pineno erdviųjų izomerų struktūrines formules.

Tiek α -pinenui, tiek ir β -pinenui žemoje temperatūroje reaguojant su HCl susidaro labai nestabilus junginys **A**, kurį pašildžius iki kambario temperatūros, šis kaipmat izomerizuojasi į bornilchloridą.

8.4. Pavaizduokite nestabilaus junginio **A** bei **kamparo** struktūrines formules (stereocheminė informacija vertinama nebus, jos vaizduoti nebūtina).

8.5. Iš tikrųjų nestabilių junginių **A** šildant iki kambario temperatūros, vyksta ir daugiau įvairiausių persigrupavimo reakcijų. Be bornilchlorido susidaro ir maži kiekiai šalutinių junginių, kurių molekulinė formulė identiška bornilchlorido molekulinei formulėi. Pavaizduokite struktūrinę formulę ir susidarymo mechanizmą bent vieno tikėtino šalutinio junginio, kurio anglies atomų karkasas yra kitoks nei junginio **A** ar bornilchlorido. Elektronų porų judėjimą žymėkite lenktomis rodyklėmis.

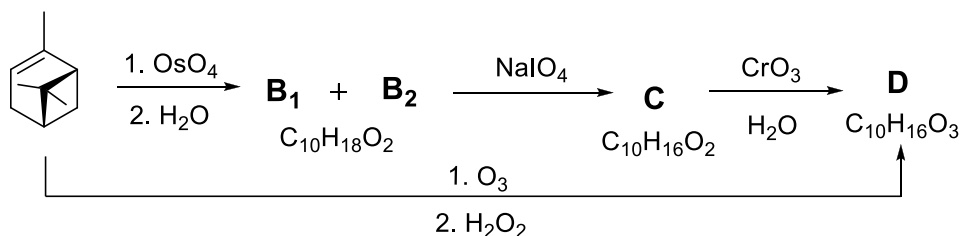
8.6. Lenktomis rodyklėmis žymėdami elektronų porų judėjimą, pavaizduokite reakcijų mechanizmus, kaip rūgščioje terpėje iš α -pineno ir β -pineno susidaro (S)-limonenas (junginių stereocheminės informacijos mechanizmuose vaizduoti nebūtina).

Limonenas turi chiralinį anglies atomą, todėl yra optiškai aktyvus – šio junginio molekulės suka poliarizuotos šviesos plokštumą į vieną arba į kitą pusę, priklausomai nuo jų absoliučiosios konfigūracijos. Pasinaudojant šia savybe galima nustatyti limoneno abiejų enantiomerų kiekius mišinyje. Akivaizdu, jog raceminio (50:50) mišinio savitasis sukimo kampas visuomet lygus nuliui, nes vieno enantiomero poveikis poliarizuotai šviesai kompensuoja kito enantiomero poveikį.

Junginys	(R)-limonenas	(S)-limonenas
Savitasis sukimo kampas $[\alpha]$,	+102° ml/(dm·g)	-102° ml/(dm·g)

8.7. Limoneno enantiomerų mišinio savitasis sukimo kampas yra -30° ml/(dm·g). Kurio enantiomero mišinyje yra daugiau ((S)-limoneno ar (R)-limoneno)? Kiek procentų kiekvieno iš enantiomerų yra mišinyje?

8.8. Ilgai sandėliuojant terpentinę, vyksta įvairūs oksidaciniai procesai. Žemiau pateikta α -pineno kelių konkrečių oksidacinių procesų schema. Pavaizduokite junginių **B**₁, **B**₂, **C** ir **D** struktūrines formules su stereochemine informacija. Junginiai **B**₁ ir **B**₂ tarpusavyje yra erdviniai izomerai.



9 taškai

Mokinio kodas				
----------------------	--	--	--	--

(Įrašykite)

Vardas																	
Pavardė																	

(Įrašykite spausdintinėmis raidėmis)

58-oji Lietuvos mokinių chemijos olimpiada (2020)

Teorinės užduotys

Atsakymų lapai

11-12 klasė

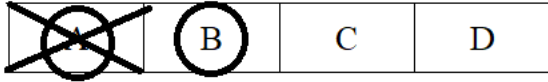
Vertintojams:

Įvertinimas	1	2	3	4	5	6	7	8
Pradinis								
Apeliacija								
Galutinis								

1 užduotis. Apšilimas

Apveskite teisingo atsakymo raidę. Jei keičiate pasirinkimą, atmestą variantą perbraukite dviem įstrižainėmis ir apveskite naują variantą.

Taisyso pavyzdys (atmestas A pasirinkimas, naujai pasirinktas B variantas):



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

Parašykite tik atsakymą (jei dydis turi matavimo vienetus – parašykite ir matavimo vienetus)

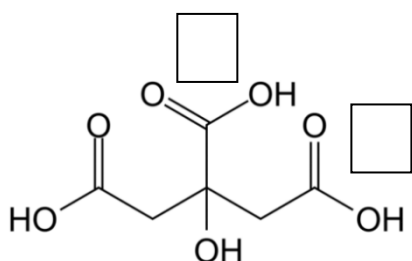
1.9			
1.10			
1.11	a)	b)	
1.12			
1.13			
1.14	a)	b)	c)
1.15	a taške	b taške	c taške

2 uždutis. Citrinų rūgštis

2.1.

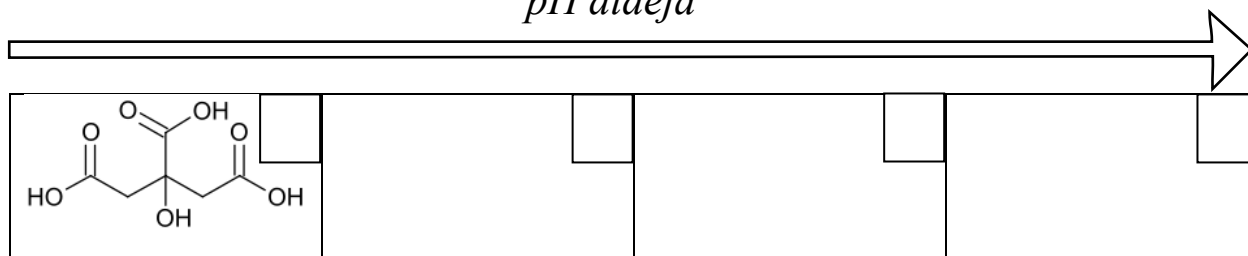
Aiškiniimas

2.2.



2.3.

pH didėja



2.4.

a) Dominuojančios formos:

--	--

2.4. b)

Skaičiavimai

2.5.

Skaičiavimai

2.6.

Skaičiavimai

2.7.

Skaičiavimai

3 užduotis. Pieva = nerauta

3.1.

Skaičiavimas

3.2. Nutraukiama ryšių: σ _____, π _____; Susidaro ryšių: σ _____, π _____.

3.3.

- A** σ ryšys tvirtesnis už π ryšį
- B** π ryšys tvirtesnis už σ ryšį
- C** σ ir π ryšiai yra vienodai tvirti

Paiškinimas

3.4.

Palankesnė: **A** 300 K **B** 525 K

Paiškinimas

3.5.

3.6.

Skaičiavimai

Atsakymai $p_{CO} =$ _____ $p_{H_2} =$ _____ $p_{CH_3OH} =$ _____

3.7.

Skaičiavimai

Atsakymas $K_p =$ _____

3.8. A $\Delta_r S^\circ = 0$ B $\Delta_r S^\circ > 0$ C $\Delta_r S^\circ < 0$

Paaiškinimas

3.9.

Sprendimas

Atsakymai: $\Delta_r G^\circ =$ $\Delta_r S^\circ =$

3.10. A Metanolio susidarymo B Metanolio skilimo

Paaiškinimas

3.11.

3.12.

Skaičiavimas

Atsakymas: $p=$ **3.13.**

Skaičiavimas

Atsakymas: $K_p=$ **3.14.**

Skaičiavimas

Atsakymas: $p_{CO} = \underline{\hspace{2cm}}$ $p_{H_2} = \underline{\hspace{2cm}}$ **3.15.**

Paaiškinimas

4 užduotis. Kuri reakcija gaus baudą už greičio viršijimą?

4.1.

a)

b)

c) Spartinantys veiksniai: Tinkamus žymėkite taip .

- druskos rūgšties tirpalo temperatūros sumažinimas
- aliuminio gabaliuko susmulkinimas
- aliuminio gabaliuko įkaitinimas
- mėgintuvėlio pakeitimas į mažesnį
- druskos rūgšties koncentracijos padidinimas

d)

e)

4.2. Raskite reakcijos lygties $aA + bB \rightarrow cC$ koeficientus a , b ir c .

Atsakymas: ___A + ___B \rightarrow ___C

4.3.

4.4.

a)

Ats. A Padidės B sumažės _____ kartų

b)

Ats. A Padidės B sumažės _____ kartų

4.5.

4.6.

4.7.

4.8.

5 uždutis. Vienas metodas — viskam!

5.1.

5.2.

Apibraukite teisingą atsakymą:

a) b) c) d) e) f) g) h)

5.3.

5.4.

5.5.

--

5.6.

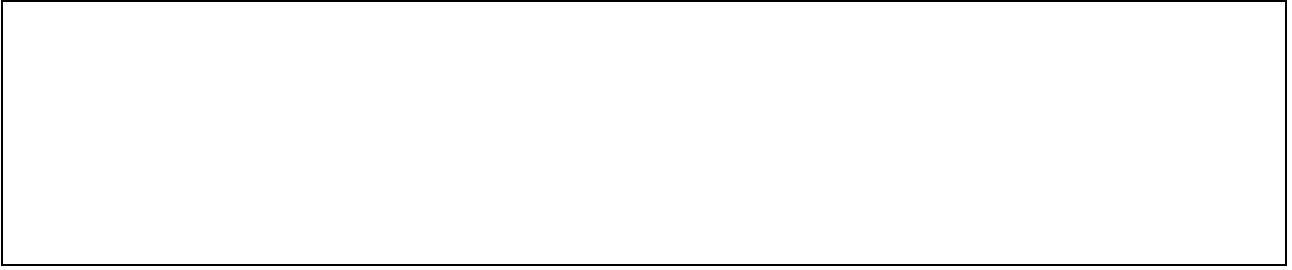
Apibraukite teisingus atsakymus:

- | | | |
|----|---------|---------|
| a) | Didinti | Mažinti |
| b) | Didinti | Mažinti |

5.7.

--

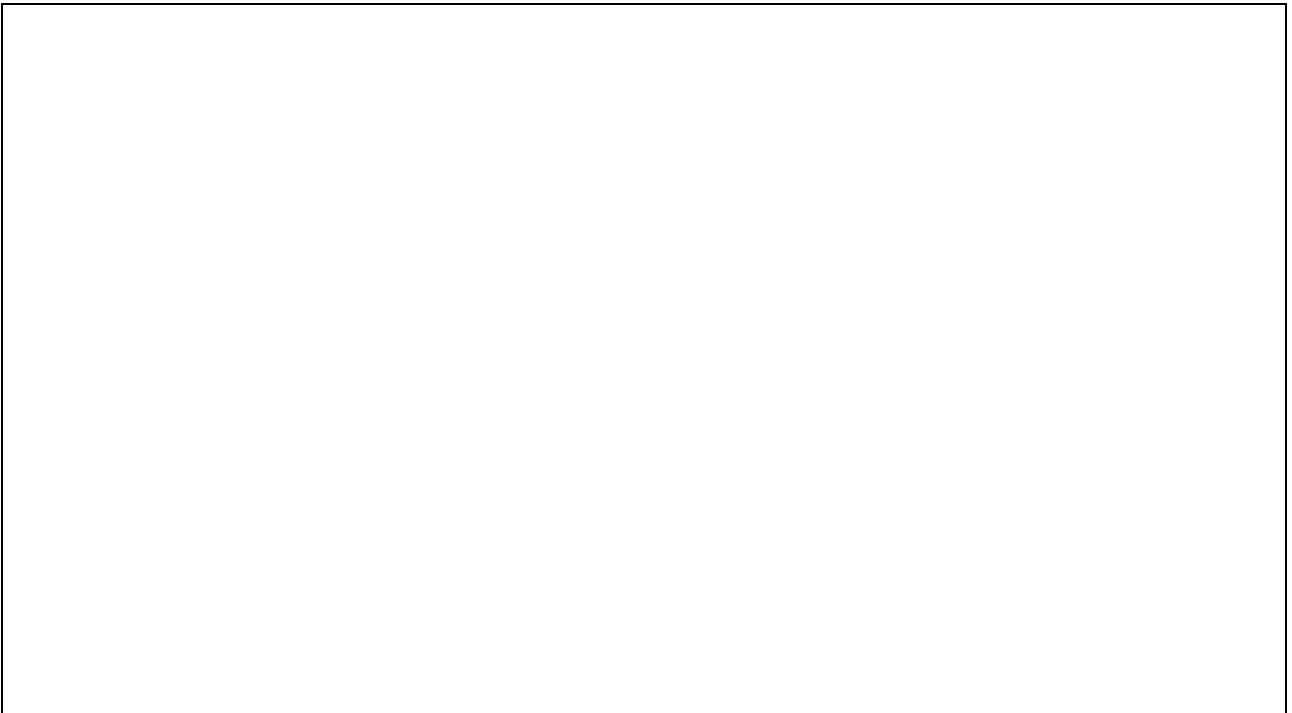
5.8.



5.9.



5.10.



6 užduotis. 120/80 mmHg

6.1.

--

6.2.

--

6.3.

C.	C. → D. reikalingas(-i) reagentas(-ai)
----	--

6.4.

--

6.5.

--

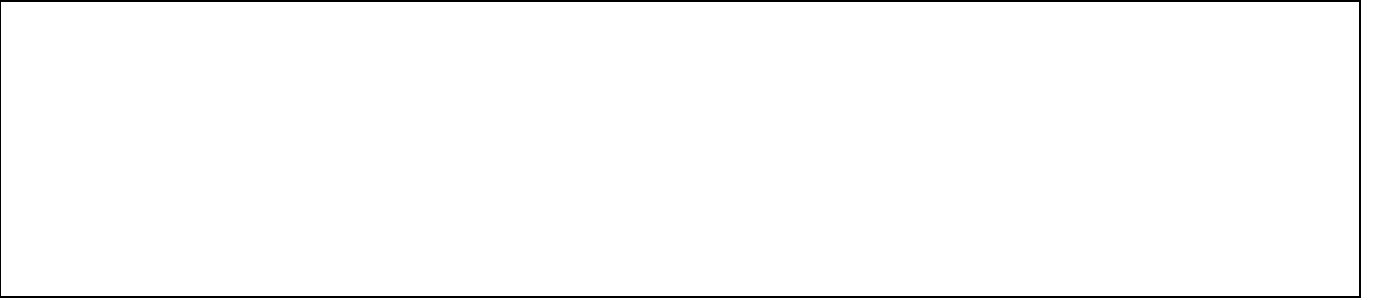
6.6.

--

6.7.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the answer to question 6.7.

6.8.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the answer to question 6.8.

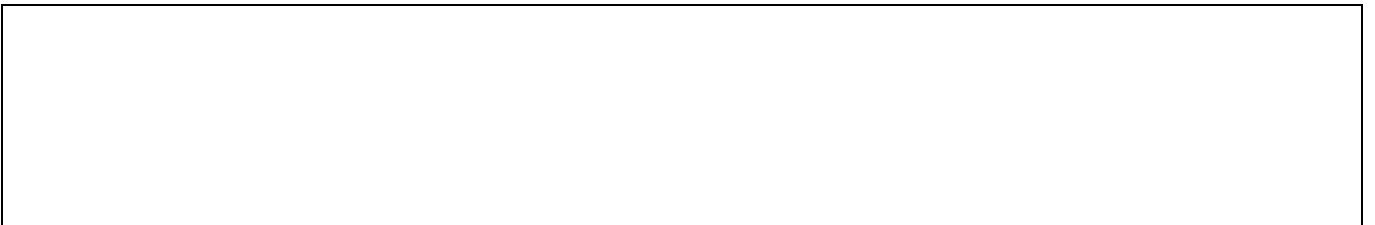
6.9.

A very large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the answer to question 6.9.

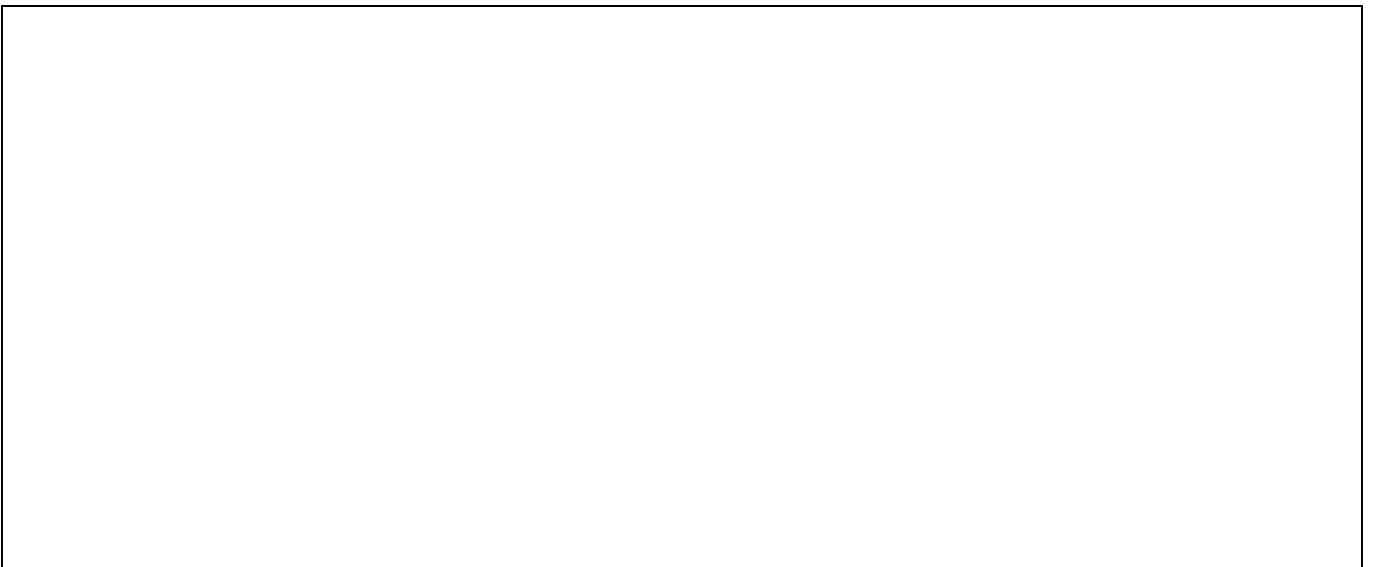
6.10.



6.11.



6.12.



7 užduotis. Žaibo greičiu

7.1.

A	B
C	D
E	F
G	H

7.2.



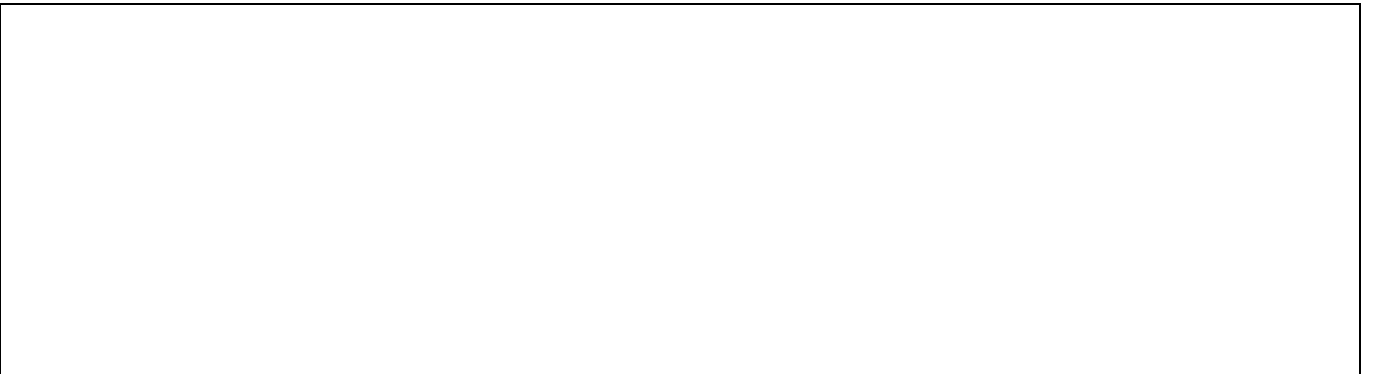
7.3.



7.4.

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying the majority of the page's width and height. It is positioned directly below the section number 7.4.

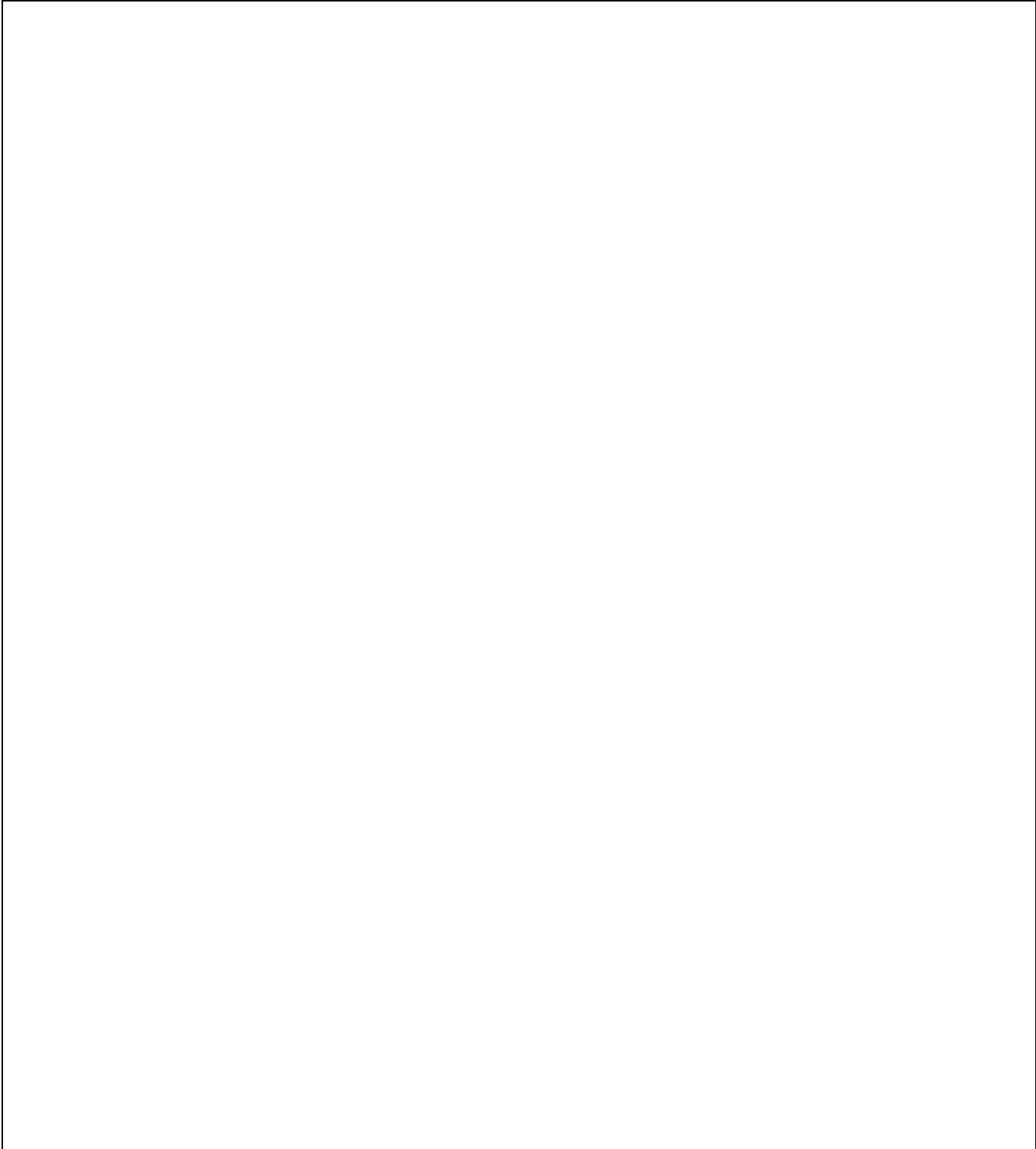
7.5.

A large, empty rectangular box with a thin black border, similar in size to the one above. It is positioned directly below the section number 7.5.

7.6.

A large, empty rectangular box with a thin black border, similar in size to the ones above. It is positioned directly below the section number 7.6.

7.7.



7.8.

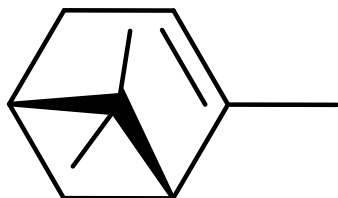
K	L
----------	----------

8 užduotis. Ką tirpina terpentinas?

8.1. Apibraukite teisingą(-us) atsakymą(-us).

- a) Toluene b) Vandenyje c) Heptane d) Izooktane e) Deuteruotame vandenyje (D₂O)

8.2.



Teorinis erdvinių izomerų skaičius:

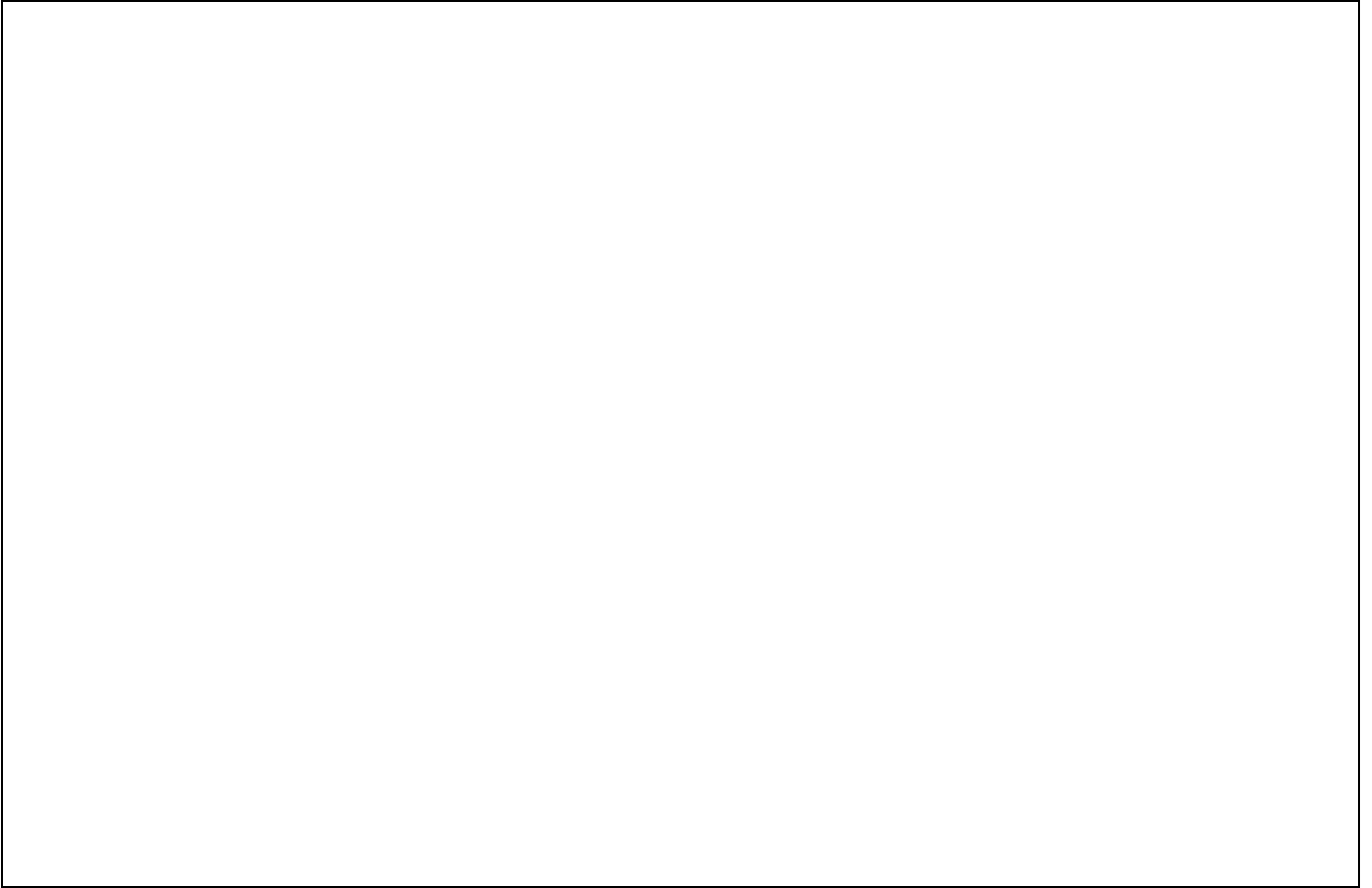
8.3.

8.4.

A

Kamparas

8.5.



8.6.



8.7.



8.8.

B₁	B₂
C	D

A 2x2 grid of empty rectangular boxes. The top-left cell is labeled 'B₁', the top-right cell is labeled 'B₂', the bottom-left cell is labeled 'C', and the bottom-right cell is labeled 'D'. The labels are positioned in the top-left corner of each respective cell.

Teorinių užduočių sprendimai

11-12 klasės

1 užduotis. Apšilimas

Apveskite teisingą atsakymo raidę. Jei keičiate pasirinkimą, atmestą variantą perbraukite dviem įstrižainėmis

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

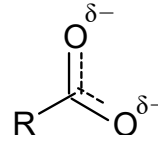
Parašykite tik atsakymą (jei dydis turi matavimo vienetus – parašykite ir matavimo vienetus)

1.9	0,90 mol/dm ³		
1.10	$5,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}^2}{\text{cm}^6 \cdot \text{h}}$		
1.11	a) 0,018 mol/dm ³ .	b) 11,8% arba 0,118	
1.12	–20 kJ/mol (būtinai turi būti nurodytas minuso ženklas)		
1.13	54,14		
1.14 a)	a) 50 kJ/mol	b) 120 kJ/mol	c) –70 kJ/mol Būtinai (–) ženklas
1.15	a taške 3	b taške 6,5	c taške 10

2 uždutis. Citrinų rūgštis

2.1. 3 taškai

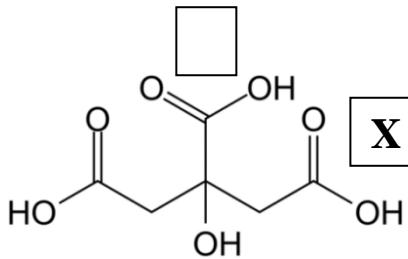
Alkoholio grupėje neigiamas krūvis yra lokalizuotas ant vienintelio deguonies atomo, tuo tarpu karboksirūgšties grupėje neigiamas krūvis tampa delokalizuotas.



Dėl šios priežasties anijonas yra stabilesnis ir $-\text{COOH}$ grupė yra rūgštingesnė nei $-\text{OH}$.

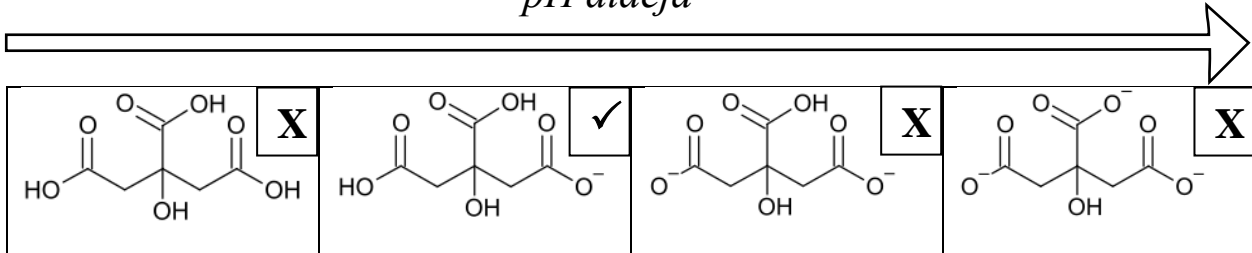
2.2.

2 taškai

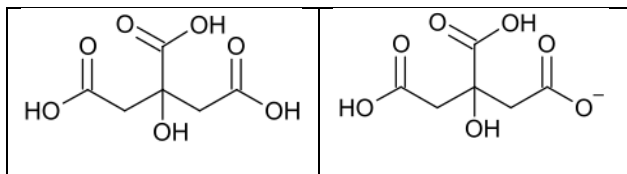


2.3. 5 taškai (po 1 tašką už teisingą struktūrą ir 2 taškai jei optinis aktyvumas visur pažymėtas teisingai)

pH didėja



2.4. 4 taškai (2 taškai jei abi struktūros teisingos, 2 taškai už teisingą skaičiavimą)



$$K_{a1} = \frac{[H^+][\text{citr}H_2^-]}{[\text{citr}H_3]} \quad \frac{[\text{citr}H_2^-]}{[\text{citr}H_3]} = \frac{K_{a1}}{[H^+]} = \frac{10^{-pK_{a1}}}{10^{-pH}} = \frac{10^{-3.13}}{10^{-1.86}} = 0,054$$

2.5.

4 taškai

$$M(\text{citr.}) = 192 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad [\text{cit.r.}]_{\text{cit}} = \frac{47\text{g}}{L} : 192 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,24 \text{ M}$$

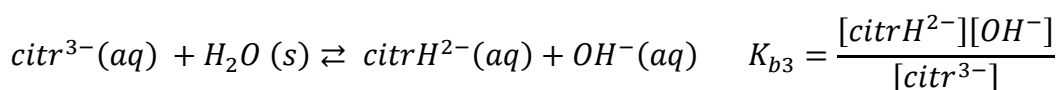
$$[\text{cit.r.}]_{\text{greip}} = \frac{0,24\text{M}}{60} = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad K_{a1} = \frac{[\text{H}^+][\text{citrH}_2^-]}{[\text{citrH}_3]} \quad 10^{-3,13} = \frac{x^2}{4,1 \cdot 10^{-3} - x}$$

Lygties sprendinys – $x = [\text{H}^+] = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ $\text{pH} = \log_{10}[\text{H}^+] = \log_{10} 1,4 \cdot 10^{-3} = 2,85$

2.6.

4 taškai

$$M(\text{Na citr.}) = 258 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad [\text{citr}^{3-}]_0 = 7,74\text{g} : \left(258 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,100\text{L}\right) = 0,30 \text{ M}$$



$$K_{b3} = \frac{K_w}{K_{a3}} = \frac{10^{-14}}{10^{-6,39}} = 2,5 \cdot 10^{-8} \quad K_{b3} = \frac{[\text{citrH}^{2-}][\text{OH}^-]}{[\text{citr}^{3-}]_0 - [\text{OH}^-]} \approx \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{citr}^{3-}]_0}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{b3}[\text{citr}^{3-}]_0} = \sqrt{2,5 \cdot 10^{-8} \cdot 0,30\text{M}} = 8,6 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pH} = \log_{10}[\text{H}^+] = \log_{10} \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \log_{10} \frac{10^{-14}}{8,6 \cdot 10^{-5}} = 9,93$$

2.7.

4 taškai

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+][\text{citrH}_2^-]}{[\text{citrH}_3]} \quad K_{a2} = \frac{[\text{H}^+][\text{citrH}^{2-}]}{[\text{citrH}_2^-]} \quad K_{a3} = \frac{[\text{H}^+][\text{citr}^{3-}]}{[\text{citrH}^{2-}]}$$

$$K_{a1}K_{a2}K_{a3} = \frac{[\text{H}^+]^3[\text{citr}^{3-}]}{[\text{citrH}_3]} \quad [\text{citrH}_3] = \frac{[\text{H}^+]^3[\text{citr}^{3-}]}{K_{a1}K_{a2}K_{a3}} \approx \frac{[\text{H}^+]^3[\text{citr}^{3-}]_0}{K_{a1}K_{a2}K_{a3}}$$

$$[\text{citrH}_3] = \frac{(10^{-\text{pH}})^3[\text{citr}^{3-}]_0}{K_{a1}K_{a2}K_{a3}} = \frac{(10^{-9,93})^3 \cdot 0,30}{10^{-3,13} \cdot 10^{-4,76} \cdot 10^{-6,39}} = 9,3 \cdot 10^{-17}$$

3 užduotis. Pieva = nerauta

3.1. (2 t.)

$$\Delta_f H^\circ(\text{CH}_3\text{OH}) - 2 \Delta_f H^\circ(\text{H}_2) - \Delta_f H^\circ(\text{CO}) = -90,77 \text{ kJ mol}^{-1}$$

3.2. (2 t.)

Nutraukiama ryšių: 3 (arba 2) σ ir 2 π ryšiai. Susidaro ryšių: 5 (arba 4) σ , 0 π . Jei C–O sigma ryšys ignoruojamas, nes tai vienintelis ryšys, kurio šioje reakcijoje nereikia nutraukti, tinka skliausteliuose nurodyti atsakymai.

Didelė dalis mokinių nepastebėjo/nežinojo, kad CO turi du π ryšius

3.3. (2 t.)

Nutrauktų ir susidariusių ryšių skaičiaus skirtumas: nutraukti 2 π ryšiai, susidarė 2 σ ryšiai. Reakcija egzoterminė, vadinasi, nutraukti ryšiams sunaudota mažiau energijos nei išsiskyrė sudarant naujus. Vadinasi, σ tvirtesnis už π ryšį.

3.4. (2 t.)

$\Delta_r H^\circ$ neigiamas \Rightarrow egzoterminė reakcija. Pagal Le Chatelier principą, žemesnė temperatūra (300 K) palankesnė metanolui susidaryti.

3.5. (2 t.)

$$K_p = \frac{P_{\text{CH}_3\text{OH}} p_0^2}{P_{\text{CO}} P_{\text{H}_2}^2}; \text{ čia } p_0 = 1 \text{ bar yra standartinis slėgis.}$$

3.6. (4 t.)

		CO	+	2 H ₂	->	CH ₃ OH
	Pradžia	30		60		0
P / bar	Pokytis	-x		-2x		+x
	Pusiausvyra	30 - x		60 - 2x		x

$$(30,0-x) + (60-2x) + 2x = 51,6$$

$$x = 19,2 \text{ bar}$$

$$\begin{array}{l} p_{\text{CO}} = 30 - x = 10,8 \text{ bar;} \\ p_{\text{H}_2} = 60 - 2x = 21,6 \text{ bar;} \\ p_{\text{CH}_3\text{OH}} = x = 19,2 \text{ bar;} \end{array}$$

3.7. (1.5 t.)

$$K_p = 3,81 \cdot 10^{-3}.$$

3.8. (2 t.)

A $\Delta_r S^\circ = 0$ **B** $\Delta_r S^\circ > 0$ **C** $\Delta_r S^\circ < 0$

Nes mažėja dujų molekulių skaičius (iš 3 molekulių susidaro 1).

3.9. (3 t.)

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K_p = -8,3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 525 \text{ K} \times \ln(3,81 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{24314 \text{ J mol}^{-1}};$$

(Jei naudojama duota atsarginė K_p vertė, atsakymas **24100**)

$$\Delta_r S^\circ = (\Delta_r H^\circ - \Delta_r G^\circ)/T = \mathbf{-219.2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}};$$

(Jei naudojama duota atsarginė K_p vertė, atsakymas **-218.8**)

3.10. (1.5 t.)

A Metanolio susidarymo

B Metanolio skilimo

Papildomų skaičiavimų daryti nereikia. Kai visos medžiagos yra savo standartinėse būsenose (1 bar) $\Delta G = \Delta G^\circ > 0$, pagal 3.9 gautą atsakymą. Todėl priešinga reakcija (B) turi $\Delta G < 0$ ir yra savaiminė. Kitas būdas: pagal turimą $K_p = 3,81 \cdot 10^{-3} < 1 = Q$ galima spręsti, kad savaiminė reakcija yra ta, kuri mažina produktų kiekį ir didina reagentų kiekį.

3.11. (1 t.)

Nes stabiliausių vieninių medžiagų susidarymo entalpija pagal susitarimą laikoma lygi nuliui, kaip atskaitos taškas.

3.12. (2 t.)

$$p_1/T_1 = p_2/T_2$$

$$p_{450} = p_{525} \times 450/525 = 44.2(3) \text{ bar}$$

Buvo atsakymų, teigiančių, jog jungiantis H atomams energija neišsiskiria. Priešingai, H–H ryšys yra labai stiprus ir jam susidarant išsiskiria daug energijos.

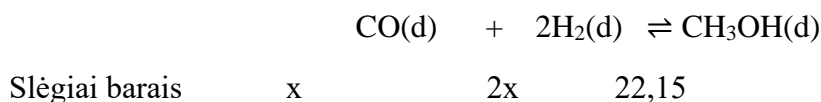
3.13. (2 t.)

$$K_p = \exp[-(\Delta_r H^\circ - T \Delta_r S^\circ)/RT] = \mathbf{0.122} \text{ (arba } \mathbf{0.128} \text{ jei 6 klausimas nepavyko)}$$

Arba naudojant formulę:

$$\ln \frac{K_2^\circ}{K_1^\circ} = \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

3.14. (6 t.)



$$K_p = 0,122 = \frac{22,15}{x \cdot (2x)^2}$$

Iš čia $x = 3,57$

$p_{\text{CO}} = 3,57 \text{ bar}$, $p_{\text{H}_2} = 7,13 \text{ bar}$

Jei naudojama duota K_p vertė: **$P_{\text{CO}} = 3.51 \text{ bar}$, $P_{\text{H}_2} = 7.02 \text{ bar}$**

Svarbu pastebėti, kad CO ir H₂ kiekiai bei slėgiai bet kuriuo metu yra santykiu 1:2. Taip pat reikia pastebėti, kad nusistovint pusiausvyrai bendras slėgis pasikeičia, todėl 3.12 gauta bendro slėgio vertė yra neaktuali.

Visi taškai buvo duodami už teisingą metodą ir už atsakymą, sutinkantį su 3.13 dalyje gauta K_p verte.

Dauguma sprendimų visai nesirėmė K_p verte. Taip pat labai daug mokinių rėmėsi prielaida, kad nusistovint pusiausvyrai bendras slėgis nepakinta, ir naudojo bendro slėgio vertę iš 3.12.

3.15. (1.5 t.)

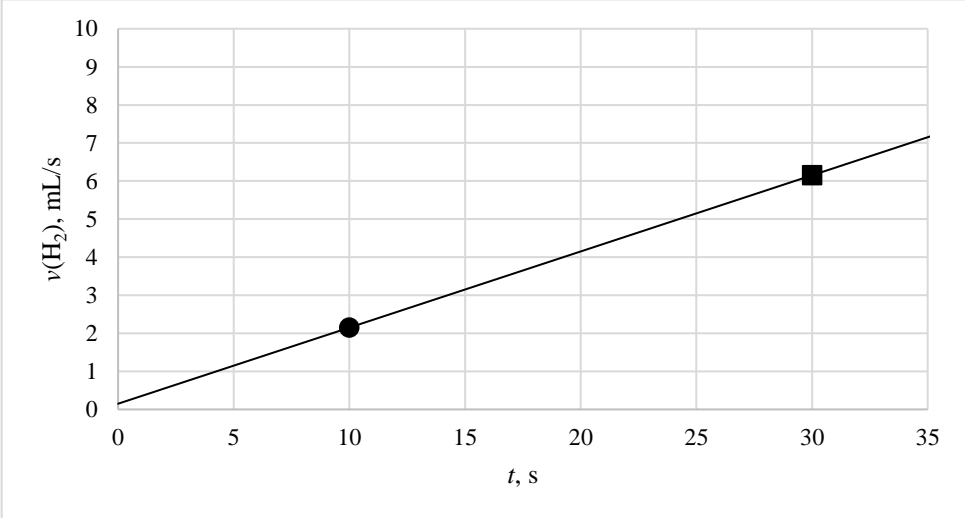
Žemesnėje temperatūroje mažiau molekulių turi pakankamai energijos, kad įveiktų aktyvacinius barjerus, todėl reakcija vyktų daug lėčiau.

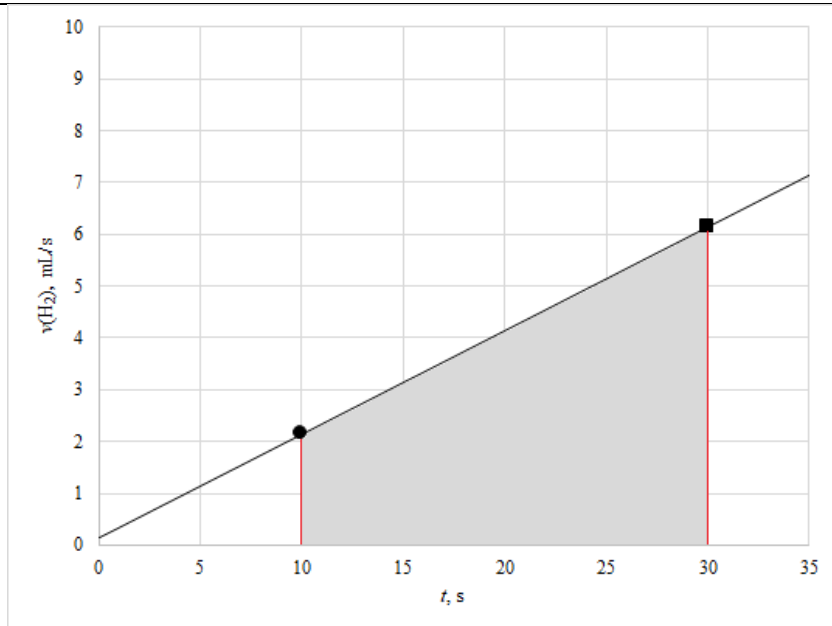
arba

Žemesnėje temperatūroje reakcija lėtėja, todėl ekonomiškai nenaudinga.

Daugelio gerai atsakytas klausimas

4 užduotis. Kuri reakcija gaus baudą už greičio viršijimą?

Nr.	Sprendimas	Taškai
1. a)	$2\text{Al}(k) + 6\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{AlCl}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{d})$ <i>Nenurodžius agregatinių būsenų taškų skaičius nemažinamas. Pateikus neišlygintą reakcijos lygtį taškų skaičius mažinamas 1 tašku.</i>	2
1. b)	Išstumiant vandenį <i>arba</i> išstumiant orą (mėgintuvėlį laikant anga žemyn) <i>arba</i> prie neužkištos mėgintuvėlio angos pritvirtinus balioną.	1
1. c)	<input type="checkbox"/> druskos rūgšties tirpalo temperatūros sumažinimas <input checked="" type="checkbox"/> aliuminio gabaliuko susmulkinimas <input checked="" type="checkbox"/> aliuminio gabaliuko įkaitinimas <input type="checkbox"/> mėgintuvėlio pakeitimas į mažesnę <input checked="" type="checkbox"/> druskos rūgšties koncentracijos padidinimas <i>Už kiekvieną teisingai pažymėtą veiksni – 1 taškas. Už kiekvieną neteisingai pažymėtą ar nepažymėtą teisingą veiksni taškų skaičius mažinamas 1 tašku.</i>	3
1. d)	Iš pradžių reaguoja paviršiuje susidariusi oksido plėvelė. Aliuminio oksidas labai lėtai reaguoja su rūgštimi. Rūgšties reakcija su metalu vyksta tik tose vietose, kur sureagavo oksidas. Kadangi oksidas sureaguoja netolygiai, tai keičiasi metalo sąlyčio su rūgštimi plotas arba reakcija yra egzoterminė, sistema šyla dėl to spartėja reakcija.	1
1. e)	I. Nubrėžta grafinė vandenilio dujų skyrimosi priklausomybė – 1 taškas  <p style="text-align: center;"><i>Svarbu suvokti, kad išsiskyręs dujų tūris intervale tarp 10 ir 30 sekundės bus plotas, kurį riboja kreivė tarp šiame intervale:</i></p>	3



II. Integralu apskaičiuojamas trapecijos plotas – 2 taškai

$$\int_{10}^{30} 0,15 + 0,2t \, dt = \left(0,15t + \frac{0,2t^2}{2} \right) \Big|_{10}^{30} =$$

$$= 0,15 \cdot 30 + \frac{0,2 \cdot 30^2}{2} - \left(0,15 \cdot 10 + \frac{0,2 \cdot 10^2}{2} \right) = \mathbf{83 \, mL}$$

arba

II. Apskaičiuojama trapecijos aukštinė h ir vidurio linija l – 1 taškas:

Trapecijos aukštinė: $h = 30 - 10 = 20$.

Trapecijos vidurio linija: $l = \frac{v(30) - v(10)}{2} = v(20) = 0,15 + 0,2 \cdot 20 = 4,15$

III. Apskaičiuotas trapecijos plotas V – 1 taškas:

Trapecijos plotas: $V = hl = 20 \cdot 4,15 = \mathbf{83 \, mL}$

Ats.: V = 83 mL.

Uždavinio sprendimui nebūtinai reikalinga grafika, todėl jei ji nepateiktas, bet toliau sprendžiama teisingai – taškų skaičius nemažinamas.

Uždavinyje vertinamas suvokimas, kad išsiskyręs dujų tūris bus lygus plotui, kurį riboja kreivė nurodytame intervale, tad jeigu buvo naudotas kitoks skaičiavimo būdas, kuris tik apytikriai įvertino plotą – skiriami visi taškai.

Galimi ir kiti sprendimo būdai.

2. Kadangi visų trijų medžiagų koncentracijų pokyčiai yra susiję su reakcijos lygties stochiometriniais koeficientais, galime laikyti, kad 0,008 mol medžiagos A su 0,0120 mol medžiagos B sudaro 0,0160 mol medžiagos C.

I. Už teisingai apskaičiuotą molių santykį – 3 taškai

$$n(A) : n(B) : n(C) = 0,008 : 0,0120 : 0,0160 \quad | : 0,008$$

$$1 : 1,5 : 2 \quad | \cdot 2$$

$$2 : 3 : 4$$

Apskaičiuoti molių santykiai ir bus stochiometriniai koeficientai reakcijos lygtyje



Ats.: a = 2; b = 3; c = 4.

3. **I. Iš kinetinės lygties išreiškiame greičio konstantą k – 1 taškas**

$$v = k \cdot \sqrt{[Cl_2]} \cdot [CHCl_3] = k \cdot [Cl_2]^{\frac{1}{2}} \cdot [CHCl_3]$$

	$k = \frac{v}{[\text{Cl}_2]^{\frac{1}{2}} \cdot [\text{CHCl}_3]}$ <p>II. Greičio konstantos k formulę įstatome matavimo vienetus, įvykdome pertvarkymus – 2 taškai (1 taškas – už į lygtį įstatytus teisingus matavimo vienetus ir panašių narių sutraukimą + 1 taškas – už reiškinio suprastinimą iki dviaukštės trupmenos ar atskirų narių).</p> $k = \frac{v}{[\text{Cl}_2]^{\frac{1}{2}} \cdot [\text{CHCl}_3]} = \frac{\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}}{\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = \frac{\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}}{\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{\frac{3}{2}}} \quad - 1 \text{ taškas}$ $= \frac{1}{\text{s}} \cdot \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{-\frac{3}{2}} =$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $= \frac{1}{\text{s}} \cdot \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{\text{s} \cdot \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{\text{s} \cdot \text{mol}^{\frac{1}{2}}} = \frac{\sqrt{\text{L}}}{\text{s} \cdot \sqrt{\text{mol}}} = \frac{1}{\text{s} \cdot \sqrt{\text{M}}} = (\text{s} \cdot \sqrt{\text{M}})^{-1}$ </div> <p style="text-align: right;">– 1 taškas</p> <p><i>Teisingai išreikšta dimensija laikoma ta, kuri yra tapati paryškintoms viršuje ir neturi pasikartojančių matavimo vienetų, t. y. visi panašūs nariai yra sutraukti!</i> <i>Jeigu pateikta dimensija turi pasikartojančių narių, tačiau suprastinus gaunama teisinga išraiška – taškų skaičius mažinamas 1 tašku.</i></p>	
4. a)	$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot \sqrt{[\text{Cl}_2]_2} \cdot [\text{CHCl}_3]_2}{k \cdot \sqrt{[\text{Cl}_2]_1} \cdot [\text{CHCl}_3]_1} = \frac{\sqrt{4} \cdot 4}{1} = 8$ <p style="text-align: right;">Ats.: reakcijos greitis 8 kartus padidės.</p>	2
4. b)	<p>Slėgio sumažinimas tapatus koncentracijos sumažinimui:</p> $\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot \sqrt{[\text{Cl}_2]_2} \cdot [\text{CHCl}_3]_2}{k \cdot \sqrt{[\text{Cl}_2]_1} \cdot [\text{CHCl}_3]_1} = \frac{\sqrt{\frac{1}{9}} \cdot \frac{1}{9}}{1} = \frac{1}{27}$ <p style="text-align: right;">Ats.: reakcijos greitis 27 kartus sumažės.</p>	2
5.	$v = k \cdot \sqrt{[\text{Cl}_2]} \cdot [\text{CHCl}_3] = k \cdot [\text{Cl}_2]^{\frac{1}{2}} \cdot [\text{CHCl}_3]$ <p>Reakcijos laipsnis: $1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2} = 1,5$</p>	1
6.	<p>Fosgeno susidarymo kinetinę lygtį galime užrašyti taip: $v = k \cdot [\text{CO}]^x \cdot [\text{Cl}_2]^y$</p> <p>I. Už nustatytą Cl_2 kinetinį laipsnio rodiklį – 2 taškai Pastebime, kad pirmojo ir antrojo matavimų metu CO koncentracija identiška, o Cl_2 koncentracija didesnė 3 kartus, vadinasi, lyginant šių reakcijų greičius $[\text{CO}]$ išsiprastins:</p> $\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot [\text{CO}]^x \cdot (3 \cdot [\text{Cl}_2])^y}{k \cdot [\text{CO}]^x \cdot [\text{Cl}_2]^y} = 3^y = 5,1962$ $y = \log_3 5,1962 = 1,5$ <p>II. Už nustatytą CO kinetinį laipsnio rodiklį – 2 taškai Pirmojo ir trečiojo matavimų metu netinta Cl_2 koncentracija, tačiau CO koncentracija buvo sumažinta pusiau, vadinasi lyginant šių reakcijų greičius Cl_2 koncentracija išsiprastins:</p>	4

	$x = \log_2 4 = 2$ <p>Reakcijos kinetinė lygtis: $v = k \cdot [\text{CO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]^{1,5}$.</p> <p>Ats.: reakcijos kinetinės lygties laipsniai $x = 2$; $y = 1,5$.</p> <p><i>Sukeitus kintamuosius x ir y vietomis taškų skaičius mažinamas 1 tašku.</i></p>	
7.	<p>I. Išreiškiama aktyvacijos energija E_A – 1 taškas</p> $\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \rightarrow E_A = \ln \left(\frac{k_2}{k_1} \right) \cdot R \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)^{-1}$ <p>II. Į išvestą formulę įstatomos vertės ir apskaičiuojama aktyvacijos energija E_A – 1 taškas</p> <p><u>Svarbu suderinti matavimo vienetus! Absoliučioji temperatūra matuojama kelvinais!</u></p> $E_A = \ln 27 \cdot 8,3145 \cdot \left(\frac{1}{475,15} - \frac{1}{525,15} \right)^{-1} = 135662 \frac{\text{J}}{\text{mol}} = 136 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ <p>Ats.: $E_A = 136 \text{ kJ/mol}$.</p>	2
8.	<p>Iš duotos priklausomybės randame taškus, reikalingus sprendimui: $[\text{A}]_1 = 0,225 \text{ mol/L}$, kai t_1 $[\text{A}]_2 = 0,0862 \text{ mol/L}$, kai t_2 Žinome, kad reakcija yra I laipsnio, jos integruotoji lygtis:</p> $\ln \frac{[\text{A}]_2}{[\text{A}]_1} = -kt$ <p>Kaip pradinį atskaitos tašką $[\text{A}]_0$ galime laikyti pirmąją koncentraciją $[\text{A}]_1$. Tada po 18 sekundžių koncentracija bus lygi koncentracijai $[\text{A}]_2$.</p> <p>I. Iš pirmojo laipsnio kinetinės lygties išreiškiama greičio konstanta k – 1 taškas:</p> $\ln \frac{[\text{A}]_2}{[\text{A}]_1} = -kt$ $k = -\ln \frac{[\text{A}]_2}{[\text{A}]_1} \cdot \frac{1}{t}$ <p>II. Išreiškiama reakcijos greičio konstanta k, ji apskaičiuojamas – 2 taškai (1 taškas – k vertė + 1 taškas – k matavimo vienetai)</p> $k = -\ln \frac{0,066}{0,172} \cdot \frac{1}{18}$ $k = 0,0532 \text{ s}^{-1}$ <p>Ats.: $k = 0,0532 \text{ s}^{-1}$.</p> <p><i>Galimi ir kiti sprendimo būdai.</i> <i>Jeigu iš gautų duomenų apskaičiuojamas tik reakcijos greitis (M/s) – skiriamas 1 taškas.</i></p>	3
	Iš viso:	30

5 uždutis. Vienas metodas — viskam!

5.1.

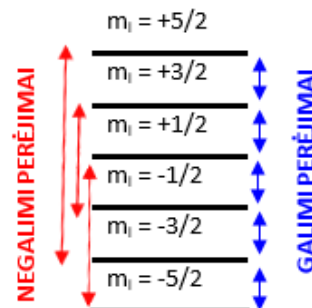
Branduoliai pasiskirstys į **6 energijos lygmenis** — **2 taškai**.

Sukinio projekcijos kvantiniai skaičiai $m_l = -5/2; -3/2; -1/2; +1/2; +3/2$ ir $+5/2$ — **2 taškai**

5.2.

Teisingas atsakymas — **a)** — **4 taškai**

Paaiškinimas: Kadangi lygmens energija proporcinga m_l reikšmėms, o jos tarpusavyje skiriasi vienetu, energijų skirtumas tarp lygmenų tas pats. O kadangi galimi yra tik šuoliai į gretimus lygmenis (šuoliai per kelis lygmenis negalimi), tai visų galimų sužadinių energija yra tokia pati. Todėl yra tik vienas pikas ties pastovia δ reikšme.



5.3.

Signalų δ vertė yra **3,7015 ± 0,0005 ppm** — **2 taškai**.

Pagal duotą cheminio poslinkio formulę apskaičiuojamas branduolių rezonanso dažnis:

$$\nu \text{ (tir.)} = \nu \text{ (spektrometro)} \cdot \delta + \nu \text{ (palyg.)}$$

$$c \text{ branduolių rezonanso dažnis} = 400 \cdot 3,7015 + 400000000 = \mathbf{400001480,6 \text{ Hz}}$$

2 taškai už skaičiavimą + **1 taškas** už teisingą atsakymą.

5.4.

Tik su **e protonais** — **4 taškai**.

Paaiškinimas: b signalas yra skilęs į keturias smailes (kvartetas). Tai galėtų būti dėl sąveikos su trim ekvivalenčiais ^1H branduoliais. Galimi variantai: c ir e. Bet c akivaizdžiai nesąveikauja su b, nes yra singletas, o e signalas yra dupletas, todėl jis sąveikauja su c.

5.5.

Poslinkių skirtumą tarp smailių $\Delta\delta$ galima rasti palyginus d dupletų smailių poslinkius:

$$\Delta\delta = 3,382 - 3,366 = \mathbf{0,016 \pm 0,001 \text{ ppm}}$$

Kitas būdas — skaičiuoti skirtumą $\Delta\delta$ tarp a tripleto kraštinės ir vidurinės smailės:

$$\Delta\delta = 9,806 - 9,790 = 9,790 - 9,774 = \mathbf{0,016 \pm 0,001 \text{ ppm}}$$

3 taškai už $\Delta\delta$ apskaičiavimą.

Padauginus iš spektrometro darbinio dažnio gaunama a-d sąveikos konstanta:

$$^3J_{a-d} = \Delta\delta \cdot \nu \text{ (spektrometro)} = 0,016 \cdot 400 = \mathbf{6,4 \text{ Hz}}$$

2 taškai už skaičiavimą, **1 taškas** už teisingą atsakymą.

5.6.

a) mažinti — 1 taškas.

Paaiškinimas: kadangi $\Delta\delta = J/v$, o J nekinta tam pačiam junginiui, tai mažinant darbinį dažnį v didėja smailių poslinkių skirtumas $\Delta\delta$, kas leidžia jį tiksliau įvertinti.

b) didinti — 1 taškas.

Paaiškinimas: jei to paties signalo smailių $\Delta\delta$ bus pernelyg didelis, jos gali „susitikti“ su kito signalo smailėmis. Todėl čia atvirkščiai, $\Delta\delta$ reikia mažinti, todėl v reikia didinti.

5.7.

Pradiniame junginyje 4:1 santykis yra dėl to, jog 4 cis padėtyse NH_3 atžvilgiu esantys F^- yra ekvivalentūs, o trans padėties F^- rezonuoja kitokiame dažnyje. Pastarojo galutiniame produkte nelieka, todėl turi būti tenkinama sąlyga $n(\text{F}^- \text{ cis}):n(\text{F}^- \text{ trans}) = 15:1$ — 2 taškai.

Tarkime, lieka x mol $[\text{RuF}_5\text{NH}_3]^{2-}$ ir susidaro y mol $[\text{RuF}_4(\text{NH}_3)_2]^-$. Tada:

$n(\text{F}^- \text{ cis}) = 4x + 4y$ mol — 1 taškas

$n(\text{F}^- \text{ trans}) = x$ mol — 1 taškas

Lygtis, sudaroma pagal santykį: $4x + 4y = 15x$ — 1 taškas

Iš jos gauname $y = 11x/4$ — 1 taškas

Pradžioje buvo x+y mol $[\text{RuF}_5\text{NH}_3]^{2-}$, todėl jo sureagavusi dalis yra (2 taškai):

$$\chi(\text{sureagavusi}) = \frac{n(\text{reagavo})}{n(\text{pradinis})} = \frac{y}{x + y}$$

Įstatę $y = 11x/4$ gauname galutinį atsakymą:

$$\chi(\text{sureagavusi}) = \frac{n(\text{reagavo})}{n(\text{pradinis})} = \frac{2,75x}{x + 2,75x} = 73,3 \%$$

1 taškas už skaičiavimą ir 1 taškas už teisingą atsakymą.

Vertinami ir kiti logiški bei nuoseklūs sprendimo būdai.

5.8.

$T_c \approx 210 \text{ K}$ — 3 taškai

Paaiškinimas: Ties šia temperatūra signalai yra stipriausiai susilieję (lyginant su kitų temperatūrų BMR spektrais)

5.9.

Pagal 195 K arba 200 K spektrus nusprendžiame, kad abiejų signalų cheminio poslinkio vertės yra $-0,16 \pm 0,005 \text{ ppm}$ ir $0,015 \pm 0,005 \text{ ppm}$. — 2 taškai

Todėl $\Delta\delta = 0,015 - (-0,16) = 0,175 \text{ ppm}$ — 1 taškas

Išsireiškiame ΔG^\ddagger iš Eiringo lygties (2 taškai):

$$\frac{\pi}{\sqrt{2}} \Delta\delta = \frac{k_b T_c}{h} \exp\left(-\frac{\Delta G^\ddagger}{RT_c}\right) \rightarrow \Delta G^\ddagger = -RT_c \cdot \ln \frac{\pi \Delta\delta h}{\sqrt{2} \cdot k_b T_c}$$

Apskaičiavimas:

$$\Delta G^\ddagger = -8,31447 \cdot 210 \cdot \ln \frac{3,14159 \cdot 0,175 \cdot 6,62608 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2} \cdot 1,38065 \cdot 10^{-23} \cdot 210} = +52471 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \approx 52,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

1 taškas už teisingai sustatytus skaičius, **1 taškas** už atsakymą, **1 taškas** — už jo pateikimą prašomais vienetais.

5.10.

Kadangi ΔG^\ddagger kinta priklausomai nuo temperatūros, tai naudosime T_c temperatūrą ir Gibso energijos lygtį (**1 taškas**):

$$\Delta G^\ddagger = \Delta H^\ddagger - T_c \Delta S^\ddagger$$

Išsireiškiame ΔS^\ddagger ir apskaičiuojame:

$$\Delta S^\ddagger = \frac{\Delta H^\ddagger - \Delta G^\ddagger}{T_c} = \frac{55100 - 52500}{210} = +12,4 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

2 taškai už apskaičiavimą ir **1 taškas** už teisingą atsakymą su vienetais.

Viso.: 50 taškų

6 užduotis. 120/80 mmHg

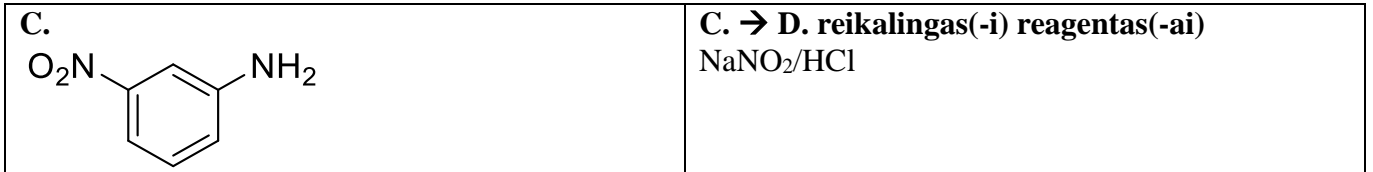
6.1. (1t.)



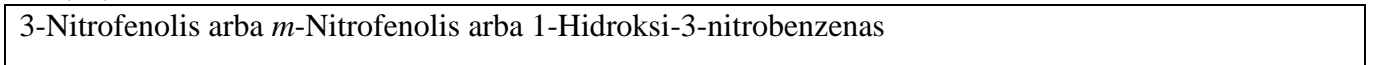
6.2. (1t.)

HNO₃/H₂SO₄

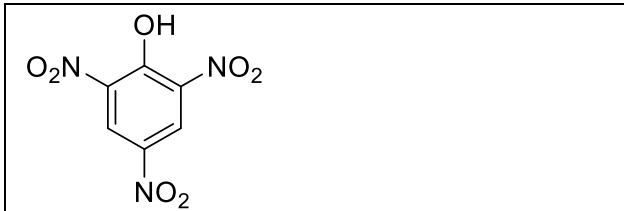
6.3. (2t.)



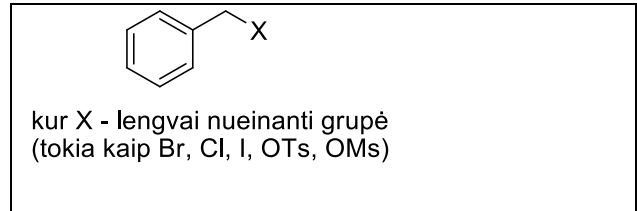
6.4. (1t.)



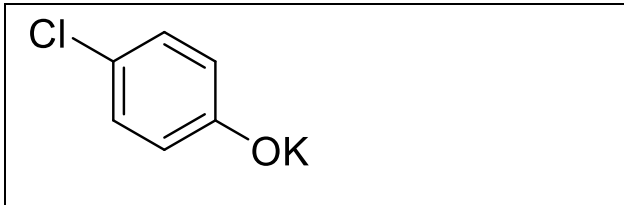
6.5. (2t.)



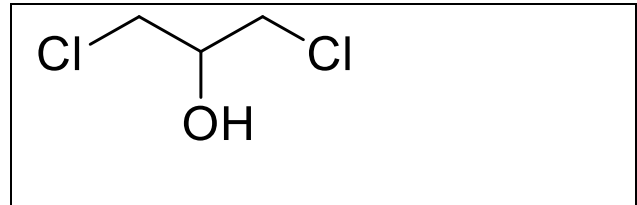
6.6. (1t.)



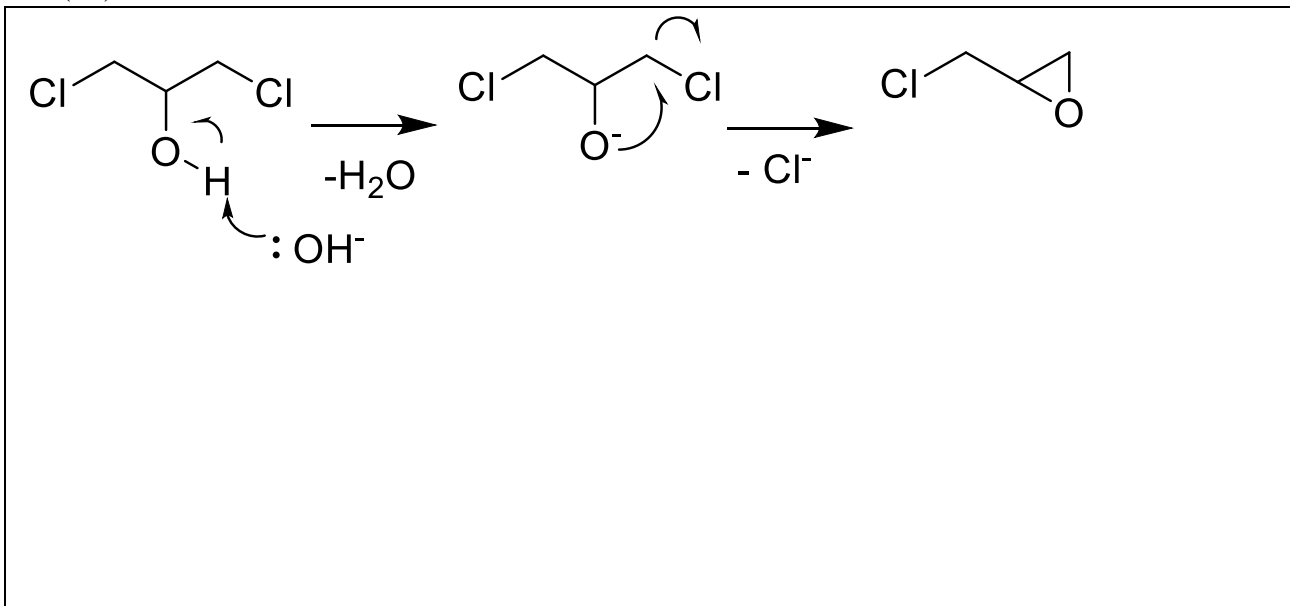
6.7. (2t.)



6.8. (2t.)



6.9. (4t.)



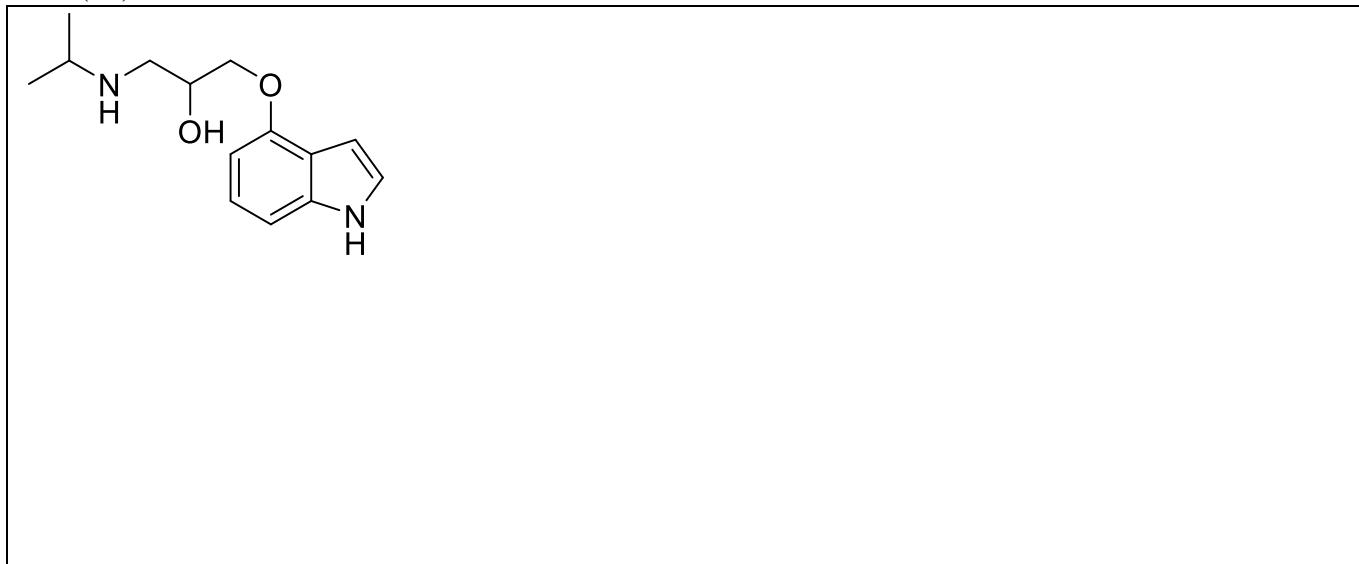
6.10. (1t.)



6.11. (1t.)

Aminams

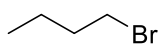
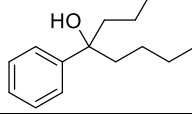
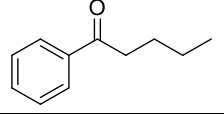
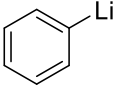
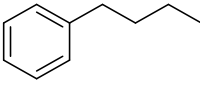
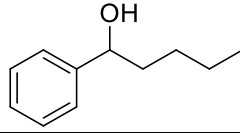
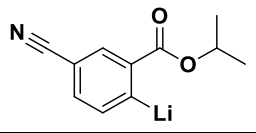
6.12. (2t.)



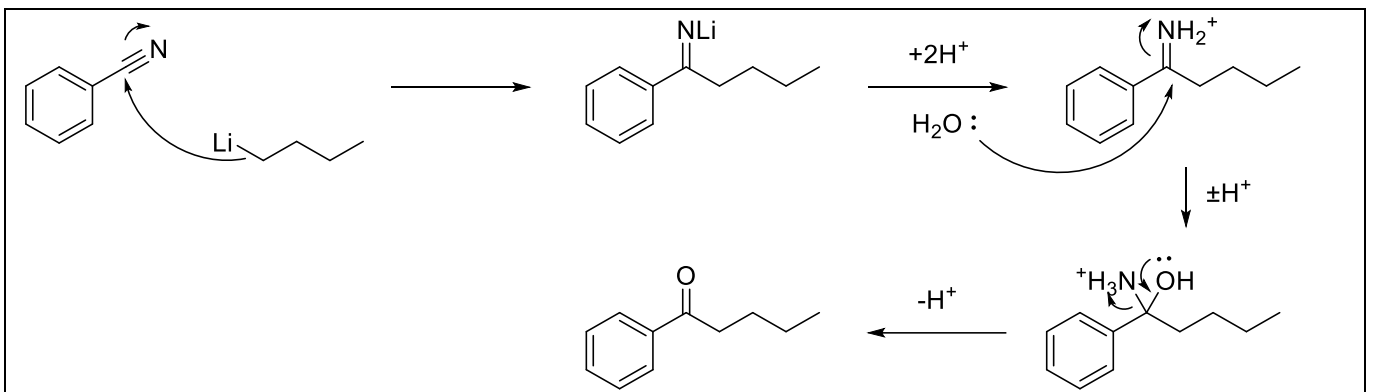
Iš viso: 20t.

7 uždutis. Žaibo greičiu

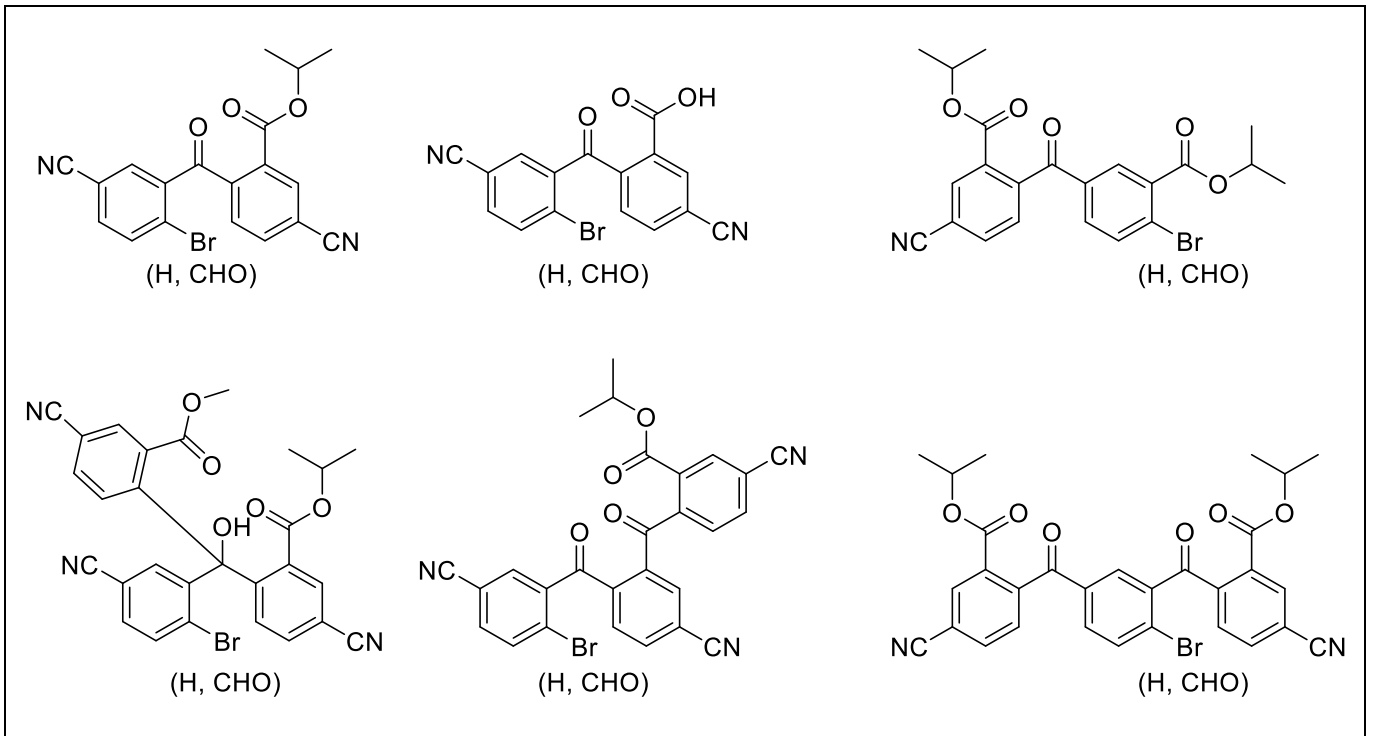
1. (16 t.)

A	B	C	D
	LiBr		
E	F	G	H
			

2. (10 t.)



3. Priimami visi su chemine logika neprasilenkiantys atsakymai. Keli pavyzdžiai žemiau. (10 t.)



4. (10 t.)

$$V = \pi r^2 \times h$$

$$V = (Q_{(ArBr)} + Q_{(BuLi)}) \times t$$

$$h = \frac{(Q_{(ArBr)} + Q_{(BuLi)}) \times t}{\pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{(0.667 \frac{cm^3}{s} + 0.200 \frac{cm^3}{s}) \times 0.0266s}{\pi \times \left(\frac{0.05cm}{2}\right)^2} = 9.975 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

5. (6 t.)

Dvigubai padidinti reagentų srautus, dvigubai sutrumpinti reaktorių, panaudoti $\sqrt{2}$ -ubai siauresnį vamzdelį.

6. (8 t.)

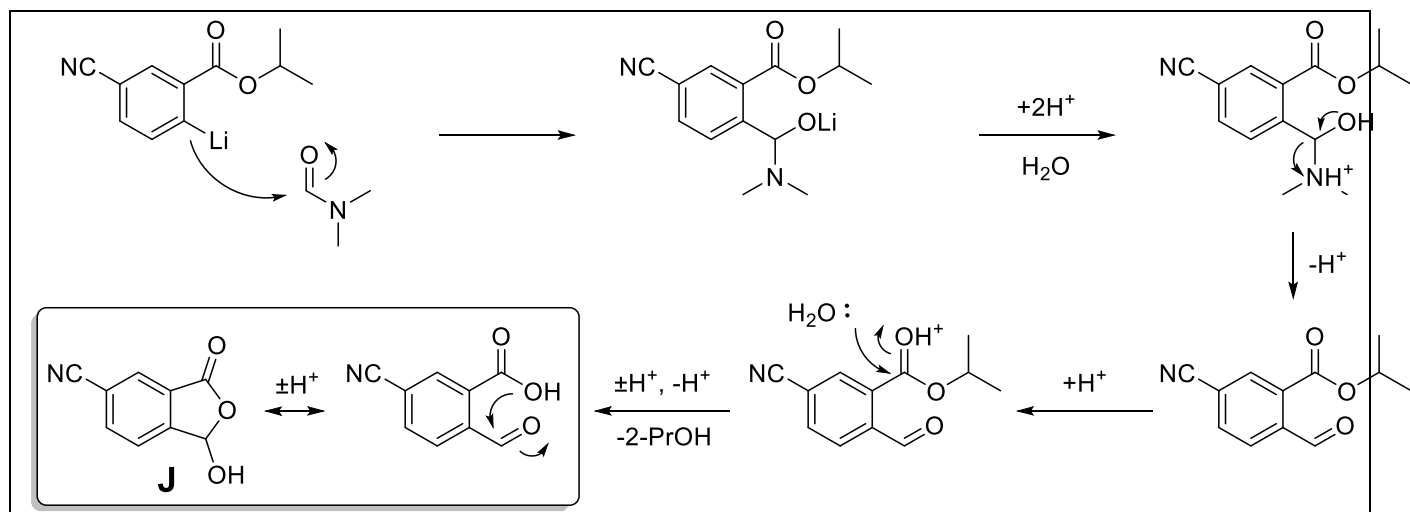
Vienas iš būdų – palyginti reagentų molinius srautus. Idealiu atveju visas arilbromidas virsta arilicio reagentu, tai:

$$\frac{Q_{M(ArLi)}}{Q_{M(DMF)}} = \frac{Q_{(ArBr)} \times c_{(ArBr)}}{\left(\frac{Q_{(DMF)} \times \rho_{(DMF)}}{M_{(DMF)}}\right)} = \frac{Q_{(ArBr)} \times c_{(ArBr)} \times M_{(DMF)}}{Q_{(DMF)} \times \rho_{(DMF)}} = \frac{0,0400 \frac{L}{min} \times 0,40 \frac{mol}{L} \times 73,1 \frac{g}{mol}}{9,0 \frac{mL}{min} \times 0,944 \frac{g}{mL}} \approx 0,014$$

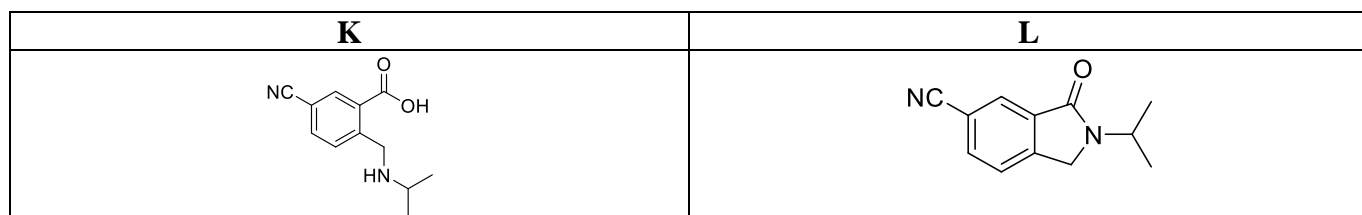
$$Q_{M(ArLi)} = 0.014 \times Q_{M(DMF)}$$

$$Q_{M(DMF)} = 7.3 \times Q_{M(ArLi)}$$

7. (14 t.)



8. (8 t.)



Iš viso: 82 t.

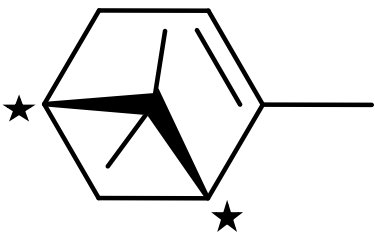
8 užduotis. Ką tirpina terpentinas?

8.1. Apibraukite teisingą(-us) atsakymą(-us).

a) Toluene **b) Vandenyje** c) Heptane d) Izooktane **e) Deuteruotame vandenyje (D₂O)**

2 taškai

8.2.

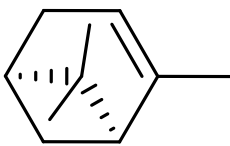


Teorinis erdvinių izomerų skaičius: 4

3 taškai

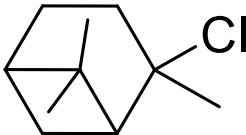
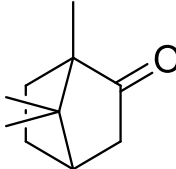
8.3.

Yra dar vienas erdvinis izomeras:

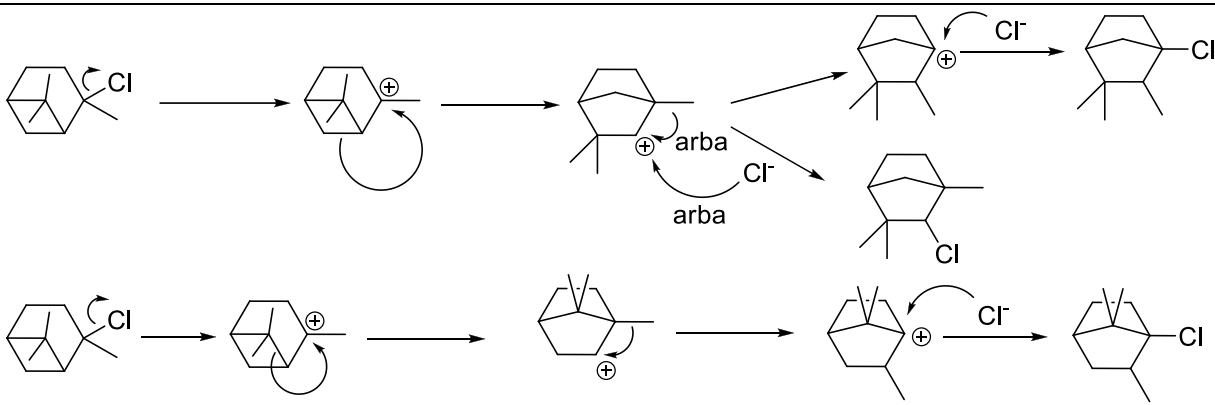


2 taškai

8.4.

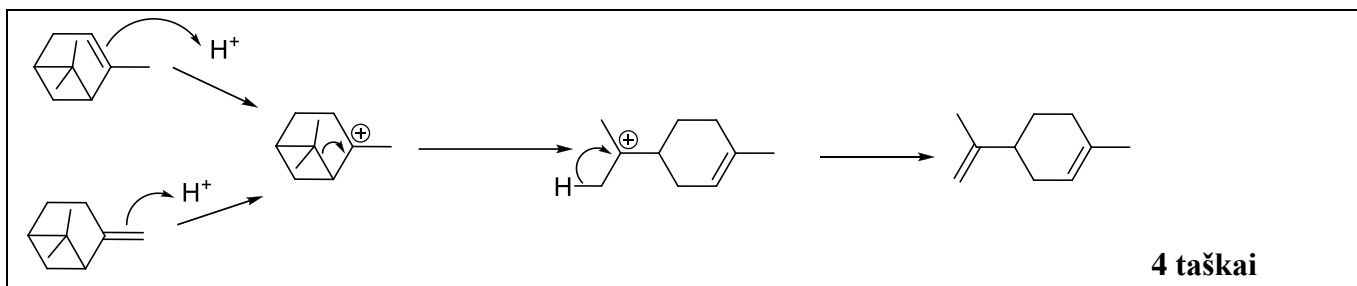
<p>A</p>  <p>2 taškai</p>	<p>Kamparas</p>  <p>2 taškai</p>
---	---

8.5.



Visi taškai skiriami ir už bet kurį kitą logiškai pagrįstą variantą. **4 taškai**

8.6.



8.7.

Kadangi mišinio savitasis sukimo kampas su minuso ženklu, akivaizdu, jog mišinyje daugiau (S)-limoneno.

1 skaičiavimo būdas:

$$ee\% \text{ (enantiomerinis perteklius)} = (-30) / (-102) * 100\% = 29,4\%$$

$$X_S - X_R = 29,4\%$$

$$X_S + X_R = 100\%$$

kur X_S – (S)-limoneno dalis mišinyje (%); X_R – (R)-limoneno dalis mišinyje (%)

Iš šių dviejų lygčių: $X_R = 35,3\%$ ir $X_S = 64,7\%$

2 skaičiavimo būdas:

Galime išvesti tiesinės priklausomybės lygtį tarp savitojo sukimo kampo ir mišinio sudėties.

$$X_S = k \cdot [\alpha] + b$$

kur X_S – (S)-limoneno dalis mišinyje (%); $[\alpha]$ – mišinio savitasis sukimo kampas; k ir b – lygties koeficientai

Pagal užduotyje minimus faktus, galioja sąryšiai:

$$100 = -102k + b$$

$$50 = 0k + b$$

Iš šių lygčių gauname, jog $k = -0,49$, o $b = 50 \rightarrow X_S = -0,49[\alpha] + 50$

Apskaičiuojame X_S : $X_S = -0,49 \cdot (-30) + 50 = 64,7\%$

Tuomet $X_R = 100 - 64,7 = 35,3\%$

Yra ir daugiau sprendimo būdų. Jei suskaičiuota teisingai, skiriami visi taškai. **4 taškai**

8.8.

