

52-osios Lietuvos mokinių chemijos olimpiados II rato užduočių sprendimai 9 klasė

I. Medžiagos

1.1. Užpildykite lentelę.

Nr.	Medžiagos formulė	Medžiagos agregatinė būseną (n. s.)*	Sisteminis pavadinimas	Nesisteminis (techninis) pavadinimas	Medžiagos klasė	Oksidatorius?	Reduktorius?
1	NH ₃	dujos		Amoniakas		-	+
2	CaCO ₃		Kalcio karbonatas	Kreida	Druska		-
3	FeCl ₂	kieta	Geležies(II) chloridas		Druska	+	+
4	CuSO ₄ ·5H ₂ O	kieta	Vario(II) sulfatas pentahidratas	Mėlynasis akmenėlis		+	-
5	H ₂ O		Divandenilio oksidas	Vanduo	Oksidas	+	+
6	KOH	kieta	Kalio hidroksidas	Kalio šarmas	Hidroksidas	-	-
7	Br ₂	skystis		Bromas	Vieninė medžiaga	+	+
8	O ₃	dujos		Ozonas	Vieninė medžiaga	+	-
9	CO	dujos	Anglies(II) monoksidas	Smalkės	Oksidas	-	+
10	HCl	dujos	Vandenilio chloridas	Vandeninis tirpalas – druskos rūgštis	Rūgštis	+	+

Galimi junginiai: KCl; FeCl₂; NaCuO₂, MgBr₂; AlF₃; Na₂SO₄; Cs₂CO₃; Cu(OH)₂; KOH; Fe(OH)₂; CO₂; SO₂; SO₃; CO; N₂; Cl₂; O₃; Br₂; H₂SO₄; HI; CuSO₄·7H₂O; CuSO₄·5H₂O; CuSO₄·10H₂O; CaCO₃.

*n. s. – normaliosios sąlygos (0 °C ir 1 atm.).

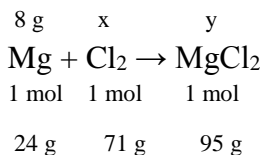
Pastabos. Vertindami medžiagų oksidacines-reducines savybes, atsižvelkite ir į reakcijas, vykstančias vandeniniuose tirpaluose. Pilkai pažymėtų langelių pildyti nereikia.

(20 taškų)

Už kiekvieną teisingai užpildytą langelį – po 0,5 taško.

1.2. Kiek gramų magnio chlorido susidarė reaguojant 8 g magnio su 28 g chloro dujų? Kiek liko nesureagavusios medžiagos atomų?

(6 taškai)



$$n(\text{Mg}) = 8 \text{ g} : 24 \text{ g/mol} = 0,333 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 28 \text{ g} : 71 \text{ g/mol} = 0,394 \text{ mol (perteklius)}$$

2 taškai

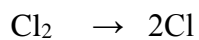
$$X = 0,333 \text{ mol}$$

0,333 mol Cl₂ sureagavo, o liko: 0,394 mol – 0,333 mol = 0,061 mol

$$Y = 0,333 \text{ mol} \cdot 95 \text{ g/mol} = \mathbf{31,64 \text{ g MgCl}_2}$$

2 taškai

0,061 mol – z atomų



$$1 \text{ mol} - 12,04 \cdot 10^{23} \text{ atomų}$$

$$Z = 0,061 \cdot 12,04 \cdot 10^{23} = \mathbf{7,34 \cdot 10^{22} \text{ atomų}} \text{ liko nesureagavę}$$

2 taškai

Atsakymas: Susidarė 31,64 g MgCl₂, sureagavo ne visas chloro dujų kiekis, liko 7,34·10²² chloro atomų.

1.3. Sudarykite druskų formules iš šių jonų: Cu²⁺; Al³⁺; SO₃²⁻; NO₂⁻. Pavadinkite druskas.

(4 taškai)

CuSO₃ – vario(II) sulfitas;

Cu(NO₂)₂ – vario(II) nitritas;

Al₂(SO₃)₃ – aliuminio sulfitas;

Al(NO₂)₃ – aliuminio nitritas.

Už kiekvieną teisingą formulę ir pavadinimą – po 0,5 taško.

II. Tirpumas

Tirpumas rodo didžiausią medžiagos masę gramais, galinčią ištirpti 100 g tirpiklio (pavyzdžiui, vandens) tam tikroje temperatūroje. Gautas tirpalas vadinamas *sočiuoju*.

2.1. Kokia sočiojo druskos tirpalo procentinė koncentracija 60 °C temperatūroje, jei druskos tirpumas šioje temperatūroje – 40 g/100 g vandens?

(3 taškai)

$$m_t = 40 \text{ g} + 100 \text{ g} = 140 \text{ g}$$

1 taškas

$$w = m_m \cdot 100 \% : m_t = 40 \text{ g} \cdot 100 \% : 140 \text{ g} = 28,57 \%$$

2 taškai

Atsakymas: tirpalo koncentracija 28,57 %.

2.2. Žinoma, kad 40 °C temperatūroje amoniako ir natrio chlorido tirpumas yra vienodas. Kurios medžiagos tirpumas didesnis 80 °C temperatūroje? Kodėl?

(2 taškai)

Atsakymas: 80 °C temperatūroje natrio chlorido tirpumas yra didesnis. Didinant temperatūrą dujinių medžiagų tirpumas mažėja. Ši taisyklė galioja ir amoniako dujoms. Taigi, nors amoniakas gerai tirpsta vandenyje, tačiau aukštesnėje temperatūroje didžioji jo dalis išgaruos.

Pastaba: už teisingus atsakymus į abu klausimus – po 1 tašką.

2.3. Kokioje masėje vandens 50 °C temperatūroje gali ištirpti 150 g bario chlorido? Druskos tirpumas šioje temperatūroje – 42 g/100 g vandens.

(5 taškai)

$$42 \text{ g} - 100 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$150 \text{ g} - x \text{ g H}_2\text{O}$$

$$x = \mathbf{357,1 \text{ H}_2\text{O}}$$

Atsakymas: 50 °C temperatūroje 150 g bario chlorido ištirps 357,1 g vandens.

2.4. Aliuminio-kalio alūno $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ kristalams gauti buvo paruošti $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ir K_2SO_4 tirpalai naudojant vienodus druskų kiekius. Abi druskos ištirpintos įpylus po tiek pat distiliuoto vandens. Tirpalus sumaišius ir atvėsinus iki $0\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros, išsiskyrė kristalai, kurių kiekis buvo dvigubai mažesnis nei teoriškai būtų galima gauti iš paimto druskų kiekio. Kokia aliuminio sulfato masės dalis (%) pradiniam aliuminio sulfato tirpale? **Pastaba:** $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ tirpumas $0\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūroje $3\text{ g}/100\text{ g}$ vandens.

(15 taškų)

Tarkime, kad ištirpinta po 1 molį $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ir K_2SO_4 druskų. Tuomet teoriškai iš paimtų druskų kiekio galėtų susidaryti 2 moliai aliuminio-kalio alūno:



1 mol 1 mol 2 mol

2 taškai

Tačiau sąlygoje nurodyta, kad $0\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūroje išsiskyręs alūno kristalų kiekis yra dvigubai mažesnis, vadinasi nuosėdose yra 1 mol $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, o tirpale – 1 mol $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$.

2 taškai

Tarkime, kad druskų tirpinimui sunaudota po x g vandens.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18\text{ g/mol}$$

Tuomet vandens masės dalis tirpale yra:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2x + 18 \cdot M(\text{H}_2\text{O}) - 12 \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 2x + 18 \cdot 18 - 12 \cdot 18 = (2x + 108)\text{ g}$$

3 taškai

$$M(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2) = 258\text{ g/mol}$$

Tirpale liko 1 mol $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, taigi 258 g.

2 taškai

Žinodami $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ tirpumą, galime sudaryti proporciją:

$$3 \text{ g KAl}(\text{SO}_4)_2 \text{ — } 100 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$258 \text{ g KAl}(\text{SO}_4)_2 \text{ — } (2x + 108) \text{ g H}_2\text{O}$$

$$x = 4246 \text{ g}$$

2 taškai

Taigi, 1 molis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}$ ištirpintas 4246 g vandens.

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}) = 666 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{tirpalo}) = 666 \text{ g} + 4246 \text{ g} = 4912 \text{ g}$$

2 taškai

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342 \text{ g/mol}$$

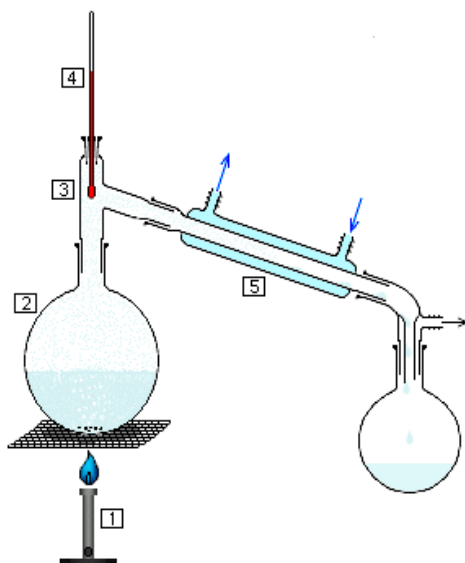
$$w(\%) = 342 \cdot 100 \% : 4912 = 6,96 \%$$

2 taškai

Atsakymas: aliuminio sulfato masės dalis 6,96 %.

Pastaba: taškų paskirstymas orientacinis.

III. Laboratorija



3.1. Kokiū būdu išskirstomas mišinys naudojant paveikslėlyje pavaizduotą įtaisą? Paaiškinkite įtaiso veikimo principą. Kuo paremtas šis mišinių išskirstymo būdas?

(5 taškai)

3.2. Pavadinkite paveikslėlyje skaičiais pažymėtus indus. Ką reiškia rodyklių kryptis?

(3 taškai)

3.3. Kaip paruoštumėte 0,5 L 2 mol/L $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ tirpalo iš kristalohidrato $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$? Detaliai aprašykite šio tirpalo ruošimo eigą. Išvardinkite reikalingus cheminius indus, priemones ir prietaisus.

(5 taškai)

3.4. Kokiuose induose medžiagas galima kaitinti?

(2 taškai)

3.5. Garinant 24,7 % metalo(III) chlorido tirpalą gauta 5,41 g $\text{MeCl}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ kristalohidrato ir surinkta 11,11 g vandens. Nustatykite, kokio metalo druska buvo gauta.

(10 taškų)

3.1. Naudojant paveikslėlyje pavaizduotą įtaisą medžiagų mišinys išskirstomas distiliavimu. Tai skystų medžiagų atskyrimo nuo nelakių priemaišų arba lakių medžiagų, turinčių skirtingą virimo temperatūrą, išskirstymo būdas.

1 taškas

Distiliacijos įtaiso veikimo principas. Įtaisas susideda iš apvaliadugnės kolbos, sujungtos su *Viurco* mova su įstatytu termometru, nuožulniojo (*Lybigo*) kondensatoriumi, lenkto vamzdelio su atšaka (alonžu) ir rinktuvo (paprato mėgintuvėlio, plokščiadugnės arba apvaliadugnės kolbos). Į kolbą **2** supiltą skystą mišinį (jo neturi būti daugiau kaip 2/3 kolbos tūrio) kaitiname spiritinės lemputės arba dujinio degiklio liepsnoje (**1**). Kad skystis kolboje tolygiai virtų ir neperkaistų, liepsną nuo kaitinamos kolbos atskiriame liepsnos skirstytuvu ir į kolbą įmetame keletą pemzos arba molinės plytelės gabalėlių (jie sudaro daug virimo centrų). Termometrą **4** įstatome taip, kad jo gyvsidabrio rutuliukas būtų ties *Viurco* movos **3** atšaka (gyvsidabrio rutuliuko viršutinis kraštas turi būti 0,5 cm žemiau *Viurco* movos atšakos apatinio krašto). *Viurco* movos atšaka sujungiama su nuožulniuoju kondensatoriumi **5** (atšaka turi įeiti į kondensatorių ne mažiau kaip 2–3 cm.). Apatinė kondensatoriaus atšaka guminėmis arba plastikinėmis žarnelėmis prijungiama prie vandentiekio vandens (taip jungiant kondensatorius prisipildo vandeniu). Kondensatorius sujungiamas alonžu su rinktuvu.

Kaitinant kolboje esantį mišinį ir pradėjus skysčiui virti, garai kyla į *Viurco* movą ir kaitina termometro rutuliuką (termometro pagalba kontroliuojama distiliacijos temperatūra). Gryna medžiaga distiliuojasi pastovioje temperatūroje. Po to garai patenka į kondensatorių, kuriame kondensuojasi. Skystis (kondensatas) per alonžą suteka į rinktuvą.

3 taškai

Šis mišinių perskyrimo būdas pagrįstas skirtinga jų komponentų virimo temperatūra. Virimo temperatūra yra skysčio perėjimo į garus temperatūra, esant pastoviam išoriniam slėgiui. Iš skysto mišinio pirmiausia išgaruoja ir kondensuojasi lagesnė medžiaga, ir lieka mažiau laki arba beveik nelaki (turinčios aukštesnę virimo temperatūrą) medžiagos. Pavyzdžiui, šiuo būdu vandentiekio vanduo atskiriamas nuo mineralinių druskų – gaunamas distiliuotas vanduo.

1 taškas

3.2. Skaičiais pažymėtos aparatūros dalys: 1– dujinis degiklis; 2 – apvaliadugnė kolba; 3 – *Viurco* mova; 4 – termometras; 5 – kondensatorius.

2 taškai

Rodyklės rodo vandens įtekėjimo į kondensatorių ir ištekėjimo iš kondensatoriaus kryptį.

1 taškas

3.3. Apskaičiuojame, kiek reikia pasverti druskos:

$$N = c \cdot V = 2 \text{ mol/L} \cdot 0,5 \text{ L} = 1 \text{ mol}$$

$$M = n \cdot M = 1 \text{ mol} \cdot 291 \text{ g/mol} = 291 \text{ g}$$

2 taškai

Tirpalo ruošimo eiga:

- Pasveriamo 291 g druskos.
- Paimame 0,5 L matavimo kolbą. Įstatome piltuvėlį ir atsargiai suberiame pasvertą druską. Distiliuotu vandeniu praskalaujame svėrimo indą, atsargiai nuplauname druską nuo piltuvėlio ir jį išimame.
- Į kolbą įpilame distiliuoto vandens ir sukamaisiais judesiais maišome tirpalą, kad druska ištirptų, tuomet skiedžiame distiliuotu vandeniu iki žymos.
- Užkemšame kamščiu ir gerai išmaišome, vartydami kolbą.

2 taškai

Indai ir prietaisai: laboratorinės svarstyklės, svėrimo indas, šaukštelis ar mentelė druskai pasemti, 0,5 L talpos matavimo kolba su kamščiu, piltuvėlis, indas su distiliuotu vandeniu.

1 taškas

3.4. Medžiagas galima kaitinti tik plonasieniuose induose, pažymėtuose specialiu ženklu.

2 taškai

3.5. Garinant 24,7 % metalo(III) chlorido tirpalą gauta 5,41 g $\text{MeCl}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ kristalohidrato ir surinkta 11,11 g vandens. Nustatykite, kokio metalo druska buvo gauta.

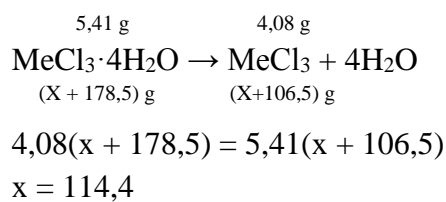
(10 taškų)

$$m_t = 5,41 \text{ g} + 11,11 \text{ g} = 16,52 \text{ g}$$

1 taškas

$$m_m = m_t \cdot w : 100\% = 16,52 \text{ g} \cdot 24,7\% : 100\% = 4,08 \text{ g}$$

2 taškai



7 taškai

Atsakymas. Periodinėje lentelėje randame, kad skaitinė verte artimiausia yra indžio atominė masė. Taigi, išgarinus gauta druska – $\text{InCl}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

IV. Vanduo

4.1. Koku cheminiu ryšiu susijungę atomai vandens molekulėje?

(1 taškas)

Atsakymas: vandens molekulėje atomai yra susijungę kovalentiniu poliniu ryšiu.

4.2. Kokių jonų yra distiliuotame vandenyje?

(2 taškai)

Atsakymas: oksonio ir hidroksido jonų, t. y., H_3O^+ (H^+) ir OH^- jonų.

Jie susidaro vykstant vandens molekulių autojonizacijos reakcijai:



Pastaba. Jonų susidarymo priežasties paaiškinti nebūtina (nebuvo klausama).

4.3. Kiek mililitrų vandens ir 98 % sieros rūgšties ($\rho=1,84 \text{ g/cm}^3$) reikės norint paruošti 1,68 L 55 % sieros rūgšties tirpalo, kurio tankis $\rho=1,45 \text{ g/cm}^3$?

(7 taškai)

Žymėjimai:

m_{t1} – 98 % H_2SO_4 masė, g

V_{t1} – 98 % H_2SO_4 tūris, ml

m_{t3} – 55 % H_2SO_4 tirpalo masė, g

m_{m3} – H_2SO_4 masė 55 % H_2SO_4 tirpale, g

m_{m1} – H_2SO_4 masė 98 % H_2SO_4 tirpale, g

$$m_{t3} = V_3 \cdot \rho_3 = 1680 \text{ ml} \cdot 1,45 \text{ g/ml} = 2436 \text{ g}$$

$$m_{m3} = 2436 \text{ g} \cdot 0,55 = 1339,8 \text{ g} = m_{m1}$$

$$m_{m1} = m_{m3} = 1339,8 \text{ g}$$

$$m_{t1} = 1339,8 \text{ g} : 0,98 = 1367,14 \text{ g}$$

$$m_2(\text{H}_2\text{O}) = 2436 \text{ g} - 1367,14 \text{ g} = 1068,86 \text{ g}$$

$$V_{t1} = 1367,14 \text{ g} : 1,84 \text{ g/ml} = \mathbf{743,01 \text{ ml}}$$

$$V_2(\text{H}_2\text{O}) = 1068,86 \text{ g} : 1 \text{ g/ml} = \mathbf{1068,86 \text{ ml}}$$

Atsakymas: 55 % H_2SO_4 tirpalui pagaminti reikės apie 1069 ml vandens ir 743 ml 98 % H_2SO_4 .

Pastaba: už kiekvieną veiksmą – po 1 tašką.

4.4. 230 g vandens ištirpintas 70 g mėlynojo akmenėlio ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) bandinys. Kokia gauto tirpalo procentinė koncentracija, jeigu kristalohidrate druskos masės dalis yra 0,64?

(4 taškai)

$$m_{\text{medžiagos}(\text{CuSO}_4)} = 70 \text{ g} \cdot 0,64 = 44,8 \text{ g}$$

2 taškai

$$m_{\text{tirpalo}} = 230 \text{ g} + 70 \text{ g} = 300 \text{ g}$$

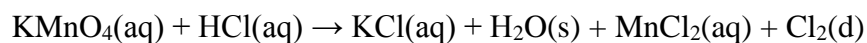
1 taškas

$$w = 44,8 \text{ g} \cdot 100\% : 300 \text{ g} = \mathbf{14,93 \%}$$

1 taškas

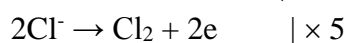
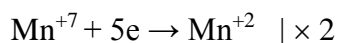
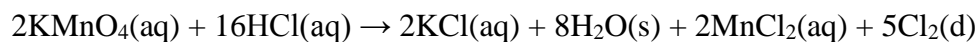
Atsakymas: gauto CuSO_4 tirpalo koncentracija – 14,93 %.

4.5. Vandeniniame tirpale vyksta cheminė reakcija:



Išlyginkite šią lygtį.

(6 taškai)



Pastaba: už kiekvieną teisingą koeficientą – po 1 tašką.