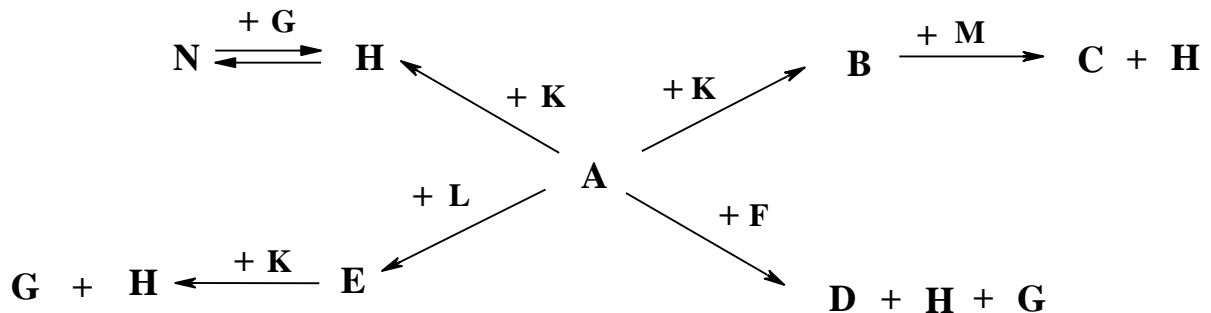


54-osios Lietuvos mokinių chemijos olimpiados II rato užduotys

9 klasė

1 užduotis. „Mįslė“

Schemoje raidėmis A, B, C, D, E, F, G, H, K, L, M, N pažymėtos nežinomos vieninės arba sudėtinės medžiagos. Atpažinkite (iššifruokite) jas. Parašykite ir išlyginkite vykstančių reakcijų lygtis.



- A – medžiaga, kurios alotropinių atmainų suskaičiuojama vis daugiau.
- B – medžiaga esanti cigarečių dūmuose.
- C – junginys, pagrindinė mineralo viustito, randamo meteorituose, sudėtinė dalis.
- D – junginys, kuriam reaguojant su vandeniu susidaro sulfito rūgštis.
- E – pagrindinė gamtinių dujų sudėtinė dalis.
- G – labiausiai paplitęs junginys Žemėje.
- H – medžiaga naudojama gazuotiems gėrimams gaminti.

(19 taškų)

2 užduotis. Azotas ir jo junginiai

Žemės atmosferos pagrindiniai komponentai yra azotas ir deguonis. Troposfera – artimiausias Žemės paviršiui atmosferos sluoksnis. Dėl natūralių procesų ir žmogaus veiklos atmosferoje aptinkama įvairių azoto junginių. Dauguma jų atmosferoje yra chemiškai aktyvūs.

- 2.1. Pavaizduokite azoto taškinę elektroninę (Luiso) formulę, kai azotas yra troposferoje.
- 2.2. Lėktuvų išmetamosiose dujose tarp kitų medžiagų yra ir azoto oksidų. Paaiškinkite, iš kur ir kaip šie oksidai jose atsiranda. Parašykite reakcijų lygtis.
- 2.3. Žaibo išlydžio metu atmosferoje esantis azotas geba reaguoti su deguonimi. Nurodykite medžiagą, kuri yra oksidatorius, parašykite oksidacijos proceso puslygtę.
- 2.4. Azoto monoksidas, branduolinių bandymų metu patekęs į atmosferą, greitai pradeda ardyti ozono sluoksnį. Reakcijos lygtimi pavaizduokite azoto monoksido poveikį ozono sluoksnio plonėjimui.

(11 taškų)

Kaip raketinis kuras naudojama amoniakui gimininga medžiaga, sudaryta iš azoto ir vandenilio atomų. Tai bespalvis degus skystis, kurio kvapas panašus į amoniako. Chemijos laboratorijoje buvo atliktas eksperimentas: paveikus tam tikrą šios medžiagos kiekį deguonies pertekliumi (iš viso 800 ml), nustatyta, kad po reakcijos dujų mišinio, sudaryto iš azoto ir deguonies, tūris lygus 800 ml, 25 % šio tūrio sudarė deguonies dujos.

Pastaba: dujų tūris prieš reakciją ir po jos išmatuotas toje pačioje temperatūroje.

2.5. Nustatykite šio junginio cheminę formulę.

2.6. Parašykite šio junginio taškinę elektroninę (Luiso) formulę.

(10 taškų)

3 užduotis. Druskos

3.1. Naudodamiesi druskų tirpumo kreivėmis (žiūrėkite priedą), atlikite skaičiavimus ir atsakykite į klausimus:

- 30 °C temperatūroje paruoštas mišinys iš 90 g NaNO₃ druskos ir 90 g vandens. Ar pavyks ištirpinti visą druską? Jeigu nepavyks, tai kiek gramų druskos liks neištirpusios?
- Kaip ir koku greičiu kinta NH₄Cl druskos tirpumas (g/100 g H₂O °C) temperatūrų intervale nuo 20 iki 80 °C?
- Kokia temperatūra reikalinga, kad gautume sotų 57 % KNO₃ tirpalą?
- Kiek daugiausiai molių KNO₃ druskos gali ištirpti 50 molių vandens 50 °C temperatūroje?
- Kaip išskirti iš sauso mišinio, sudaryto iš 80 g KNO₃ ir 5 g NaCl, ne mažiau kaip 60 g grynos KNO₃ druskos nenaudojant jokių kitų reagentų, išskyrus gryną vandenį? Aprašykite darbo eigą, išvardinkite darbo priemones.

(15 taškų)

3.2. Baltijos jūros vandenyje yra šių jonų:



Kokios druskos galėtų susidaryti, jeigu pasemtume jūros vandens ir jį išgarintume?

Parašykite visų įmanomų druskų formules.

(5 taškai)

3.3. Kiek ml 10 % H₂SO₄ tirpalo ($\rho = 1,0687 \text{ g/cm}^3$) reikia sulašinti norint neutralizuoti 15 ml 10 % NaOH tirpalo ($\rho = 1,1111 \text{ g/cm}^3$)? Gautas tirpalas praskiestas grynu vandeniu iki 500 ml. Kokios medžiagos tirpalą turėsime? Kokia bus molinė šio tirpalo koncentracija?

(10 taškų)

4 užduotis. „Reakcijos vyksta...“

4.1. Išlyginkite reakcijų lygtis:

- a) $\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{O}$
- b) $\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{O}_2\text{Cl}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{HCl}$
- c) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- d) $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

(4 taškai)

4.2. Įrašykite praleistas reaguojančias medžiagas ir reakcijos produktus, reakcijų lygtis išlyginkite:

- a) $\text{O}_2(\text{d}) + \dots \rightarrow \text{SO}_3(\text{d})$
- b) $\text{NH}_3(\text{d}) + \dots \rightarrow \text{NO}(\text{d}) + \dots$
- c) $\text{CuO}(\text{k}) + \dots \rightarrow \text{Cu}(\text{k}) + \dots$
- d) $\dots + \text{SO}_2(\text{d}) \rightarrow \text{S}(\text{k}) + \dots$

(8 taškai)

4.3. Įrašykite praleistas reaguojančias medžiagas ir reakcijos produktus bendrosiose reakcijų lygtyse. Parašykite šių reakcijų sutrumpintas jonines lygtis:

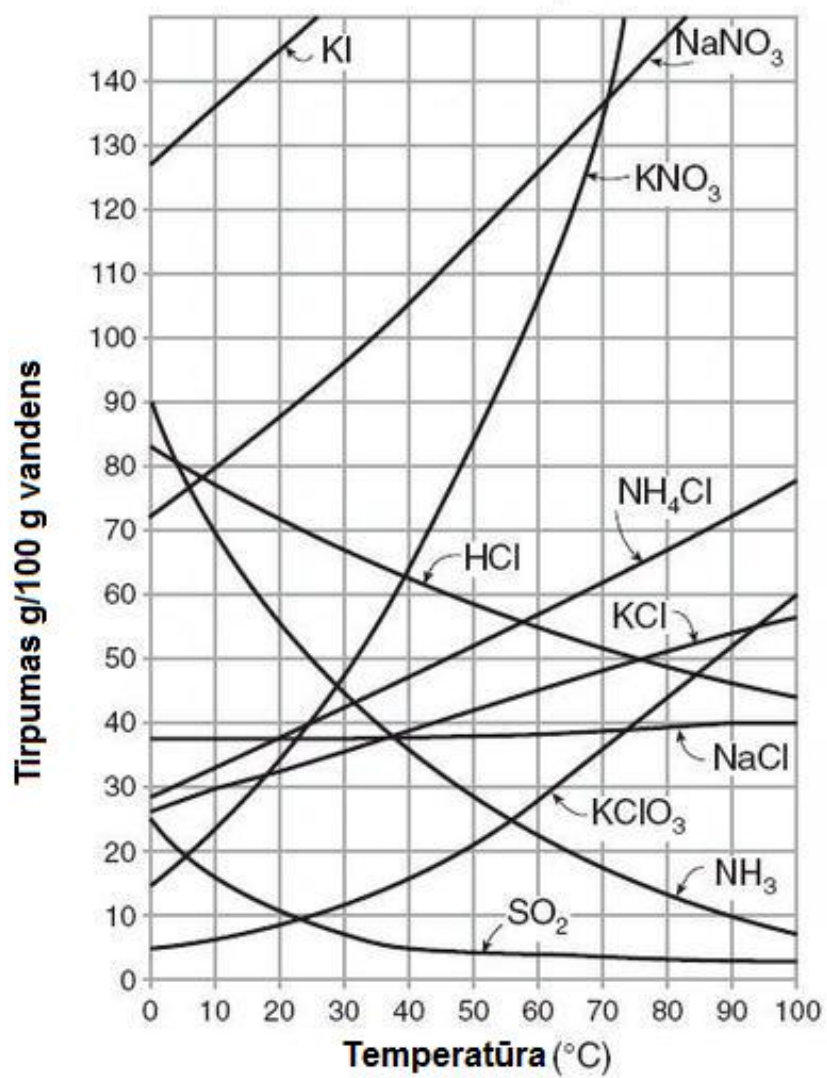
- a) $\dots(\text{k}) + \dots(\text{s}) \rightarrow \dots(\text{k}) + 2\text{HF}(\text{d})$
- b) $2\dots(\text{aq}) + \text{CaSO}_3(\text{k}) \rightarrow \dots(\text{aq}) + \dots(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{d})$
- c) $\dots(\text{s}) + \text{SO}_3(\text{s}) \rightarrow \dots(\text{aq})$
- d) $2\text{K}(\text{k}) + 2\dots(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2(\text{d}) + 2\dots(\text{aq})$

(12 taškai)

Iš viso: 94 taškai

PRIEDAS

Tirpumo kreivēs



54-osios Lietuvos mokinių chemijos olimpiados II rato užduočių sprendimai

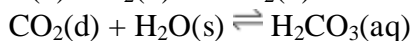
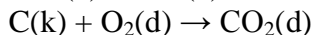
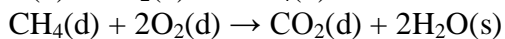
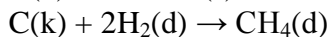
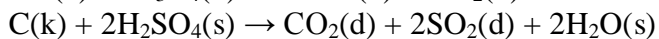
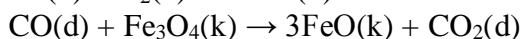
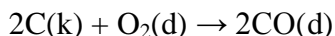
9 klasė

1 užduotis. „Mįslė“

Medžiagos

A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N
C	CO	Fe	SO ₂	CH ₄	H ₂ SO ₄	H ₂ O	CO ₂	O ₂	H ₂	Fe ₃ O ₄	H ₂ CO ₃

Reakcijų lygtys:



Vertinimas: po 1 tašką už kiekvieną teisingai iššifruotą medžiagą (iš viso 12 taškų), po 1 tašką (iš viso 7 taškai) – už kiekvieną lygtį.

Iš viso: 19 taškų

2 užduotis. Azotas ir jo junginiai

2.1.

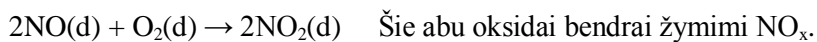
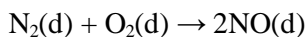


(2 taškai)

2.2. Atmosferoje yra azoto ir deguonies dujų. Degant lėktuvų naudojamam kurui išsiskiria didelis šilumos kiekis, pasiekiami aukšta temperatūra, kurioje pradeda tarpusavyje reaguoti ir oro komponentai – azotas ir deguonis.

(1 taškas)

Vyksta reakcijos:



(2 taškai)

Iš viso: 3 taškai

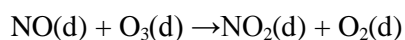
2.3.

Oksidatorius – deguonis (O₂). (1 taškas)

Oksidacija: $N_2 \rightarrow 2 \overset{2+}{N} + 4e^-$ (2 taškai)

Iš viso: 3 taškai

2.4.



(3 taškai)

Iš viso už 2.1.-2.4. uždutis: 11 taškų

2.5.

1) $V(O_2 \text{ nesureagavusio}) = 800 \text{ ml} \cdot 0,25 = 200 \text{ ml}$

(1 taškas)

2) $V(O_2 \text{ sureagavusio}) = 800 \text{ ml} - 200 \text{ ml} = 600 \text{ ml}$

(1 taškas)

3) $V(N_2) = V(\text{dujų mišinio po reakcijos}) - V(O_2 \text{ nesureagavusio}) = 800 \text{ ml} - 200 \text{ ml} = 600 \text{ ml}$

(1 taškas)



(3 taškai)

5) Remiamės Avogadro dėsnio: *Vienoduose įvairių dujų tūriuose tokiomis pat sąlygomis yra toks pat skaičius molekulių.*

Kadangi $V(O_2 \text{ sureagavusio}) = V(N_2 \text{ sureagavusio}) = 600 \text{ ml}$, $N(O_2) = N(N_2)$ arba $n(O_2) = n(N_2)$,

čia N – molekulių skaičius, n – molių skaičius.

Taigi $\frac{y}{4} = \frac{x}{2}$ $\frac{y}{4} : \frac{x}{2} = 1 : 1$

$y = 2x$

Jeigu $x = 1$, tai $y = 2$, formulė būtų NH₂. Tačiau tokios molekulės negali būti, tai radikalas.

Jeigu $x = 2$, tai $y = 4$, formulė būtų N₂H₄. Toliau molekulės galimumą galima patvirtinti struktūriniu formule.

(2 taškai)

Atsakymas: junginio formulė N_2H_4 . Tai hidrazinas (diamidas). Pavadinti junginio nebuvo prašoma.

Iš viso: 8 taškai

2.6.

Hidrazino taškinė formulė:



(2 taškai)

Iš viso už 2.5 -2.6 užduotis: 10 taškų

3 užduotis. Druskos

3.1.

a) Iš NaNO_3 tirpumo kreivės matome, kad 30°C temperatūroje 100 g vandens galima ištirpinti apie 97 g NaNO_3 druskos:

97 g — 100 g

x g — 90 g

$$x = 87,3 \text{ g} \approx 87 \text{ g}$$

90 g vandens 30°C temperatūroje gali ištirpti tik apie 87 g NaNO_3 druskos. Taigi visos druskos masės nepavyks ištirpinti, dalis druskos liks neištirpusi:

$$90 \text{ g} - 87 \text{ g} = 3 \text{ g}$$

(2 taškai)

b) kylant temperatūrai nuo 20 iki 80°C , amonio chlorido NH_4Cl tirpumas didėja.

20°C temperatūroje tirpumas (*solubility*) (jį pažymime s_{20}) – apie 38 g/100 g vandens

80°C temperatūroje tirpumas (jį pažymime s_{80}) – apie 67 g/100 g vandens

Šiame temperatūrų intervale NH_4Cl tirpumo priklausomybė nuo temperatūros tiesinė, galime apskaičiuoti tirpumo kitimo greitį v :

$$v = \frac{s_{80} - s_{20}}{80 - 20} = \frac{67 - 38}{60} = 0,48 \text{ g}/100 \text{ g} \cdot ^\circ\text{C}$$

Atsakymas: temperatūrai padidėjus vienu laipsniu, amonio chlorido tirpumas (g/100 g vandens) padidėja 0,48 g (apie 0,5 g).

(3 taškai)

c) Imame 100 g vandens. Reikia rasti, kiek g KNO_3 druskos reikia ištirpinti 100 g vandens, kad gautume 57 % tirpalą:

$$m(\text{druskos}) = \frac{\omega(\text{druskos}) \cdot (100 + m)}{100} = \frac{57(100 + m)}{100}$$

$$m = 0,57 (100 + m)$$

$$m = 132,6 \text{ g} \approx 133 \text{ g}$$

Iš KNO_3 tirpumo kreivės matome, kad tokia KNO_3 druskos masė 100 g vandens gali ištirpti tik 70 °C temperatūroje. 133 g KNO_3 druskos 100 g vandens galima ištirpinti ir aukštesnėje temperatūroje, bet tirpalas nebebus sotusis.

(3 taškai)

d)

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 50 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 900 \text{ g}$$

Iš KNO_3 druskos tirpumo kreivės matyti, kad 50 °C temperatūroje 100 g vandens gali ištirpti apie 84 g KNO_3 .

$$84 \text{ g} \text{ -----} 100 \text{ g}$$

$$x \text{ g} \text{ -----} 900 \text{ g}$$

$$x = 756 \text{ g}$$

$$M(\text{KNO}_3) = 101 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{756 \text{ g}}{101 \text{ g/mol}} = 7,5 \text{ mol}$$

Atsakymas: 50 molių vandens 50 °C temperatūroje daugiausia gali ištirpti 7,5 mol KNO_3 druskos.

(2 taškai)

e) Didžiąją KNO_3 druskos dalį nuo NaCl druskos galima atskirti remiantis skirtinga jų tirpumo priklausomybe nuo temperatūros. KNO_3 druskos tirpumas kylant temperatūrai sparčiai didėja, o NaCl druskos – beveik nekinta.

Druskų mišinys tirpinamas gryname vandenyje šildant ir maišant. Jeigu imsime 100 ml vandens, druskų mišinys jau ištirps ir 60°C temperatūroje. Gautą tirpalą vėsinant iki 5 °C ar dar žemesnės

temperatūros didžioji dalis KNO_3 druskos išsikristalizuos, nes jos tirpumas $5\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūroje – tik apie $20\text{ g}/100\text{ g}$ vandens. NaCl druska liks tirpale, nes $5\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūroje jos tirpumas net $37\text{ g}/100\text{ g}$ vandens. Galime apskaičiuoti išsikristalizuosiančios KNO_3 druskos masę:

$$80\text{ g} - 20\text{ g} = 60\text{ g}$$

Galima gauti ir didesnę KNO_3 druskos kristalų masę, jeigu imsime mažesnį vandens tūrį ir tirpinsime aukštesnėje temperatūroje. Tuomet žemoje temperatūroje tirpale liks dar mažesnė KNO_3 druskos masė.

(3 taškai)

Darbo eiga:

Druskų mišinio tirpinimas gryname vandenyje

Susidarancio tirpalo šildymas ir maišymas, kol nebeliks druskų kristalų.

Tirpalo vėsinimas

KNO_3 druskos kristalų atskyrimas nuo tirpalo filtravimo būdu.

KNO_3 druskos kristalų džiovinimas

(1 taškas)

Darbo priemonės:

Stovas, laikiklis ir žiedas

Cheminės stiklinės

Piltuvėlis

Filtravimo popierius

Lazdelė

Priemonė tirpalui šildyti (dujų degiklis, elektrinė plytelė, spiritinė lemputė)

Šaldymo priemonė (ledo gabalėliai, šaltas vanduo)

(1 taškas)

Iš viso: 5 taškai

Pastaba: visose užduotyse, kuriose naudojamas tirpumo kreivių brėžinys, nustatant druskos tirpumą iš brėžinio leidžiama paklaida $\pm 2\text{ g}/100\text{ g}$ vandens.

Už 3.1. užduotį iš viso: 15 taškų

3.2.

Iš vandenyje esančių katijonų ir anijonų galėtų susidaryti chloridai, bromidai, sulfatai. Negautume tik vandenilio karbonato druskų, nes vandenį garinant susidaro karbonatai, pavyzdžiui:



Galimos druskos:

NaCl, NaBr, Na₂SO₄, Na₂CO₃

KCl, KBr, K₂SO₄, K₂CO₃

MgCl₂, MgBr₂, MgSO₄, MgCO₃

CaCl₂, CaBr₂, CaSO₄, CaCO₃

Vertinimas: už teisingą druskos formulės sudarymą (teigiamų ir neigiamų krūvių suma lygi nuliui) – 0,25 taško. Už teisingą karbonato formulę – 0,5 taško.

$$12 \times 0,25 + 4 \times 0,5 = 5 \text{ taškai}$$

Pastaba: tyrimais nustatyta, kad garinant jūros vandenį išsiskiria kalcitas CaCO₃, gipsas CaSO₄·2H₂O, anhidritas CaSO₄, halitas NaCl, silvitas KCl, kieseritas MgSO₄, karnalitas KCl·MgCl₂·H₂O ir dar daug kitų mineralų, sudarytų iš kelių rūšių jonų.

3.3.

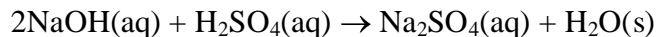
1) $m(\text{NaOH tirpalo}) = 15 \text{ cm}^3 \cdot 1,1111 \text{ g/cm}^3 = 16,67 \text{ g}$

2) $m(\text{NaOH}) = 16,67 \text{ g} \cdot 0,1 = 1,667 \text{ g}$

3) $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$

4) $n(\text{NaOH}) = \frac{1,667 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,042 \text{ mol}$

5) NaOH tirpalo neutralizacija:



2 mol 1 mol 1 mol

0,042 mol 0,021 mol 0,021 mol

6) $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,021 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 2,058 \text{ g}$

7) H₂SO₄ tirpalo masė:

10 g ----100 g

2,058 g ----x g

$$x = 20,58 \text{ g}$$

8) H_2SO_4 tirpalo tūris:

$$V = \frac{20,58 \text{ g}}{1,0687 \text{ g/cm}^3} = 19,3 \text{ ml}$$

9) Na_2SO_4 tirpalo koncentracija:

$$c = \frac{0,021 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,042 \text{ mol/L}$$

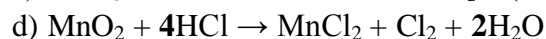
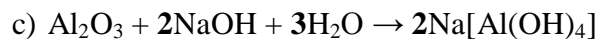
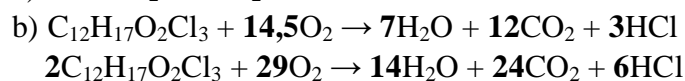
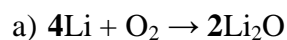
Atsakymas: reikia sulašinti 19,3 ml 10 % H_2SO_4 tirpalo; gaunamas Na_2SO_4 tirpalas, kurio koncentracija praskiedus 0,042 mol/L.

Vertinimas: už kiekvieną veiksmą (nuo 1 iki 9) – po 1 tašką, išskyrus 5) – lygtį ir molinį šarmo ir rūgšties santykį (skiriami 2 taškai).

Iš viso: 10 taškų

4 užduotis. „Reakcijos vyksta...“

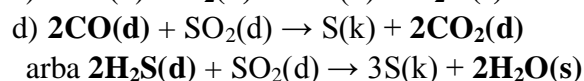
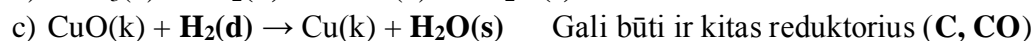
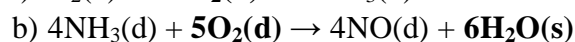
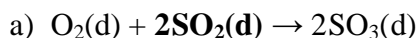
4.1. Išlygintos reakcijų lygtys:



Vertinimas: už kiekvieną išlygintą lygtį – po 1 tašką.

(4 taškai)

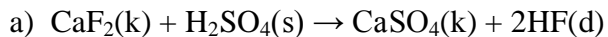
4.2. Įrašytos praleistos reaguojančios medžiagos ir reakcijos produktai paryškinti:



Vertinimas: už kiekvieną teisingai užpildytą ir išlygintą lygtį – 2 taškai.

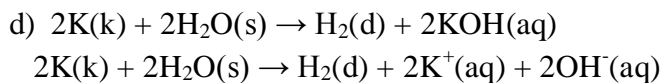
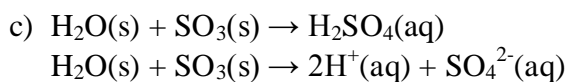
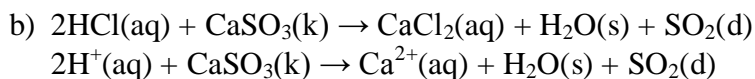
(8 taškai)

4.3. Įrašykite praleistas reaguojančias medžiagas ir reakcijos produktus bendrosiose reakcijų lygtyse. Parašykite šių reakcijų sutrumpintas jonines lygtis:



Vietoje CaF_2 gali būti ir kita druska, tačiau ši reakcija svarbi praktikoje HF gauti.

Reakcijai sutrumpintos joninės lygties parašyti negalima.



Vertinimas: už užpildytą lygtį – 1 taškas, už sutrumpintą joninę lygtį – 2 taškai.

(12 taškų)

Iš viso: 94 taškai