

TURINYS

I dalis. Medžiagų sandara ir sudėtis

1. Matavimai ir skaičiavimai	8
1.1. Matavimai, paklaidos, reikšminiai skaitmenys	9
1.2. Reikšminiai skaitmenys atliekant skaičiavimus	14
1.3. Tirpalo procentinė sudėtis ir tankis	17
1.4. Molis – medžiagos kiekio matas	19
1.5. Masės ir molinė koncentracija	23
1.6. Ką rodo cheminė lygtis	26
Skyriaus „Matavimai ir skaičiavimai“ apibendrinimas	31
Santrauka	31
Praktinės užduotys	31
Papildomos užduotys	34
2. Atomo sandara	38
2.1. Atomą sudarančios dalelės	39
2.2. Izotopo santykinė atominė masė	41
2.3. Cheminio elemento santykinė atominė masė	44
2.4. Elektronų sluoksniai	47
2.5. Kvantinis atomo modelis: orbitalės	50
2.6. Orbitalių energinė diagrama	52
2.7. Ketvirtąjo periodo elementų elektroninė sandara	55
2.8. Radioaktyvumas	58
Skyriaus „Atomo sandara“ apibendrinimas	62
Santrauka	62
Praktinė užduotis	62
Papildomos užduotys	63
3. Cheminiai ryšiai	66
3.1. Joninis ryšys ir joninis kristalas	67
3.2. Kovalentinis ryšys: molekulės	73
3.3. Kovalentinis ryšys: ne tik molekulės	76
3.4. Orbitalių hibridizacija	81
3.5. Koordinacinis (donorinis-akceptorinis) ryšys	84
3.6. Metališkasis ryšys	86
3.7. Tarpmolekuliniai ryšiai	88
Skyriaus „Cheminiai ryšiai“ apibendrinimas	96
Santrauka	96
Praktinė užduotis	97
Papildomos užduotys	98

4. Periodiškumas	101
4.1. Elementų elektroninės sandaros ir savybių periodiškumas	102
4.2. Oksidacijos laipsnis	106
4.3. Būdingieji elementų oksidacijos laipsniai ir dvinariai junginiai su deguonimi ir vandeniliu	110
4.4. Oksidai	113
4.5. Dvinariai junginiai su vandeniliu	116
4.6. Cheminių reakcijų įvairovė	118
4.7. Mainų reakcijos	121
Skyriaus „Periodiškumas“ apibendrinimas	124
Santrauka	124
Praktinės užduotys	124
Papildomos užduotys	126

II dalis. Cheminės reakcijos

5. Energija	129
5.1. Cheminių reakcijų šiluminiai efektai	130
5.2. Energijos virsmai vykstant cheminei reakcijai	134
5.3. Junginio susidarymo standartinė entalpija. Heso dėsnis	137
5.4. Fotosintezė, ląstelinis kvėpavimas ir energijos pokyčiai	142
Skyriaus „Energija“ apibendrinimas	145
Santrauka	145
Praktinės užduotys	145
Papildomos užduotys	148

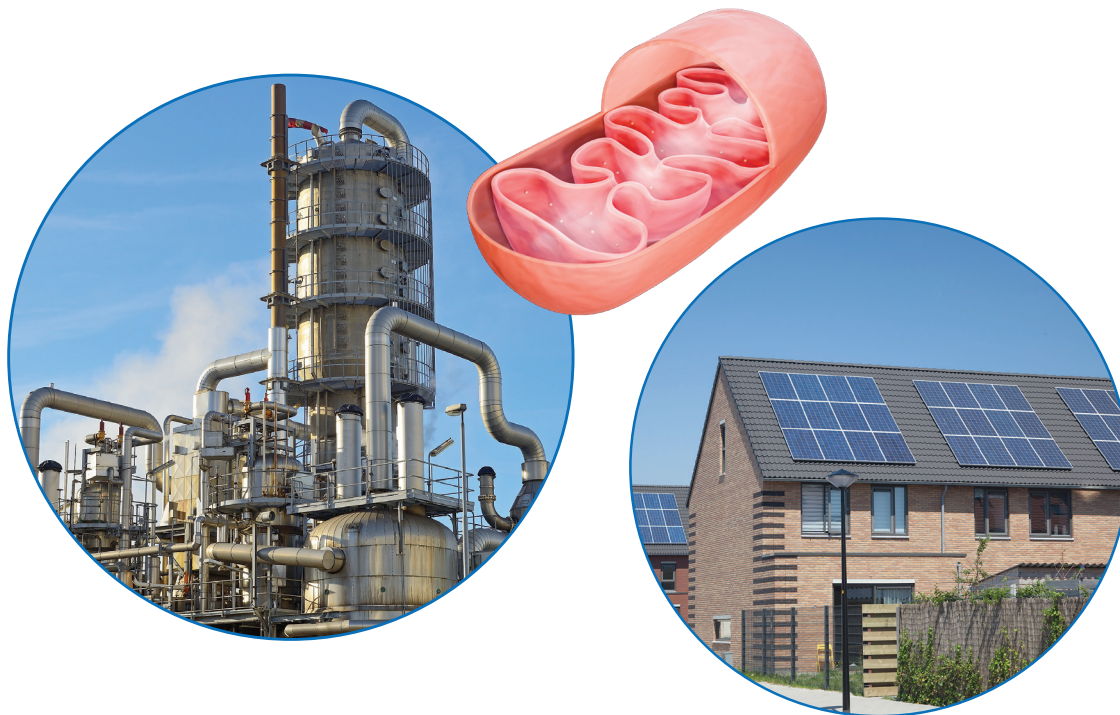
6. Cheminių reakcijų greitis	152
6.1. Cheminės reakcijos greitis	153
6.2. Reakcijos greitį lemiantys veiksniai	157
6.3. Temperatūros ir katalizatorių įtaka reakcijos greičiui	164
Skyriaus „Cheminių reakcijų greitis“ apibendrinimas	169
Santrauka	169
Praktinė užduotis	169
Papildomos užduotys	171

7. Oksidacijos-redukcijos reakcijos	174
7.1. Oksidacijos-redukcijos reakcijų lyginimas	175
7.2. Pavdavimo reakcijos	179
7.3. Druskos, azoto ir sieros	183
7.4. Elektrolizė	186

7.5. Vario junginių elektrolizė	189
7.6. Elektrolizė: apibendrinimas	191
7.7. Metalų korozija.....	194
Skyriaus „Oksidacijos-redukcijos reakcijos“ apibendrinimas.....	197
Santrauka	197
Praktinės užduotys	197
Papildomos užduotys	198

III dalis. Cheminė pusiausvyra

8. Cheminių reakcijų grįžtamumas ir pusiausvyra	202
8.1. Cheminių reakcijų grįžtamumas, cheminė pusiausvyra, pusiausvyros konstanta	203
8.2. Pusiausvyros konstantos taikymas kiekybiniam skaičiavimams	209
8.3. Pusiausvyros padėties poslinkis	213
8.4. Pramoninių procesų valdymas	220
Skyriaus „Cheminių reakcijų grįžtamumas ir pusiausvyra“ apibendrinimas.....	222
Santrauka	222
Praktinės užduotys	222
Papildomos užduotys	224
9. Pusiausvyra vandeniniuose tirpaluose.....	228
9.1. Vandens savybės	229
9.2. Vandens autojonizacija.....	233
9.3. Rūgštys.....	238
9.4. Bazės	241
9.5. Stipriųjų rūgščių ir bazių tirpalų pH rodiklis.....	244
9.6. Silpnųjų rūgščių ir bazių tirpalų pH.....	247
9.7. Druskų hidrolizė	251
9.8. Titravimo kreivė	254
9.9. Vandens kietis.....	257
Skyriaus „Pusiausvyra vandeniniuose tirpaluose“ apibendrinimas.....	259
Santrauka	259
Praktinės užduotys	260
Papildomos užduotys	261
10. Priedai	266
Dalykinė rodyklė	281
Iliustracijų šaltinių sąrašas.....	283
Užduočių atsakymai.....	284
Periodinė cheminių elementų lentelė.....	290



5 SKYRIUS

Energija

Visa, kas vyksta, susiję su energijos virsmis. Tam, kad galėtume judėti, skaityti, mąstyti, reikalinga energija. Jos gauname su maistu. Bandydami atsekti energijos kelią, galiausiai ateisime iki fotosintezės, kuri vyksta gaunant energijos iš Saulės. Degindami iškastinį kurą savo būstą šildome prieš milijonus metų iš Saulės atkeliavusia energija. Iškastinis kuras – tai „užkonservuota“ Saulės energija. Žemę pasiekiantis Saulės energijos srautas yra tūkstančius kartų didesnis nei žmonija suvartoja. Augalo lapas sunaudoja tik 1–3 % ant jo patenkančios energijos.

Iš smėlio išmokome išgauti silicį, puslaidininkio savybių turintį nemetalą. Silicio monokristalai naudojami kuriant elektrines, kurios Saulės energiją verčia elektra. Jų efektyvumas siekia 15–20 % – tokią dalį jas pasiekusios energijos paverčia elektra.

Cheminės reakcijos irgi susijusios su energijos virsmis. Tai, kas vyksta mėgintuvėlyje, mitochondrijoje, naftos perdirbimo įmonėje, paklūsta energijos tvermės dėsniui, Heso dėsniui.

Išnagrinėję šį skyrių, gebėsite:

- ✓ apibūdinti endotermines ir egzotermines chemines reakcijas;
- ✓ paaiškinti, kaip reakcijos šiluminis efektas susijęs su cheminių ryšių susidarymu ir nutraukimu;
- ✓ apibrėžti, kas yra standartinė junginio susidarymo entalpija;
- ✓ taikydami Heso dėsį apskaičiuoti reakcijos šiluminį efektą;
- ✓ palyginti maisto medžiagų energinę vertę.



5.1. Cheminių reakcijų šiluminiai efektai

Egzotėrinė reakcija, endotėrinė reakcija, enėrgija, enėrgijos tvermės dėsnis, entėlpia, standartinis entėlpijos pėkytis, kinėtinė enėrgija, poteėcinė enėrgija, reėkijos šiluminis efėktas, šilumà, temperatūrà, termochėminė lygtis.

1

2

3

4

5

6

7

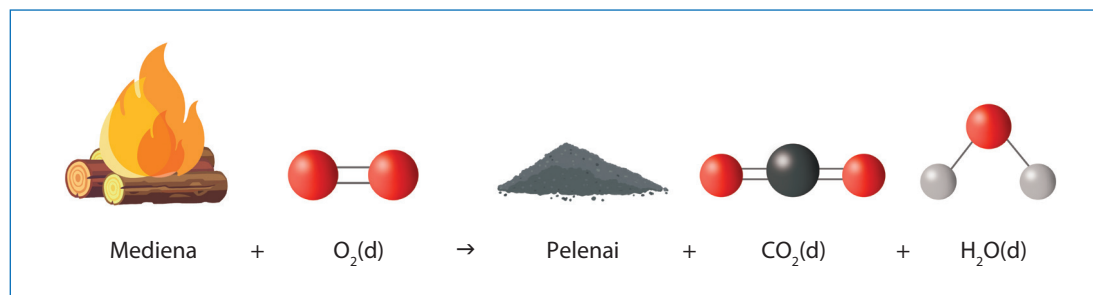
8

9

10

Energijos tvermės dėsnis

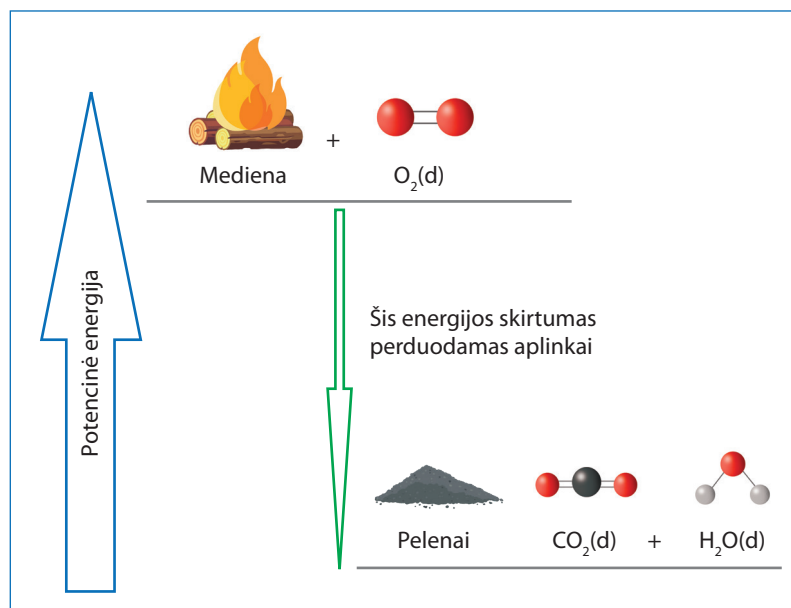
Kūrenant laužą mediena reaguoja su ore esančiu deguonimi. Susidaro pelenai ir nematomos dujos – anglies dioksidas ir vanduo:



Yra dar vienas šios cheminės reakcijos rezultatas – iš degančio laužo į aplinką šilumos pavidalu sklinda energija.

Enėrgijos tvermės dėsnis: energija nei sukuriamà, nei sunaikinama. Ji tik iš vienos formos virsta kita.

Pradinės medžiagos (mediena ir deguonis) turėjo tam tikrą kiekį **poteėcinės enėrgijos**, susijusios su trauka ar stūma tarp molekulių, atomų ir kitų medžiagų sudarančių dalelių. Reakcijos produktai (pelenai, anglies dioksidas ir vanduo) potencinės energijos turi mažiau. Energijos skirtumas niekur nedingo. Jis virto **kinėtine enėrgija**, kuri susijusi su molekulių judėjimu. Aplink laužą esančios oro molekulės ėmė judėti greičiau – tai mes jaučiame kaip padidėjusią temperatūrą (5.1.1 pav.).



5.1.1 pav. Potencinė energija susijusi su cheminiais ryšiais. Palyginti su mediena ir deguonimi, degimo produktuose atomai susijungę tvirtesniais, sunkiau nutraukiamais ryšiais. Cheminiai ryšiai – tai trauka tarp atomų. Kuo tvirtesni ryšiai susidaro, tuo daugiau energijos išskiriama į aplinką.

Egzoterminės ir endoterminės reakcijos

Reakcija, kuriai vykstant energija šilumos pavidalu išskiriama į aplinką, vadinama **egzotermine**. Jei vykstant reakcijai energija sunaudojama (gaunama) iš aplinkos, tokia reakcija vadinama **endotermine**. Sąvokos „egzoterminis“ ir „endoterminis“ vartojamos ne tik cheminėms reakcijoms nusakyti. Jos tinka visiems kitimams, pavyzdžiui, garavimas yra endoterminis procesas, o kondensacija – egzoterminis. Acetonu valant nagų laką atsiranda šalčio pojūtis. Acetono garavimas yra endoterminis procesas. O štai neatsargiai pakėlę puodo su verdančiu vandeniu dangtį galime stipriai nusitvilkyti – karšti garai kondensuodamiesi išskiria daug energijos ir nudegina.

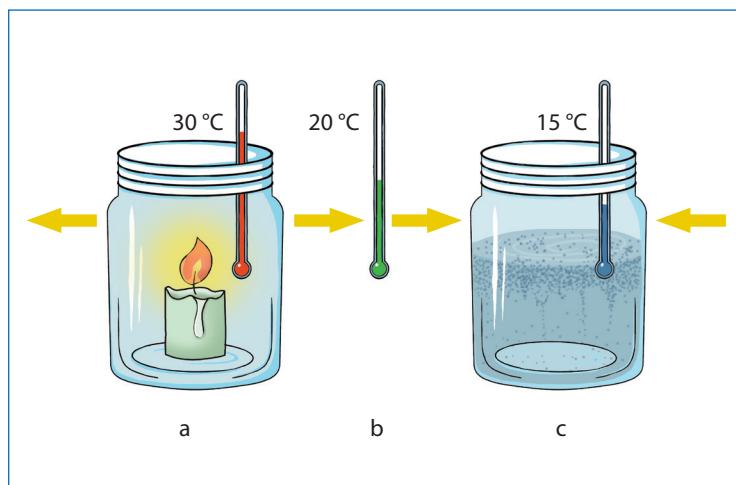
Temperatūra

Kuo skiriasi šaltas ir karštas vanduo? Karštame vandenyje molekulės juda greičiau. **Temperatūra** yra molekulių judėjimo (arba kinetinės) energijos matas. Jei artindami delną prie arbatinuko jaučiate, kad šis yra karštas, vadinasi, jame vandens molekulės juda greitai. Energija šilumos pavidalu perduodama iš ten, kur temperatūra aukštesnė, ten, kur temperatūra žemesnė. Tai vyksta tol, kol temperatūra suvienodėja.

Vykstant egzoterminėms reakcijoms potencinė (ryšių) energija virsta kinetine (judėjimo) energija. Ten, kur vyksta egzoterminė reakcija, pakyla temperatūra. Todėl iš reakcijos zonos (mėgintuvėlio, kolbos ar laužavietės) į aplinką sklinda šiluma (5.1.2 pav., a).

Jeigu reakcija yra endoterminė, reakcijos zonoje molekulių kinetinė (judėjimo) energija virsta potencine (ryšių) energija. Molekulių judėjimui sulėtėjus, reakcijos zona pasidaro šaltesnė už aplinką, todėl šiluma sugerama iš aplinkos (5.1.2 pav., c).

Temperatūra yra molekulių kinetinės (judėjimo) energijos matas, o **šilumą** – tai energijos srautas iš šiltesnės vietos į šaltesnę.



5.1.2 pav. Temperatūros pokyčiai. Degant žvakei (a) temperatūra pakyla, todėl šiluma sklinda į šaltesnę aplinką (b). Tirpinant vandenyje (c) amonio nitrata, tirpalas atšąla. Aplinka (b) šiltesnė už tirpalą, todėl tirpalas sugeria energiją iš aplinkos. Šiluma bus sugerama tol, kol tirpalas pasidarys tokios pat temperatūros kaip aplinka.

Entalpija ir termocheminė lygtis

Visų medžiagoje esančių energijos rūšių sumą vadiname **entalpija**, kuri žymima H . Tiesa, kiek medžiagoje yra energijos, nežinome. Todėl matuojame tik entalpijos pokyčius ΔH° . Simbolis Δ rodo, kad tai pokytis, o mažas burbuliukas prie simbolio H° – kad šis pokytis išmatuotas esant 1 baro slėgiui ir 25 °C temperatūrai. Pavyzdžiui, deginant etaną energija

1

2

3

4

5

6

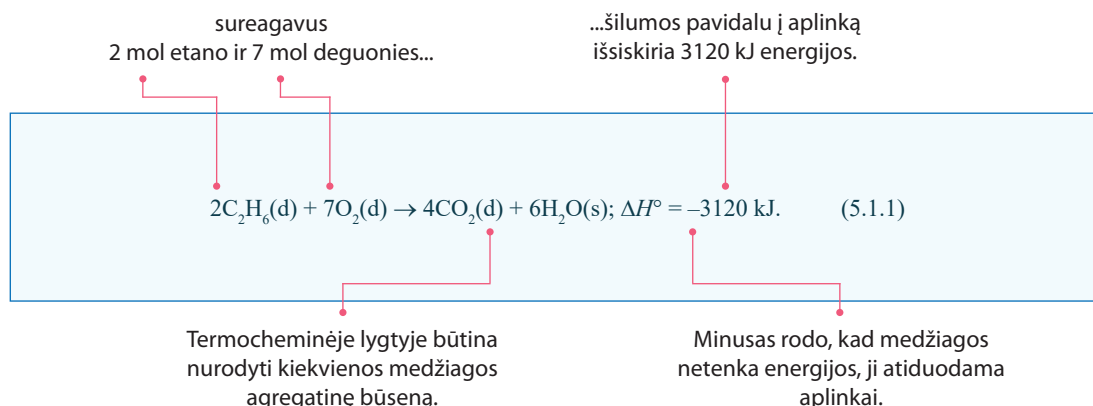
7

8

9

10

išsiskiria. Tai užrašoma **termochėminė lygtimi**, kurioje nurodoma ne tik kurios medžiagos reaguoja ir susidaro, bet ir koks yra standartinis entalpijos pokytis ΔH° :



Dydis ΔH° vadinamas reakcijos **standartiniu entalpijos pókýčiu**. Jeigu nėra kitų energijos perdavimo būdų, šis pokytis sutampa su į aplinką išskiriamu arba iš jos sugeriamu šilumos kiekiu.

1 pavyzdys

Remdamiesi (5.1.1) termochėminė lygtimi, apskaičiuokite, kiek šilumos išsiskiria sudeginus 0,145 mol etano.

Sprendimas

Sudarome proporciją:

sudeginus **2 mol** etano, išsiskiria **3120 kJ** šilumos,

sudeginus **0,145 mol** etano, išsiskirs **Q kJ** šilumos;

$$\frac{2 \text{ mol}}{0,145 \text{ mol}} = \frac{3120 \text{ kJ}}{Q \text{ kJ}}; Q = 226 \text{ kJ.}$$

Komentaras. Raide Q žymėsime konkrečiu atveju išsiskyrusios arba sunaudotos šilumos kiekį, o ΔH° – šilumos kiekį, kuris išsiskiria arba sunaudojamas reaguojant tokiam medžiagų kiekiui, koks nurodytas reakcijos lygtimi.

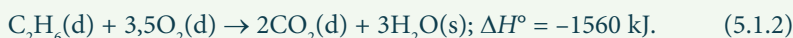
2 pavyzdys

Parašykite vieno molio etano degimo termochėminę lygtį.

Sprendimas

(5.1.1) lygtimi parodyta dviejų molių etano degimo reakcija. Mums pagal užduotį tą pačią reakciją rodančią lygtį reikia parašyti kitaip – kad ji rodytų vieno molio etano degimą.

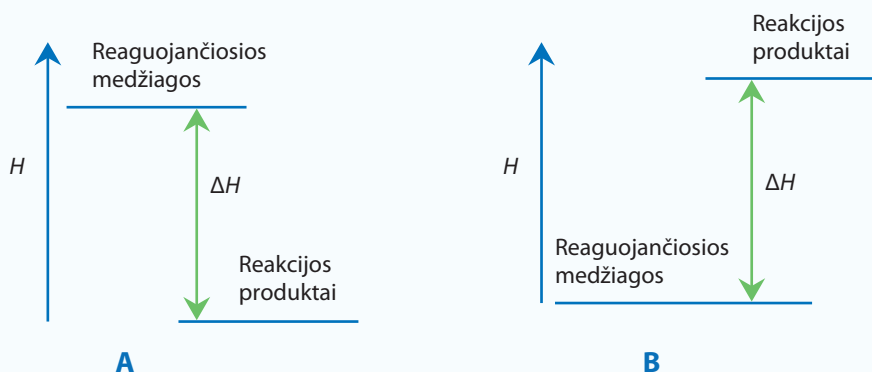
Vadinasi, lygtį reikia padalyti iš dviejų:



Komentaras. Termochėminės lygtys rašomos net ir su trupmeniniais koeficientais (šiuo atveju 3,5 priešais deguonies formulę). Keičiant lygties koeficientus, keičiasi ir reakcijos standartinės entalpijos reikšmė ($-3120 / 2 = -1560$). Šis reakcijos šiluminį efektą rodantis dydis turi derėti su lygtyje rodomu medžiagų kiekiu.

Klausimai ir užduotys

- Nurodykite, koks procesas vyksta – endoterminis ar egzoterminis ir koks šio proceso standartinis entalpijos pokytis – didesnis ar mažesnis už nulį. Procesai:
 - dega žvakė;
 - lydosi kaitinamas sviestas;
 - kambaryje iš stiklinės lėtai garuoja vanduo;
 - delne lydosi (tirpsta) ledo gabaliukas;
 - žiemą ežero paviršiuje vanduo stingsta į ledą;
 - pilant koncentruotą sieros rūgštį į vandenį, gautas tirpalas labai įkaista;
 - atvirame puode verda vanduo (verdančio vandens temperatūra visą laiką lygi 100 °C).
- Kas lemia tirpalo temperatūrą?
 - Tirpale esančių jonų krūvis
 - Tirpalo spalva
 - Tirpalo masė
 - Tirpalo dalelių judėjimo greitis
- Ar yra endoterminių arba egzoterminių procesų, kuriems vykstant nekinta medžiagų temperatūra? Atsakymą paaiškinkite.
- Kuriuo atveju parodyta endoterminės reakcijos energinė diagrama? Atsakymą paaiškinkite.



- Klasės (t. y. aplinkos) ir joje esančių NaOH(aq) ir HCl(aq) tirpalų temperatūra buvo 21 °C. Į indą su NaOH tirpalu supylus HCl tirpalą, mišinio temperatūra padidėjo iki 23 °C.
 - Parašykite įvykusios reakcijos lygtį. Lygtyje nurodykite kiekvienos medžiagos agregatinę būseną.
 - Kokio tipo yra įvykusi reakcija pagal skirtingus reakcijų klasifikavimo būdus (nurodykite tris)? Jei primiršote, kokių būna reakcijų, pasikartokite 4.6 temą (p. 118–120).
 - Kažkas iš mokinių pasakė, kad mišinio temperatūra pakilo, nes mišinys sugėrė energijos iš aplinkos. Pakomentuokite šį teiginį.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Santrauka

Energija nei sukurama, nei sunaikinama. Ji tik perduodama iš vienos sistemos kitai.

Vykstant cheminėms reakcijoms, vieni ryšiai nutraukiami, kiti susidaro.

Jeigu pradiniais ryšiams nutraukti energijos sunaudojama mažiau, nei jos išsiskiria susidarant naujiems (tvirtesniems) ryšiams, reakcijos mišinys įkaista. Todėl energija šilumos pavidalu išskiriama į aplinką. Vyksta egzoterminė reakcija.

Jeigu pradiniais ryšiams nutraukti energijos sunaudojama daugiau, nei jos išsiskiria susidarant naujiems ryšiams, reakcijos mišinys atšąla. Todėl šiluminė energija sugerama iš aplinkos. Vyksta endoterminė reakcija.

Proceso šiluminis efektas priklauso tik nuo medžiagų galutinės ir pradinės būsenos skirtumo ir nepriklauso nuo to, per kelis etapus pradinės medžiagos paverčiamos galutinėmis.

Reakcijos šiluminį efektą patogiu apskaičiuoti naudojantis medžiagų standartinių susidarymo entalpijų lentelėmis.

Praktinės užduotys

1. Etanolio degimo entalpijos matavimas

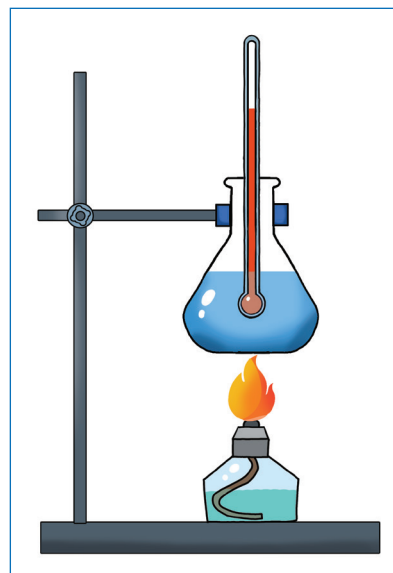
Reikės

Laboratorinio stovo su tvirtinimo laikikliais (1 pav.), kūginės kolbos, termometro, vandens, spiritinės lempu-
tės su etanolium.

Pirmiausia perskaitykite tyrimo žingsnių nurodymus ir nusibraižykite lentelę tyrimo rezultatams užsirašyti.

Tyrimo žingsniai

1. Pasverkite tuščią kūginę kolbą (duomenis užsirašykite lentelėje) ir į ją įpilkite apie 100–150 g vandens (užsirašykite, kiek iš tikrųjų įpylėte). Vandeni naudokite kurį laiką pastovėjusį klasėje, kad jo temperatūra būtų lygi aplinkos temperatūrai. Įtvirtinkite kolbą su vandeniu ir termometrą laboratoriniame stove. Užsirašykite vandens temperatūrą.
2. Pasverkite spiritinę lemputę kartu su joje esančiu etanolium ir lemputės gaubtu. Užsirašykite masę.
3. Uždekite spiritinę lemputę ir stebėkite vandens temperatūros kitimą. Kai vandens temperatūra padidės 25–30 °C, užgesinkite spiritinę lemputę (gesinkite uždėdami jos gaubtą ant dagties). Užsirašykite vandens temperatūrą.
4. Pasverkite spiritinę lemputę (kartu su gaubtu). Užsirašykite masę.



1 pav. Įrenginys užduočiai atlikti. Laboratoriniame stove įtvirtinama kūginė kolba su žinomos masės vandens mėginiu. Temperatūra matuojama termometru arba elektroniniu jutikliu. Termometrą galima laikyti ranka, bet patogiau jį įtvirtinti panaudojant dar vieną stovo laikiklį. Vanduo kaitinamas pasverta spiritine lempute.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Duomenų analizė

1. Iš spiritinės lemputės masės pokyčio apskaičiuokite sudegusio etanolio kiekį moliais.
2. Laikykite, kad visa degant išsiskyrusi energija sunaudota vandeniui šildyti. Šilumos kiekis, kurį sugėrė vanduo, apskaičiuojamas taip:

$$Q(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) \cdot 4,2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \Delta T;$$

čia $Q(\text{H}_2\text{O})$ – vandens sugertas energijos kiekis (J); $m(\text{H}_2\text{O})$ – šildomo vandens masė gramais, ΔT – temperatūros pokytis ($^\circ\text{C}$). Skaicius 4,2 vadinamas *vandens savitąja šiluma*, jis rodo, kad 4,2 J energijos vieno gramo vandens temperatūrą padidina vienu laipsniu.

3. Vanduo sugėrė tiek energijos, kiek jos išsiskyrė degant etanolui. Kas vienam yra „energinis praturtėjimas“, kitam yra „energinis nuskurdimas“. Todėl $Q(\text{H}_2\text{O})$ ir $Q(\text{reakcijos})$ yra priešingo ženklo dydžiai:

$$Q(\text{H}_2\text{O}) = -Q(\text{reakcijos}).$$

Apskaičiuokite etanolio degimo entalpiją. Ji skaičiuojama vienam moliui degančios medžiagos, tad etanolio degimo reakcijos entalpija yra lygi:

$$\Delta H^\circ(\text{etanolio degimo reakcijos}) = \frac{Q(\text{reakcijos})}{n(\text{etanolio})}.$$

4. Parašykite etanolio degimo reakcijos lygtį ir apskaičiuokite jos entalpijos pokytį, naudodamiesi 5 priedo duomenimis. Apskaičiuokite eksperimentu nustatytos entalpijos pokyčio absoliučiąją ir santykinę paklaidą.
5. Nenusiminkite, jei jūsų paklaida gana didelė. Paklaida atsirado ne dėl jūsų kaltės, o dėl paties bandymo netobulumo. Apsvarstykite padarytas prielaidas ir nurodykite bent dvi priežastis, kurios neišvengiamai turi įtakos matavimo tikslumui.

2. Neutralizacijos reakcijos standartinio entalpijos pokyčio matavimas

Reikės

1,0 mol/dm³ natrio hidroksido NaOH(aq) tirpalo, 1,0 mol/dm³ H₂SO₄(aq) tirpalo, 0,1 % fenoltaleino indikatoriaus tirpalo, laboratorinio stovo su laikikliais, biuretės (25 cm³), pipetės (20 cm³), termometro, milimetrinio popieriaus.

Tirpalai turėtų būti laiką pastovėti klasėje, kad nusistovėtų temperatūra.

Atlikdami bandymą matuosite reaguojančiojo mišinio temperatūrą, todėl svarbu sumažinti energijos nuostolius. Bandymui galima naudoti 100 cm³ stiklinę, įstatytą į didesnę stiklinę, išklotą vata.

Persibraižykite lentelę ir joje įrašykite bandymo duomenis.

Įpilto sieros rūgšties tirpalo tūris, cm ³	Tirpalo spalva	Tirpalo temperatūra
0		
1		
2		
ir t. t.		

Papildomos užduotys

Atliekant užduotis daug kur reikės medžiagos standartinės susidarymo entalpijos. Šiuos duomenis rasite 5 priede.

1. Mėgintuvėlyje vyksta cheminė reakcija. Temperatūra mėgintuvėlio viduje 15 °C. Išorėje temperatūra 20 °C. Kokia yra šilumos perdavimo kryptis – iš aplinkos į mėgintuvėlį ar atvirkščia? Atsakymą paaiškinkite.
2. Kurios medžiagos standartinė susidarymo entalpija nėra lygi nuliui?
A O₃(d) **B** Cl₂(d) **C** C(grafitas) **D** Br₂(s)
3. Kurios medžiagos standartinė susidarymo entalpija nėra lygi nuliui?
A Ar(d) **B** Na(d) **C** O₂(d) **D** N₂(d)
4. Šarminiai ir šarminių žemių metalai reaguoja su vandeniu. Reakcija vyksta tuo didesniu greičiu ir tuo audringiau, kuo ryškesnės metališkosios savybės (prisiminkite elementų periodiškumo dėsningumus).
 - a) Kuris iš vienoje poroje nurodytų metalų su vandeniu reaguoja audringiau: natrias ar kalis; kalis ar kalcis?
 - b) Vienam moliui kalio sureagavus su vandeniu, išsiskiria 196 kJ energijos. Parašykite termocheminę kalio reakcijos su vandeniu lygtį.
5. Sumušimo, patempimo atvejais pažeistą vietą rekomenduojama šaldyti. Tam tinka šaldomieji paketai. Tokio paketo viduje yra druska (pavyzdžiui, amonio nitratas) ir kapsulė su vandeniu. Susižeidus reikia užčiuopti paketo viduje esančią kapsulę ir ją sulaužyti. Vanduo išsilieja, tirpina pakete esančias druskas ir atšąla.
 - a) Koks procesas vyksta šaldomajame pakete – endoterminis ar egzoterminis?
 - b) Parašykite jonų, iš kurių sudarytas amonio nitratas, formules.
 - c) Amonio nitrato tirpimą galima suskirstyti į du etapus.
 - I. Tirpstant amonio nitrato kristalui, nutraukiami ryšiai tarp jonų. Šiame etape energija (sunaudojama / išskiriama).
 - II. Iš kristalo atsiskyrę jonai sudaro ryšius su vandens molekulėmis. Šiame etape energija (sunaudojama / išskiriama).
 - d) Tirpalas atšąla, nes:
 - A** I etape energijos sunaudojama daugiau, nei jos išsiskiria II etape;
 - B** I etape energijos sunaudojama mažiau, nei jos išsiskiria II etape;
 - C** I etape energijos išsiskiria daugiau, nei jos sunaudojama II etape;
 - D** I etape energijos išsiskiria mažiau, nei jos sunaudojama II etape.
 - e) Išsiliejus vandeniui, amonio nitratas ištirpsta:



Apskaičiuokite šio proceso standartinę entalpijos pokytį.

