

Pavadinimas Entalpija. Heso dėsnis.

Dalykas Chemija

Klasė IV gimnazijos

Pasiekimų sritis

Gamtos mokslų prigimties ir raidos pažinimas (A),

Gamtamokslinis komunikavimas (B),

Gamtos objektų ir reiškinių pažinimas (D),

Problemų sprendimas ir refleksija (E).

Mokymo(si) turinio tema Cheminės reakcijos.

Ilgalaikio plano dalis Cheminių reakcijų klasifikavimas

Valandų skaičius nurodytas ilgalaikiame plane 3

Mokymosi uždaviniai (pamatuojami) ir vertinimo kriterijai

1. Apibūdina egzotermes ir endotermes reakcijas, sieja jas su reaguojančios sistemos energijos pokyčiu (entalpija).
2. Apibrėžia, kas yra standartinės entalpijos ir junginio susidarymo standartinės entalpijos pokytis.
3. Užrašo ir taiko termochemines reakcijų lygtis išsiskyrusios ar sugertos šilumos bei medžiagos kiekiui apskaičiuoti.
4. Paaiškina ir taiko Heso dėsnį – pagal pateiktas termochemines reakcijų lygtis apskaičiuoja reakcijos standartinės entalpijos pokytis.
5. Sprendžia uždavinius – pagal junginių susidarymo standartines entalpijas apskaičiuoja reakcijos standartinės entalpijos pokytį.
6. Analizuoja maisto produktų energinę vertę, paros energijos (maisto) poreikį žmogui ir apskaičiuoja energijos kiekį, gaunamą iš maisto produktų

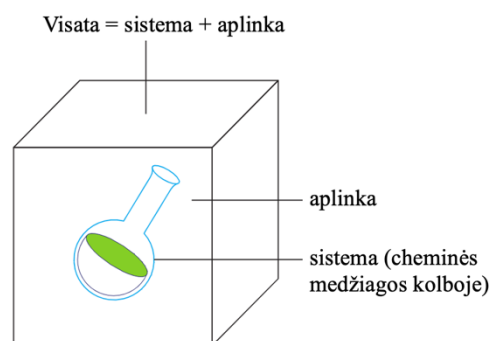
Galimi mokymo(si) metodai, siūloma veikla

Kalbant apie egzotermes ir endotermes reakcijas, rekomenduojama pademonstruoti bandymus: 1) užpildus kūginėje kolboje 5 g sodos nedideliu acto rūgšties kiekiu, jaučiasi kaip atšąla kolbos dugnas; 2) į mėgintuvėlį su druskos rūgšties 10 – 15 % tirpalu įmetus kelias cinko granules, jaučiasi, kaip mėgintuvėlis išyla.

Mokymui(si) skirtas turinys, pateikiamas tekstu, vaizdu, su nuorodomis ir pan.

Šiluminis efektas ir entalpijos pokytis

Vykstant cheminėms reakcijoms, ryšiai tarp reagentų dalelių yra suardomi, o ryšiai tarp produktų dalelių susidaro. Ryšio suardymui reikalinga energija, o ryšiams susidarant, energija išsiskiria. Priklausomai nuo to, kiek energijos buvo sunaudota ir kiek išsiskyrė, reakcijos pagal šiluminį efektą skirstomos į egzotermines ir endotermines. Kalbant apie šiluminį efektą, pabrėžiama, kad reagentų ir produktų mišinys yra vadinamas sistema, iš kurios šiluma gali išsiskirti į aplinką – **egzoterminė reakcija**, arba sugerti šilumą iš aplinkos – **endoterminė reakcija**.



Egzoterminių reakcijų pavyzdžiai: degimas, gliukozės oksidacija, rūgščių neutralizacija šarmais ir kt. Endoterminių reakcijų pavyzdžiai: fotosintezė, terminis skilimas, amonio druskų tirpimas ir kt. Pabrėžtina, kad šiluminis efektas nepriklauso nuo reakcijos tipo – tiek skilimo, tiek jungimosi reakcijos gali būti ir egzoterminės, ir endoterminės. Norint užrašyti šiluminį efektą reakcijai, naudojamas entalpijos pokytis.

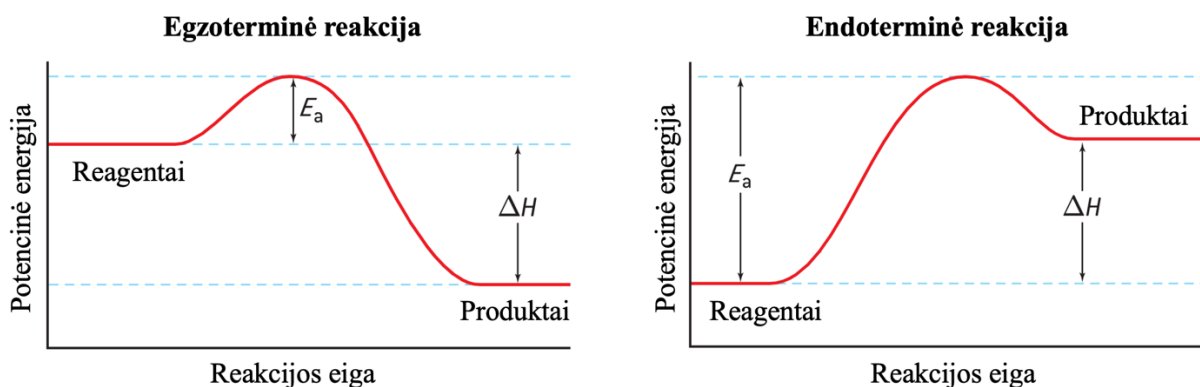
Entalpija (H) – tai energijos (šilumos) kiekis, kuris išsiskiria arba yra sugeriamas cheminės reakcijos metu. Reikia atskirti reakcijos standartinės entalpijos pokytį ir junginio susidarymo standartinės entalpijos pokytį.

Reakcijos standartinės entalpijos pokytis (ΔH_r) rodo sistemos sugertos arba išskirtos per reakciją energijos (šilumos) kiekį esant pastoviam slėgiui.

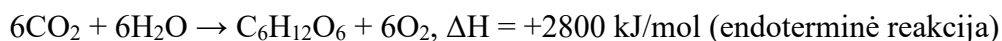
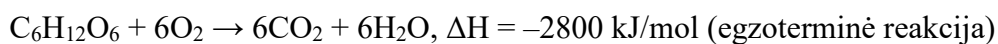
ΔH matavimo vienetas kJ/mol. Indeksas „r“ prie ΔH_r reiškia „reakcijos“.

Egzoterminės reakcijos ($\Delta H_r < 0$ kJ/mol) išskiria energiją (šiluma išskiriama).

Endoterminės reakcijos ($\Delta H_r > 0$ kJ/mol) reikalauja energijos (šiluma sugeriama).

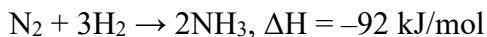


Prie reakcijos lygties užrašius entalpijos pokytį, gaunama termocheminė reakcijos lygtis:



Pakeitus reakcijos kryptį, pasikeičia entalpijos pokyčio ženklas, bet nesikeičia vertė.

Termocheminės reakcijų lygtys taikomos išsiskyrusios ar sugertos šilumos kiekiui apskaičiuoti, nes reakcijos lygties stochiometriniai koeficientai, rodantys medžiagų kiekių (mol) santykį reakcijoje, yra susiję su entalpijos pokyčio verte.



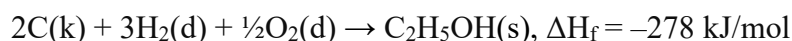
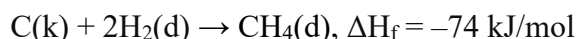
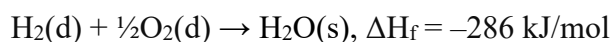
Pavyzdžiui, iš pateiktos aukščiau termocheminės reakcijos lygties matyti, kad, sureagavus 1 mol N_2 su 3 mol H_2 ir susidarius 2 mol NH_3 , išsiskyrė 92 kJ šilumos. Jei sureaguotų 2 mol N_2 , išsiskyrusios šilumos kiekis būtų dvigubai didesnis – 184 kJ, o susidarius 1 mol NH_3 – dvigubai mažesnis – 46 kJ.

Junginio susidarymo standartinės entalpijos pokytis (ΔH_f) – tai energijos pokytis, susidarant 1 molui junginio iš standartinės būsenos vieninių medžiagų.

Indeksas „f“ prie ΔH_f reiškia „*formation*“ – angl. susidarymas.

Standartinė būsena – tai medžiagos būsena, esant 1 bar (100 kPa) slėgiui ir, dažniausiai, 25 °C (298 K) kambario temperatūrai, pvz., vanduo yra skystis, anglis – kieta, vandenilis – dujos.

Galima užrašyti junginio susidarymo standartinės entalpijos pokyčio reakcijų lygtis. Dažniausiai, tokios reakcijų lygtys yra teorinės. Taikant aukščiau parašytus apibrėžimus, junginio 1 mol turi būti gautas iš vieninių medžiagų standartinėse būsenose.



Junginių standartines susidarymo entalpijas galima rasti žynynuose. Kai kurių medžiagų standartinės susidarymo entalpijos (ΔH_f) pateiktos lentelėje:

Pavadinimas	Formulė	Būsena	ΔH_f , kJ/mol
Vandenilis	H_2	d	0
Vanduo	H_2O	s	-286
Vandens garai	H_2O	d	-242
Anglies(IV) oksidas	CO_2	d	-394
Vandenilio chloridas	HCl	d	-92
Vandenilio jodidas	HI	d	+26
Metanas	CH_4	d	-74
Etanolis	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	s	-278

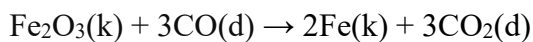
Sutarta, kad vieninių medžiagų susidarymo standartinės entalpijos pokytis laikomas lygus nuliui.

Žinant vienu junginių standartines susidarymo entalpijas, galima apskaičiuoti reakcijoje dalyvaujančių medžiagų standartines susidarymo entalpijas, atėmus reagentų standartinių susidarymo entalpijų sumą iš produktų standartinių susidarymo entalpijų sumos.

$$\Delta H_r = \sum \Delta H_f(\text{produktų}) - \sum \Delta H_f(\text{reagentų})$$

„ \sum “ ženklas reiškia sumą.

Pavyzdžiui, reikia apskaičiuoti reakcijos standartinės entalpijos pokytį:



Jei žinomos junginių susidarymo standartinės entalpijos:

$$\Delta H_f(\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{k})) = -822 \text{ kJ/mol}; \Delta H_f(\text{CO}(\text{d})) = -111 \text{ kJ/mol}; \Delta H_f(\text{CO}_2(\text{d})) = -394 \text{ kJ/mol}.$$

Svarbu prisiminti, kad vieninių medžiagų $\Delta H_f = 0 \text{ kJ/mol}$, todėl $\text{Fe}(\text{k})$ jis nepateiktas.

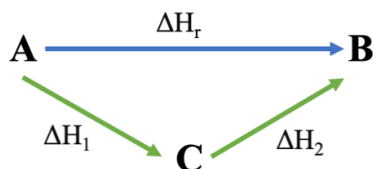
Pasinaudodami ΔH_r skaičiavimo formule, gauname lygtį:

$$\begin{aligned} \Delta H_r &= \sum 2 \cdot \Delta H_f(\text{Fe}(\text{k})) + 3 \cdot \Delta H_f(\text{CO}_2(\text{d})) - \sum \Delta H_f(\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{k})) + 3 \cdot \Delta H_f(\text{CO}(\text{d})) = \\ &= (2 \cdot 0 + 3 \cdot (-394)) - ((-822) + 3 \cdot (-111)) = -1182 - (-1155) = -27 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Heso dėsnis

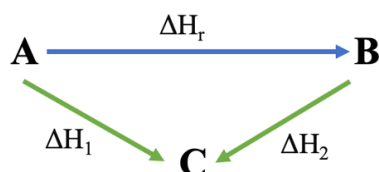
Heso dėsnis teigia, kad cheminės reakcijos entalpijos pokytis nepriklauso nuo reakcijos kelio. Kitaip tariant, jei cheminė reakcija gali vykti keliais skirtingais etapais, bendras energijos pokytis (entalpijos pokytis) bus tas pats, nepriklausomai nuo to, kiek ir kokių tarpinių reakcijų vyko. Heso dėsnį galima taikyti, kai reakcijos vyksta keliais etapais, o jų entalpijos pokyčiai yra žinomi.

Pavyzdys 1:



$A \rightarrow B$ reakciją galima atlikti netiesioginiu keliu: $A \rightarrow C$ ir $C \rightarrow B$. Žinant ΔH_1 ir ΔH_2 vertes, galima apskaičiuoti ΔH_r vertę: $\Delta H_r = \Delta H_1 + \Delta H_2$. Į paveikslėlyje pateiktas rodykles galima žiūrėti kaip į vektorius matematikoje: $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{AC} + \overrightarrow{CB}$.

Pavyzdys 2:



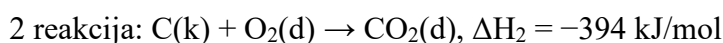
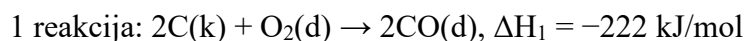
Tarkime, žinome $A \rightarrow C$ ir $B \rightarrow C$ reakcijų standartinių entalpijų pokyčius ir norime sužinoti $A \rightarrow B$ reakcijos standartinės entalpijos pokytį ΔH_r . Šiuo atveju: $\Delta H_r = \Delta H_1 - \Delta H_2$. Kad gautume mums reikalingą reakcijų seką: $A \rightarrow C \rightarrow B$, turime pakeisti ΔH_2 ženklą iš pluso į minusą.

Heso dėsnis veikia dėl to, kad energijos skirtumas tarp A ir B medžiagų yra pastovus, o reakcijos kelias šiam skirtumui įtakos neturi.

Heso dėsnis naudojamas termocheminiuose skaičiavimuose, pvz., degimo reakcijose, rūgščių-bazių reakcijose ir standartinių junginių susidarymo entalpijų skaičiavimuose. Juo galima įvertinti reakcijas, kurių standartinės entalpijos pokytį negalima lengvai išmatuoti eksperimentiniu būdu. Jei turime kelias reakcijas su žinomais entalpijos pokyčiais, galime jas sudėti taip, kad būtų gauta bendroji reakcija, ir suskaičiuoti bendrą entalpijos pokytį.

Pavyzdys 3:

Pateikti dviejų reakcijų standartinių entalpijų pokyčiai:



Reikia apskaičiuoti trečiosios reakcijos standartinės entalpijos pokytį ΔH_r :



Užduotį atlikti galima 2 būdais.

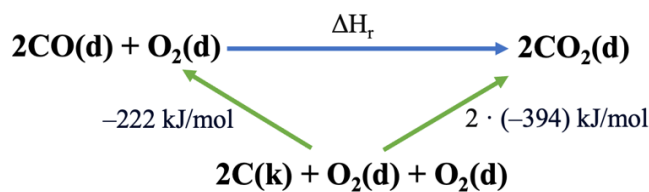
1 būdas – užrašant ir pasinaudojant reakcijų ciklu.

Reakcijos $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{d}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{d})$, kurios standartinės entalpijos pokytį reikia surasti, lygtis užrašoma ciklo viršuje. Pirmosios reakcijos $2\text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{d}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{d})$ lygtis rašoma ciklo apačioje ir nurodoma ΔH_1 kryptis. Kad galima būtų užrašyti antrąją reakcijos lygtį, pridedama dar viena O_2 molekulė (pažymėta oranžine spalva). Kadangi ši molekulė lieka nepakitusi pirmosios reakcijos kryptimi, ΔH_1 vertė nesikeičia.

Kad gautume ΔH_2 kryptį, reikia padvigubinti antrosios reakcijos $\text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{d}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{d})$ lygties koeficientus ir ΔH_2 vertę.

Pirmosios reakcijos kryptis	Antrosios reakcijos kryptis
$2\text{CO}(\text{d}) + \text{O}_2(\text{d}) \xrightarrow{\Delta H_r} 2\text{CO}_2(\text{d})$ ΔH_1 $2\text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{d}) + \text{O}_2(\text{d})$ <small>šis O_2 nesikeičia</small>	$2\text{CO}(\text{d}) + \text{O}_2(\text{d}) \xrightarrow{\Delta H_r} 2\text{CO}_2(\text{d})$ $2\Delta H_2$ $2\text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{d}) + \text{O}_2(\text{d})$

Sujungus abiejų reakcijų kryptis ir užrašius ΔH vertes, gaunamas trijų reakcijų ciklas:



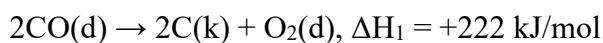
Pagal gautą reakcijų ciklą apskaičiuojama ΔH_r vertė: $\Delta H_r = -\Delta H_1 + 2\Delta H_2$.

$$\Delta H_r = -(-222) + (2 \cdot (-394)) = -566 \text{ kJ/mol.}$$

2 būdas – kombinuojant turimas termochemines reakcijų lygtis.

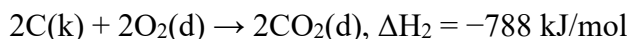
Pasitelkiant šį būdą, reikia pertvarkyti turimas reakcijų lygtis, siekiant gauti norimą lygtį ir apskaičiuoti jos standartinės entalpijos pokytį ΔH_r .

Reikia pakeisti pirmosios reakcijos kryptį, kad sutaptų su galutine reakcijos lygtimi:



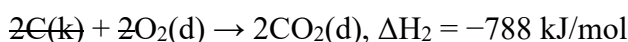
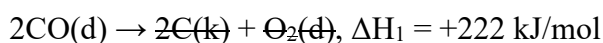
Pakeitus kryptį, pasikeičia ΔH_1 ženklas iš minuso į pliusą.

Kadangi galutinėje reakcijoje turi susidaryti 2CO_2 , antrosios reakcijos koeficientus reikia padvigubinti:



Padvigubinus koeficientus, padvigubėja ΔH_2 vertė.

Gautos lygtys sudedamos, siekiant gauti galutinę reakciją ir apskaičiuoti jos ΔH_r vertė:



Maisto produktų energinė vertė

Energija, supaprastintai, yra gebėjimas atlikti darbą arba perduoti šilumą. Vienas iš būdų matuoti energijos kiekį – kalorijomis. Kalorija yra energijos matavimo vienetas, dažniausiai naudojamas apibūdinti šilumai arba energijai, gaunamai iš maisto.

Yra dvi pagrindinės kalorijų rūšys:

1. **Mažoji kalorija (cal)** – tai energijos kiekis, reikalingas 1 gramui vandens pašildyti 1 °C.

2. **Didžioji kalorija (kcal)** arba **maistinė kalorija** – tai energijos kiekis, reikalingas 1 kilogramui vandens pašildyti 1 °C. 1 kcal = 1000 cal.

Kalorijos siejasi su kitais energijos vienetais. Pavyzdžiui, tarptautinėje vienetų sistemoje (SI) energija matuojama džauliais (J):

$$1 \text{ kalorija (cal)} = 4,184 \text{ J}$$

$$1 \text{ kilokalorija (kcal)} = 4184 \text{ J} = 4,184 \text{ kJ}$$

Maisto energija dažniausiai nurodoma kilokalorijomis (kcal), o mūsų kūnas šią energiją naudoja gyvybinėms funkcijoms palaikyti ir fizinei veiklai. Kuo daugiau kalorijų suvartojame, tuo daugiau energijos turime.

Kai kurių maisto produktų apytikslė energinė vertė kilokalorijomis (kcal) 100 gramų produkto pateikta lentelėje:

Produktas, 100 g	Energinė vertė, kcal	Produktas, 100 g	Energinė vertė, kcal	Produktas, 100 g	Energinė vertė, kcal
Obuoliai	52	Virtos bulvės	77	Kepta vištiena (be odos)	165
Apelsinai	47	Baltoji duona	265	Lašiša	206
Bananai	89	Virti ryžiai	130	Sūris (čederio)	535
Braškės	32	Virti kiaušiniai	155	Migdolai	579
Morkos	41	Avižiniai dribsniai	389	Šokoladas (pieninis)	535

Pateiktos energinės vertės gali šiek tiek skirtis priklausomai nuo gamybos būdo ar produkto kilmės.

Vidutinio aktyvumo vyras su maistu turėtų gauti apie 2600 kcal, moteris – apie 2000 kcal. Reikalingas kalorijų kiekis priklauso nuo kūno masės ir fizinio aktyvumo. Kuo daugiau kalorijų yra sunaudojama, tuo daugiau reikia gauti su maistu.

Jei kalorijų suvartojama daugiau, nei sunaudojama, organizmas perteklių kaupia kaip riebalus. Jei kalorijų sunaudojama daugiau, nei suvartojama, organizmas skaido raumenis ir riebalus, todėl mažėja kūno masė. Svarbu palaikyti suvartojamų ir sunaudojamų kalorijų balansą. Taip pat svarbu maitintis įvairiu maistu, patenkinančiu kūno baltymų, angliavandenių, riebalų, vitaminų ir mikroelementų poreikį.

Užduotys, skirtos pasiekti mokymosi uždavinių

Reakcijos standartinės entalpijos sąsaja su medžiagų kiekiais

2022 m. VBE III dalies 2.1 klausimas

- 2 klausimas.** Bespalvės azoto(II) oksido dujos reaguoja su deguonies dujomis ir susidaro rudos spalvos azoto(IV) oksido dujos. Šios reakcijos pusiausvyros konstanta yra $K_c = 6,90 \cdot 10^5$.



1. Remdamiesi užrašyta termochemine lygtimi, įvardykite, koks procesas pagal šiluminį efektą vyksta reakcijos metu.

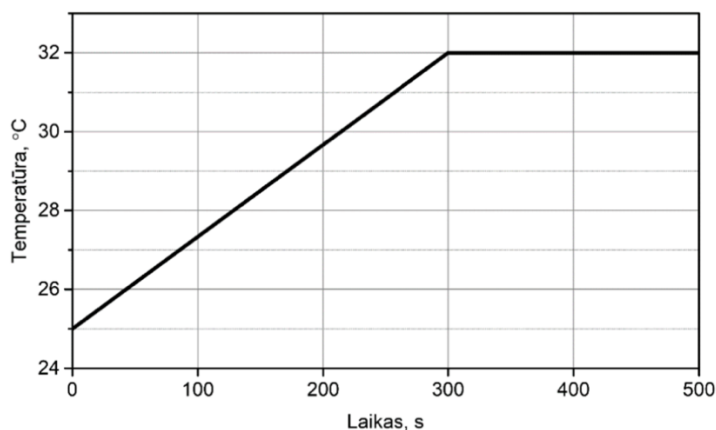
Juodraštis

(1 taškas)

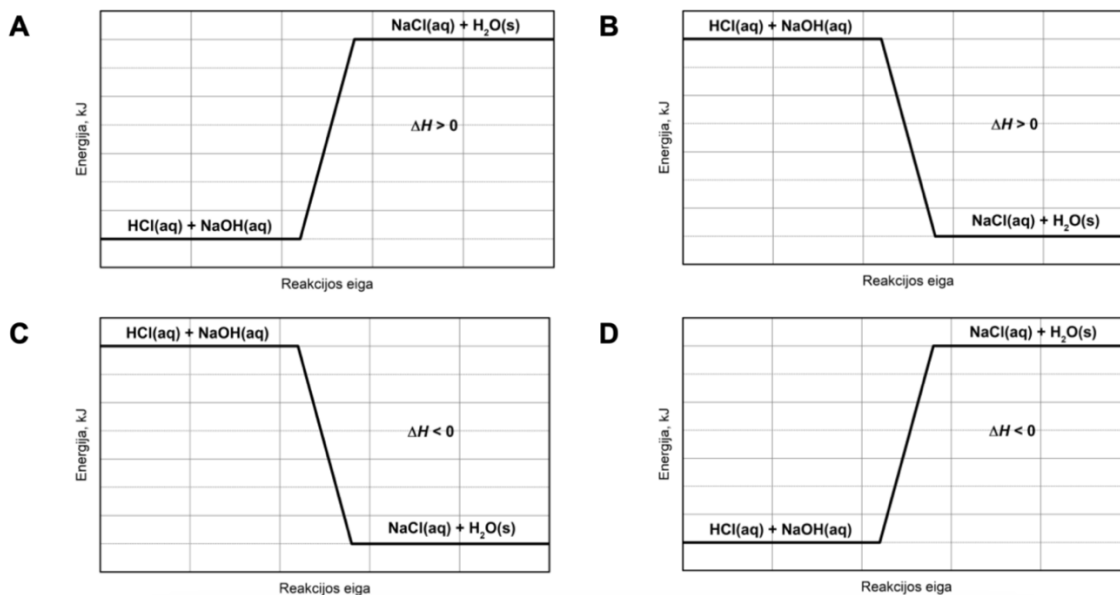
(Ats. egzoterminis)

2023 m. VBE I dalies 5 klausimas

- 05.** Kalorimetre buvo sumaišyti 25 °C temperatūros vienodos koncentracijos ir vienodo tūrio vandenilio chlorido ir natrio šarmo vandeniniai tirpalai. Reakcija stebėta 500 s. Gauti temperatūros kitimo duomenys pateikti grafike.



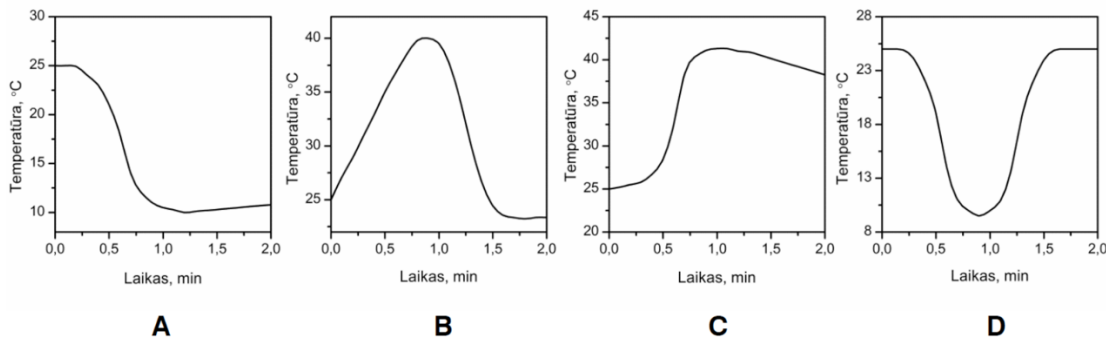
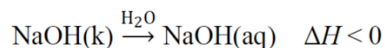
Kaip kito sistemos energija, vykstant šiai reakcijai?



(Ats. C)

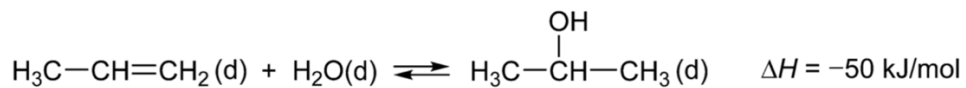
2015 m. pakartotinės sesijos VBE I dalies 30 klausimas

30. Mokinys atliko eksperimentą – į stiklinę vandens įbėrė natrio šarmo granulių ir nuolat maišydamas matavo tirpalo temperatūrą. Kuriame grafike teisingai pavaizduota tirpalo temperatūros priklausomybė nuo laiko eksperimento metu?



(Ats. C)

2021 m. VBE III dalies 3.4 klausimas



4. Apskaičiuokite, kiek molių 2-propanolio susidarė, jeigu yra žinoma, kad reakcijos metu išsiskyrė 2670 kJ šilumos.

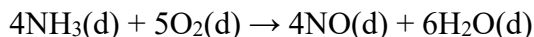
Juodraštis

(1 taškas)

(Ats. 53,4 mol)

Reakcijos standartinės entalpijos skaičiavimas, panaudojant junginių standartines susidarymo entalpijas ΔH_f

1. Apskaičiuoti reakcijos standartinės entalpijos pokytį:



Jei žinomos junginių susidarymo standartinės entalpijos:

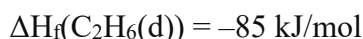
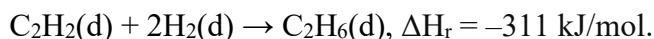
$$\Delta H_f(\text{NH}_3(\text{d})) = -46 \text{ kJ/mol}; \Delta H_f(\text{NO}(\text{d})) = +90 \text{ kJ/mol}; \Delta H_f(\text{H}_2\text{O}(\text{d})) = -242 \text{ kJ/mol}.$$

Sprendimas:

$$\begin{aligned} \Delta H_r &= \sum 4 \cdot \Delta H_f(\text{NO}(\text{d})) + 6 \cdot \Delta H_f(\text{H}_2\text{O}(\text{d})) - \sum 4 \cdot \Delta H_f(\text{NH}_3(\text{d})) + 5 \cdot \Delta H_f(\text{O}_2(\text{d})) = \\ &= (4 \cdot 90 + 6 \cdot (-242)) - (4 \cdot (-46) + 5 \cdot 0) = (360 - 1452) - (-184) = -1092 + 184 = \\ &= -908 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\text{Ats. } \Delta H_r = -908 \text{ kJ/mol}.$$

2. Apskaičiuoti etino $\text{C}_2\text{H}_2(\text{d})$ standartinę susidarymo entalpiją, pasinaudojant pateiktais duomenimis.



Sprendimas:

$$\Delta H_r = \sum \Delta H_f(\text{C}_2\text{H}_6(\text{d})) - \sum \Delta H_f(\text{C}_2\text{H}_2(\text{d})) + 2 \cdot \Delta H_f(\text{H}_2(\text{d})) = -311 \text{ kJ/mol}$$

$$(-85) - (x + 2 \cdot 0) = -311$$

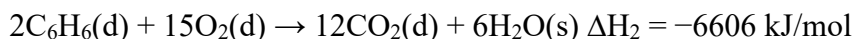
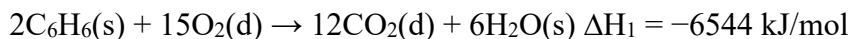
$$-85 - x = -311$$

$$x = 226$$

$$\text{Ats. } \Delta H_f(\text{C}_2\text{H}_2(\text{d})) = +226 \text{ kJ/mol}$$

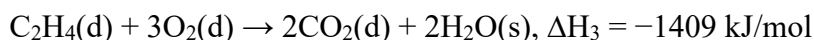
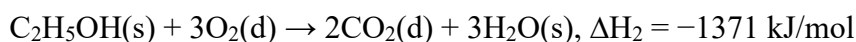
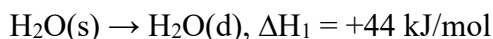
Heso dėsnio taikymas

1. Panaudojant pateiktas termochemines reakcijų lygtis, apskaičiuoti $\text{C}_6\text{H}_6(\text{s}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6(\text{d})$ reakcijos standartinės entalpijos pokytį.



$$\text{(Ats. } +31 \text{ kJ/mol)}$$

2. Panaudojant pateiktas termochemines reakcijų lygtis, apskaičiuoti standartinės entalpijos pokytį reakcijai: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{d}) + \text{H}_2\text{O}(\text{d}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{s})$.



$$\text{(Ats. } -82 \text{ kJ/mol)}$$

Skaičiavimai, panaudojant produktų energines vertes**2020 m. pakartotinės sesijos VBE III dalies 4.1 klausimas**

- 4 klausimas.** Energinė vertė, kaloringumas, yra maisto produktuose sukaupta energija. Maisto produktų energinė vertė reiškia kilodžauliais (kJ) arba kilokalorijomis (kcal) dažniausiai 100 gramų produkto. 1 kalorija = 4,184 J. Maisto produktų energija apskaičiuojama pagal jų sudedamųjų dalių (angliavandenių, baltymų, riebalų) kiekį ir energinę vertę. Lentelėje surašyta 1 g riebalų, angliavandenių ir baltymų energinė vertė.

Sudedamoji dalis	Energinė vertė, kJ/g
Riebalų	38,9
Angliavandenių	17,2
Baltymų	17,2

1. Apskaičiuokite riebalų energinę vertę kcal/g.

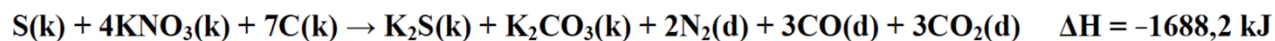
Juodraštis

(1 taškas)

(Ats. 9,3 kcal/g)

Užduotys, skirtos vertinimui ir įsivertinimuiReakcijos standartinės entalpijos sąsaja su medžiagų kiekiais

2017 m. VBE III dalies 1.4 kl.



↓
Dūminis parakas

4. Iššovus senovinio ginklo – muškietos² – šovinį, užtaise buvusio parako degimo metu išsiskyrė 21,1 kJ šilumos. Apskaičiuokite, kiek gramų anglies buvo muškietos parako užtaise.

Juodraštis

(2 taškai)

(Ats. 1,05 g)

2021 m. VBE III dalies 6.2 kl.

2. Parašykite fotosintezės reakcijos tipą pagal reakcijos šiluminį efektą.

Juodraštis

(1 taškas)

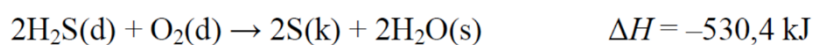
2016 m. pakartotinės sesijos VBE III dalies 5.2 kl.

2. Sieros(VI) oksido SO₃ sintezė yra pusiausvyrinis procesas. Užrašykite SO₃ sintezės iš SO₂ termocheminę lygtį, žinodami, kad sureagavus 1 mol SO₂ išsiskiria 98 kJ šilumos.

Juodraštis

(3 taškai)

2014 m. VBE III dalies 6.1 kl.



Žinoma, kad šios reakcijos metu išsiskyrė 3447,6 kJ šilumos. Apskaičiuokite, kiek gramų sieros susidarė.

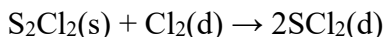
Juodraštis

(2 taškai)

(Ats. 416 g)

Reakcijos standartinės entalpijos skaičiavimas, panaudojant junginių standartines susidarymo entalpijas ΔH_f

1. Apskaičiuoti reakcijos standartinės entalpijos pokytį:



Jei žinomos junginių susidarymo standartinės entalpijos:

$$\Delta H_f(\text{S}_2\text{Cl}_2(\text{s})) = -59 \text{ kJ/mol}; \Delta H_f(\text{SCl}_2(\text{d})) = -20 \text{ kJ/mol}.$$

(Ats. +19 kJ/mol)

2. Apskaičiuoti reakcijos standartinės entalpijos pokytį:



Jei žinomos junginių susidarymo standartinės entalpijos:

$$\Delta H_f(\text{BCl}_3(\text{s})) = -427 \text{ kJ/mol}; \Delta H_f(\text{SF}_4(\text{d})) = -775 \text{ kJ/mol}; \Delta H_f(\text{BF}_3(\text{d})) = -1137 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_f(\text{SCl}_2(\text{d})) = -20 \text{ kJ/mol}.$$

(Ats. -575 kJ/mol)

3. Apskaičiuoti azoto dioksido $\text{NO}_2(\text{d})$ standartinę susidarymo entalpiją, pasinaudojant pateiktais duomenimis.

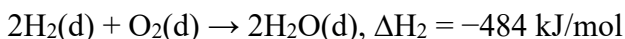


$$\Delta H_f(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{k})) = -452 \text{ kJ/mol}; \Delta H_f(\text{PbO}(\text{k})) = -217 \text{ kJ/mol}.$$

(Ats. +33 kJ/mol)

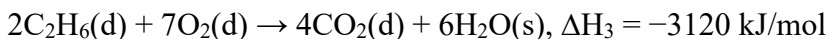
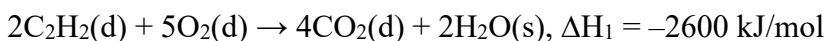
Heso dėsnio taikymas

1. Panaudojant pateiktas termochemines reakcijų lygtis, apskaičiuoti $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{d})$ reakcijos standartinės entalpijos pokytį.



(Ats. +44 kJ/mol)

2. Panaudojant pateiktas termochemines reakcijų lygtis, apskaičiuoti standartinės entalpijos pokytį reakcijai: $\text{C}_2\text{H}_2(\text{d}) + 2\text{H}_2(\text{d}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{d})$.



(Ats. -312 kJ/mol)

Skaičiavimai, panaudojant produktų energines vertes**2024 m. pavyzdinės VBE I dalies 4 klausimas**

4. Kalorimetru buvo tiriama, kiek energijos išsiskiria, sudeginus tam tikrą produkto masę. Lentelėje pateikti tyrimo rezultatai.

Produktas	Sudeginta produkto masė, g	Išsiskyrusi energija, kcal
Sausainiai	1,3	23,8
Juoda duona	1,9	18,3
Žemės riešutai	1,1	28,2
Vytinta dešra	1,7	30,2

Nurodykite, kuris iš tirtų produktų yra kaloringiausias.

2020 m. pakartotinės sesijos VBE III dalies 4.2 klausimas

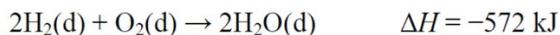
2. Atlikus eksperimentą, buvo nustatyta, kad 1 gramą varškės sūrelio sudaro 41 % angliavandenių, 14 % baltymų, riebalai ir vanduo. Sudeginus 1 g sūrelio, išsiskyrė 15,51 kJ energijos. Apskaičiuokite riebalų masės dalį procentais varškės sūrelyje. Užrašykite nuoseklų sprendimą.

(3 taškai)

(Ats. 15 %)

Namų darbai (jei reikia, nurodykite, kokius namų darbus mokiniai turėtų atlikti)**1 užduotis****2016 m. pakartotinės sesijos VBE I dalies 26 klausimas**

26. Remdamiesi pateikta vandens susidarymo reakcijos lygtimi, atsakykite, kuris teiginys yra teisingas.

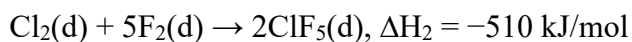
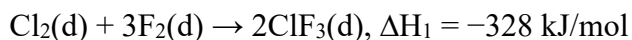


- A** Skylant 1 mol H_2O , išsiskiria 286 kJ šilumos.
B Skylant 1 mol H_2O , sunaudojama 286 kJ šilumos.
C Skylant 1 mol H_2O , išsiskiria 572 kJ šilumos.
D Skylant 1 mol H_2O , sunaudojama 572 kJ šilumos.

(Ats. B)

2 užduotis

Panaudojant pateiktas termochemines reakcijų lygtis, apskaičiuoti standartinės entalpijos pokytį reakcijai: $\text{ClF}_3(\text{d}) + \text{F}_2(\text{d}) \rightarrow \text{ClF}_5(\text{d})$.



(Ats. -91 kJ/mol)

3 užduotis**2024 m. pavyzdinės VBE II dalies 8 klausimas**

08. Oksiduojant fosforo trichloridą, vyksta reakcija: $2\text{PCl}_3(\text{s}) + \text{O}_2(\text{d}) \rightarrow 2\text{POCl}_3(\text{s})$. Naudodamiesi standartinėmis junginių susidarymo entalpijomis, apskaičiuokite pateiktos reakcijos standartinės entalpijos pokytį: $\Delta H(\text{PCl}_3) = -320 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H(\text{POCl}_3) = -597 \text{ kJ/mol}$. Pateikite nuoseklų sprendimą. Atsakymą pateikite suapvalintą iki sveikojo skaičiaus.

Juodraštis

(Ats. -554 kJ/mol)

Siūloma papildoma medžiaga / literatūra / skaitmeninės mokymo priemonės (SMP)

VBE užduotys: <https://www.nsa.smm.lt/egzaminai-ir-pasiekimu-patikrinimai/brandos-egzaminai/egzaminu-uzduotys/>

Reikalingi materialiniai ir technologiniai ištekliai

Lenta su projektoriumi.

Druskos rūgšties tirpalas (10–15 %), soda, cinko granulės, mėgintuvėlis, kūginė kolba demonstraciniams bandymams.

Parengė mokytojas metodininkas Romanas Voronovič