

Jolanta Gutauskaitė-Janulevičienė
Aušra Kynienė
Žana Kovaliūnienė
Petras Lozda

SPEKTRAS

Fizikos vadovėlis 9 klasei
I dalis

Briedis

Vidinė energija

Aplinkoje matome daugybę įvairių formų ir dydžių objektų. Kiekvienas iš jų turi masę ir užima tam tikrą erdvės dalį. Viskas Visatoje yra sudaryta iš medžiagos, kurią mokslininkai vadina materija (lot. *materia* – medžiaga). Oras, kuriuo kvėpuojame, maistas, kurį valgome, akmenys, debesis, žvaigždės, augalai ir gyvūnai – visa tai yra materija.

Senovės Indijos mąstytojai skyrė penkis pagrindinius materijos elementus, arba panča tatva (sansk. *pancha* – penki, *tatva* – tiesa): orą, žemę, ugnį, dangų ir vandenį. Panašiai skirstė ir senovės Graikijos filosofai. Šiuolaikiniai mokslininkai materiją klasifikuoja pagal fizikines savybes ir cheminę prigimtį.

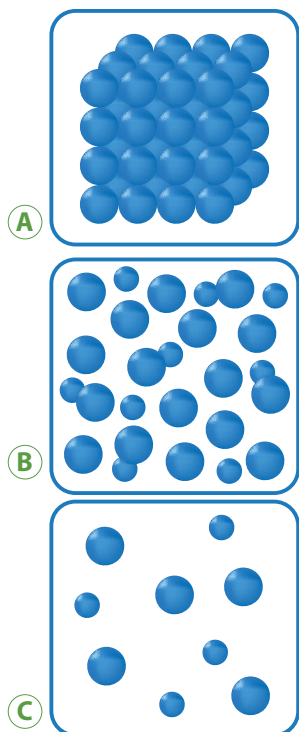
Šiame skyriuje:

- ✓ sužinosi, koks judėjimas vadinamas šiluminiu;
- ✓ suprasi, kas yra vidinė energija;
- ✓ nagrinėsi, nuo ko priklauso vidinė energija;
- ✓ išsiaiškinsi, kaip susijusi kūno temperatūra ir vidinė energija;
- ✓ pakartosi ir išplėsi savo žinias apie vidinės energijos kitimo būdus.





skyrius



1 Kietosios (A), skystosios (B) ir dujinės (C) medžiagos būsenų dalelinis modelis.

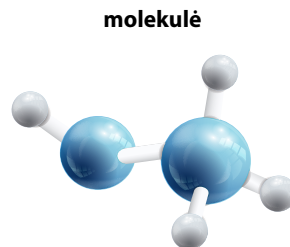
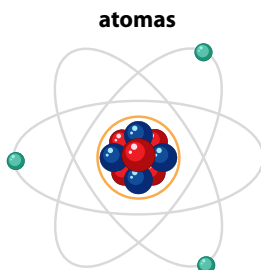
Šiluminis judėjimas – netvarkingas medžiagą sudarančių dalelių judėjimas.

Bráuno judėjimas – netvarkingi dulkelių judesiai skystyje (dujose), sukeliamei skysčio (dujų) molekulių smūgių.



3 Robertas Braunas.

Šiuolaikiniu požiūriu visas mus supančias medžiagas sudaro molekulės ir atomai. Toliau juos vadinsime paprastai – dalelėmis 1. Nors molekulės mažos, už atomus yra didesnės 2. Šios medžiagos dalelės nuolat be perstojo juda. Kaip vadinamas toks savaiminis dalelių judėjimas? Kokie reiškiniai įrodo, jog medžiagą sudarančios dalelės iš tikrųjų juda?



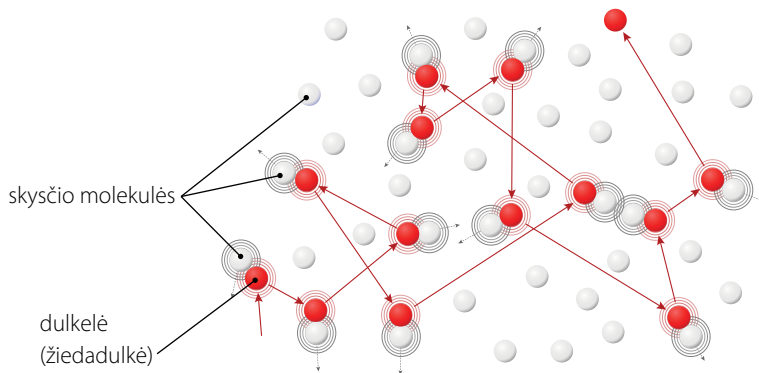
2 Atomo ir molekulės palyginimas.

Brauno judėjimas

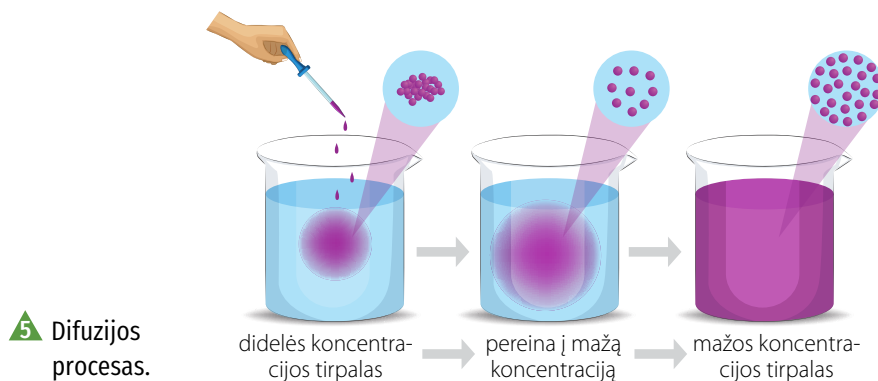
Netvarkingą medžiagas sudarančių dalelių judėjimą vadiname **šiluminiu judėjimu**. Vienas iš tai patvirtinančių reiškinių – **Bráuno judėjimas**, pavadintas jį atradusio škotų botaniko Roberto Bráuno (1773–1858) 3 garbei. 1827 m., tyrinėdamas žiedadulkių savybes pro mikroskopą, mokslininkas pirmą kartą pastebėjo atsiktinius jų judesius vandenyje.

Tuo metu R. Brauno atradimo mokslininkai paaiškinti negalėjo. Jie nustatė, jog skystyje juda ir kitos smulkios dulkės (suodžiai, kambario, metalo dulkės). Dulkelių judėjimas yra nenutrūkstamas – užkimštoje kolboje Brauno judesius galima stebėti ištisas savaites, mėnesius ar metus.

Tik 1905 m. žymus Vokietijos ir JAV mokslininkas Albertas Eišteinas (1879–1955) Brauno judėjimą paaiškino teoriškai. 1908 m. prancūzų fizikas Žanas Batistas Perėnas (1870–1942) Einšteino teoriją (sudarytą lygtį) patvirtino eksperimentais. Paaiškėjo, kad Brauno judėjimo priežastis – skysčio (vandens) molekulių smūgiai į panardintas dulkeles (žiedadulkes) 4. Iš visų pusių molekulės trankosi į dulkelę ir stumdo ją įvairiomis kryptimis – priverčia netvarkingai judėti skystyje. Dulkelės dydis atvirkščiai proporcingas jos judėjimo



4 Skysčio molekulių smūgiai priverčia dulkelę netvarkingai judėti.



greičiui: lengvesnės dulkelės įgauna didesnę greitį nei sunkesnės. Brauno judėjimą galima stebėti ir dujose: ore netvarkingai juda dulkių ir dūmų dalelės. Ž. B. Pereno eksperimentai ir tyrimai įrodė, kad medžiagos yra sudarytos iš atomų. 1926 m. už šiuos darbus mokslininkui įteikta Nobelio fizikos premija.

Difuzija ir osmosas

Vienas iš procesų, vykstančių dėl savaiminio molekulių judėjimo, yra difuzija (lot. *diffusio* – išsiliesimas, sklidimas). Jos metu maišosi skirtingos koncentracijos įvairių medžiagų dalelės. Molekulės, sudarančios medžiagą, kurios koncentracija didesnė, juda link tos medžiagos, kurios koncentracija mažesnė, molekulių. Pavyzdžiui, įlašinti į vandenį keli lašeliai dažų pasklinda visoje stiklinėje, t. y. susimaišo su vandens dalelėmis **5**. Kai koncentracija inde susivienodina, difuzija nebevysta, bet molekulių šiluminis judėjimas dėl to nesustoja. Šiam

judėjimui įtakos turi ir temperatūra. Kuo ji aukštesnė, tuo sparčiau juda dalelės ir greičiau maišosi medžiagos.

Ōsmosas (gr. *ōsmos* – postūmis, slėgimas) yra difuzijos rūšis. Šis procesas vyksta, kai vandens molekulės skverbiasi pro pusiau laidžią membraną iš mažesnės koncentracijos tirpalo į didesnės koncentracijos tirpalą. Kuo membranos plotas didesnis, tuo dalelės sparčiau maišosi. Osmosas vyksta, kol abiejose membranos pusėse koncentracija susilygina. Osmoso proceso modelį vaizduoja **6** parodytas bandymas.

Difuzija pasitaiko dažnai ir yra labai svarbi augalams, gyviesiems organizmams. Dėl difuzijos į ląstelę ir iš jos skverbiasi įvairios medžiagos, į žmogaus kraują patenka deguonis, o iš žarnyno – maisto medžiagų molekulės. Difuzija vyksta ne tik skysčiuose ir dujose, bet ir kietuosiuose kūnuose, tik labai lėtai. Dėl osmoso vanduo organizmuose juda iš ląstelės į ląstelę, iš dirvožemio – į augalo šaknis.

Užduotys

- 1 ○ Kaip vadiname savaiminį medžiagos dalelių judėjimą?
- 2 ● **4** Paaiškink, kodėl skystyje plūduriuojanti dulkėlė keičia judėjimo kryptį.
- 3 ● Kas yra difuzija ir kokia šio reiškinio priežastis? Pateik kelis pavyzdžius.
- 4 ● Paaiškink, kodėl guašas ar akvareliniai dažai nudažo vandenį.
- 5 ● Užpultas kalmaras išskiria tamsiai mėlyno skysčio, kuris pasklinda tarsi uždanga ir leidžia moliuskui pasislėpti. Kodėl netrukus toje vietoje vanduo vėl tampa skaidrus?
- 6 ● Lietuvių liaudies išmintis sako: „Šaukštu deguto statinę medaus sugadinsi.“ Apie kurį fizinį reiškinį čia kalbama? Paaiškink, kaip degutas gali sugadinti statinę medaus.
- 7 ● Į vandenį panardinta gyvūninė ląstelė. Nurodyk, koku būdu į ląstelę skverbiasi vandens molekulės. Kada šis procesas baigsis?
- 8 ● Kodėl osmosas yra difuzijos rūšis?
- 9 ● Paaiškink, kaip šiluminis dalelių judėjimas priklauso nuo temperatūros.

Iš gamtos mokslų žinai, kad bet kuris judantis kūnas turi kinetinės energijos, o deformuotas ar pakeltas į aukštį kūnas įgyja potencinės energijos. Medžiagoje dalelių daug, tarp jų yra tarpai ir dalelės ne tik juda, bet ir sąveikauja. Taigi kiekviena medžiagos dalelė turi ir kinetinės, ir potencinės energijos.

Bendra kūno dalelių energija

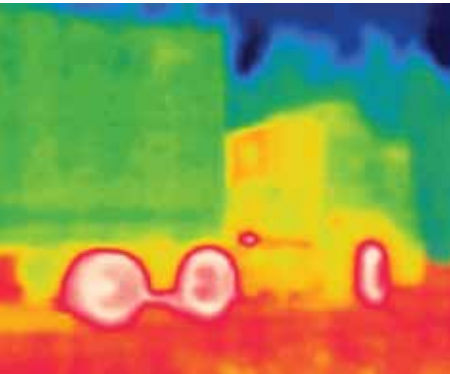
Fizikai visų kūną sudarančių dalelių energiją vadina **vidinė enèrgija**. Ji žymima U , pagrindinis matavimo vienetas yra džaulis (J). Vidinė energija nepriklauso nuo molekulių kinetinės ir potencinės energijos, kūno masės, judėjimo ir padėties kitų kūnų atžvilgiu. Kūnas, turintis vidinės energijos, tuo pačiu metu gali turėti ir kitos rūšies energijos. Pavyzdžiui, tam tikrame aukštyje skrendantis lėktuvas turi ir vidinės, ir kinetinės, ir potencinės energijos.

Vidinė energija ir temperatūra

Važiuojantis automobilis turi kinetinės energijos. Kuo stipriau jis stabdomas, tuo labiau dėl trinties įkaista stabdžių kaladėlės ir diskai, jų temperatūra kyla **1**. Dalis automobilio kinetinės energijos virsta stabdžių kaladėlių ir diskų vidine energija. Akivaizdu, temperatūra ir vidinė energija glaudžiai susijusios, tačiau šie fizikiniai dydžiai yra skirtingi. Kūno temperatūrą galima išmatuoti, o vidinės energijos taip paprastai nustatyti neįmanoma. Galima tik teigti, jog kylant temperatūrai kūno vidinė energija didėja.

Kokios rūšies energija virsta vidine?

Vidine energija gali pavirsti įvairių rūšių energija. Štai keletas pavyzdžių. Saulės atokaitoje padėtas ledo kubelis gauna šiluminės energijos, kuri virsta vidine **2**. Dėl to ledo temperatūra padidėja ir kubelis tirpsta. Elektros srovė lempos siūlėlę įkaitina iki švytėjimo **3**. Elektros energija virsta kaitinamojo siūlelio vidine energija.



1 Termovizoriumi galima pamatyti, kurių automobilio dalių vidinė energija pasikeitė.

Vidinė enèrgija (U) – visų kūną sudarančių dalelių kinetinė ir potencinė energija.



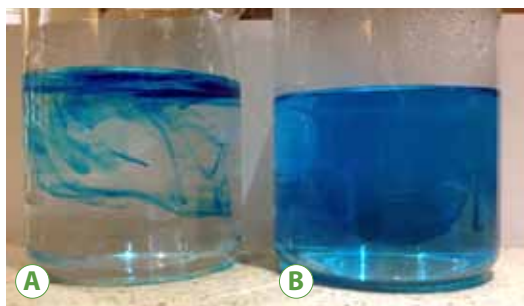
2 Saulės atokaitoje ledo kubelio gaunama šiluminė energija virsta vidine.



3 Šviečiančios lemputės vaizdas per termovizorių.

Dalelių judėjimą apibūdina temperatūra

Karšto ir šalto vandens molekulės vienodos, bet jų vidinė energija ir judėjimo greitis skiriasi. Karšto vandens vidinė energija didesnė negu šalto, tokio vandens molekulės greičiau juda, sparčiai keičiasi jo spalva **4**. Kuo smarkiau juda dalelės, tuo aukštesnė kūno temperatūra, kartu ir didesnė vidinė energija. Kai dalelės juda lėtai, kūno temperatūra yra žemesnė, o vidinė



4 Dažų dalelių difuzija šaltame (A) ir karštame (B) vandenyje.

energija – mažesnė. Taigi temperatūra parodo molekulių šiluminio judėjimo intensyvumą.

Medžiagos dalelės judant greičiau, tarpai tarp jų didėja, vadinasi, šildomas kūnas plečiasi. Todėl konstruojant įvairius statinius būtina atsižvelgti į medžiagos šiluminį plėtimąsi **5**.



5 Išlankos būtinės, kad dėl temperatūros pokyčių vamzdžiai nesutrūkinėtų.

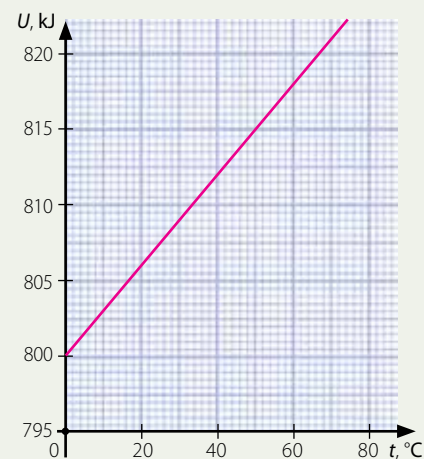
Užduotys

- 1** Kaip apibūdinama kūno vidinė energija?
- 2** Ar vidinė energija priklauso nuo kūno kinetinės ir potencinės energijos? Atsakymą paaiškink.
- 3** Kaip susijusi kūno vidinė energija ir temperatūra?
- 4** Paaiškink, kaip pasikeis karšto vandens pripildyto termosio vidinė energija ir temperatūra, jei pusę vandens išpilsime.
- 5** Pateik pavyzdžių, kada kūno kinetinė energija virsta vidine.
- 6** Paaiškink, kokie energijos virsmai vyksta, kai plastilininis rutulys iš tam tikro aukščio krinta ant stalo.
- 7** Fizikiniu požiūriu paaiškink pasakymus „vanduo yra įkaitęs“, „sriuba jau sušilo“.

- 8** Kaitinamas skystis inde užima vis didesnį tūrį. Ar pasikeičia dėl to kūno masė? Sugalvok savo atsakymui eksperimentą ir jį atlik. Paaiškink, ką pastebėjai.
- 9** Kai vasarą smarkiai pakyla temperatūra, meteorologai įspėja būti atsargiems keliuose. Remkis LHT tinklalapio ištrauka ir paaiškink, kodėl nutinka aprašomi reiškiniai: „Aukšta temperatūra gali sukelti nepatogumų keliaujantiems: deformuojasi kelio dangą, išplaukus bitumui atsiranda slidžių kelio ruožų ir transporto priemonės praranda stabilumą. Tvyrant karščiui, deformuojasi geležiniai bėgiai, todėl turi būti mažinamas traukinių greitis.“

- 10** Kai lauke šalta, automobilio vairuotojams rekomenduojama tikrinti oro slėgį padangose. Paaiškink kodėl.

- 11** grafike parodyta, kaip kinta geležinkelio bėgių vidinė energija didėjant oro temperatūrai. Kiek pakis bėgių vidinė energija, jei oro temperatūra pakils nuo 20°C iki 30°C?





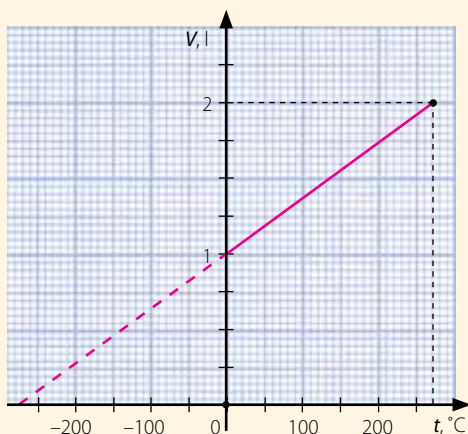
Žemiausia temperatūra

Beveik prieš 200 metų fizikai kėlė teoriją, kad egzistuoja žemiausia temperatūra, iki kurios gali būti šaldomas kūnas. Prancūzų mokslininkas Lui Žozefas Gei-Liusakas (1778–1850) (1) pastebėjo, kad inde esantis oras šildomas plečiasi, o šaldomas traukiasi (2). Jei 1 l oro pakaitiname nuo 0 °C iki 273 °C temperatūros, jo tūris padidėja dvigubai. Temperatūrą padidinus dar 273 °C, oras užima 3 l (kai slėgis pastovus). Šaldomo oro, priešingai, tūris mažėja. Buvo apskaičiuota, kad temperatūrai nukritus iki –273 °C tolesnis šaldymas nebeįmanomas. Taigi –273 °C yra žemiausia galima kūno temperatūra, kurioje bet kokioms medžiagos dalelėms liaujasi judėti (3). Šiluminis dalelių judėjimas nutrūksta, jų vidutinė kinetinė energija lygi nuliui.

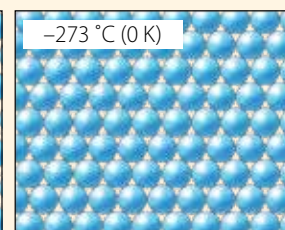
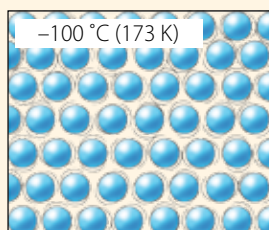
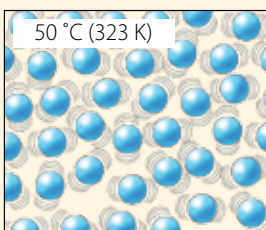
–273 °C temperatūrą anglų fizikas lordas Kėlvinas (plačiau žiūrėk 14 p.) pavadino absoliučiuoju nuli, žymima 0 K (nulis kelvinų). Šis taškas atitinka žemiausią galimą temperatūrą, tad 0 K = –273 °C. Absoliučiojo nulio pasiekti neįmanoma, bet mokslininkai specialiose laboratorijose yra pasiekę apytiksliai –139 °C temperatūrą.



Lui Žozefas Gei-Liusakas.



Kūno tūris priklauso nuo temperatūros.



Mažėjant temperatūrai, medžiagos dalelės pradeda lėčiau judėti.

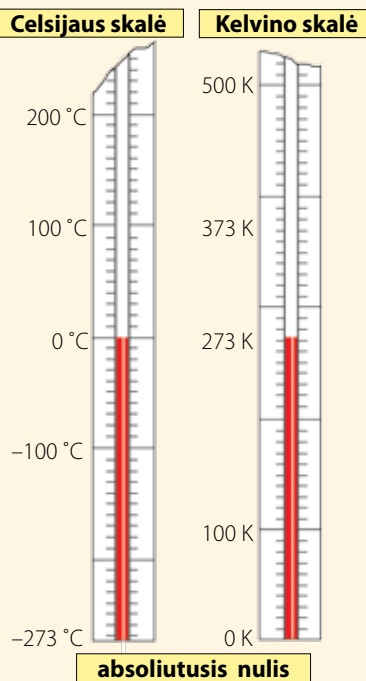
Kelvino skalė

1848 m. lordas Kėlvinas sudarė temperatūros skalę, kuri mokslininko garbei pavadinta Kelvino skale. Pagrindinis jos matavimo vienetas – kelvinas (K). Tai vienas pagrindinių SI sistemos vienetų. Nulinis Kelvino skalės taškas lygus absoliučiajam nuliui.

Vienas kelvinas prilyginamas vienam Celsijaus laipsniui: 1 K = 1 °C. Tad pagal Kelvino skalę tirpstančio ledo temperatūra lygi 273 K, žmogaus kūno temperatūra yra 310 K, o verdančio vandens 373 K (4).

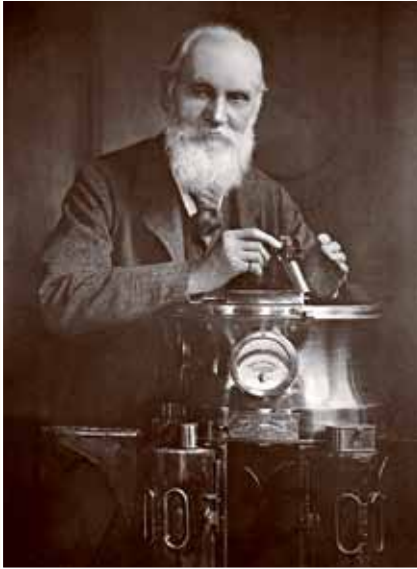
Absoliučioji temperatūra

Kelvino skalės temperatūra vadinama absoliučiąja temperatūra, kuri žymima T . Kelvino ir Celsijaus skalių temperatūros susijusios taip: $T = t + 273^\circ$; čia T – absoliučioji temperatūra (K), t – Celsijaus temperatūra (°C). Kasdieniame gyvenime temperatūra paprastai nurodoma Celsijaus laipsniais, bet fizikoje dažniausiai naudojamas kelvinas.



Celsijaus ir Kelvino skalės.

Pavyzdžiai	Vidutinė temperatūra, °C	Vidutinė temperatūra, K
Saulės paviršius	≈ 5700	≈ 6000
Liepsnojančios gamtinės dujos	700	973
Vandens virimas	100	373
Ledo tirpimas	0	273
Absoliutusias nulis	–273	0



Mokslininko jaunystė

Viljamas Tòmsonas gimė 1824 m. birželio 26 d. Aīrijoje. Šešerių metų neteko motinos, nuo to laiko kartu su vyresniu broliu Džeimsu ypač prisirišo prie tėvo – matematikos profesoriaus. Nuo 1832 m. berniukai pradėjo lankyti tėvo paskaitas Glazgo (Škòtija) universitete, o po poros metų gabūs mokslams broliai buvo oficialiai priimti į universitetą.

Penkiolikos metų Viljamas išspausdino vieną pirmųjų mokslinių straipsnių apie šilumos sklaidimo matematinę analizę. Po dvejų metų pabaigė mokslus ir tęsė matematikos bei fizikos studijas Kembridžo universitete. Baigęs studijuoti V. Tomsonas kelis mėnesius tobulinosi Parįžiuje.

Kūrybingiausias laikotarpis

1846 m. V. Tomsonas grįžo į Glazgo universitetą ir tapo fizikos profesoriumi. Pagrindinė jaunojo mokslininko tyrimų kryptis buvo šiluminė fizika. Jis įkūrė fizikos laboratoriją universitete ir sėkmingai jame dirbo bei kūrė daugiau nei 50 metų.

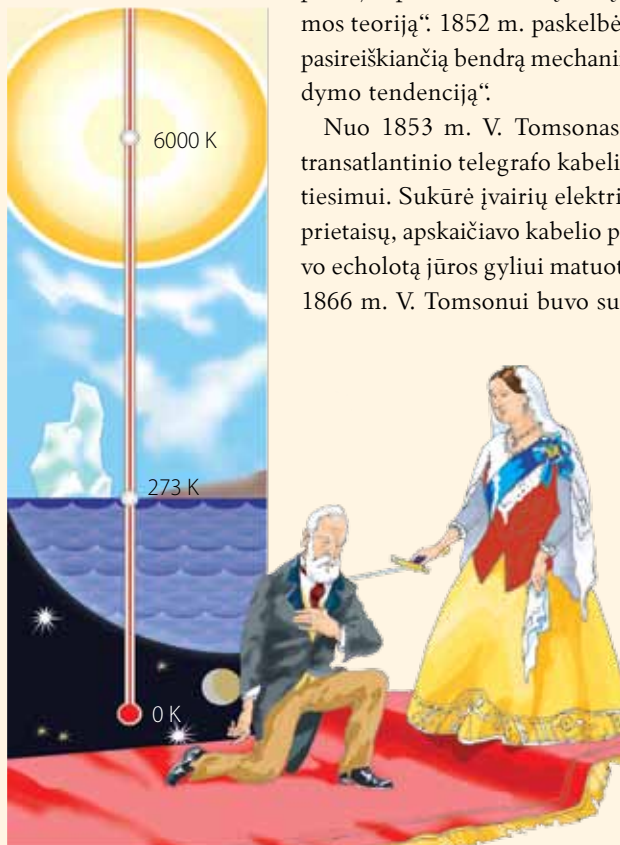
Pirmasis svarbus V. Tomsono darbas – 1848 m. sudaryta absoliučiosios temperatūros skalė. Mokslininkas padarė išvadą, kad kūno temperatūra proporcinga dalelių judėjimo energijai. Absoliutųjį nulį V. Tomsonas prilygino žemiausiai temperatūrai, kada šis judėjimas visiškai nutrūksta.

1851 m. mokslininkas pradėjo spausdinti darbų ciklą „Apie dinaminę šilumos teoriją“. 1852 m. paskelbė darbą „Apie gamtoje pasireiškiančią bendrą mechaninės energijos išsisklaidymo tendenciją“.

Nuo 1853 m. V. Tomsonas daug dėmesio skyrė transatlantinio telegrafo kabelio tarp Anglijos ir JAV tiesimui. Sukūrė įvairių elektrinių dydžių matavimo prietaisų, apskaičiavo kabelio parametrus, sukonstravo echolotą jūros gyliui matuoti. Už šiuos nuopelnus 1866 m. V. Tomsonui buvo suteiktas sero titulas.



Prietaisas elektrinei įtampai matuoti.



Lordo titulas

V. Tomsonas tapo vienu garsiausių pasaulio fizikų. 1881 m. jis kartu su kitais žymiais mokslininkais sudarė pirmąją suderintą elektros vienetų sistemą. 1890 m. buvo išrinktas Lóndono karališkosios draugijos prezidentu. Karalienė Viktorija 1892 m. suteikė jam lordo titulą. Mokslininkas pasivadino Kelvino upės, tekančios pro Glazgo universitetą, vardu ir tapo lordu Kelvinu.

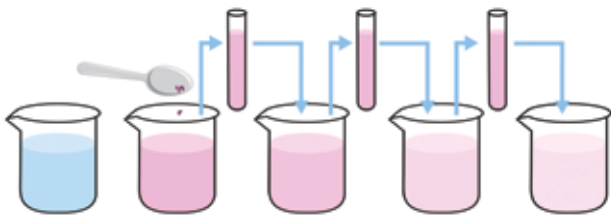
V. Tomsonas mirė 1907 m. gruodžio 17 d., palaidotas Lóndone, Vestminsterio abatijoje, šalia I. Niutono.



1. Medžiagos dalelės tikrai mažos ir juda!

TAU REIKĖS: vandens, keletu kruopelių kalio permanganato, 10 ml matavimo indo, dviejų 100 ml indų.

Paimk 2–3 kalio permanganato kristalėlius ir ištirpink juos 100 ml vandens. Palauk, kol visas vanduo nusidažys vientisa spalva. Koks procesas vyko įberus kalio permanganato į vandenį? 10 ml tirpalo supilk į indą, kuriame yra 90 ml švaraus vandens. Palauk, kol skysčiai susimaišys. Vėl 10 ml gauto tirpalo supilk į indą, kuriame įpilta 90 ml švaraus vandens. Toliau tokiu pat būdu skiesk tirpalą 8 kartus. Ar vanduo vis dar spalvotas? Pagalvok ir aprašyk, ką reikėtų padaryti, kad kalio permanganatas greičiau nudažytų švarų vandenį. Pateik du būdus.



2. Tarp dalelių yra tarpai?

TAU REIKĖS: vandens, šaukštelio druskos arba cukraus, 100 ml matavimo indo, stiklinės, šaukštelio arba stiklinės lazdelės.

Į stiklinę įpilk 100 ml vandens. Išmatuok vandens lygį stiklinėje ir duomenis užsirašyk į sąsiuvinį. Neužmiršk įvertinti absoliučiosios matavimo paklaidos. Tada į vandenį įberk šaukštelį druskos ar cukraus, vėl išmatuok vandens lygį inde ir įvertink matavimo paklaidas. Šaukšteliu ar stikline lazdele išmaišyk inde vandenį ir vėl atlik matavimus. Kas nutiko druskai vandenyje? Kaip pasikeitė vandens lygis stiklinėje? Pagalvok ir paaiškink eksperimento rezultatus, atsižvelk į matavimo paklaidas. Jei pamiršai, kaip skaičiuoti paklaidas, priminimą rasi priede.



3. Kaip greitai juda dalelės?

JUMS REIKĖS: smilkalų ir degtukų.

Padėkite smilkalus į klasės kampą. Pabandykite išmatuoti, koku apytiksliai atstumu užuodžiate neuždegtų smilkalų kvapą. Dabar uždekite smilkalus. Kas atsitiko? Ar jaučiate smilkalų kvapą tuo pačiu atstumu? Paaiškinkite gautus rezultatus.

4. Moneta ant butelio

TAU REIKĖS: šaldytuvo, tuščio butelio ir tokio dydžio monetos, kad uždengtų butelio kaklelį.

Į šaldytuvą iš vakaro įdėk butelį. Grįžęs (-usi) iš mokyklos butelį išimk ir ant jo kaklelio uždėk monetą. Aplėbk butelį rankomis ir stebėk monetą. Kas vyksta? Paaiškink eksperimento rezultatus.



I.3. Vidinės energijos kitimas

Kylant temperatūrai vidinė energija didėja, krintant – mažėja. Akivaizdu, kad tai nepastovus dydis. Išsiaiškinkime, kas turi įtakos vidinės energijos kitimui.

Vidinė energija ir mechaninis darbas

Kelias minutes intensyviai patrink monetą į medinį paviršių **1**. Netrukus pajusi, kad ji įkais. Dėl trinties jėgos atliekamo darbo monetos vidinė energija padidėja. Padidėja ir vidutinis dalelių greitis, kartu ir jų kinetinė energija.

Kūnai įšyla ne tik dėl trinties, bet ir nuo smūgių, deformacijų. Taigi, kai kūnas veikiamas mechaniškai, jo vidinė energija didėja.

Kai mechaninį darbą atlieka pats kūnas, jo vidinė energija mažėja. Tuo galima įsitikinti atlikus bandymą **2**. Į sandariai užkimštą storasienį stiklinį indą pumpuojamas oras, kuriame yra vandens garų. Po kurio laiko, padidėjus slėgiui, kamštis iššoka, o indo viduje tuo metu susidaro rūkas. Vadinasi, oras inde staiga atvėsta – jo vidinė energija sumažėja. Taip yra dėl to, kad suspaustas oras kamštį išstumia panaudodamas dalį savo vidinės energijos.

Vidinės energijos kitimas

- Vidinė energija didėja, kai kūnas veikiamas mechaniškai ir atliekamas darbas.
- Vidinė energija mažėja, kai mechaninį darbą atlieka pats kūnas.

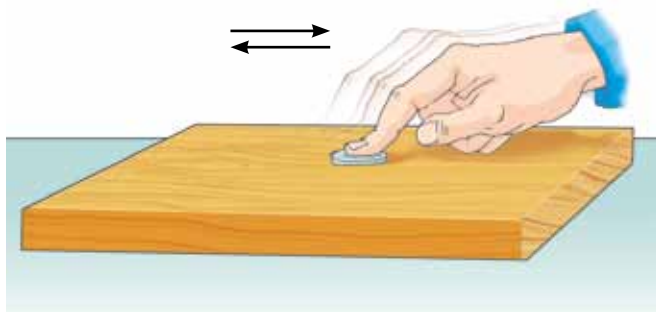
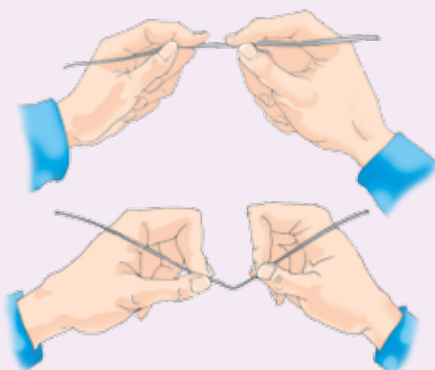
Vidinė energija ir šiluma

Į indą su karštu vandeniu panardintas šaukštelis po kurio laiko įkaista. Jo dalelėms dalį energijos perduoda vandens molekulės, todėl šaukštelio temperatūra ir vidinė energija padidėja, o vandens – sumažėja.

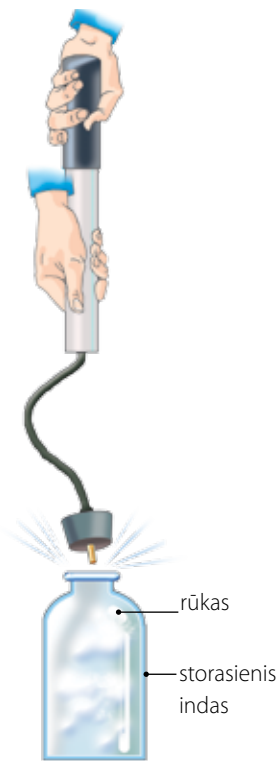
Kūno vidinę energiją galima pakeisti ne tik atliekant mechaninį darbą, bet ir perduodant šilumą. Jau žinai, kad yra trys šilumos perdavimo būdai: **šiluminis laidumas**, **konvekcija** ir **šiluminis spinduliavimas**. Trumpai juos apžvelkime.

Vielos vidinė energija

Keletą kartų sulenk ir atlenk vielos gabalėlį. Paliesk ranka tą vietą, kurią lankstei. Ką pajutai? Ar pakito vielos vidinė energija? Paaiškink kodėl. Kaip vidinė energija susijusi su atliktu mechaniniu darbu?



1 Moneta įšyla dėl trinties.



2 Suspaustas oras išstumia kamštį.

Šiluminis laidumas – šilumos perdavimo būdas, kai energija sklinda kūno viduje arba iš vieno besiliečiančio kūno į kitą.

Konvekcija – šilumos perdavimo būdas, kai energija dujose ir skystuose pernešama konvekciniomis srovėmis.

Šiluminis spinduliavimas – šilumos perdavimo būdas, kai energija perduodama spinduliais.



3 Karšta arbata dalį šilumos atiduoda šaukšteliui.

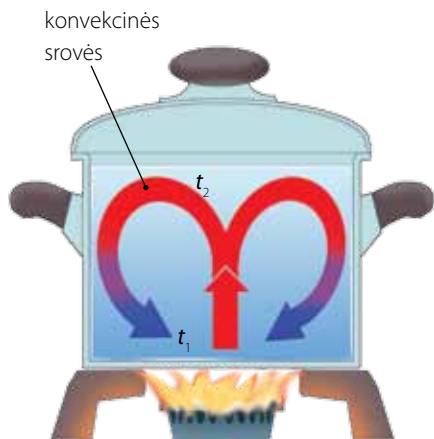
Šiluminis laidumas

Temperatūra lemia šilumos srauto kryptį. Šiluma visada sklinda iš šiltesnės kūno dalies į šaltesnę. Energija perduodama tol, kol visų kūnų temperatūra pasidaro vienoda. Pavyzdžiui, į karštą arbatą įdėtas metalinis šaukštelis gauna šilumos 3. Ji pamažu sklinda šaltesnio kotelio link. Dėl to šaukštelio vidinė energija ir temperatūra didėja, pamažu išyla visas kūnas. Arbata atiduoda dalį šilumos, todėl jos vidinė energija ir temperatūra mažėja. Šilumos perdavimo būdas, kai energija sklinda kūno viduje arba iš vieno besiliečiančio kūno į kitą, vadinamas šiluminiu laidumu.

Įvairios medžiagos šilumą praleidžia skirtingai. Metalai yra labai geri šilumos laidininkai, o mediena, stiklas, plastikas – šilumos izoliatoriai.

Konvekcija

Kaitinamuose skysčiuose ir dujose susidaro srovės, kurios perneša energiją. Toks šilumos perdavimo būdas vadinamas konvekcija (lot. *convectio* – sunešimas, suvežimas). Ji yra dviejų rūšių: laisvoji (natūralioji) ir priverstinė. Laisvosios konvekcijos pavyzdys – vandens šildymas inde 4. Prie dugno ir paviršiuje skystis yra skirtingos temperatūros ir tankio, todėl maišosi. Susidaro konvekinės srovės, kurioms pernešant energiją iš vienos vietos į kitą visas skystis inde įkaista. Priverstinė konvekcija vyksta, kai nevienodai įšilusį skystį arba dujas maišome siurbliu, ventiliatoriumi 5.



4 Šiluma skystyje perduodama konvekinėmis srovėmis.



5 Priverstinė oro konvekcija.

Šiluminis spinduliavimas

Šviečianti elektros lempa, šiltakraujai gyvūnai, Saulė ir kiti fizikiniai kūnai spinduliuoja šilumą – nematomus infraraudonuosius spindulius 6. Kuo aukštesnė kūnų temperatūra, tuo stipresnis spinduliavimas. Pavyzdžiui, kárštos žarijos aplinkai šilumos perduoda gerokai daugiau negu sėdintys prie laužo žmonės 7.



6 Ši lempa skleidžia infraraudonuosius spindulius.



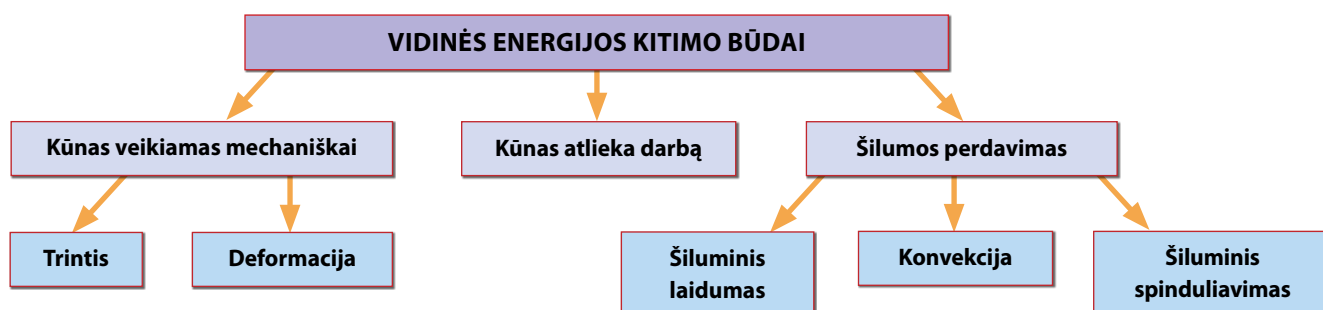
7 Laužas spinduliuoja šilumą.

Šiluminis spinduliavimas energiją perduoda spinduliais, o ne per medžiagą. Infraraudonasis spinduliavimas galimas ir vakuume, o konvekcija ir šiluminis laidumas – ne.

Žemesnės temperatūros kūnai sugeria dalį įkaitusio kūno išspinduliuotos energijos ir ji pavirsta jų vidine energija. Dėl to kūnai įšyla, bet ne visi vienodai. Kiek energijos gali sugerti kūnas, priklauso nuo jo paviršiaus. Tamsesnis matinio paviršiaus kūnas **8** (A) energijos sugeria daugiau, negu atspindi, tad ir įkaista labiau nei šviesesnis blizgus kūnas **8** (B), kuris šilumos atspindi daugiau, negu sugeria.



8 Juodas automobilis šilumos sugeria daugiau nei sidabro spalvos automobilis.



9 Vidinės energijos kitimo būdai.

Užduotys

- 1** ○ Pateik pavyzdžių, kaip atliekant mechaninį darbą galima pakeisti kūno vidinę energiją.
- 2** ● **1**, **2** Paašikink, kaip vidinė energija susijusi su atliktu mechaniniu darbu.
- 3** ● Išvardyk ir palygink šilumos perdavimo būdus.
- 4** ○ Aprašyk šilumos laidumo procesą dalelių modelyje.
- 5** ● Kuo skiriasi laisvoji ir priverstinė konvekcija? Pateik pavyzdžių.
- 6** ● Paašikink, kodėl norėdami skystį pašildyti ar užvirinti indą kaitiname iš apačios.
- 7** ● Paašikink, kodėl patalpose radiatoriai įrengiami prie grindų.
- 8** ● **7** Paašikink:
 - a) kaip kinta liepsnos ir žmonių kūno temperatūra, vidinė energija;
 - b) koku būdu laužo spinduliuojama šiluma pasiekia žmonių kūnus. Kaip galima tai įrodyti?
- 9** ○ Kokios spalvos kūnai geriau sugeria išspinduliuotą energiją, o kokie blogiau?
- 10** ● **8** Kuris automobilis įkaista mažiau? Paašikink kodėl.
- 11** ● Du vienodi termometrai, kurių vieno rezervuaras išteptas suodžiais, palikti saulės atokaitoje. Ar po tam tikro laiko jie rodys vienodą temperatūrą? Atsakymą paašikink.
- 12** ● Paašikink, kodėl prie jūros ar žiemą, kai yra sniego, ypač reikia saugotis saulės nudegimų.
- 13** ● Žmogaus kūnas nuolat išskiria šilumą. Tinkama apranga padeda išvengti šilumos netekimo. Tačiau žiemą po kiek laiko lauke vis tiek pasidaro šalta. Kas „pasima“ šilumą?
- 14** ● Pagalvok ir aprašyk, kaip galima išsiaiškinti, kuris – sidabrinis ar plieninis – šaukštelis geriau praleidžia šilumą.
- 15** ● Naktį Mėnulyje temperatūra nukrinta iki $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$, o Žemėje – ne. Paašikink, kodėl susidaro toks temperatūros skirtumas.



1 Prasta ir gera stogo šilumos izoliacija.



2 Akytojo betono blokelis.

Statybinės medžiagos, kurių sluoksnio storis 10 cm	Šiluminės izoliacijos koeficientas $M, m^2 \cdot K / W$
Gelžbetonis	0,05
Betonas	0,06
Silikatinė pilnavidurė plyta	0,11
Akytasis betonas	0,30
Keramzitbartonis su aktyuoju kvarciniu smėliu	0,50
Mediena	0,55
Medienos plaušas	1,43
Putų polistirenas	2
Stiklo vata	2,1
Akmens vata	2,5

3 Kai kurių statybinių medžiagų šiluminės izoliacijos koeficientas.

1 parodytas namo stogas praėjus trims valandoms, kai iškrito sniegas. Stogas nebaigtas apšiltinti. Nesunku nuspręsti, kuri pusė neapšiltinta – sniegas nutirpo ten, kur šilumos izoliacija prasta.

Šaltuoju metų laiku oro temperatūra lauke mažesnė negu namuose, todėl šiluma nuolat skverbiasi į vidų. Ji sklinda ne tik pro stogą, bet ir pro sienas, grindis, nesandarius langus, duris. Namas netenka šiluminės energijos visais būdais: šiluminio laidumo, konvekcijos ir šiluminio spinduliavimo. Kaip sumažinti energijos nuostolius?

Šiluminės izoliacijos koeficientas

Ivairios medžiagos šilumą praleidžia skirtingai. Šią savybę apibūdina fizikinis dydis – šiluminės izoliacijos koeficientas. Kuo jis didesnis, tuo mažiau šiluminės energijos praleidžia medžiaga. Šiluminės izoliacijos koeficientas žymimas M , matavimo vienetas – kvadratinis metras iš kelvino vatui ($m^2 \cdot K / W$).

3 pateiktas kai kurių statybinių medžiagų šiluminės izoliacijos koeficientas. Akytojo betono jis keliskart didesnis negu silikatinė plyta ar gelžbetonis, todėl nemažai namų dabar statoma iš akytojo betono blokelių 2.

Šiluminės izoliacijos koeficientas priklauso ir nuo medžiagos storio. Kuo medžiaga storesnė, tuo geresnės jos izoliacinės savybės. Pavyzdžiui, 10 cm storio betono sluoksnio šiluminės izoliacijos koeficientas yra $0,06 m^2 \cdot K / W$, o 20 cm storio – $0,12 m^2 \cdot K / W$.

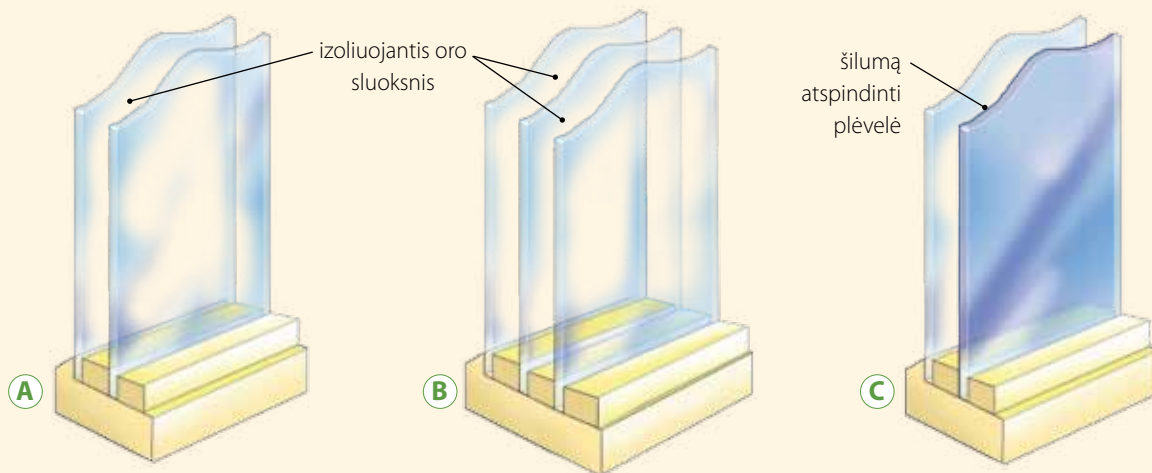
Termoizoliacinės medžiagos

Akmens ir stiklo vata, putų polistirenas yra mažo tankio akytos medžiagos. Jų porose esantis oras prastas šilumos laidininkas, todėl šios medžiagos gerai izoluoja šilumą – mažina energijos perdavimą į aplinką. Kitaip jos dar vadinamos termoizoliacinėmis (gr. *thermos* – šiltas, karštas, pranc. *isolation* – išskyrimas, atskyrimas) medžiagomis. Iš 3 matyti, kad šių medžiagų šiluminės izoliacijos koeficientas yra didelis. Termoizoliacinės medžiagos plačiai naudojamos namams iš išorės ar vidaus šiltinti. Jomis užpildomos namo sienų ertmės, sienos, stogai, klojamos grindys 4.

Termoizoliacinėmis medžiagomis apšiltinto namo šiluminės izoliacijos koeficientas padidėja maždaug 3–4 kartus. Tokio namo šiluminei energijai gaminti reikia mažiau kuro, vadinasi, ne tik sutaupoma pinigų, bet ir mažiau teršiama atmosfera.



4 Grindų šiltinimas putų polistirenu.



5 Skirtingo tipo langai.

Neišleiskime šilumos pro langus ir duris!

Daug šilumos prarandama pro nesandarius langus, duris. Tad norint sumažinti energijos nuostolius, būtina tinkama izoliacija. Vienas iš būdų – plyšių sandarinimas. Šiam tikslui tinka speciali izoliacinė juostelė, kuri mažina oro konvekciją tarp kambario ir lauko.



7 Stiklo paketo langai.

Gyvenamųjų namų langai dažniausiai būna dvigubi arba trigubi 5 (A, B). Vienas ar du oro sluoksniai tarp stiklų sumažina šiluminę energijos perdavimo laidumą. Spinduliavimą pro langus galima sumažinti ant vidinės stiklo pusės priklijavus specialią šilumą atspindinčią plėvelę 5 (C). Ją sudaro plonas skaidrus metalinis sluoksnis, atspindintis infraraudonuosius spindulius.

Šilumos daugiausia sutaupysime, jei įstatysime langus su stiklo paketu 7. Tai dviejų trijų stiklų sistema, tarp kurių yra vakuumas. Jis tarsi barjeras sumažina šiluminę energijos perdavimo laidumą ir konvekciją.

6 pateiktas įvairių langų šiluminės izoliacijos koeficientas. Akivaizdu, kad daugiausia šilumos neteks namas su dvigubais langais, mažiausiai – su stiklo paketais.

Langas	Šiluminės izoliacijos koeficientas $M, m^2 \cdot K / W$
dviejų stiklų	0,34
trijų stiklų	0,51
dviejų stiklų su šilumą atspindinčia plėvele	0,60
stiklo paketas	0,6–0,9

6 Langų šiluminės izoliacijos koeficiento palyginimas.

Kaip taupyti šilumą

Kiekvienas iš jūsų galite sutaupyti šilumos. Štai keli patarimai:

- ✓ už radiatoriaus įdėkite šilumą atspindinčios aliumininės folijos lakštus;
- ✓ radiatoriaus neuždenkite baldais ir užuolaidomis;
- ✓ įrenkite termoreguliatorius;
- ✓ languose įtaisykite ir naktį nuleiskite žaliuzes;
- ✓ nelaikykite nuolat pravertos orlaidės, geriau 2–3 kartus per dieną plačiai kelioms minutėms atverkite langą ir išvėdinkite kambarį;
- ✓ izoliuokite stogą ir pirmo aukšto grindis;
- ✓ jei turite reguliuojamą šildymo sistemą, sumažinkite šildymą naktį arba kai namuose nieko nėra.



I. Apšiltintas ir neapšiltintas namas

TAU REIKĖS: 2 vienodų nedidelių kartoninių batų dėžių, 2 keraminių plytelių, 2 termometrų, aštraus peilio, žirklių, lipnios juostos, plastilino, plono peršviečiamo popieriaus, aliumininės folijos, 4 guminių juostelių, putplasčio (maždaug 1 cm storio), puodkėlės, viryklės su orkaitė, laikrodžio.

Neapšiltintas namas

Dėžės dangčio viduryje iškirpk angą (namo langą) ir užklijuok popieriumi. Vienoje dėžės sienelėje atsargiai išpjauk nedidelę kiaurymę.  **NEĮSIPJAUK!** Į ją įstatyk termometrą ir plastilinu pritvirtink prie dėžės paviršiaus. Termometro skalę turį matyti pro langą. Uždenk dėžę ir užmauk dvi gumines juosteles taip, kad prilaikytų dangtį.



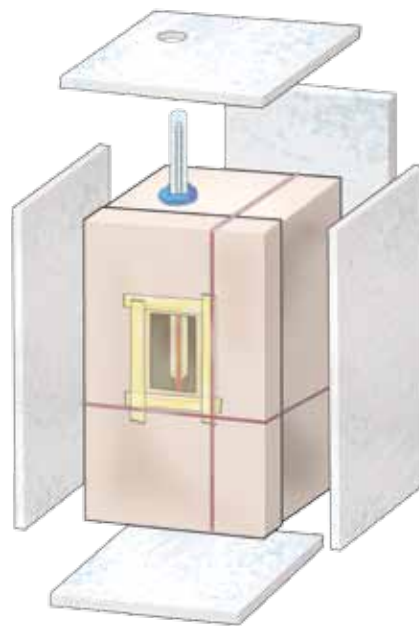
Apšiltintas namas

Namą gamink panašiai, paskui – izoliuok. Išmatuok dangtį, visas dėžės sienas ir iš putplasčio išpjauk atitinkamo dydžio plokštes.  **NEĮSIPJAUK!** Nepamiršk padaryti kiaurymės termometrui.

Šio namo langas bus „dvigubas“, tad vienos putplasčio plokštės viduryje išpjauk angą. Ją, kaip ir angą dangtyje, užklijuok peršviečiamu popieriumi.

Dėžę ir dangtį iš vidaus išklok aliuminine folija. Jos klijuoti negalima, bet stipriai prie sienų prispausta folija gerai laikosi. Kai įstatysi ir pritvirtinsi termometrą, uždenk dėžę. Iš visų pusių dėk putplasčio plokštes ir užmauk gumines juosteles, kaip parodyta iliustracijoje.

Sąsiuvinyje nusibraižyk pateiktą lentelę. Įkaitink orkaitę iki 50 °C temperatūros. Paimk puodkėlę ir į orkaitę atsargiai įdėk keramines plyteles, o ant jų padėk paruoštus modelius.  **NEAPSIDEGINK!** Pusulandį kas 5 min atsargiai stebėk termometrų rodmenis ir užsirašyk juos lentelėje. Milimetriniame popieriuje skirtingos spalvos pieštukais nubraižyk kiekvieno namo temperatūros kitimo grafiką: x ašyje nurodyk laiką t (min), y ašyje – temperatūrą t (°C). Apibūdink temperatūros kreives. Apskaičiuok temperatūros pokytį ir įvertink rezultatus. Kokias išvadas gali padaryti?



Namas	Temperatūra t , °C						
	matavimo pradžia	po 5 min	po 10 min	po 15 min	po 20 min	po 25 min	po 30 min
apšiltintas							
neapšiltintas							



2. Šilti skruostai

JUMS REIKĖS: dviejų skirtingų stalinių šviestuvų. Bandymą atlikite dviese pakaitomis.

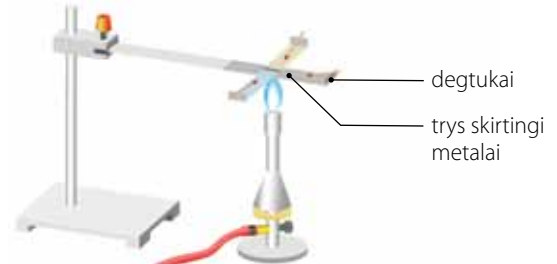
Atsisėsk šalia stalinio šviestuvo ir užmerk akis. Tegul draugas arba draugė be išpėjimo įjungia šviestuvą. Ar gali pasakyti, kada jis šviečia? Tada vieną šviestuvą reikia pakeisti kitu. Ar jauti skirtumą? Kokiu būdu tave pasiekia iš šviestuvo sklindanti šiluma? Jei lauke tau užrištų akis, ar galėtum pasakyti, kada šviečia saulė, o kada debesuota?



3. Metalai – šilumos laidininkai

TAU REIKĖS: trikojo, trijų skirtingų metalų plokštelių, degtukų (vietoj jų galima ant plokštelių užlašinti vaško), dujinio degiklio.

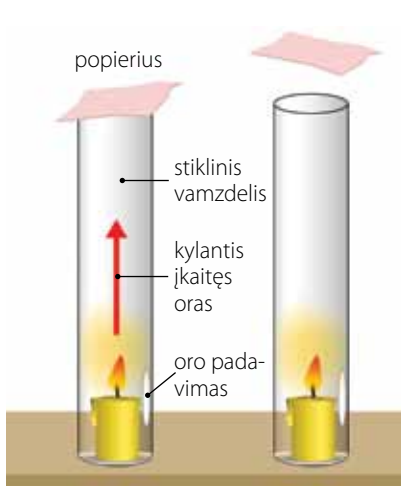
Vienu galu sujunk skirtingų metalų plokšteles. Ant jų uždėk degtukus arba ant kiekvienos plokštelės užlašink šiek tiek vaško. Plokšteles nedideliu liepsna kaitink iš apačios ir stebėk. **NEAPSIDEGINKI!** Kas įvyko? Kaip paaiškintum stebimą reiškinį? Kokiais būdais buvo perduodama šiluminė energija?



4. Oras gali pakelti!

TAU REIKĖS: apie 50 cm ilgio kartoninio vamzdelio, žvakės (mažesnio skersmens nei kartoninis vamzdelis), lengvo popieriaus (vienasluoksnės popierinės nosinaitės).

Ant stalo pastatyk žvakę ir ją uždek. Vamzdelį uždėk ant žvakės, kaip parodyta. Vamzdelio viršų užklok nosinaite ar koku kitu lengvu popieriaus lapu. Stebėk, kas vyks. Kas nutiko popieriaus lapeliui? Kokį šilumos perdavimo būdą stebėjai? Pagalvok ir pasiūlyk savo eksperimentą šiam reiškiniui stebėti.



klok nosinaite ar koku kitu lengvu popieriaus lapu. Stebėk, kas vyks. Kas nutiko popieriaus lapeliui? Kokį šilumos perdavimo būdą stebėjai? Pagalvok ir pasiūlyk savo eksperimentą šiam reiškiniui stebėti.

5. Ar vanduo – šilumos laidininkas?

TAU REIKĖS: mėgintuvėlio, ledo gabalėlio, veržlės ar vielos, vandens, degiklio, stovo.

Į mėgintuvėlį įdėk ledo gabalėlį ir prispausk veržlę. Tris ketvirtadalius mėgintuvėlio pripildyk vandens. Palenktą mėgintuvėlį pritvirtink prie stovo ir pakaitink mėgintuvėlio viršuje esantį vandenį, kol užvirs. **NEAPSIDEGINKI!** Kas nutiko ledui? Paaiškink stebimą reiškinį. Ar vanduo geras šilumos laidininkas?

