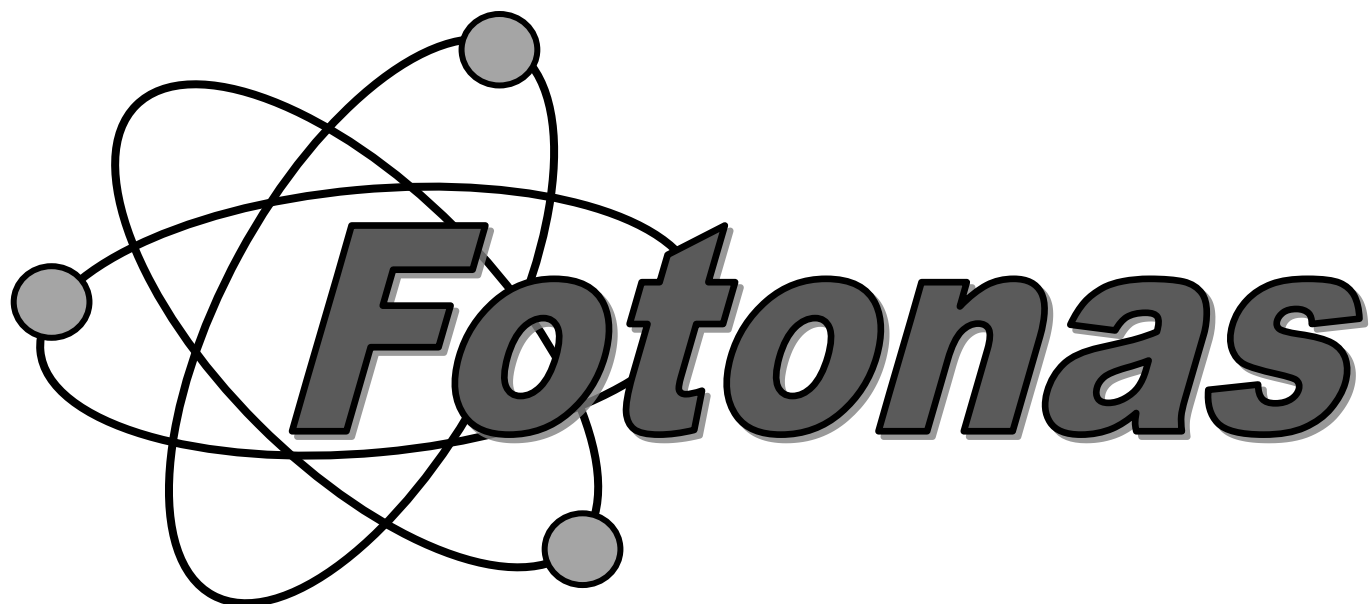


LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA
ŠIAULIŲ UNIVERSITETO
JAUNŲJŲ FIZIKŲ MOKYKLA „FOTONAS“



ŠILUMA

**LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA
ŠIAULIŲ UNIVERSITETO
JAUNŲJŲ FIZIKŲ MOKYKLA „FOTONAS“**

Violeta Šlekienė

ŠILUMA

I KURSO II TURO UŽDUOTYS IR METODINIAI NURODYMAI

**Metodinė priemonė
2013–2014 mokslo metai**

Šiauliai 2013

II TURAS

ŠILUMA

Metodiniai nurodymai

Energija, kuri savaime perduodama iš aukštesnės temperatūros vietos į žemesnės temperatūros vietą, vadinama **šilumine energija**, arba **šilumos kiekiu**, arba **šiluma**.

Kai tik yra temperatūrų skirtumas, **šiluminė energija** savaime perduodama iš šiltesnės vietos į šaltesnę **šilumos laidumo, konvekcijos** arba **spinduliavimo** būdu.

Dėl to didėja šaltesnių kūnų **vidinė energija** (kūno molekulių kinetinės energijos ir potencinės energijos suma) ir kyla jų temperatūra, kartu mažėja šiltesnių kūnų energija ir krinta jų temperatūra. Šis procesas vyksta tol, kol temperatūra suvienodėja. Tokia būseną vadinama **termodinamine pusiausvyra**.

Taigi šiluma yra tam tikros rūšies energija, todėl ji, kaip ir bet kurios kitos rūšies energija, neišnykdamas bei nesusikurdama gali virsti kitos rūšies energija (energijos tvermės ir virsmo dėsnis).

Šilumos perdavimą galima aiškinti kaip kinetinės energijos perdavimą susiduriant dalelėms, iš kurių sudaryti kūnai, arba kaip spinduliavimo energijos perdavimą iš vieno kūno į kitą. Energija, kurią kūnas gauna arba kurios netenka šilumos perdavimo būdu, vadinama **šilumos kiekiu**.

Anksčiau šilumos kiekis buvo matuojamas kalorijomis (cal). Kalorija – tai šilumos kiekis, kurio reikia 1 g vandens temperatūrai padidinti 1 °C. Dabar vartojamas šilumos kiekio SI vienetas – džaulis (J). Energija, atitinkanti vieną kaloriją, lygi 4,18 J.

Norint apskaičiuoti šilumos kiekį Q , reikalingą bet kokios masės m kūno temperatūrai pakelti ($t_2 - t_1$) laipsniais, reikia žinoti šilumos kiekį, kurio reikia 1 kg medžiagos sušildyti 1 °C. Tas šilumos kiekis vadinamas **savitoja šiluma** (c).

Savitoji šiluma rodo, kiek šilumos reikia vieno kilogramo medžiagos temperatūrai pakelti vienu laipsniu.

Kiekviena medžiaga turi jai būdingą savitosios šilumos vertę. Savitosios šilumos SI vienetas yra džaulis kilogramui kelvinui

$$[c] = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

Tokia pati skaitinė vertė gaunama ir matuojant

$$[c] = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

(džaulis kilogramui Celsijaus laipsniui), kadangi temperatūrų pokytis išmatuotas K ir °C turi tą pačią skaitinę vertę.

Taigi, norint m masės kūno, kurio medžiagos savitoji šiluma c , temperatūrą pakelti nuo t_1 iki t_2 , jam reikia suteikti šilumos kiekį, kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Q = c m (t_2 - t_1). \quad (2.1)$$

Kai kūnas šildomas, didėja jį sudarančių dalelių svyravimo kinetinė energija, drauge ir jų svyravimo amplitudė.

Šiluminė talpa C rodo, kiek šilumos reikia kūno temperatūrai pakelti vienu laipsniu

$$C = c m.$$

Šiluminės talpos (SI) vienetas džaulis Celsijui:

$$[C] = 1 \text{ J}/^\circ\text{C}.$$

Kietasis kūnas gali virsti skystuoju, tik gavęs tokį šilumos kiekį, kurio pakanka dalelių išsidėstymo tvarkai suardyti. Kietosios medžiagos virsmas skystąja vadinamas **lydymusi**.

Kiekviena vienalytė medžiaga turi pastovią savo **lydymosi temperatūrą**. Jei lydomas kūnas šildomas, jo temperatūra išlieka pastovi. Ta šiluma suvartojama darbui, reikalingam dalelių traukos jėgoms įveikti.

Lydymosi šiluma apskaičiuojama:

$$Q = \lambda m; \quad (2.2)$$

čia λ – savitoji lydymosi (kietėjimo) šiluma (randama lentelėse).

$$[\lambda] = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}.$$

Tai šilumos kiekis, reikalingas vienam kilogramui kietosios kristalinės medžiagos išlydyti lydymosi temperatūroje.

Šilumos kiekis, kurį medžiaga išskiria kietėdama, lygus šilumos kiekiui, reikalingam tai pačiai kietajai medžiagai paversti skysčiu.

Skysčiai sudaryti iš dalelių, kurios irgi svyruoja apie pusiausvyros padėtį, bet ta padėtis nuolat kinta. Jei dalelės kinetinė energija maža, traukos jėgos išlaiko ją skysčio viduje, bet jei dalelės kinetinė energija didelė, dalelė atsiskirs nuo skysčio tiek, kad jos daugiau nebeveiktų kitų dalelių trauka.

Išlėkusios iš skysčio ir nutolusios nuo jo dalelės sudaro **garus**. **Garavimas** yra toks vyksmas, kurio metu skystoji medžiaga virsta dujomis.

Garavimo šiluma apskaičiuojama:

$$Q = L m; \quad (2.3)$$

čia L – savitoji garavimo (kondensacijos) šiluma (randama lentelėse). Tai šilumos kiekis, reikalingas vienam kilogramui skystos medžiagos paversti dujomis virimo temperatūroje.

$$[L] = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}.$$

Virsdami skysčiu, t. y. **kondensuodamiesi**, garai atiduoda tokį pat šilumos kiekį, kokio reikia jiems susidaryti. Taigi savitoji kondensacijos šiluma lygi savitajai garavimo šilumai.

Dar vienas medžiagos būsenos kitimas vadinamas **sublimacija**. Tai tiesioginis garų virsmas kietuoju kūnu ir atvirkščiai.

Jei šiluma keičiasi keli kūnai, tai šilumos kiekis, atiduotas tų kūnų, kurių vidinė energija mažėja, yra lygus šilumos kiekiui, gautam tų kūnų, kurių vidinė energija didėja (uždarai kūnų sistemai).

Šis teiginys vadinamas energijos tvermės dėsniu, arba **šilumos balanso lygtimi**:

$$Q_{\text{atiduotas}} = Q_{\text{gautas}} \quad (2.4)$$

Šiluma išsiskiria ir degant kurui.

Šilumos kiekis, kurį išskiria visiškai sudegdamas vienas kilogramas kuro, vadinamas **kuro degimo šiluma** arba **šilumingumu** q (randamas lentelėse).

$$[q] = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}.$$

Sudegus m masės kurui, išsiskiria šilumos kiekis

$$Q = q m. \quad (2.5)$$

Atlikto naudingo mechaninio darbo ir suvartotos vidinės kuro energijos santykis vadinamas šiluminio variklio **naudingumo koeficientu**:

$$\eta = \frac{A_n}{Q} \cdot 100\%. \quad (2.6)$$

Variklio galia – tai atliktas darbas per laiko vienetą:

$$N = \frac{A}{t}. \quad (2.7)$$

$$[N] = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \text{ W}.$$

Kada mechaninė energija virsta šiluma ir dėl to keičiasi kūno temperatūra, yra taikomas energijos tvermės dėsnis:

$$\Delta E_{\text{mech}} = Q.$$

Uždavinių sprendimų pavyzdžiai

1 pavyzdys

Kiek laipsnių atvėso 27 litrų vanduo, jeigu į aplinką jis atidavė 1,5 MJ šilumos?

Δt	$V = 27 \text{ l} = 27 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ $Q = 1,5 \cdot 10^6 \text{ J}$ $c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$ $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
------------	--

Vandeniui vėstant išskiriamos šilumos kiekis

$$Q = cm\Delta t,$$

čia $m = \rho V$ – vandens masė.

$$\Delta t = \frac{Q}{cm} = \frac{Q}{c\rho V}.$$

$$\Delta t = 13 \text{ °C}.$$

Atsakymas: $\Delta t = 13 \text{ °C}$.

2 pavyzdys

Šilumai nelaidžiame inde yra du skysčiai, kurių savitosios šilumos atitinkamai lygios c_1 ir c_2 . Skysčiai atskirti šilumai nelaidžia pertvara. Pertvara išimama, ir nusistovėjus šiluminei pusiausvyrai temperatūrų skirtumas tarp vieno iš skysčių pradinės temperatūros ir inde nusistovėjusios temperatūros tampa perpus mažesnis už pradinį temperatūrų skirtumą. Koks skysčių masių santykis?

$\frac{m_1}{3m_2}$	c_1 c_2
--------------------	----------------

Tegul pradinės skysčių temperatūros buvo atitinkamai lygios t_1 ir t_2 , o nusistovėjus šiluminei pusiausvyrai – lygi t .

Kadangi indas yra nelaidus šilumai, tai šilumos mainai vyksta tik tarp skysčių.

Užrašome šilumos balanso lygtį:

$$c_1 m_1 (t - t_1) = c_2 m_2 (t_2 - t).$$

Iš čia

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{c_2 (t_2 - t)}{c_1 (t - t_1)}.$$

Pagal uždavinio sąlygą

$$2(t_2 - t) = (t_2 - t_1).$$

$$2t_2 - 2t = t_2 - t_1$$

arba

$$t_2 - t = t - t_1.$$

Vadinasi

$$\frac{(t_2 - t)}{(t - t_1)} = 1.$$

Tokiu būdu

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{c_2}{c_1}.$$

Skysčių masių santykis yra atvirkščiai proporcingas savitųjų šilumų santykiui.

Atsakymas: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{c_2}{c_1}.$

3 pavyzdys

Turime du šilumai nelaidžius indus. Pirmajame iš jų yra 5 kg 60 °C temperatūros vandens. Antrajame – 1 kg 20 °C temperatūros vandens. Pirmą dalį vandens perpylė iš pirmojo indo į antrąjį. Po to, kai antrajame inde nusistovėjo šiluminė pusiausvyra, iš jo į pirmąjį indą įpylė tiek vandens, kad vandens tūriai induose būtų lygūs pradiniams. Po šių perpylimų vandens temperatūra pirmajame inde tapo lygi 59 °C. Kiek vandens perpylė iš pirmojo indo į antrąjį ir atgal?

Δm	$m_1 = 5 \text{ kg}$ $t_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ $m_2 = 1 \text{ kg}$ $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_{1x} = 59 \text{ }^\circ\text{C}$
------------	--

Po vandens perpylimo iš pirmojo indo į antrąjį ir iš antrojo į pirmąjį vandens masė induose liko tokia pati, o temperatūra pirmajame inde sumažėjo 1°C. Todėl galima teigti, kad vanduo pirmajame inde atidavė šilumos kiekį

$$Q_1 = cm(t_1 - t_2);$$

$$\Delta t_1 = t_1 - t_{1x} = 60 \text{ }^\circ\text{C} - 59 \text{ }^\circ\text{C} = 1 \text{ }^\circ\text{C};$$

Pagal energijos tvermės dėsnį šis šilumos kiekis buvo perduotas vandeniui antrajame inde. Vadinasi,

$$cm_2\Delta t_2 = Q_1 = cm_1\Delta t_1;$$

čia Δt_2 – vandens antrajame inde temperatūros pokytis.

Iš šios lygties rasime Δt_2 :

$$\Delta t_2 = \frac{m_1\Delta t_1}{m_2}.$$

$$\Delta t_2 = 5\Delta t_1 = 5\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Tokiu būdu po Δm masės vandens perpilimo vandens temperatūra antrajame inde tapo lygi $\Delta t_{2x} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Užrašome šilumos balanso lygtį:

$$c\Delta m(t_1 - t_{2x}) = cm_2(t_{2x} - t_2).$$

Iš čia

$$\Delta m = \frac{m_2(t_{2x} - t_2)}{(t_1 - t_{2x})},$$

$$\Delta m = 1/7\text{ kg}.$$

Atsakymas: $\Delta m = 1/7\text{ kg}$.

4 pavyzdys

Grūdinamas 152 g plieninis rėžtukas, buvo įdėtas į 100 g aliumininį indą su 15 °C temperatūros 600 g mašininės alyvos. Alyva įkaito iki 48 °C. Iki kokios temperatūros buvo įkaitintas rėžtukas? Šilumos nuostolių nepaisykite.

t_1	$m_1 = 152\text{ g} = 0,152\text{ kg}$ $m_2 = 100\text{ g} = 0,1\text{ kg}$ $m_3 = 600\text{ g} = 0,6\text{ kg}$ $t_2 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_3 = 48\text{ }^{\circ}\text{C}$ $c_1 = 460\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$ $c_2 = 880\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$ $c_3 = 1,68\cdot 10^3\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$
-------	---

Dėl šilumos mainų plieninis rėžtukas atvėsta iki $t_3 = 48\text{ }^{\circ}\text{C}$ ir išsiskiria šilumos kiekis Q_1 :

$$Q_1 = c_1m_1(t_1 - t_3).$$

Aliumininis indas ir mašininė alyva įšyla iki temperatūros $t_3 = 48\text{ }^{\circ}\text{C}$ ir gauna šilumos kiekį Q_2 :

$$Q_2 = c_2m_2(t_3 - t_2) + c_3m_3(t_3 - t_2) = (c_2m_2 + c_3m_3)(t_3 - t_2).$$

Užrašome šilumos balanso lygtį trimis kūnams:

$$Q_1 = Q_2$$

arba

$$c_1 m_1 (t_1 - t_3) = (c_2 m_2 + c_3 m_3) (t_3 - t_2).$$

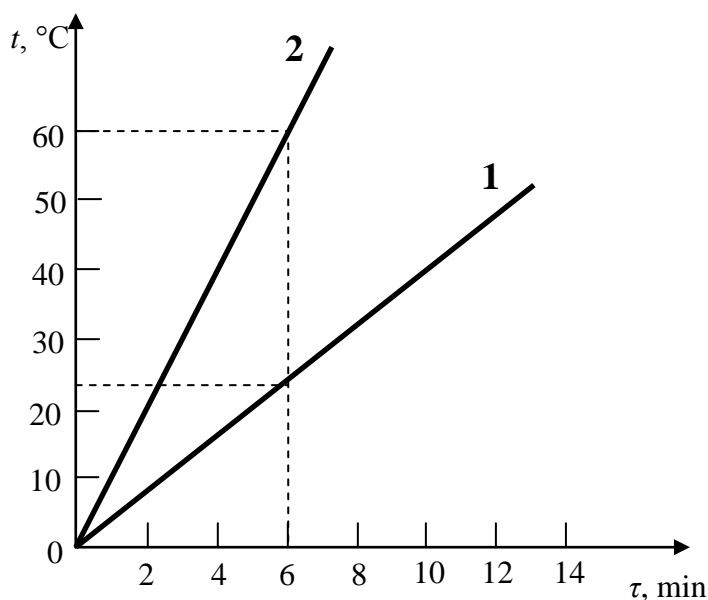
$$t_1 = \frac{(c_2 m_2 + c_3 m_3) (t_3 - t_2)}{c_1 m_1} + t_3.$$

$$t_1 = 565^\circ\text{C}.$$

Atsakymas: $t_1 = 565^\circ\text{C}$.

5 pavyzdys

Dviem vienodomis krosnelėmis vienoduose induose šildomas vienodos masės vanduo ir tiriamasis skystis. Skysčių temperatūros priklausomybės nuo laiko grafikai pavaizduoti 1 paveiksle. Apskaičiuokite tiriamojo skysčio savitąją šilumą, žinodami, kad jo savitoji šiluma yra mažesnė nei vandens.



1 pav.

Kadangi vandens savitoji šiluma yra didesnė nei tiriamojo skysčio, tai pirmoji kreivė atitinka vandens temperatūros priklausomybę nuo laiko, antroji – nuo tiriamojo skysčio.

Šildant skysčius vienodomis krosnelėmis, šilumos kiekis q , išsiskiriantis per laiko vienetą, yra vienodas. Todėl

$$Q_1 = q \tau_1 = c_1 m \Delta t_1;$$

čia $c_1 = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ – vandens savitoji šiluma, c_2 – tiriamojo skysčio savitoji šiluma.

Iš čia

$$c_2 = \frac{c_1 \tau_2 \Delta t_1}{\tau_1 \Delta t_2}.$$

Skaičiavimams reikiamus duomenis randame iš grafiko (1 pav.). Pavyzdžiui, kai $\tau_1 = \tau_2 = 6 \text{ min}$, $\Delta t_1 = 25^\circ\text{C}$ ir $\Delta t_2 = 60^\circ\text{C}$.

$$c_2 = 1750 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

Atsakymas: $c_2 = 1750 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}.$

6 pavyzdys

Ant viryklės padėtas puodas su vandeniu. Šildant vandens temperatūra per vieną minutę pakyla nuo 90°C iki 95°C . Kokia šilumos dalis, gauta šildant, atiduodama aplinkai, jeigu tas pats vanduo atvėsta nuo 90°C iki 95°C per 9 min? Laikyti, kad vanduo per vienodą laiką aplinkai atiduoda vienodą šilumos kiekį.

n	$\tau = 1 \text{ min}$
	$t_2 = 95^\circ\text{C}$
	$t_1 = 90^\circ\text{C}$
	$\tau_2 = 9 \text{ min}$

Tegul vanduo per laiko vienetą atiduoda aplinkai šilumos kiekį q .

Šildant vanduo gavo šilumos kiekį:

$$Q = cm\Delta t + q\tau_1,$$

čia $\Delta t = t_2 - t_1$, τ_1 – laikas, per kurį vanduo šilo, $q\tau_1$ – šilumos kiekis atiduotas aplinkai.

Vandeniui vėstant aplinkai atiduotas šilumos kiekis:

$$cm\Delta t = g\tau_2.$$

Tuomet aplinkai atiduodamos šilumos dalis:

$$n = \frac{q\tau_1}{Q} = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2};$$

$$n = 0,1.$$

Atsakymas: $n = 0,1.$

7 pavyzdys

Į 0,3 litro talpos arbatinį iki viršaus įpilama šilto 30°C temperatūros vandens. Aplinkos temperatūra 20°C . Per 5 min vanduo atvėsta 1°C . Norint palaikyti pastovią vandens temperatūrą, į jį lašinamas karštas 45°C vanduo. Vieno lašo masė lygi 0,2 g. Vandens perteklius išbėga per arbatinio „nosį“. Vandens temperatūra arbatinyje nusistovi labai greitai. Kiek lašų per minutę reikia įlašinti į arbatinį, kad būtų palaikoma pradinė 30°C temperatūra?

	$V = 0,3 \text{ l} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
	$m_\ell = 0,2 \text{ g} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$
n	$t_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$
Δt_2	$\tau = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$
	$\Delta t = 1 \text{ }^\circ\text{C}$
	$t_2 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$
	$t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
	$c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$
	$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Per vieną minutę vanduo atvėsta $\Delta t_2 = 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ $\left(\Delta t_1 = \frac{\Delta t}{\tau} \right)$ šilumos kiekis atiduodamas per šį laiką lygus:

$$Q_1 = cm\Delta t_1;$$

čia $m = \rho V$ – vandens masė.

Jeigu per minutę į arbatinį įlašiname n lašų, tai lašų atiduodamas šilumos kiekis lygus:

$$Q_2 = ncm_\ell(t_2 - t_1).$$

Kadangi arbatinyje palaikoma pastovi temperatūra, tai

$$Q_1 = Q_2,$$

t. y.

$$cm\Delta t_1 = ncm_\ell(t_2 - t_1).$$

Iš čia

$$n = \frac{m\Delta t_1}{m_\ell(t_2 - t_1)} = \frac{\rho V\Delta t_1}{m_\ell(t_2 - t_1)}.$$

$n = 20$ lašų per minutę.

Atsakymas: $n = 20$ lašų per minutę.

8 pavyzdys

Atliekant eksperimentą buvo nustatyta, kad 142 g ledinio vandens, esančio lengvame inde, pakabintame kambario viduryje, temperatūra pakilo $4 \text{ }^\circ\text{C}$ per pusę valandos. Kai inde buvo tokios pačios masės ledas, tai jam išlydyti prireikė 10 valandų. Naudodamiesi šio eksperimento duomenimis ir žinodami vandens savitąją šilumą ($c = 4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$), nustatykite savitąją ledo lydymosi šilumą.

	$m = 0,142 \text{ kg}$
	$\tau_1 = 0,5 \text{ val.}$
λ	$\Delta t = 4 \text{ }^\circ\text{C}$
	$\tau_2 = 10 \text{ val.}$
	$c = 4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$

Per $\tau_1 = 0,5$ val. vandeniui buvo suteiktas šilumos kiekis:

$$Q = cm\Delta t.$$

Per $\tau_2 = 10$ val. indui buvo suteikta 20 kartų didesnis šilumos kiekis ($\frac{\tau_2}{\tau_1} = 20$).

Todėl

$$\lambda m = 20Q;$$

$$\lambda m = 20cm\Delta t.$$

Iš čia

$$\lambda = 20c\Delta t;$$

$$\lambda = 336 \text{ kJ/kg}.$$

Atsakymas: $\lambda = 336 \text{ kJ/kg}$.

9 pavyzdys

Karo tarp Prūsijos ir Danijos metu (1864 m.) naktiniame mūšyje pataikius į šarvuočio šoną buvo matomas išsilydžiusio kovinio rutulio švytėjimas (išilimas daugiau nei 700°C). Įvertinkite, koks buvo prieš smūgį geležinių rutulių greitis, jei šiluma virto 80 % jų kinetinės energijos. Žinoma, kad pusė šios šilumos sunaudojama šarvuočio šonui išildyti. Be to, priekinė kovinio rutulio dalis (pusė) gauna 3 kartus daugiau šilumos nei galinė. Geležies savitoji šiluma $c = 460 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$.

v	$m = 12 \text{ kg}$
	$\eta = 80 \%$
	$\Delta t = 700^\circ\text{C}$
	$k = 3$
	$c = 460 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$

Tegu Q_1 – šiluma, kurią gauna galinė rutulio dalis, tuomet kQ_1 ($3Q_1$) – šiluma, kurią gauna priekinė rutulio dalis. Visa rutulio gauta šiluma lygi

$$Q_{rut} = Q_1 + 3Q_1 = 4Q_1. \quad (1)$$

Pagal sąlygą šiluma virsta $\eta = 80 \% = 0,8$ kinetinės energijos (E_k), be to pusė jos sunaudojama šarvuočiui šildyti. Todėl rutuliui šildyti sunaudojama likusi dalies pusė, t. y.,

$$Q_{rut} = \frac{1}{2}\eta E_k = 0,4E_k, \quad (2)$$

čia $E_k = \frac{mv^2}{2}.$

Kadangi priekinė rutulio dalis įšyla $\Delta t = 700^\circ\text{C}$, tai

$$3Q_1 = c \frac{m}{2} \Delta t. \quad (3)$$

Sprendžiame (1) – (3) lygčių sistemą:

$$Q_1 = \frac{cm\Delta t}{6};$$

$$4Q_1 = 0,4 \frac{mv^2}{2};$$

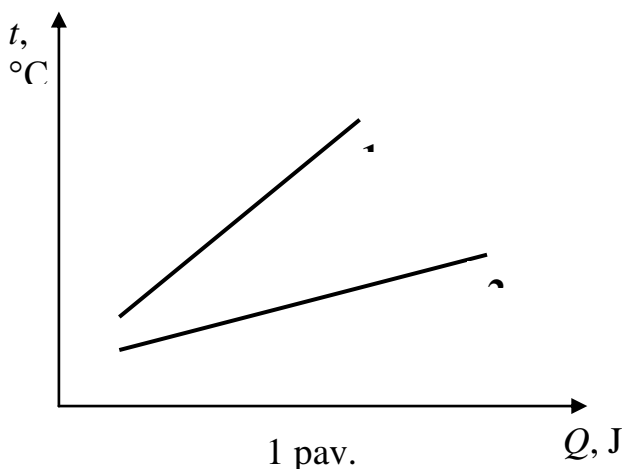
$$v = \sqrt{\frac{20Q_1}{m}} = \sqrt{\frac{10c\Delta t}{3}}.$$

$$v = 1036 \text{ m/s.}$$

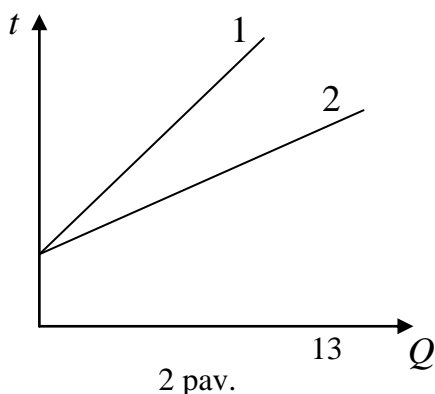
Atsakymas: $v = 1036 \text{ m/s.}$

II TURO UŽDAVINIAI

1. Turime 3 l 80°C temperatūros vandens. Kiek 8°C temperatūros vandens reikia įpilti, kad visas vanduo atvėstų iki 40°C ?
2. $250 \text{ J}/^{\circ}\text{C}$ šiluminės talpos kalorimetre yra 200 g 16°C temperatūros vandens. Į vandenį įdedamas 50 cm^3 tūrio geležies gabalas, įkaitintas verdančiame vandenyje. Kokia temperatūra nusistovės kalorimetre?
3. 1 paveiksle pavaizduota $m = 1 \text{ kg}$ masės vandens ir vario temperatūros priklausomybė nuo jiems suteikto šilumos kiekio. Kuris iš šių grafikų yra vandens, o kuris vario? Kodėl?



4. Du mokiniai nusipirko valgykloje po stiklinę karštos arbatos. Pirmasis mokinys ištirpino cukrų prieš valgį, o antrasis – po valgio. Kuris mokinys gers karštesnę arbatą, jei pagrindinį patiekalą jie suvalgė per tą patį laiką?
5. Yra du 500 g. vandens talpos arbatinukai. Vienas pagamintas iš vario ir jo masė 200 g, kitas – iš porceliano ir jo masė 300 g. Arbata paruošiama tuo geriau, kuo ilgiau arbatinuke ant arbatžolių užpilto karšto vandens temperatūra išlieka aukštesnė. Kokiame arbatinuke geriau būtų paruošiama arbata pilant 90°C temperatūros vandenį į kambario temperatūros (20°C) arbatinuką, jeigu būtų galima nepaisyti arbatinuko išorės aušinimo? Vario savitoji šiluma $380 \text{ J}/(\text{kg } ^{\circ}\text{C})$, porceliano – $1100 \text{ J}/(\text{kg } ^{\circ}\text{C})$.
6. Paveiksle (2 pav.) pavaizduoti dviejų kūnų temperatūros t priklausomybės nuo suteikto šilumos kiekio Q grafikai. Nustatykite: a) kurio kūno savitoji šiluma didesnė, jei jų masės vienodos; b) kurio kūno didesnė masė, jei jų savitosios šilumos vienodos.



7. Į $m_1 = 1,5 \text{ kg}$ $t_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros vandenį dedamas $t_2 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros ledas. Kiek daugiausia reikia įdėti ledo, kad jis visas ištirptų?

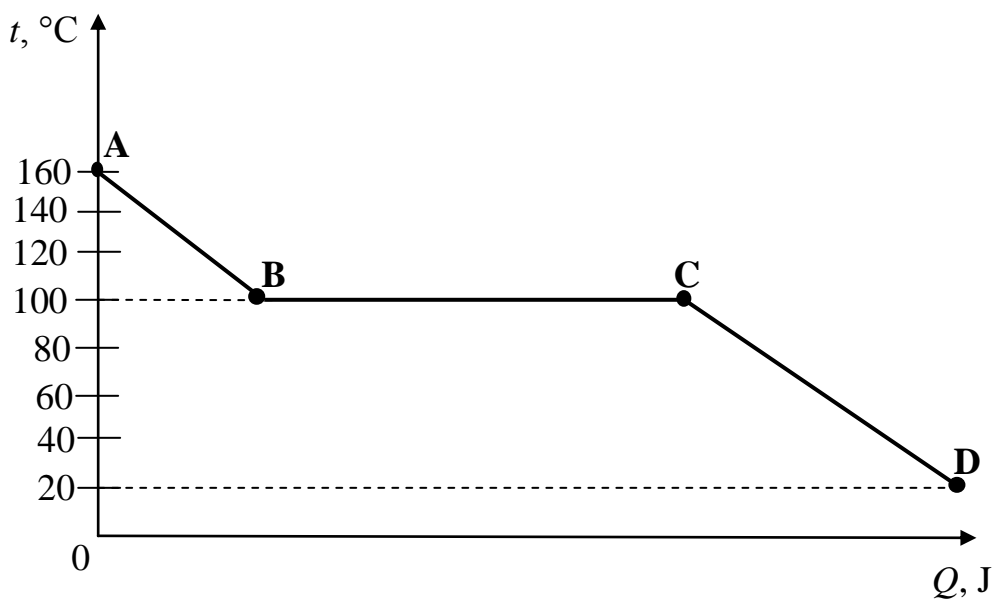
8. Į šilumai nelaidų indą įdedamas 1 kg ledo ir 3 kg vario. Ledo temperatūra $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Apskaičiuokite pradinę vario temperatūrą, jei proceso pabaigoje inde nusistovėjo $100 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūra. Vandens tūrio pakitimo ir garų susidarymo nepaisykite.

9. Eksperimentinė užduotis.

Ant audeklo padėkite stiklinę plokštelę, ant jos užlašinkite kelis lašus vandens. Ant lašų padėkite šaukštą, beveik pilną susmulkinto ledo arba sniego. Į šaukštą įberkite arbatinį šaukštelį druskos (nepaberti jos po šaukštu!).

Ką pastebite tirpstant ledui? Kaip paaiškinti?

10. 4 paveiksle pavaizduotas $m = 100 \text{ g}$ garų ir skysčio temperatūros kitimo grafikas. A. Koks tai skystis? B. Kokius procesus vaizduoja kiekviena grafiko atkarpa? C. Kiek šilumos išsiskyrė kiekvieno proceso metu?



11. Į kalorimetrą, kuriame yra $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros $m_l = 100 \text{ g}$ masės ledo gabalėlis, leidžiami $t_g = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros vandens garai. Ledo savitoji lydymosi šiluma $\lambda = 330 \text{ kJ/kg}$, vandens savitoji šiluma $c_v = 4,2 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$, vandens savitoji garavimo šiluma $L = 2,3 \text{ MJ/kg}$. Kiek vandens bus kalorimetre, kai visas ledas ištirps?

12. Dviejuose vienoduose virduliuose, kaitinamuose vienodomis kaitvietėmis, verda vanduo. Vieno virdulio dangtelis visą laiką šokinėja, o kito – išlieka savo vietoje. Kodėl?

13. Kalorimetre yra $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros 100 gramų ledo. Kiek $0 \text{ }^\circ\text{C}$ vandens susidarys kalorimetre, įleidus į jį tiek $100 \text{ }^\circ\text{C}$ garų, kad visas ledas ištirptų?

14. Kalorimetre, kurio šiluminė talpa $4500 \text{ J/}^\circ\text{C}$, yra $4,5 \text{ kg}$ $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros ledo. Kiek į jį reikia įleisti $100 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros vandens garų, kad ledas ištirptų, o susidariusi vandens temperatūra pakiltų iki $10 \text{ }^\circ\text{C}$?

15. Kokį šilumos kiekį reikia suteikti $m = 1$ kg masės ledo gabalui, kurio pradinė temperatūra $t_1 = -20^\circ\text{C}$, kad jis išsilydytų, o susidaręs vanduo įkaistų iki $t_2 = 100^\circ\text{C}$ ir išgaruotų?

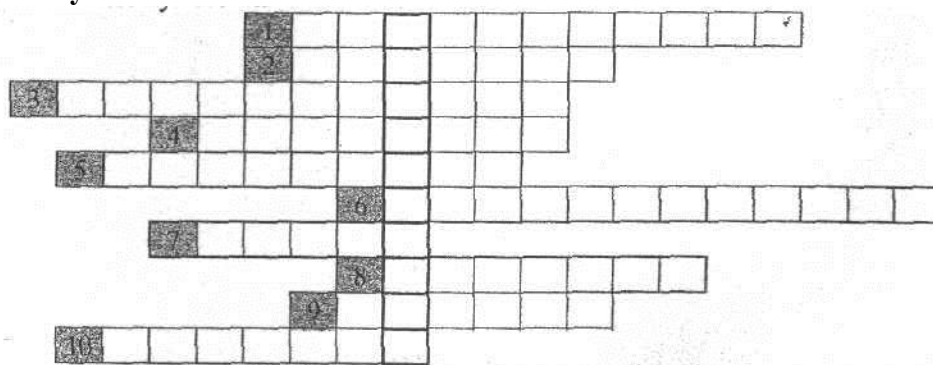
16. Du vienodų masių varinis ir aliumininis rutuliukai nukrito iš $h = 1000$ m aukščio. Vario savitoji šiluma $c_{Cu} = 400 \text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$, aliuminio $c_{Al} = 900 \text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$. Kuris rutulys labiau įšils? Kiek laipsnių skirsis jų temperatūros? Šilumos nuostolių nepaisykite.

17. $t_1 = 100^\circ\text{C}$ temperatūros švininė kulka atsimuša į kliūtį ir išsilydo. Smūgio metu $\eta = 70\%$ kulkos energijos virsta jos vidine energija. Švino savitoji šiluma $c = 140 \text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$, savitoji lydymosi šiluma $\lambda = 25 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$, lydymosi temperatūra $t_2 = 327^\circ\text{C}$. Kokiu greičiu v lėkė kulka?

18. Elektrinio šildytuvo galia $N = 1 \text{ kW}$. Jo naudingumo koeficientas $\eta = 60\%$. Šildytuvu iki virimo šildoma $V = 1,5 \text{ l}$ vandens. Pradinė vandens temperatūra $t_o = 20^\circ\text{C}$. Kaip ilgai vyko vandens kaitinimas?

19. $m = 1500 \text{ kg}$ masės automobilis nuvažiavęs $s = 100 \text{ km}$ sudegino $V = 8 \text{ l}$ benzino. Benzino tankis $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$, savitoji degimo šiluma $q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$. Pasipriešinimo automobilio judėjimui jėga $n = 15$ kartų mažesnė už automobilio svorį. Apskaičiuokite automobilio variklio naudingumo koeficientą.

20. Kryžiažodis.



Teisingai išsprendę kryžiažodį, stačiame išskirtame stulpelyje perskaitysite giliavandenės kameros pavadinimą.

1. Kietosios medžiagos tiesioginis virtimas dujomis (arba atvirkščiai) aplenkiant skystąją būseną.
2. Šilumos kiekio matavimo vienetas.
3. Dydis, liekantis pastovus, kintant medžiagos būsenai.
4. Temperatūros SI vienetas.
5. Kietosios medžiagos virtimas skystąja.
6. Dujinės būsenos virtimas skystąja.
7. Jeigu į garuojantį skystį nepatenka energijos iš išorės, skystis
8. Būsenos kitimas, arbavirsmas.
9. Raidė, kuria dažniausiai žymima savitoji lydymosi šiluma.
10. Skysčio virsmas garais skysčio viduje.

II turo sprendimų laukiame iki 2014-02-20.

III turo užduotis atsiųsime su II turo atsakymais.

Lietuvos fizikų draugija
Šiaulių universiteto
Jaunųjų fizikų mokykla „Fotonas“

Violeta Šlekienė
I kurso II turo užduotys ir metodiniai nurodymai
2013-2014 mokslo metai

Rinko ir maketavo Nijolė Kardelienė