

# Termometras

## Įvadas

### Gebėjimai

Mokiniai, atlikdami bandymus, mokosi suprasti, kad gautas energijos kiekis negali būti didesnis už atiduotą, kad dažniausiai gautas energijos kiekis būna mažesnis dėl perdavimo procesų atsirandančių energijos nuostolių. Taip išsiaiškinamas energijos tvermės dėsnis, parodoma jo suvokimo svarba technologijoms plėtoti, atskleidžiamas jo fundamentumas ir universalumas. Atlikdami bandymus su buitinėmis priemonėmis, aiškinasi šilumos perdavimo būdus, šilumos kiekio sąvoką, šilumines medžiagų savybes ir jas apibūdinančius fizikinius dydžius.

**Raktiniai žodžiai:** šiluminis plėtimasis, šilumos kiekis, savitoji šiluma, savitoji lydymosi šiluma, energijos nuostoliai.

Užduotis skirta 9–10 klasių mokiniams dirbti pamokose ar namuose. Spręsdami užduotį mokiniai ug-

dosi kūrybiškumą, mokosi eksperimentinių įgūdžių. Diskusijos metu reiktų siekti, kad mokiniai išsiaiškintų termometro skysčio plėtimosi ypatumus, prisimintų saugų medžiagų naudojimo, eksperimento planavimo įgūdžius. Užduotis tiktų baigus mokytiis agregatinių būsenų virsmus 9 klasėje. Užduotį galima skirstyti į kelias dalis.

### Užduoties plėtimo galimybės

Projektiniai darbai susiję su medžiagų savitosios lydymosi ir savitosios garavimo šilumos nustatymu.

### Atsakymai

Pateikiamos atsakymų gairės ir / ar galimų atsakymų pavyzdžiai.

## Užduotys

**1.** Parašykite 3 savybes, kuriomis turi pasižymėti skystis, naudojamas termometruose.

**S.** Gali būti pateikti tokie atsakymai: žema užšalimo temperatūra, aukšta lydymosi temperatūra, tolygus skysčio plėtimasis ar traukimasis ir kt.

**2.** Kokie gyvsidabrio termometro privalumai?

**S.** Tiksliai išmatuoja žmogaus temperatūrą.

**3.** Kodėl atsisakoma gyvsidabrio termometrų? Nurodykite dvi priežastis.

**S.** Gali būti pateikti tokie atsakymai: gyvsidabris yra nuodingas, sudužus sunku surinkti, sudėtinga utilizuoti ir kt.

## Termometras

4. Šiuo metu medicininiuose termometruose vietoje gyvsidabrio naudojamas galinstanas (68,5 % galio, 21,5 % indžio ir 10 % alavo lydinys).

S. Reikėtų atkreipti dėmesį į tai, kad matuojant temperatūrą, termometras turi turėti sąlytį su matuojamu kūnu. Atitraukus nuo kūno galinstanas traukiasi ir pradeda matuoti oro temperatūrą. Susiaurėjimas reikalingas, kad galinstanas negrįžtų pats į rezervuarą. Norint matuoti tokiu termometru, pirma reikia jį atsargiai nukratyti.

5. Fizikos moksle temperatūros matavimo vienetas yra kelvinas (vienas iš 7 pagrindinių SI vienetų, žymimas K). Baikite pildyti lentelę, kurioje susietos dvi temperatūros skalės.

S. Užpildoma lentelė.

Skalės pavadinimas	Absolūtus nulis	Vandens užšalimas	Vandens virimas
Kelvino skalė	0 K	273 K	373 K
Celsijaus skalė	-273 °C	0 °C	100 °C

6. Parašykite, kodėl fizikos moksle reikia naudoti Kelvino skalę, o ne Celsijaus. Pateikite du pagrindimus (praktinį ir teorinį).

S. Galima kalbėti apie vidinės energijos priklausomybę nuo temperatūros, kad kuo didesnė temperatūra, tuo dalelės juda greičiau.

7. Paveiksle pavaizduotas termometro modelis, kurį galima pasigaminti patiems.

7.1. Kurioje vietoje turėtų būti žemiausios temperatūros žyma?

S. Atkreipti dėmesį į tai, kad skalė turi būti matoma. Žyma turi būti virš kamščio.

7.2. Kodėl naudojami ploni (kapiliariniai) vamzdeliai?

S. Galima diskutuoti dėl skysčio plėtimosi ypatumų. Atkreipti dėmesį, kad tūrio pokytis nėra didelis.

7.3. Kodėl termometro kapiliarinio vamzdelio viršutinis galas turi būti uždaras?

S. Galimi įvairūs atsakymai: kad vanduo neišgaruotų, kad vanduo neišbėgtų, kad atmosferos slėgis nedarytų įtakos. Galima diskutuoti, kaip pakistų šio termometro tikslumas, jei būtų atviras.

## Termometras

8. Grafike pateikta vandens tankio priklausomybė nuo temperatūros.

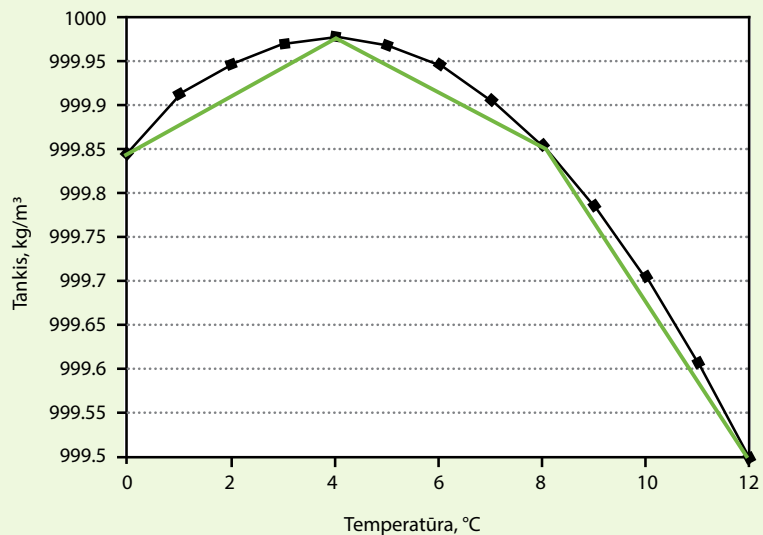
Naudojant tas pačias medžiagas buvo sukurti trys vandens termometrai, skirti temperatūroms matuoti nuo 0 °C iki 4 °C, 4 °C iki 8 °C ir nuo 8 °C iki 12 °C.

8.1. Kuo iš esmės skyrėsi šie termometrai?

S. Pagrindinis skirtumas, kad tai nėra sandaros ypatumai. Skiriasi tikslumu.

8.2. Kuris termometras ir kodėl tiksliau matavo temperatūrą. Nurodykite du argumentus.

S. Reikėtų diskutuoti, nuo ko priklauso matavimo prietaiso tikslumas. Atkreipti dėmesį, kad kuo labiau plečiasi, tuo padalos didesnės. Kitas svarbus aspektas – skysčio tolygus plėtimasis (tai pavaizduota grafike). Tiksliausias termometras, kuris matuoja temperatūrą nuo 8 °C iki 12 °C.



9. Nurodykite tris priežastis, kodėl vanduo netinkamas skystis naudoti termometruose.

S. Galimi atsakymai: gali užšalti, negali matuoti neigiamos temperatūros, netolygiai plečiasi ir kt.

10. Aprašykite, kaip namų salygomis galima teisingai sukalibruoti tokio termometro skalę.

S. Tokio tipo termometrą galima sukalibruoti naudojant kitus termometrus: spiritinį, elektroninį. Atkreipti dėmesį į tai, kad negalima jo sukalibruoti naudojant verdantį vandenį ir tirpstantį ledą.

## Termometras

**11.** Sukurkime temperatūros skalę, pagrįstą propilo alkoholio (propanolio) užšalimo ir virimo temperatūra. Propanolis užšąla esant  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o užverda esant  $82\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Naujoji skalė būtų sugraduota propanolio matavimo vienetais  $^{\circ}\text{P}$  taip, kad propanolis užšaltų esant  $0\text{ }^{\circ}\text{P}$ , o virtų esant  $82\text{ }^{\circ}\text{P}$  temperatūrai.

**11.1.** Laipsnių ( $^{\circ}\text{P}$ ) tikslumu nustatykite, kokioje temperatūroje ( $^{\circ}\text{P}$ ) užšąla vanduo.

**S.** Sukurkime temperatūros skalę, pagrįstą propilo alkoholio (propanolio) užšalimo ir virimo temperatūra. Propanolis užšąla esant  $t_1 = -90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o užverda esant  $t_2 = 82\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Naujoji skalė būtų sugraduota propanolio matavimo vienetais  $^{\circ}\text{P}$  taip, kad propanolis užšaltų esant  $t_3 = 0\text{ }^{\circ}\text{P}$ , o virtų esant  $t_4 = 82\text{ }^{\circ}\text{P}$  temperatūrai. Vandens užšalimo temperatūra  $t_5 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

*Sprendimas:*

$|t_1| + t_2 = 172\text{ }^{\circ}\text{C}$  – toks temperatūrų diapazonas Celsijaus skalėje.

$t_3 + t_4 = 82\text{ }^{\circ}\text{P}$  – toks temperatūrų skirtumas propanolio skalėje.

$$\frac{82}{172} = 0,4767.$$

0,4767 padalos  $^{\circ}\text{C}$  skalėje atitinka 1 padalą  $^{\circ}\text{P}$  skalėje.

Vanduo užšaltų  $(|t_1| + t_5) \cdot 0,4767 \approx 43\text{ }^{\circ}\text{P}$ .

Galima siekti, kad mokiniai sudarytų galutinę formulę vandens užšalimo temperatūrai apskaičiuoti.

**11.2.** Nustatykite normalią žmogaus temperatūrą ( $36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

**S.** Žmogaus temperatūra  $t_6 = 36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Naudojamesi 11.1. užduoties sprendimu:

$$(|t_1| + t_6) \cdot 0,4767 = 126,6 \cdot 0,4767 \approx 60\text{ }^{\circ}\text{P}.$$

Galima siekti, kad mokiniai sudarytų galutinę formulę žmogaus temperatūrai apskaičiuoti.

**11.3.** Pasiūlykite būdą, kaip patobulinti temperatūros propanolio matavimo vienetais skalę, kad jis tiksliau matuotų temperatūrą.

**S.** Skalę reikėtų pakeisti, pvz., kad propanolis užšaltų esant  $0\text{ }^{\circ}\text{P}$ , o virtų esant  $200\text{ }^{\circ}\text{P}$  temperatūrai.

**11.4.** Pasiūlykite, kaip patobulinti termometrą, kad jis tiksliau matuotų temperatūrą.

**S.** Temperatūros matavimo tikslumas priklauso nuo absoliutinės paklaidos, t. y.  $1/2$  mažiausios padalos vertės. Kuo mažesnė padalos vertė, tuo tiksliau matuoja.

## Termometras

12. Siekiant nustatyti savitąją vandens šilumą, buvo sukonstruotas įrenginys.

12.1. Kam reikalinga šilumos izoliacija aplink vandens rezervuarą?

S. Atliekant bandymą, reikia sumažinti energijos nuostolius.

12.2. Apskaičiuokite vandens savitąją šilumą.

S. Pateikiamas sprendimas:

Elektrinio šildytuvo atiduotas šilumos kiekis:

$$Q = P \cdot t$$

Vandens gautas šilumos kiekis:

$$Q = cm(t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}})$$

Pagal energijos tvermės dėsnį:

$$P \cdot t = cm(t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}})$$

$$c = \frac{P \cdot t}{m(t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}})} = \frac{50 \text{ W} \cdot 960 \text{ s}}{0,5 \text{ kg} \cdot (43^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})} = 4174 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

13. Ilgėjant eksperimento laikui, apskaičiuota savitosios šilumos reikšmė nežymiai keitėsi. Kaip manote, didėjo ar mažėjo savitosios šilumos reikšmė, ir paaiškinkite, kodėl.

S.

Kuo laikas ilgesnis, tuo bus aukštesnė vandens galutinė temperatūra. Aukštesnės temperatūros kūnai intensyviau spinduliuoja šilumą, tad energijos nuostoliai bus didesni.

$$P \cdot t - Q_{\text{nuostoliai}} = cm(t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}})$$

$$c = \frac{P \cdot t - Q_{\text{nuostoliai}}}{m(t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}})}$$

Iš gautos lygties matome, kad didėjant nuotoliams savitosios šilumos didumas mažėja.

14. Norint nustatyti ledo savitąją lydymosi šilumą, buvo sukonstruotas įrenginys.

14.1. Įvardykite, kokių dar reikia priemonių, kad galėtume atlikti eksperimentą ir suskaičiuoti savitąją ledo lydymosi šilumą.

S. Priemonės: svarstyklės, laiko matavimo prietaisas.

14.2. Paaiškinkite, kodėl eksperimento metu negalima naudoti, pvz.,  $-10^\circ\text{C}$  ledo, o reikia naudoti  $0^\circ\text{C}$  ledą.

S.  $-10^\circ\text{C}$  ledą reikia dar sušildyti iki jo lydymosi temperatūros.

## Termometras

14.3. Paaiškinkite, kaip apskaičiuoti savitąją ledo lydymosi šilumą.

S.

Elektrinio šildytuvo atiduotas šilumos kiekis:

$$Q = P \cdot t$$

Ledo gautas šilumos kiekis:

$$Q = \lambda \cdot m$$

Pagal energijos tvermės dėsnį:

$$P \cdot t = \lambda \cdot m$$

$$\lambda = \frac{P \cdot t}{m}$$

14.4. Kodėl nepatartina šiame eksperimente naudoti žymiai galingesnio elektrinio šildytuvo? Nurodykite dvi priežastis.

S.

Naudojant galingesnę šildytuvą dalis vandens gali sušilti aukščiau  $^{\circ}\text{C}$  ir net išgaruoti. Dalis šilumos gali būti panaudotas orui šildyti, t. y. energijos nuostoliai.

15. Paveiksle pavaizduotas plieniniame inde šildomas vanduo ir temperatūros jutikliu užfiksuotas temperatūros kitimas, suteikus nurodytą šilumos kiekį.

15.1. Įvardykite, kurios medžiagos gauna šilumos ir kas vyksta šių procesų metu.

S.

Galimi atsakymai:

**I procesas** – plienas ir vanduo; didėja jų temperatūra;

**II procesas** – vanduo; virimas ir garavimas;

**III procesas** – plienas; didėja plieno temperatūra.

15.2. Antrojo proceso metu, keičiantis medžiagos agregatinei būsenai, nekinta temperatūra, nors suteikiamas šilumos kiekis. Paaiškinkite, kam panaudojama gauta energija.

S.

Energija naudojama ryšiams tarp vandens molekulių nutraukti ir suteikti joms kinetinės energijos. (Galima paaiškinti, kad garai yra iš skysčio išlėkusios molekulės: jei atomo (molekulės) kinetinė energija viršija skysčio paviršinių atomų (molekulių) ryšio energiją, jis palieka skystį).

15.3. Paaiškinkite, kaip apskaičiuoti savitąją ledo lydymosi šilumą.

S.

III proceso:

$$Q_{III} = cm(t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}})$$

$$m = \frac{Q}{c(t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}})} = \frac{4 \cdot 10^3}{500 \cdot (180 - 100)} = 0,1 \text{ (kg)}$$

## Termometras

15.4. Paaiškinkite, kaip apskaičiuoti savitąją ledo lydymosi šilumą.

S.

I proceso:

$$Q_1 = c_{\text{plieno}} m_{\text{plieno}} (t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}}) + c_{\text{vandens}} m_{\text{vandens}} (t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}})$$

$$m = \frac{Q_1 - c_{\text{plieno}} m_{\text{plieno}} (t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}})}{c_{\text{vandens}} m_{\text{vandens}} (t_{\text{galinė}} - t_{\text{pradinė}})} = \frac{2,15 \cdot 10^4 - 500 \cdot 0,1(100 - 0)}{4200(100 - 0)} = 0,039 \text{ (kg)}$$