

FIZIKOS IR INŽINERIJOS LABORATORIJA

ŠILTAS NAMAS

9 – 10 kl.

Aprašas mokinių grupei

Darbo laikas:

1. Veikla 9.00 – 9.45 (1, 2 etapas)
Pertrauka 9.45 – 9.55
2. Veikla 9.55 – 10.40 (3, 4 etapas)
Pietų pertrauka 10.40 – 11.00
3. Veikla 11.00 – 12.00 (4 etapas)

Parengė:

Alytaus kolegijos lektorė, Alytaus STEAM atviros prieigos centro metodininkė Birutė Rakauskienė

Darbą atliko: _____ (data)

_____ mokyklos mokiniai:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Alytus, 2022

VEIKLOS EIGA

1 ETAPAS (15 MIN.)

Atidžiai klausykite centro darbuotojo – prisiminkite saugaus elgesio taisykles, susipažinkite su darbine aplinka ir darbui atlikti reikalingais prietaisais.

2 ETAPAS (30 MIN.)

LEDO LYDYMOSI ŠILUMOS RADIMAS

Tikslas: praktiškai įsitikinti, kad egzistuoja skystėjimo šiluma, skystėjant kristaliniams kūnas ir nustatyti ledo skystėjimo (lydymosi arba latentinę) šilumą, išsiskiriančią tirpstant ledui.

Priemonės:

- ledas,
- termometras,
- svarstyklės,
- kalorimetras,
- vanduo.

Esant normaliam atmosferos slėgiui, vanduo virsta ledu arba užšąla esant 0°C . Tačiau, kad ledas, esantis 0°C temperatūroje, virstų tos pačios temperatūros vandeniu, kiekvienam gramui reikia 80 kalorijų arba $3,3 \cdot 10^5$ džaulių kilogramui šilumos. Tai vadinama medžiagos savitąja lydymosi (kietėjimo) šiluma.

Šiame eksperimente įsitikinsime, ar tikrai ledas tirpdamas pasiims dalį karšto vandens turėto šilumos kiekio kristalinei gardelei išardyti. Paimsime tam tikrą kiekį žinomos temperatūros T_2 ($^{\circ}\text{C}$) ledo ir įdėsime į žinomą kiekį šilto vandens m_v , esančio T_1 ($^{\circ}\text{C}$) temperatūros. Kai ledas galutinai ištirps, išmatuosime mišinio temperatūrą. Dėl karšto vandens prarastos šilumos ledas sušils iki tirpimo (0°C) temperatūros, paskui ištirps, o tada iš ledo gautas vanduo sušils nuo 0°C iki galutinės nusistovėjusios temperatūros. Kad sužinotume ištirpinto ledo masę, pasversime dar kartą indą su vandeniu.

Veikla

1. Išmatuokite tuščio kalorimetro masę m_c .
2. Į kalorimetrą įpilkite 50 – 100 gramų karšto, maždaug 80°C vandens. Išmatuokite kalorimetro ir vandens masę m_g ir atimkite m_c , kad gautumėte vandens masę m_v .

$$m_v = m_g - m_c$$

3. Kuo tiksliau išmatuokite karšto vandens temperatūrą T_1 .

4. Paimkite vieną didelį maždaug 15 gramų ledo kubelį (arba 2-3 mažus). Tada įdėkite jį į karštą vandenį kalorimetre ir iš karto uždenkite dangtelį.

5. Švelniai išmaišykite mišinį termometru. Temperatūra turėtų mažėti, nes ledas ištirpsta karštame vandenyje. Kartkartėmis žvilgtelėkite į kalorimetrą, kad pamatytumėte, ar ledo kubelis visiškai ištirpo. Kai taip atsitiks, užrašykite temperatūrą T_3 .

5. Tada pasverkite kalorimetrą, užpildytą karštu ir ištirpusio ledo kubelio vandeniu, ir sužinokite bendrą masę m_b bei pagal tai nustatykite pradinę ledo kubelio masę m_L .

! Matuodami vandens masę, nepamirškite išimti termometro.

$$m_L = m_b - m_g$$

6. Remdamiesi šia informacija, apskaičiuokite ledo lydymosi (kietėjimo) šilumą.

1 lentelė

Ledo lydymosi (kietėjimo) šilumos matavimo duomenys

m_c, g	m_g, g	m_v, g	m_b, g	m_L, g	$T_1, ^\circ C$	$T_2, ^\circ C$	$T_3, ^\circ C$	$c_L, J/kg K$	$c_v, J/kg K$	Q_g, J	$\lambda, J/kg$
						-45		2100	4200		

7. Paverskite gautus duomenis SI sistemos vienetais:

kalorimetro masė, m_c _____ kalorimetro + vandens masė, m_g

vandens masė, $m_v = m_g - m_c$

m_v _____

karšto vandens temperatūra, T_1 _____

galutinė temperatūra T_3 _____

ledo temperatūra T_2 _____

bendra kalorimetro, karšto vandens ir ištirpusio ledo masė

m_b _____

ledo masė, $m_L = m_b - m_g$

m_L _____

vandens savitoji šiluma, c_v _____

ledo savitoji šiluma, c_L _____

8. Paskaičiuokite:

Atvėsdamas vanduo atidavė šilumos kiekį

$$Q_g = c_v m_v (T_1 - T_3)$$

karšto vandens atiduota šiluma, Q_g _____

Ledas, sušildamas nuo -45°C iki 0°C gavo šilumos kiekį

$$Q_L = c_L m_L (0 - T_2)$$

Q_L _____

Virsdamas vandeniu (lydydamasis ar skystėdamas) ledas pasiėmė šilumos kiekį

$$Q_k = m_L \lambda$$

Šildamas iki bendros temperatūros ledo vanduo pasiėmė šilumos kiekį

$$Q_s = c_L m_L (T_3 - 0)$$

Q_s _____

Užrašykime šilumos balanso lygtį

$$Q_g = Q_L + Q_k + Q_s$$

I šią lygtį įsistatykite Q_k – ledui ištirpti reikalingą šilumą

$$Q_g = Q_L + m_L \lambda + Q_s$$

Iš lygties išsireikškime ledo skystėjimo (kietėjimo) šilumą λ

$$\lambda = \frac{Q_g - Q_L - Q_s}{m_L}$$

$\lambda =$

9. Apibendrinkite gautą rezultatą, palygindami jį su tikrąja verte.

10. Prisiminkite:

10.1. Ar visas ledas yra tos pačios 0°C temperatūros

10.2. Ar tai reiškia, kad pats ledas gali turėti savo savitąją šilumą, kuri skiriasi nuo vandens?

10.3. Ar vanduo virsdamas ledu plečiasi? _____

10.4. Kai užpildote ledo kubelių padėklą vandeniu, vandens lygis yra lygus, bet išėmus padėklą iš šaldiklio atrodo, kad ledas suformavo mažytę kalvelę. Kodėl?

10.5. Ar užšaldant vandenį ir tirpstant ledui yra kokių nors cheminių pokyčių, tai yra, susidaro naujos cheminės medžiagos? _____

11. Tyrimo išvada

12. Įsivertinimas

3 ETAPAS (40 MIN.)

LINIJINIS METALŲ PLĖTIMASIS

Tikslas: Ištirti šiluminio plėtimosi priklausomybę nuo temperatūros. Nustatyti duoto kieto kūno šiluminio plėtimosi koeficientą.

Priemonės: linijinio plėtimosi stendas (dilatometras), termometras

Kiekvieną kūną ar kūnų sistemą sudaro daugybė dalelių (atomų, molekulių), kurios dalyvauja netvarkingame šiluminiame judėjime ir nuolat sąveikauja viena su kita. Molekulės susideda iš atomų, kurių branduoliai turi teigiamąjį elektros krūvį, o elektroniniai apvalkalai – neigiamąjį.

Kai medžiaga yra šildoma, jos dalelės pradeda smarkiau judėti. Kietieji kūnai, skysčiai bei dujos, reaguodami į temperatūros pokyčius plečiasi. Linijinis matmenų pasikeitimas būdingas kietiesiems kūnams ir tūrio pasikeitimai dujoms bei skysčiams vadinami *šiluminiu plėtimusi*. Šiluminį plėtimąsi daugiausiai lemia temperatūra ir medžiagos tankis. Kiekybinis šiluminio plėtimosi rodiklis yra *šiluminio plėtimosi koeficientas*. Šiluminio plėtimosi koeficientas nurodo medžiagos ilgio, ploto ar tūrio pokytį kintant temperatūrai, bet esant pastoviam slėgiui. Linijinis šiluminio plėtimosi koeficientas lygus santykiniam kūno ilgio padidėjimui padidinus temperatūrą vienu kelvinu (1 K). Linijinis šiluminio plėtimosi koeficientas naudojamas aprašant kietųjų kūnų šiluminės savybes. Tarkime, kad l ilgio kūnas pakaitinamas Δt temperatūros skirtumu. Jeigu Δt yra nedidelis, tai kūno pailgėjimas Δl yra proporcingas Δt :

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta t ,$$

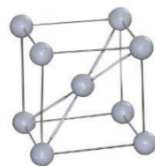
čia l_0 – kūno ilgis 0 °C temperatūroje,

α – linijinio plėtimosi koeficientas.

Linijinio plėtimosi koeficientas išreiškiamas:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t} \quad (1)$$

Dauguma kietųjų kūnų turi kristalinę struktūrą. Kristaluose atomai yra išsidėstę tvarkingai ir sudaro kristalines gardeles (1 pav.).



1 pav. Geležies kristalinė gardelė

Metallų kristalinių gardelių mazguose yra teigiami jonai, susidarę iš atomų, nuo jų atsiskyrus elektronams. Gardelės viduje randasi laisvieji elektronai. Vienvalenčiuose metaluose vienam atomui tenka vienas laisvas elektronas. Tokia metallų struktūra paaiškinamas geras jų šiluminis ir elektrinis laidumas. Kristalinėje gardelėje tarp jonų veikia traukos ir stūmimo jėgos. Kristalinėje gardelėje kiekvieną kieto kūno atomą veikia visos gretimos dalelės. Visų kietų kūnų atomų pusiausvyros išsidėstymas gardelės mazguose atitinka laisvosios kristalo energijos minimumą ir jo pusiausvyros būvį. Dauguma kietųjų kūnų susideda iš daugybės labai mažų netvarkingai orientuotų kristalėlių, kurie dar vadinami kristalitais. Tokie kūnai vadinami polikristalais. Polikristalai yra techniškieji metalai, jų lydiniai, dauguma mineralų, keramika. Kietųjų kūnų šiluminis plėtimasis yra susijęs su gretimų dalelių traukos ir stūmimo jėgų priklausomybe nuo atstumo r tarp tų dalelių.

Nevienalytės (anizotropinės) medžiagos plėtimosi koeficientas α yra skirtingas įvairiomis kryptimis. Varis, aliuminis ir bronzos yra izotropinės medžiagos, todėl linijinis plėtimosi koeficientas yra vienodas visomis kryptimis. Kietųjų kūnų linijinio plėtimosi koeficientai yra nedideli. Nežiūrint į tai, jų šiluminis plėtimasis gali sukelti didelius įtempimus, nes net ir nedidelei šių kūnų deformacijai sukelti reikia didelių jėgų. Todėl technikoje tenka į tai atsižvelgti – apsaugoti nuo galimų kietųjų kūnų šiluminio plėtimosi pasekmių. Pavyzdžiui, bėgiai klojami su nedideliais tarpais; tiltų fermų galai uždedami ant specialių ridinių; įlydymui į stiklą parenkami tokie metalai, kad tų metallų ir stiklo linijinio plėtimosi koeficientai būtų vienodi. Antra vertus, kietųjų kūnų šiluminio plėtimosi arba traukimosi jėgos technikoje kai kada ir panaudojamos. Pavyzdžiui, karštai kniedijant, kniedės kojėlė aušdama traukiasi ir kniedė suspaudžia siūlę. Darant termografus (prietaisus, užrašančius temperatūrą), panaudojamos bimetalinės plokštelės, padarytos iš dviejų viena su kita plokštumomis sulituotų plokštelių, kurių linijinio plėtimosi koeficientai nevienodi. Kaitinant tokia bimetalinė plokštelė išlinksta į to metalo pusę, kurio linijinio plėtimosi koeficientas yra mažesnis.

Dauguma medžiagų ir beveik visi metalai linkę plėstis visomis kryptimis kaitinant, nors greitis skiriasi nuo metalo iki metalo. Įkaitinus metalinį strypą jis pailgėja ir taip pat tampa storesnis. Ilgio pokytis yra labiau pastebimas, nes pradinis ilgis yra daug didesnis nei skersmuo.

Tegul l_0 yra metalinio strypo ilgis esant t_0 temperatūrai, o l – jo ilgis esant bet kuriai kitai temperatūrai t . Šie dydžiai yra susiję kaip

$$l = l_0 (1 + \alpha (t - t_0)) \quad \text{ir} \quad l - l_0 = \Delta l = l_0 \alpha (t - t_0) = l_0 \alpha \Delta t$$

kur α vadinamas tiesinio plėtimosi koeficientu (jo fizinis matmuo yra 1/laipsnis) ir yra tikrai gana mažas, kelios milijono dalys.

Šiame eksperimente vienas tuščiaavidurio strypo arba vamzdžio galas, iš pradžių kambario temperatūroje t_0 laikomas įtvirtintas dilatometro laikiklyje. Eksperimentui pateikiami du skirtingų

metalių vamzdžiai. Vienas vamzdžio galas varžtu įtvirtinamas, o kitas – dedamas prieš jautrų padėties indikatorių. Vamzdis šildomas praleidžiant 100°C temperatūros garus. Pailgėjimą Δl rodo atsilenkianti rodyklė, kalibruotas 1/20 milimetro ($5 \cdot 10^{-5}$ metro) žingsniais. Δl reikšmės yra santykinai mažos. Vieno metro ilgio aliuminio strypas pailgėja apie milimetrą, kaitinant jį nuo kambario temperatūros iki 100°C temperatūros garais, esant normaliam atmosferos slėgiui. Tai reiškia, kad norint gauti tikslius rezultatus, laboratorijoje reikia būti labai atsargiems ir nenudegti.

Veikla

1. Išmatuokite laboratorijos kambario temperatūrą. Paimkite šią reikšmę kaip t_o .

Kambario temperatūra t_o _____

2. Ant strypo laikiklio pažymėta linijuotė milimetrais. Strypo ilgis l_o laikomas atstumu tarp įtvirtinimo varžto ir judančios rodyklės mechanizmo.

Strypo ilgis l_o _____

3. Tvirtai pritvirtinkite šalia skalės esančią rodyklę į nulinę padėtį. Nuo tada, kol bus atliktas galutinis matavimas, nejudinkite ir net nelieskite įrangos ar stalo, nes tai gali sugadinti subtilų indikatoriaus rodmenį.

4. Gerai įremkite termometrą, kad galėtumėte pamatuoti vamzdžio temperatūrą.

5. Įjunkite garų generatoriaus krosnelę ir palaukite, kol vanduo inde užvirs. Paprastai garų generatorius pripildomas nedaug vandens, todėl garai gali susidaryti per keletą minučių. Niekada atidarykite garų generatorių patys, nes jame esantys 100°C garai gali stipriai nudeginti.

6. Kai pradeda garuoti verdantis vanduo, metalinis vamzdis įkaista ir plečiasi, o indikatoriaus rodyklė pradeda judėti. Kadangi vamzdis įkaista labai greitai, tai nepavyksta rezultatų užfiksuoti vamzdžiui šylant. Matavimams atlikti išjunkite garų generatorių ir laukite, kol vamzdis pradės vėsti, o rodyklė jau lėčiau grįš į pradinę padėtį.

7. Surašykite visų matavimų ir skaičiavimų duomenis į 1 lentelę.

Temperatūrų skirtumą Δt skaičiuokite pagal formulę $\Delta t = t - t_o$.

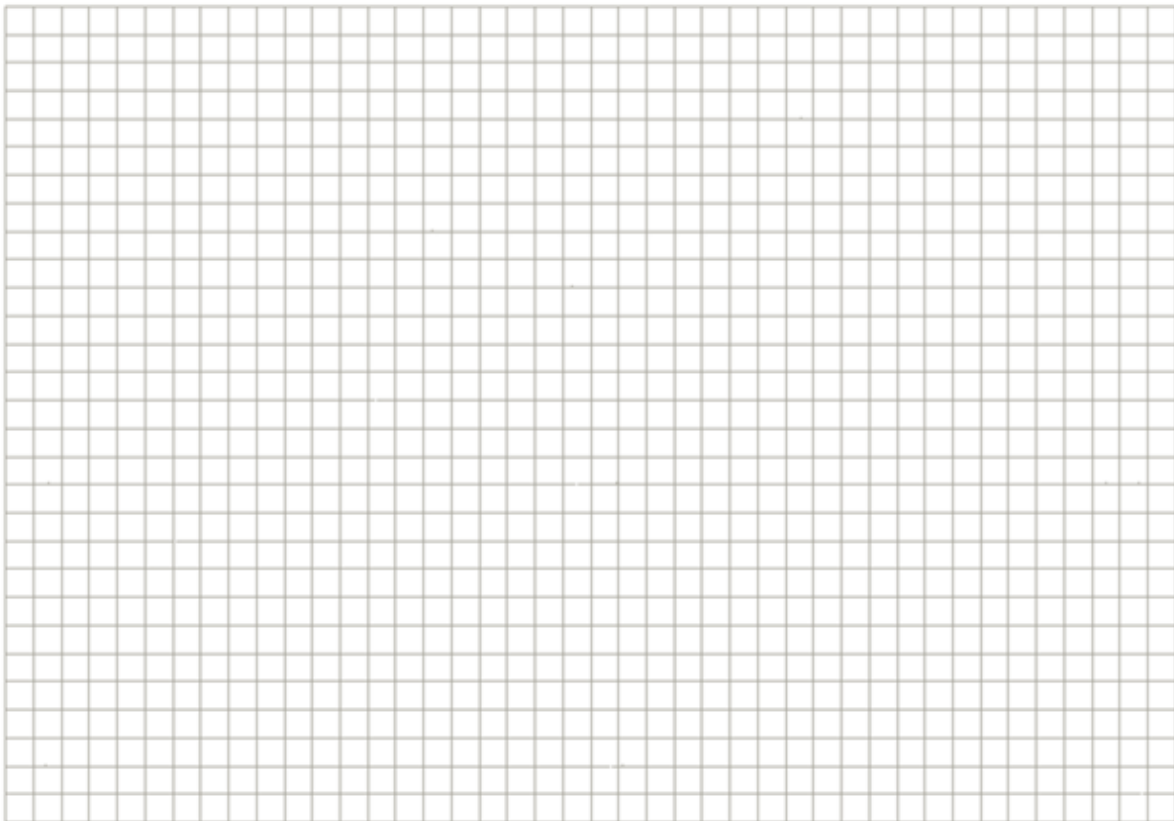
1 lentelė

Tiriamos medžiagos temperatūros linijinio plėtimosi koeficiento matavimų rezultatai

Eil. Nr.	$\Delta l, mm$	$t, ^\circ C$	$\Delta t, ^\circ C$	$\alpha, 1/^\circ C$	$\alpha_{vid}, 1/^\circ C$
1.	2,0				
2.	2,5				
3.	3,0				
4.	3,5				

5.	4,0				
6.	4,5				
7.	5,0				
8.	5,5				
9.	6,0				
10.	6,5				
11.	7,0				
12.	7,5				
13.	8,0				
14.	8,5				
15.	9,0				
16.	9,5				
17.	10,0				

8. Nubraižykite medžiagos pailgėjimo nuo temperatūros $\Delta l = f(t)$ priklausomybės grafiką.



9. Iš (1) formulės apskaičiuokite vidutinį linijinio plėtimosi koeficientą.

10. Palaukite, kol sistema atvės ir pakartokite procesą su kito metalo vamzdžiu.

Prisiminkime:

Kai garai pateko į vamzdį, ilgis padidėjo. Kas nutiko pločiui?

Jei 5 centų monetos viduryje būtų išgręžta skylė. Kai moneta kaitinama, ar skylės skersmuo didėja, sumažėja ar išlieka toks pat? Kodėl?

Jei kaitinamas metalas plečiasi, ar pasikeičia metalo masė? _____

Ar pasikeitė kaitinamo metalo tankis? _____

Ar kylant temperatūrai vanduo visada plečiasi? _____

11. Tyrimo išvada

12. Įsivertinimas

4 ETAPAS (60 MIN.)
ŠILTO NAMO PROJEKTAVIMAS KONSTRAVIMAS

1. Sukurkite namo modelį su skirtingai apšiltintomis sienomis ir nedideliais langais ir durimis, į kuriuos būtų galima įstatyti laboratorijoje duotų medžiagų pavyzdžius.

2. Naudodami įrenginį, turintį termovizoriaus funkciją CAT62, ir termometrą, išmatuokite laidžiausias šilumai konstrukcijos dalis.

Priemonės:

- kartonas,
- polistireninis putplastis,
- lipni juosta,
- PVA klijai,
- karšti klijai,
- kalorimetras su karštu vandeniu,
- termometras,
- skirtingą šiluminį laidumą turinčių medžiagų pavyzdžiai,
- įrenginys, turintis termovizoriaus funkciją CAT62.

3. Prisiminkite:

3.1. Koks prietaisas padeda įvertinti kūnus sudarančių dalelių energiją, o krtu ir greitį?

3.2. Kodėl vonioje, stovint ant plytelėmis padengtų grindų, jos atrodo šaltos?

3.3. Kodėl kiekvienai medžiagai būdinga savitoji šiluminė talpa cm?

3. Tyrimo išvada

4. Įsivertinimas
