

Vadovėlio „Spektras“ sandara	4
------------------------------------	---

1 skyrius. Mechaniniai svyravimai6

1.1. Svyravimai	8
Išbandyk!	11
1.2. Svyravimų apibūdinimas	12
Laboratorija. Matematinės švytuoklės periodo priklausomybė nuo siūlo ilgio	16
Laboratorija. Spyruoklinės švytuoklės periodo priklausomybės nuo pakabinto kūno masės tyrimas ..	18
1.3. Svyravimų rūšys	20
Įdomioji fizika. Amortizatoriai	23
Įdomioji fizika. Rezonansas gyvenime ir inžinerijoje	24
Santrauka	25
Pasitikrink!	26

2 skyrius. Mechaninės bangos.....28

2.1. Mechaninės bangos ir jų charakteristikos	30
2.2. Skersinės ir išilginės bangos	34
Išbandyk!	36
Įdomioji fizika. Seisminės bangos	37
2.3. Bangų savybės – atspindėjimas, lūžimas ir difrakcija	38
Išbandyk!	40
Įdomioji fizika. Lietuvos mokslininkų tyrimai	41
2.4. Bangų interferencija	42
Įdomioji fizika. Difrakcija ir interferencija praktikoje	45
Įdomioji fizika. Jūros bangos	46
Įdomioji fizika. Žemės rutulio sandaros tyrimai	47
2.5. Stovinčiosios bangos	48
Išbandyk!	52
Įdomioji fizika. Gravitacinės bangos: erdvės ir laiko šokis	53
Santrauka	54
Pasitikrink!	56

3 skyrius. Magnetizmas 58

3.1. Magnetinė trauka	60
3.2. Magnetinė sąveika ir magnetinis laukas	64
Išbandyk!	67
Įdomioji fizika. Magnetizmas	68
Įdomioji fizika. Neodimio magnetai – maži, bet galingi!	69
3.3. Žemės magnetinis laukas	70
Santrauka	73
Pasitikrink!	74
Užduočių atsakymai	76
Sąvokų ir asmenvardžių rodyklė	79
Matavimo paklaidų įvertinimas	80
Bangų savybės	82
Priedai	84
Iliustracijų šaltiniai	88



Įvadinis puslapis

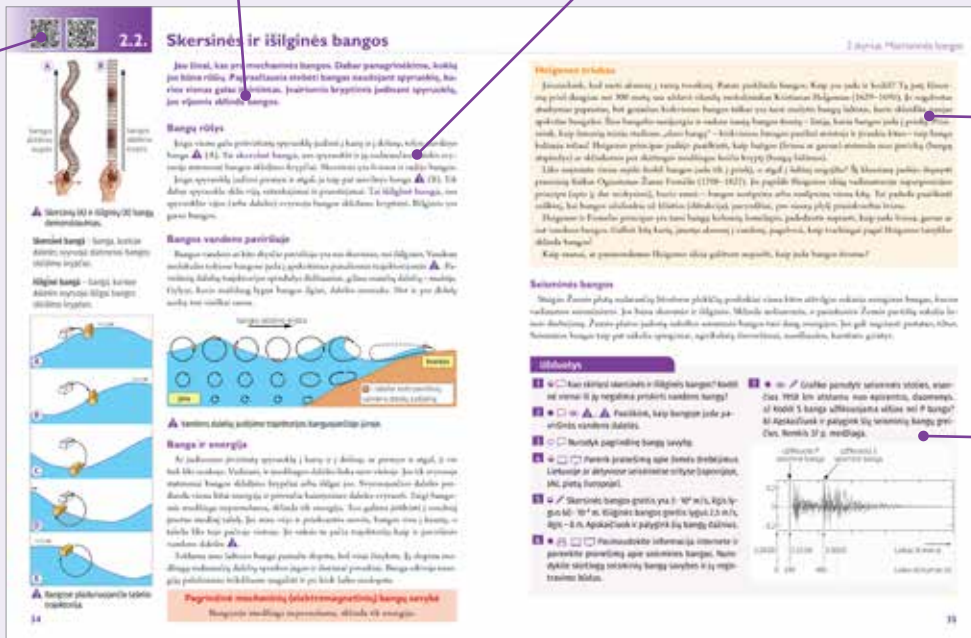
Jame pateikiamas trumpas tekstas, supažindinantis su skyriuje nagrinėjamomis temomis.

Įvadas į temą
susijęs su pažįstamu kontekstu, keliantis klausimus.

QR kodai

Pagrindinis temos tekstas
yra suskaidytas į potemes.

Papildomas tekstas



Užduotys
visada pateikiamos violetiniame fone.

Vadovėlyje naudojami simboliai

Užduočių skirstymas:

- lengvos;
- vidutinio sunkumo;
- sunkios.

Užduotys pagal veiklos pobūdį:

- 👤 skirtos darbui poromis;
- 👥 skirtos darbui grupėmis;
- ✍️ užduotis raštu;
- 🗨️ užduotis žodžiu;
- 👁️ 1 naudotis vadovėlio medžiaga;

- 💻 naudotis internetu;
- 👉 praktinė užduotis;
- 📄 parengti pristatymą;
- 🔗 tiriamoji veikla.

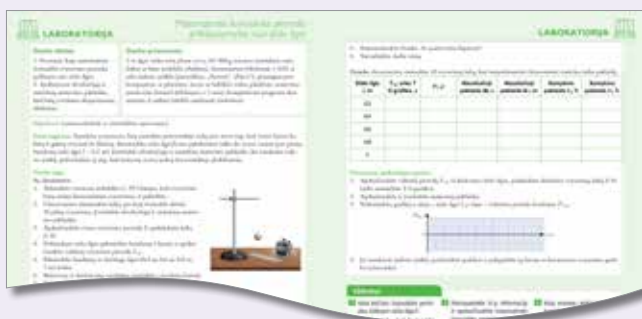


Įdomioji fizika

Pateikiama įdomi, neprivaloma, mokinio akiratį plečianti medžiaga, įdomūs fizikos faktai, mokslininkų biografijos.

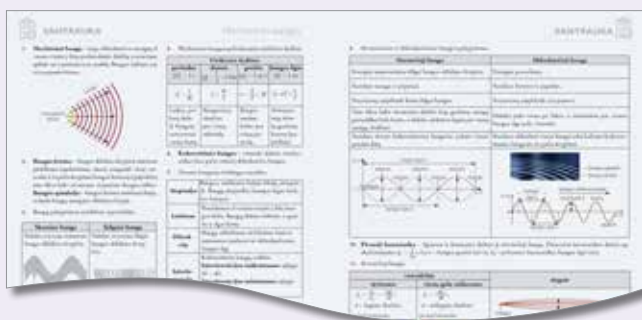
Išbandyk!

Šiuose puslapiuose yra daug nesudėtingų bandymų aprašymų.



Laboratorija

Rubrika skirta specifiniams eksperimentavimo įgūdžiams lavinti. Joje pateikiami sudėtingesni laboratoriniai darbai.



Santrauka

Apibendrinamasis tekstas, kuriame glaustai pateikiamos svarbiausios sąvokos, dėsniai, reiškiniai, pabrėžiamos pagrindinės išvados.



Pasitikrink!

Tai žinių patikros puslapiai, kuriuose yra kelių rūšių tipinės užduotys, testai žinioms bei dalykiniais gebėjimams ir kompetencijoms įvertinti.



A

Mechāninis svyrāvimas – per vienodą laiką ir ta pačia trajektorija apytiksliai pasikartojantys kūno judesiai apie pusiausvyros padėtį.

Matematinė švytuoklė – svyravimų modelis, kurį sudaro mažas kūnas, kabantis ant ilgo netįsaus siūlo, kurio masė, palyginti su kūno mase, labai maža.

Spyruoklinė švytuoklė – svyravimų modelis, kurį sudaro ant spyruoklės prikabinintas kūnas.

Kasdien galime matyti įvairių periodiškai pasikartojančių judesių: vėjyje linguoja medžiai ir šakos, pirmyn atgal supasi vaikas sūpuoklėje, juda laikrodžio švytuoklė ar kitų mechanizmų detalės . Kaip vadinami tokie judesiai ir kaip juos galime stebėti?



B



C



D



E

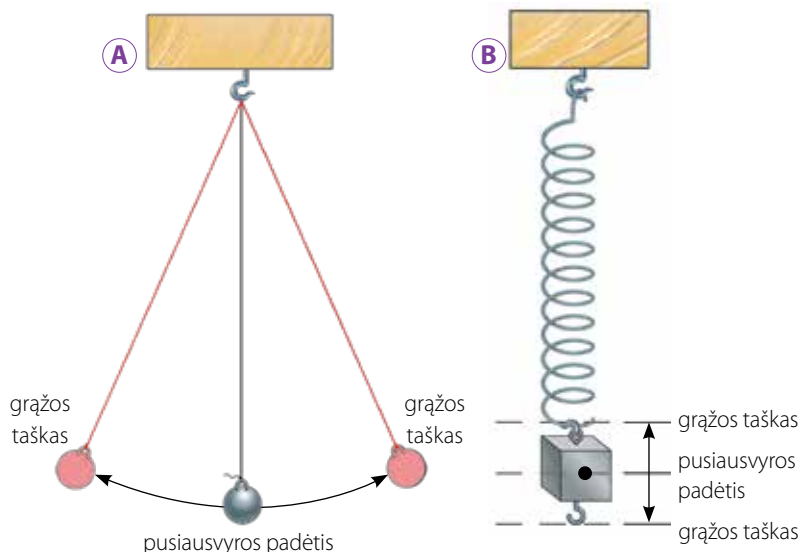
 Mechaninių svyravimų pavyzdžiai (A–E).

Mechaniniai svyravimai

Per vienodą laiką ir ta pačia trajektorija apytiksliai pasikartojantys judesiai apie pusiausvyros padėtį vadinami **mechāniniu svyrāvimu**. Sąvoka „svyravimas“ dažniausiai apibūdina sistemas, kur judesys apie pusiausvyros tašką yra lėtesnis ir lengvai pastebimas. Kai kurių svyravimų mūsų akys nemato, juos galime tik jausti, pavyzdžiui, gitaros stygos, garsiakalbio membranos virpėjimą, transporto priemonių drebinamą tiltą. Tokius periodinius judesius vadiname virpėjimu. Ši sąvoka dažniausiai siejama su didelio dažnio virpesiais.

Svyravimų modeliai

Gamtoje vyksta sudėtingų ir įvairių svyravimų. Kad juos suprastume, pirmiausia turime išsiaiškinti paprastesnius svyravimų pavyzdžius, arba modelius (pranc. *modèle* < it. *modello* < lot. *modus* – matas, apimtis, dydis, kiekis, būdas). Moksle modelis gali būti įvairių formų: aprašymas, brėžinys, teorija, lygtis, trimatė konstrukcija, kompiuterinė programa arba modeliavimas – visos jos supaprastintai parodo sudėtingesnę situaciją.



 Matematinė (A) ir spyruoklinė (B) švytuoklės.

Svyravimams nagrinėti naudojami du modeliai. Vienas jų – **matematinė švytuoklė**, kuria labai patogu stebėti svyravimus. Šį įtaisą sudaro ant ilgo siūlo laisvai kabantis mažas rutuliukas. Tokia jo padėtis vadinama pusiausvyros padėtimi. Jeigu rutuliuką patrauksime iš šios padėties ir paleisime, jis ims svyruoti ta pačia trajektorija tarp dviejų grąžos taškų, periodiškai kirsdamas pusiausvyros padėtį **2** (A).

Panašus ir **spyruoklinės švytuoklės** veikimas: ant spyruoklės kabantis svarmuo, patrauktas žemyn, taip pat ima judėti aukštyn ir žemyn tarp grąžos taškų **2** (B).

Fuko švytuoklė

Matematinės švytuoklės pavyzdys – Fuko švytuoklė Parįžiaus Panteone. Jos matmenys įspūdingi: varinio „svarmens“ masė yra beveik 30 kg, o „siūlo“ ilgis – 67 m. Naudojantis Fuko švytuokle galima pademonstruoti Žemės sukimą aplink ašį. Jei kurį laiką stebėsite šį milžiną, pamatysite, kad Fuko švytuoklė ne tik svyruoja, bet ir lėtai sukasi ratu. Iš tiesų juda ne svyravimų plokštuma, o stebėtojas sukasi kartu su grindimis.



1 Fuko švytuoklė Paryžiaus Panteone...

2012 m. Vilniaus universiteto Šv. Jonų bažnyčios varpinėje irgi įrengta Fuko švytuoklė. Ilgiau ją stebint, galima įsitikinti, kad švytuoklės plokštuma sukasi apie $0,8^\circ$ per minutę (dėl Lietuvos platumos). Taip per kelias valandas pastebimas akivaizdus švytuoklės plokštumos posūkis.

2 ...ir Šv. Jonų bažnyčios varpinėje Vilniuje.

Kaip išjudinti švytuoklę?

Norint išjudinti švytuoklę, jai reikia suteikti energijos. Tai galima padaryti dviem būdais:

- suteikti švytuoklei potencinės energijos: patraukti rutuliuką iš pusiausvyros padėties į tam tikrą aukštį ir paleisti arba deformuoti spyruoklę;
- suteikti švytuoklei kinetinės energijos: stumtelėti iš pusiausvyros padėties ant siūlo arba spyruoklės prikabinatą kūną (rutuliuką ar svarmenį).

Plačiau apie Fuko švytuoklę galima sužinoti pažiūrėjus šį vaizdo įrašą.

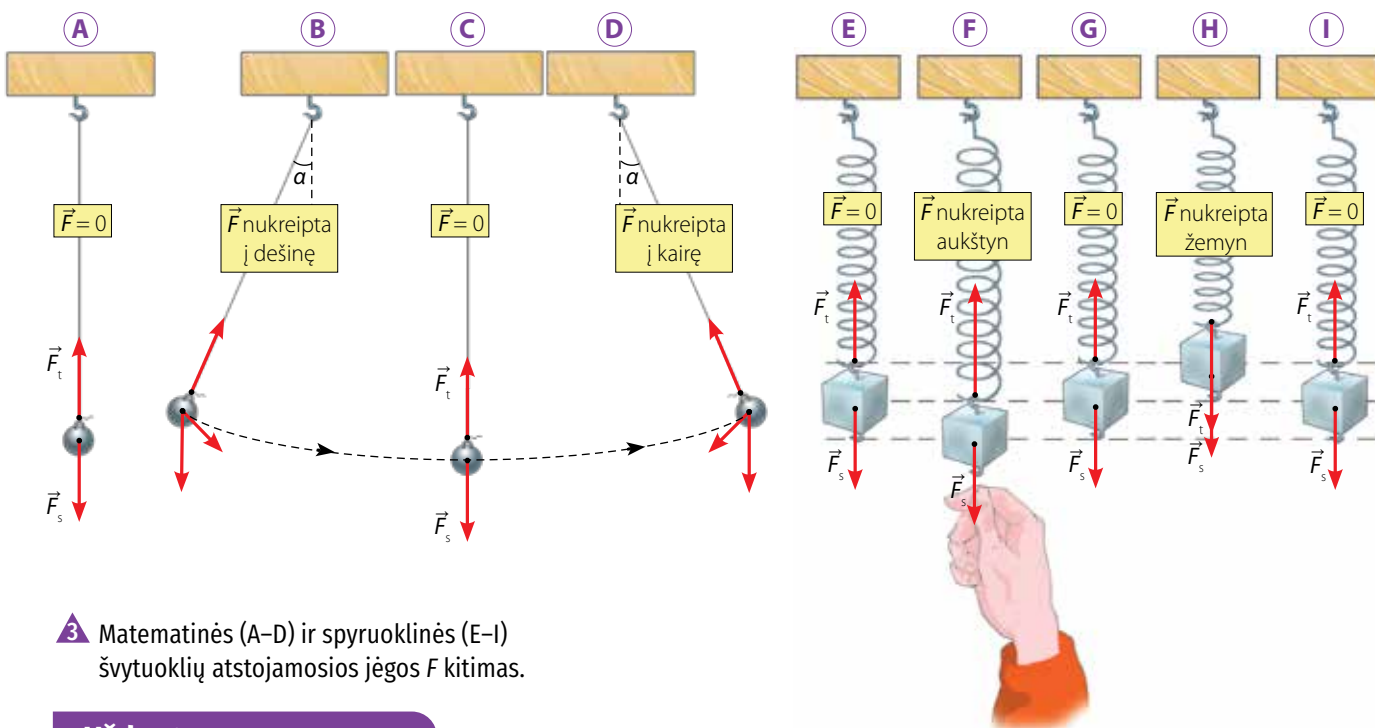


Kodėl švytuoklė kartoja judesius?

Kol matematinė švytuoklė yra pusiausvira, rutuliuką veikia sunkio F_s ir tamprumo F_t jėgos **3** (A). Jos yra lygios ir priešingų kryptių. Vadinasi, jėgų atstojamoji F lygi nuliui.

Patraukus rutuliuką iš pusiausvyros padėties (suteikus švytuoklei potencinės energijos), atstojamoji jėga nelygi nuliui. Ji yra jėgų F_s ir F_t vektorinė sudėtis ir nukreipta į pusiausvyros padėtį. Rutuliukas greitėdamas juda atstojamosios jėgos kryptimi **3** (B). Svyruojančiam kūnui artėjant prie pusiausvyros padėties, jo potencinė energija mažėja, o kinetinė – didėja. Kūnui pasiekus pusiausvyros padėtį, jėgų atstojamoji vėl lygi nuliui **3** (C). Visa potencinė energija virsta kinetine, rutuliukas toliau juda iš inercijos. Jam kirtus pusiausvyros padėtį, jėgų atstojamoji didėja, o kūno greitis mažėja. Viršutiniame gražos taške visa rutuliuko kinetinė energija virsta potencine **3** (D). Rutuliukas akimirka sustoja ir keičia judėjimo kryptį atstojamosios jėgos kryptimi. Energijos virsmai vėl kartojasi.

Panašiai vyksta ir spyruoklinės švytuoklės energijos virsmai, tik šiuo atveju iš pusiausvyros padėties juda žemyn patrauktas svarmuo **3** (E–I).



3 Matematinės (A–D) ir spyruoklinės (E–I) švytuoklių atstojamosios jėgos F kitimas.

Užduotys

- 1** ☐ ☐ Ką vadiname mechaniniais svyravimais? Pateik pavyzdžių.
- 2** ☐ ☐ Kuo skiriasi svyravimas nuo virpesio?
- 3** ☐ ☐ ☐ **1** Nurodyk svyruojančius kūnus. Kieno atžvilgiu jie svyruoja?
- 4** ☐ ☐ ☐ **2** Paaiškink, kuo skiriasi ir kuo panašios matematinė ir spyruoklinė švytuoklės.
- 5** ☐ ☐ Kokiais dviem būdais galima išjudinti švytuoklę?
- 6** ☐ ☐ Kodėl patraukta ir paleista švytuoklė juda pusiausvyros padėties link?
- 7** ☐ ☐ Kaip kinta sūpuoklės besisupančio vaiko energija?
- 8** ☐ ☐ Kam lygus kūno greitis švytuoklės gražos taške? Kuriam taške kūno greitis didžiausias?
- 9** ☐ ☐ ☐ Paprastai šiltnamio efektą sukeliančioms dujoms yra taikomas svyravimų modelis.
a) Remkis nuoroda ir pasidomėk, kaip veikia šis mechanizmas ir kaip galima šiuo modeliu paaiškinti šiltnamio efektą.
b) Kodėl azoto ir deguonies dujos nepriskiriamos prie šiltnamio efektą sukeliančių dujų?





1. Spyruoklių ir vežimėlio sistema

TAU REIKĖS: 2 vienodų spyruoklių, vežimėlio su apkrova ir ratukais ir 2 stovų.

Esant pusiausvyrai, vežimėlis yra per vidurį tarp stovų, nes abi spyruoklės vežimėlį veikia tokio pat dydžio, bet priešingų krypčių jėgomis. Vežimėlį pastūmus link kurio nors stovo, suspausta spyruoklė stengsis išsitiesti, o ištempta – susitraukti. Tamprumo jėgos, veikiančios vežimėlį, pasidaro vienos krypties ir atstojamoji jėga vežimėlį stengiasi grąžinti į pradinę padėtį. Kai vežimėlis užima pradinę padėtį, spyruoklės ištemptos vienodai, tačiau vežimėlis juda iš inercijos ir skirtingai deformuoja spyruokles į kitą pusę. Jeigu prie vieno galo pritvirtintum atstumo jutiklį, galėtum stebėti, kaip keičiasi svyruojančio vežimėlio atstumas laikui bėgant.

Nustatyk padėtį, kada vežimėlis juda greičiausiai ir lėčiausiai. Kokia yra vežimėlio padėtis, kai jo pagreitis yra didžiausias? O kokia, kai lygus nuliui?



3. Garsiakalbis

TAU REIKĖS: garsiakalbio ir generatoriaus.

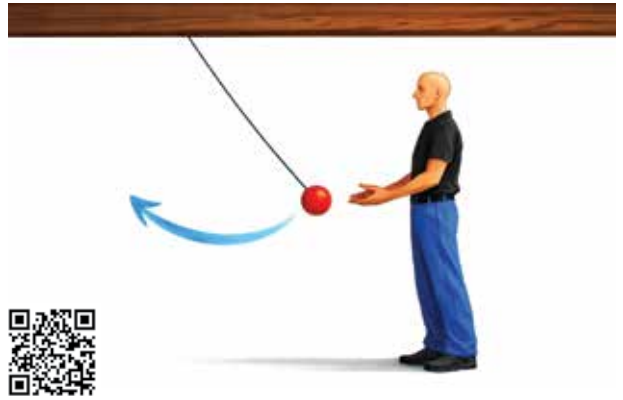
Garsiakalbį prijungus prie žemo dažnio (apie 1 Hz) generatoriaus galima matyti garsiakalbio membranos svyravimą. Palygink šiuos svyravimus su ankstesnių bandymų svyravimais. Įjunk apie 100 Hz dažnio generatoriaus signalą. Ką matai ir girdi dabar?



2. Matematinė švytuoklė

TAU REIKĖS: ne trumpesnės nei 2 m virvės ir masyvaus kūno, pritvirtinto viename virvės gale.

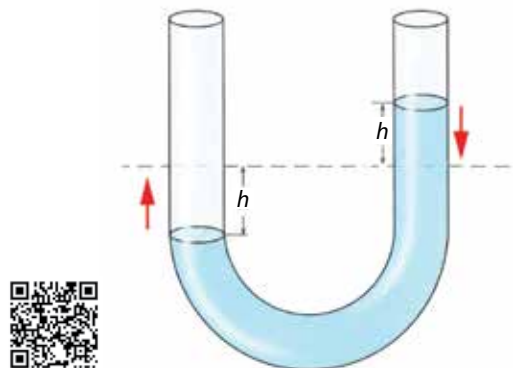
Patraukus masyvų kūną iš pusiausvyros padėties, jis pradės lėtai apie ją svyruoti. Paaiškink, kuo šio modelio svyravimas panašus į spyruoklių ir vežimėlio sistemą. Kuo skiriasi? Kas pasikeis, kai masyvų kūną atlenksi didesniu kampu?



4. Svyruojantis vanduo

TAU REIKĖS: nedidelio, skaidraus ir lanksaus plastikinio vamzdelio, nudažyto vandens.

Vamzdelį sulenk U forma ir iki pusės pripildyk nuspalvinto vandens. Pakelk vieną vamzdelio galą ir stebėk vandens svyravimą vamzdelyje. Pabandyk kelti vamzdelio galą į vis kitą aukštį ir nustatyti, kaip tuomet skiriasi skysčio svyravimai.





Darbo tikslas

1. Nustatyti, kaip matematinės švytuoklės svyravimo periodas priklauso nuo siūlo ilgio.
2. Apskaičiuoti absoliučiąją ir santykinę matavimo paklaidas, kad būtų įvertintas eksperimentų tikslumas.

Darbo priemonės:

1 m ilgio siūlas arba plona virvė, 50–200 g svarmuo (metalinis rutuliukas ar kitas nedidelis objektas), chronometras (tikslumas $\approx 0,01$ s) arba judesio jutiklis (pavyzdžiui, „Vernier“, „Pasco“), prijungtas prie kompiuterio ar planšetės, stovas su laikikliu siūlui pakabinti, matavimo juosta arba liniuotė (tikslumas ≈ 1 mm), kompiuterinė programa duomenims iš judesio jutiklio analizuoti (nebūtina).

Hipotezė: (suformuluokite ir užsirašykite sąsiuvinyje).

Pasirengimas. Surinkite priemones, kaip parodyta: pritvirtinkite siūlą prie stovo taip, kad svoris laisvai kabėtų ir galėtų svyruoti be kliūčių. Išmatuokite siūlo ilgį (l) nuo pakabinimo taško iki svorio centro (per pirmą bandymą siūlo ilgis $l = 0,2$ m). Įvertinkite absoliučiąją ir santykinę matavimo paklaidas. Jei naudojate judesio jutiklį, pritvirtinkite jį taip, kad matuotų svorio judesį horizontalioje plokštumoje.

Darbo eiga

Su chronometru

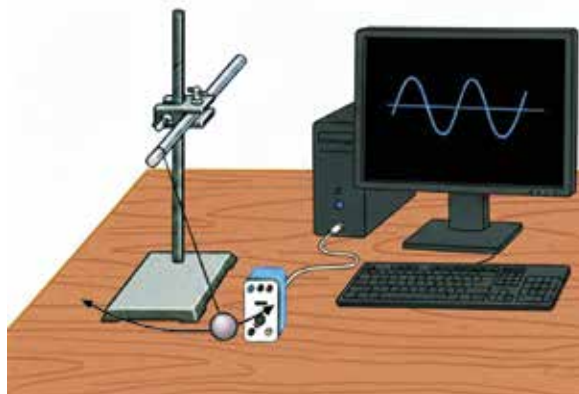
1. Atitraukite svarmenį nedideliu ($\leq 10^\circ$) kampą, kad svyravimai būtų artimi harmoniniam svyravimui, ir paleiskite.
2. Chronometru išmatuokite laiką, per kurį švytuoklė atlieka 10 pilnų svyravimų. Įvertinkite absoliučiąją ir santykinę matavimo paklaidas.
3. Apskaičiuokite vieno svyravimo periodą T , padalydami laiką iš 10.
4. Nekeisdami siūlo ilgio pakartokite bandymą 3 kartus ir apskaičiuokite vidutinį svyravimo periodą $T_{\text{vid.}}$.
5. Pakartokite bandymą su skirtingo ilgio (0,4 m, 0,6 m, 0,8 m, 1 m) siūlais.
6. Matavimų ir skaičiavimų rezultatus surašykite į rezultatų lentelę.
7. Suformuluokite išvadas. Ar pasitvirtino hipotezė?
8. Sutvarkykite darbo vietą.



Darbo eiga

Su judesio jutikliu

1. Nustatykite judesio jutiklį taip, kad fiksuotų svorio poziciją kas 0,01–0,05 s.
2. Paleiskite švytuoklę, kaip pirmiau buvo aprašyta, ir įrašykite svyravimų duomenis.
3. Naudodami judesio jutiklio programą, iš grafiko nustatykite svyravimo periodą T . Įvertinkite absoliučiąją ir santykinę matavimo paklaidas.
4. Pakartokite matavimus su skirtingo ilgio (0,4 m, 0,6 m, 0,8 m, 1 m) siūlais.





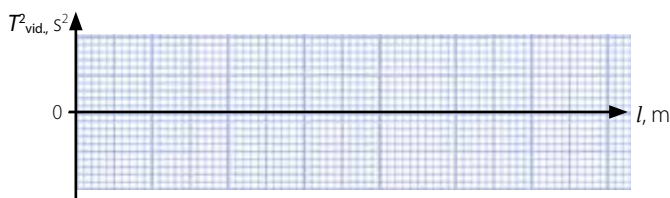
5. Suformuluokite išvadas. Ar patvirtino hipotezę?
6. Sutvarkykite darbo vietą.

Pastaba: chronometru matuokite 10 svyravimų laiką, kad sumažintumėte chronometro reakcijos laiko paklaidą.

Siūlo ilgis l , m	$T_{\text{vid.}}$ arba T iš grafiko, s	T^2 , s^2	Absoliučioji paklaida Δt , s	Absoliučioji paklaida Δl , m	Santykinė paklaida ε_t , %	Santykinė paklaida ε_l , %
0,2						
0,4						
0,6						
0,8						
1						

Duomenų apdorojimo gairės

1. Apskaičiuokite vidutinį periodą $T_{\text{vid.}}$ su kiekvienu siūlo ilgiu, padalydami dešimties svyravimų laiką iš 10 (arba nustatykite T iš grafiko).
2. Apskaičiuokite ir įvertinkite matavimų paklaidas.
3. Nubraižykite grafiką: x ašyje – siūlo ilgis l , y ašyje – vidutinio periodo kvadratas $T_{\text{vid.}}^2$.



4. Jei naudojote judesio jutiklį, peržiūrėkite grafikus ir palyginkite jų formą su harmoninio svyravimo grafiku (sinusoide).

Užduotys

1. Kaip keičiasi švytuoklės periodas, didėjant siūlo ilgiui?
2. Kodėl svarbu, kad švytuoklės atitraukimo kampas būtų mažas ($< 10^\circ$)? Kaip didesnis kampas paveiktų rezultatus?
3. Pasinaudokite 13 p. informacija ir apskaičiuokite matematinės švytuoklės periodą. Palyginkite jį su gautu eksperimento rezultatu. Jei yra skirtumų, pagalvokite, kokios galėjo būti priežastys (pavyzdžiui, matavimo paklaidos, oro pasipriešinimas)?
4. Kaip manote, kokią įtaką švytuoklės periodui turėtų svarmens masė?
5. Jei atliktumėte šį bandymą kitoje Žemės vietoje, kaip pasikeistų periodas?



1. Išgirk stovinčiąją bangą!

TAU REIKĖS: plastikinio 5 l talpos butelio, kurio viršus nupjautas, 0,5 l plastikinio butelio su abiem nupjautais galais (tarsi vamzdis), vandens, dažnių generatoriaus mobiliajame telefone.

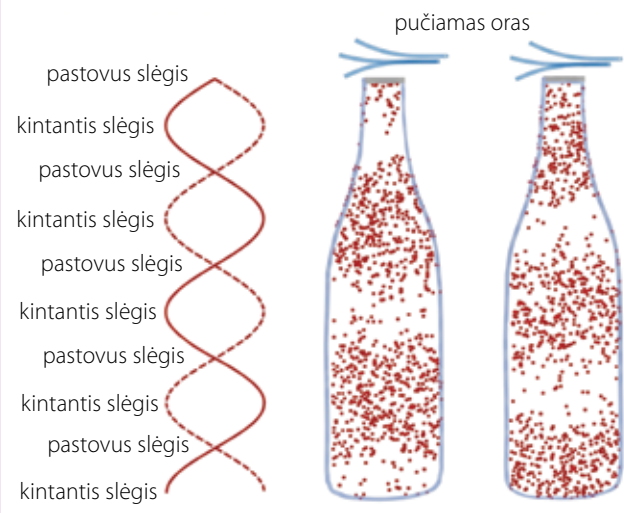
Į didelį butelį įpilk vandens. Mažą butelį vienu galu šiek tiek įmerk į vandenį. Virš mažojo butelio paleisk didelio dažnio garsą. Laikyk telefoną virš mažojo butelio, kurį lėtai nardink į vandenį ir išdėmiai klausyk! Ką pavyko išgirsti? Kaip paaiškintum girdimą reiškinį?



2. Stovinčioji garso banga butelyje

TAU REIKĖS: stiklinio butelio.

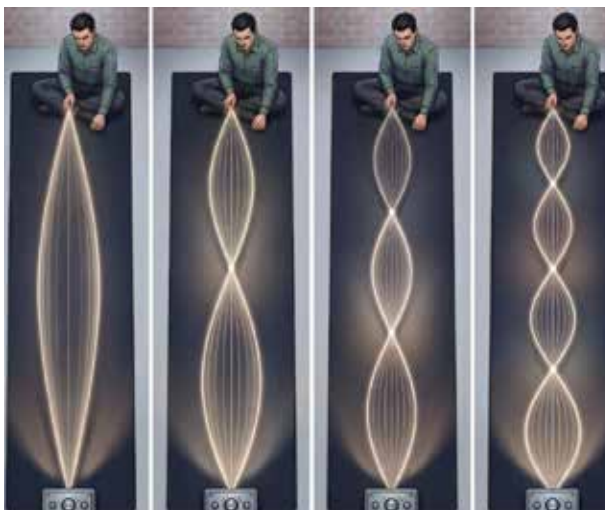
Garsas, kuris girdimas pučiant per butelio kakliuko viršų, atsiranda dėl stovinčiosios garso bangos. Garso bangos yra išilginės. Jei galėtum matyti stovinčiąją garso bangą, išvystum besikeičiančias aukšto ir žemo slėgio sritis. Prisimink, kuo skiriasi garso nuo elektromagnetinės spinduliuotės.



3. Stovinčioji banga virvėje

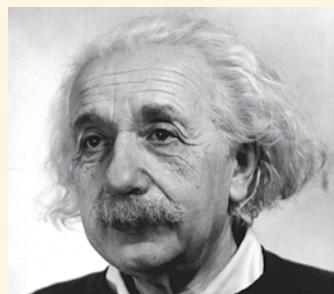
TAU REIKĖS: 2–3 m ilgio virvės.

Stovinčiąsias bangas nesudėtinga pamatyti. Jei stipriai virpinsi vienu galu įtvirtintą virvę, pamatysi, kad vietomis ji juda labai stipriai, o kitos virvės vietos lieka beveik nejudančios. Tai – stovinčiosios bangos. Muzikos instrumentai – gitaros stygos, smuikas ar vargonų vamzdžiai – veikia pagal tą patį principą.





Ar kada susimąstėte, kad Visata gali vibruoti? Gravitacinės bangos – tai tarsi kosminiai virpesiai, kurie keliauja per erdvę ir laiką, nešdami informaciją apie svarbiausius Visatos įvykius. Gravitacinių bangų idėją iškėlė fizikas Albertas Einšteinas (1879–1955) 1915 m. pristatydamas bendrąją reliatyvumo teoriją. Ši teorija pakeitė mūsų supratimą apie gravitaciją ir atskleidė, kad Visata – ne statiška, o lanksti kaip audinys!



Albertas Einšteinas

Kas yra gravitacinės bangos?

Įsivaizduok, kad erdvė ir laikas yra tarsi tampri guminė plėvelė. Kai ant jos uždedi sunkų objektą, pavyzdžiui, žvaigždę ar judąją skylę, plėvelė įdumba. Einšteino teorija teigia, kad masyvūs objektai „išlenkia“ erdvę aplink save. Susidūrę ar sukdami vienas aplink kitą du tokie objektai, pavyzdžiui, juodosios skylės, sukelia erdvėje gravitacines bangas. Jos šviesos greičiu sklinda per Visatą, kaip bangos vandenyje, tik gravitacinės bangos tempia ir spaudžia pačią erdvę! Gravitacinės bangos yra skersinės, panašiai kaip elektromagnetinės bangos (šviesa ar radijo bangos). Jei tokia banga pereitų per apvalų objektą, šis trumpam išsitemptų į vieną pusę, o paskui susispaustų į kitą, tarsi šokdamas kosminį šokį (žr. pav.). Tačiau šie pokyčiai labai maži, pavyzdžiui, 1 m skersmens žiedas išsitemptų ar susispaustų vos per 10^{-21} m. Tai maždaug milijoną kartų mažesnis atstumas nei atomo dydis! Todėl aptikti gravitacines bangas buvo tikras mokslinis iššūkis!



Raselas Halsas



Džozefas Hutonas Teiloras

1974 m. JAV fizikai Raselas Hálzas (g. 1950) ir Džozefas Hutonas Teiloras (g. 1941) pirmieji rado netiesioginių įrodymų, jog gravitacinės bangos egzistuoja. Jie stebėjo dvinarę pulsaro sistemą – dvi žvaigždes, besisukančias viena aplink kitą. Jos lėtėjo, nes išspinduliuodamos gravitacines bangas prarado energiją. 1993 m. už šį atradimą mokslininkai apdovanoti Nobelio fizikos premija.

2015 m. JAV mokslininkams pavyko pirmą kartą tiesiogiai užfiksuoti gravitacines bangas su LIGO (Lazerinės interferometrijos gravitacinių bangų observatorija) įrenginiu. LIGO lazeriai itin tikslūs ir gali aptikti mikroskopinius erdvės pokyčius. Pirmasis signalas atkeliavo iš dviejų judųjų skylių, kurių masės buvo 29 ir 36 kartus didesnės už Saulės masę, susidūrimo, įvykusio prieš 1,3 mlrd. metų! Tai buvo istorinis momentas, patvirtinęs A. Einšteino teoriją.

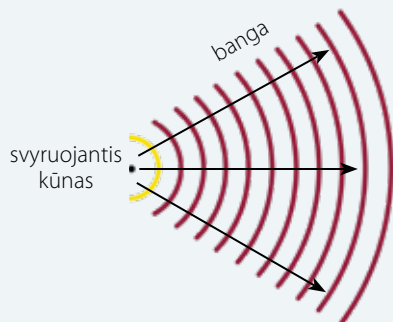


Gravitacinių bangų, kurias sukėlė dviejų judųjų bedugnių susidūrimas, kompiuterinė simuliacija.

Gravitacinės bangos – tai tarsi Visatos balsas, leidžiantis mums girdėti įvykius, kurių negalime pamatyti. Jos pasakoja apie judųjų skylių susidūrimus, neutroninių žvaigždžių šokius ar net Didįjį Sprogimą! Be to, gravitacinių bangų tyrimas yra puikus mokslinio bendradarbiavimo pavyzdys – tūkstančiai viso pasaulio mokslininkų dirba kartu, kad žmonija suprastų paslaptinius kosminius reiškinius.



- Mechaninė banga** – terpe sklindantis ir energiją iš vienos vietos į kitą perduodantis dalelių svyravimas aplink savo pusiausvyros padėtį. Bangos šaltinis yra svyruojantis kūnas.



- Bangos frontas** – bangos sklidimo kryptčiai statmena plokštuma (apskritimas, sfera), jungianti visus vienodai ir ta pačia kryptimi bangos keteroje (papėdėje) tam tikru laiko momentu virpančius bangos taškus. **Bangos spindulys** – bangos frontui statmena linija, rodanti bangų energijos sklidimo kryptį.

- Bangų palyginimas minkštoje spyruoklėje.

Skersinė banga	Išilginė banga
Dalelės svyruoja statmenai bangos sklidimo kryptčiai.	Dalelės svyruoja išilgai bangos sklidimo kryptties.

- Aukščiausias vandens paviršiumi sklindančios bangos taškas vadinamas **bangos kėtera**, žemiausias – **bangos papėdė** (įduba).



- Mechanines bangas apibūdinantys fizikiniai dydžiai.

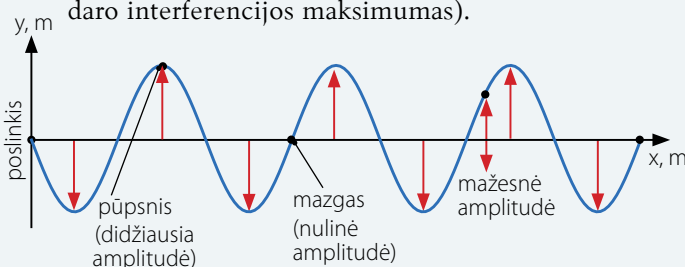
Fizikiniai dydžiai:			
periodas $[T] = 1 \text{ s}$	dažnis $[f] = \frac{1}{s} = 1 \text{ Hz}$	greitis $[v] = 1 \text{ m/s}$	bangos ilgis $[\lambda] = 1 \text{ m}$
$T = \frac{t}{N}$	$f = \frac{N}{t}$	$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$	$\lambda = vT = \frac{v}{f}$
Laikas, per kurį dalelė bangoje su-svyruoja 1 kartą.	Bangavimų skaičius per 1 s.	Bangos nueitas kelias per 1 periodą.	Atstumas tarp 2 gre-timų keturų (papėdžių).

- Koherečtinės bangos** – vienodo dažnio sinchroniškai (tuo pačiu ritmu) sklindančios bangos.

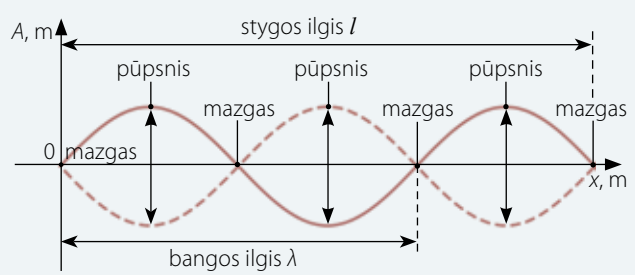
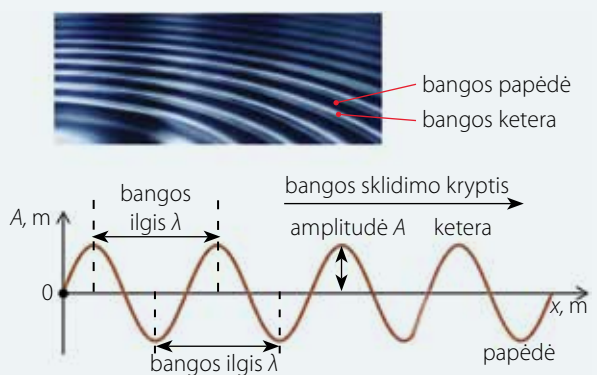
- Visoms bangoms būdingos savybės.

Atspindys	Bangos, sutikusios kelyje kliūtį, atspindi. Bangų atspindžio kampas lygus kritimo kampui.
Lūžimas	Pereidamos iš vienos terpės į kitą bangos lūžta. Bangų dažnis nekinta, o greitis ir ilgis kinta.
Difrakcija	Bangų užlinkimas už kliūties, kurios matmenys mažesni už sklindančiosios bangos ilgį.
Interferencija	Koherentinių bangų sudėtis. Interferencijos maksimumo sąlyga: $\Delta l = k\lambda$. Interferencijos minimumo sąlyga: $\Delta l = (k + \frac{1}{2})\lambda$.

- Stovinčioji banga** – banga, susidariusi dviem koherentinėms bangoms judant vienai priešais kitą. **Mazgas** – stovinčiosios bangos taškas, kuriame bangos amplitudė lygi nuliui (susidaro interferencijos minimumas). **Pūpsnis** – stovinčiosios bangos taškas, kuriame bangos amplitudė didžiausia (susidaro interferencijos maksimumas).

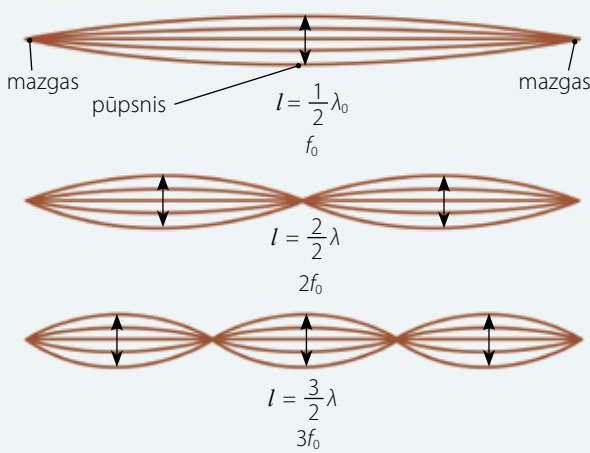
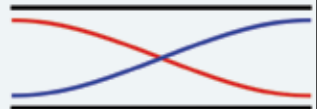
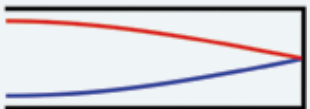
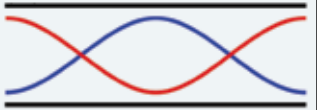
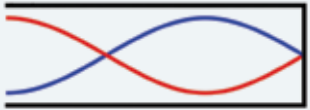
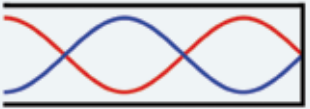


9. Stovinčiosios ir sklindančiosios bangos palyginimas.

Stovinčioji banga	Sklindančioji banga
Energija nepernešama išilgai bangos sklidimo krypties.	Energija pernešama.
Susidaro mazgai ir pūpsniai.	Susidaro keteros ir papėdės.
Svyravimų amplitudė kinta išilgai bangos.	Svyravimų amplitudė yra pastovi.
Tam tikru laiko momentu dalelės tarp gretimų mazgų periodiškai kyla kartu, o dalelės, atskirtos lygiai per vieną mazgą, leidžiasi.	Dalelės juda viena po kitos, o nutolusios per vienos bangos ilgį juda vienodai.
Susidaro dviem koherentinėms bangoms judant vienai priešais kitą.	Susidaro sklindant vienai bangai arba kelioms koherentinėms bangoms ta pačia kryptimi.
	

10. **Pirmoji harmonika** – ilgiausia ir žemiausio dažnio f_0 stovinčioji banga. Pirmosios harmonikos dažnis apskaičiuojamas: $f_0 = \frac{v}{\lambda_0}$; čia v – bangos greitis (m/s), λ_0 – pirmosios harmonikos bangos ilgis (m).

11. Stovinčioji banga:

vamzdelyje		stygoje
atvire:	vienu galu uždare:	
$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2l}$, n – lyginis skaičius.	$f_n = \frac{nv}{4l}$, n – nelyginis skaičius.	
pirmoji harmonika 	pirmoji harmonika 	
antroji harmonika 	trečioji harmonika 	
trečioji harmonika 	penktoji harmonika 	

**1 Atpažink sąvokas iš apibūdinimo.**

- A** Banga, nepernešanti energijos.
- B** Banga, kurioje dalelės svyruoja išilgai bangos sklindimo krypties.
- C** Atstumas tarp artimiausių vienodai bangoje svyruojančių dalelių.
- D** Laikas, per kurį bangos dalelė susvyravo vieną kartą.
- E** Aukščiausias, palyginti su pusiausvyros tašku, bangos pakilimo taškas.
- F** Stovinčiosios bangos taškas, kuriame amplitudė lygi nuliui.

2 Įvardyk arba nurodyk, kur pavaizduota.

A Pavaizduoti du žvejojantys žmonės.



1. Kaip vadinamas fizikinis reiškiny, kai dvi sklindančios bangos susitinka tame pačiame vandens paviršiaus taške ir viena kitą sustiprina (susilpnina)?
2. Kokia šio reiškinio susidarymo sąlyga?

B Kokie fizikiniai reiškiniai pavaizduoti iliustracijose?

**3 Surask teisingą atsakymą.**

A Reiškiny, kai banga, pereidama iš vienos terpės į kitą, pakeičia savo sklindimo kryptį, vadinamas:

1. difrakcija; 2. atspindžiu;
3. lūžimu; 4. dispersija.

B Koks yra ežere plūduriuojančios anties svyravimo dažnis, jei dėl sklindančios bangos per 10 s antys pakyla ir nusileidžia 5 kartus?

1. 0,10 Hz
2. 0,50 Hz
3. 2 Hz
4. 50 Hz

C Du vaikai žaisdami virvėje sukuria stovinčiąją bangą, o trečiasis per ją šokinėja.



Kam lygus susidariusios stovinčiosios bangos ilgis?

1. 2,15 m 2. 4,3 m
3. 6,45 m 4. 8,6 m

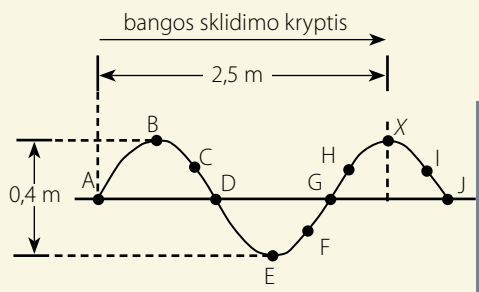
4 Taip ar ne?

Sąsiuvinyje nusibraižyk ir užpildyk lentelę.

	Taip	Ne
1. Stovinčiosios bangos susidaro tada, kai susitinka dvi viena kryptimi sklindančios koherentinės bangos.		
2. Ryškūs interferencijos maksimumai ir minimumai susidaro, tik kai bangos koherentinės.		
3. Visos gamtoje egzistuojančios mechaninės bangos perneša tik energiją.		
4. Garso bangoms difrakcija nebūdinga.		
5. Bangai pereinant iš vienos terpės į kitą keičiasi bangos greitis ir dažnis.		
6. Bangos frontas yra vieta, kur visos dalelės bangoje svyruoja skirtingai.		

5 Pritaikyk gebėjimus.

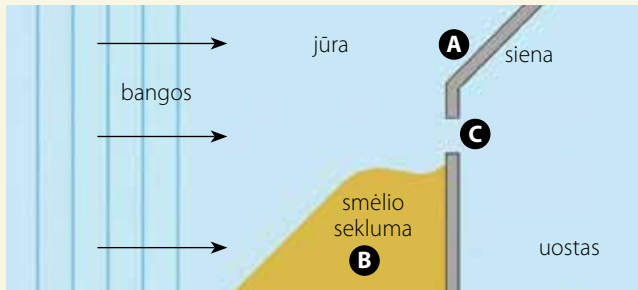
A Pavaizduota periodinė banga, sklindanti plieninėje spyruoklėje į dešinę.



Remkis grafiko informacija ir atlik užduotis.

1. Kam lygi susidariusios bangos amplitudė?
2. Nustatyk bangos ilgį.
3. Kokio tipo banga susidarė plieninėje spyruoklėje?
4. Nurodyk bangos taškus, kuriuose dalelės svyruoja vienodai.
5. Koks reiškinys susidarys spyruoklėje, jei pasiekusi sienelę banga atsispindės ir grįš atgal?

B Pavaizduotos uosto link sklindančios bangos.



1. Atsakyk, kas atsitinka bangoms, kurios:
 - a) atsitrenkia į uosto sieną (A);
 - b) sklinda virš apsemtos smėlio seklumos (B);
 - c) praeina pro uosto vartus (C).
2. Kaip pasikeistų bangų sklindimas, jeigu uosto vartai būtų žymiai platesni?

C Atlik bangų vaizdavimo užduotis.

1. Nubraižyk bangos, kurios amplitudė yra 4 cm, o dažnis lygus 2 Hz, grafiką.
2. Tose pačiose ašyse kitos spalvos pieštuku nubraižyk grafiką, vaizduojantį 2 cm amplitudės ir 3,5 Hz dažnio bangą.
3. Ar šios bangos yra koherentinės? Atsakymą pagrįsk.

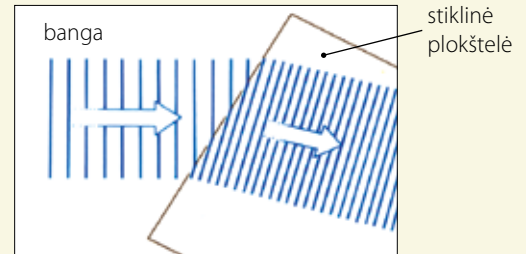
6 Išspręsk užduotis.

A Mechaninės bangos greitis ore yra 340 m/s, o vandenyje – 1360 m/s. Kaip ir kiek kartų pakis bangos ilgis jai sklindant iš oro į vandenį?

B Dalelės bangoje svyruoja 25 Hz dažniu. Banga sklinda 5 m/s greičiu.

1. Koks šios bangos ilgis?
2. Kam lygus bangos svyravimo periodas?
3. Laikui bėgant, dalelių svyravimo amplitudė sumažėjo dvigubai, o bangos sklindimo greitis išliko toks pat. Kam lygus sklindančiosios bangos ilgis?

C Ilustracijoje pavaizduota sklindimo kryptį keičianti banga.



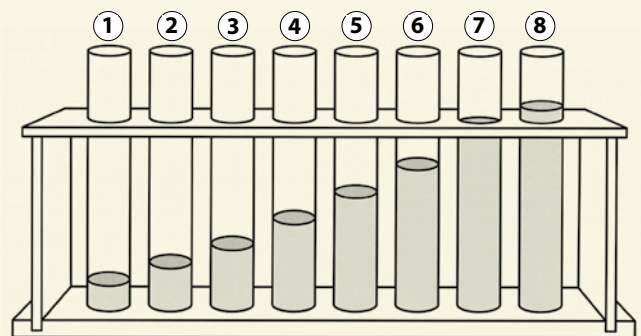
1. Kaip vadinamas šis reiškinys?
2. Kodėl banga keičia judėjimo kryptį?
3. Kaip pasikeičia bangos ilgis?
4. Ar kinta bangos periodas?

D Vandenyje svyruojanti plūdė per 3 s pakyla ir nusileidžia 2 kartus. Kokį atstumą plūdė įveikia per minutę, jei atstumas tarp bangos keteros ir įdubos lygus 5 cm?

E Vargonų vamzdžio abu galai yra atviri. Garso greitis ore lygus 330 m/s.

1. Apskaičiuok, koks turi būti vamzdžio ilgis, kad žemiausias svyravimų dažnis būtų 512 Hz.
2. Kokio ilgio turi būti vienu galu uždaras vamzdis, kad skleistų tą patį dažnį kaip vamzdis, kurio abu galai atviri?

F Mokinys testavo paties pasigaminimą muzikos instrumentą.



1. Kas susidaro mėgintuvėliuose, kai mokinys pučia į juos orą?
2. Iš kurio mėgintuvėlio girdėti žemiausio tono garsas? Kodėl?
3. Kaip šiame instrumente mokinys gali keisti garso stiprį?
4. Kodėl sudavus pieštuku per mėgintuvėlius garsas ne toks, kaip pučiant į juos orą?