

Turinys

Pratarmė	5
Kaip naudotis vadovu	6

1 skyrius. Mechaniniai svyravimai

9

1.1. Kas yra mechaniniai svyravimai?	10
1.2. Pagrindinės mechaninių svyravimų charakteristikos	14
1.3. Laisvieji ir priverstiniai svyravimai	21
1.4. Matematinė svyruoklė	25
1.5. Mechaninis rezonansas	29
1.6. Pasitikrinkite pažangą	33
1.7. Eksperimentinės užduotys	38
Skyriaus „Mechaniniai svyravimai“ apibendrinimas	42

2 skyrius. Mechaninės bangos

45

2.1. Svyravimų sklidimas terpe	46
2.2. Mechaninių bangų rūšys	52
2.3. Mechaninių bangų savybės	56
2.4. Stovinčiosios bangos	65
2.5. Stovinčiųjų bangų taikymas	70
2.6. Pasitikrinkite pažangą	74
2.7. Eksperimentinės užduotys	79
Skyriaus „Mechaninės bangos“ apibendrinimas	82

3 skyrius. Elektromagnetizmas

85

3.1. Elektromagnetizmo raida	86
3.2. Magnetinių medžiagų savybės	90
3.3. Magneto savybės	94
3.4. Žemės magnetinis laukas	98
3.5. Pasitikrinkite pažangą	105
3.6. Eksperimentinės užduotys	109
Skyriaus „Elektromagnetizmas“ apibendrinimas	113

4 skyrius. Elektromagnetiniai reiškiniai117

4.1. Tiesaus laidininko magnetinis laukas118

4.2. Magnetinis laukas induktyvumo ritėje 123

4.3. Elektromagnetas ir magnetinė indukcija126

4.4. Magnetinė indukcija laidininkuose (*neprivaloma tema, skirta besidomintiems fizika*) .. 131

4.5. Ampero jėga136

4.6. Elektros variklis 142

4.7. Pasitikrinkite pažangą 147

4.8. Eksperimentinės užduotys153

Skyriaus „Elektromagnetiniai reiškiniai“ apibendrinimas 159

Priedai 162

Dalykinė rodyklė 166

Iliustracijų šaltinių sąrašas 168

Užduočių atsakymai170



2.2. Mechaninių bangų rūšys

Naujos
sąvokos:

skersinės bangos, išilginės bangos, seisminės bangos

1

2

3

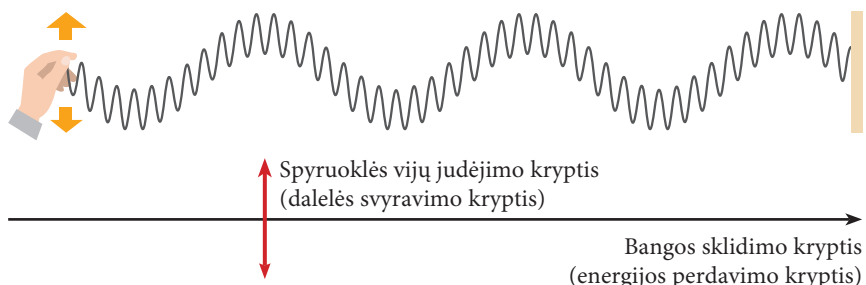
4

Kas yra skersinės ir išilginės bangos, išsiaiškinkime, atlikdami kelis bandymus.

Skersinės bangos

1 bandymas

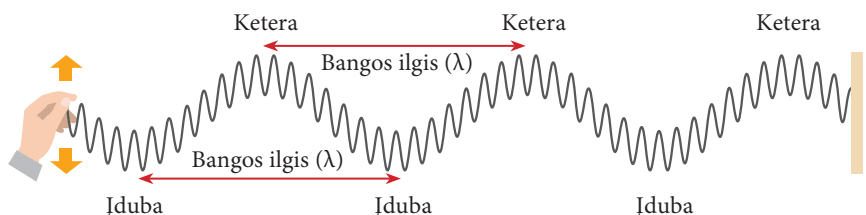
Ilga spyruoklė yra patiesiama ant stalo ar grindų. Vienas spyruoklės galas įtvirtinamas, o kitas greitai judinamas į šalis taip, kad judesiai būtų statmeni spyruoklei (2.2.1 pav.). Dėl šio judesio spyruoklėje susidaro skersinės bangos – jos perduoda energiją iš vieno spyruoklės galo į kitą, nors pačios spyruoklės dalelės juda tik aukštyn ir žemyn. Banga yra energijos sklaidimo būdas, kai medžiaga (terpė) pati nekeliauja kartu su energija, o jos dalelės pasislenka tik nedideliais atstumais.



2.2.1 pav.

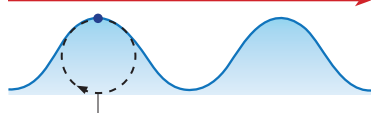
Bangos, kurioms sklindant terpės dalelės svyruoja statmenai bangos sklaidimo krypčiai, vadinamos skersinėmis bangomis.

Sklindančioje skersinėje bangoje atsiranda keterų ir įdubų, kurios juda bangos sklaidimo kryptimi (2.2.2 pav.).



2.2.2 pav.

Bangos vandens paviršiuje
sklidimo kryptis



Vandens dalelės paviršiuje judėjimas

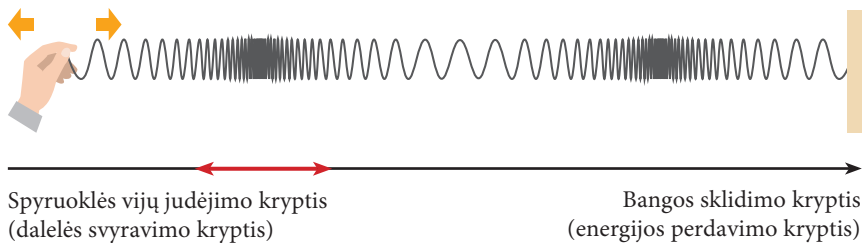
2.2.3 pav.

Skersinės bangos gali sklisti tik kietaisiais kūnais ir skysčių paviršiumi (2.2.3 pav.), bet negali dujomis ir skysčių viduje, nes tarp jų dalelių yra pernelyg silpnos sąveikos jėgos. Kadangi dujų ir skysčių dalelės lengvai juda viena kitos atžvilgiu, jos negali pasislinkti statmenai bangos sklaidimo krypčiai, todėl skersinės bangos šiomis terpėmis nesklinda.

Išilginės bangos

2 bandymas

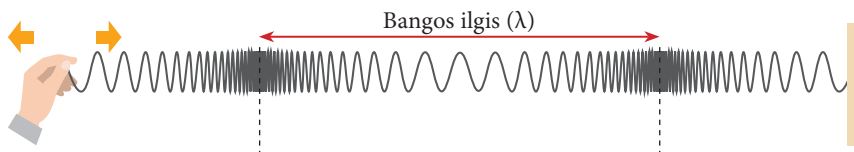
Atlikime bandymą su spyruokle, kurios vienas galas yra įtvirtintas. Neįtvirtintą spyruoklės galą greitai timptelėkite išilgai jos ašies ir atleiskite (2.2.4 pav.). Pamatysite, kad kiekvienas spyruoklės taškas tik svyruoja išilgai bangos sklaidimo krypties. Tai reiškia, kad energija perduodama sutankėjimų ir išretėjimų kryptimi, o dalelės juda pirmyn ir atgal ta pačia kryptimi, kuria sklinda banga.



2.2.4 pav.

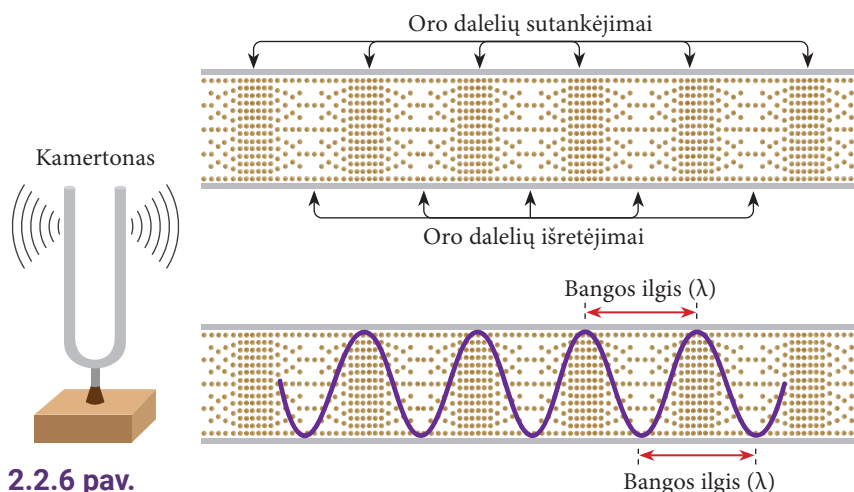
Bangos, kurių terpės dalelės svyruoja išilgai bangos sklaidimo krypties, vadinamos išilginėmis.

Spyruokle sklindant išilginei bangai, vienur vijos sutankėja, o kitur – išretėja. Atstumas tarp gretimų dviejų spyruoklės vijų sutankėjimų ar išretėjimų atitinka bangos ilgį (2.2.5 pav.).



2.2.5 pav.

Išilginės bangos gali sklisti bet kokia terpe – dujomis, skysčiais ir kietaisiais kūnais. Šios bangos susidaro dėl pakaitomis atsirandančių terpes dalelių sutankėjimų ir išretėjimų. Tokios yra garso bangos (2.2.6 pav.).



2.2.6 pav.

1

2

3

4

1

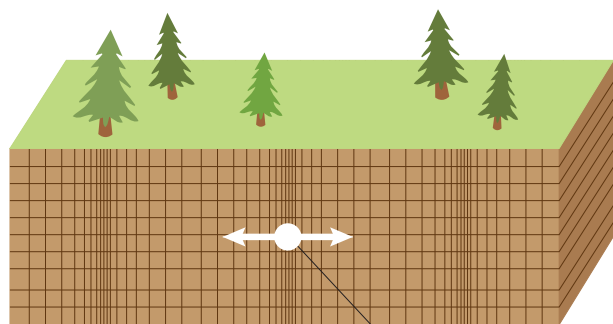
2

3

4

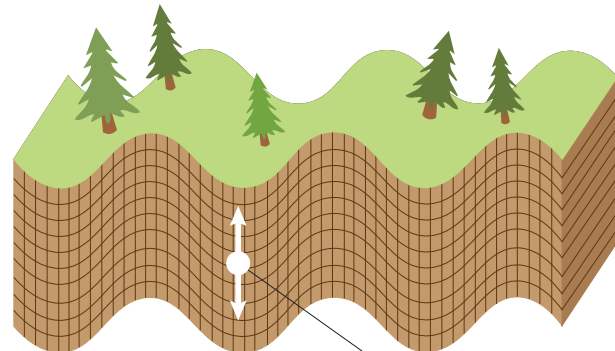
Seisminės bangos

Dar vienas mechaninių bangų pavyzdys – **seisminės bangos**. Tokios bangos susidaro, vykstant žemės drebėjimams – kylant ir leidžiantis žemės sluoksniams. Seisminės bangos yra kelių rūšių: pirminės (*P*, iš lot. *primae* – pirmos) – išilginės bangos ir antrinės (*S*, iš lot. *secundae* – antros) – skersinės bangos (2.2.7 pav.).

Pirminė (*P*) banga

→ Bangos sklaidimo kryptis

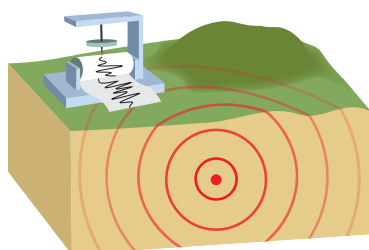
Dalelės svyravimas

Antrinė (*S*) banga

→ Bangos sklaidimo kryptis

Dalelės svyravimas

2.2.7 pav.



2.2.8 pav.

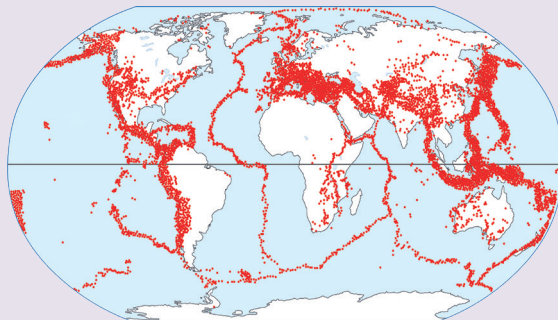
Pirminės (*P*) bangos – tai išilginės bangos. Jos susidaro dėl terpės (uolienu) dalelių virpėjimo bangos sklaidimo kryptimi, sukeliančio sutankėjimų ir išretėjimų sritis – panašiai kaip garso bangos. *P* bangos yra greitesnės už *S* bangas, todėl jos pirmos pasiekia **seisminę stotį**, jas pirmas užregistruoja **seismografas** (2.2.8 pav.). *P* bangos gali sklisti ir kieta, ir skysta terpe (pvz., per Žemės išorinį branduolį). Paskui jas seka antrinės (*S*) bangos. Šių bangų greitis mažesnis, todėl jos registruojamos vėliau. Antrinės (*S*) bangos – tai skersinės bangos. Joms būdingas terpės dalelių virpėjimas statmenai bangos sklaidimo kryptiai. *S* bangos yra lėtesnės už *P* bangas ir negali sklisti skysta terpe (pvz., per Žemės išorinį branduolį ar vandenį). Ši bangų savybė yra labai svarbi, tiriant Žemės sandarą.

Tai įdomu!

Pirmoji seisminė stotis Lietuvoje buvo įkurta Vilniuje 1970 m. ir veikė iki 1999 m. Fizikos instituto teritorijoje. 1999 m. Ignalinos atominės elektrinės apylinkėse buvo įrengtos keturios stacionarios seisminės stotys. Vėliau (2011 m.) stacionarioji seisminė stotis buvo pastatyta Paburgės kaime (Plungės rajono savivaldybėje), o 2012 m. – Pabėrės kaime (Kėdainių rajono savivaldybėje). Šiuo metu Lietuvoje veikiančių seisminių stočių duomenys yra apdorojami Lietuvos geologijos tarnyboje Vilniuje.

Tarpdalykinis projektas

Žemės drebėjimai Lietuvoje yra retas reiškinys. Per pastarąjį šimtmetį Lietuvoje buvo juntami keli žemės drebėjimai, kurių epicentra buvo ne Lietuvoje. Pasidomėkite, kaip ir kas Lietuvoje fiksuoja žemės drebėjimus. Kaip įvertinamas žemės drebėjimo stiprumas? Kaip mokslininkai naudoja seismines bangas mūsų planetos struktūros tyrimams? Šia tema parenkite pranešimą. Padiskutuokite, kokios priemonės galėtų padėti apsisaugoti nuo žemės drebėjimų keliamos žalos.



Žemės drebėjimų žemėlapis

1

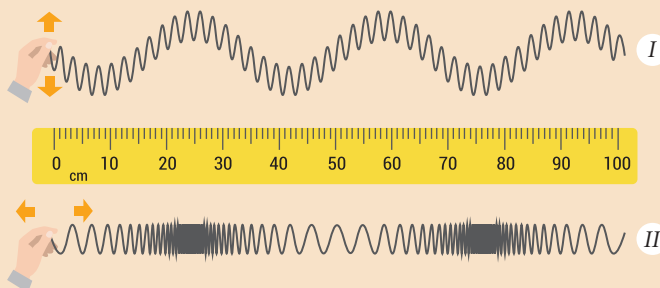
2

3

4

Klausimai ir užduotys

1. Kuo skiriasi skersinės ir išilginės bangos?
2. Kuriomis terpėmis gali sklirti skersinės bangos, o kuriomis – išilginės?
3. Mokiniai stebi mechaninių bangų susidarymą, naudodamiesi spyruoklėmis (2.2.9 pav.).
 - a) Nurodykite, kuri iš bandyme stebimų bangų (I ar II) yra išilginė, o kuri – skersinė.
 - b) Naudodamiesi liniuote, nustatykite apytikslus šių bangų ilgius.
4. Ore sklinda išilginė garso banga, kurios dažnis 264 Hz, o ilgis 1,29 m. Apskaičiuokite šios garso bangos greitį.
5. Skersinės bangos ilgis gitaros stygoje yra 15 m/s. Apskaičiuokite bangos ilgį, jei šios bangos svyravimų dažnis 5 Hz.
6. Policijos automobilio sirenos skleidžiamą garsą žmogus, esantis 510 m atstumu, išgirsta po 1,5 s.
 - a) Apskaičiuokite sirenos skleidžiamo garso greitį ore.
 - b) Sirenos skleidžiamo garso dažnis yra 0,5 kHz. Apskaičiuokite garso bangos svyravimo periodą.
 - c) Žinodami, kad garso sirenos greitis ore 340 m/s, apskaičiuokite šios garso bangos ilgį.
7. Per žemės drebėjimą seismografas užfiksavo du smūgius 50 s intervalu. Apskaičiuokite atstumą iki žemės drebėjimo epicentro. Išilginės seisminės bangos (P) greitis yra 8 km/s, o skersinės bangos (S) greitis yra 4 km/s.



2.2.9 pav.



2.7. Eksperimentinės užduotys

1 užduotis. Stovinčiosios bangos muzikos instrumentuose

Darbo tikslas – ištirti, kaip muzikos instrumentuose susidaro stovinčiosios bangos.

Darbo priemonės – žirkklės, keturi vienodo skersmens plastikiniai geriamieji šiaudeliai.

Darbo eiga

1. Jei šiaudeliai turi lanksčiąją dalį, ją nukirpkite. Naudosite tik tiesiąją šiaudelio dalį. Visų paruoštų šiaudelių ilgis turi būti vienodas.

2. Nukirpkite kiekvieno šiaudelio viršutinę dalį taip, kaip parodyta paveiksle (2.7.1 pav.).

3. Persibraižykite į sąsiuvinį pateiktą tyrimo rezultatų lentelę.

Bandymo Nr.	Šiaudelio ilgis, cm	Išgauto garso tonas (aukštas ar žemas)
1.		
2.		
3.		
4.		

4. Išmatuokite pirmojo šiaudelio ilgį ir užsirašykite į lentelę. Užkimškite nenukirptą šiaudelio galą pirštu. Nukirptą šiaudelio galą pridėkite prie lūpų ir stipriai pūskite, kad išgautumėte garsą. Atkreipkite dėmesį į išgaunamo garso tono aukštį. Tyrimo rezultatus surašykite į lentelę.

5. Šį bandymą pakartokite dar tris kartus – kaskart vis su kitu šiaudeliu, vis trumpindami šiaudelių ilgį (nukirpdami jų galą), kaip parodyta 2.7.2 paveiksle. Stebėkite garso pokyčius ir rezultatus užsirašykite į lentelę.

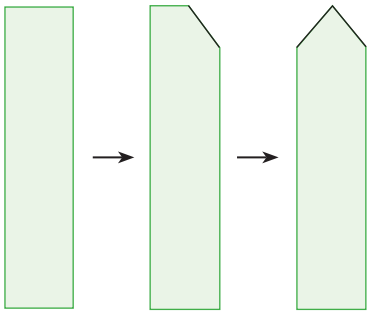
6. Atlikite tyrimo analizę. Ja remdamiesi, į pateiktus sakinius įrašykite tinkamus žodžius.

Norėdami išgauti aukštesnio tono bangas, turime šiaudelio ilgį.

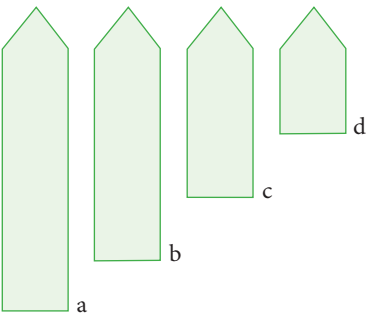
Norėdami išgauti žemesnio tono bangas, turime šiaudelio ilgį.

7. Suformuluokite šio tyrimo išvadą.

8. Įsivertinkite. Ar pavyko pasiekti tikslą? Jei taip, tai kodėl? Jei nepavyko, kas tai nulėmė?



2.7.1 pav.



2.7.2 pav.

1

2

3

4

Skyriaus „Mechaninės bangos“ apibendrinimas

- 1
- 2
- 3
- 4

Sąvoka	Apibūdinimas
Tėrpė	Terpė – medžiaga, sudaryta iš dalelių, kurios gali judėti ir perduoti svyravimus.
Mechāninė bangá	Mechaninė banga – tai svyravimo sklidimas tam tikra terpe, laikui bėgant.
Kėtera	Ketera – aukščiausia bangos dalis.
Įduba	Įduba – žemiausia bangos dalis.
Bangos ilgis	Bangos ilgis (λ) – tai atstumas, kuriuo išplinta mechaninis svyravimas per laiko- tarpį, lygų vienam periodui. $\lambda = vT, \quad \lambda = \frac{v}{f}.$
Skersinės bangos	Baños, kurioms sklindant terpės dalelės svyruoja statmenai bangos sklidimo krypčiai, vadinamos skersinėmis bangomis. Skersinės bangos gali sklisti tik kietaisiais kūnais ir skysčių paviršiumi, bet negali dujomis ir skysčių viduje.
Išilginės bangos	Baños, kurių terpės dalelės svyruoja išilgai bangos sklidimo krypties, vadina- mos išilginėmis. Išilginės bangos gali sklisti bet kokia terpe – dujomis, skysčiais ir kietaisiais kū- nais. Jos susidaro dėl pakaitomis atsirandančių terpės dalelių sutankėjimų ir iš- retėjimų.
Seisminės bangos	Seisminės bangos – tai bangos, kurios susidaro, vykstant žemės drebėjimams – kylant ir leidžiantis žemės sluoksniams. Seisminės bangos yra kelių rūšių: pirminės (P , iš lot. <i>primae</i> – pirmos) – išilginės bangos ir antrinės (S , iš lot. <i>secundae</i> – antros) – skersinės bangos.
Bangos spindulys	Bangos spindulys yra linija, nurodanti bangos sklidimo kryptį ir sutampanti su energijos pernašos kryptimi.
Mechāninių bangų atspindžio dėsnis	Mechaninė banga nuo paviršiaus atspindi tokiu pačiu kampu, koku ir krito: $\alpha = \beta$. Krintančiosios bangos spindulys, atspindėjusiosios bangos spindulys ir stat- muo, iškeltas iš kritimo taško, yra vienoje plokštumoje. Kampas, kuriuo banga krinta į kliūtį, vadinamas bangos kritimo kampu α, o kampas, kuriuo banga atspindi nuo kliūties, – atspindžio kampu β.