



2004-2006 m. Bendrojo programavimo dokumento 2 prioriteto „Žmogiškųjų išteklių plėtra“ 4 priemonė „Mokymosi visą gyvenimą sąlygų plėtra“

Projekto sutarties numeris: **ESF/2004/2.4.0-K01-160/SUT-261**

Projekto pavadinimas: **Inovatyvūs mokymosi metodai ir naujausios technologijos gamtos mokslų bakalauro rengimui**

FIZ 111. MECHANIKA IR RELIATYVUMAS

Laboratorinis darbas

MECHANINIŲ SVYRAVIMŲ DINAMIKOS TYRIMAS

I. Darbo tikslas: Susipažinti su personalinio kompiuterio taikymo eksperimentinėje fizikoje ypatumais ir ištirti priverstinių svyravimų dinamiką.

II. Darbo užduotys:

1. Gauti slopstančiuosius svyravimus ir nustatyti slopinimo koeficientą.
2. Ištirti priverstinių svyravimų amplitudės priklausomybę nuo dažnio, nubrėžti rezonansinę kreivę.

III. Bendroji teorija.

Svyravimais vadinami pasikartojantys virpesiai. Laisvaisiais svyravimais vadinami svyravimai, kuriems vykstant sistemos neveikia jokios pašalinės jėgos. Priverstiniai svyravimai yra tokie svyravimai, kurių metu sistemą veikia pasikartojanti išorinė jėga. Svyravimai vadinami periodiniais, jeigu fizikiniai dydžiai, charakterizuojantys svyravimą, nesikeičia. Pagrindiniai dydžiai, apibūdinantys svyravimus yra šie:

- a) Svyravimų periodas T – laiko tarpas tarp dviejų pasikartojančių svyravimų; matuojamas sekundėmis.
- b) Svyravimų amplitudė A – didžiausias nuokrypis nuo pusiausvyros padėties; matuojama metrais.
- c) Svyravimų dažnis $\nu = \frac{1}{T}$ - svyravimų skaičius per laiko vienetą, matuojamas hercais (Hz).

d) Kampinis (ciklinis) svyravimų dažnis $\omega = 2\pi\nu$, taip pat matuojamas Hz.

Svyravimai vadinami harmoniniais svyravimais, jeigu svyruojančio kūno padėties kitimas laikui bėgant aprašomas pagal sinuso arba kosinuso dėsnį:

$$a(t) = \sin(\omega t + \varphi_0) \text{ arba } a(t) = \cos(\omega t + \varphi_0); \quad (1)$$

čia φ_0 yra pradinė fazė (pradinis nuokrypis nuo pusiausvyros padėties), matuojama radianais. Diferencialinė harmoninių svyravimų lygtis, kurią tenkina (1) sprendinys, yra tokia:

$$\frac{d^2 a(t)}{dt^2} + \omega^2 a(t) = 0. \quad (2)$$

Slopstančiųjų svyravimų atveju svyravimus aprašanti diferencialinė lygtis:

$$\frac{d^2 a(t)}{dt^2} + 2\beta \frac{da(t)}{dt} + \omega^2 a(t) = 0; \quad (3)$$

kur β yra slopinimo koeficientas, nusakantis kaip sparčiai slopsta svyravimai laikui bėgant (matuojamas s^{-1}). Slopstančiųjų svyravimų amplitudė mažėja pagal eksponentinį dėsnį:

$$A(t) = A_0 e^{-\beta t}; \quad (4)$$

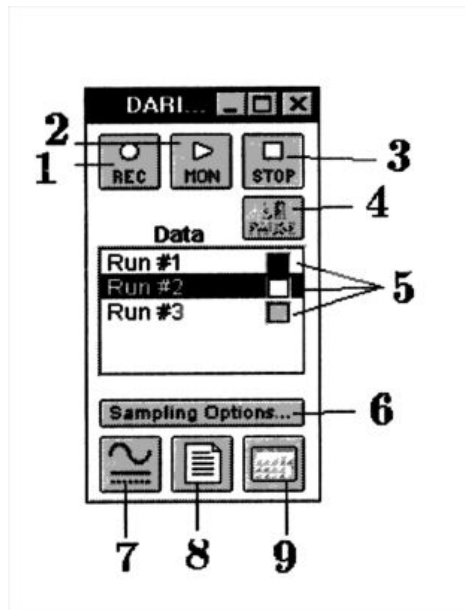
čia A_0 yra pradinė svyravimų amplitudė, o $A(t)$ - svyravimų amplitudė praėjus laikui t . Iš (4) lygties galime apskaičiuoti slopinimo koeficientą:

$$\beta = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{A_0}{A(t)} \right). \quad (5)$$

Tiriant priverstinių svyravimų amplitudės priklausomybę nuo dažnio yra stebimas rezonanso reiškinys. Rezonansu vadinamas toks reiškinys, kurio metu savųjų svyravimų dažnis sutampa su išorinių (priverstinių) svyravimų dažniu ir svyravimų amplitudė stipriai išauga. Priverstiniai svyravimai yra neslopstantys svyravimai, nes svyruojančios sistemos energijos nuostolius, atsirandančius dėl trinties, kompensuoja pastoviai veikianti išorinė jėga.

IV. Darbo priemonės ir metodas.

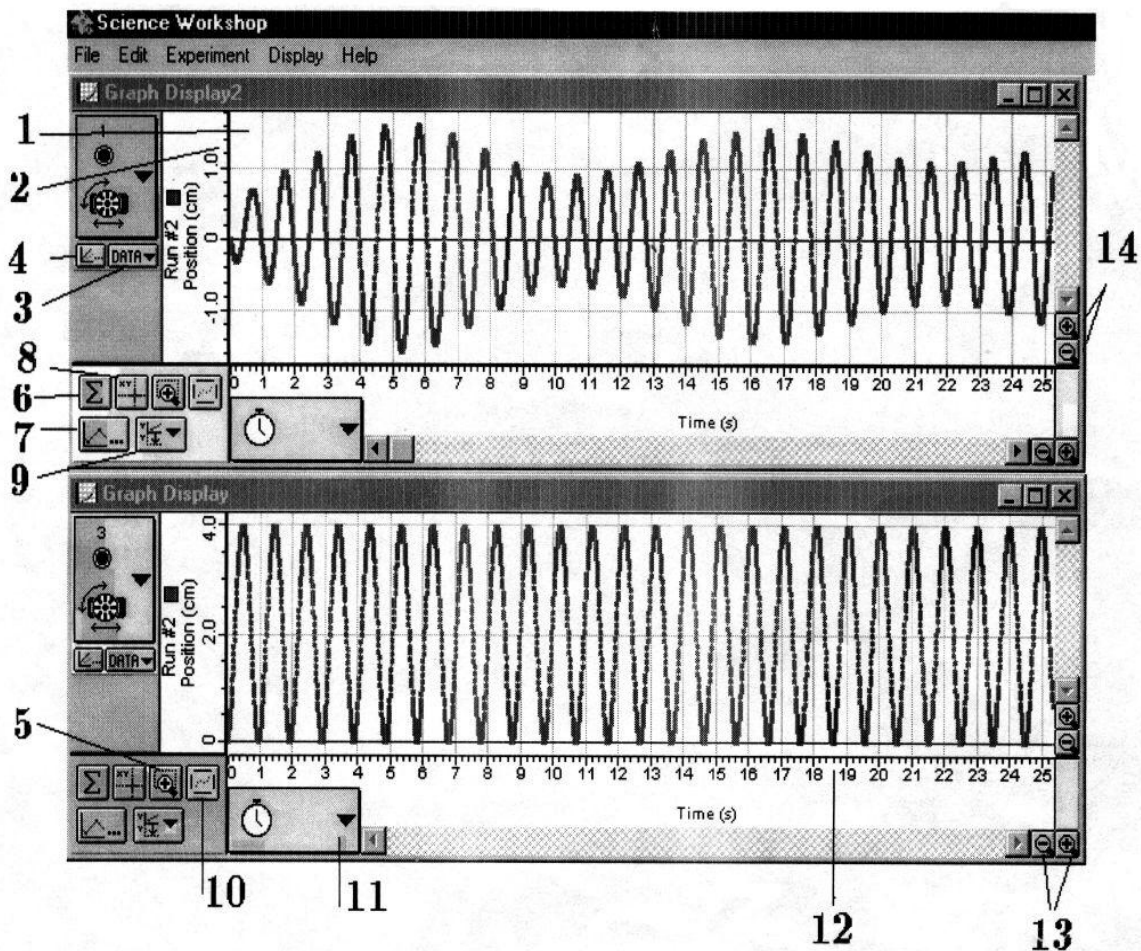
Slopstančiųjų ir priverstinių svyravimų tyrimui naudojama kompiuterizuota eksperimentinė sistema, susidedanti iš eksperimentinio įtaiso svyravimų dinamikai tirti ir kompiuterinės programos, priimančios duomenis. Pav. 1 ir pav. 2 pateikiami pagrindinis eksperimento valdymo langas ir grafiko langas.



Pav. 1. Pagrindinis eksperimento valdymo langas.

Paaiškinimai:

- 1) Duomenų registravimo paleidimas (REC).
- 2) Eksperimento stebėjimas (MON).
- 3) Eksperimento sustabdymas (STOP).
- 4) Pauzė.
- 5) Jau įrašytų eksperimentų duomenys. Paspaudus pele duomenys pasirenkami ir vizualizuojami.
- 6) Nustatomas duomenų registravimo periodiškumas.
- 7) Paleidžiamas signalų generatorius.
- 8) Atidaromas tekstinių pastabų langas.
- 9) Atidaromas kalkuliatoriaus langas.



Pav. 2. Duomenų grafiko langas.

Paaiškinimai:

- 1) Pavaizduotų duomenų sritis.
- 2) Paspaudus mygtuką, atsiranda langas, kuriame galima pakeisti y ašies skalę.
- 3) Visų įrašytų duomenų pasirinkimo meniu.
- 4) Vaizduojamų duomenų manipuliacijos. Galima pasirinkti kelias sekas duomenims vaizduoti viename paveiksle.
- 5) Didinimo priemonė. Paspaudus šį mygtuką pele, galima išsirinkti nedidelį stačiakampį paveiksle, kuris atleidus pelės klavišą, padidėja.
- 6) Statistikos skaičiavimo mygtukas.
- 7) Įvairių paveikslo detalių nustatymas.
- 8) Pagalbinis analizės mygtukas.
- 9) Papildomo paveikslo meniu.
- 10) Autoskalės mygtukas.
- 11) x ašies įėjimo meniu.
- 12) x ašies minimalios ir maksimalios vertės nustatymas.

13) x ašies skalės didinimas ir mažinimas.

14) y ašies didinimas ir mažinimas.

V. Darbo eiga.

1. Slopstančiųjų svyravimų tyrimas.

a) Lengvai ranka paleiskite svyruoti diskelį ir paspauskite mygtuką MON (pav. 1). Apatiniame lange turėtų atsirasti tiesi linija, o viršutiniame – svyravimų kreivė.

b) Nuspauskite mygtuką REC (pav. 1) ir įrašykite gautus svyravimus. Nuspauskite mygtuką autoscalė (10 mygtukas pav. 2) ir išmatuokite pradinę amplitudę A_0 , svyravimų amplitudę praėjus laikui t $A(t)$, laiką t , bei svyravimų įvykusių per laiką t , skaičių n .

Duomenis surašykite į lentelę:

Bandymo Nr.	A_0 , cm	$A(t)$, cm	t , s	n	β , s^{-1}
1					
2					
3					
4					
5					

Įvertinkite matavimo paklaidas. Naudodamiesi (5) išraiška, apskaičiuokite slopinimo koeficientą β . Apskaičiuokite slopinimo koeficiento vidutinę vertę $\bar{\beta}$.

2. Priverstinių svyravimų amplitudės priklausomybės nuo dažnio tyrimas.

a) Paruoškite maitinimo šaltinį elektrinio varikliuko paleidimui: nusukite rankenėles **voltage: coarse** (įtampa) ir **current: coarse** (srovė) iki kraštinės kairiosios padėties, o po to rankenėlę **current: coarse** 2 – 3 padalas į dešinę. Įjunkite mygtuką **On**, tuomet užsidegs žalia lemputė. Jeigu dega raudona lemputė – dar šiek tiek padidinkite srovę.

b) Palengva didinant įtampą varikliukas pradeda lėtai sukstis. Ant varikliuko ašies pritvirtintas strypelis traukioja siūlą, taip sąlygodamas priverstinę periodinę jėgą. Išstirkite sistemą esant šioms maitinimo šaltinio įtampos vertėms: 2, 3, ..., 8 V. Išmatuokite svyravimų amplitudę A , laiko tarpą tarp keleto svyravimų t ir svyravimų skaičių per laiko tarpą n . Duomenis surašykite į lentelę.

Bandymo Nr.	A , cm	t , s	n	ν , Hz
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

c) Apskaičiuokite atitinkamus svyravimų dažnius ν ir nubrėžkite amplitudės priklausomybės nuo dažnio rezonansinę kreivę $A(\nu)$.

2. Pateikite darbo išvadas.

VI. Kontroliniai klausimai.

1. Kokie svyravimai vadinami periodiniais, harmoniniais, laisvaisiais, priverstiniais?
2. Kokie fizikiniai dydžiai apibūdina svyravimus?
3. Kokia yra slopinimo koeficiento fizikinė prasmė?
4. Kas yra rezonansas ir rezonanso kreivė?
5. Išveskite (5) lygtį.

VII. Literatūra.

1. A. Tamašauskas, J. Vosylius. Fizika. 1 dalis. Vilnius, Mokslas, 1989.
2. B. Kukšas, S. Vičas. Fizika. 1 dalis. Vilnius, Mokslas, 1987.