

PATVIRTINTA  
Joniškio „Aušros“ gimnazijos  
direktoriaus 2025 m. rugsėjo 4 d.  
įsakymu Nr. V-70

## Laboratorinio darbo aprašas

Dalykas: Fizika

Klasė: 11

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Darbo pavadinimas:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Slydimo ir rimties trinties jėgų tyrimas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Darbo tikslas:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Eksperimentiškai išsiaiškinti nuo kokių parametrų priklauso slydimo ir rimties trinties jėgų didumas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Darbo priemonės, įranga:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kompiuteris</li> <li>2. Grafinė analizė programėlė</li> <li>3. Go Direct padetis nustatymo jutiklis</li> <li>4. Go Direct Jėgos ir pagreitčio jutiklis</li> <li>5. virvės</li> <li>6. blokas iš medžio su kabliu</li> <li>7. Svarelių rinkinys</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Ugdomi dalyko pasiekimai:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>B1. Tinkamai vartoja gamtamokslines sąvokas, terminus, simbolius, formules, matavimo vienetus.</p> <p>C2. Formuluoja probleminius klausimus, su jais susietus tyrimo tikslus ir hipotezes.</p> <p>C5. Analizuoja gautus rezultatus ir duomenis: įvertina jų patikimumą, atrenka reikiamus išvada daryti, atlieka reikalingus skaičiavimus ir pertvarkymus, pateikia tinkamais būdais.</p> <p>D2. Tikslingai taiko turimas fizikos žinias įvairiose situacijose, aiškindamasis procesus ir reiškinius, sieja skirtingų mokslų žinias į visumą.</p> <p>D3. Aiškina fizikinių reiškinių dėsningumus, atpažįsta priežasties ir pasekmės ryšius, taiko fizikos dėsnius.</p> |
| Darbo eigos aprašymas:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| I dalis. Rimties trintis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



1. Išmatuokite bloko masę ir užrašykite ją duomenų lentelėje.
2. Pajunkite GoDirect jėgos ir pagreičio sensorius
3. Įjunkite grafines analizės programėlę kompiuteriye
4. Programoje spustelėkite Done.
5. Virvele sujunkite medžio bloką su GoDirect jėgos ir pagreičio sensoriumi.
6. Ant bloko uždėkite 1 kg masės svarelius, taip kad jie negalėtų nukristi. 7. Prieš pradėdami rinkti duomenis, Prieš pradėdami rinkti duomenis pabandykite traukti bloką nedidele jėga, labai pamažu didinkite jėgą, kol Blokas pradės slysti, o tada tempkite bloką pastoviu greičiu. Tai turi trukti 2-3 sekundes.
8. Nubrėžkite jėgos Priklausomybės nuo laiko grafiką, atitinkantį jėgą, kurią jaučiate savo rankoje. Pažymėkite grafiko dalį, atitinkančią bloką, rimties būseną, laiką, kai blokas tik pradėjo judėti, ir laiką, kai blokas judėjo pastoviu greičiu.
9. Nustatykite jėgos jutiklį į nulinę padėtį prieš pradėdami rinkti duomenis. a. Padėkite jėgos jutiklį ant plokščio paviršiaus, kad veikimo ašis būtų horizontali.
- b. Laikydami jėgos jutiklio ašį horizontaliai ir nesukeldami jokios jėgos, spustelėkite arba bakstelėkite jėgos matuoklį ir pasirinkite Zero nustatymą.
10. Laikykite jėgos jutiklį vietoje, pasiruošę patraukti bloką, tačiau su neįtempta virve.
11. Paspauskite start data, kad pradėtumėte duomenų rinkimą. Palaukite akimirka, tada patraukite bloką kaip anksčiau, stengdamiesi palaipsniui didinti jėgą.
12. Patikrinkite savo grafiką. Jame turėtų būti duomenys, kai blokas nejudėjo, kai jis pradėjo judėti ir judėjo pastoviu greičiu,. Jei taip nėra, pradėkite duomenų rinkimą ir pakartokite traukimo procesą. Atspausdinkite arba nupieškite grafiką vėlesniam naudojimui.

II dalis: Maksimali rimties trinties jėga ir slydimo trinties jėga.

Šioje dalyje matuosime maksimalią rimties trinties jėgą ir slydimo trinties jėgą kaip bloko atramos reakcijos funkciją, Kiekvieno bandymo metu trauksite bloką kaip anksčiau, tačiau keisdami bloko mases, keisite bloko atramos reakcijos jėgą.

13. Nuimkite svarelius nuo bloko.
14. Naudodamiesi 9-11 žingsniuose aprašyta procedūra, surinkite jėgos ir laiko duomenis.
15. Maksimali jėga buvo, kai blokas pradėjo slysti. Nustatykite didžiausią rimties trinties jėgos vertę ir užsirašykite vertę į savo duomenų lentelę.
16. Kitas žingsnis yra nustatyti vidutinę trinties jėgą, kai blokas judėjo pastovia greičiu.
  - a. Pasirinkite duomenis maždaug pastovios jėgos zonoje grafe.
  - b. Paspauskite Graph Options, ir pasirinkite View Statistics.
  - c. Užrašykite vidutinės jėgos vertę duomenų lentelėje.
17. Pakartokite 14–16 žingsnius dar dviem matavimams ir apskaičiuokite vidurkius, kad pagerintumėte savo matavimo patikimumą. Įrašykite vertes duomenų lentelėje.
18. Pridėkite 500 g mases svarsti ant bloko. Pakartokite 14–17 žingsnius, įrašydami vertes į duomenų lentelę. Pridėkite dar 500 g ir pakartokite.



### III dalis Slydimo trinties jėga.

Šioje dalyje pamatuosime slydimo trinties koeficientą antru būdu ir palyginsite jį su II dalies matavimais. Naudodami judesio detektorių, galite pamatuoti bloko pagreitį, kai jis slysta iki sustojimo. Šį pagreitį galima nustatyti iš greičio ir laiko grafiko. Slydimo metu vienintelė jėga, veikianti bloką horizontalia kryptimi, yra trinties jėga. Iš bloko masės ir jo pagreičio galite apskaičiuoti trinties jėgą ir galiausiai trinties koeficientą trinties koeficientą.

19. Padėkite judesio jutiklį 1–2 m nuo medienos bloko. Naudokite tą patį paviršių, kurį naudojote II dalyje. Išdėstykite judesio jutiklį taip, kad jis fiksuotų bloko judėjimą, kai jis slysta link jutiklio.

20. Paruoškite judesio jutiklį ir Grafikos analizes programą.

a. Prijunkite Go Direct judesio jutiklį prie savo kompiuterio. Paspauskite Jutiklių kanalo mygtuką.

b. Pasirinkite žymės langelį Motion. Paspauskite Done.

d. Jei rodomas pozicijos ir laiko grafikas, paspauskite y ašies pavadinimą ir pasirinkite tik velocity, kad būtų rodomas greičio priklausomybės nuo laiko grafikas.

21. pastumkite bloką link judesio detektoriaus taip, kad blokas paliktų jūsų ranką ir slystų iki sustojimo. Minimalizuokite bloko sukimąsi. Po to, kai blokas palieka jūsų ranką, jis turėtų slysti apie 1 m, kol sustos, ir neturėtų priartėti prie judesio detektoriaus mažiau nei 0,25 m.

22. Surinkite duomenis apie slystantį bloką.

a. Paspauskite arba palieskite start data, kad pradėtumėte duomenų rinkimą.

b. Po akimirkos, stumkite bloką, kad jis slystų link judesio detektoriaus.

23. Išnagrinėkite greičio nuo laiko grafiką. Jame turėtų būti dalis su tiesiškai mažėjančia dalimi, atitinkančia laisvai slystančio bloko judėjimą. Pakartokite duomenų surinkimą, jei reikia.

24. Priderinkite tiesią liniją prie šios duomenų dalies, kurios posvyrio kampas yra bloko pagreitis.

a. Pasirinkite duomenis tiesinio mažėjimo srityje.

b. Spustelėkite Graph Options, greičio nuo laiko grafikui ir pasirinkite Apply Curve Fit.

c. Pasirinkite Linear as the curve fit ir spustelėkite Apply.

d. Įrašykite grafiko polinkio kampo dydį, kuris yra bloko pagreitis, į savo duomenų lentelę.

25. Pakartokite 22–24 veiksmus dar du kartus.

26. Ant bloko padėkite 500 g masės svarelį. Pakartokite 22–24 veiksmus tris kartus su bloku ir svareliu. Įrašykite pagreičio vertes į savo duomenų lentelę.

Saugos reikalavimai (jei reikia):

Atsargiai naudoti prietaisus.

Rezultatų analizė (jei reikia):

Aptariami gauti darbo rezultatai.

Refleksija ir vertinimas:

Hipotezė- 1 taškas  
I dalis -1 taškai  
II dalis-3 taškas  
III dalis -4 taškas  
Išvados -1 taškas

Priedai:

1. Darbo aprašas.
2. Mokinių darbo aprašų šablonai

## 1 priedas

### Slydimo ir rimties trinties jėgų tyrimas

Teorinis pagrindimas:

**Trinties jėga** – tai jėga, kuri **priešinasi vieno kūno judėjimui kito atžvilgiu**, kai jie liečiasi.

Trintis kyla dėl **mikroskopinių paviršiaus nelygumų** bei **tarpatominių sąveikų**.

**Trinties rūšis**    **Paaikškinimas**

**Rimties trintis**    Trintis, kuri **neleidžia kūnui pajudėti**. Ji **didėja** iki tam tikros ribos – **Fr**                    **maksimalios rimties trinties**.

**Slydimo trintis**                    Trintis, veikianti kūną, **jau slystantį** paviršiumi.  
**Fs**

**Trinties jėgos apskaičiavimas**

**Slydimo trintis:**

$$F_s = \mu_s \cdot N$$

**Rimties trintis (kai kūnas nejuda):**

$$F_r \leq \mu_r \cdot N$$

Kur:

- $\mu_s$ – **slydimo trinties koeficientas**
- $\mu_r$ – **rimties trinties koeficientas**
- $N$ – **reakcijos jėga** (dažniausiai lygi kūno svoriui:  $N=mg$ , jei paviršius horizontalus)
- $F_r$ – rimties trintis
- $F_s$ – pastovi slydimo trintis

Trinties jėgos ypatybės:

- Nepriklauso nuo kontakto ploto
- Proporcinga reakcijos jėgai
- Priklauso nuo paviršių medžiagų
- Rimties (maksimali) trintis visada  $\geq$  slydimo trintis

Praktinė trinties reikšmė:

- Trintis reikalinga vaikščiojimui, stabdymui, laikymui
- Bet taip pat sukelia nusidėvėjimą, energijos nuostolius

- Trinties koeficientų žinojimas svarbus inžinerijoje, automobilių saugume, robotikoje

#### Darbo tikslas:

Eksperimentiškai išsiaiškinti nuo kokių parametrų priklauso slydimo ir rimties trinties jėgų didumas.

#### Darbo priemonės, įranga:

1. Kompiuteris
2. Grafinė analizė programėlė
3. Go Direct padėtis nustatymo jutiklis
4. Go Direct Jėgos ir pagreičio jutiklis
5. virvės
6. blokas iš medžio su kabliu
7. Svarelių rinkinys

#### Darbo eiga:

##### I dalis. Rimtios trintis



1. Išmatuokite bloko masę ir užrašykite ją duomenų lentelėje.
2. Pajunkite GoDirect jėgos ir pagreičio sensorius
3. Įjunkite grafines analizės programėlę kompiuteriye
4. Programoje spustelėkite Done.
5. Virvele sujunkite medžio bloką su GoDirect jėgos ir pagreičio sensoriumi.
6. Ant bloko uždėkite 1 kg masės svarelius, taip kad jie negalėtų nukristi.
7. Prieš pradėdami rinkti duomenis, Prieš pradėdami rinkti duomenis pabandykite traukti bloką nedidele jėga, labai pamažu didinkite jėgą, kol Blokas pradės slysti, o tada tempkite bloką pastoviu greičiu. Tai turi trukti 2-3 sekundes.
8. Nubrėžkite jėgos Priklausomybės nuo laiko grafiką, atitinkantį jėgą, kurią jaučiate savo rankoje. Pažymėkite grafiko dalį, atitinkančią bloką, rimties būseną, laiką, kai blokas tik pradėjo judėti, ir laiką, kai blokas judėjo pastoviu greičiu.
9. Nustatykite jėgos jutiklį į nulinę padėtį prieš pradėdami rinkti duomenis. a. Padėkite jėgos jutiklį ant plokščio paviršiaus, kad veikimo ašis būtų horizontali.  
b. Laikydami jėgos jutiklio ašį horizontaliai ir nesukeldami jokios jėgos, spustelėkite arba bakstelėkite jėgos matuoklį ir pasirinkite Zero nustatymą.
10. Laikykite jėgos jutiklį vietoje, pasiruošę patraukti bloką, tačiau su neįtempta virve.
11. Paspauskite start data, kad pradėtumėte duomenų rinkimą. Palaukite akimirka, tada

patraukite bloką kaip anksčiau, stengdamiesi palaipsniui didinti jėgą.

12. Patikrinkite savo grafiką. Jame turėtų būti duomenys, kai blokas nejudėjo, kai jis pradėjo judėti ir judėjo pastoviu greičiu. Jei taip nėra, pradėkite duomenų rinkimą ir pakartokite traukimo procesą. Atspausdinkite arba nupieškite grafiką vėlesniam naudojimui.

II dalis: Maksimali rimties trinties jėga ir slydimo trinties jėga.

Šioje dalyje matuosime maksimalią rimties trinties jėgą ir slydimo trinties jėgą kaip bloko atramos reakcijos funkciją, Kiekvieno bandymo metu trauksite bloką kaip anksčiau, tačiau keisdami bloko mases, keisite bloko atramos reakcijos jėgą.

13. Nuimkite svarelius nuo bloko.

14. Naudodamiesi 9-11 žingsniuose aprašyta procedūra, surinkite jėgos ir laiko duomenis.

15. Maksimali jėga buvo, kai blokas pradėjo slysti. Nustatykite didžiausią rimties trinties jėgos vertę ir užsirašykite vertę į savo duomenų lentelę.

16. Kitas žingsnis yra nustatyti vidutinę trinties jėgą, kai blokas judėjo pastovia greičiu.

a. Pasirinkite duomenis maždaug pastovios jėgos zonoje grafe.

b. Paspauskite Graph Options, ir pasirinkite View Statistics.

c. Užrašykite vidutinės jėgos vertę duomenų lentelėje.

17. Pakartokite 14–16 žingsnius dar dviem matavimams ir apskaičiuokite vidurkius, kad pagerintumėte savo matavimo patikimumą. Įrašykite vertes duomenų lentelėje.

18. Pridėkite 500 g mases svarsti ant bloko. Pakartokite 14–17 žingsnius, įrašydami vertes į duomenų lentelę. Pridėkite dar 500 g ir pakartokite.



III dalis Slydimo trinties jėga.

Šioje dalyje pamatuosime slydimo trinties koeficientą antru būdu ir palyginsite jį su II dalies matavimais. Naudodami judesio detektorių, galite pamatuoti bloko pagreitį, kai jis slysta iki sustojimo. Šį pagreitį galima nustatyti iš greičio ir laiko grafiko. Slydimo metu vienintelė jėga, veikianti bloką horizontalia kryptimi, yra trinties jėga. Iš bloko masės ir jo pagreičio galite apskaičiuoti trinties jėgą ir galiausiai trinties koeficientą trinties koeficientą.

19. Padėkite judesio jutiklį 1–2 m nuo medienos bloko. Naudokite tą patį paviršių, kurį naudojote II dalyje. Išdėstykite judesio jutiklį taip, kad jis fiksuotų bloko judėjimą, kai jis slysta link jutiklio.

20. Paruoškite judesio jutiklį ir Grafikos analizes programą.

a. Prijunkite Go Direct judesio jutiklį prie savo kompiuterio. Paspauskite Jutiklių kanalo mygtuką.

b. Pasirinkite žymės langelį Motion. Paspauskite Done.

d. Jei rodomas pozicijos ir laiko grafikas, paspauskite y ašies pavadinimą ir pasirinkite tik velocity, kad būtų rodomas greičio priklausomybės nuo laiko grafikas.

21. pastumkite bloką link judesio detektoriaus taip, kad blokas paliktų jūsų ranką ir slystų iki sustojimo. Minimalizuokite bloko sukimąsi. Po to, kai blokas palieka jūsų ranką, jis

turėtų slysti apie 1 m, kol sustos, ir neturėtų priartėti prie judesio detektoriaus mažiau nei 0,25 m.

22. Surinkite duomenis apie slystantį bloką.

a. Paspauskite arba palieskite start data, kad pradėtumėte duomenų rinkimą.

b. Po akimirkos, stumkite bloką, kad jis slystų link judesio detektoriaus.

23. Išnagrinėkite greičio nuo laiko grafiką. Jame turėtų būti dalis su tiesiškai mažėjančia dalimi, atitinkančia laisvai slystančio bloko judėjimą. Pakartokite duomenų surinkimą, jei reikia.

24. Priderinkite tiesią liniją prie šios duomenų dalies, kurios posvyrio kampas yra bloko pagreitis.

a. Pasirinkite duomenis tiesinio mažėjimo srityje.

b. Spustelėkite Graph Options, greičio nuo laiko grafikui ir pasirinkite Apply Curve Fit.

c. Pasirinkite Linear as the curve fit ir spustelėkite Apply.

d. Įrašykite grafiko polinkio kampo dydį, kuris yra bloko pagreitis, į savo duomenų lentelę.

25. Pakartokite 22-24 veiksmus dar du kartus.

26. Ant bloko padėkite 500 g mases svarelį. Pakartokite 22-24 veiksmus tris kartus su bloku ir svarelių. Įrašykite pagreičio vertes į savo duomenų lentelę.

Saugos reikalavimai (jei reikia):

**Atsargiai naudoti prietaisus.**

## 2 Priedas

|                                                                                                        |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
| Slydimo ir rimties trinties jėgų tyrimas                                                               |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |
| <b>Mokinio užduočių lapas</b>                                                                          |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |
| Hipotezė                                                                                               |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |
| Rimties trinties maksimali jėga bus..... už slydimo trinties jėgą, nes.....<br>.....<br>.....<br>..... |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |
| Matavimo duomenys                                                                                      |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |
| I dalis                                                                                                |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |
| Bloko masė                                                                                             |                            |                                         | kg                                       |                                           |                                    |
| II dalis                                                                                               |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |
| Bendra masė(kg)                                                                                        | Atramos reakcijos jėga (N) | Slydimo trinties jėga (N)<br>I bandymas | Slydimo trinties jėga (N)<br>II bandymas | Slydimo trinties jėga (N)<br>III bandymas | Vidutinė Slydimo trinties jėga (N) |
|                                                                                                        |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |
|                                                                                                        |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |
|                                                                                                        |                            |                                         |                                          |                                           |                                    |

| Bendra masė(kg) | Atramos reakcijos jėga (N) | Maksimali rimties trinties jėga (N)<br>I bandymas | Maksimali rimties trinties jėga (N)<br>II bandymas | Maksimali rimties trinties jėga (N)<br>III bandymas | Vidutinė rimties trinties jėga (N) |
|-----------------|----------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|
|                 |                            |                                                   |                                                    |                                                     |                                    |
|                 |                            |                                                   |                                                    |                                                     |                                    |
|                 |                            |                                                   |                                                    |                                                     |                                    |

## III dalis

| Blokas be svarelių               |                              |                           |                               |
|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Bandymas                         | Pagreitis ( $\text{m/s}^2$ ) | Slydimo trinties jėga (N) | trinties koeficientas $\mu_k$ |
| 1                                |                              |                           |                               |
| 2                                |                              |                           |                               |
| 3                                |                              |                           |                               |
| Vidutinis trinties koeficientas: |                              |                           |                               |

| Blokas su 500g svarelių          |                              |                           |                               |
|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Bandymas                         | Pagreitis ( $\text{m/s}^2$ ) | Slydimo trinties jėga (N) | trinties koeficientas $\mu_k$ |
| 1                                |                              |                           |                               |
| 2                                |                              |                           |                               |
| 3                                |                              |                           |                               |
| Vidutinis trinties koeficientas: |                              |                           |                               |

## Išvados

1. Nuo ko priklauso trinties koeficiento ir trinties jėgos didumas?(remkitės darbo rezultatais)

2. Palyginkite rimties trinties ir slydimo trinties jėgas.

Ivertinimas-