

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ლაბორატორიული მეცადინეობების ქართულენოვანი მეთოდური
მითითება „Paula Herrera-Siklody. Physics 111 Laboratory Manual.
Department of Physics and AstronomyIOWA STATE UNIVERSITY. Spring
2015“ მეთოდური მითითების მიხედვით

ლაბორატორიული მეცადინეობების პაკეტი
საგანში: „შესავალი კლასიკურ ფიზიკაში 1“

2015 წ.

სარჩევი

1. მოძრაობა.....	2
2. თანაბარაჩქარებული მოძრაობა.....	10
3. ქანქარა	18
4. ბრუნვითი მოძრაობა	20
5. სტატიკა	26
6. თავისუფალი რხევები	37
7. სითხეების დინამიკა.....	44

1. მოძრაობა ლაბორატორიული სამუშაო

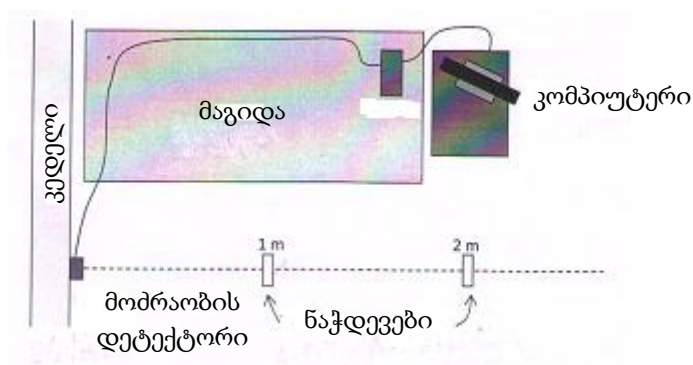
სამუშაოს მიზნებია:

- ფიზიკა: როგორ არის სხვადასხვა სახის მოძრაობა დაკავშირებული სხვადასხვა გრაფიკთან;
- მეთოდოლოგია: გრაფიკული ანალიზი.

აღჭურვილობა:

- მოძრაობის დეტექტორი
- საზომები
- ლენტი

აპარატურის ზედხედი ნაჩვენებია ნახ. 1.1-ზე



ნახ.1.1. აპარატურა მოძრაობის განსაზღვრისათვის

მოძრაობის დეტექტორი

მოძრაობის დეტექტორით იზომება მანძილი უახლოეს ობიექტამდე დეტექტორის წინ. ის უშვებს ულტრაბგერების მოკლე იმპულსებს (~ 50000 ჰერცი/წმ), აღრიცხავს ამ ბგერის ნებისმიერ არეკვლას, ზომავს დროს იმპულსის გამოშვებასა და პირველ არეკლილ ბგერას შორის (გარკვეული ზღვრული დონის ზევით), და გადასცემს ამ ინფორმაციას კომპიუტერს. შემდეგ კომპიუტერის პროგრამა ანგარიშობს მანძილს არეკვლის ზედაპირამდე ბგერის ცნობილი სიჩქარის გამოყენებით (ჰაერში ოთახის ტემპერატურაზე).

ზოგიერთი ტექნიკური დეტალი:

- თქვენ ხართ ობიექტი, რომელმაც უნდა აირეკლოს ბგერა. ასე რომ, დაიკავეთ რაც შეიძლება უფრო მეტი მანძილი თქვენსა და დეტექტორს შორის.

დეტექტორი მოიცავს კონუსის ფორმის უბანს და ზომავს მანძილს უახლოესი ობიექტიდან კონუსის შიგნით. „ცუდი“ მონაცემები იმის მაჩვენებელია, რომ ბგერის „კონუსის“ შიგნით არასასურველი ობიექტია.

- დეტექტორი უნდა დამონტაჟდეს დაახლოებით მუცელსა და მკერდს შორის და მიმართული უნდა იყოს თქვენი მოძრაობისკენ.
- თქვენ გჭირდებათ ძლიერი, საიმედო არეკვლები! ზოგიერთი ტანსაცმელი, მაგალითად, სვიტერი ხელს უშლის საკმარისი ბგერის არეკვლას და აფერხებს დეტექტორის საიმედო მუშაობას. თუ ეს ასეა, დაიჭირეთ ისეთი რამ, რაც უკეთ არეკლავს ბგერას, მაგალითად, ნოუთბუკი ან საქაღალდე.
- მოძრაობის დეტექტორი იძლევა საიმედო შედეგებს იმ ობიექტებისათვის, რომლებიც განლაგებულია დეტექტორიდან 50 სმ-ზე შორს, მაგრამ არა უმეტეს 6 მეტრის დაშორებით.
- პროგრამული უზრუნველყოფა გათვალისწინებულია მონაცემების მოგროვებისათვის 60 წამის განმავლობაში. ყველა მათგანის გამოყენება თქვენ არ დაგჭირდებათ!

სამუშაო # 1. თქვენი მოძრაობის მდებარეობა-დროის გრაფიკი

გამოიყენეთ მოძრაობის დეტექტორი და კომპიუტერი თქვენი სიარულის მდებარეობა-დროის გრაფიკის ჩასაწერად. სასარგებლოა იატაკზე იყოს რიცხვითი ხაზი. აღნიშნეთ წერტილები ლენტის ნაჭერზე, რომელსაც მოათავსებთ იატაკზე ზუსტად დეტექტორის წინ, ~ 0,5 მეტრის ინტერვალებით 0,5-ან 4-მ-დე.

გამოიყენეთ სიარულის სხვადასხვა სიჩქარე და მიმართულება, ყველა შემთხვევისათვის გააკეთეთ პროგნოზი, თუ როგორი უნდა იყოს მდებარეობა-დროის გრაფიკი და შემდეგ შეუდექით ექსპერიმენტს.

რჩევა: იარეთ პატარა, ჩქარი ნაბიჯებით. ეს, ჩვეულებრივ იძლევა უკეთეს შედეგებს.

1.1. ნელა სიარული მუდმივი სიჩქარით დეტექტორიდან.

პროგნოზი:

შეაფასეთ განსხვავება პროგნოზირებულ და ექსპერიმენტულ გრაფიკებს შორის.

1.2. ჩქარი სიარული მუდმივი სიჩქარით დეტექტორიდან

პროგნოზი:

შეაფასეთ განსხვავება პროგნოზირებულ და ექსპერიმენტულ გრაფიკებს შორის.

1.3. ნელი სიარული მუდმივი სიჩქარით დეტექტორისაკენ

პროგნოზი:

შეაფასეთ განსხვავება პროგნოზირებულ და ექსპერიმენტულ გრაფიკებს შორის

1.4. ჩქარი სიარული მუდმივი სიჩქარით დეტექტორისაკენ

პროგნოზი:

შეაფასეთ განსხვავება პროგნოზირებულ და ექსპერიმენტულ გრაფიკებს შორის.

1.5. დაიწყეთ 1მ-ის ნიშნულიდან, იარეთ ნელა მუდმივი სიჩქარით დეტექტორიდან 4 წამის განმავლობაში, გაჩერდით 4 წამი და შემდეგ სწრაფად იარეთ დეტექტორისაკენ.

პროგნოზი:

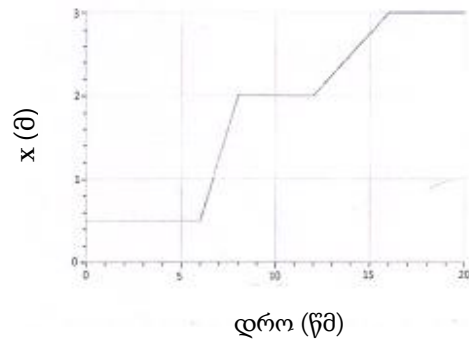
შეაფასეთ განსხვავება ექსპერიმენტულ და პროგნოზირებულ გრაფიკებს შორის.

სამუშაო # 2. მდებარეობის გრაფიკის შერჩევა

ამ სამუშაოში ისე უნდა იმოძრაოთ, რომ შეარჩიოთ მდებარეობის სხვადასხვა გრაფიკი.

შეარჩიეთ გრაფიკის ვარიანტი, ღერძების ვარიანტების ცხრილში, y - ღერძის სვეტში იქნება ვარიანტი, რომელსაც ეწოდება გრაფიკის შერჩევა. დააჭირეთ ღილაკს +, თუ აუცილებელია, რათა გაიხსნას მენიუ და აირჩიეთ „x to match!“

ეკრანზე გამოვა შემდეგი გრაფიკი, თქვენ დაგჭირდებათ გრაფიკის მასშტაბის დაზუსტება (იხ. გრაფიკი 1.1.).

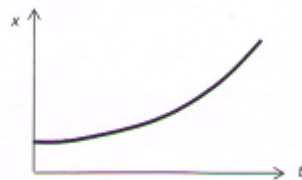


გრაფიკი 1.1

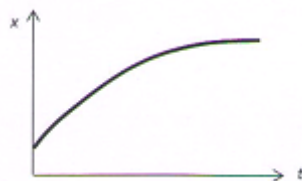
- ახლა იმოძრავეთ ისე, რომ დაამთხვიოთ მდებარეობის გრაფიკი კომპიუტერის ეკრანზე ნაჩვენებთან. გაიმეორეთ ეს რამდენჯერმე. შეინარჩუნეთ სწორი დრო და მანძილი.
- ამოზექდეთ სულ მცირე ერთი საუკეთესო გრაფიკი
- შემდეგ გრაფიკზე გადასვლამდე, შეინახეთ „x to match! „ მრუდი.

რა იყო განსხვავება თქვენი მოძრაობის გზაში გრაფიკის ორი სხვადასხვა დახრის მონაკვეთის წარმოქმნისას?

დარჩენილი გრაფიკებისათვის არ არის ჩატვირთული „მოდელური“ გრაფიკები. შეეცადეთ უბრალოდ გაიმეოროთ ფორმები.



გრაფიკი 1.2.ა



გრაფიკი 1.2.ბ



გრაფიკი 1.2.გ

აღწერეთ, თუ როგორ მოძრაობდით ამ გრაფიკების (იხ. გრაფიკები 1.2.ა, ბ, გ.) მისაღებად.

შეიძლება თუ არა თქვენი სხეულის (ან ობიექტის) ისეთი მოძრაობა, რომ მდებარეობა-დროის გრაფიკზე გაჩნდეს ვერტიკალური ხაზები?

სამუშაო # 3. სიჩქარე-დროის გრაფიკები

აირჩიეთ მასშტაბი -1მ/წმ-ან 1მ/წმ-დე.

აქ თქვენ შეასრულებთ იგივე მოძრაობებს, რაც 1-ლ სამუშაოში. ამ შემთხვევაშიც, პირველ რიგში გააკეთებთ პროგნოზს და შემდეგ მიიღებთ ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

3.1. ნელი მოძრაობა მუდმივი სიჩქარით დეტექტორიდან

პროგნოზი:

შეაფასეთ განსხვავება პროგნოზირებულ და ექსპერიმენტულ გრაფიკებს შორის.

3.2. ჩქარი მოძრაობა მუდმივი სიჩქარით დეტექტორიდან

პროგნოზი:

შეაფასეთ განსხვავება პროგნოზირებულ და ექსპერიმენტულ გრაფიკებს შორის

3.3 ნელი მოძრაობა მუდმივი სიჩქარით დეტექტორიდან

პროგნოზი:

შეაფასეთ განსხვავება პროგნოზირებულ და ექსპერიმენტულ გრაფიკებს შორის

3.4. ჩქარი მოძრაობა მუდმივი სიჩქარით დეტექტორისაკენ

შეაფასეთ განსხვავება პროგნოზირებულ და ექსპერიმენტულ გრაფიკებს შორის

3.5. იარეთ ნელა მუდმივი სიჩქარით დეტექტორიდან 4 წამის განმავლობაში, შეჩერდით 4 წამით და შემდეგ სწრაფად იარეთ დეტექტორისაკენ

პროგნოზი:

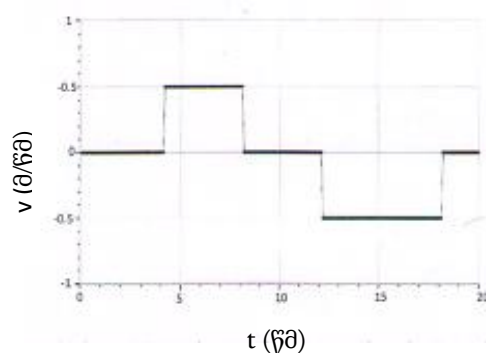
შეაფასეთ განსხვავება პროგნოზირებულ და ექსპერიმენტულ გრაფიკებს შორის

რა არის ყველაზე მნიშვნელოვანი განსხვავება გრაფიკებს შორის, როდესაც მოძრაობთ ნელა დეტექტორიდან და როდესაც მოძრაობთ უფრო სწრაფად დეტექტორიდან?

როგორ განსხვავდება სიჩქარე-დროის გრაფიკები დეტექტორიდან მოძრაობისა და დეტექტორისაკენ მოძრაობის შემთხვევებისათვის?

სამუშაო # 4. სიჩქარის გრაფიკის შერჩევა

ამ სამუშაოში თქვენ უნდა იმოძრაოთ ისე, რომ შეარჩიოთ სხვადასხვა სიჩქარის გრაფიკები.



გრაფიკი 1.3

შეარჩიეთ გრაფიკის ვარიანტი, ღერძების ვარიანტების ცხრილში, γ - ღერძის სვეტში იქნება ვარიანტი, რომელსაც ეწოდება გრაფიკის შერჩევა. დააჭირეთ ღილაკს +, თუ აუცილებელია, რათა გაიხსნას მენიუ და აირჩიეთ „v to match!“

ეკრანზე გამოვა შემდეგი გრაფიკი, თქვენ დაგჭირდებათ გრაფიკის მასშტაბის დაზუსტება.

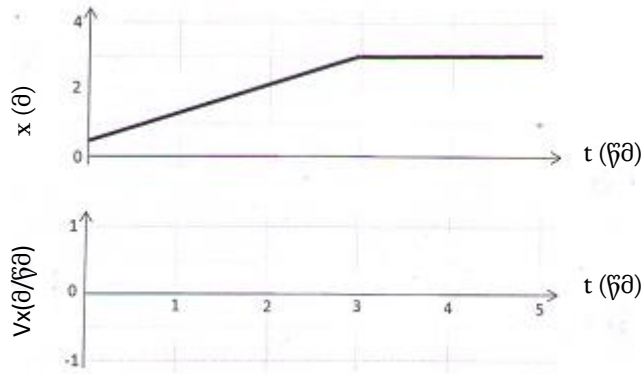
- ახლა იმოძრავეთ ისე, რომ რაც შეიძლება უფრო ახლოს დაემთხვას სიჩქარის გრაფიკი კომპიუტერის ეკრანზე ნაჩვენებს. გაიმეორეთ ეს რამდენჯერმე. შეინარჩუნეთ სწორი დრო და მანძილი.
- ამოხეყდეთ სულ მცირე ერთი საუკეთესო გრაფიკი.
- შემდეგ გრაფიკზე გადასვლამდე, შეინახეთ „v to match!“, მრუდი.

აღწერეთ როგორ მოძრაობთ, რათა შეარჩიოთ გრაფიკის თითოეული ხუთი დანომრილი სეგმენტი

შეაფასეთ ვერტიკალური ხაზი სხვადასხვა სეგმენტს შორის. შეგიძლიათ მათი აღწარმოება?

სამუშაო # 5. სიჩქარის გრაფიკების მიღება მდებარეობის გრაფიკებიდან

ყურადღებით დააკვირდით ქვემოთ მოტანილ მდებარეობის გრაფიკს (იხ. გრაფიკი 1.4.). შემდეგ დაატანეთ (გამოიყენეთ წყვეტილი ხაზი სიჩქარის ღერძზე) სიჩქარე-დროის გრაფიკზე თქვენი პროგნოზი იგივე მოძრაობისათვის.



გრაფიკი 1.4.

აჩვენეთ როგორც მდებარეობა, ასევე სიჩქარე ეკრანზე:

- აირჩიეთ შესაბამისი სიდიდეები თითოეულ ღერძზე განსათავსებლად, თუ ეს აუცილებელია;
- გადაანაცვლეთ გამოსახულება ეკრანზე Page > Auto arrange-თ (ან ctrl – R-ით).

ჩაატარეთ ექსპერიმენტი! გაიმეორეთ ექსპერიმენტი, სანამ არ მიიღებთ დამაკმაყოფილებელ შედეგს.

დროის იმ ინტერვალისთვის, რომლის განმავლობაშიც თქვენ მოძრაობთ:

- როგორ შეიცვლება მდებარეობის გრაფიკი, თუ იმოძრავეთ უფრო სწრაფად?
- თუ იმოძრავეთ უფრო ნელა?

სამუშაო # 6. საშუალო სიჩქარე

გამოიყენეთ ექსპერიმენტული გრაფიკები მე-5 სამუშაოდან.

მდებარეობის გრაფიკის გამოყენებით გამოთვალეთ საშუალო სიჩქარე (იმ სეგმენტისათვის, რომელშიც თქვენ მოძრაობდით).

დააკვირდით სიჩქარის გრაფიკს. არის თქვენს მიერ გამოთვლილი საშუალო სიჩქარის მნიშვნელობა დაახლოებით ტოლი სიჩქარის საშუალო მნიშვნელობებისა (ინტერვალში, რომელიც გამოიყენეთ საშუალო სიჩქარის გამოსათვლელად)?

სიჩქარის უფრო ზუსტი გაზომვა

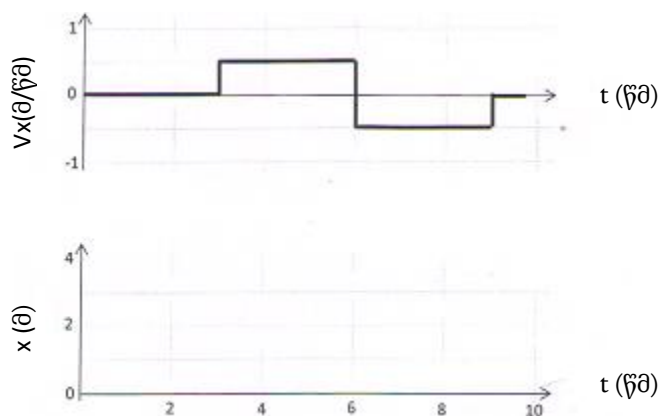
რადგან მონაცემები თქვენს მდებარეობა-დროის გრაფიკზე ცოტად თუ ბევრად სწრაფია, უნდა ეცადოთ განსაზღვროთ ხაზი, რომელიც ყველაზე კარგად თანხვდება ამ მონაცემებს. ამ ხაზის განტოლებას უნდა ჰქონდეს სახე: $x=mt+b$. m -ს და b -ს საუკეთესო მნიშვნელობების გამოსათვლელ მათემატიკურ პროცედურას ეწოდება ხაზის შერჩევა და ეს უნდა ჩატარდეს პროგრამული უზრუნველყოფით.

შეარჩიეთ ხაზი თქვენი მონაცემებისათვის.

ჩაიწერეთ m -ს მნიშვნელობა და განიხილეთ მისი არსი.

სამუშაო # 7. მდებარეობის გრაფიკების მიღება სიჩქარის გრაფიკებიდან

ყურადღებით დააკვირდით სიჩქარის ქვემოთ მოტანილ გრაფიკს (იხ. გრაფიკი 1.5.) და დაიტანეთ თქვენი პროგნოზი გრაფიკის შესაბამის ადგილზე (ივარაუდება, რომ დაიწყებთ -1 მ-ის ნიშნულიდან).



გრაფიკი 1.5.

ჩაატარეთ ექსპერიმენტი! გაიმეორეთ, სანამ არ მიიღებთ დამაკმაყოფილებელ შედეგს. ამობეჭდეთ გრაფიკები.

სიჩქარე-დროის გრაფიკის რომელი მახასიათებელი გიჩვენებთ, რომ შეიცვალა ობიექტის მიმართულება?

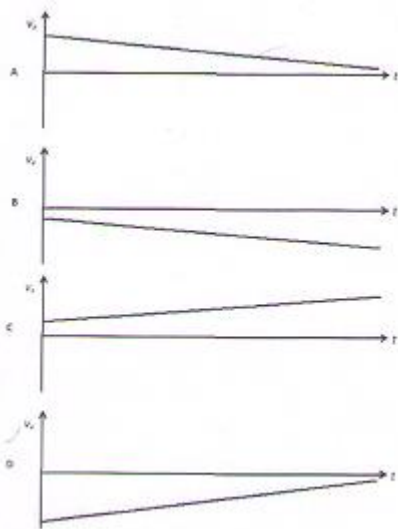
როგორია ობიექტის სიჩქარის მნიშვნელობა იმ მომენტში, როდესაც მიმართულება იცვლება?

აღწერეთ მანძილი-დროის გრაფიკი, რომელიც ასახავს მოძრაობას მუდმივი სიჩქარით?

აღწერეთ სიჩქარე-დროის გრაფიკი, რომელიც ასახავს მოძრაობას მუდმივი სიჩქარით?

2. თანაბარაჩქარებული მოძრაობა მოსამზადებელი სამუშაო

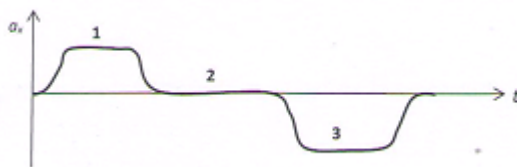
1. ქვემოთ მოტანილი გრაფიკებიდან რომელია სიჩქარე-დროის სწორი გრაფიკი ობიექტისათვის (იხ. გრაფიკი 2.1.), რომელიც მოძრაობს სათავისკენ შენელებულად დადებითი x -ღერძის გასწვრივ?



გრაფიკი 2.1.

პასუხი:

2. როგორ უნდა იმოძრაოს ობიექტმა დადებითი x -ღერძის გასწვრივ, რათა შექმნას აჩქარება-დროის გრაფიკის თითოეული აღნიშნული ნაწილი?

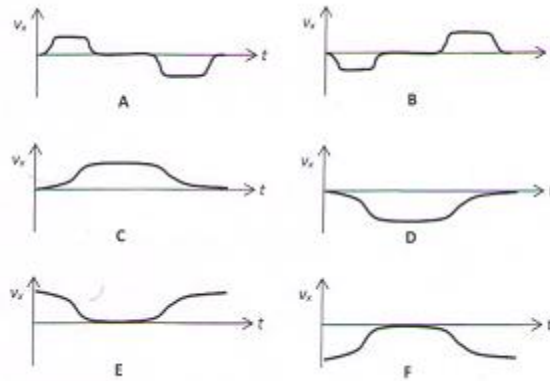


გრაფიკი 2.2.

- A. 1: სიჩქარის გაზრდით; 2: მუდმივი სიჩქარით; 3: შენელებულად
 B. 1: შენელებულად; 2: მუდმივი სიჩქარით; 3: სიჩქარის გაზრდით
 C. 1: მუდმივი სიჩქარით სათავიდან; 2: უძრავად; 3: მუდმივი სიჩქარით სათავისკენ
 D. არც ერთი ზემოთ მოტანილი

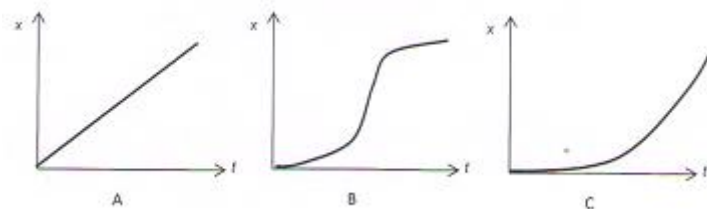
პასუხი _____

3. ამ გრაფიკებიდან (იხ. გრაფიკი 2.3.) რომელია სიჩქარე-დროის სწორი გრაფიკი ობიექტისათვის, რომელიც განხილული იყო წინა კითხვაში?
პასუხი _____



გრაფიკი 2.3.

4. ქვემოთ მოტანილი მდებარეობა-დროის რომელი გრაფიკი (იხ. გრაფიკი 2.4.) აღწერს ურიკას მოძრაობას, რომელიც მუდმივად ჩქარდება სათავიდან?
პასუხი _____



გრაფიკი 2.4.

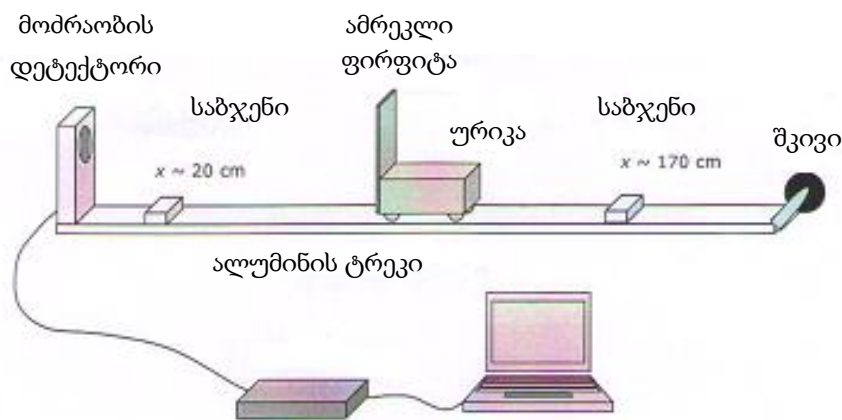
თანაბარაჩქარებული მოძრაობა ლაბორატორიული სამუშაო

სამუშაოს მიზნები:

- ფიზიკა: რეალური კავშირის დამყარება მდებარეობის, სიჩქარის და აჩქარების ფიზიკურ სიდიდეებს შორის და სხვადასხვა მოძრაობის სახის დადგენა. ხახუნის მოკლე მიმოხილვა.
- მეთოდოლოგია: კომპიუტერული უზრუნველყოფის Logger Pro-ს გაცნობა, რომელიც გამოიყენება სემესტრის განმავლობაში

აღჭურვილობა (იხ. ნახ. 2.1):

- მოძრაობის დეტექტორი
- ალუმინის ტრეკზე მგორავი ურიკა
- ვატერპასი
- სხვადასხვა მასები, სიმი და შკივი ურიკაზე ძალის მოსაღებად
- დაფა (2.5სმ სისქის), რომელიც უნდა მოთავსდეს ძირის ქვეშ ტრეკის ერთ ბოლოს მისი დახრის მიზნით.



ნახაზი. 2.1.

სიმის (გარკვეული ძაბვის ქვეშ) სიგრძე უნდა იყოს 162-164სმ

თითოეულ ბოლოზე მარყუჟის ჩათვლით

შეამოწმეთ მისი სიგრძე ფრთხილად გაჭიმვით საზომ სტენდზე ან საზომის გამოყენებით: დაარეგულირეთ ის, თუ აუცილებელია:

ურიკა და ტრეკი

- ფრთხილად აამოძრავეთ ურიკა ისე, რომ ტრეკი არ გაიღუნოს ან არ გაკაწროთ. თუ ურიკას გადაადგილებთ ტრეკიდან, ფრთხილად დადეთ ის მის გვერდზე (რათა თავიდან აიცილოთ მისი გორვა ლაბორატორიულ მაგიდაზე).
- ორი ბჯენი ტრეკზე (20 სმ და 170სმ ნიშნულებთან ახლოს) იცავს ურიკას მოძრაობის დეტექტორთან ძალიან დაახლოების ან ძალიან დაშორებისაგან.
- ურიკა აღჭურვილია ხახუნის სადებით მის ქვევით, ხახუნის წარმოსაქმნელად, როდესაც ეს აუცილებელია. ურიკის გადატანა უნდა დარეგულირდეს პლასტიკური ხრახნით, რომელიც განთავსებულია არეკვლის სიბრტყის წინ. არ ატრიალოთ ხრახნი მთელ გზაზე.
- ტრეკი არ უნდა ირხეოდეს და მისი დონე უნდა იყოს შენარჩუნებული.
- სამუშაოს შესრულებისას რამდენჯერმე შეამოწმეთ, რომ ტრეკის დგარი არ იყოს ძალიან ახლოს მაგიდის კიდეებთან, რადგან ტრეკს აქვს სრიალის ტენდენცია.

მოძრაობის დეტექტორი

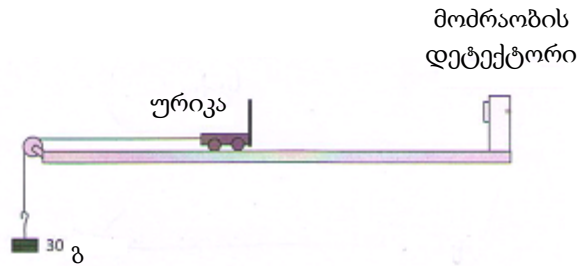
მოძრაობის დეტექტორის სისტემა ზომავს მანძილს უახლოეს ობიექტამდე დეტექტორის წინ. ის გამოსცემს ბგერის მოკლე იმპულსებს ულტრაბგერითი სიხშირით და აღრიცხავს ამ ბგერის ყველა არეკვლას. ის ზომავს დროს იმპულსის გაშვებასა და პირველ არეკვლილ ბგერას შორის (გარკვეული საზღვრებლო დონის ზევით) და ამ ინფორმაციას გადასცემს კომპიუტერს. ამის შემდეგ კომპიუტერული უზრუნველყოფის პროგრამა გამოთვლის მანძილს ამრეკლ ზედაპირამდე ბგერის ცნობილი სიჩქარის საშუალებით (ჰაერში ოთახის ტემპერატურაზე).

ზოგიერთი ტექნიკური დეტალი:

- დეტექტორი მოიცავს ბგერის კონუსური ფორმის უბანს (ისევე როგორც იმპულსური სინათლის შემთხვევაში). დეტექტორი ზომავს მანძილს კონუსის შიგნით უახლოეს ობიექტამდე. ეს ობიექტი, რომელიც არეკლავს პირველ ბგერას, რომელსაც იღებს დეტექტორი, არის ურიკას ფირფიტა. როდესაც თქვენ ხელს კრავთ ურიკას, დარწმუნდით, რომ თქვენ და თქვენი ხელი უფრო შორს არის დეტექტორიდან ვიდრე ფირფიტა.
- დეტექტორი იძლევა საიმედო მონაცემებს ობიექტებისათვის, რომლებიც განლაგებულია მისგან 50სმ-ის დაშორებით, მაგრამ არა უმეტეს 6 მეტრისა.

სამუშაო # 1. აჩქარება

ამ სამუშაოში სიმი ერთი ბოლოთი ჩამოკიდებულია შკივზე და იჭერს მასას, მეორე ბოლოთი კი მიმაგრებულია ურიკასთან, რაც იწვევს ურიკას აჩქარებას ტრეკის გასწვრივ (ნახ. 2.2.).



ნახაზი 2.2.

სამუშაოს დაწყებამდე გააკეთეთ პროგნოზი, თუ როგორი იქნება თქვენი მდებარეობის, სიჩქარის და აჩქარების გრაფიკები:

$$x - t? \quad v_x - t? \quad a_x - t?$$

შეამოწმეთ თქვენი პროგნოზები!

აღსანიშნავია, რომ:

- ამ სამუშაოსთვის ივარაუდება 30 გრამის დაკიდება (10 გრამიანი კაუჭა და 2 დამატებითი 10 გრამიანი მასა) სიმის ბოლოზე.
- დარწმუნდით, რომ ხახუნის სადები არ ეხება ტრეკს!

ჩაატარეთ ექსპერიმენტი (რამდენჯერმე, სანამ არ მიიღებთ დამაკმაყოფილებელ შედეგს), მიიღეთ და ამოზეჭდეთ გრაფიკები. ყველა გრაფიკზე აღნიშნეთ საინტერესო მომენტები (მაგალითად: „ურიკა გათავისუფლდა“, „ურიკა ჩერდა“, მუდმივი სიდიდეები და ა.შ.).

შეაფასეთ ნებისმიერი განსხვავება თქვენს პროგნოზებში. ეს შეიძლება გამოწვეული იყოს რამდენიმე ფაქტორით:

ექსპერიმენტული დანადგარის გარდაუვალი არასრულყოფილებით (ეცადეთ გაარკვიოთ, თუ რაშია საქმე)

ცუდი ექსპერიმენტული დანადგარით (მერყევი და გაუწონასწორებელი ტრეკი, არასასურველი ექო და ა.შ.)

მასალის შესახებ თქვენი ცოდნის არასრულყოფილება (არასწორი პროგნოზი), რაც ფიქსირდება ექსპერიმენტით.

განსაზღვრეთ აჩქარება. გამოიყენეთ წრფის შერჩევა სიჩქარის გრაფიკის სწორხაზოვან უბანში დახრის დასადგენად.

მასის შემცირება: თუ ურიკას ასაჩქარებლად გამოყენებულია უფრო დიდი მასა, როგორ იქნება თვენი პროგნოზები ურიკას სიჩქარის და აჩქარების გრაფიკებისათვის?

შეამოწმეთ ეს!

გააორმაგეთ ჩამოკიდებული მასა, მაგალითად, ჩამოკიდეთ 60 გრამი (50გრამი მასა 10 გრამიან კაუჭაზე) სიმის ბოლოს მარყუჟზე. ჩაატარეთ ექსპერიმენტი. მიიღეთ ახალი გრაფიკები და ამოზექდეთ ისინი.

თანხვედრა სიჩქარის და აჩქარების ეს ახალი გრაფიკები თქვენს პროგნოზებს? შეაფასეთ განსხვავება.

სამუშაო # 2. შენელება

ამ სამუშაოში თქვენ შეისწავლით ურიკას მოძრაობას ხახუნის თანაობისას. მოათავსეთ ხახუნის სადები ურიკას ქვეშ იქამდე, სანამ წარმოიქმნება ძლიერი ხახუნი. ექსპერიმენტი შეგიძლიათ ჩაატაროთ ორი სხვადასხვა მდგომარეობისათვის: პირველი. ურიკას მოძრაობა დეტექტორიდან და მეორე მოძრაობა დეტექტორისკენ. ურიკას ასამოძრაებლად ფრთხილად კარით მას ხელი.

თითოეული ცდის წინ გააკეთეთ თქვენი პროგნოზი იმის თაობაზე, თუ როგორი იქნება მდებარეობის, სიჩქარის და აჩქარების გრაფიკები.

ჩაატარეთ ექსპერიმენტები. მიიღეთ და ამოზექდეთ გრაფიკები. კალმისტრით აღნიშნეთ ამოზექდილ გრაფიკებზე **საინტერესო მომენტები** (დარტყმები, მიმართულების ცვლილება, თანაბარი წრფივი უბნები, მუდმივი სიდიდეები) და მოკლედ აღწერეთ, თუ რით არის ისინი გამოწვეული („ურიკა გაჩერდა“, „ურიკას ვკარით ხელი“).

2.1. ურიკას მოძრაობა დეტექტორიდან ხახუნის თანაობისას

პროგნოზები: $x - t?$ $v_x - t?$ $a_x - t?$

ჩაატარეთ ექსპერიმენტი, ამოზექდეთ გრაფიკები. აღნიშნეთ საინტერესო მომენტები, კერძოდ, უპასუხეთ შემდეგ შეკითხვებს:

ა) როგორია სიჩქარის და აჩქარების ნიშნები?

ბ) როგორ მოქმედებს შენელება დეტექტორიდან მოძრაობის დროს აჩქარების ნიშანზე? (გახსოვდეთ, რომ აჩქარება არის სიჩქარის ცვლილების ზომა; აღნიშნეთ, არის სიჩქარის ცვლილება დადებითი თუ უარყოფითი).

გ) როდესაც ურიკას მოძრაობა ნელდება, მცირდება სიჩქარე თანაბრად თუ სხვა გზით?

დ) შეაფასეთ ნებისმიერი გადახრა თქვენი პროგნოზებიდან.

2.2. ურიკა მოძრაობს დეტექტორისკენ ხახუნის თანაობისას

პროგნოზები: $x - t?$ $v_x - t?$ $a_x - t?$

ჩაატარეთ ექსპერიმენტი, ამობეჭდეთ გრაფიკები. აღნიშნეთ საინტერესო მომენტები, კერძოდ, უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:

ა) როგორია სიჩქარის და აჩქარების ნიშნები?

ბ) როგორ მოქმედებს შენელება დეტექტორისკენ მოძრაობისას აჩქარების ნიშანზე?

გ) როდესაც ურიკას მოძრაობა ნელდება, მცირდება სიჩქარე თანაბრად თუ სხვა გზით?

დ) შეაფასეთ ნებისმიერი გადახრა თქვენს პროგნოზებიდან.

სამუშაო # 3. თავისუფლად მოძრავი ურიკა

განსაზღვრეთ, არის თუ არა სისტემაში ხახუნი, როდესაც ხახუნის სადები მთლიანადაა აწეული.

ა) აღწერეთ თქვენი ექსპერიმენტული დანადგარი. თქვენ უნდა აღნიშნოთ ნებისმიერი მცირე შესწორება და შეამოწმოთ აღჭურვილობა.

ბ) მიიღეთ საჭირო მონაცემები და ამობეჭდეთ გრაფიკები. დაწერეთ თქვენი დასკვნები

გ) თუ თვლით, რომ სისტემა აჩვენებს გარკვეული რაოდენობის ხახუნს, მაშინაც კი, როდესაც ხახუნის სადები მთლიანადაა აწეული, განიხილეთ გზები მის შესამცირებლად.

სამუშაო # 4. დახრილი ტრეკი

აწიეთ ტრეკი ~2,5სმ სისქის დაფის ტრეკის ქვევით შედებით სიჩქარის დეტექტორთან რაც შეიძლება უფრო ახლოს. ახლა თქვენ შეისწავლით ურიკას მოძრაობას ტრეკზე ზევით და ქვევით.

პროგნოზები: $x - t?$ $v_x - t?$ $a_x - t?$

ჩაატარეთ ექსპერიმენტი.

თქვენ, ალბათ, დაგჭირდებათ ექსპერიმენტის დროის გაზრდა.

დარწმუნდით, რომ ფრთხილად ამოძრავებთ ურიკას ზევით. მიიღეთ და ამობეჭდეთ გრაფიკები. ყველა გრაფიკზე აღნიშნეთ საინტერესო მომენტები („ზევით“, „ხელიდან დასხლტა“, „ქვევით“, ა.შ).

შეაფასეთ ნებისმიერი გადახრა თქვენს პროგნოზებიდან.

გაჩერდა ურიკა ზედა წერტილში?

რამდენი დრო დაჭირდა ურიკას უმაღლესი წერტილის მისაღწევად, სანამ ის დაიწყებდა უკან მოძრაობას?

არის აჩქარება დადებითი, უარყოფითი თუ ნულოვანი იმ მომენტში, როდესაც ურიკა მიაღწევს ზედა წერტილს? დაასაბუთეთ პასუხი გრაფიკების საშუალებით.

შეადარეთ (თვალთ ან მნიშვნელობების მიღებით ხაზის შერჩევის საშუალებით) ურიკას აჩქარება, როდესაც ის მოძრაობს ზევით ან ქვევით. ტოლია ეს სიდიდეები?

განსაჯეთ ეს ფაქტი.

აღწერეთ, თუ როგორ გამოიყენებთ გრაფიკებს, ტრეკსა და ჰორიზონტალს შორის კუთხის გამოსათვლელად.

3. ქანქარა

მარტივი ქანქარას აწყობა შეიძლება სიმძიმის ჩამოკიდებით სიმის ბოლოზე. ეს არის ოსცილირებადი სისტემის მაგალითი. დროს, რომელიც საჭიროა სიმძიმის ერთი ბოლოდან მეორემდე მოძრაობისათვის (ე.ი. სრული ციკლი), ეწოდება სისტემის **პერიოდი T**. პერიოდის ერთეულია წამი. შემოვიტანოთ აღნიშვნები: L = სიმის სიგრძეს მეტრებში, M = შუასადების მასაა, კილოგრამებში, g = გრავიტაციული აჩქარებაა, $m/წმ^2$

ქვემოთ მოტანილია რამდენიმე ფორმულა ქანქარას პერიოდისათვის მცირე რხევების დროს (კუთხე სიმსა და ვერტიკალს შორის არ აღემატება 30° -ს). შეგიძლიათ თქვათ, თუ რომელი მათგანია სწორი?

$$T = 2\pi M \frac{L}{g}; \quad T = 2\pi M \sqrt{\frac{L}{g}}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}; \quad T = 2\pi M \left(\frac{L}{g}\right)^2$$

შეამოწმეთ თქვენი პასუხი სამუშაოს დაწყებამდე. მნიშვნელოვანია, რომ სამუშაო დაიწყოთ სწორი ფორმულით!

პროგნოზი: ფორმულის საფუძველზე როგორი იქნება ეს გრაფიკები?

1) $T - L$ 2) $T^2 - L$

გამოიყენეთ სიმძიმე და სიმი ქანქარას ასაწყობად. თქვენი მიზანია შეამოწმოთ დამოკიდებულება პერიოდსა და სიგრძეს შორის.

საფეხური 1. მონაცემები

რხევების პერიოდის გასაზომად უბრალოდ უნდა გაზომოთ დრო, რომელიც სჭირდება ქანქარას **ერთი** რხევის შესასრულებლად. მოგდით თავში უკეთესი ვარიანტი?

აიღეთ რხევების პერიოდი სიგრძის (L) სულ ცოტა ხუთი მნიშვნელობისათვის. შეიტანეთ მონაცემები კომპიუტერში.

საფეხური 2. გრაფიკები

T -ს და L -ს შორის დამოკიდებულების შემოწმების საუკეთესო გზაა მათი დამოკიდებულების აგება. აღნიშნეთ და ამოხსენით გრაფიკი.

ემთხვევა ეს გრაფიკი თქვენს ნაწინასწარმეტყველებს? თუ არა? რატომ?

შეადგინეთ სვეტი გამოთვლილი T^2 -თვის.

შეადგინეთ ახალი გრაფიკი: $T^2 - L$. ემთხვევა ეს გრაფიკი თქვენს პროგნოზს?

ორი გრაფიკიდან რომელი ასახავს, თქვენი აზრით, ზუსტ მათემატიკურ დამოკიდებულებას T -ს და L -ს შორის?

რა არის უპირატესობა რამდენიმე წერტილის გაზომვაში L -ს და T -ს ერთ გაზომვასთან შედარებით?

საფეხური 3. ხაზის არჩევა

თქვენი მეორე გრაფიკის ამონაბეჭდზე აიღეთ ფანქარი და სახაზავი და გაავლეთ ხაზი, რომელიც მეტად ან ნაკლებად იძლევა საუკეთესო თანხვედრას მონაცემებთან. იპოვეთ ამ ხაზის დახრა. არ დაგავიწყდეთ ერთეულები!

შეარჩიეთ ხაზი და ისევ ამობეჭდეთ გრაფიკი. ემთხვევა თუ არა თქვენს მიერ მიღებული დახრა გრაფიკული ანალიზით მიღებულს?

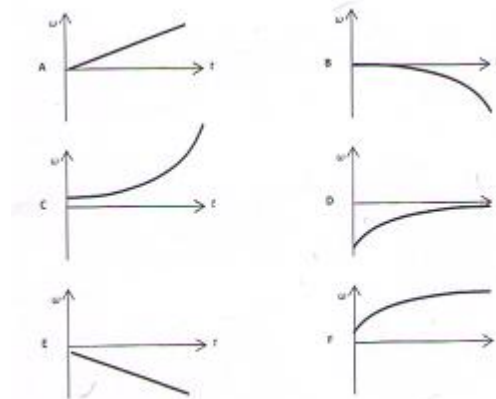
როგორია თქვენი ხაზის არჩევანის კორელაცია?

საფეხური 4. გრავიტაციული აჩქარება

გამოიყენეთ დახრის მნიშვნელობა გრავიტაციული აჩქარების, g სიდიდის მისაღებად.

4. ბრუნვითი მოძრაობა წინასწარი სამუშაო

1. ქვემოთ მოტანილია მბრუნავი ბორბლის კუთხური სიჩქარის გრაფიკები (იხ. გრაფიკი 4.1.), რომელი მათგანი ასახავს შენელებას?



გრაფიკი 4.1.

პასუხი _____

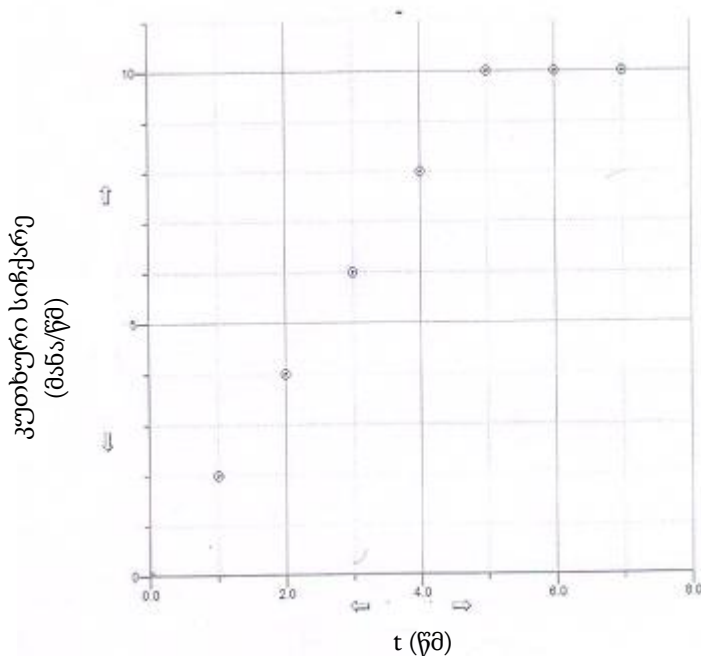
განვიხილოთ 30სმ რადიუსის და 16 მანიანი ველოსიპედის ბორბალი, რომელიც თავისი ღერძით დამაგრებულია ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში. 50 გრამის მასა დაკიდებულია სიმზე, რომელიც დახვეულია სალტეს გარშემო (ნახ. 4.1.).



ნახ. 4.1.

ბორბალს აჩერებენ სტაციონარულად დაკიდებულ სიმძიმესთან ერთად და შემდეგ ათავისუფლებენ. ბორბალი იწყებს ბრუნვას და ბრუნავს სულ უფრო და უფრო ჩქარა, სანამ სიმი სრიალებს 5 წამი განთავისუფლების შემდეგ.

ელექტრონული ხელსაწყო ითვლის მანების რაოდენობას, რომლებიც გაივლის მის წინ და უგზავნის ამ ინფორმაციას კომპიუტერს. ანათვლები დისპლეიდან შეიტანეთ ქვემოთ მოტანილ ცხრილში (იხ. ცხრილი 4.1.).



ცხრილი 4.1.

- როგორია ბორბლის კუთხური სიჩქარე (რადიანი/წმ) $t=5$ წამ-ზე?
- როგორია ბორბლის კუთხური აჩქარება? (რადიანი/წმ²) $t=5$ წამ-ზე?
- როგორია დაკიდებული მასის აჩქარება (მ/წმ²), როდესაც ბორბლის სიჩქარე იზრდება?
- როგორია ძაბვა სიმზე (N), როდესაც ბორბლის სიჩქარე იზრდება? (დახაზეთ თავისუფალი სხეულის ძალთა დიაგრამა მასისათვის, თქვენ გეძნებათ ორი ძალა).
- განსაზღვრეთ ბორბალზე სიმის მიერ მოდებული ბრუნვის მომენტი, როდესაც ბორბლის სიჩქარე იზრდება.
- და ბოლოს, განსაზღვრეთ ბორბლის ინერციის მომენტი. აქ შეიძლება იმის დაშვება, რომ ბორბალზე მოქმედებს მხოლოდ ერთი მნიშვნელოვანი სიდიდის ბრუნვის მომენტი, რომელიც სიმითაა გამოწვეული (ე.ი. ხახუნით გამოწვეული ბრუნვა უმნიშვნელოა).

ბრუნვითი მოძრაობა ლაბორატორიული სამუშაო

სამუშაოს მიზნებია:

ფიზიკა: ინერციის მომენტი და ნიუტონის მეორე კანონის ბრუნვითი ვერსია:

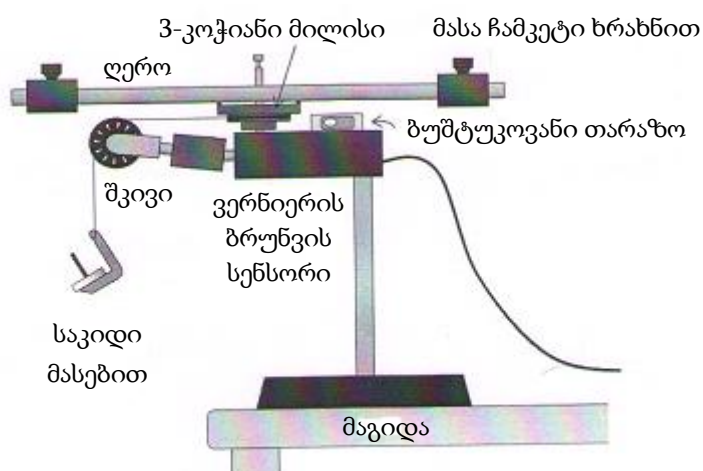
$$\sum \tau_z = I \alpha_z$$

- მეთოდოლოგია: გრაფიკული ანალიზი
- ძირითადი აღჭურვილობა:
- ვერნიერის ბრუნვითი მოძრაობის სენსორი ლაბორატორიულ სტენდზე
- მოძრაობის სენსორის კიდეზე დამაგრებული გასაწევი შკივი
- 3-კოჭიანი მილის მასზე დამონტაჟებული ხრახნით და შპინდელით
- საკიდების და მასების ნაკრები. ყველა მასის ცდომილება: 5%
- სიმი (~110სმ სიგრძის) ორივე ბოლოზე მარყუქებით
- ბუშტოვანი თარაზო
- მეტალის სახაზავი
- თხელი მარკერი
- სპირტი

აპარატურა:

სამუშაოს ობიექტია ალუმინის ღრუ ღერო, რომელიც ბრუნავს მის ცენტრზე გამავალი ღერძის გარშემო. ღერის გასწვრივ სხვადასხვა პოზიციაში. მაგრდება ორი მასა საჩერებელი ხრახნებით.

დანადგარის სახე ასეთია (იხ. ნახ. 4.2.):



ნახ. 4.2.

დეროს მასაა 41,5გ. თითოეული მასა საჩერებელი ხრახნით = 80.5გ. კოჭების დიამეტრები მილისაში ტოლია 10მმ, 29მმ და 48მმ.

დერო მაგრდება 3 კოჭიან მილისზე ხრახნით და შპინდელით. მილისი შეერთებულია ბრუნვითი მოძრაობის სენსორთან, რომელიც გამოიყენება მილისიდეროს სისტემის კუთხური პოზიციის (რადიანებში) ცვლილების დასაკვირვებლად.

სხვადასხვა სიდიდის ბრუნვის მომენტის მოდება სისტემაზე შეიძლება ერთ კოჭზე დახვეული სიმის საშუალებით. სიმის ზედა ბოლო უნდა მიერთებული იყოს შუა კაუქას ხვრელთან.

აპარატურა უნდა იდგეს სწორად. მოათავსეთ ბუმტოვანი თარაზო მბრუნავი მოძრაობის სენსორზე, პირველად სენსორის გრძელი გვერდის პარალელურად, შემდეგ კი მის პერპენდიკულარულად. ბუმტულა ორივე შემთხვევაში იქნება ცენტრირებული.

სამუშაო # 1. ძალის მომენტი და მანძილი

ჩაკეტეთ მასები დეროს ორივე ბოლოში სიმეტრიულად. მასების ზუსტი მდებარეობა გავლენას არ ახდენს მათ მოქმედებაზე.

- ჩამოკიდეთ 15გ სიმის მოკლე ბოლოზე (მაგალითად, 5გ საკიდი + 10გ);
- სიმი მოძრაობს შკივის გარშემო და შემდეგ ეხვევა ერთ-ერთი უფრო დიდი კოჭის გარშემო საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით. დახვევის მიმართულება მნიშვნელოვანია სიმის შკივზე შენარჩუნებისათვის;
- საშუალო კოჭის გამოსაყენებლად გაატარეთ სიმი თქვენს თითსა და ზედა კოჭის კიდეს შუა და დააბრუნეთ სისტემა საათის ისრის საწინააღმდეგოდ იქამდე, სანამ საკიდი არ მიუახლოვდება შკივს;
- ყველაზე დიდი კოჭის გამოსაყენებლად დაახვიეთ სიმი საშუალო კოჭის გარშემო ნახევარბრუნვით, შეასრიალეთ სიმი დისკის ღარში, რომელიც განაცალკევებს საშუალო და ყველაზე დიდ შკივს, შემდეგ გაიმეორეთ იგივე, რაც საშუალო კოჭის შემთხვევაში;
- დაარეგულირეთ შკივის პოზიცია ისე, რომ სიმი იყოს რაც შეიძლება უფრო ჰორიზონტალურად შკივსა და მილის შორის და როგორც მხები კოჭის მიმართ.

ორი კოჭის დიამეტრებია 29მმ და 48მმ. დახაზეთ თქვენი პროგნოზები კუთხური სიჩქარის დროის ფუნქციისათვის თითოეული შემთხვევისათვის: $\omega - t$

ახლა ჩაატარეთ ექსპერიმენტი ორივე კოჭით და შეადარეთ შედეგები თქვენს პროგნოზს. შეაფასეთ ნებისმიერი განსხვავება.

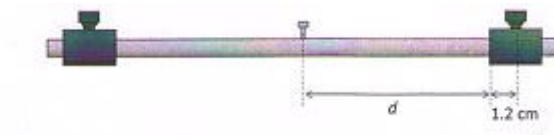
კერძოდ, დეტალურად განიხილეთ მრუდის დახრა. რა ფიზიკური შინაარსი აქვს $\omega - t$ მრუდის დახრას?

როგორ შეიცვალა მრუდის დახრა თქვენს მიერ მიღებულ გრაფიკებზე, როდესაც სისტემა მოძრაობს მაღალი სიჩქარით?

რა არის მიზეზი? გაანალიზეთ ეს.

სამუშაო # 2. ინერციის მომენტი და მასების განაწილება

ამ სამუშაოს მიზანია იმის შესწავლა, თუ როგორ არის დამოკიდებული სისტემის ინერციის მომენტი სისტემის მასასა და ბრუნვის ღერძს შორის მანძილზე. აქ გამოყენებული იქნება მხოლოდ მასების სიმეტრიული განაწილება. D არის მანძილი ღერძსა და მასების კიდეს შორის. (ნახ. 4.3)



ნახ. 4.3.

ცილინდრული მასების სიგრძეა 2,4სმ. ამიტომ, მანძილი სისტემის ბრუნვის ღერძსა და მასათა ცენტრს შორის იქნება:

$$r = d + 1.2 \text{ სმ}$$

პროგნოზი: დაწერეთ სავარაუდო დამოკიდებულება სისტემის ინერციის მომენტსა და z -ს შორის.

შესრულება ორ საფეხურიანია:

1. ინერციის მომენტის გაზომვა. შეისწავლეთ სისტემა სხვადასხვა r -ის შემთხვევაში.
2. მიღებული მონაცემების გამოყენებით გაანალიზეთ დამოკიდებულება ინერციის მომენტსა და r -ს შორის.

სამუშაო # 2.1. ინერციის მომენტის გაზომვა

ნიუტონის მეორე კანონის თანახმად,

$$\sum \tau_z = I \alpha_z$$

ამ კანონის გამოყენებით დაგეგმეთ ექსპერიმენტი სისტემის: ღერო+მასები+მილისი ინერციის მომენტის, I -ს, გამოსათვლელად. გადაწყვიტეთ, თუ რა

სიდიდეების გაზომვაა საჭირო და როგორ გამოთვლით ინერციის მომენტს. დაწერეთ მოკლედ თქვენი სტრატეგია.

შემდეგ ჩაატარეთ ექსპერიმენტი. არ დაგავიწყდეთ შესაბამისი გრაფიკის ამობეჭდვა. შემდეგ გვერდზე მოიყვანეთ ყველა გამოთვლა

მნიშვნელოვანი რჩევები და მიახლოებები:

შეგიძლიათ გამოიყენოთ მარკერი ან ფანქარი ღეროზე აღნიშვნების გასაკეთებლად. გთხოვთ წაშალოთ თქვენი აღნიშვნები ლაბორატორიიდან წასვლისას სპირტით ან საშლელით

ჰაერის წინააღმდეგობის მინიმუმირების მიზნით, თქვენ უნდა გაზომოთ კუთხური აჩქარება მხოლოდ მოძრაობის დაწყებისას, როდესაც სიჩქარე შედარებით დაბალია

გამოიყენეთ მცირე მასები საკიდზე (საკიდის მაქსიმუმი +15გ მოგცემთ დამაკმაყოფილებელ შედეგს)

ნიუტონის მეორე კანონი მასისა და სიმის ბოლოსთვის ასეთი სახისაა:

$$mg - T = ma$$

ამიტომ სიმზე ძაბვა იქნება

$$T = m(g - a) = m(g - R\alpha)$$

უდიდესი კუთხური აჩქარება, რომელთანაც გექნებათ საქმე, იქნება $\sim 3 \frac{\text{რადიანი}}{\text{წმ}^2} = 0,007 \text{ გ}$. ამიტომ, ამ ექსპერიმენტის დროს საჭიროა გამოიყენოთ

მიახლოება: $T \approx mg$

სამუშაო # 2.2. ინერციის მომენტის r-ზე დამოკიდებულება

ყველამ უნდა დაწეროს დაფაზე თავისი შედეგი თითოეული მასის განაწილებისათვის (ე.ი. r-ს ყველა მნიშვნელობისათვის)

ყველა მიღებული შედეგის საფუძველზე გაანალიზეთ დამოკიდებულება ინერციის მომენტსა და r-ს შორის. შეადარეთ მიღებული შედეგები თქვენს პროგნოზებს.

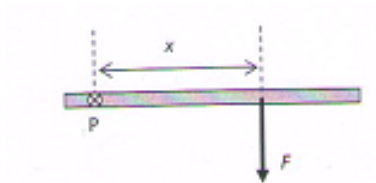
5. სტატიკა

მოსამზადებელი სამუშაო

ნახაზებზე 5.1 და 5.2 ნაჩვენებია ძელი, რომელსაც შეუძლია იბრუნოს ფურცლის სიბრტყეზე P წერტილში გამავალი ღერძის ირგვლივ. ძელზე ორივე შემთხვევაში მოდებულია ძალა (ასევე ფურცლის სიბრტყეში).

შემდეგი კითხვებისათვის გამოიყენეთ დადებითი ან უარყოფითი (შესაბამისად, საათის ისრის საწინააღმდეგო/საათის ისრის მიმართულების) ძალის მომენტი.

შემთხვევა 1. ძალა ძელის პერპენდიკულარულია (იხ. ნახ. 5.1.)



ნახ. 5.1.

1. დაუშვათ $x = \dots \theta$ და $F = \dots \epsilon$. რა ძალის მომენტს ანიჭებს F ძალა P წერტილს (ნიუტონ მეტრში)?

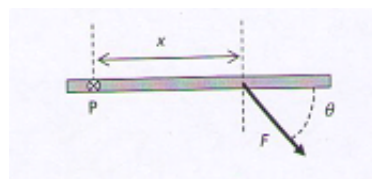
პასუხი: _____

2. გაზომვების ცდომილება: $\epsilon_x = \pm \dots \theta$ და $\epsilon_F = \pm \dots \epsilon$. როგორია ძალის მომენტის გავრცობის ცდომილება (ნიუტონ მეტრში)?

ამ შემთხვევისათვის გამოსახეთ თქვენი საბოლოო პასუხი ორი ნიშნის სიზუსტით. არ დაგავიწყდეთ $\pm$ ნიშნის აღნიშვნა.

პასუხი: _____

შემთხვევა 2. ძალა არ არის ძელის პერპენდიკულარული (ნახ. 5.2.).



ნახ. 5.2.

3. დავუშვათ $x = \dots \vartheta$, $F = \dots \delta$ და $Q = \dots^\circ$. რა ძალის მომენტს ანიჭებს F ძალა P წერტილს, ნიუტონ-მეტრში?

პასუხი: _____

4. გაზომვების ცდომილებებია: $\varepsilon_x = \pm \dots \delta$, $\varepsilon_x = \pm \dots \vartheta$, $\varepsilon_Q = \pm \dots^\circ$.

როგორია გრეხის გავრცობის ცდომილება, ნიუტონ-მეტრში?

ყურადღება:

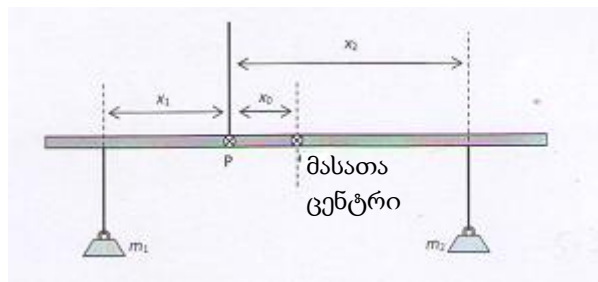
ამ შემთხვევისათვის თქვენ უნდა იპოვნოთ ცდომილების გავრცელება სამი ფაქტორის ნამრავლის საშუალებით. უფრო ადვილია, თუ პირველ რიგში გაითვალისწინებთ პირველ ორს, შემდეგ ჩართავთ მესამეს.

ამ შემთხვევისათვის გამოსახეთ პასუხი ორი ნიშნის სიზუსტით. არ დაგავიწყდეთ $\pm$ ნიშნის აღნიშვნა.

პასუხი: _____

წონასწორობა

3 კგ მასის და 3მ სიგრძის ძელი ჩამოკიდულია კაბელით P წერტილზე. ძელის მასა თანაბრადაა განაწილებული, ასე რომ, ძელის მასათა ცენტრი (მც) მდებარეობს ძელის ცენტრში. ორი სიმძიმე m_1 და m_2 მასებით დაკიდულია ძელის ორივე მხარეზე. ძელი ჰორიზონტალურ მდგომარეობაშია და სისტემა წონასწორობაშია (ნახ. 5.3)



ნახ. 5.3.

დახაზეთ ძელისთვის თავისუფალი სხეულის ძალთა დიაგრამა.

წონასწორობაში მყოფი ძელისთვის უნდა შესრულდეს ორი პირობა: ძელზე მოქმედი ნაკრები ძალა უნდა იყოს ნულის ტოლი: $\sum_i \vec{F}_i = 0$; ნაკრები ძალის მომენტი ძელის ნებისმიერ მოცემულ წერტილზე უნდა იყოს ნულის ტოლი $\sum_i \tau_i = 0$.

5. დავუშვათ, $m_1 = \dots$ კგ და $m_2 = \dots$ კგ. გამოიყენეთ წონასწორობის პირველი პირობა ($\sum_i \vec{F}_i = 0$) კაბელზე ძაბვის დასადგენად, ნიუტონებში.

პასუხი: _____

6. იგივე მასებისათვის დავუშვათ, რომ $x_1 = \dots$ მ და $x_0 = \dots$ მ. გამოიყენეთ წონასწორობის მეორე პირობა ($\sum_i \tau_i = 0$) და განსაზღვრეთ x_2 (მეტრებში). აიღეთ ყველა გრესა P წერტილისთვის.

პასუხი: _____

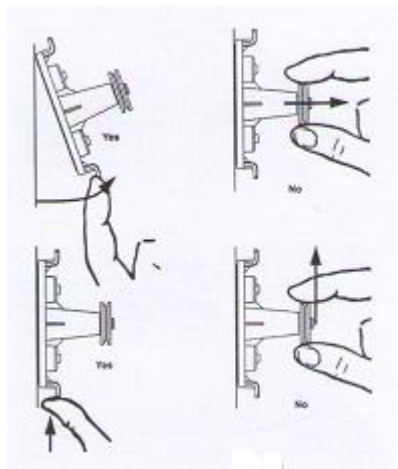
სტატიკა ლაბორატორიული სამუშაო:

აღჭურვილობა:

- მეტალის დაფა მაგნიტური ნაწილებით
- შკივი
- წონასწორობის ძელი (42გ)
- სახსრიანი საყრდენი
- ორი ტრანსპორტირი გამჭვირვალე სკალით (თითოეული 10 გ)
- სიმი
- საკიდების და მასების ნაკრები

მნიშვნელოვანია (!!!)

- დაფაზე მაგნიტური კომპონენტების ასაწევად და გადასადგილებლად ყოველთვის აიღეთ კომპონენტი მაგნიტური ძირით.
- მაგნიტური ელემენტები, რომლებსაც არ იყენებთ, ისევ დადეთ დაფაზე (ნახ. 5.4.).

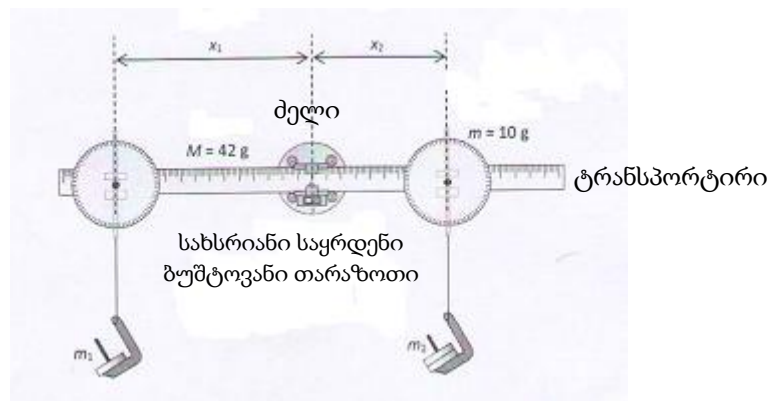


ნახ. 5.4.

სამუშაო 1. ძელის წონასწორობა

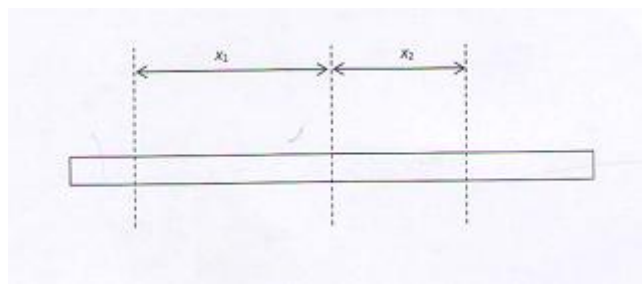
დანადგარის ძირითადი კომპონენტებია ღეროზე დამაგრებული ძელი და ორი ტრანსპორტირი, რომლებიც უნდა განთავსდნენ ძელის გასწვრივ სხვადასხვა პოზიციაზე. ტრანსპორტირებს და სახსრიან საყრდენს შეუძლიათ ძელის გასწვრივ სრიალი, როდესაც მოშვებულია პლასტიკური ხრახნი. გარკვეულ პოზიციაში მათი ფიქსირებისათვის ფრთხილად მოუჭირეთ ხრახნს.

პირველი სამუშაოსთვის დააყენეთ ძელი ისე, რომ მან იტრიალოს მისი ცენტრის გარშემო (ნულოვანი აღნიშვნა სკალაზე). მიუერთეთ ორი საკიდი მასებიტურთ სიმების ბოლოებს, რომლებიც დამაგრებულია ტრანსპორტირების გამჭვირვალე ინდიკატორებზე. იპოვეთ შესაბამისი მდებარეობა ორივე ტრანსპორტირისათვის სახსრიანი საყრდენის ორივე მხარეს ისე, რომ ძელი იყოს ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში (თარაზოს დონე ორ ნიშნულს შორის) და წონასწორობაში. არ გამოიყენოთ ერთნაირი მასები ორივე მხარეს (სიმეტრიული სისტემა) (იხ. ნახ. 5.5.).



ნახ. 5.5.

დახაზეთ თავისუფალი სხეულის ძალთა დიაგრამა ძელისათვის (იხ. დიაგრამა 5.1.). არ დაგავიწყდეთ, რომ ტრანსპორტირებს და ძელს ასევე აქვთ მასა.



დიაგრამა 5.1.

აღნიშნეთ ყველა ეს ძალა.

წონასწორობაში მყოფი სისტემისათვის ორი პირობა უნდა სრულდებოდეს:

- 1) ყველა ძალის ჯამი უნდა იყოს ნულის ტოლი. დაწერეთ ჯამური დამოკიდებულება ძალებს შორის ძალთა დიაგრამაზე:

(განტოლება1)

2) ყველა ძალის მომენტის ჯამი ნებისმიერი წერტილის მიმართ უნდა იყოს ნულის ტოლი

(განტოლება 2)

ძალთა დიაგრამაზე ნაჩვენებია თითოეული ძალისათვის დაწერეთ ძალის მომენტი ბრუნვის ცენტრის მიმართ. საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულება ჩათვალეთ დადებითად.

ყველა სამივე ძალის მომენტის ჯამი უნდა იყოს ნულის ტოლი. ჯამური განტოლება არის გამოსახულება m -ს (თითოეული ტრანსპორტირის მასა), m_1 -ის, m_2 -ის, x_1 -ის და x_2 -ის გამოყენებით.

აითვალეთ მასები სიმების ბოლოებზე და ტრანსპორტირების მდებარეობა ძელის ცენტრის მიმართ. ტრანსპორტირის ცენტრის ზუსტი მდებარეობა ნაჩვენებია თეთრი ნიშნულით ზედა ფანჯრის ქვედა კედელზე.

1-ლი განტოლების საშუალებით განსაზღვრეთ ძალა, რომელსაც ღერო ანიჭებს ძელს.

დამოკიდებულია ეს შედეგი ტრანსპორტირების და საკიდების მდებარეობაზე თუ მხოლოდ მათ მასებზე?

გამოიყენეთ გაზომვის შედეგები, რათა შეამოწმოთ მე-2 განტოლების სისწორე ექსპერიმენტის ცდომილების ფარგლებში. ყველა მასისათვის ცდომილება ტოლია $\pm 5\%$ -ის და ცდომილების შეფასება შესაძლებელია $\pm 0,5$ მმ-ის სიზუსტით. მაგრამ, როგორც წინასწარ ნაწილშია განხილული, ამ ექსპერიმენტისათვის ჩვენ არ უნდა ჩავატაროთ ამ ცდომილებების დეტალური გავრცელება ყველა ძალის მომენტისათვის. ამის ნაცვლად, უბრალოდ უნდა ვივარაუდოთ საბოლოო 6%-იანი ცდომილება თითოეული ძალის მომენტისათვის.

სამუშაო # 2. ძალის მომენტი

ამ სამუშაოში თქვენ შეისწავლით, თუ როგორ არის დამოკიდებული ძალის მომენტი ბრუნვის ღერძსა და ძალის მოდების წერტილს შორის მანძილზე და ძალის მიმართულებაზე.

სამუშაო # 2.1. ძალის მომენტის დამოკიდებულება მანძილზე

გამოიყენეთ იგივე დანადგარი, რაც 1-ელ სამუშაოში (ნახ. 5.5)

თუ იცვლება x_2 , სისტემა გამოდის წონასწორობიდან. თუ ამას დაუშვებთ, სისტემის წონასწორობაში დასაბრუნებლად საჭიროა მხოლოდ m_1 მასის შეცვლა.

პროგნოზი: უფრო მეტი m_1 მასაა საჭირო სისტემის წონასწორობისათვის, როდესაც m_2 მდებარეობს ბრუნვის ცენტრთან (ახლოს/შორს).

დაასაბუთეთ ეს!

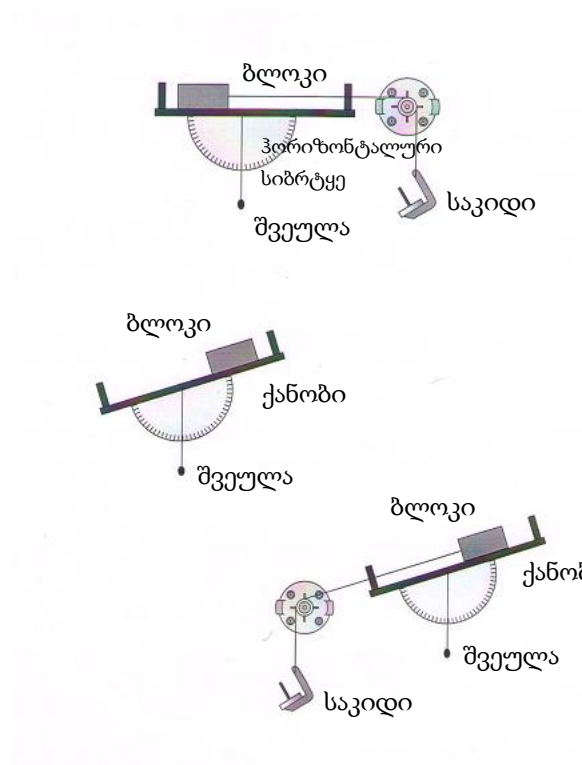
შემოწმეთ ეს რამდენიმე შემთხვევისათვის.

მას შემდეგ რაც შეარჩევთ ექსპერიმენტს, აუცილებელია:

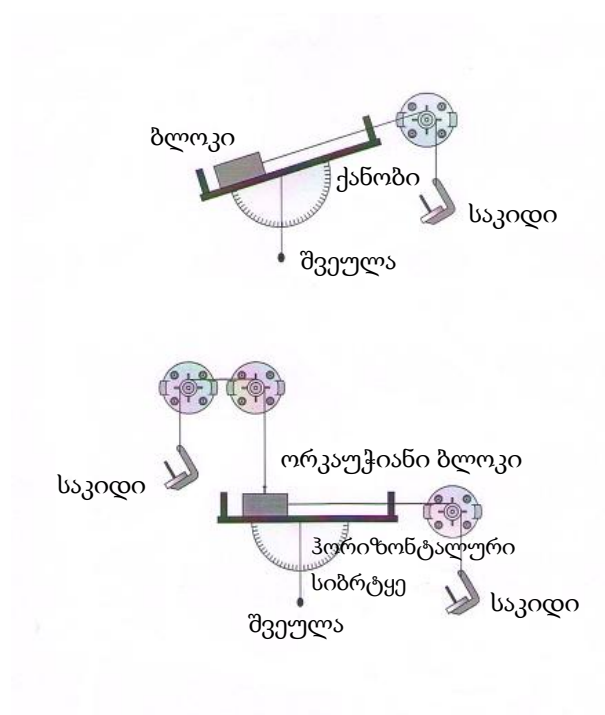
- დააყენეთ ის ზუსტად, ჩაატარეთ ყველა აუცილებელი შემოწმება (დგას თუ არა ქანობი სწორი კუთხით? სწორია სიმების მიმართულებებით?);
- დახაზეთ დანადგარის სქემა;
- გამოიყენეთ თავისუფალი სხეულის ძალთა დიაგრამა და ნიუტონის მეორე კანონი თქვენ მიერ შესასწავლი სავარაუდო დამოკიდებულებების დასადგენად;
- მოახდინეთ ყველა ცვლადის იდენტიფიცირება;
- დააგროვეთ მონაცემები სწორად, შეიტანეთ ცხრილში;
- არ დაგავიწყდეთ ყველა სხვა სიდიდე, რომელიც მნიშვნელოვანია (ბლოკის მასა, ზედაპირის სახე და ა.შ.);
- გამოიყენეთ კომპიუტერი გრაფიკების და მონაცემების ანალიზისათვის;
- დაწერეთ დასკვნები.

კარგი მონაცემების მისაღებად, როდესაც ჩათვლით, რომ იპოვეთ კრიტიკული წერტილი, რომლის გარშემო სისტემა მოძრაობს:

- ფრთხილად მოათავსეთ და გადმოიღეთ ბლოკი რამდენჯერმე დახრილი სიბრტყიდან;
- თუ შესაძლებელია, ჩაატარეთ ეს ქანობის გასწვრივ რამდენიმე მდებარეობისათვის;
- მოახდინეთ საკიდების რხევათა მინიმიზირება იყავით შემოქმედი!
- ეს დანადგარები მოცემულია როგორც ძირითადი ორიენტირები (ისინი უნდა შემოწმდეს და მათ უნდა იმუშაონ), მაგრამ სავსებით შესაძლებელია მათი მოდიფიცირება, თუ ეს საჭიროა (მაგალითად, მასის დამატება, ქანობის დახრის შეცვლა, ან სრულიად ახალი დანადგარის აწყობა). ეს აღჭურვილობა უზრუნველყოფს დიდ მოქნილობას და შემოქმედების საშუალებას იძლევა (იხ. ნახ. 5.6., 5.7.).



ნახ. 5.6.



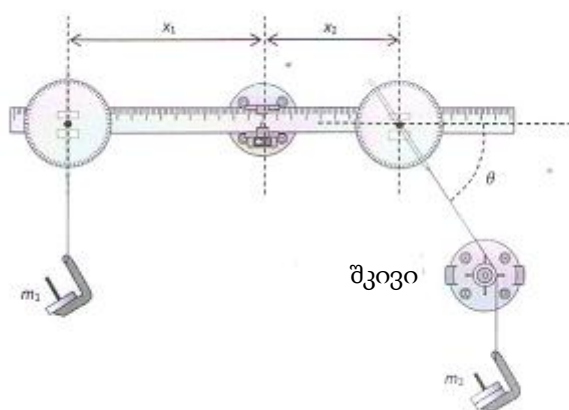
ნახ. 5.7.

ცდომილება:

საკიდების მასების ცდომილება მათი ნომინალური მნიშვნელობის $\pm 5\%$ კუთხეების გაზომვის ცდომილებაა $\pm 0,5^\circ$.

სამუშაო # 2.2. ძალის მომენტის დამოკიდებულება კუთხეზე

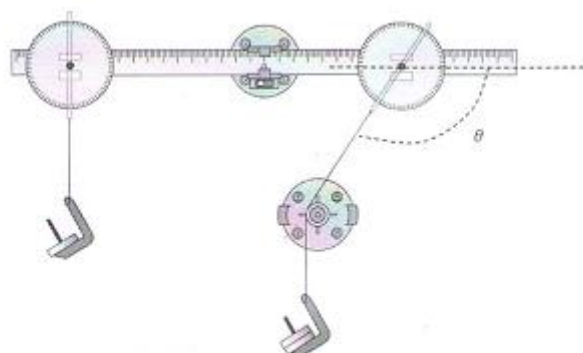
აქ საჭიროა სახემეცვლილი დანადგარი (იხ. ნახ. 5.8)



ნახ. 5.8.

ამ სამუშაოში x_1 , x_2 , და m_2 არ იცვლება. როდესაც კუთხე მეორე ტრანსპორტირის სიმა და ჰორიზონტს შორის იცვლება, საჭიროა m_1 -ის რეგულირება სისტემის წონასწორობაში დასაბრუნებლად.

აღსანიშნავია, რომ ასევე საქმე გვაქვს სიტუაციებთან, როდესაც $Q > 90^\circ$ (იხ. ნახ. 5.9).



ნახ. 5.9.

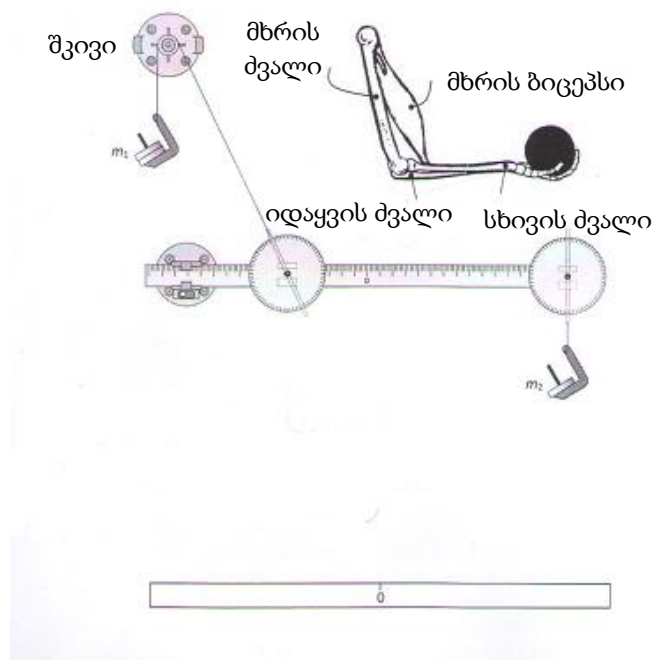
პროგნოზი: Q -ს როგორი მნიშვნელობები მოითხოვს უფრო დიდ მასას (m_1) სისტემის დაბალანსებისათვის?

დაასაბუთეთ.

შეამოწმეთ ეს!

სამუშაო # 3. მხარის მოდელი

ღუნვა მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ძვლების და კუნთების მექანიკაში. მაგალითისათვის განვიხილოთ ადამიანის მხარი, რომელიც, როგორც იგულისხმება, იკავებს გარკვეულ სიმძიმეს ხელით, რაც ნაჩვენებია ნახ. 5.10-ზე.



ნახ. 5.10.

მხარის რამდენიმე კუნთი მონაწილეობს მხარის მოღუნვაში. სიმარტივისათვის განვიხილოთ მხოლოდ მათ შორის უძლიერესი: მხარის ბიცეპსი. ის გაჭიმულია ზედა ძვლიდან ქვედა იდაყვამდე და სხივის ძვლამდე. მყესები, რომლებიც აერთებს კუნთს იდაყვამდე და სხივის რადიუსამდე, მოთავსებულია იდაყვის სახსრიდან რამდენიმე სანტიმეტრის დაშორებით (იხ. ნახ. 5.10).

დღევანდელი აღჭურვილობა თავისთავად საკმარისია ამ სისტემის მარტივი მოდელის წარმოსადგენად. არა აქვს მნიშვნელობა ტრანსპორტირების ზუსტ მდებარეობას, რადგან სისტემას ისეთივე სახე აქვს, როგორიც ნახაზზე მოტანილს.

არ არის აუცილებელი ფაქტიური ანატომიური მანძილის დაცვა იდაყვსა და კუნთის მიერთების ადგილს შორის.

ამ მოდელს გამოვიყენებთ ჩვენს კუნთებზე მოდებული ძალების სიდიდის დასადგენად.

დახაზეთ თავისუფალი სხეულის ძალთა დიაგრამა ძელისათვის. დიაგრამაზე აღნიშნეთ მანძლები ძელის ცენტრსა და შესაბამის ადგილებს შორის.

დაწერეთ წონასწორობის პირობები თქვენი დიაგრამის ძალების და მანძილების საშუალებით. აიღეთ ძალის მომენტები ბრუნვის ცენტრის მიმართ.

სამუშაოს მიზანია ამ მოდელის გამოყენება შემდეგ კითხვებზე ექსპერიმენტული პასუხების მისაღებად:

1. რა სიდიდის ძალა უნდა მოედოს კუნთზე, რომ „ხელმა“ დაიჭიროს, მაგალითად, 1,5 გრამი?
2. რა გავლენას ახდენს სისტემაზე კუნთის მიერთების წერტილი? (რომელიც განსხვავებულია სხვადასხვა ადამიანისათვის).

6. თავისუფალი რხევები მოსამზადებელი სამუშაო

m მასის ობიექტი ოსცილირებს მცირე რხევებით ვერტიკალური სიმის ბოლოზე, რომელიც ჭერზეა დამაგრებული. რხევების პერიოდია T . განვიხილოთ სისტემის შემდეგი მოდიფიკაციები (თითოეული მოდიფიკაცია ცალკეა შესრულებული და უნდა შედარდეს საწყის მდგომარეობას).

1. თქვენ ცვლით სიმს ხისტი მავთულით. რხევების პერიოდი:

A. მცირდება. B. უცვლელი რჩება. C. იზრდება.

პასუხი: _____

2. თქვენ კიდებთ უფრო მძიმე საგანს სიმზე. რხევების პერიოდი:

A. მცირდება. B. უცვლელი რჩება. C. იზრდება.

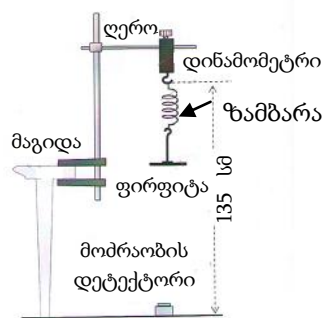
პასუხი: _____

3. თქვენ ამცირებთ რხევების ამპლიტუდას. რხევების პერიოდი:

A. მცირდება. B. უცვლელი რჩება. C. იზრდება.

პასუხი: _____

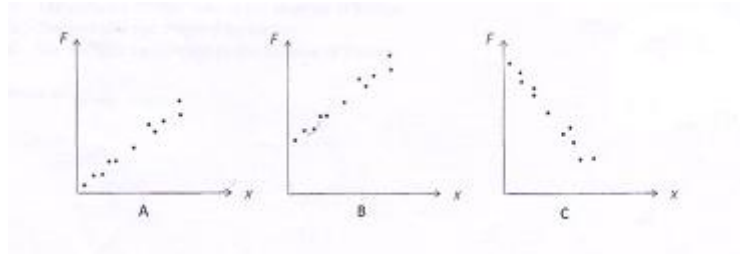
კაუჭიანი ფირფიტა ჩამოკიდებულია უმნიშვნელო მასის ხრახნიან ზამბარაზე. ზამბარას ზედა ბოლო ჩამოკიდებულია დინამომეტრზე. ფირფიტის მდებარეობის გაზომვა შეიძლება იატაკზე მოთავსებული მოძრაობის დეტექტორით. ეს ის დეტექტორია, რომელიც თქვენ გამოიყენეთ წინა სამუშაოებში და ზომავს მანძილს ფირფიტიდან დეტექტორამდე (იხ. ნახ. 6.1.).



ნახ. 6.1.

მოათავსეთ მცირე მასები ფირფიტაზე და აიღეთ ანათვალის დინამომეტრისა და ფირფიტის მდებარეობისათვის, როდესაც სისტემა იმყოფება წონასწორობაში.

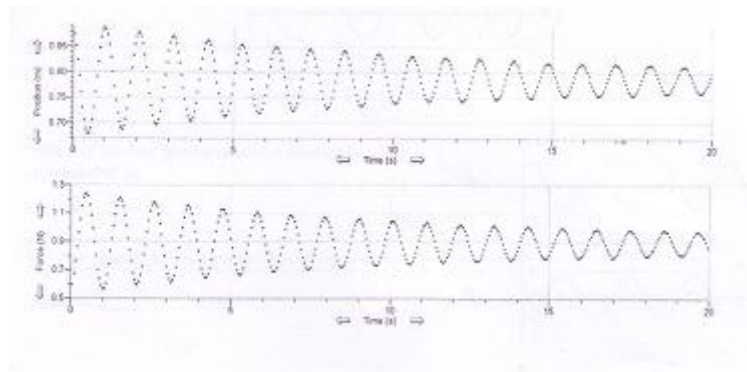
4. ქვემოთ მოტანილი გრაფიკიდან (იხ. გრაფიკი 6.1.) რომელი ასახავს ყველაზე კარგად იმას, რასაც მოელოდით? (დააკვირდით, თუ რას ზომავს მოძრაობის დეტექტორი).



გრაფიკი 6.1.

პასუხი: _____

ახლა მოაცილეთ ყველა დამატებითი მასა, ფირფიტა ფრთხილად დაეშვება. ქვევით ნაჩვენებია (იხ. გრაფიკი 6.2.) მოძრაობის დეტექტორის მიერ გაზომილი მდებარეობა დროისგან დამოკიდებულებით და ძალა დინამომეტრზე როგორც ფუნქცია.



გრაფიკი 6.2.

5. გამოიყენეთ გრაფიკები რიცხვების პერიოდის გამოსათვლელად, წამებში.

პასუხი: _____

წინა კითხვაში მოტანილი სისტემა აჩვენებს ჰაერის საგრძნობ წინააღმდეგობას. რა გავლენას ახდენს ეს რხევების პერიოდზე?

- A. პერიოდი ნაკლებია ვიდრე ხახუნის არ არსებობისას.
- B. ხახუნი არ ახდენს გავლენას პერიოდზე.
- C. პერიოდი მეტია ვიდრე ხახუნის არსებობისას.

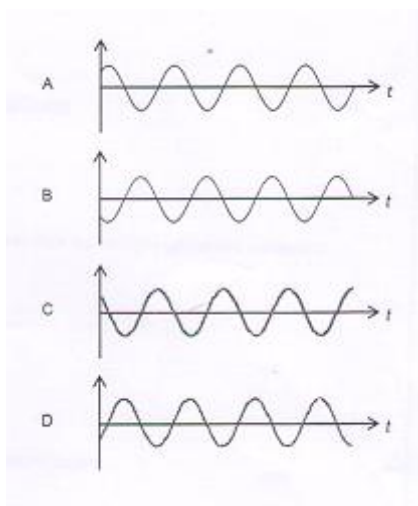
პასუხი: _____

ქვევით ნაჩვენებია რხევადი ობიექტის მდებარეობა დროისგან დამოკიდებულებით (იხ. გრაფიკი 6.3.).



გრაფიკი 6.3.

ქვემოთ მოტანილი ოთხი გრაფიკიდან (A – D) (იხ. გრაფიკი 6.4.) რომელი შეესაბამება:



გრაფიკი 6.4.

6. ობიექტის სიჩქარის დამოკიდებულებას დროზე?

პასუხი: _____

7. ობიექტის აჩქარების დამოკიდებულებას დროზე?

პასუხი: _____

თავისუფალი რხევები ლაბორატორიული სამუშაო:

სამუშაოს მიზნებია

- ფიზიკა: რხევითი მოძრაობის დინამიკა
- მეთოდოლოგია: თქვენ მიერ შეძენილი ყველა ექსპერიმენტული უნარ-ჩვევის გამოქვეყნება

აღჭურვილობა:

- დინამომეტრი
- მოძრაობის დეტექტორი
- ხრახნიანი ზამბარები (2,4 სმ; 4,8 სმ)
- რამდენიმე სტანდარტული მასა
- მასის საკიდი მიერთებული ფირფიტებით (ზებგერითი იმპულსების ასარეკლად)

არ დაუშვათ ზამბარას გადამეტებულად გაჭიმვა! ხრახნიანი ზამბარა ძალზედ ფაქიზია და საკმაოდ ძვირი, მოექცეით მას ფრთხილად. შეიძლება მოხდეს ზამბარას დეფორმაცია, თუ მასზე დაკიდებთ 150 გრამზე მეტ სიმძიმეს ან შექმნით მასის ძალიან დიდ რხევას ან უბრალოდ ძალიან გაჭიმავთ.

დინამომეტრი

- დააყენეთ ისარი 10 ნიუტონზე.
- დინამომეტრი ძალზედ ფაქიზია, ადვილად ზიანდება და საკმაოდ ძვირია. მოეპყარით ფრთხილად! არ მოსდით მასზე 10 ნიუტონზე მეტი ძალა.
- ტემპერატურის და დინამომეტრის ორიენტაციის შეცვლამ შეიძლება გამოიწვიოს ანათვლების მნიშვნელოვანი ცვლილება. ამ ეფექტების მინიმიზირებისათვის ყველაზე კარგია დააყენოთ **დინამომეტრი ნულზე** ყოველი გაზომვის წინ, ე. ი. დაარეგულიროთ სისტემა ისე, რომ მიიღოთ ნულოვანი ანათვალი (კომპიუტერის ეკრანზე), როდესაც დინამომეტრის კაუჭაზე არ არის მიდებული რაიმე ძალა.

როგორ გავანულოთ დინამომეტრი:

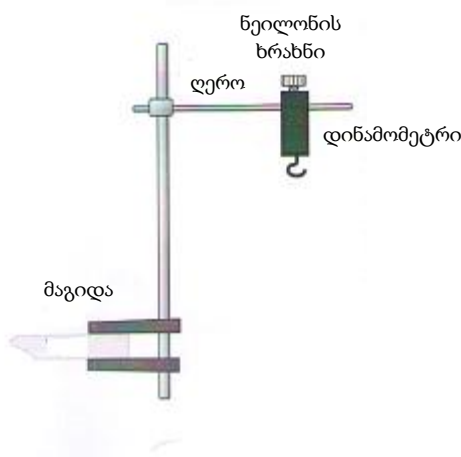
- a. შეამოწმეთ, რომ დინამომეტრის კაუჭაზე არ არის მიდებული რაიმე ძალა (მასაზე არაფერია მიერთებული).
- b. დააყენეთ დინამომეტრის სასურველი ორიენტაცია.

c. დააჭირეთ ნულს პანელზე.

დინამომეტრის დაკალიბრება

ნებისმიერი გაზომვის წინ აუცილებელია დინამომეტრის დაკალიბრება. ამისათვის უნდა აირჩეს ორი ათვლის წერტილი კომპიუტერზე ისე, რომ პროგრამამ გამოთვალოს დამოკიდებულება გაზომილ ძაბვასა და ძალას შორის.

დააყენეთ დინამომეტრი ვერტიკალურად, კაუჭით ქვევით ჰორიზონტალურ ღერძზე მაგიდიდან რამდენიმე სანტიმეტრით ზევით. მოუჭირეთ ნეილონის ხრახნს ისე, რომ დინამომეტრი იყოს მთლიანად ღეროზე (იხ. ნახ. 6.2.).



ნახ. 6.2.

თქვენ უნდა დაკიდოთ ორი სხვადასხვა სიმძიმე კაუჭაზე. ჩაიწერეთ ამ სიმძიმეების მასები და ძალები, რომლებსაც ისინი მიაწიჭებენ დინამომეტრს.

- დაიწყეთ ექსპერიმენტი>კალიბრაცია;
- სისტემა გიჩვენებთ ძალის სიდიდეს, რომელიც მოდებულია დინამომეტრზე.
- თითოეული შემთხვევისათვის, როდესაც მოთავსებულია შესაბამისი სიმძიმე, დააჭირეთ keep.
- ბოლოს დააჭრეთ Done. თქვენი დინამომეტრი დაკალიბრებულია.

თქვენ არ დაგჭირდებათ ხელმეორე კალიბრაცია. მაგრამ დინამომეტრი ყოველი გაზომვის წინ უნდა განულდეს.

შეამოწმეთ კალიბრაცია მონაცემების ალებით. ჩამოკიდეთ სხვადასხვა სიმძიმე კაუჭაზე და შეაგროვეთ მონაცემები (შედეგები უნდა იყოს თეორიული მნიშვნელობის რამდენიმე პროცენტის ფარგლებში). თქვენ ასევე შეგიძლიათ ხელით აწიოთ ან დაუშვათ კაუჭა, რათა შეამოწმოთ, აქვს თუ არა მნიშვნელობა უარყოფით/დადებით ნიშანს.

ჰუკის კანონი

ამ სამუშაოში თქვენ შეისწავლით ობიექტის მოძრაობას, რომელიც ირხევა ზამბარის ბოლოზე.

ობიექტი (ან მასა) შედგება მასის საკიდიდან ალუმინის ფირფიტითურთ (13×13სმ), რომელიც მის ბოლოზეა დამაგრებული. ფირფიტის დანიშნულებაა აირეკლოს საკმარისი ბგერა მოძრაობის დეტექტორზე საიმედო ანათვლის ასაღებად. ეს „მასა“ უნდა ჩამოიკიდოს ხრახნიან ზამბარაზე დინამომეტრის კაუჭაზე (იხ. ზემოთ ნახ. 6.1.).

ცდის დაწყებამდე შეამოწმეთ:

- დინამომეტრი და მოძრაობის დეტექტორი უნდა განლაგდეს მაგიდებიდან და კედლებიდან რაც შეიძლება უფრო შორს.
- მოძრაობის დეტექტორი უნდა განთავსდეს ზუსტად დინამომეტრის ქვევით (ამის შესამოწმებლად გამოიყენეთ შვეულა).
- დინამომეტრი ~135 სმ-ით უნდა იყოს დაშორებული იატაკს.
- თუ ყველაფერი ეს ზუსტად არის შესრულებული, როდესაც ფირფიტას მოიყვანთ რხევაში, გრაფიკი აჩქარება - დრო იქნება თანაბარი, დაუმახინჯებელი სინუს ფუნქცია.
- თუ მდებარეობა - დროის გრაფიკის ქვედა ნაწილში არის „ბრტყელი ლაქები“, მოძრაობის დეტექტორი, სავარაუდოდ, აღრიცხავს ლაბორატორიულ მაგიდას.
- თუ მდებარეობის გრაფიკზე ზედა ნაწილში არის „ცუდი“ წერტილები, ფირფიტა, ალბათ, ძალიან ახლოსაა მოძრაობის დეტექტორთან. თუ ობიექტი 0,5 მ-ზე უფრო ახლოს მდებარეობს, მოძრაობის დეტექტორი არ იძლევა სწორ მონაცემებს. თუ ეს ასეა, დაარეგულირეთ სამაგრები და ა. შ. ისე, რომ აამაღლოთ დინამომეტრი.

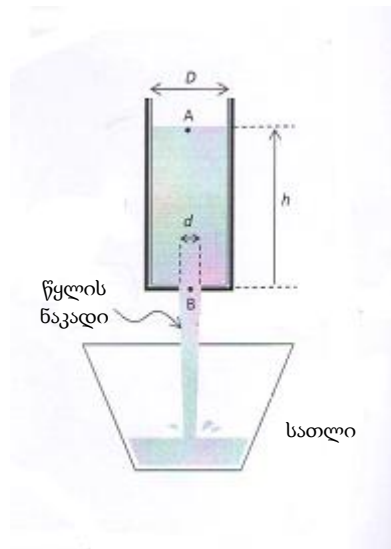
ამ სამუშაოს მიზნებია:

- a. ჰუკის კანონის ექსპერიმენტული დასაბუთება;
- b. ზამბარას მუდმივას (k) განსაზღვრა და მნიშვნელობების შედარება ორივე ზამბარასათვის;
- c. რხევების პერიოდის და სიხშირის განსაზღვრა;
- d. რხევადი ობიექტის მასის დადგენა (მასის დადგენის შემდეგ გამოიყენეთ ელექტრონული სასწორი და შეადარეთ ორივე სიდიდე);
- e. შეაფასეთ გადახრები მარტივი ჰარმონიული მოძრაობიდან, რაც ხახუნითაა გამოწვეული (ეს არ უნდა გააკეთოთ ბოლოს. განსაჯეთ ხახუნის გავლენა ექსპერიმენტის განმავლობაში).

აღწერეთ ექსპერიმენტული დანადგარი, ჩაიწერეთ ყველა გაზომვა, გამოთვლა და დასკვნა. მიღებული შედეგები განსაჯეთ ხელმძღვანელთან და ჯგუფის წევრებთან.

7. სითხეების დინამიკა მოსამზადებელი სამუშაო

განვიხილოთ D დიამეტრის ცილინდრული კონტეინერიდან d დიამეტრის ხვრელის გავლით ხუფში ჩამომდინარე წყალი. დაუშვათ, A არის წერტილი წყლის ზედაპირზე და B არის წერტილი ხვრელზე. წყლის დონე ხვრელს ზევით არის h_1 (იხ. ნახ. 7.1).



ნახ. 7.1.

1. როგორია წნევა A წერტილში?

$A. P_A < P_{atm}; \quad B. P_A = P_{atm}; \quad C. P_A > P_{atm}$

პასუხი: _____

2. როგორია წნევა B წერტილში (როდესაც ხვრელი ღიაა და წყალი ჩამოედინება)?

$A. P_B < P_{atm}; \quad B. P_B = P_{atm}; \quad C. P_B > P_{atm}$

პასუხი: _____

ბერნულის კანონის გამოყენებით შეიძლება წყლის სიჩქარეების A და B წერტილებში, V_A და V_B , ერთმანეთთან დაკავშირება:

$$P_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + 0 = P_B + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho gh$$

ან მარტივი სახით

$$V_B^2 - V_A^2 = 2gh \quad (1)$$

ეს იქნება 1-ლი განტოლება მე-2 სამუშაოში ლაბორატორიული ანგარიშისთვის. ჩაწერეთ ეს ლაბორატორიული ჟურნალის შესაბამის ადგილას.

3. თუ წყლის დონის სიმაღლე $h = \dots$ სმ, როგორი იქნება $V_B^2 - V_2^2$ მნიშვნელობა SI ერთეულებში?

პასუხი: _____

უწყვეტობის განტოლება იძლევა მეორე დამოკიდებულებას V_A და V_B -ს და განივკვეთის ფართობს შორის A და B წერტილებში:

$$V_A A_A = V_B A_B$$

d და D დიამეტრების გამოყენებით მიიღება:

$$V_A D^2 = V_B d^2 \quad (2)$$

ეს იქნება მე-2 განტოლება მე-2 სამუშაოსთვის. ჩაწერეთ ის ლაბორატორიული ჟურნალის შესაბამის ადგილას.

4. თუ დიამეტრები $d = \dots$ სმ და $D = \dots$ სმ, როგორი იქნება სიჩქარეების შეფარდება V_B/V_A ?

პასუხი: _____

1 და 2 განტოლებების გაერთიანებით ვიღებთ:

$$V_A^2 = \frac{2gh}{\frac{D^4}{d^4} - 1} \quad (2a)$$

წყლის ზედაპირი (ე. ი. A წერტილი) მოძრაობს მუდმივი აჩქარებით. ამიტომ, მისი სიჩქარე, V , საწყისი დონიდან ნებისმიერ მანძილზე, y , იქნება:

$$V^2 - V_A^2 = 2ay$$

როდესაც ზედაპირი მიაღწევს ჭურჭლის ფსკერს ($y = h$), საბოლოო სიჩქარე $V = 0$ და უკანასკნელი განტოლება ასე ჩაიწერება:

$$V_A^2 = -2ah \quad (2b)$$

$2a$ და $2b$ განტოლებების შედარებით მიიღება გამოსახულება ზედაპირის აჩქარებისთვის:

$$a = \dots \quad (3)$$

ეს იქნება მე-3 განტოლება მე-2 სამუშაოსთვის. შეიტანეთ ეს განტოლება ლაბორატორიული ჟურნალის შესაბამის ადგილას.

5. როგორია ზედაპირის აჩქარება, m/s^2 -ში, $d = \dots$ სმ და $D = \dots$ სმ დიამეტრებისათვის? არ დაგავიწყდეთ ნიშანი!

პასუხი: _____

რამდენი დროა საჭირო ბოთლის დასაცლელად? გამოიყენეთ განტოლება 3 (აჩქარება) დრენაჟის დროის გამოსახულებების ჩასაწერად g, d, D და h -ის საშუალებით.

$$t_{\text{დრენ}} = \quad (4)$$

ეს იქნება მე-4 განტოლება მე-2 სამუშაოსათვის. შეიტანეთ ეს ლაბორატორიული ჟურნალის შესაბამის ადგილას.

6. რიცხვითი შემოწმება: როგორია დრენაჟის დრო, წამებში, კონტეინერისათვის, რომლის დიამეტრებია $D = \dots$ სმ და $d = \dots$ სმ, რომელიც თავდაპირველად ავსებულია $h = \dots$ სმ სიმაღლეზე სადრენაჟო ხვრელის ზევით?

პასუხი: _____

აჩქარებისა და დრენაჟის დროის განტოლებები (3 და 4) შეიცავს შემდეგ კოეფიციენტს ან რაღაც ეკვივალენტურს:

$$\left(\frac{D}{d}\right)^4 - 1$$

ლაბორატორიაში თქვენ საქმე გექნებათ ჭურჭელთან, რომლის დიამეტრი ~9 სმ-ია და სადრენაჟო ხვრელის დიამეტრი 11 მმ-ია.

7. ამ რიცხვების გამოყენებით როგორი იქნება ცდომილების პროცენტი, როდესაც ზემოთ მოტანილ გამოსახულებებში შეგვაქვს მიახლოება:

$$\left(\frac{D}{d}\right)^4 - 1 \approx \left(\frac{D}{d}\right)^4 ?$$

პასუხი: _____

ეს არის მცირე შეცდომა ლაბორატორიაში არსებულ უზუსტობებთან შედარებით (მხოლოდ მოძრაობის დექტორის გარჩევის უნარი 1 მმ-ია. რადგან გვიწევს 20 სმ-ის რიგის მანძილების გაზომვა, ეს იძლევა უკვე 0,5% შეცდომას).

ამიტომ თავისუფლად შეგვიძლია განვმარტოთ აჩქარების და დროის გამოსახულებები ზემოთგანხილული მიახლოების საშუალებით. ეს ამარტივებს დრენაჟის დროის ხვრელის დიამეტრზე დამოკიდებულებას. ჩაწერეთ სახეშეცვლილი გამოსახულებები მე-3 და მე-4 განტოლებისათვის ჟურნალში.

სითხეების დინამიკა ლაბორატორიული სამუშაო:

ამ სამუშაოში თქვენ შეისწავლით სითხეების მოძრაობას.

აღჭურვილობა:

- კომპიუტერი
- მოძრაობის დეტექტორი
- ჭურჭელი გადაჭრილი ძირით
- სხვადასხვა დიამეტრის ხვრელებიანი ხუფების ნაკრები
- ტყვიის შვეულა
- ბუმტოვანი თარაზო
- სათლი
- 30 სმ-იანი პლასტმასის სახაზავი

წყლის ნაკადი

განვიხილოთ წყალი, რომელიც ჩამოედინება D დიამეტრის ცილინდრული ფორმის კონტეინერიდან ხუფის d დიამეტრის ხვრელის გავლით (იხ. ზემოთ ნახ. 7.1.). დაუშვათ, A არის წერტილი წყლის ზედაპირზე და B არის წერტილი ხვრელზე. წყლის დონე ხვრელს ზევით არის h .

პროგნოზი:

წყლის სიჩქარე B წერტილში V_B არის _____ (მეტი ვიდრე/ტოლი/ნაკლები ვიდრე/) სიჩქარეზე A წერტილში (V_A).

ამის ორი მიზეზია:

1. წყლის სვეტი B -ს ზევით. ბერნულის კანონის გამოყენებით დაასრულეთ გამოსახულება გრავიტაციული აჩქარების, g , და წყლის სვეტის სიმაღლის, h საშუალებით:

(1)

2. ხვრელის და კონტეინერის განსხვავებული დიამეტრები. როგორია მოსალოდნელი დამოკიდებულება წყლის სიჩქარეებსა A და B წერტილებში, V_A და V_B და d და D დიამეტრებს შორის?

(2)

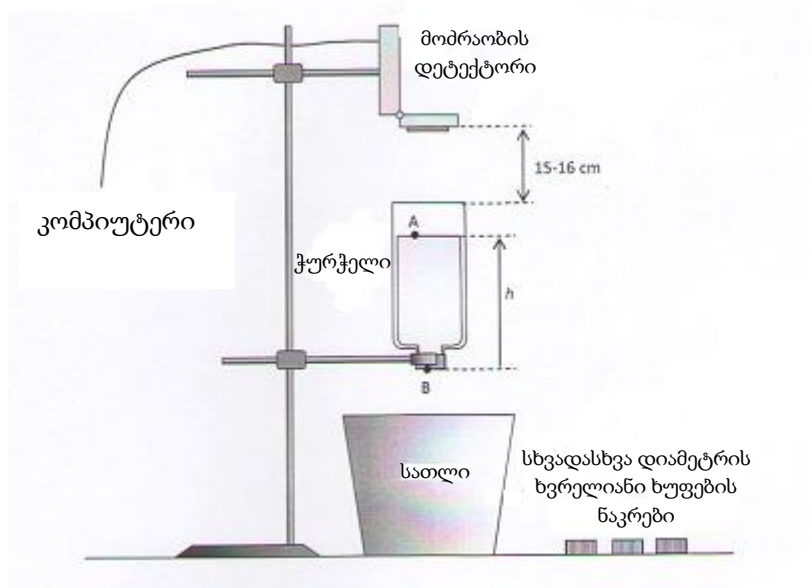
წინასწარ სამუშაოში ჩვენ გავაერთიანეთ ეს ორი განტოლება იმის საჩვენებლად, რომ წყლის ზედაპირი თანაბრად აჩქარებულია. დაწერეთ A წერტილის აჩქარება:

(3)

და დრო, რომელიც აუცილებელია ჭურჭლის დასაცლელად:

(4)

ქვევით ნაჩვენებია აპარატურა მოძრაობის დეტექტორი გამოიყენება წყლის ზედაპირის მდებარეობის ტრეკის შესანარჩუნებლად. დეტექტორი უნდა მოთავსდეს ჭურჭლის მჭრელი პირიდან 15-16 სმ მანძილზე. განსხვავებით მექანიკის ლაბორატორიული სამუშაოდან, ამ მოდელს შეუძლიათ მონაცემების მოგროვება 15 სმ-ით დაშორებული სუბიექტებიდან. დეტექტორის ჭურჭელთან რაც შეიძლება უფრო ახლოს განთავსება უზრუნველყოფს სენსორის მიერ წყლის ზედაპირის არეკვლის დადგენას (იხ. ნახ. 7.2.).



ნახ. 7.2.

სისტემის განლაგება უაღრესად მნიშვნელოვანია ზუსტი მონაცემების მიღების მიზნით, ჩაატარეთ შემდეგი გამოცდები და ნებისმიერი საჭირო რეგულირებები.

- გამოიყენეთ შვეულა იმაში დასარწმუნებლად, რომ მოძრაობის დეტექტორი განთავსებულია ჭურჭლის ცენტრის ზევით.
- გამოიყენეთ ბუმტოვანი თარაზო იმაში დასარწმუნებლად, რომ სენსორის ზედაპირი მთლიანად ჰორიზონტალურია.
- გამოიყენეთ ბუმტოვანი თარაზო იმაში დასარწმუნებლად, რომ ჭურჭელი ვერტიკალურია.

რეგულარულად შეამოწმეთ განლაგება ექსპერიმენტის დროს, თუ თქვენი მონაცემები ძალზედ გაფანტულია, აუცილებელია განლაგების შესწორება.

დახურეთ სადრენაჟო ხვრელი თითოთ (ან ხელის გულით განიერი ხვრელის შემთხვევაში) და შეავსეთ ჭურჭელი წყლით აღნიშნულ დონემდე. (ნაპირიდან ~2,5 სმ-ით ქვევით). დაიწყეთ მონაცემების აღება და მოაცილეთ თითო ხვრელს წყლის ჩამოსადინებლად.

იძლევა მიღებული მონაცემები მუდმივი აჩქარების მრუდს? როგორ აღწეროთ ამას?

მე-2 სამუშაოს მიზანია დრენაჟის ხანგრძლივობის დამოკიდებულების შესწავლა:

- სადრენაჟო ხვრელის დიამეტრზე, d და/ან
- წყლის საწყის დონეზე.

განიხილეთ გეგმა და მოკლედ ჩაწერეთ. შემდეგ ჩაატარეთ ყველა საჭირო გაზომვა და ანალიზი.