

Міністерство освіти і науки України
Кіровоградський машинобудівний коледж
Кіровоградського національного технічного університету

Звіт

з лабораторних робіт з предмету «Фізика»

Студент _____ курсу, групи _____

Спеціальність

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Прийняв викладач: _____

Кіровоград 2014

Перелік лабораторних робіт

№	Назва лабораторної роботи	Дата виконання	Дата захисту	Оцінка	Підпис викладача	Сторінка звіту
1	Визначення прискорення вільного падіння за допомогою оборотного маятника.					
2	Вивчення коливань фізичного маятника.					
3	Визначення коефіцієнта динамічної в'язкості.					

Лабораторна робота №1

Вимірювання прискорення вільного падіння за допомогою маятника

Мета роботи: визначити прискорення сили тяжіння в даному місці Землі за допомогою маятника.

Обладнання: штатив з муфтою і кільцем; кулька з отвором; нитка; секундомір; вимірювальна лінійка з міліметровими поділками.

Теоретичні відомості

Якщо маятник вивести з рівноваги, виникає сила, яка намагається повернути його в попереднє стійке положення рівноваги D (рис. 1). Ця сила F є рівнодійною двох сил: натягу нитки T і ваги P , напрямлених під кутом одна до одної.

Під дією сили F маятник повертається до положення рівноваги, проходить його внаслідок інерції і переходить на другий бік. Далі цей процес повторюється.

Найбільше зміщення маятника від положення рівноваги називається амплітудою коливання. Час повного коливання маятника називається періодом коливання. Теорія дає таку формулу для періоду коливання:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

(1)

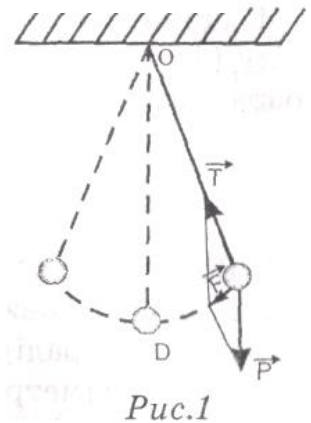
де T – період коливання, l – довжина маятника, g – прискорення вільного падіння. З формули (1) можна визначити g :

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad (2)$$

Довжину маятника можна виміряти безпосередньо

Тоді

$$g = \frac{4\pi^2 l \cdot N^2}{t^2} \quad (3)$$



Хід роботи

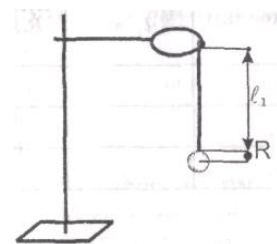


Рис.2

1. Зберіть установку як показано на рис. 2.
2. Визначте довжину нитки маятника l_1 за допомогою довгої лінійки, а радіус кулі R – за допомогою штангенциркуля.
3. Обчисліть, чому дорівнює довжина маятника: $l = l_1 + R$
4. Відхиляємо маятник на невеликий кут (5 – 8 см від положення рівноваги), і відпускаємо його. Якщо коливання відбуваються в одній площині, то, пропустивши декілька коливань, увімкніть секундомір, до того ж саме тоді, коли маятник проходить положення рівноваги. При цьому нитка і око мають бути на одній прямій, перпендикулярній до площини коливання маятника.
5. Відрахувавши $N = 20$ коливань, зупиніть секундомір і визначте час, протягом якого спостерігалися коливання.
6. Змініть довжину нитки і повторіть дослід чотири рази.
7. За формулою (3) обчисліть прискорення вільного падіння.
8. Обчисліть середнє значення прискорення вільного падіння:

$$g_{\text{сер}} = \frac{g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5}{5}$$

9. Обчисліть абсолютну похибку кожного обчислення:

$$\Delta g_i = |g_{\text{сер}} - g_i|$$

10. Обчисліть середнє значення абсолютної похибки:

$$\Delta g_{\text{сер}} = \frac{\Delta g_1 + \Delta g_2 + \Delta g_3 + \Delta g_4 + \Delta g_5}{5}$$

- 11 Обчисліть відносну похибку вимірювання:

$$\varepsilon = \frac{\Delta g_{\text{сер}}}{g_{\text{сер}}} \cdot 100\%$$

- 12 Результати вимірювань і обчислень запишіть у таблицю. Висновок запишіть у вигляді $g = (g_{\text{сер}} \pm \Delta g_{\text{сер}})$ м/с² при $\varepsilon = \underline{\hspace{1cm}} \%$.

[illegible][illegible]

Висновки:_____

Підпис студента:_____

Підпис викладача: _____

1. Що таке коливання? Які є види коливань?
2. Назвіть характеристики коливань.
3. Що таке частота коливань? Період коливань?

4. За допомогою якого маятника ви визначали прискорення вільного падіння?
5. Який маятник називається фізичним?
6. Як зміниться частота коливань якщо довжину маятника збільшити?
7. Що таке час релаксації?
8. Який зміст добротності коливальної системи?

Лабораторна робота №2

Вивчення затухаючих коливань та визначення логарифмічного декременту затухання коливань фізичного маятника методом порівняння амплітуд.

Мета: Визначити величини для фізичного маятника, побудувати графік затухаючих коливань.

Обладнання: 1) фізичний маятник; 2) секундомір; 3) кювета і рідиною.

Теоретичні відомості та опис приладу

У будь-якій реальній коливній системі завжди є сили опору, дія яких приводить до зменшення енергії системи. Якщо втрати енергії не поповнюються за рахунок роботи зовнішніх сил, коливання затухають. Розглянемо вільні (або власні) затухаючі коливання. Обмежимося розглядом малих коливань. Тоді і швидкість системи буде малою. При невеликих швидкостях сила опору пропорційна v .

$$F = -rv = -r\dot{x},$$

де r — коефіцієнт опору.

Знак мінус зумовлений тим, що F і v мають протилежні знаки. Для тіла, що коливається і на яке, крім пружної сили, діє сила опору, запишемо рівняння другого закону Ньютона:

$$m\ddot{x} = -kx - r\dot{x}$$

Введемо позначення $2\beta = \frac{r}{m}$, $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$.

Тоді

$$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad (1)$$

Масу тіла m , коефіцієнт опору r і коефіцієнт пружності k ще називають параметрами коливної системи; ω_0 — власна частота коливань.

При не досить великих затуханнях ($\omega_0 > \beta$) закон затухаючих коливань як розв'язок диференційного рівняння (1) має вигляд

$$x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi_0), \quad (2)$$

де β — коефіцієнт затухання. Як видно з (2), амплітуда затухаючих коливань змінюється за експоненціальним законом ($A = A_0 e^{-\beta t}$). З (2) випливає, що відношення амплітуд A_1 і A_2 двох послідовних коливань, відокремлених одне від одного інтервалом часу $t=T$, залишається сталим:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta(t+T)}} = e^{\beta T}.$$

Тому при дослідженнях затухаючих коливань вводиться величина

$$\ln \frac{A_1}{A_2} = \lambda = \beta T, \quad (3)$$

яку називають логарифмічним декрементом затухання. Отже $A = A_0 e^{-\frac{\lambda t}{T}}$. За час t , протягом якого амплітуда коливань зменшиться в e разів, система

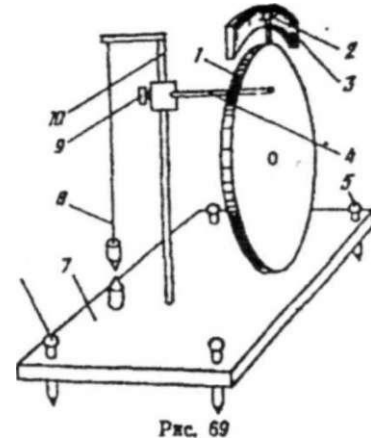
здійснить число коливань $N_e = \frac{t}{T}$. З умови $e^{-\frac{\lambda t}{T}} = e^{-1}$

матимемо $\frac{\lambda t}{T} = 1$ і $\lambda = \frac{T}{t} = \frac{1}{N_e}$

Для характеристики коливної системи часто використовують також величину

$$Q = \frac{\pi}{\lambda} = \pi N_e \quad (4),$$

яку називають добротністю. Вона пропорційна числу коливань N_e , що здійснюються системою за проміжок часу, протягом якого амплітуда коливань зменшується в e разів.



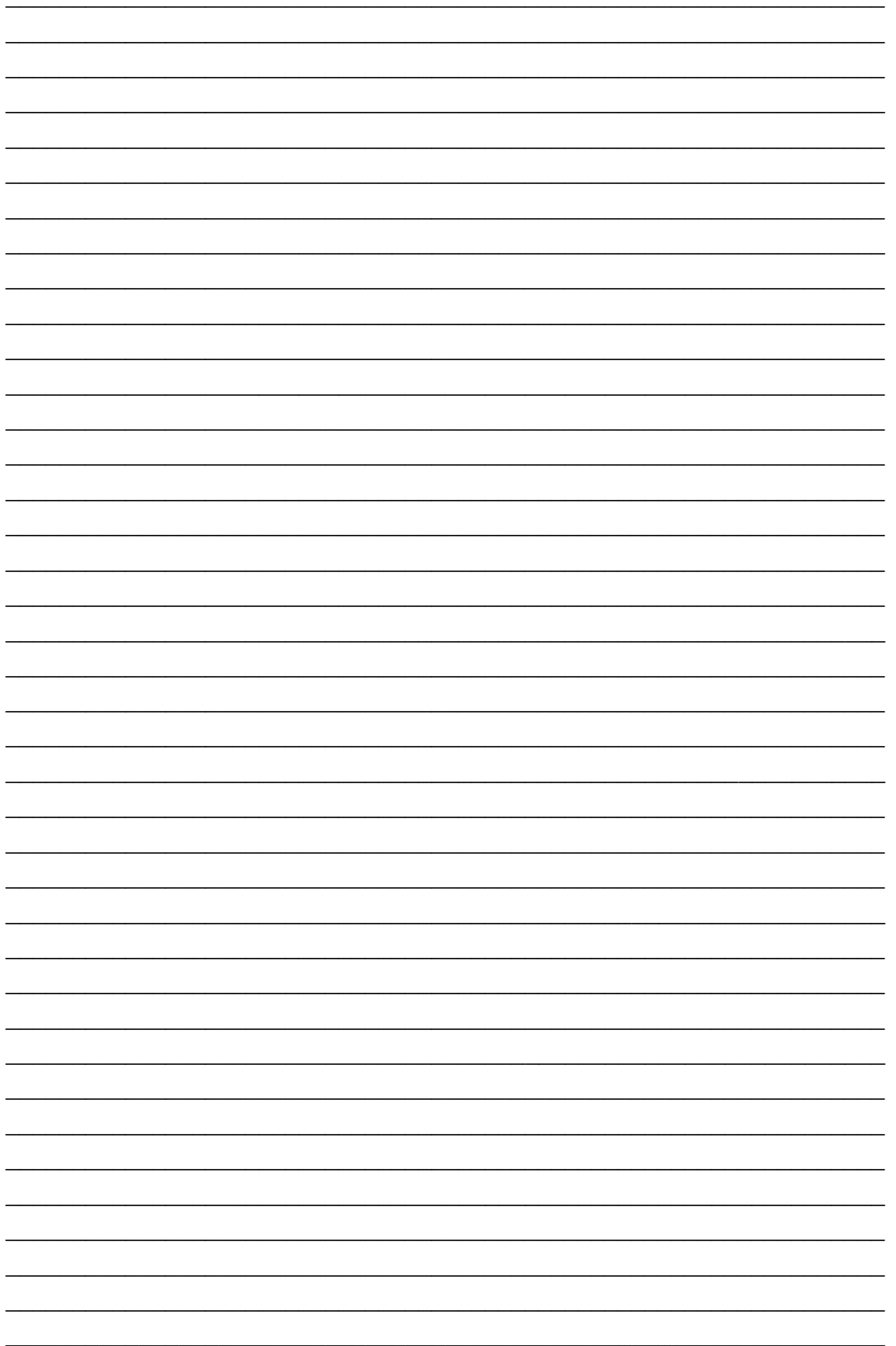
Фізичний маятник (рис. 69) являє собою масивний диск 1, підвішений на горизонтальній осі 4, яка розташована над центром його мас. Вісь коливань маятника можна закріплювати в будь-якому місці колони 10. Це закріплення здійснюється за допомогою гвинта 9. Всю установку складають на масивній основі 7. Для зменшення тертя маятник насаджено на вісь за допомогою підшипника кочення.

Хід роботи

1. Гвинтами 5 і 6 та виском 8 встановити маятник у вертикальній площині.
2. Відхилити маятник від положення рівноваги на невеликий кут (4° - 5°), який відраховують по шкалі 3 за допомогою стрілки 2. Дати можливість маятнику вільно коливатись.
3. Пропустивши перші 3-5 коливань, пістити в хід секундомір. Виміряти час наступних 15-20 повних коливань, визначити період. Вимірювання повторити не менше трьох разів і обчислити середнє значення повного періоду коливань маятника.
4. Відхиливши маятник знову на 4° - 5° , відпустити його і виміряти 10-15 послідовних значень амплітуди. Знайдені дані записати у звітну таблицю. Результати вимірювань подати у вигляді графіків $A = f_1(n)$ та $\ln A = f_1(t)$, де $t = nT$: n – число повних коливань маятника ($n=1,2,3,\dots$); T – період коливань.
5. За графіком залежності амплітуд $\ln A = f_2(t)$ порівнянням визначити логарифмічний декремент затухання коливань λ так: $\ln A_t - \ln A_{t+T} = \lambda$.
6. Знаючи λ , за формулою (3) визначити коефіцієнт затухання коливань системи β .

11. Підрахувати похибки вимірювань.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



Висновки:_____

Підпис студента:_____

Підпис викладача: _____

1. Що таке затухаюче коливання?
2. Які величини називають параметрами коливної системи?
3. Що таке логарифмічний декремент затухання коливань?
4. Що таке коефіцієнт затухання коливань?
5. Сформулюйте закон зміни амплітуди у випадку затухаючого коливання.
6. Що таке добротність коливної системи?

Лабораторна робота № 3

Визначення в'язкості рідини за допомогою віскозиметра.

Мета: Ознайомитися з будовою основних типів віскозиметрів та способами визначення в'язкості рідин. Навчитися визначати в'язкість рідин за допомогою віскозиметра.

Обладнання

1. Віскозиметр.
2. Секундомір.
3. Вода.
4. Дослідна рідина.
5. Штатив з муфтою і лапкою.

Теоретичні відомості

В'язкість - це властивість реальних рідин здійснювати опір відносному руху (зсуву) шарів частинок рідини. Тому ця властивість не характерна для рідини, що знаходиться у стані спокою. Вперше передбачив наявність сил внутрішнього тертя І.Ньютон у 1686 р., а достовірність цієї гіпотези обґрунтував і підтвердив професор М.П. Петров у 1883 р. Згідно гіпотези І.Ньютона величина сил внутрішнього тертя між шарами не залежить від тиску, а залежить лише від природи рідини, площі співдотичних шарів і їх відносної швидкості переміщення. У відповідності до цього сили внутрішнього тертя в рідині, яка рухається прямолінійно, визначаються за формулою:

$$F = S \cdot \frac{dV}{dy} \cdot \eta \quad (1)$$

де - η - коефіцієнт внутрішнього тертя, або динамічний коефіцієнт в'язкості, який залежить від властивостей досліджуваної рідини,

S - площа поверхні дотику шарів,

$\frac{dV}{dy}$ - градієнт швидкості або швидкості зсуву, яка показує зміну

швидкості шарів рідини в напрямку, що перпендикулярний до напрямку самої швидкості.

Таким чином, закони внутрішнього тертя в рідині відрізняються від закону тертя твердих тіл і сила внутрішнього тертя, яка виникає між двома шарами в рухомій рідині, не залежить від тиску в рідині, а пропорційна поверхні співдотику тертьових шарів, відносній швидкості їх переміщення і залежить від роду рідини.

На відміну від звичайних ньютонівських, такі рідини називають неньютонівськими або **аномальними** (смола, нафта та інші). В загальному курсі гідравліки, як правило, вивчають лише ньютонівські рідини, неньютонівськими рідинами займається реологія - спеціальна наука, яка виділилася як самостійний розділ механіки.

Динамічна в'язкість μ характеризує собою силу внутрішнього тертя, що виникає на квадратному метрі поверхні двох шарів рідин, які переміщуються один по відношенню до іншого при градієнті $\frac{dV}{dy} = 1$ (dy - товщина шару).

Одиниця вимірювання η - Па·с (Паскаль на секунду, її називають пуазейлем).

Величину обернуту до динамічної в'язкості $\epsilon = \mu^{-1}$ називають текучістю. В таблиці наведені значення динамічна в'язкості для деяких рідин.

Речовина при 20 ⁰ С	Динамічна в'язкість Па·с
вода	1000
молоко	1800
гліцерин	1500
Рицинова олія	970
Розчин цукру 20%	1960

Динамічна в'язкість для капельних рідин із зростанням їх температури зменшується. Ці залежності дуже важливі для змащуючих мастил. Наприклад, значне пониження в'язкості автомобільних мастил при

підвищенні температури може зробити їх досить текучими. Внаслідок цього погіршуються їх робочі характеристики, що викличе передчасний знос двигуна. В зв'язку з цим використовують спеціальні добавки, стабілізують в'язкість мастил при зміні температури.

Для визначення в'язкості рідини користуються спеціальним приладом, який визначається **віскозиметром**.



Хід роботи

1. Заповніть віскозиметр водою.
2. Відкрийте віскозиметр, одночасно із ввімкненням секундоміра.
3. В момент витікання води із віскозиметра, зафіксуйте час витікання води t_1 .
4. Дослід повторити два рази.
5. Заповніть віскозиметр молоком.
6. Тричі зафіксуйте час витікання молока.
7. Користуючись формулою $\eta_2 = \frac{\eta_1 \rho_2 t_2}{\rho_1 t_1}$, знайти в'язкість молока.
8. Обчисліть середнє значення в'язкості:

$$\eta_{\text{сеп}} = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_3}{3}$$

[illegible]

Висновки

Підпис студента:

Підпис викладача:

Контрольні запитання

1. Що розуміють під в'язкістю рідини і від яких факторів вона залежить?
2. В чому полягає гіпотеза Ньютона? Які рідини називають аномальними?
3. Одиниці вимірювання кінематичної та динамічної в'язкості, їх фізичний зміст.
4. Що таке турбулентна в'язкість і від яких факторів вона залежить?
5. Якими приладами визначають в'язкість рідини і яких різновидностей вони бувають?

6. Як можна здійснювати визначення в'язкості лаків, фарб в умовах шкільних майстерень? Чи вплине їх в'язкість при фарбуванні на якість покриття деревини, металу?

7. Які рідини називають ідеальними? Явище надтекучості.

Техніка безпеки

1. Після роботи віскозиметри обов'язково промити і просушити у відповідності до інструкції. При цьому обережно поводитися із бензином, ефіром та хромовою сумішшю.

2. Злив рідини після досліду здійснювати тільки у спеціально призначену для цього посудину.

3. Пам'ятати, що корпуси віскозиметрів виготовлені із тонкого скла.