

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформатики та програмної інженерії

Звіт

з лабораторної роботи № 5.2 з дисципліни
«Ігрова фізика»

„ВИЗНАЧЕННЯ ПРИСКОРЕННЯ ВІЛЬНОГО ПАДІННЯ З ДОПОМОГОЮ
ФІЗИЧНОГО МАЯТНИКА”

Виконав(ла)

ПП-15 Мешков Андрій Ігорович
(шифр, прізвище, ім'я, по батькові)

Перевірів

Скирта Юрій Борисович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Київ 2022

Лабораторна робота № 5.2

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИСКОРЕННЯ ВІЛЬНОГО ПАДІННЯ З ДОПОМОГОЮ ФІЗИЧНОГО МАЯТНИКА

Теорія методу та опис експериментальної установки

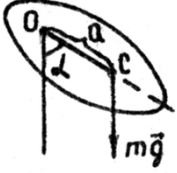


Рис. 5.1

Фізичний маятник (рис. 5.1) це тверде тіло, яке може коливатись відносно нерухомої горизонтальної осі під дією сили тяжіння.

Через зв'язок між частотою ω та періодом T коливань, період коливань фізичного маятника можна записати як:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mga}}$$

I_0 - момент інерції маятника відносно осі, яка проходить через центр мас C і паралельна до осі підвісу. Згідно теореми Штейнера: $I = I_0 + ma^2$. Тоді маємо:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + ma^2}{mga}}$$

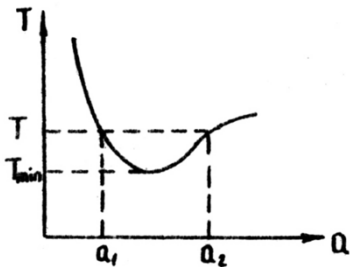


Рис. 5.2

При $T > T_{min}$ одне і те ж значення періоду коливань досягається при двох різних значеннях відстані a .

$$\frac{I_0 + ma_1^2}{mga_1} = \frac{I_0 + ma_2^2}{mga_2}$$

Звідси $I_0 = ma_1a_2$, тоді

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a_1 + a_2}{g}}$$

Виведені формули ми можемо використати для визначення прискорення вільного падіння g . Змінюючи відстань a між центром мас маятника та його осі підвісу, необхідно побудувати графік залежності $T(x)$, (де x – відстань від точки підвіски O_1 до вантажу B_1), з якого визначити значення відстаней a_1 і a_2 , для яких період коливань T має таке ж значення. Тоді можна визначити прискорення вільного падіння за формулою:

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} (a_1 + a_2) \quad (5.7)$$

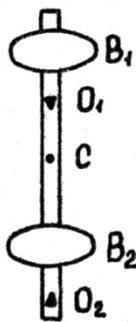


Рис.5.3

Порівняємо формули для періодів коливань фізичного та математичного маятників видно, що приведена довжина фізичного маятника $l_{пр.} = I / ma$

Для визначення приведеної довжини використаємо оборотний маятник.

Якщо при переміщенні вантажів уздовж вудку вдасться знайти такі положення тягаря, в які періоди коливання маятника на обох опорах призми однакові, але в той же час єдині ваг B_1 має бути поруч кінця стрижня, а другий B_2 - між середина стрижня і опора призми O_2 , то період

коливань маятника:

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

де $L = a_1 + a_2$ – відстань між опорами маятникові призми. Задана довжина маятника дорівнює відстані L між опорами призм, отже

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

Для визначення вільного прискорення падіння використовується в цій роботі експериментальну установку (рис. 5.5).

1. Цифровий мілісекундометр;
2. Кронштейн с фотоелектричним датчиком;
3. Тягар;
4. Стрижень;
5. Кронштейн с опорною призмою

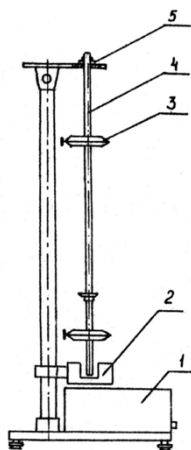


Рис.5.5

Порядок виконання роботи

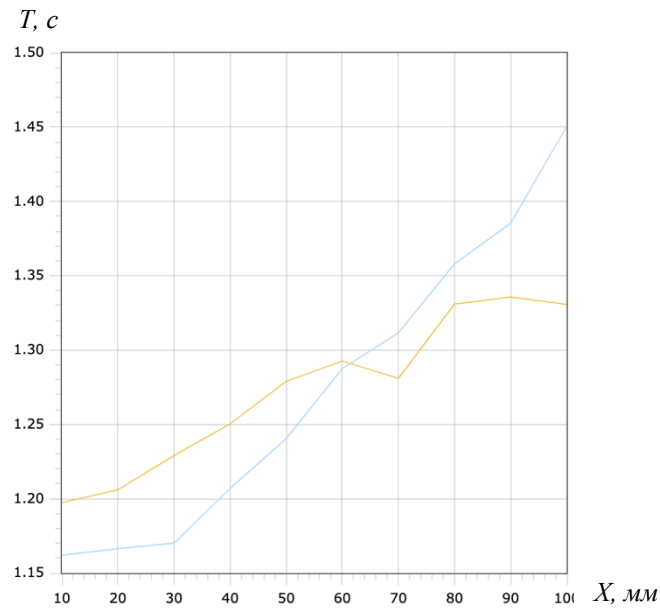
1. $L=400\text{мм}$
2. Виміряємо час t_1 десяти повних коливань маятника та заповнення таблицю.
3. Повторюємо вимірювання часу десяти повних коливань маятника 10 разів, кожного разу переміщуючи тягарець B_1 вздовж стрижня на $\Delta X = 10\text{ мм}$.
4. Знімаємо оборотний маятник з кронштейна, перевертаємо його і підвішуємо на кронштейні за допомогою другої опорної призми. Повторили вимірювання часу t_2 , для тих самих положень тягарця B_1 . Після закінчення експерименту вимкнути установку.

Таблиця 1

№ досліду	$X, \text{мм}$	$t_1, \text{с}$	$T_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$T_2, \text{с}$
1	10	11,974	1,1974	11,62	1,162
2	20	12,06	1,206	11,664	1,1664
3	30	12,29	1,229	11,701	1,1701
4	40	12,504	1,2504	12,069	1,2069
5	50	12,79	1,279	12,404	1,2404
6	60	12,926	1,2926	12,876	1,2876
7	70	12,81	1,281	13,116	1,3116
8	80	13,31	1,331	13,581	1,3581
9	90	13,357	1,3357	13,853	1,3853
10	100	13,307	1,3307	14,506	1,4506

Обробка результатів вимірювань

1. Побудували в одній системі координат графіки залежності періодів коливань T_1 та T_2 від положення X рухомого тягарця.



2. За графіками знайшли координату X_0 точки перетину.

$$T_0 \approx 1,29 \text{ с}$$

$$X_0 \approx 60 \text{ мм}$$

3. За формулою визначили прискорення вільного падіння.

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T_0^2} \approx 9,489 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

4. Оцінюємо похибку результатів вимірювання.

$$g_{\text{standart}} = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\delta = \left| \frac{g - g_{\text{standart}}}{g_{\text{standart}}} \right|$$

$$\delta = 0,0327 = 3,27\%$$

Контрольні запитання

1. Розповісти про гармонічні коливання та їх основні характеристики. Як перетворюється енергія при гармонічних коливаннях?

Гармонічні коливання — коливання, при яких зміщення коливної точки від положення рівноваги змінюється з часом за законом синуса або косинуса.

Характеристики: зміщення, амплітуда, фаза, період, частота, циклічна частота.

У процесі гармонічних коливань відбуваються лише взаємні перетворення потенціальної та кінетичної енергії тіла, що коливається. Повна енергія гармонічних коливань не змінюється з часом.

2. Сформулювати теорему Штейнера та навести приклади її використання.

Момент інерції досягає свого мінімального значення, коли вісь проходить через центр мас.

Розрахунок моменту інерції значно спрощується, якщо вісь, відносно якої обчислюється момент інерції тіла, є його віссю симетрії. Коли це не так, для полегшення обчислень зручно скористатися теоремою Штейнера.

3. Дати визначення поняття фізичного маятника. Вивести формулу періоду коливань фізичного маятника.

Фізичний маятник це тверде тіло, яке може коливатись відносно нерухомої горизонтальної осі під дією сили тяжіння.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mga}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + ma^2}{mga}}$$

$$\frac{I_0 + ma_1^2}{mga_1} = \frac{I_0 + ma_2^2}{mga_2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a_1 + a_2}{g}}$$

4. Дати визначення приведеної довжини фізичного маятника. Від чого залежить її величина?

Приведена довжина фізичного маятника – це довжина такого математичного маятника, період коливань якого дорівнює періоду коливань відповідного фізичного маятника.

Величина залежить від моменту інерції, маси та відстані між точкою підвісу і центру мас.

5. Який маятник називається оборотним? Які основні властивості оборотного маятника?

Оборотний маятник, який є одним з видів фізичного маятника, являє собою сталевий стрижень, на якому по різні боки від центру мас розташовані два масивні тягарці, переміщуючи які вздовж стрижня можна в досить широких межах змінювати період коливань.

У всякому фізичному маятнику можна знайти такі дві точки, розташовані по різні боки від центру мас, що при послідовному підвішуванні маятника за одну і іншу з них період коливань маятника залишається незмінним.

Висновок: під час виконання лабораторної роботи ми навчилися визначати прискорення вільного падіння за допомогою фізичного маятника, та на практиці застосували отримані теоретичні знання. Провели вимірювання показників, обробили дані за допомогою формул. Оцінили результати на похибку.