

Пружинний маятник



Physics

Mechanics

Vibrations & waves



Рівень складності

середній



Розмір групи

-



Час підготовки

10 хвилини



Час виконання

10 хвилини

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/64a950ca7e8ed20002399993>

PHYWE

Інформація для викладачів

Опис

PHYWE



Експериментальна
установка

Як вже було показано в попередніх експериментах, кожна пружина має власний коефіцієнт пружності (жорсткість) k , який можна описати за допомогою сили пружності F і деформації розтягу (видовження) пружини y що можна описати таким чином:

$$F = k \cdot y$$

Якщо до пружини прикріпити вантаж масою m і відхилити її від положення спокою, то тіло повернеться назад під дією сили пружності пружини:

$$m \cdot \ddot{y} = -k \cdot y \Rightarrow \ddot{y} + \frac{k}{m} \cdot y = 0$$

Розв'язання лінійного однорідного диференціального рівняння за допомогою методу експоненти визначає незатухаючу власну частоту ω_0 або період коливань T .

Додаткова інформація для вчителів (1/2)

PHYWE

попередні знання



Студенти повинні були засвоїти базові знання про визначення коефіцієнтів пружності та закон Гука, а також мати досвід роботи з маятниками.

Принцип



Пружина з коефіцієнтом пружності (жорсткості) k , яка розтягується під дією вантажа масою m , коливається з власною кутовою частотою ω_0 або періодом T :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Leftrightarrow T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Додаткова інформація для вчителів (2/2)

PHYWE

Мета



Використовуючи пружинний маятник, студенти мають визначити залежність період коливань від періоду коливань від маси, яку необхідно завантажити і жорсткості пружини.

На прикладі пружинного маятника студенти повинні визначити, якою мірою період коливань T залежить від маси m вантажу та жорсткості k пружини.

Завдання



Студенти повинні визначити :

1. Період коливань T пружинного маятника для різних мас m для двох пружин із різними коефіцієнтами жорсткості k
2. Встановити залежність між трьома величинами T , m та k .

Інструкції з техніки безпеки



До цього експерименту застосовуються загальні інструкції щодо безпечного проведення експериментів на уроках з природничих наук.

Інструкції з техніки безпеки

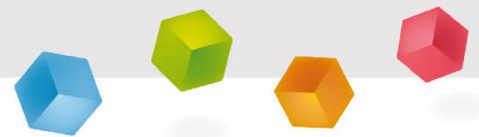
PHYWE



До цього експерименту застосовуються загальні інструкції щодо безпечного проведення експериментів на уроках з природничих наук.

PHYWE

Інформація для студентів



Мотивація

PHYWE



Пружини

Ви коли-небудь розглядали зблизька шини автомобіля? Тоді Ви, швидше за все, бачили пружину, подібну до тієї, що зображена на рисунку.

Ці пружини встановлюються в автомобілях, щоб компенсувати нерівності дороги і таким чином підвищити комфорт при русі. Однак, коли така пружина знаходиться у напруженому стані, вона починає коливатися. Проте хотілося б, щоб цей період коливань був якомога коротшим.

Але як можна вплинути на цей період коливань? У цьому експерименті можна більш детально розглянути цей аспект.

Завдання

PHYWE



Дослідіть період коливань T пружинного маятника.

З цією метою потрібно визначити:

1. Період коливань T пружинного маятника для різних мас m для двох пружин із різними коефіцієнтами жорсткості k
2. Встановити залежність між трьома величинами T , m та k .

Матеріал

PHYWE

Позиція	Матеріал	Пункт №.	Кількість
1	Основа штатива, PHYWE	02001-00	1
2	Штативний стрижень, нерж. ст., l=600 мм, d = 10 мм	02037-00	1
3	Штативний стрижень, нерж. ст., l=250 мм, d = 10 мм	02031-00	1
4	Подвійна муфта	02043-00	1
5	Тримач для важків із прорізами, 10 г	02204-01	1
6	Гиря, 10 г, срібло/бронза	02205-03	4
7	Гиря, 50 г, срібло/ бронза	02206-03	3
8	Спиральна пружина, 3 Н/м	02220-00	1
9	Спиральна пружина, 20 Н/м	02222-00	1
10	Динамометр, прозорий, 1 Н	03065-02	1
11	Секундомір, цифровий, 24 години, 1/ 100 с та 1 с	24025-00	1
12	Кріпильний болт	02010-00	1

Підготовка (1/2)

PHYWE

Прикріпіть штативний стрижень довжиною 25 см до половинок основи штатива і зафіксуйте їх на місці за допомогою гвинта. Скрутіть разом дві половинки штативного стрижня у довгий штативний стрижень довжиною 60 см, вставте його в передню половину основи штатива і закріпіть гвинтом.



Складання основи штатива



Скручування штативних стрижнів



Закріплення штативного стрижня

Підготовка (2/2)

PHYWE



Повісьте пружину на кріпильний болт.

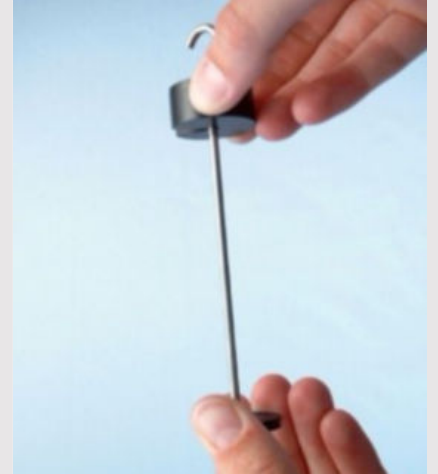
- Закріпіть подвійну муфту на довгому штативному стрижні.
- Закріпіть кріпильний болт у подвійній муфті та підвісьте пружину (3 Н/м) в отвір кріпильного болта.

Виконання роботи (1/3)

PHYWE

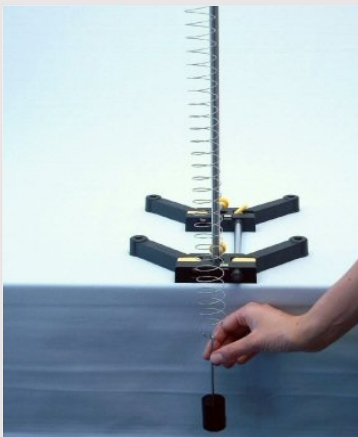
Пружина з різними
тягарцями

- Завантажуйте пружину послідовно тягарцями з масою m (20 г, 40 г, 60 г, ..., 140 г), враховуйте, що тримач для важків має свою масу ($m = 10$ г).
- Для того, щоб підвісити тягарці на тримач, надягніть їх на верхній кінець пластини тримача.

Тримач для важків з
тягарцем

Виконання роботи (2/3)

PHYWE

Розтягування пружини
жорсткістю 3 Н/м

- Потягніть за пружину і дайте їй гойдатися з кожної закріпленої маси.
- Визначте час, необхідний для 10 коливань для кожної маси. t із секундоміром.
- Внесіть до протоколу всі виміряні значення, зазначені в таблиці 1.

Виконання роботи (3/3)

PHYWE

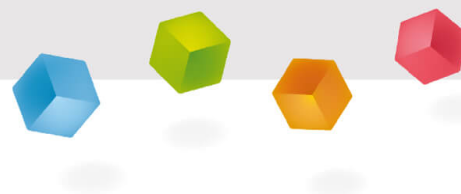


Розтягування пружини
жорсткістю 20 Н/м

- Тепер використовуйте пружину жорсткістю 20 Н/м і повторіть усі вимірювання, описані вище.
- Також внесіть виміряні значення в таблицю 1, у протокол.

PHYWE

Протокол



Таблиця 1

PHYWE

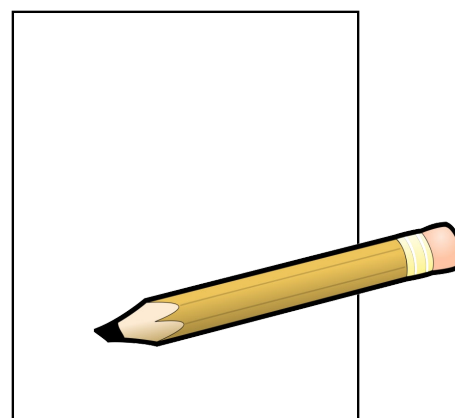
Запишіть значення для пружини жорсткістю 3 Н/м у ліву таблицю. Виміряні значення для пружини жорсткістю 20 Н/м запишіть у таблицю праворуч. Знайдіть відповідний період коливань T і його квадрат T^2 за значеннями часу t для 10 коливань.

m [г]	t_3 , [с]	T_3 , [с]	T_3^2 , [с ²]	t_{20} , [с]	T_{20} , [с]	T_{20}^2 , [с ²]
20						
40						
60						
80						
100						
120						
140						

Завдання 1

PHYWE

- Тепер візьміть аркуш паперу і намалюйте на ньому діаграму. На цій діаграмі побудуйте графік залежності періоду коливань T (y -вісь) залежно від маси m (x -вісь). Побудуйте графік залежності як для пружини 3 Н/м, так і для пружини 20 Н/м.
- Потім побудуйте графік залежності квадрата періоду коливань T^2 (y -вісь) залежно від маси m (x -вісь). Побудуйте криву, як і раніше, для обох пружин.



Завдання 2

PHYWE

На першому графіку показано, як залежить T від маси m та коефіцієнта жорсткості пружини k . Що можна сказати про характер залежності m і k від періоду коливань?

- ☐ Чим більший коефіцієнт жорсткості пружини k , тим більший період коливань T .
- ☐ Чим менший коефіцієнт жорсткості пружини k , тим більший період коливань T .
- ☐ Чим більша маса m , тим більший період коливань T .
- ☐ Чим менша маса m , тим більший період коливань T .

☒ Перевірити

Завдання 3

PHYWE



Експериментальна установка

Про що можна дізнатися, побудувавши графік залежності квадратів періоду коливань T^2 від маси m ?

☐ $T^2 \sim m$

☐ $T \sim \sqrt{m}$

☐ $m \sim \sqrt{T}$

☐ $m^2 \sim T$

☒ Перевірити

Завдання 4

PHYWE



Експериментальна
установка маятника

Про що можна дізнатися, побудувавши графік залежності квадратів періоду коливань T^2 від маси m , враховуючи вплив коефіцієнта жорсткості k пружини ?

☐ $T \sim \sqrt{m \cdot k}$

☐ $T^2 \sim m/k$

☐ $T^2 \sim m \cdot k$

☐ $T \sim \sqrt{m/k}$

☒ Перевірити

Завдання 5

PHYWE

Чи проходять криві на графіках 1 і 2 через початок координат? Чи можете Ви припустити, що є причиною цього?

☐ Крива для пружини з більшою жорсткістю проходить через нульову точку.☐ Криві на обох діаграмах не проходять через нульову точку. Причина цього - нехтування масою пружини m_f ☐ Крива для пружини з меншою жорсткістю, проходить через нульову точку.☒ Перевірити