

Потенційна енергія та енергія деформації



Physics

Mechanics

Forces, work, power & energy



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/64a70559108e10000205bc48>

PHYWE



Інформація для вчителів

Опис

PHYWE

Відповідно до закону Гука, сила F , що розтягує пружину, пропорційна видовженню x

$$F = D \cdot x$$

Під дією сили тяжіння F_G пружина розтягується на довжину Δl і перебуває в положенні спокою

$$F = D \cdot \delta l = m \cdot g = F_G$$

Простий пружинний маятник має верхню і нижню точки реверсу з відповідною амплітудою коливань (Δl) відносно положення спокою. У верхній точці реверсу вся енергія системи зберігається у вигляді потенціальної енергії, тоді як у нижній точці реверсу вона повністю перетворюється в енергію натягу пружини. Таким чином, максимальна висота коливань h дорівнює максимальному видовженню Δx пружини:

$$h = \Delta x = 2 \cdot \Delta l$$

Додаткова інформація для вчителів (1/2)

PHYWE

попередні
знання

Учні вже повинні мати базове розуміння того, як діють сили і як їх визначати за допомогою динамометра.

Принцип



Повна енергія замкненої системи не змінюється з часом. Цей факт ґрунтується на законі збереження енергії. Хоча енергія може перетворюватися між різними формами енергії, вона ніколи не втрачається. Крім того, у закриту систему можна вводити або виводити енергію.

Одиницею енергії (W (або E)) в системі СІ є Джоуль: $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Нм}$

Енергія розтягування спіральної пружини $W = \frac{1}{2} \cdot D \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot F \cdot x$

Додаткова інформація для вчителів (2/2)

PHYWE

Мета



Учні мають зрозуміти, що енергія ніколи не втрачається, а лише перетворюється. Крім того, використовуючи закон збереження енергії, вони мають визначити енергію деформації пружини.

Завдання



1. Визначте, яка сила необхідна для підйому вантажу, а яка - для розтягування пружини.
2. Покладіть на пружину вантаж і відпустіть її вниз.
3. Визначте енергію, що міститься в розтягнутій пружині.

Інструкції з техніки безпеки

PHYWE



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

PHYWE

Інформація для учнів



Мотивація

PHYWE



Пружина як амортизатор на мотоциклі

У спіральній пружині енергія може бути збережена у вигляді енергії деформації при стисканні або розтягуванні пружини. Цей принцип також використовується, наприклад, у пружинних амортизаторах автомобілів. У цьому випадку удар, спричинений, наприклад, зіткненням з перешкодою, буквально пом'якшується, завдяки чому має відповідно більш м'який ефект для водія/пасажирів. Механічне навантаження на кузов автомобіля також утримується в межах допустимого.

У цьому експерименті досліджується перетворення простих форм енергії. Для цього необхідно вивчити взаємозв'язок між енергією руху $W_{\text{руху}}$ та енергією деформації $W_{\text{розтяг}}$ спіральної пружини.

Завдання

PHYWE



У цьому експерименті досліджується закон збереження енергії.

- Визначте яка сила потрібна для підйому вантажу, а яка - для деформації (розтягування) пружини.
- Повісьте тягарці на спіральну пружину і відпустіть. Спостерігайте за процесом і опишіть його, користуючись поняттям енергії.
- Визначте енергію розтягнутої пружини, використовуючи закон збереження енергії.

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	Подвійна муфта	02043-00	2
4	Тримач для важків із прорізами, 10 г	02204-01	1
5	Гиря, 10 г, срібло/бронза	02205-03	3
6	Спиральна пружина, 3 Н/м	02220-00	1
7	Динамометр, прозорий, 2 Н	03065-03	1
8	Кріпильний болт	03949-00	1
9	Пластина зі шкалою	03962-00	1
10	Рулетка, l=2 м	09936-00	1
11	Тримач для скляної трубки	05961-00	1

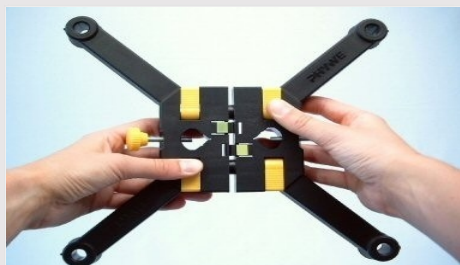
Підготовка (1/3)

PHYWE

З'єднайте дві половинки основи штатива.

Потім скрутіть штативні стрижні в один довгий стрижень.

Закріпіть довгий штативний стрижень вертикально в основі штатива.



Збірка основи штатива



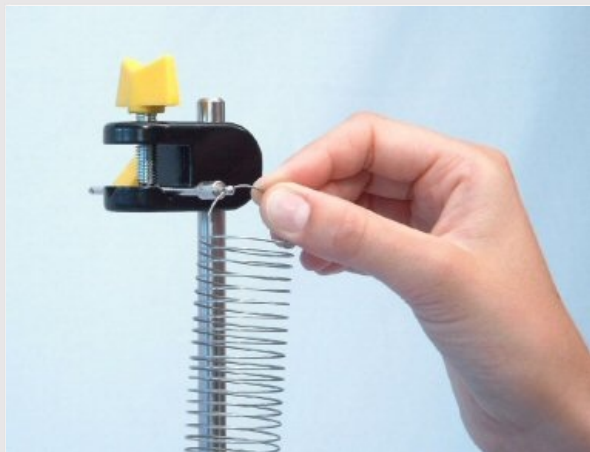
Скручування штативних стрижнів



Кріплення штативного стрижня до основи штатива

Підготовка (2/3)

PHYWE



Підвішування пружини у отвір кріпильного болта

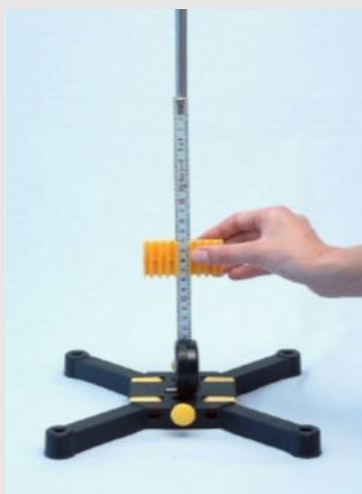
Закріпіть подвійну муфту на верхній частині штативного стрижня.

Потім закріпіть кріпильний болт у подвійній муфті.

Повісьте пружину в отвір кріпильного болта.

Підготовка (3/3)

PHYWE



Закріплення рулетки в тримачі для скляних трубок

Зафіксуйте стрічку рулетки в тримачі для скляних трубок і закріпіть його внизу штативного стрижня

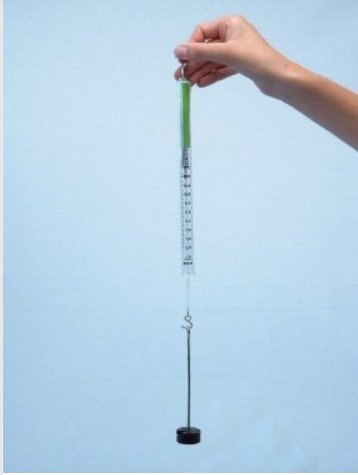
Відрегулюйте довжину рулетки так, щоб нульова позначка перебувала на одному рівні з нижнім краєм пружини.



Регулювання вимірювальної стрічки

Виконання роботи (1/6)

PHYWE



Динамометр з вантажем
 $m = 40 \text{ г}$

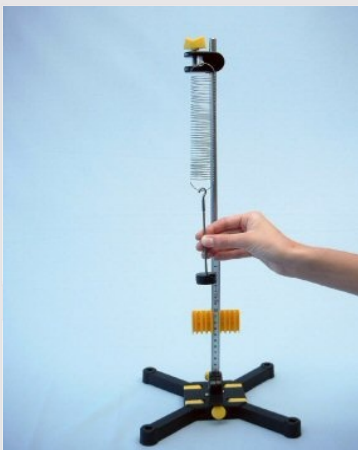
- Повісьте послідовно тягарці масою $m = 10 \text{ г}$, 20 г , 30 г , 40 г з попередньо встановленим на нуль динамометром і для кожного визначте силу тяжіння (вагу) F_G , Запишіть результати в таблицю в протоколі
- Прикріпіть спіральну пружину якомога вище на штативному стрижні.
- Потягніть донизу пружину за допомогою динамометра і визначте силу деформації при різних розтягненнях.



Визначення сили пружності

Виконання роботи (2/6)

PHYWE



Експериментальна
установка

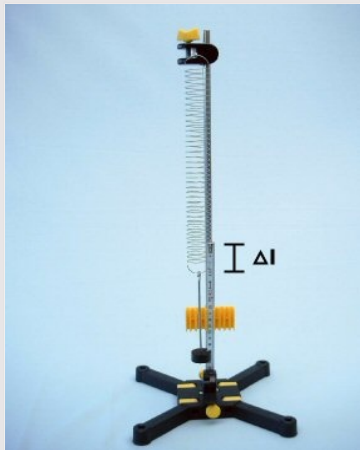
- Тепер підвісьте на спіральну пружину вантаж масою 40 г і нехай вона вільно опускається. Слідкуйте за процесом.
- Опустіть точку підвісу так, щоб вантаж ледь торкнувся столу в нижній точці реверсу коливач.
- Потім зупиніть вантаж, коли він торкнеться поверхні столу, відпустіть його і знову спостерігайте за процесом.



Вантаж на столі

Виконання роботи (3/6)

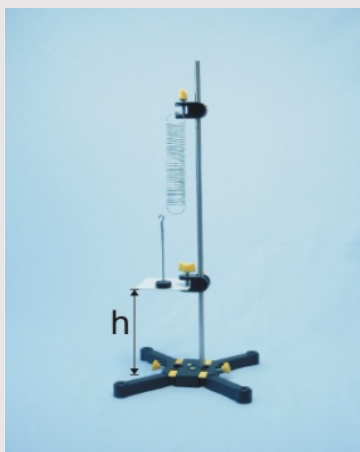
PHYWE

Визначення сили
пружності пружини

- Підвісьте тягарець ($m = 10\text{г}$) на спіральну пружину і визначте видовження пружини.
- Збільшуйте масу на 10 г до максимального значення 40 г і визначте видовження Δl для кожної маси.
- Значення Δl запишіть у таблицю в протоколі.
- Визначте висоту коливань за формулою $h = 2 \cdot \Delta l$ і також запишіть ці значення в таблицю 1.

Виконання роботи (4/6)

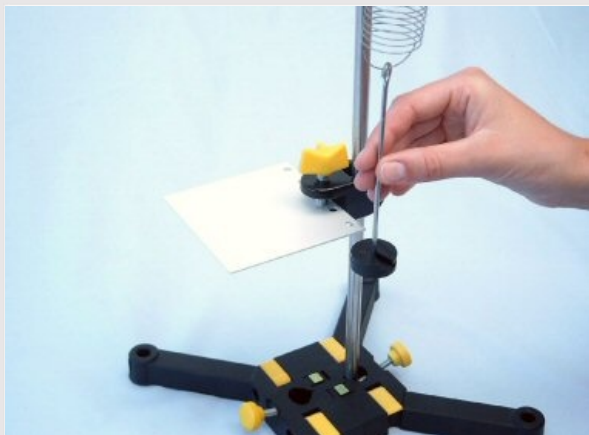
PHYWE

Піднімання вантажу на
пластину

- Закріпіть на штативі замість рулетки пластину за допомогою другої подвійної муфти.
- Встановити пластину на висоту h , яку визначили для $m = 10\text{ г}$.
- Розташуйте на пластині тримач для важків масою $m = 10\text{ г}$ (вантаж).
- Перемістіть точку підвісу пружини так, щоб її нижнє вушко було на висоті гачка на пластині.

Виконання роботи (5/6)

PHYWE



Тримач для важків, підвішений на пружині.

- Тепер підвісьте на пружину тримач для важків ($m = 10$ г) і відпустіть її. Спостерігайте за процесом.
- Повторіть експеримент (3 рази) за попередньою процедурою для вантажів масою $m = 20$ г, 30 г, 40 г.
- Для кожного випадку переконайтеся, що визначена Вами висота коливань є правильною, тобто вантаж майже торкається поверхні столу (нижня точка реверсу).

Виконання роботи (6/6)

PHYWE



Розбирання основи штатива

- Щоб розібрати основу штатива, натисніть на жовті кнопки посередині і потягніть обидві половини в сторони.

PHYWE



Протокол

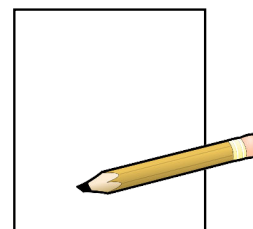
Таблиця

PHYWE

Запишіть величину розтягу Δl , розраховану висоту $h = 2 \cdot \Delta l$ і відповідні вагу (силу тяжіння) F_G і енергію $W_{\text{руху}} = F_G \cdot h$ у таблицю.

m [г]	Δl [см]	h [см]	F_G [Н]	$W_{\text{руху}}$ [Нсм]
10				
20				
30				
40				

Намалюйте на аркуші паперу графік залежності, що показує повне розтягнення h по осі X та енергії $W_{\text{руху}} = W_{\text{розтяг}}$ по осі Y.



Завдання 1

PHYWE

Що Ви спостерігаєте під час підйому вантажу і розтягування пружини на динамометрі? Вставте слова в тексті в потрібне місце!

Сила, вантажу не залежить від і є для вантажу, тоді як під час розтягування , сила зі збільшенням відстані.

підйому

постійною

збільшується

пругини

переміщення

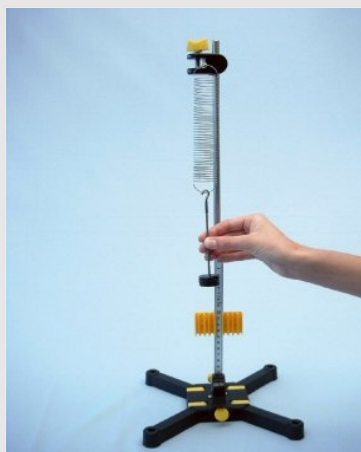
✓ Перевірити



Підйом вантажу і розтягнення пружини

Завдання 2

PHYWE



Експериментальна установка

Якщо відпускати вантаж на пружині, то потенційна енергія вантажу перетворюється. Як цей факт стає помітним?

- ☐ Система починає коливатися.
- ☐ Потенціальна енергія переміщує вантаж назад у нижню точку реверсу.
- ☐ Потенційна енергія переносить вантаж назад у нижню точку реверсу.
- ☐ Вантаж залишається у верхній точку реверсу.

✓ Перевірити

Завдання 3

PHYWE



Вантаж у нижній точку реверсу

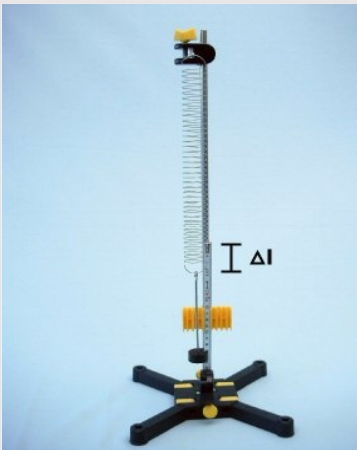
Коли Ви відпускаєте вантаж з розтягнутою пружиною, енергія деформації перетворюється. Як цей факт стає помітним?

- ☐ Енергія деформації переміщує вантаж назад у верхню точку реверсу.
- ☐ Енергія деформації повертає вантаж у положення спокою.
- ☐ Система починає коливатися.
- ☐ Вантаж залишається у нижній точку реверсу.

✓ Перевірити

Завдання 4

PHYWE



Експериментальна установка

Який зв'язок між потенційною енергією та енергією деформації пружини ?

- ☐ Енергія деформації зростає квадратично зі збільшенням розтягу
- ☐ Енергія деформації лінійно зростає зі збільшенням розтягу
- ☐ Енергія деформації не зростає зі збільшенням розтягу
- ☐ Енергія деформації зменшується зі збільшенням розтягу

✓ Перевірити

Слайд	Оцінка / Усього
Слайд 21: Піднімати масу проти розтягування пружини.	0/5
Слайд 22: Потенційна енергія	0/2
Слайд 23: Напруга енергії	0/2
Слайд 24: енергія прогину і затиску	0/1

Загальна сума

 Рішення Повторити Експортований текст