

Тема. Вимірювання жорсткості пружного тіла.

Теоретичні відомості та практичні поради

Згідно законом Гука, сила пружності $F_{\text{пр.}}$, що виникає під час деформації пружини пропорційна її видовженню x : $F_{\text{пр.}} = -kx$. Коефіцієнт пропорційності k називають жорсткістю пружини. Якщо до пружини підвісити тягарець, то сила пружності, яка виникає при розтягу пружини, дорівнюватиме силі тяжіння, що діє на тягарець: $F_{\text{пр.}} = mg$, тому жорсткість пружини дорівнюватиме:

$$k = \frac{F_{\text{пр.}}}{|x|} = \frac{mg}{|x|}.$$

При виконанні лабораторної роботи у кожному досліді жорсткість визначають для різних значень видовження, тобто умови досліду змінюються. У цьому випадку для знаходження значення величини жорсткості не можна обчислювати середнє арифметичне результатів кількох вимірювань. Тому використовують графічний спосіб визначення середнього значення.

За результатами кількох дослідів будують графік залежності модуля сили пружності $F_{\text{пр.}}$ від модуля видовження $|x|$. У побудованому за результатами досліду графіку всі експериментальні точки можуть не лежати на прямій, яка відповідає формулі $F_{\text{пр.}} = k|x|$, що пов'язано з похибками вимірювання. У такому разі графік треба проводити так, щоб приблизно однакова кількість точок була з різних боків від прямої. Коли графік побудовано, досить узяти будь-яку точку на прямій (у середній частині графіка), визначити за ним відповідні цій точці значення сили пружності та видовження і обчислити жорсткість k . Вона і буде шуканим середнім значенням жорсткості пружини k_c . У цій роботі $k = \frac{mg}{|x|}$, тому відносна похибка дорівнює сумі відносних похибок вимірювання маси, прискорення вільного падіння та видовження пружини:

$$\varepsilon_k = \varepsilon_m + \varepsilon_g + \varepsilon_x = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta x}{x},$$

де $\Delta m = 0,002$ кг; $\Delta g = 0,02$ м/с²; $\Delta x = 0,001$ м.



Малюнок 1

Тема. Вимірювання жорсткості пружного тіла.

Мета: експериментально перевірити закон Гука і визначити жорсткість гуми.

Обладнання: гумовий шнур довжиною 20–30 см з петлями для підвісу, набір тягарців, динамометр, лінійка (бігова доріжка), штангенциркуль, штатив, спіральна пружина.

Виконання роботи

1. Визначаю ціну поділки лінійки (бігової доріжки): _____.
2. Вісь блока закріплюю у муфті. До кінця осі блока закріплюю кінець спіральної пружини.
3. Паралельно стержню штатива, до дерев'яного модуля прикріплюю вертикально бігову доріжку так, щоб відстань між пружиною і міліметровою шкалою доріжки була б найменшою (див. мал.).
4. Фіксую поділку лінійки, проти якої розташований останній виток пружини.
5. Підвішую до пружини тягарець відомої маси m (102 г) і вимірюю спричинене ним видовження пружини $|x|$: $m_1 =$ _____ кг; $x_1 =$ _____ м.
6. До першого тягарця додаю другий, третій і т. д., щоразу записуючи розтяг пружини:
 $m_2 =$ _____ кг; $m_3 =$ _____ кг; $m_4 =$ _____ кг; $x_2 =$ _____ м; $x_3 =$ _____ м; $x_4 =$ _____ м.
7. Обчислюю силу тяжіння що діє на тягарці:
 $m_1g =$ _____ = _____ Н; $m_2g =$ _____ = _____ Н;
 $m_3g =$ _____ = _____ Н; $m_4g =$ _____ = _____ Н.

8. Результати вимірювань записую у таблицю:

Таблиця 1

Номер досліду	m , кг	mg , Н	$F_{\text{пр.}}$, Н	x , м
1				
2				
3				
4				
5				

9. За результатами вимірювань будує графік залежності сили пружності від видовження:



10. Користуючись графіком визначаю середнє значення жорсткості пружини k_c :

11. Обчислюю найбільшу відносну похибку, з якою знайдено значення k_c (з досліду з одним тягарцем):

$$\varepsilon_k = \varepsilon_m + \varepsilon_g + \varepsilon_x = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta x}{x}, \text{ де } \Delta m = 0,002 \text{ кг; } \Delta g = 0,02 \text{ м/с}^2; \Delta x = 0,001 \text{ м.}$$

$$\varepsilon_k = \text{---} + \text{---} + \text{---} = \text{---};$$

12. Знаходжу значення $\Delta k = \varepsilon_k k_c$; $\Delta k = \text{---} \cdot \text{---} = \text{---}$.

$$\text{Відповідь: } k = k_c \pm \Delta k; \quad k = \text{---} \pm \text{---}.$$

13. Знімаю з кінця осі блока пружину та закріплюю на ньому гумовий шнур. Розтягую гумовий шнур без навантаження та фіксую його початкову довжину (відстань між фіксатором та точкою підвісу, див. малюнок): x_0 . Розтягуючи шнур (поступово збільшуючи кількість підвішених тягарців), визначаю граничне видовження шнура x_{\max} , при якому виконується закон Гука: $x_1 = \text{---}$; $x_2 = \text{---}$; $x_3 = \text{---}$; $x_4 = \text{---}$.

$$x_{\max} = x - x_0; \quad x_{\max} = \text{---} - \text{---} = \text{---}.$$

14. Будує графік залежності сили пружності від видовження:



15. Аналізую результати експерименту:

Роботу виконав учень _____ класу

Роботу перевірів вчитель _____