

## Робота фізичного практикуму № 5

**Тема.** Визначення модуля пружності гуми.

**Мета:** експериментально дослідити деформацію розтягу та визначити жорсткість тіла; ознайомитись із вимірюванням модуля пружності матеріалу, з якого виготовлене тіло.

**Обладнання:** штатив з муфтою і затискачем; гумова смужка завдовжки 20 - 30 см з д्रो-тяною петлею на кінці (або з гачком); набір тягарців масою по 100 г з гачками; лінійка де-рев'яна з поділками; штангенциркуль (або мікрометр).

### Теоретичні відомості

Внаслідок деформації розтягу чи стиску під дією сили  $F$  довжина тіла змінюється від поча-ткової  $l_0$  до кінцевої  $l$ . Різниця кінцевої і початкової довжини називається абсолютним ви-довженням:  $\Delta l = l - l_0$ . Величина, яка показує, яку частину становить абсолютне видовжен-ня від початкової довжини тіла, називається відносним видовженням:  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ .

Для тонкого стержня і невеликих деформацій справедливий закон Гука:  $F = k\Delta l$ , де  $F$  – сила пружності, яка виникає у стержні, а  $k$  – коефіцієнт пружності. Відношення сили  $F$  до площі поперечного перерізу стержня  $S$  називають механічною напругою:  $\sigma = \frac{F}{S}$ .

З врахуванням всього вищесказаного закон Гука можна переписати по-іншому:

$\sigma \cdot S = k \cdot \varepsilon \cdot l_0$ ,  $\sigma = \frac{k \cdot l_0}{S} \varepsilon = \frac{F \cdot l_0}{\Delta l \cdot S} \varepsilon = E \cdot \varepsilon$ , де величина  $E$  називається модулем пружності чи

модулем Юнга. Це величина, яка визначається пружними властивостями даного матеріа-лу і може служити характеристикою матеріалу. В міжнародній системі одиниць СІ модуль Юнга вимірюється у ньютонках на квадратний метр чи паскалях.

Метою даної роботи є визначення модуля Юнга для гуми. Для цього гумовий шнур круглого чи прямокутного перерізу розтягують з допо-могою динамометра. Розрахункова формула для визначення моду-ля Юнга виглядатиме так:

$E = \frac{F \cdot l_0}{a \cdot b \cdot \Delta l}$  для прямокутного перерізу ( $a$  - ширина;  $b$  – довжина)

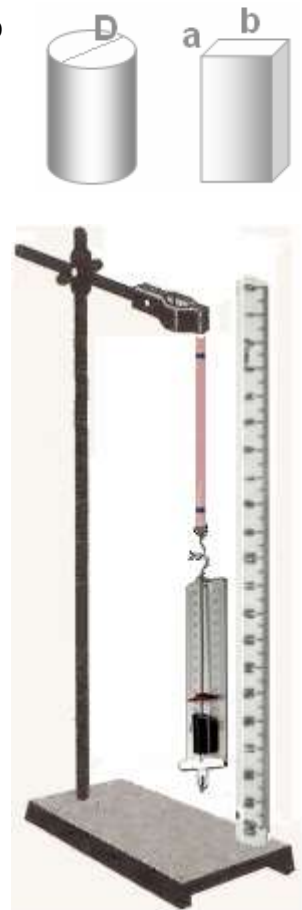
$E = \frac{4F \cdot l_0}{\pi \cdot D^2 \cdot \Delta l}$  для круглого перерізу ( $D$  – діаметр шнура)

Для вимірювання ширини, довжини чи діаметра гумової смужки використайте штангенциркуль чи мікрометр.

### Хід роботи

1. Складіть установку, зображену на малюнку. Позначте ручкою на гумовій смужці ділянку, деформацію якої вивчатимете (поставте дві мітки на початку і в кінці досліджуваної ділянки). Виміряйте до-вжину позначеної ділянки ( $l_0$ ).

2. За допомогою штангенциркуля виміряйте ширину  $a$  і товщину  $b$  поперечного перерізу (для зразка прямокутного перерізу) чи сере-дній діаметр  $D$  у різних місцях гумової смужки (для зразка кругло-го перерізу). Виміряйте початкову довжину досліджуваної ділянки  $l_0$ . Запишіть дані до таблиці.



3. З допомогою динамометра прикладайте до гумового шнура деформуючі сили 0,5Н, 1Н, 1,5Н, ..., 3Н. Щоразу вимірюйте довжину досліджуваної ділянки шнура  $l$  та записуйте отримані дані у таблицю.

4. Обчисліть для кожного досліду модуль Юнга, запишіть обчислені дані у таблицю:

для шнура прямокутного перерізу

№ досл.	$l_0, \text{ м}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	$F, \text{ Н}$	$l, \text{ м}$	$\Delta l, \text{ м}$	$E, \text{ Па}$
1				0,5			
2				1			
3				1,5			
4				2			
5				2,5			
6				3			

для шнура круглого перерізу

№ досл.	$l_0, \text{ м}$	$D, \text{ м}$	$F, \text{ Н}$	$l, \text{ м}$	$\Delta l, \text{ м}$	$E, \text{ Па}$
			0,5			
			1			
			1,5			
			2			
			2,5			
			3			

5. Виконайте аналіз похибок, допущених при виконанні роботи:

- середнє значення з обчислених модулів Юнга  $E_c = (E_1 + E_2 + \dots + E_6) : 6$
- абсолютні похибки для кожного з дослідів (модулі відхилення від середнього значення):  
 $\Delta E_1 = |E_c - E_1|$ ,  $\Delta E_2 = |E_c - E_2|$ ,  $\Delta E_3 = |E_c - E_3|$ ,  
 $\Delta E_4 = |E_c - E_4|$ ,  $\Delta E_5 = |E_c - E_5|$ ,  $\Delta E_6 = |E_c - E_6|$
- середнє значення з абсолютних похибок:  $\Delta E_c = (\Delta E_1 + \Delta E_2 + \dots + \Delta E_6) : 6$
- відносна похибка вимірювань  $\varepsilon = \frac{\Delta E_c}{E_c}$
- значення модуля пружності з врахуванням похибок  $E_c \pm \Delta E_c$

6. Напишіть висновок до роботи. У висновку вкажіть:

- Яку величину знаходили у даній роботі, якого результату очікували
- Яке значення модуля пружності гуми (з врахуванням похибок) отримали
- Чи співпало отримане значення з очікуваним
- Які джерела похибок і неточностей у роботі
- Запропонуйте способи вдосконалення роботи (бажано на цьому ж обладнанні)