

Обладнання індивідуальне:

Установка (зображена на рисунку 1). Маятник (складається із однорідного стрижня та рухомої однорідної напівкруглої пластинки, яка може переміщуватись вздовж стрижня, обертатись навколо нього, її можна зняти); лінійка; олівець.



рис 1

Групове обладнання: терези; набір різноваг; електронний секундомір.

**Завдання 1.** Визначити момент інерції наданого вам фізичного маятника відносно горизонтальної осі, що проходить через точку підвісу за умови, що напівкругла пластина знаходиться на нижньому кінці стрижня.

**Завдання 2.** Визначити момент інерції напівкруглої пластинки відносно горизонтальної осі, що проходить через точку підвісу, для випадку, коли стрижень невагомий.

**Завдання 3.** Виходячи з теоретичних міркувань можна сформулювати таку гіпотезу

*Період коливань фізичного маятника відносно однієї і тієї ж осі залежить від вибору площини коливань.*

Довести або спростувати цю гіпотезу експериментально на прикладі напівкруглої пластини та обґрунтувати отримані результати теоретично.

**Завдання 4.** Знайдіть момент інерції напівкруглої пластини відносно горизонтальної осі, яка проходить через її центр мас і паралельна до горизонтальної осі, що проходить через точку підвісу.

=====

### **Теоретичний мінімум**

**(ці знання варто використати, розв'язуючи цю експериментальну задачу)**

Момент інерції тіла  $J$  відносно довільної осі дорівнює сумі моменту інерції тіла  $J_C$  відносно осі, яка проходить через центр мас тіла і паралельна даній, і добутку маси даного тіла  $m$  на квадрат відстані між цими осями ( $a$ ).

$$J = J_C + ma^2$$

Момент інерції системи  $J$ , що складається з  $N$  тіл, відносно деякої осі дорівнює сумі моментів інерції тіл  $J_i$ , які входять до складу системи, відносно даної осі:

$$J = \sum_{i=1}^N J_i$$

Якщо тверде тіло здійснює коливальний рух навколо нерухомої горизонтальної осі, яка не проходить через його центр мас, то таке тіло називається *фізичним маятником*.

Період коливань фізичного маятника може бути визначений за формулою:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgl}}$$

де  $T$  – період коливань фізичного маятника;

$J$  – момент інерції тіла (системи) відносно горизонтальної осі, що проходить через точку підвісу;

$m$  – маса тіла;

$l$  – відстань від точки підвісу до центра мас тіла (системи);

$g$  – прискорення вільного падіння.

Для знаходження центра мас систем складної геометричної форми можна скористатись теоремами Гульдена:

*Перша теорема Гульдена:*

Якщо плоска лінія обертається навколо вісі, яка лежить у площині цієї лінії і не перетинає її, то площа отриманої поверхні обертання дорівнює добутку довжини цієї лінії на шлях пройдений її центром мас.

*Друга теорема Гульдена:*

Якщо плоска фігура, яка обертається навколо осі, що лежить у площині цієї фігури і не перетинає її, то об'єм отриманого тіла обертання дорівнює добутку площі цієї фігури на шлях, пройдений її центром мас.

Розглянемо тонкий однорідний диск радіусом  $R$  та масою  $m$  рисунок 2 (а - в). З центра диска, точки  $O$ , проведемо три взаємно перпендикулярні координатні осі  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$  так, що диск лежить у площині  $xOy$ .

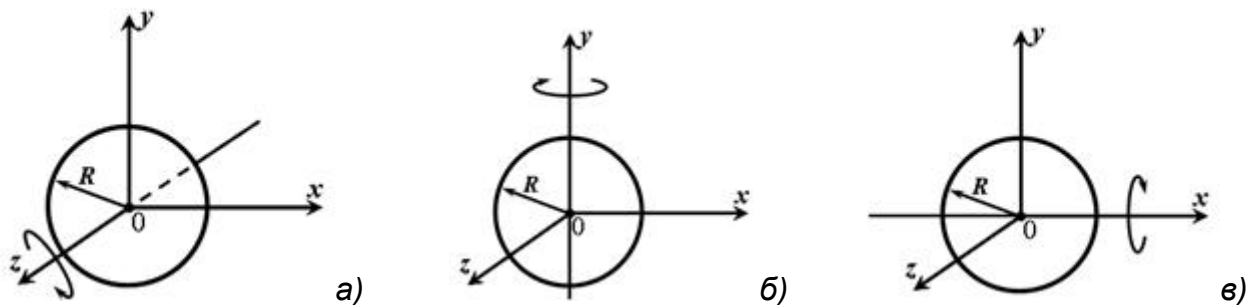


рис 2

Теоретично доведено, що момент інерції диска відносно осі  $Oz$ , яка проходить через центр мас диска і перпендикулярна до його площини (рис 2 - а) дорівнює:

$$J_{Oz} = \frac{1}{2} mR^2$$

Момент інерції диска відносно осі, що проходить через центр мас диска і лежить у його площині (в даному випадку відносно осі  $Oy$  (рис 2 - б) та  $Ox$  (рис 2 - в)) дорівнює:

$$J_{Ox} = J_{Oy} = \frac{1}{4}mR^2$$

Так само будуть відрізнятися і моменти інерції диска відносно осей  $O'x', O'y', O'z'$ , які будуть проходити через іншу довільну точку простору, та будуть паралельними відповідно осям  $Ox, Oy, Oz$ .

Оскільки період коливань фізичного маятника (яким може бути і диск), залежить від моменту інерції тіла, то виникає думка, що період коливань фізичного маятника залежить від вибору і площини коливань ( $xOy, yOz, xOz$ ). Тобто, якщо площина диска, лежить у площині коливань ( $xOy$ ), то буде один період коливань, а якщо площина диска перпендикулярна до площини коливань ( $yOz$  або  $xOz$ ) то період коливань буде інший.