

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1-05
«ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ МАХОВОГО КОЛЕСА»

методичні вказівки для здобувачів спеціальності 123
дистанційної форми навчання

Одеса: ДУ «ОП», 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1-05
«ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ МАХОВОГО КОЛЕСА»

методичні вказівки для здобувачів спеціальності 123
дистанційної форми навчання

Затверджено
на засіданні кафедри фізики
Протокол № 7 від 3.02.2022 р.

Одеса: ДУ «ОП», 2022

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1-05 «ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ МАХОВОГО КОЛЕСА» методичні вказівки для здобувачів спеціальності 123 дистанційної форми навчання / Укл.: Олена Володимирівна Свірідова, Ольга Валентинівна Свірідова. – Одеса: ДУ «ОП», 2022. – 8 с.

Укл.: Олена. В. Свірідова, ст. викл.,

Ольга. В. Свірідова к.ф.-м.н., доц..

ЗМІСТ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1-05	4
«ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ МАХОВОГО КОЛЕСА»	4
Мета роботи	4
Теоретичні відомості.....	4
Опис експериментальної установки	4
Порядок виконання лабораторної роботи	5
Таблиці даних	6
Контрольні запитання:	7
Література.....	8

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1-05

«ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ МАХОВОГО КОЛЕСА»

Мета роботи

Метою роботи є вивчення методу визначення моменту інерції махового колеса та порівняння результатів експерименту з теорією, згідно якої момент інерції тіла залежить лише від геометричних розмірів тіла, що обертається, та не залежить від маси вантажів.

Теоретичні відомості

При вивченні обертального руху твердого тіла використовують поняття моменту інерції. Момент інерції тіла I відносно деякої осі є мірою інертності тіла при обертанні його навколо цієї осі.

Для матеріальної точки момент інерції дорівнює добутку її маси на квадрат відстані до осі обертання:

$$I = mr^2,$$

а для тіла, яке можна представити у вигляді системи великої кількості матеріальних точок, момент інерції відносно деякої осі обертання дорівнює сумі добутків мас всіх матеріальних точок на квадрати їх відстаней до цієї осі:

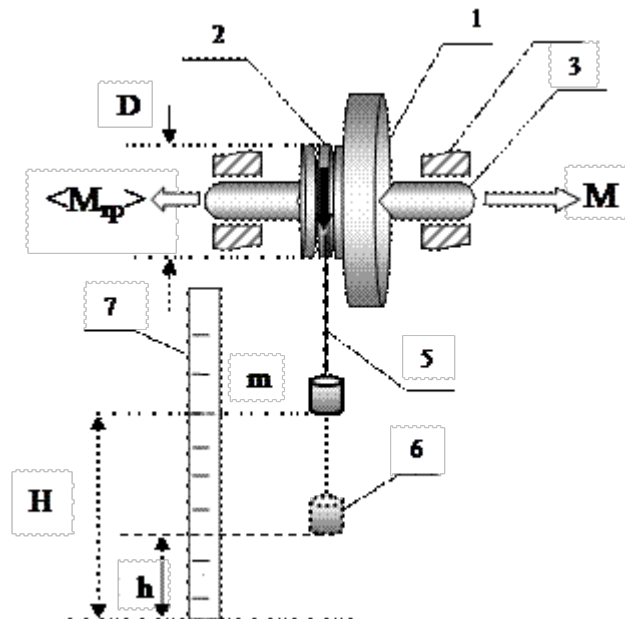
$$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2,$$

де n – число матеріальних точок, які складають систему тіл.

Для обчислення моменту інерції суцільного тіла його умовно розбивають на нескінченно малі об'єми з масами dm , кожен з яких знаходиться на своїй відстані r від осі обертання.

Момент інерції залежить не тільки від загальної маси тіла, але і від форми тіла, а також від розподілу маси по його об'єму.

Опис експериментальної установки



Вимірвальна установка складається з махового колеса (диска) 1 зі шківом 2, насадженого на вал 3, встановлений на шарикопідшипниках 4. На шків намотується еластична нитка 5, до кінця якої кріпиться вантаж 6, маса якого задана. Положення вантажу фіксують за відліковою лінійкою 7.

Якщо вантаж маси m опускається з висоти H , а піднімається на висоту $h < H$, то можна сказати, що потенційна енергія системи «махове колесо-вантаж» зменшується за рахунок роботи середнього моменту сил тертя. Середній момент сил тертя обумовлений тертям осі в підшипниках та махового колеса у повітрі. Втратою енергії на деформацію нитки та тертя вантажу у повітрі нехтуємо.

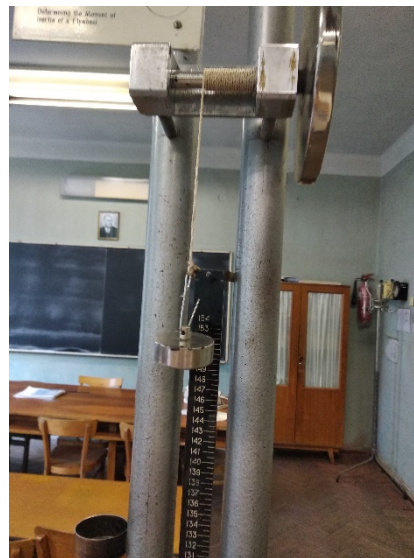
Якщо вантаж із верхньої точки опускається в нижню, то потенційна енергія вантажу (mgH) перетворюється на кінетичну енергію поступального руху вантажу ($\frac{mv^2}{2}$), кінетичну енергію обертального руху диска, шківа ($\frac{I\omega^2}{2}$) та роботу середнього моменту сил тертя.

Спільний розгляд зазначених законів дає змогу визначити момент інерції махового колеса:

$$I = \frac{md^2}{4} \left[\frac{ght^2}{H(H+h)} - 1 \right].$$

Порядок виконання лабораторної роботи

Нижче приведено фотографію установки в нашій лабораторії для знаходження моменту інерції махового колеса.



1. Занести в таблицю вказане на вантажі, що використовується, значення маси m .
2. За допомогою штангенциркуля виміряти діаметр шківа d та занести значення до таблиці.
3. Увімкнути шнур живлення секундоміра. Натиснути кнопку «мережа», розташовану на лицьовій панелі секундоміра.
4. Повертаючи махове колесо, зафіксувати вантаж у верхньому положенні на позначці l_1 , вказаної викладачем, при цьому треба стежити за тим, щоб нитка намотувала виток до витка. Утримувати вантаж у верхньому положенні. Занести значення l_1 в таблицю. Зафіксувати нижнє положення вантажу l_2 при повному розмотуванні нитки.
5. Натиснути кнопку «скидання» та переконатися, що на табло встановлені нулі.

6. Вантаж відпустити та одночасно натиснути кнопку «пуск» на секундомірі, секундомір починає відлік часу, в момент перетину вантажем нижнього положення натиснути кнопку «стоп».

7. Провести відлік часу падіння вантажу t за секундоміром. Одночасно зафіксувати по лінійці висоту підняття вантажу l_3 . Повторити вимірювання 5 разів. Всі значення занести у таблицю.

8. Висота падіння вантажу $H = |l_2 - l_1|$. Висота підйому вантажу $h = |l_2 - l_3|$.

9. Обчислити за формулою

$$I = \frac{md^2}{4} \left[\frac{ght^2}{H(H+h)} - 1 \right]$$

момент інерції махового колеса.

10. Результати обчислень занести до таблиці.

11. Обчислити відносну та абсолютну похибки, записати остаточний результат.

12. Записати висновок.

Таблиці даних

ТАБЛИЦЯ 1

Значення діаметра шківів $d = 0,017\text{м}$.

№	d, м	m, кг	l_1 , м	l_2 , м	l_3 , м	t, с	H, м	h, м	I, кг·м ²	$(\bar{I} - I_i)$	$(\bar{I} - I_i)^2$
1		0,272	0,32	1,54	0,98	9,14					
2		0,551	0,3	1,54	1,04	8,05					
3		0,261	0,32	1,54	0,9	9,26					
4		0,247	0,32	1,54	0,97	9,17					
5		0,283	0,32	1,54	0,85	10,16					

ТАБЛИЦЯ 2

Значення діаметра шківів $d = 0,014\text{м}$.

№	d, м	m, кг	l_1 , м	l_2 , м	l_3 , м	t, с	H, м	h, м	I, кг·м ²	$(\bar{I} - I_i)$	$(\bar{I} - I_i)^2$
1		0,261	0,30	1,54	0,71	9,59					
2		0,499	0,30	1,54	0,9	7,52					
3		0,214	0,31	1,54	0,52	15,59					
4		0,362	0,29	1,54	0,62	7,44					
5		0,400	0,28	1,54	0,81	7,54					

ТАБЛИЦЯ 3

Значення діаметра шківів $d = 0,017\text{м}$.

№	d, м	m, кг	l_1 , м	l_2 , м	l_3 , м	t, с	H, м	h, м	I, кг·м ²	$(\bar{I} - I_i)$	$(\bar{I} - I_i)^2$
1		0,272	0,31	1,54	0,96	9,24					
2		0,551	0,3	1,54	1,02	8,35					
3		0,261	0,32	1,54	0,94	9,02					
4		0,247	0,32	1,54	0,92	9,47					
5		0,283	0,30	1,54	0,85	10,10					

ТАБЛИЦЯ 4

Значення діаметра шківів $d = 0,017\text{м}$.

№	d, м	m, кг	$l_1, \text{м}$	$l_2, \text{м}$	$l_3, \text{м}$	t, с	H, м	h, м	I, кг·м ²	$(\bar{I} - I_i)$	$(\bar{I} - I_i)^2$
1		0,272	0,30	1,54	0,92	9,10					
2		0,551	0,31	1,54	1,02	9,05					
3		0,261	0,32	1,54	0,98	9,16					
4		0,247	0,32	1,54	0,91	9,27					
5		0,283	0,32	1,54	0,89	10,11					

ТАБЛИЦЯ 5

Значення діаметра шківів $d = 0,017\text{м}$.

№	d, м	m, кг	$l_1, \text{м}$	$l_2, \text{м}$	$l_3, \text{м}$	t, с	H, м	h, м	I, кг·м ²	$(\bar{I} - I_i)$	$(\bar{I} - I_i)^2$
1		0,272	0,32	1,54	0,98	9,11					
2		0,551	0,3	1,54	1,04	8,01					
3		0,261	0,32	1,54	0,9	9,09					
4		0,247	0,32	1,54	0,97	9,06					
5		0,283	0,32	1,54	0,85	10,10					

ТАБЛИЦЯ 6

Значення діаметра шківів $d = 0,014\text{м}$.

№	d, м	m, кг	$l_1, \text{м}$	$l_2, \text{м}$	$l_3, \text{м}$	t, с	H, м	h, м	I, кг·м ²	$(\bar{I} - I_i)$	$(\bar{I} - I_i)^2$
1		0,261	0,30	1,54	0,99	9,54					
2		0,499	0,30	1,54	1,01	7,58					
3		0,214	0,31	1,54	0,93	15,39					
4		0,362	0,30	1,54	0,96	7,54					
5		0,400	0,27	1,54	0,88	7,74					

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення моменту інерції матеріальної точки.
2. Що називається моментом інерції тіла? Його одиниці вимірювання?
3. Запишіть формули для обчислення кінетичної енергії при поступальному та обертальному рухах тіла.
4. Сформулюйте закон збереження і перетворення енергії; закон збереження механічної енергії?
5. Запишіть основний закон динаміки при поступальному та обертальному рухах.
6. В чому полягає фізичний зміст моменту інерції?
7. Який характер руху вантажу?
8. Запишіть формули для визначення моменту інерції твердих тіл (циліндра, кулі).
9. Яким буде характер руху за відсутності сили тертя?
10. Який рух називають обертальним?
11. Які основні кінетичні та динамічні характеристики обертального руху?
12. Що таке кутова швидкість обертання? В чому полягає правило свердлика?

13. Що таке кутове прискорення? Його одиниці вимірювання?
14. Як пов'язані між собою лінійні та кутові характеристики руху?

Література:

1. Козицький С.В. Поліщук Д.Д., Механіка. Підручник, т.1; Курс загальної фізики у 6т. – Одеса, Астропринт, 2011. – 472с.
2. Бушок Г.Д. Курс фізики у 2-х книгах:кн.1 Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – К.: Либідь, 1997, 448 с.
3. Чолпан П.П. Основи фізики. К.: Вища школа, 1995, 488 с.
4. Свірідова О.В., Спіріхіна М.П., Сліозберг Т.М., Свірідова О.В., Фізика. Навчальний посібник. – О.: Наука і техніка, 2015. – 184 с.
5. Фізика. Курс лекцій. „Механіка”. Автор. М. П. Спіріхіна Одеса. 2015. – № 2676 – РС – 2015 60 с.