



Технически университет – София

Катедра приложна физика

Протокол № Факултет: Специалност: Група:
Студент: Фак №

Упражнение № 6 Определяне на инерчен момент на маховик

1. Цел на упражнението:

2. Схема на опитната постановка:

3. Кратко теоретично въведение:

Маховик се нарича масивно хомогенно цилиндрично тяло, извършващо въртливо движение около оста си на симетрия, която е главна свободна ос, т.е. спрямо която инерчният момент на тялото е максимален.

Инерчният момент на маховика спрямо оста на въртене е $I = I_M + I_V$; $I_M = \frac{1}{2} M(R^2 + R_1^2)$ е инерчният момент на диска,

където R и R_1 са съответно външния и вътрешния радиус на диска, а M е масата му; $I_V = \frac{M_V r^2}{2}$ е инерчният момент на вътрешния вал. Навивайки концата на теглилката около оста ние предаваме на системата маховик–тегилка потенциална енергия mgS . След освобождаване теглилката, под действие на силата на тежестта, тя получава кинетична енергия $\frac{mv^2}{2}$ и

привежда маховика във въртливо движение с кинетична енергия $\frac{I\omega^2}{2}$. От закона за запазване на пълната механична

енергия получаваме $mgS = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} + A_s$ (1), където $A_s = M_s \varphi_1$ е работата, която извършват силите на триене, а M_s е въртящият момент на тези сили. Ъгълът, на който маховикът се е завъртял, докато теглилката се откачи от оста е $\varphi_1 = 2\pi n_1$, а n_1 е броят обороти извършени при това завъртане. Натрупаната до този момент от маховика кинетична

енергия постепенно се изразходва за преодоляване на силите на триене докато той спре: $\frac{I\omega^2}{2} = M_s \varphi_2$ (2), $\varphi_2 = 2\pi n_2$ е ъгълът, на който маховикът се е завъртял до пълното му спиране, а n_2 са оборотите извършени при това движение.

Можем да представим оборотите $n_1 = \frac{\omega}{4\pi} t_1$ и $n_2 = \frac{\omega}{4\pi} t_2$, където t_1 е времето до откачване на теглилката от оста, а t_2 е времето от този момент до спиране на маховика. Скоростта v , с която теглилката достига до пода е свързана с ъгловата скорост ω и радиуса r на вала: $v = \omega r$. Като заместим величините в (1) и (2), за инерчния момент I на системата получаваме:

$$(3) \quad I = mr^2 \left(\frac{gt_1^2}{2S} - 1 \right) \left(\frac{t_2}{t_1 + t_2} \right) \approx mr^2 \frac{gt_1^2}{2S} \left(\frac{t_2}{t_1 + t_2} \right),$$

а за средният момент на силите на триене:

$$(4) \quad M_s = mgr \left(1 - \frac{2S}{gt_1^2} \right) \left(\frac{t_1}{t_1 + t_2} \right) \approx mgr \left(\frac{t_1}{t_1 + t_2} \right).$$

Относителните грешки за I и M_s са: $\frac{\Delta I}{I} = \left(\frac{2\Delta r}{r} + \frac{\Delta S}{S} + \frac{2\Delta t_1}{t_1} + \frac{\Delta t_2}{t_2} + \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{t_1 + t_2} \right)$ и $\frac{\Delta M_s}{M_s} = \left(\frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta t_1}{t_1} + \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{t_1 + t_2} \right),$

където Δt_1 и Δt_2 са абсолютните грешки за времената t_1 и t_2 , пресметнати по формулата на Гаус – $\Delta t_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta t_{1i})^2}{n(n-1)}}$ и

$\Delta t_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta t_{2i})^2}{n(n-1)}}$. Абсолютните и процентни грешки се пресмятат от относителните.

4. Експериментални задачи:

Определяне на инерционния момент на маховика.

Теглилката се повдига на височина S над пода на лабораторията чрез намотаване на нишката. В момента на освобождаване на теглилката се включва хронометъра. След падането на теглилката на пода и освобождаване на нишката от вала се отчита времето t_1 без да се спира хронометъра. След окончателното спиране на маховика се отчита пълното време t и се определя времето t_2 . Получените времена се заместват във формула (3).

Определяне на въртящия момент на силата на триене.

Получените в първата задача времена t_1 и t_2 се заместват във формула (4).

5. Въпроси за самоподготовка:

Как определяме масата на маховика?

Как определяме масата на теглилката?

Кои времена измерваме при експеримента?

Защо използваме метода на Гаус само за определяне на грешките на времената, а не за всички измерени величини?

6. Опитни данни:

$m =$ $r =$ $S =$ $\Delta r = 10^{-4} \text{ m}$ $\Delta S = 10^{-3} \text{ m}$

№	$t_{1i} [\text{s}]$	$t_i [\text{s}]$	$t_{2i} [\text{s}]$	$\Delta t_{1i} [\text{s}]$	$(\Delta t_{1i})^2 [\text{s}^2]$	$\Delta t_{2i} [\text{s}]$	$(\Delta t_{2i})^2 [\text{s}^2]$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
	$t_{1\text{cp}} =$		$t_{2\text{cp}} =$		$\Sigma(\Delta t_{1i})^2 =$		$\Sigma(\Delta t_{2i})^2 =$

$\Delta t_1 =$ $\Delta t_2 =$ $I =$ $M_s =$

$\frac{\Delta I}{I} =$ $\frac{\Delta I}{I} \% =$ $\Delta I =$ $\frac{\Delta M_s}{M_s} =$ $\frac{\Delta M_s}{M_s} \% =$ $\Delta M_s =$

7. Резултати и преценка на точността:

$I =$ $\pm$ $I =$ $\pm$

$M_s =$ $\pm$ $M_s =$ $\pm$

Подпис на студента:

Дата

Подпис на асистента: