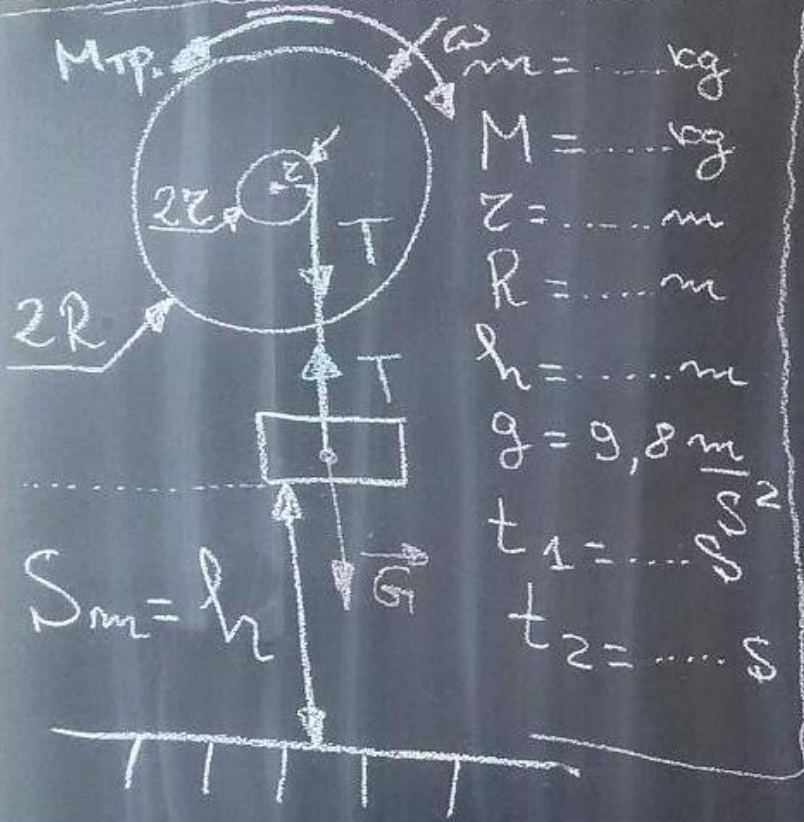


Упражнение № 6 Определяне на инерчен момент на маховик

000 $I = ?$, $M_{тр.} = ?$
 $\Omega \omega$



$$mg - T = ma_1 = \frac{2m \cdot h}{t_1^2} \cdot z$$

$$T \cdot z - M_{тр.} = I \alpha_1 = \frac{I a_1}{z} = \frac{2I h}{z t_1^2}$$

$$M_{тр.} = \frac{I v_1}{z \cdot t_2} = \frac{2I h}{z t_1 \cdot t_2}$$

$$a_1 t_1 = v_1$$

$$\frac{a_1 t_1^2}{2} = h$$

$$\frac{v_1 t_1}{2} = h$$

$$a_1 = \alpha_1 z$$

$$\alpha_2 = \frac{\omega_1}{2} = \frac{v_1}{z t_2}$$

$$I_{екв.} = m z^2 \left(\frac{g t_1^2}{2h} - 1 \right) \frac{t_2}{t_1 + t_2}$$

$$I_T = M R^2$$

$$I_{екв.} = \dots \text{kg m}^2$$

$$M_{тр.} = m g z \left(1 - \frac{2h}{g t_1^2} \right) \frac{t_1}{t_1 + t_2}$$

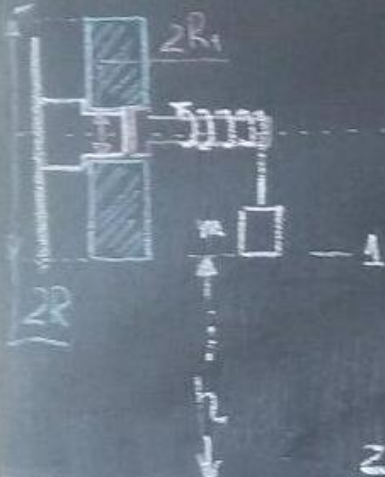
$$M_{тр.} = \dots \text{N} \cdot \text{m}$$

kg m^2
 сравнение
 Нетте

Упражнение № 6 Определяне на инерчен момент на маховик

Определяне инерчен момент на маховик

I Схема на оп. посыл.



$$② I_{\text{диска}} = \frac{1}{2} M_{\text{диска}} R^2$$

$$③ I_{\text{пръстен}} = \frac{1}{2} M_{\text{пр}} (R^2 + R_1^2)$$

2 Оп. 2 Маховик
 Първа мех. с-ма: зав. }
 неконс. }

$$\Delta E = A_1^*$$

$$E_1 = E_2 + A_1^*$$

$$④ mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} + Ct_1$$

Втора мех. с-ма: зав. }
 неконс. }

$$\frac{I\omega^2}{2} = Ct_2$$

$$① I = m^2 z^2 \left[\frac{gt}{2h} - 1 \right] \frac{t_2}{t_1 + t_2}$$

III Опитни данни и задачи:

Заг. 1 $I = \dots$
 $m = 0,2 \text{ kg}$ $t_1 = 34 \text{ s}$ $t_2 = 250 \text{ s}$
 $h = 0,68 \text{ m}$ $t_1 + t_2 = 284 \text{ s}$ $z = 10^{-2} \text{ m}$

Заг. 2 $I_g = \dots$
 $M_g = M_{\text{пр}} + m_{\text{дт}} = 12,9 \text{ kg} + 0,175 \text{ kg} = 13,075 \text{ kg}$
 $R = 9,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

Заг. 3 $I_{\text{пр}} = \dots$
 $M_{\text{пр}} = 12,9 \text{ kg}$ $R = 9,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $R_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

IV. Грешки и проф. на точността

$$\delta = \frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta m}{m} + 2 \frac{\Delta z}{z} + \frac{\Delta h}{h} + \frac{2\Delta t}{t_1} + \frac{\Delta t}{t_2} + \frac{\Delta t}{t_1 + t_2}$$

$$\Delta I^* = I^* \delta^*$$

$$I = I^* \pm \Delta I = \dots$$

$$I = I^* \pm \delta\%$$

II. Теорет. част

1 Оп. 1: а) ИТО 0-0 сгр. точка

$$I = m z^2$$

б) ИТТ 0-0 нвст. ос

$$I = \sum_{i=1}^n \Delta m_i z_i^2$$



в) $g = \text{const}$

$$\Delta m = \text{const} \Rightarrow dm$$

$$I = \int_V z^2 dm = g \int_V z^2 \rho dV$$

В.Т.

Упражнение № 6 Определяне на инерчен момент на маховик

Определяне на инерчен момент на маховик. I [kg·m²]

1. Маховик

2. Инерчен момент

а) хомог. цилиндър

б) хомог. пръстен

3. Аналогия между велич. при пост. и върт. движение

$F = m \cdot a$
 $P = m \cdot v$
 $E_k = \frac{mv^2}{2}$

$M = I \cdot \epsilon$
 $L = I \cdot \omega$
 $E_k = \frac{I\omega^2}{2}$

$\Phi = 2\pi n$, n -бр. обороти, t_1
 $\Phi = 2\pi n_2$ за t_2

$mgs = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} + M_{тр} \cdot 2\pi n$
 $mgs - \frac{mv^2}{2} = \frac{I\omega^2}{2} \left(1 + \frac{n_1}{n_2}\right)$

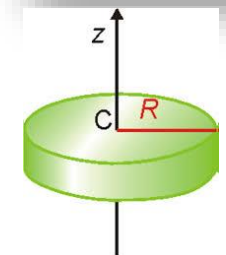
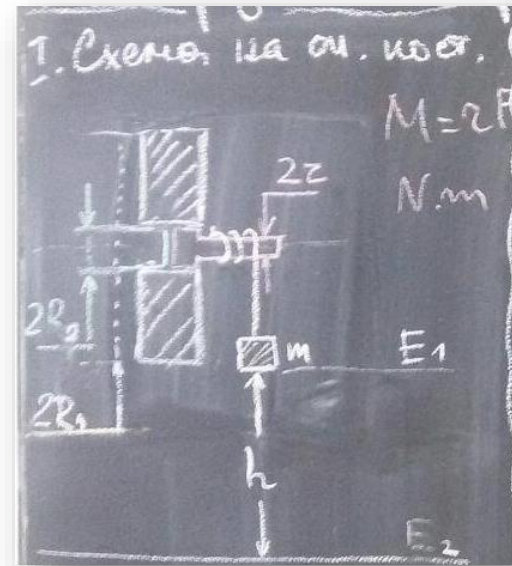
$v = \omega \cdot r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r}$
 $I = \left(\frac{2mgs}{\omega^2} - \frac{2mv^2}{2\omega^2} \right) \left(\frac{n_2}{n_2 + n_1} \right)$

$M_{тр} = const \Rightarrow \max \rightarrow$ равномерно; $тепл. \rightarrow$ равноускор.

$I = mR^2 \left(\frac{gt_1^2}{2S} - 1 \right) \left(\frac{t_2}{t_2 + t_1} \right)$
 $M_{тр} = mrg \left(1 - \frac{2S}{gt_1^2} \right) \left(\frac{t_1}{t_2 + t_1} \right)$

1-етап $A_{тр} t_1$
 2-етап $A_{тр} t_2$

$t_1 = \dots s$
 $t_2 = \dots s$
 $S = \dots m$
 $r = \dots m$
 $m_{тепл.} = \dots kg$
 $\frac{I}{I_0} = ?$
 $\frac{M}{M_0} = ?$





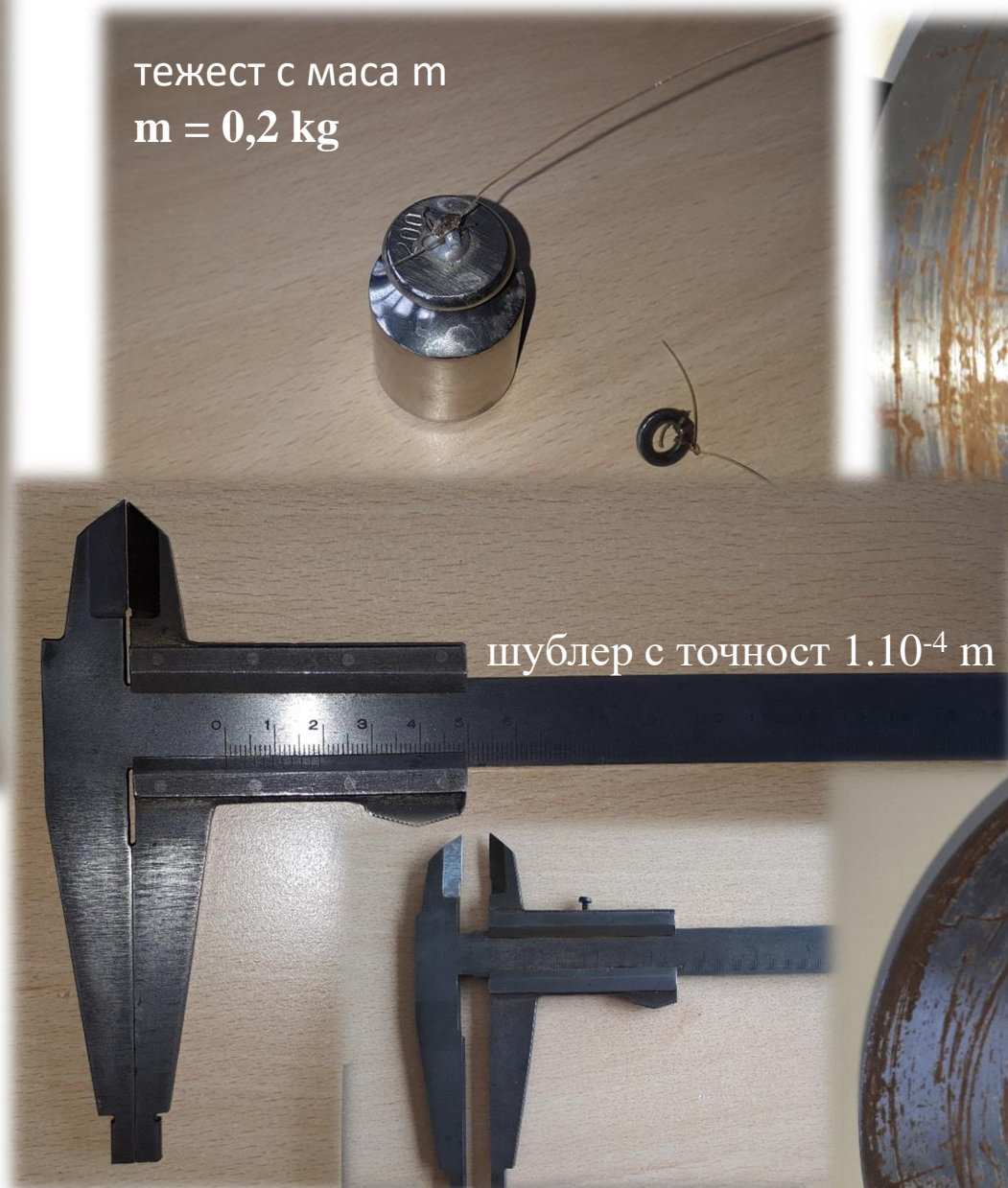


Маховикът представлява система състояща се от пръстеновидно хомогенно тяло (1) с маса M , вътрешен радиус r и външен радиус R и допълнителен вал (2) с радиус r и ос съпадаща с оста на маховика. Оста на въртене на маховика (3) е прикрепена с помощта на масивна стоманена плоча (4) неподвижно към стената на лабораторията. Привеждането на маховика в движение става с помощта на теглилка (5) с маса m , окачена на неразтеглива нишка (6), която се навива върху допълнителния вал (2). Първоначално нишката с теглилката се навива така, че теглилката да се намира на височина s над пода на лабораторията. Височината s е обозначена чрез белег поставен върху плочата (7) и е указана стойността ѝ в сантиметри.

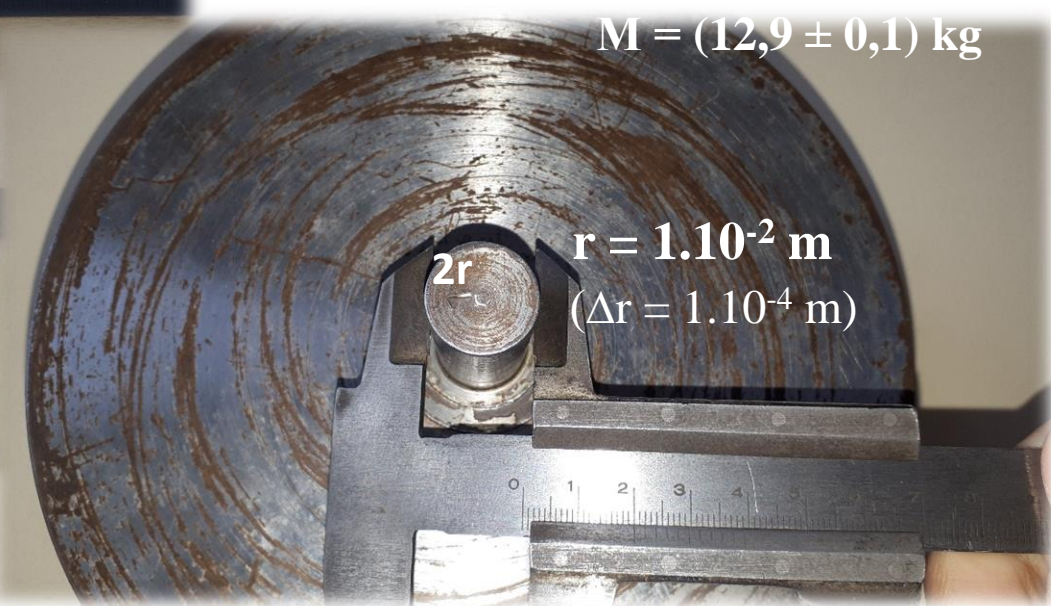


$S = 1,68 \text{ m}$
 $(\Delta S = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m})$

тежест с маса m
 $m = 0,2 \text{ kg}$



шублер с точност $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}$



$M = (12,9 \pm 0,1) \text{ kg}$

$r = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
 $(\Delta r = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m})$

Експериментална част



$$t = \dots s$$

$$t_1 = \dots s$$

$$t_2 = \dots s$$

$$\Delta t = 1 s$$



Измерванията се провеждат по следната схема:

Тежестта се повдига на височина s над пода на лабораторията чрез намотаване на нишката. В момента на освобождаване на така асемблираната система (маховик, нишка, теглилка на дадена височина) се включва хронометър, който отчита времето на тежестта за достигане до пода t_1 . Без да се спира хронометъра, се отчита и окончателното (цялото) време t необходимо за пълното спиране на маховика.

Междинното време $t_2 = t - t_1$.

t – пълното (цялото) време от началото до спирането на маховика;

t_1 - времето, за което тежестта достига пода;

t_2 – времето, за което маховикът спира да се върти след като тежестта е достигнала пода.

Резултатите заедно с техните грешки се записват в таблицата на съответната протоколна бланка.

Експериментална част



Измерванията се провеждат по следната схема:

Тежестта се повдига на височина s над пода на лабораторията чрез намотаване на нишката. В момента на освобождаване на така асемблираната система (маховик, нишка, теглилка на дадена височина) се включва хронометър, който отчита времето на тежестта за достигане до пода t_1 . Без да се спира хронометъра, се отчита и окончателното (цялото) време t необходимо за пълното спиране на маховика.

Междинното време $t_2 = t - t_1$.

t – пълното (цялото) време от началото до спирането на маховика;

t_1 - времето, за което тежестта достига пода;

t_2 – времето, за което маховикът спира да се върти след като тежестта е достигнала пода.

Резултатите заедно с техните грешки се записват в таблицата на съответната протоколна бланка.

Упражнение № 6 Определяне на инерчен момент на маховик

6. Опитни данни: Вариант с десет измервания

$m = 0,2 \text{ kg}$ $r = 1.10^{-2} \text{ m}$ $S = 1,6 \text{ m}$ $\Delta r = 1.10^{-4} \text{ m}$ $\Delta S = 1.10^{-2} \text{ m}$

№	t_{1i} [s]	t_i [s]	t_{2i} [s]	Δt_{1i} [s]	$(\Delta t_{1i})^2$ [s ²]	Δt_{2i} [s]	$(\Delta t_{2i})^2$ [s ²]
1	40	103	63				
2	39	109	70				
3	39	107	68				
4	36	103	67				
5	36	102	66				
6	38	105	69				
7	39	104	65				
8	38	104	66				
9	39	105	66				
10	40	105	65				
	$t_{1i} =$		$t_{2i} =$		$\sum(\Delta t_{1i})^2 =$		$\sum(\Delta t_{2i})^2 =$

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

Средният момент на силите на триене може да се определи от израза:

$$M_{mp} = mgr \left(1 - \frac{2S}{gt_1^2} \right) \left(\frac{t_1}{t_1 + t_2} \right).$$

$$I =$$

$$M_{mp} =$$

$$\Delta t_1 =$$

$$\Delta t_2 =$$

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

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

$$\Delta I =$$

$$\frac{\Delta M_{mp}}{M_{mp}} =$$

$$\frac{\Delta M_{mp}}{M_{mp}} \% =$$

$$\Delta M_{mp} =$$

Относителните грешки могат да се пресметнат от изразите:

$$\frac{\Delta I}{I} = \left(\frac{2\Delta r}{r} + \frac{\Delta S}{S} + \frac{2\Delta t_1}{t_1} + \frac{\Delta t_2}{t_2} + \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{t_1 + t_2} \right) \quad \text{и} \quad \frac{\Delta M_{mp}}{M_{mp}} = \left(\frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta S}{S} + \frac{3\Delta t_1}{t_1} + \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{t_1 + t_2} \right),$$

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 $\Delta t_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta t_{2i})^2}{n(n-1)}}$.

Резултати и преценка на точността:

$I =$	±	$I =$	±
$M_{mp} =$	±	$M_{mp} =$	±
..		..	