

EAlIIB	Piotr Morawiecki, Tymoteusz Paszun		Rok II	Grupa 3a	Zespół 6
Temat: Wahadła fizyczne			Numer ćwiczenia: 0		
Data wykonania: 26.10.2017r.	Data oddania: 8.11.2017r.	Zwrot do poprawki:	Data oddania:	Data zaliczenia:	Ocena:

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie momentu bezwładności brył sztywnych przez pomiar okresu drgań wahadła oraz na podstawie wymiarów geometrycznych.

2 Wstęp teoretyczny

2.1 Wahadło fizyczne

Wahadłem fizycznym nazywamy bryłę sztywną mogącą obracać się wokół osi obrotu O nie przechodzącej przez środek masy S . Wahadło odchylone od pionu o kąt θ , a następnie puszczone swobodnie będzie wykonywać drgania zwane ruchem wahadłowym. W ruchu tym mamy do czynienia z obrotem bryły sztywnej wokół osi O , opisuje go zatem druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego. Zasada dynamiki dla ruchu obrotowego wyrażona jest wzorem

$$I\epsilon = M$$

gdzie I - moment bezwładności, ϵ - przyspieszenie kątowe, M - moment siły. Wartość przyspieszenia kąowego opisuje wzór

$$\epsilon = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

2.2 Moment bezwładności na podstawie okresu drgań

Dla wahadła fizycznego moment siły powstaje pod wpływem siły ciężkości. Dla wychylenia θ jest równy

$$M = mga \sin \theta$$

gdzie a - odległość środka masy S od osi obrotu O . Zatem równanie ruchu wahadła można zapisać jako

$$I_0 \frac{d^2\theta}{dt^2} = -mga \sin \theta$$

gdzie I_0 - moment bezwładności względem osi obrotu przechodzącej przez punkt zawieszenia O . Jeżeli ograniczyć ruch do małych kątów wychylenia, to sinus kąta można zastąpić samym kątem w mierze łukowej, czyli $\sin \theta \approx \theta$. Przyjmując częstość określoną wzorem $\omega_0^2 = \frac{mga}{I_0}$ równanie ruchu przyjmuje postać równania oscylatora harmonicznego

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \omega_0^2 \theta(t) = 0$$

. Okres drgań związany z częstością wynosi

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0}{mga}}$$

.

Przekształcając wzór otrzymujemy wzór na moment bezwładności

$$I_0 = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 mga = \frac{mgaT^2}{4\pi^2}$$

2.3 Moment bezwładności na podstawie prawa Steinera

Dla wyznaczenia momentu bezwładności I_S względem równoległej osi przechodzącej przez środek masy możemy posłużyć się związkiem między I_0 i I_S znanym jako twierdzenie Steinera:

$$I_0 = I_S + ma^2$$

Wzór na moment bezwładności cienkiego pręta względem osi obrotu umieszczonej na końcu pręta to

$$I = \frac{1}{3}mL^2$$

gdzie L - długość pręta.

Wzór na moment bezwładności pierścienia względem osi obrotu przechodzącej przez jego środek to

$$I = \frac{1}{2}m(R^2 + r^2)$$

gdzie R - zewnętrzny promień, r - wewnętrzny promień.

3 Opis doświadczenia

4 Wyniki pomiarów

Tablica 1: Pomiary dla wahadła o długości $l = 485$ mm, czas mierzony co 20 okresów

Lp.	Liczba okresów k	Czas t dla k okresów [s]	Czas t' dla 20 okresów [s]	Czas 1 okresu [s]
1	20	27,52	27,52	1,38
2	40	62,36	34,84	1,74
3	60	98,67	36,31	1,82
4	80	133,45	34,78	1,74
5	100	168,08	34,63	1,73
6	120	202,58	34,50	1,73
7	140	235,92	33,34	1,67
8	160	275,92	40,00	2,00
9	180	311,98	36,06	1,80
10	200	349,08	37,10	1,86

Tablica 2: Pomiary dla wahadła o długości $l = 485$ mm, czas mierzony co 30 okresów

Lp.	Liczba okresów k	Czas t dla k okresów [s]	Czas t' dla 30 okresów [s]	Czas 1 okresu [s]
1	30	40,11	40,11	1,34
2	60	90,39	50,28	1,68
3	90	144,45	54,06	1,80
4	120	193,17	48,72	1,62
5	150	245,76	52,59	1,75

Tablica 3: Pomiary dla zmiennej długości wahadła

Długość wahadła [mm]	Czas 20 okresów [s]	Czas 1 okresu [s]	Wartość g [$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$]
135	14,23	0,71	10,53
175	16,10	0,81	10,66
215	18,40	0,92	10,03
255	19,09	0,96	11,05
295	20,56	1,03	11,02
335	23,00	1,15	10,00
375	24,81	1,24	9,62
415	25,59	1,28	10,00
455	26,75	1,34	10,04
485	27,73	1,39	9,96

5 Opracowanie wyników

6 Wnioski