

EAIiB Informatyka	Ewa Stachów Weronika Olcha	Rok II	Grupa 3	Zespół 6
Pracownia FIZYCZNA WFilS AGH	Temat: <i>Wahadło fizyczne</i>			Nr ćwiczenia: 1
Data wykonania: 14.10.2016	Data oddania: 19.10.2016	Zwrot do poprawki:	Data oddania:	Data zaliczenia:
OCENA:				

Ćwiczenie nr 1: Wahadło fizyczne

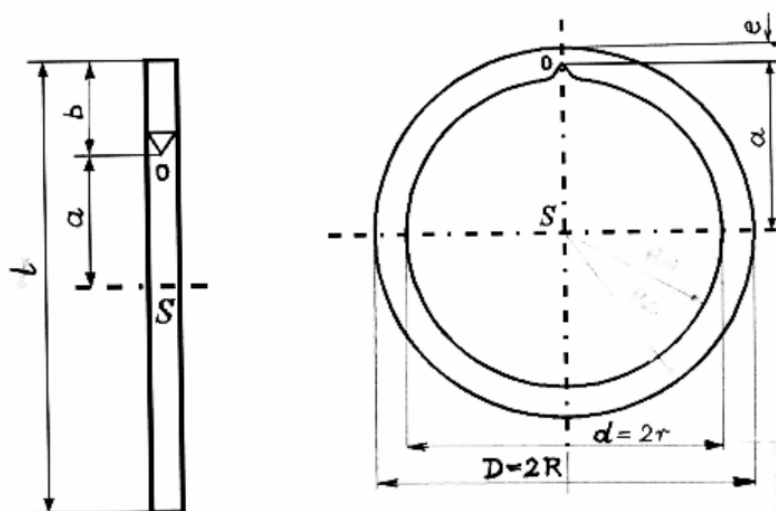
Wstęp teoretyczny

1 Cel ćwiczenia

Opis ruchu drgającego, a w szczególności drgań wahadła fizycznego. Wyznaczenie momentów bezwładności brył sztywnych.

2 Układ pomiarowy

- Statyw, na którym zawiesza się badaną bryłę
- Badane bryły: pręt, pierścień
- Metalowy przyrząd milimetrowy
- Suwmiarka
- Waga elektroniczna
- Sekundomierz



Rysunek 1: Pręt i pierścień używane w ćwiczeniu.

3 Wykonanie ćwiczenia

Na początku ustalamy masę oraz określamy długości pręta i pierścienia, tak jak pokazano na Rysunku 1 (małe długości mierzymy suwmiarką). Umieszczamy pręt na statywie, wprowadzamy go w ruch drgający o amplitudzie nieprzekraczającej trzech stopni i mierzymy czas trzydziestu drgań. Pomiar ten powtarzamy dziesięciokrotnie. Analogicznie postępujemy z pierścieniem.

4 Opracowanie wyników pomiarów

Tablica 1: Pomiar masy i długości pręta.

	wartość	niepewność
$m[g]$	30	37,37
$l[mm]$	30	37,22
$b[mm]$	30	37,25
$a[mm]$	30	37,34

Tablica 2: Pomiar masy i długości pierścienia.

	wartość	niepewność
$m[g]$	30	37,37
$D_W[mm]$	30	37,22
$D_Z[mm]$	30	37,25
$R_W[mm]$	30	37,22
$R_Z[mm]$	30	37,25
$e[mm]$	30	37,34
$a[mm]$	30	37,34

Tablica 3: Pomiar okresu drgań dla pręta.

Lp.	liczba okresów k	czas t dla k okresów w [s]	okres $T_i = t/k$ w [s]
1	30	37,37	1,245667
2	30	37,22	1,240667
3	30	37,25	1,241667
4	30	37,34	1,244667
5	30	37,06	1,235333
6	30	37,32	1,244000
7	30	37,31	1,243667
8	30	37,13	1,237667
9	30	37,47	1,249000
10	30	37,38	1,246000
Wartość średnia okresu: $\bar{T} =$			
Niepewność: $u(T) =$			

Tablica 4: Pomiar okresu drgań dla pierścienia.

Lp.	liczba okresów k	czas t dla k okresów w [s]	okres $T_i = t/k$ w [s]
1	30	37,37	1,245667
2	30	37,22	1,240667
3	30	37,25	1,241667
4	30	37,34	1,244667
5	30	37,06	1,235333
6	30	37,32	1,244000
7	30	37,31	1,243667
8	30	37,13	1,237667
9	30	37,47	1,249000
10	30	37,38	1,246000
Wartość średnia okresu: $\bar{T} =$			
Niepewność: $u(T) =$			

4.1 Moment bezwładności I_0 względem rzeczywistej osi obrotu korzystając z wzoru na okres drgań

Wzór na okres drgań wyraża się wzorem:

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

Przekształcając odpowiednio powyższe równanie otrzymujemy wzór na moment bezwładności:

$$I_0 = \frac{mgaT^2}{4\pi^2},$$

gdzie m – masa bryły, g – przyspieszenie ziemskie, T – okres drgań, a – odległość środka masy od osi obrotu.

Momement bezdładności I_0 dla pręta:

$$I_0 =$$

Momement bezdładności I_0 dla pierścienia:

$$I_0 =$$

4.2 Moment bezwładności I_S względem osi przechodzącej przez środek masy korzystając z twierdzenia Steinera

Twierdzenie Steinera stosuje się do obliczania momentu bezwładności bryły względem osi przesuniętej równolegle o długość a , gdzie I_S to moment bezwładności względem osi przechodzącej przez środek masy bryły.

$$I_0 = I_S + ma^2$$

$$I_S = I_0 - ma^2$$

Momement bezdładności I_S dla pręta:

$$I_S =$$

Momement bezdładności I_S dla pierścienia:

$$I_S =$$

4.3 Moment bezwładności względem osi przechodzącej przez środek masy $I_S^{(geom)}$ na podstawie masy i wymiarów geometrycznych

Moment bezwładności większości regularnych brył można zapisać w postaci:

$$I_S^{(geom)} = k \cdot m \cdot l,$$

gdzie m – masa bryły, l – charakterystyczny wymiar bryły (np. długość, promień), k – bezwymiarowy współczynnik zależny tylko od kształtu bryły i wyboru charakterystycznego wymiaru (np. promień czy średnica), a niezależny od wielkości bryły.

Momement bezdładności $I_S^{(geom)}$ dla pręta:

$$I_S^{(geom)} = \frac{1}{12} m l^2$$

Momement bezdładności $I_S^{(geom)}$ dla pierścienia:

$$I_S^{(geom)} = \frac{1}{12} m (R^2 + r^2)$$

4.4 Niepewności mierzonych wielkości

4.4.1 Niepewność pomiaru okresu – niepewność typu A

Wzór na niepewność pomiaru $u(T)$:

$$u(T) = \frac{\sqrt{\frac{\sum (T_i - \bar{T})^2}{n-1}}}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum (T_i - \bar{T})^2}{n(n-1)}},$$

gdzie n – liczba pomiarów, $\bar{T} = \frac{1}{n} \sum T_i$ – średni czas trwania okresu.

Niepewność pomiaru okresu dla pręta:

$$\bar{T} =$$
$$u(T) = \sqrt{\frac{\sum (T_i - \bar{T})^2}{n(n-1)}}$$

Niepewność pomiaru okresu dla pierścienia:

$$\bar{T} =$$
$$u(T) = \sqrt{\frac{\sum (T_i - \bar{T})^2}{n(n-1)}}$$

4.4.2 Niepewność pomiaru masy

Niepewność pomiaru masy jest równa działce elementarnej wagi $u(m) = 1g$.

4.4.3 Niepewność pomiaru wymiarów geometrycznych

Przyjmujemy niepewność równą działce elementarnej linijki $u(l) = 1mm$. Wyjątek stanowi wielkość e wyrażona poprzez różnicę promieni R_Z i R_W , ze względu na małe rozmiary przyjmujemy niepewność pomiaru $u(e) = 0,1mm$. Jeśli odległość $a = \frac{l}{2} - b$, to analogicznie $u(a) = 0,5mm$;

4.5 Niepewność złożona momentu bezwładności I_0

Niepewność złożona momentu bezwładności I_0 dla pręta:

Niepewność złożona momentu bezwładności I_0 dla pierścienia:

4.6 Niepewność złożona momentu bezwładności I_S

Niepewność złożona momentu bezwładności I_S dla pręta:

Niepewność złożona momentu bezwładności I_S dla pierścienia:

4.7 Niepewność $u_c(I_S^{(geom)})$

Niepewność $u_c(I_S^{(geom)})$ dla pręta:

Niepewność $u_c(I_S^{(geom)})$ dla pierścienia:

4.8 Porównanie metod wyznaczenia momentu bezwładności

4.9 Zgodność wyników pomiaru w granicach niepewności rozszerzonej

Tablica 5: Wyniki obliczeń momentu bezwładności dla pręta.

	I_0 wyznaczone z okresu drgań [kg · m ²]	I_S wyznaczone z twierdzenia Steinera [kg · m ²]	I_S wyznaczone z pomiarów geometrycznych [kg · m ²]
wartość	30	37,37	66
niepewność	30	37,37	66

5 Wnioski

-
-
-

Tablica 6: Wyniki obliczeń momentu bezwładności dla pierścienia.

	I_0 wyznaczone z okresu drgań [kg · m ²]	I_S wyznaczone z twierdzenia Steinera [kg · m ²]	I_S wyznaczone z pomiarów geometrycznych [kg · m ²]
wartość	30	37,37	66
niepewność	30	37,37	66