

SIŁY BEZWŁADNOŚCI W UKŁADZIE OBRACAJĄCYM SIĘ 10

I. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

Inercyjne i nieinercyjne układy odniesienia. Siły bezwładności w układzie obracającym się: siła odśrodkowa i siła Coriolisa. Kartezjański i biegunowy układ współrzędnych. Spirala Archimedesesa.

II. POMIARY

1. Zmierzyć średnicę Φ kulki i wyznaczyć jej masę m , przyjmując, że gęstość ρ stali wynosi $7,8\text{g/cm}^3$.
2. Umieścić na tarczy czystą kartkę papieru (papier studenci przynoszą ze sobą), a na niej kalkę maszynową zwróconą węglem do papieru. Całość zamocować taśmą klejącą do tarczy.
3. Puścić swobodnie kulkę z równi pochyłej przy **nieruchomej tarczy**; sprawdzić ślad toru kulki na papierze. Jeśli nie jest linią prostą, wypoziomować odtwarzacz. Odległość równi od osi obrotu tarczy wynosi $R_0 = 6\text{cm}$.
4. Umieścić kulkę w najwyższym położeniu na równi $h = h_1 = 4,65\text{cm}$ w odległości $R_1 = 18,50\text{cm}$ od środka tarczy. Włączyć silnik i ustawić regulator prędkości kątowej tarczy tak, by tarcza obracała się dość wolno. Zmierzyć wartość tej prędkości ω_1 przez pomiar czasu τ potrzebnego do wykonania 20 pełnych obrotów tarczy¹.
5. Zwolnić kulkę w trakcie obrotu tarczy przesuwając suwak w prawo. Na śladzie toru pozostawionym przez kulkę na papierze zapisać numer krzywej.
6. Powtórzyć czynności opisane w pkt. 4 i 5 dla kulki zwalnianej z poziomu najniższego $h = h_2 = 2,75\text{cm}$ znajdującego się w odległości $R_2 = 10,75\text{cm}$ od środka tarczy.
7. Ustawić regulator prędkości kątowej ω_2 na większą wartość. Zmierzyć tę prędkość w sposób opisany w punkcie 4 a następnie powtórzyć czynności opisane w punktach 5 i 6.
8. To samo wykonać dla trzeciej wartości prędkości kątowej ω_3

Realizując ćwiczenie należy zapisać na papierze ślady 6 torów kulki. Kartki z zapisami należy dołączyć do sprawozdania jednego ze studentów.

III. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

Za pomocą znajdującej się w zestawie pomiarowym odpowiedniej skali z naniesionym biegunowym układem współrzędnych, odczytać z otrzymanych torów zależność współrzędnej radialnej r od kąta obrotu φ , przykładając środek układu współrzędnych do punktu startu kulki tak, by styczna do toru kulki w tym punkcie pokrywała się z linią podziałki odpowiadającą jednemu z kątów 0° , 90° , 180° , lub 270° . (Odczytane wartości kątów dla różnych r , nie muszą się zaczynać od zera, lecz mogą być liczone od wybranego początku układu współrzędnych biegunowych).

1. Sporządzić na papierze milimetrowym (lub przy użyciu komputera) wykresy sześciu zależności $r = r(\varphi)$, które powinny być liniami prostymi. Dla poszczególnych prostych wyznaczyć ich współczynniki kierunkowe, tj. stałe $b_i = \frac{v_{oi}}{\omega_i}$. Następnie, podstawiając odpowiednie wartości za ω_i obliczyć wartości prędkości kulki v_{oi} .
2. Dla jednej, wybranej pary wartości h i ω obliczyć wartość v_0 na podstawie wzoru

$$v_0 = \sqrt{\frac{10}{7} g h - \frac{5}{7} (R^2 - R_0^2) \omega^2}$$
 i porównać ją z otrzymaną w punkcie III. 1.

¹ $\omega = 2\pi\nu = 2\pi/T = 2\pi \frac{20}{\tau}$, gdzie T jest okresem jednego obrotu.

3. Dla tej wartości v_0 obliczyć na podstawie wzoru $F_c = 2m\omega\sqrt{v_0^2 + r^2\omega^2}$ wartości sił Coriolisa F_c .
Zależność siły F_c od odległości r i przedstawić na wykresie.
4. Na wykresy nanieść niepewności wynikające z dokładności odczytu wartości r i φ na siatce współrzędnych biegunowych.

IV. LITERATURA

- [1] I.W. Sawieliew, Wykłady z fizyki tom 1. PWN Warszawa 1994
- [2] T. Lewowski, L. Lewowska, P. Mazur „Measurement of the effect of Coriolis and centrifugal forces on the trajectory of a body in a rotating frame” *European Journal of Physics*, vol. 20, 109-116 (1999)
(czasopismo to znajduje się w Bibliotece Instytutów Fizyki)