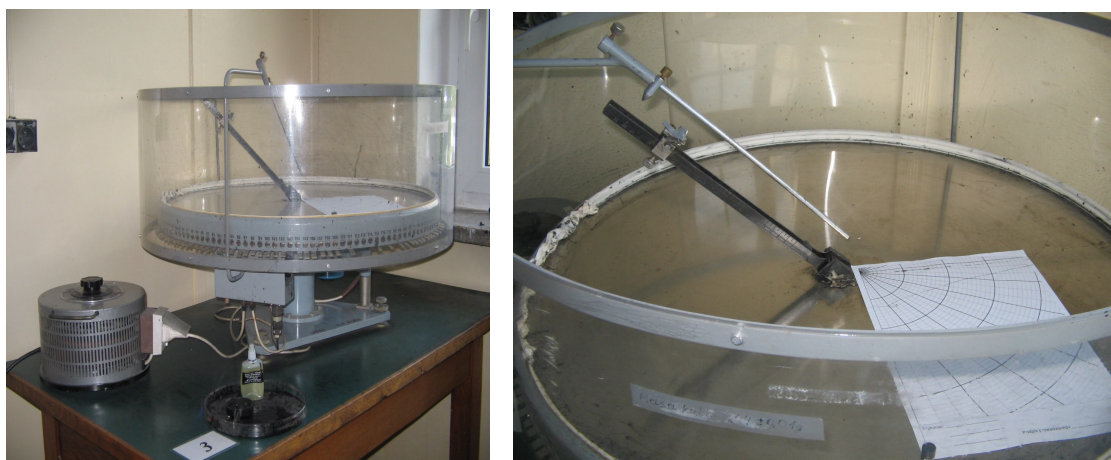


WYZNACZANIE SIŁY CORIOLISA

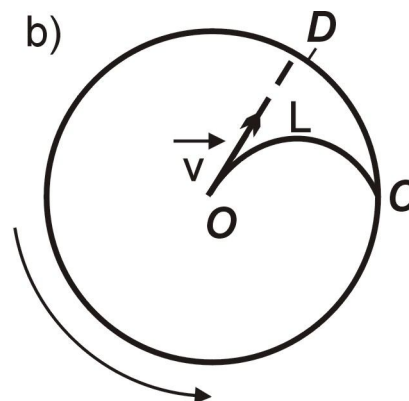
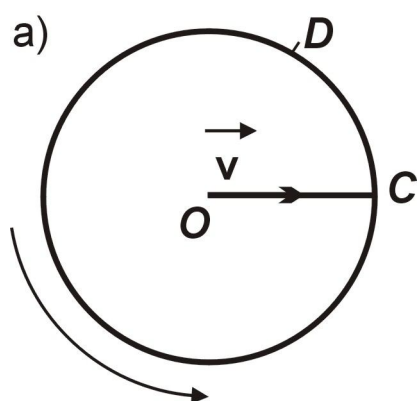


Opis układu pomiarowego

Aparatura służąca do badania siły Coriolisa składa się z tarczy wprowadzonej w ruch obrotowy za pomocą silnika elektrycznego. Prędkość kątową tarczy można zmieniać za pomocą autotransformatora, z którego zasilany jest silnik. Kulka zostaje wprowadzona w ruch po tarczy dzięki równi pochyłej obracającej się z tarczą. Może być ona zwalniana z różnych wysokości względem równi pochyłej za pomocą odpowiedniego przycisku. Do tarczy, za pomocą magnesów, można przymocować kartkę papieru. Kulkę przed eksperymentem macza się w tuszu, żeby podczas ruchu po kartce pozostawiła ślad toru. Do wykonania pomiarów potrzebny jest stoper.

Przeprowadzenie pomiarów

1. Przymocować okrągło wyprofilowany papier do tarczy.
2. Stosując rękawice gumowe, zamoczyć kulkę w tuszu i umocować ją na równi pochyłej przy położeniu oznaczonym cyfrą.
3. Zwolnić kulkę – zostawi ona na papierze ślad linii prostej będącej linią odniesienia (jak prosta OC na rysunku a).

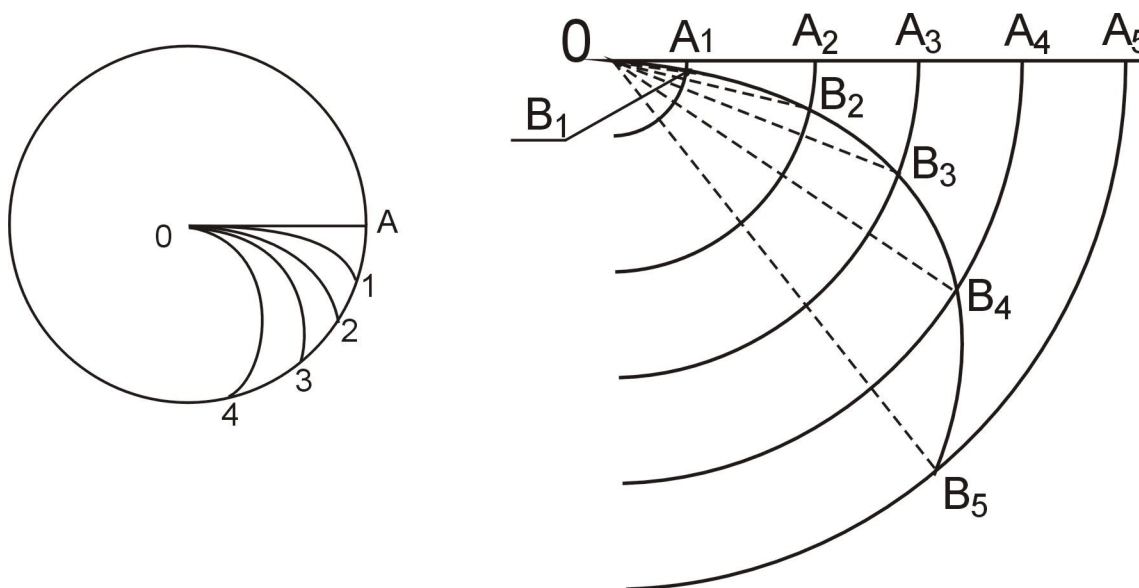


4. Ponownie zamoczyć kulkę w tuszu i umocować na równi pochyłej w poprzednim położeniu.
5. Włączyć silnik i przy pomocy autotransformator ustawić obroty tarczy o małej wartości prędkości kątowej.
6. Po ustaleniu się obrotów zmierzyć sekundomierzem czas trwania 10 pełnych obrotów. Określić okres obrotu T i jego niepewność maksymalną ΔT .

7. Zwolnić kulkę – zostanie ślad odpowiadający łukowi OLC z punktu 3.
8. Powtórzyc 2 - 3 razy operacje 4 - 7 za każdym razem zwiększając prędkości kątowne obrotu tarczy.
9. Zdjąć papier z tarczy. Jest on kartą pomiarów z tego ćwiczenia. Oszacować niepewności maksymalne pomiaru: masy kulki, czasu obrotów tarczy oraz odległości znaczonej przez poruszającą się kulkę.

Opracowanie wyników pomiarów

1. Na otrzymanym z doświadczenia wykresie narysować półokręgi tak, aby dzieliły one promień tarczy na 5 - 6 równych odcinków jak na rysunku poniżej



2. Dla każdego doświadczalnego łuku:

a) określić długość łuków A_1B_1 , A_2B_2 , itd. W tym celu należy wyznaczyć:

- kąty (w radianach): $\alpha_1 = \angle A_1OB_1$, $\alpha_2 = \angle A_2OB_2$, ... (np. znajdując konstrukcyjne tangensy tych kątów)
- odcinki OA_1 , OA_2 , ..., wówczas: $A_1B_1 = \alpha_1 \cdot OA_1$, $A_2B_2 = \alpha_2 \cdot OA_2$, ...

b) wykreślić zależność $AB = f(s^2)$. Zmiennej s odpowiadają odcinki OA_1 , OA_2 itd. Przez punkty pomiarowe przeprowadzić prostą $y = \bar{a}x + \bar{b}$ wyznaczoną metodą najmniejszych kwadratów, gdzie :

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i - n \sum_{i=1}^n (x_i y_i)}{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2 - n \sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \sigma_{\bar{a}} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \frac{n}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}}$$

$$\bar{b} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2}{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2 - n \sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \sigma_{\bar{b}} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}}$$

$$\text{oraz } \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \bar{a} \sum_{i=1}^n x_i y_i - \bar{b} \sum_{i=1}^n y_i .$$

oraz wyznaczyć współczynnik korelacji ($0 < R^2 < 1$), którego wartość bliska 1 świadczy o zgodności rozkładów punktów eksperymentalnych z wyznaczoną prostą

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(m_i - \bar{m}) \right]^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}$$

c) prędkość kulki wynosi $v = \frac{2\pi s^2}{T \bar{a}}$, a jej niepewnością złożoną

$$u_c(v) = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{\partial v}{\partial s} \Delta s \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial T} \Delta T \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial \bar{a}} \Delta \bar{a} \right)^2}$$

d) obliczyć przyspieszenie Coriolisa $a_c = 2 \cdot v \cdot \omega$ wraz z jego niepewnością złożoną

$$u_c(a_c) = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{\partial a_c}{\partial v} \Delta v \right)^2 + \left(\frac{\partial a_c}{\partial \omega} \Delta \omega \right)^2}$$

e) obliczyć siłę Coriolisa $F_c = 2 \cdot v \cdot \omega \cdot m$ wraz z jej niepewnością złożoną

$$u_c(F_c) = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{\partial F_c}{\partial v} \Delta v \right)^2 + \left(\frac{\partial F_c}{\partial \omega} \Delta \omega \right)^2 + \left(\frac{\partial F_c}{\partial m} \Delta m \right)^2}$$

3. Zestawić wyniki otrzymane dla wszystkich doświadczalnych łuków.

Stwierdzić czy cel ćwiczenia:

- wyznaczenie: prędkości kulki u podstawy równi, przyspieszenia i siły Coriolisa

został osiągnięty.

Zestawić wyniki, przeanalizować uzyskane rezultaty, wyciągnąć wnioski.

Grupa

3.1 Wartości teoretyczne wielkości wyznaczanych lub określanych.

3.2 Parametry stanowiska (wartości i niepewności).

3.3 Pomiary i uwagi do ich wykonania.

3.4 Data i podpis osoby prowadzącej zajęcia