



Wyznaczanie współczynnika lepkości cieczy metodą Stokesa

M6

Przyrządy:

Cylinder napełniony olejem parafinowym, 2 kulki, przymiar, śruba mikrometryczna, suwmiarka, stoper, waga, bibuła.

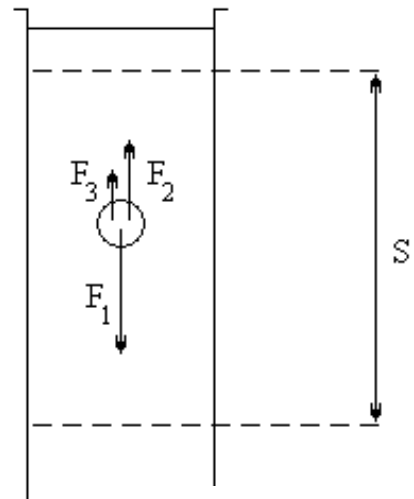
Informacje:

Na kulkę o masie m i promieniu r poruszającą się w cieczy lepkiej o gęstości ρ_p działają trzy siły:

1. siła ciężkości $F_1 = mg$,
2. siła wyporu $F_2 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_p g$,
3. siła tarcia wewnętrznego cieczy $F_3 = 6\pi r \eta v$,

gdzie:

- η – jest współczynnikiem lepkości cieczy
- v – jest prędkością kulki.



Rysunek 1

Z chwilą zrównoważenia tych trzech sił kulka będzie poruszać się ruchem jednostajnym z prędkością początkową $v = s/t$, przy czym s jest odległością dwóch zaznaczonych na rurze poziomów, zaś t jest czasem opadania kulki na drodze s .

Współczynnik lepkości cieczy wyrazi się wtedy wzorem:

$$\eta = \frac{2r^2 g (\rho_k - \rho_p) t}{9s \left(1 + 2,4 \frac{r}{R}\right)} \quad (1)$$

gdzie ρ_k jest gęstością materiału z którego wykonana jest kulka zaś wyrażenie

$$2,4 \frac{r}{R},$$

gdzie R jest promieniem cylindra, stanowi poprawkę do siły tarcia wewnętrznego spowodowaną szerokością rury.

Kolejność wykonywanych czynności:

1. Włączyć wagę. Odczekać, aż waga się wytaruje (po serii testów na jej polu odczytowym pojawi się ciąg zer). Jeśli wyświetlacz pustej wagi nie wskazuje „0”, należy ją wyzerować ręcznie. Służy do tego przycisk „TARE” (trzeci od lewej).
2. Dwie kulki zważyć pojedynczo na wadze.

UWAGA – PRZED WAŻENIEM KULKI DOKŁADNIE OCZYŚCIĆ RĘCZNIKIEM PAPIEROWYM Z OLEJU.

3. Zmierzyć trzykrotnie (z różnych stron) śrubą mikrometryczną średnicę każdej kulki 2r. Wyniki zapisać w tabeli :

Tabela 1

L.p.	m [kg]	2r [m]	2r _{śr} [m]	r (2r _{śr} /2) [m]	V _k [m ³]	ρ _k [kg/m ³]
Kulka 1		Pomiar 1				
		Pomiar 2				
		Pomiar 3				

4. Każdą z kulek wpuszczając pojedynczo do cylindra napełnionego olejem parafinowym (do wrzucania kulek można wykorzystać lejek aby te nie opadały blisko ścianek cylindra) .
5. Zmierzyć czas opadania kulki między dwoma kreskami na cylindrze. Pomiar wykonać 5 razy.
6. Przymiarem zmierzyć odległość s między kreskami, średnicę cylindra 2R mierzymy suwmiarką (średnica wewnętrzna – bez ścianek cylindra).

Wyniki zapisać w tabeli poniżej:

Tabela 2

L.p.	t [s]	t _{śr} [s]	S [m]	R [m]
	Pomiar 1			
	Pomiar 2			
	Pomiar 3			
	Pomiar 4			
	Pomiar 5			

7. Obliczyć gęstość materiału, z którego są wykonane kulki.
8. Obliczyć współczynnik lepkości oleju przyjmując gęstość oleju parafinowego $\rho_p = 854 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
9. Obliczyć niepewność maksymalną $\Delta\eta$.

Wymagania:

- przepływ cieczy laminarny i turbulentny, siła tarcia wewnętrznego, współczynnik lepkości i jego jednostki, rozkład prędkości przepływu płynu w rurce [5, 9]
- równanie Stokesa, wyprowadzenie wzoru (1) [1, 9]