

Wydział	Imię i nazwisko 1. 2.		Rok	Grupa	Zespół
<b>PRACOWNIA FIZYCZNA WFilS AGH</b>	Temat:				Nr ćwiczenia
Data wykonania	Data oddania	Zwrot do popr.	Data oddania	Data zaliczenia	OCENA

## Ćwiczenie nr 13. Współczynnik lepkości

### Cel ćwiczenia

Wyznaczenie współczynnika lepkości gliceryny metodą Stokesa, zapoznanie się z własnościami cieczy lepkiej.

### Pytania kontrolne

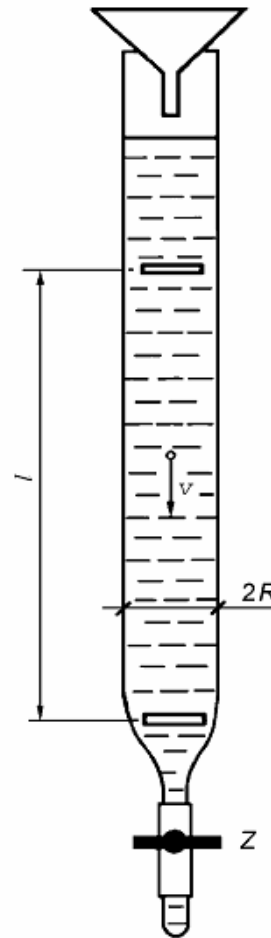
1. Zdefiniuj współczynnik lepkości, podaj odpowiednie wzory i jednostki.
2. Co oznaczają pojęcia „przepływ laminarny” i „przepływ turbulentny”?
3. Co to jest liczba Reynoldsa?
4. Opisz metodę wyznaczania współczynnika lepkości.
5. Podaj prawo wyporu Archimedesesa. Wyjaśnij, dlaczego niektóre ciała pływają, a inne toną.
6. Jakie siły działają na kulkę podczas opadania w cieczy lepkiej? Zapisz równanie ruchu kulki.
7. Objaśnij, jakim ruchem porusza się kulka w początkowej fazie ruchu, a jakim po upływie kilku chwil.
8. Jak można wyznaczyć gęstość cieczy, ciała stałego lub gazu?
9. Jak zmienia się współczynnik lepkości wraz ze zmianą temperatury?

*Ocena  
i podpis*


## 1. Aparatura

1. Przyrząd do badania spadania kulki w cieczy (rys. w1)
2. Zestaw kulek
3. Śruba mikrometryczna
4. Suwmiarka
5. Waga cyfrowa

**Rys. w1.** Przyrząd do pomiaru współczynnika lepkości metodą Stokesa. (Z – zacisk służący do odzysku kulek)



## 2. Wykonanie ćwiczenia

1. Wybrane do pomiaru kulki należy dokładnie wytrzeć z resztek gliceryny, a następnie rozłożyć na arkuszu bibuły, jednocześnie nadając każdej z nich numer. Po wykonaniu jakiegokolwiek pomiaru, użyta kulka powinna zawsze zostać wytarta i odłożona na miejsce.
2. Zmierz średnice wszystkich wybranych kulek za pomocą śruby mikrometrycznej. Wyniki zapisz w Tabeli 1.
3. Zważ wszystkie kulki przy użyciu dostępnej wagi. Wyniki zapisz w Tabeli 1.
4. Ustaw na rurze dwa znaczniki w odległości około 80 cm tak, aby górny znacznik znajdował się co najmniej 20 cm poniżej poziomu cieczy w rurze. Zanotuj odległość znaczników w Tabeli 1.
5. Odczytaj wartość średnicy używanego cylindra. Dane wpisz do Tabeli 1.
6. Każdą z kulek należy wrzucić do rury, a następnie zmierzyć za pomocą stopera czas, w którym będzie ona opadała pomiędzy znacznikami. Wynik zapisz w Tabeli 1. Zwróć uwagę aby kulki opadały środkiem cylindra, a nie blisko ścianek oraz aby nie było do nich doczepionych pęcherzyków powietrza (wyjaśnij, dlaczego). Każdy pomiar, który nie spełnia powyższych wymogów należy powtórzyć.

7. Wyciągnij kulkę z cylindra poprzez kran umieszczony na jego dolnym końcu. Aby nie dopuścić do wylewania się gliceryny z cylindra należy posłużyć się zaciskaczem umieszczonym na wężyku. Gliceryna powinna ściekać do podstawionego pod wężykiem naczynia. Jeśli zachodzi potrzeba uzupełnienia gliceryny w cylindrze, należy przelać ją ostrożnie z naczynia lejąc po ściankach cylindra tak, aby wytworzyć jak najmniej pęcherzyków powietrza.
8. Po skończonych pomiarach należy zanotować temperaturę otoczenia, w której wykonywane było doświadczenie.

### 3. Wyniki pomiarów

Droga spadania kulki  $l$  ..... [mm]

Średnica cylindra  $D$  ..... [mm]

Temperatura: ..... [°C]

**Tabela 1.** Wyniki pomiarów i obliczonych wartości  $\eta$  dla kolejnych kulek

Nr pomiaru	Nr kulki	Średnica kulki $d$ [mm]	Masa kulki $m$ [g]	Czas spadku kulki $t$ [s]	Wsp. lepkości $\eta$ [Pa·s]

Wartość średnia wsp. lepkości  $\eta =$  [Pa·s]

Niepewność  $u(\eta) =$  [Pa·s]

#### 4. Opracowanie wyników pomiarów

1. Na podstawie wyznaczonych wartości  $l$ ,  $t$ ,  $m$ ,  $d$ , i  $D$  oblicz współczynnik lepkości gliceryny dla każdego przelotu kulki (wzór (8)). Zwróć uwagę na ujednoczenie jednostek przy podstawianiu do wzoru.
2. Oblicz wartość średnią współczynnika lepkości.
3. Oblicz niepewność standardową (odchylenie standardowe średniej) współczynnika lepkości.
4. Porównaj wyznaczoną wartość współczynnika lepkości z wartością tablicową i sprawdź, czy w granicach niepewności pomiarowej są one równe.
5. Dla jednej z kulek oblicz prędkość spadania oraz wartość liczby Reynoldsa.

#### 5. Wnioski: