

WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA LEPKOŚCI GLICERYNY METODĄ STOKESA

I. Zagadnienia

1. Płyny idealne i rzeczywiste.
2. Dynamika płynów. Liczba Reynoldsa (Re).
3. Wzór Stokesa.
4. Metody wyznaczania współczynnika lepkości.

II. Literatura

1. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, t.1.
2. D. Halliday, R. Resnick, Fizyka, t.1.
3. A. Piekara, Mechanika ogólna.
4. T. Dryński, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki.
5. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna.

III. Wykonanie ćwiczenia

1. Za pomocą śruby mikrometrycznej zmierzyć średnicę $2r$ dziesięciu kulek. Obliczyć średnią wartość promienia kulki $\langle r \rangle$.
2. Zważyć kulki na wadze elektronicznej. Obliczyć średnią wartość masy kulki $\langle m \rangle$.
3. Sprawdzić, czy pierścienie obejmujące termostat są w jednakowej odległości od siebie. Pierwszy pierścień powinien znajdować się co najmniej kilka centymetrów poniżej poziomu gliceryny.
4. Wrzucić przez lejek jedną z kulek do naczynia z gliceryną i w momencie gdy kulka mija:
 - a) pierwszy pierścień – uruchomić obydwie stopery,
 - b) drugi pierścień – zatrzymać pierwszy stoper (czas t_1),
 - c) trzeci pierścień – zatrzymać drugi stoper (czas t_2).

Wartość t_1 i t_2 wpisać do tabeli pomiarowej. Powtórzyć pomiary dla pozostałych kulek.

5. Obliczyć średnią wartość czasu spadania kulek $\langle t_1 \rangle$ i $\langle t_2 \rangle$ oraz różnicę $\Delta t = 2 \cdot \langle t_1 \rangle - \langle t_2 \rangle$, a następnie błąd względny $k = \frac{|\Delta t|}{\langle t_2 \rangle} \cdot 100\%$. Błąd ten nie powinien przekraczać 5%. Jeżeli $k > 5\%$ należy pierścienie przesunąć w dół i w razie konieczności zmniejszyć odległość między nimi. Następnie powtórzyć pomiary według punktów 4, 5.
6. Zmierzyć odległość l między skrajnymi pierścieniami.
7. Obliczyć współczynnik lepkości gliceryny z zależności:
- 8.

$$\eta = \frac{\left(\langle m \rangle - \frac{4}{3}\pi\langle r \rangle^3 d\right) \cdot g \cdot \langle t_2 \rangle}{6\pi\langle r \rangle l} \cdot \frac{1}{1 + 2,4 \frac{\langle r \rangle}{R}} \quad \text{lub} \quad \eta = \frac{\left(\langle m \rangle - \frac{4}{3}\pi\langle r \rangle^3 d\right) \cdot g \cdot \langle t_2 \rangle}{6\pi\langle r \rangle l} \cdot \left(1 - \frac{\langle r \rangle}{R}\right)$$

Promień cylindra $R = 1,78$ cm

Gęstość gliceryny $d = 1212$ kg/m³ (częściowo uwodniona)

Tabele pomiarowe

Tabela I

Średnica kulek 2r [m]										
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

$$\langle r \rangle =$$

$$n =$$

$$M = n \cdot m =$$

$$\langle m \rangle =$$

Tabela II

Nr kolejny kulki										
t ₁ [s]										
t ₂ [s]										

IV. Przeprowadzić dyskusje uzyskanych wyników

- Błąd Δr i Δt_2 obliczyć korzystając z metod statystycznych.
- Błąd $\Delta \eta$ obliczyć metodą różniczki zupełnej.
- Oszacować błąd Δl uwzględniając dokładności stosowanego przyrządu i grubość pierścienia.
- W pomiarach czasu uwzględnić błąd związany z czasem reakcji eksperymentatora.
- Sprawdzić czy ruch był ruchem jednostajnym (obliczyć v_1 i v_2) i laminarnym ($Re < 1160$).
W naszym przypadku $Re = d \cdot v \cdot r \cdot \eta^{-1}$.
- Uwzględnić wpływ temperatury i higroskopijności gliceryny na uzyskana wartość η .