

# Lepkość cieczy

## Wprowadzenie teoretyczne

Lepkość to cecha płynów a także plastycznych ciał stałych. Powstaje w wyniku pojawienia się siły tarcia pomiędzy warstwami cieczy lub gazów, poruszającymi się równoległe względem siebie z różnymi co do wartości prędkościami. Jest to stała materiałowa wykazująca silną zależność od temperatury i ciśnienia. Wartość lepkości maleje wraz ze wzrostem temperatury.

## Opis doświadczenia

Układ pomiarowy składa się ze szklanej rury wypełnionej badaną cieczą. Rura zamocowana jest na statywie. Na cylindrze umieszczone są wskaźniki odniesienia dla pomiaru drogi  $l$ , jaką przebywa spadająca kulka. Mierząc prędkość ruchu jednostajnego możemy wyznaczyć współczynnik lepkości. Wzór z którego należy skorzystać ma postać:

$$\eta = \frac{2 \cdot \bar{r}^2 \cdot g \cdot (\rho_k - \rho_c)}{9 \cdot v}$$

gdzie gęstość kulki wynosi:

$$\rho_k = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi \cdot r^3} = \frac{3m}{4\pi \cdot \bar{r}^3}$$

## Zestaw pomiarowy

szklany cylinder (rurka), stoper, kulki o różnych rozmiarach wykonane z różnych materiałów, badane ciecze

## Przebieg ćwiczenia

1. Zmierzyć drogę  $l$  (między zaznaczonymi przez siebie poziomami) jaką przebywa kulka.
2. Wykonać pomiar średnicy ( $2r$ ) kulki przy użyciu śruby mikrometrycznej lub suwmiarki. Pomiar wykonać kilka razy i wyznaczyć średnią wartość promienia  $\bar{r}$  i ocenić błąd  $\Delta r$ . Wybieramy dwie różne kulki i wykonujemy dla nich pomiary w badanych cieczach.
3. Uzupełnić tabele (opisać symbole, wstawić wartości liczbowe oraz odpowiednią jednostkę w nawiasach kwadratowych):

I kulka

wielkość fizyczna	symbol [jednostka]	woda	ciecz II
	$r$ [ ]	1 pomiar	1 pomiar
		.	.
		.	.
		10 pomiar	10 pomiar
	$\bar{r}$ [ ]		
	$\Delta r$ [ ]		
	$l$ [ ]		
	$\Delta l$ [ ]		

## II kulka

wielkość fizyczna	symbol [jednostka]	woda	ciecz II
	$r$ [ ]	1 pomiar	1 pomiar
		.	.
		.	.
		10 pomiar	10 pomiar
	$\bar{r}$ [ ]		
	$\Delta r$ [ ]		
	$l$ [ ]		
	$\Delta l$ [ ]		

- Wrzucić kulkę do cylindra z cieczą. Zadbaj o to, żeby kulka wpadła do cieczy w środku przekroju cylindra tak, aby ruch kulki odbywał się w możliwie jak największej odległości od ścian cylindra.
- Zmierzyć czas opadania kulki między zaznaczonymi poziomami. Pomiar powtórzyć co najmniej 10 razy.

**UWAGA:** Ze względu na zawirowania cieczy powstające podczas ruchu wyjmowania kulki, należy odczekać odpowiednią ilość czasu między kolejnymi pomiarami. Następny pomiar można wykonać po ustaniu zawirowań cieczy.

### Opracowanie wyników

Na podstawie zmierzonych wartości czasu opadania kulki i długości przebytej drogi wyznaczamy prędkość kulki. (NIE UŚREDNIAMY CZASU!!! Dla każdego czasu liczymy prędkość i współczynnik lepkości. Uśrednienie wartości współczynnika lepkości wykonujemy na końcu.)

Wykorzystując uzyskane wartości uzupełniamy tabelę dla każdej z badanych cieczy.

#### WODA - I kulka

wielkość fizyczna								
symbol	$\bar{r}$	$l$	$t$	$v$	$\eta$	$\bar{\eta} \pm \Delta\eta$	$\rho_{\text{bezwzgl}}$	$\rho_{\text{wzgl}}$
jednostka	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
wartość liczbowa								

#### WODA - II kulka

wielkość fizyczna								
symbol	$\bar{r}$	$l$	$t$	$v$	$\eta$	$\bar{\eta} \pm \Delta\eta$	$\rho_{\text{bezwzgl}}$	$\rho_{\text{wzgl}}$
jednostka	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
wartość liczbowa								

### *Rachunek błędów*

Jako błąd pomiaru wartości  $l$  przyjąć błąd systematyczny (dokładność przyrządu). Za wartość przyspieszenia ziemskiego przyjąć wartość literaturową dla Słupska. Błąd współczynnika lepkości obliczamy korzystając ze wzoru na odchylenie standardowe.

### *Literatura*

1. Dryński T., Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki, PWN, Warszawa 1978.
2. Halliday D., Resnick R., Walker J., Fizyka t. I, PWN, Warszawa 2003.