

# ĆWICZENIE NR 100 A

## WYZNACZANIE GĘSTOŚCI CIAŁ STAŁYCH

### I. Zestaw przyrządów

1. Śruba mikrometryczna
2. Suwmiarka
3. Waga
4. Mierzone elementy
5. Menzurka

### II. Cel ćwiczenia

1. Wyznaczenie gęstości badanego elementu. Zapoznanie się z podstawowymi narzędziami inżynierskimi ( sposobem pomiaru oraz niedokładnościami przyrządów). Analiza otrzymanych wyników i nauka pisania sprawozdań.

### III. Wykonanie pomiarów

1. Zmierzyć objętość badanego elementu :
  - a) Za pomocą śruby mikrometrycznej i suwmiarki. Pomiary wykonać kilkakrotnie w kilku miejscach zwłaszcza przy elementach nieregularnych
  - b) Za pomocą menzurki z wodą (objętość elementu równa się objętości wypartej cieczy).
2. Zważyć badane elementy lub prowadzący poda masę danego elementu.

### IV. Opracowanie wyników pomiarów

1. Wyznaczyć średnią wartość objętości elementu mierzonego i jej niepewność.
2. Wyznaczyć średnią wartość masy elementu mierzonego oraz jej niepewność.
3. Obliczyć gęstość elementu mierzonego:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

gdzie:            m – masa mierzonego elementu  
                       V – objętość mierzonego elementu

4. Wyznaczyć niepewności  $\Delta\rho$  (np. metodą różniczki zupełnej).

### VI. Proponowane tabele pomiarowe

m	$\Delta m$	$V_1$	$\Delta V_1$	...	...	$V_n$	$\Delta V_n$	$\Sigma V$	$\Sigma \Delta V$	$\bar{V}$	$\Delta \bar{V}$	$\rho$	$\Delta \rho$
[kg]	[kg]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	$\left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$	$\left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$

$V_1 ; \dots ; V_n$  - objętości cząstkowe przy złożonych elementach.

	a	$\Delta a$	b	$\Delta b$	lub r	lub $\Delta r$	h	$\Delta h$	V	$\Delta V$
	$\text{m} \cdot 10^{-3}$	$\text{m} \cdot 10^{-3}$	$\text{m} \cdot 10^{-3}$	$\text{m} \cdot 10^{-3}$	$\text{m} \cdot 10^{-3}$	$\text{m} \cdot 10^{-3}$	$\text{m} \cdot 10^{-3}$	$\text{m} \cdot 10^{-3}$	$\text{m} \cdot 10^{-3}$	$\text{m} \cdot 10^{-3}$
$V_1$										
...										
$V_n$										

# ĆWICZENIE NR 100 B

## PODSTAWOWE POMIARY ELEKTRYCZNE

### I. Zestaw przyrządów:

1. Zestaw z opornikami i żarówką wraz z gniazdami montażowymi
2. Zasilacz stabilizowany
3. 2 mierniki uniwersalne
4. Przewody elektryczne

### II. Cel ćwiczenia:

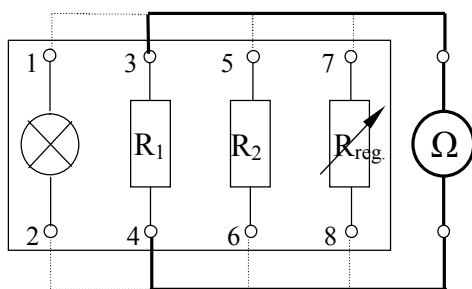
Zapoznanie się z podstawowymi pomiarami elektrycznymi na przykładzie:

- a) pomiaru wartości oporu oporników pojedynczych, połączonych szeregowo i połączonych równolegle, oporu regulowanego i oporu włókna żarówki
- b) wyznaczenia zależności  $i = f(U)$  dla oporników i dla żarówki.

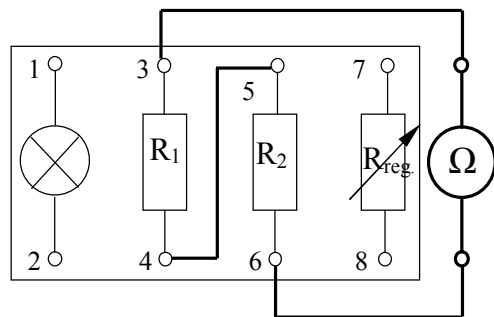
### III. Pomiary

Propozycje zadań do wykonania – wg prowadzącego zajęcia:

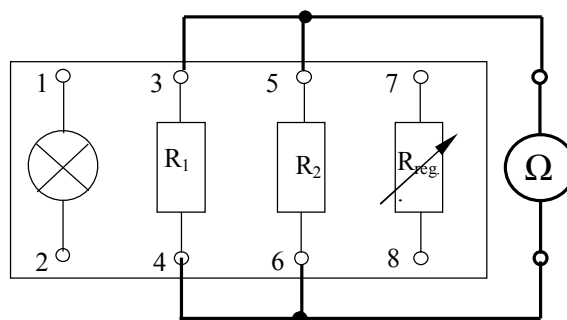
1. Ustawić miernik uniwersalny na pomiar oporu i zmierzyć wartości oporu:
  - a) oporników pojedynczych  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_{reg.}$  i włókna żarówki  $R_z$  – rys. 1
  - b) oporników  $R_1$  i  $R_2$  połączonych szeregowo – rys. 2
  - c) oporników  $R_1$  i  $R_2$  połączonych równolegle – rys. 3



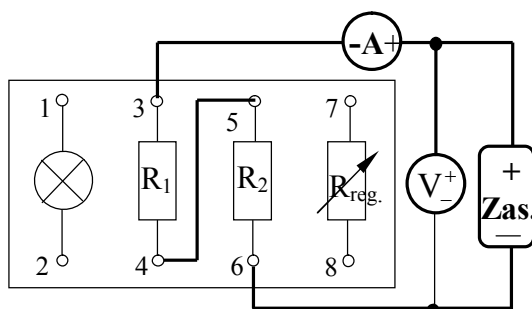
Rys. 1



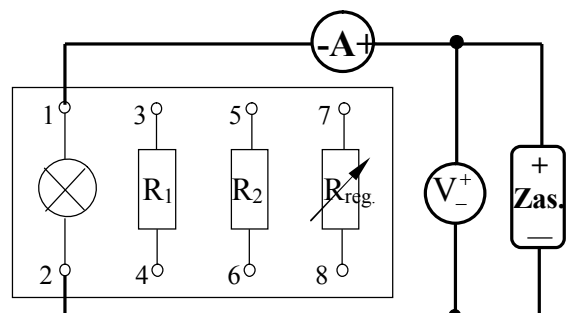
Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4



Rys. 5

2. Zmontować układ pomiarowy – wg rys. 4 – zawierający połączone szeregowo oporniki  $R_1$  i  $R_2$ , zasilacz stabilizowany i 2 mierniki uniwersalne ustawione na pomiar wartości stałych natężenia i napięcia
  - a) Zmieniać napięcie podawane z zasilacza na układ oporników i dla każdej wartości napięcia  $U_i$  odczytywać wartość prądu  $i_i$
3. Zmontować układ pomiarowy wg rys. 5- układ z żarówką.
  - a) Zmieniać napięcie podawane z zasilacza na żarówkę i dla każdej wartości napięcia  $U_i$  odczytywać wartość prądu  $i_i$ .

#### IV. Opracowanie wyników.

##### Uwaga do wszystkich pomiarów:

Informacje o niepewnościach pomiaru wartości oporów, natężeń i napięć odczytywanych bezpośrednio z mierników są dostępne w laboratorium.

1. Obliczyć wartość oporu oporników  $R_1$  i  $R_2$  połączonych:
  - a) szeregowo  $R_s = R_1 + R_2$
  - b) równolegle  $R_r = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$
 i porównać z wartościami zmierzonymi bezpośrednio.  
 Niepewność  $\Delta R_s = \Delta R_1 + \Delta R_2$   
 Niepewność  $\Delta R_r = (R_2)^2 \cdot \Delta R_1 / (R_1 + R_2)^2 + (R_1)^2 \cdot \Delta R_2 / (R_1 + R_2)^2$
2. Narysować wykres zależności  $i = f(U)$  dla połączonych szeregowo oporników  $R_1$  i  $R_2$  (wartości napięcia zaznaczamy na osi  $x$ , wartości natężenia na osi  $y$  - pamiętać o jednostkach). Zaobserwować czy jest to zależność liniowa. Z nachylenia  $a$  prostej obliczyć wartość sumy oporu oporników  $R_1$  i  $R_2$  – połączonych szeregowo. W tym celu wybieramy dwa punkty leżące na narysowanej prostej (nie są to punkty pomiarowe), na osiach  $U$  i  $i$  odczytujemy ich współrzędne  $(U_1, i_1)$  i  $(U_2, i_2)$ . Wartość nachylenia  $a = (i_2 - i_1) / (U_2 - U_1)$ , szukana wartość  $R_1 + R_2 = 1/a$ . Nachylenie  $a$  można również wyznaczyć metodą regresji liniowej. Niepewność  $\Delta a = |\Delta i_2| / |U_2 - U_1| + |\Delta i_1| / |U_2 - U_1| + \{[(i_2 - i_1) / (U_2 - U_1)]^2\} |\Delta U_2| + \{[(i_2 - i_1) / (U_2 - U_1)]^2\} |\Delta U_1|$ . Niepewność względna  $\Delta(R_1 + R_2) / (R_1 + R_2) = \Delta a / a$
3. Narysować wykres zależności  $i = f(U)$  dla żarówki. Zinterpretować otrzymany wykres. Czy jest to zależność liniowa?

#### V. Proponowane tabele pomiarowe:

Tabela 1

Wielkość	$R_1$	$\Delta R_1$	$R_2$	$\Delta R_2$	$R_z$	$\Delta R_z$	$R_{reg.}$	$\Delta R_{reg.}$	$R_s$	$\Delta R_s$	$R_r$	$\Delta R_r$
Jednostka	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$
Ukł.pom. wg rys.	1								2		3	
W. zmierzone												
W.obliczone												

Tabela 2

Mierzony opór	Układ pomiarowy wg rys.	$U_i$	$\Delta U_i$	$i_i$	$\Delta i_i$	$a$	$\Delta a$	$R_s$	$\Delta R_s$
		V	V	A	A	A/V	A/V	$\Omega = V/A$	$\Omega$
$R_s$	4								
		...	...	...	...				
$R_z$	5								
		...	...	...	...				