

# Fizyka 2

## Laboratorium 1

Krzysztof Łopatowski

Krzysztof Woźniak

Aleksander Wiśniewski

18 maj 2020

## Wstęp

### Przedmiot badań

Laboratorium miało dwa przedmioty badań:

1. Przy użyciu **suwmiarki** i **mikrometru**, obliczenie objętości walca i prostopadłościanu wraz z niepewnościami wyników.
2. Wyznaczanie zmieniających się napięć i natężeń prądu na opornikach w obwodzie elektrycznym wykorzystując **woltomierz**, **amperomierz** i **zasilasz laboratoryjny**.

### Cel badań

Głównym celem badań były weryfikacja prawa Ohma oraz oswojenie się z metodami pomiaru.

### Teoria

Rozważane przez nas zagadnienie to prąd w obwodzie elektrycznym i zależność między spadkiem napięcia na oporniku a natężeniem prądu płynącego przez układ. Zależność nazwana **prawem Ohma** mówi, że stosunek napięcia do natężenia prądu jest stały:  $\frac{U}{I} = \text{const}$ . Stosunek ten nazywamy oporem elektrycznym:  $R = \frac{U}{I}$ .

Do pomiaru płynącego prądu stosuje się amperomierz, który podłącza się do obwodu szeregowo. Do zmierzenia spadku napięcia na oporniku wykorzystuje się woltomierz, który podłącza się równolegle. Amperomierz powinien charakteryzować się bardzo niskim oporem wewnętrznym, natomiast dla woltomierza powinno zachodzić  $R_v \rightarrow \infty$

Istotnym zagadnieniem pierwszego laboratorium jest wyznaczanie niepewności pomiarowej: w kontekście obliczeń suwmiarką/mikrometrem, ale też w kontekście wyliczeń oporów. Wyróżniamy dwie metody obliczania niepewności pomiaru:

1. Obliczenie niepewności pomiaru **metodą typu A** jest metodą opartą o wyliczanie niepewności w oparciu o analizę statystyczną, np. przez metodę najmniejszych kwadratów
2. Obliczenie niepewności pomiaru **metodą typu B**: czyli każda metoda inna niż typu A. Zwykle w oparciu o dane o sprzęcie, np. niepewność wzorcowania, czy też niepewność eksperymentatora.

### Układ eksperymentalny

1. W pierwszej części laboratoriów używana była suwmiarka oraz mikrometr do badania różnych wielkości w prostopadłościanie i walcu. Dokładność suwmiarki i mikrometru wynosiły odpowiednio 0,02mm i 0,01mm. W obu przypadkach niepewność eksperymentatora przyjęto jako połowę niepewności wzorcowania.

Długość i szerokość prostopadłościanu, rzędu kilku centymetrów, liczone były za pomocą suwmiarki. Wysokość prostopadłościanu liczona była za pomocą mikrometru.

Bryła wcześniej nazywana jako walec miała kształt walca z wywierconym mniejszym walcem w środku. Celem eksperymentu było wyliczenie objętości tej bryły, dlatego liczone były za pomocą suwmiarki: wysokość walca zewnętrznego ( $H$ ), wysokość walca wewnętrznego ( $h$ ), średnica walca wewnętrznego ( $d$ ), średnica walca zewnętrznego ( $D$ ). Formuła na objętość matematycznego modelu bryły to

$$V = \frac{\pi}{4}(D^2H - d^2h)$$

2. Drugim celem laboratoriów były eksperymenty z obwodami elektrycznymi. Mieliśmy dostępną płytkę z obwodem, do której mogliśmy podłączać zasilanie, woltomierz oraz amperomierz. Używany woltomierzem był miernik uniwersalny **UM-112B**. Do zliczania natężenia używano cyfowego miernika uniwersalnego **METEX M-3800**. Model zasilacza to **DF1730SL5A**.

W ramach eksperymentu mierzone były napięcia i natężenia na czterech opornikach. Na trzech opornikach wykonano po jednym pomiarze, a na czwartym 10 pomiarów. Pomiary na czwartym oporniku wyglądały tak: na początku staraliśmy się ustawić zasilaczem natężenie prądu przepływającego przez opornik tak, aby amperomierz wskazywał 60mA. Sprawdzaliśmy wtedy spadek napięcia na oporniku na woltomierzu. W każdym kolejnym pomiarze staraliśmy się osiągać natężenie prądu o ~6mA mniejsze i ponownie sprawdzaliśmy napięcie.

## Dane eksperymentalne

Table 1: Wysokość prostopadłościanu

lp.	Wysokość ( $mm$ )
1.	3.70
2.	3.59
3.	3.58
4.	3.60
5.	3.60
6.	3.62
7.	3.58
8.	3.60
9.	3.59
10.	3.58
11.	3.59
12.	3.59
13.	3.58
14.	3.60
15.	3.64
16.	3.71
17.	3.57
18.	3.58
19.	3.62
20.	3.57
21.	3.57
22.	3.57
23.	3.58
24.	3.58
25.	3.71
26.	3.60
27.	3.68
28.	3.60
29.	3.57
30.	3.61

Table 2: Boki a i b prostopadłościanu

lp.	Bok a ( $cm$ )	Bok b ( $cm$ )
1	3.986	2.944
2	3.990	2.938
3	3.976	2.936

Table 3: Wymiary R, H i r walca

lp.	R ( $cm$ )	H ( $cm$ )	r ( $cm$ )
1.	3.014	3.988	1.130
2.	3.012	3.980	1.182
3.	3.012	3.996	1.130

Table 4: Wysokość walca wewnętrznego

lp.	h (cm)
1.	2.004
2.	2.008
3.	2.040
4.	2.020
5.	2.010
6.	2.022
7.	2.060
8.	2.082
9.	2.010
10.	2.002

Table 5: Opornik R4

lp.	U (V)	I (mA)	Zakres U (V)	Zakres I (mA)
1.	23.00	60.40	30	200
2.	21.00	53.90	30	200
3.	18.50	48.10	30	200
4.	16.00	41.90	30	200
5.	14.00	46.20	30	200
6.	11.50	30.10	30	200
7.	9.20	23.90	10	200
8.	6.80	17.50	10	20
9.	4.60	11.88	10	20
10.	2.15	5.61	3	20

Table 6: Oporniki R1, R2, R3

lp.	Opornik	U (V)	I (mA)	Zakres U (V)	Zakres I (mA)
1.	R1	1.95	42.60	3	200
2.	R2	1.55	15.73	3	20
3.	R3	0.74	7.61	1	20

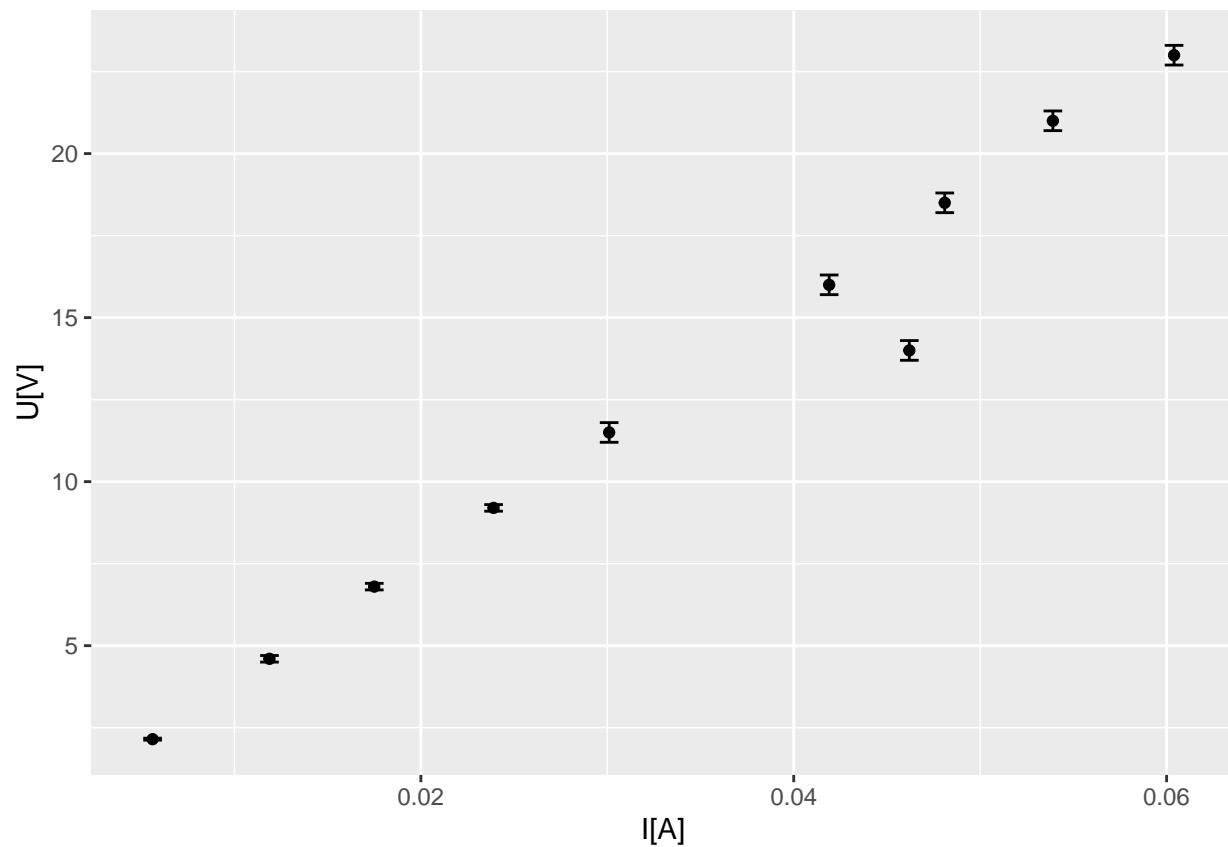
## Opracowanie pomiarów oraz analiza niepewności pomiarów

### Analiza wyników obliczeń na prostopadłościanie

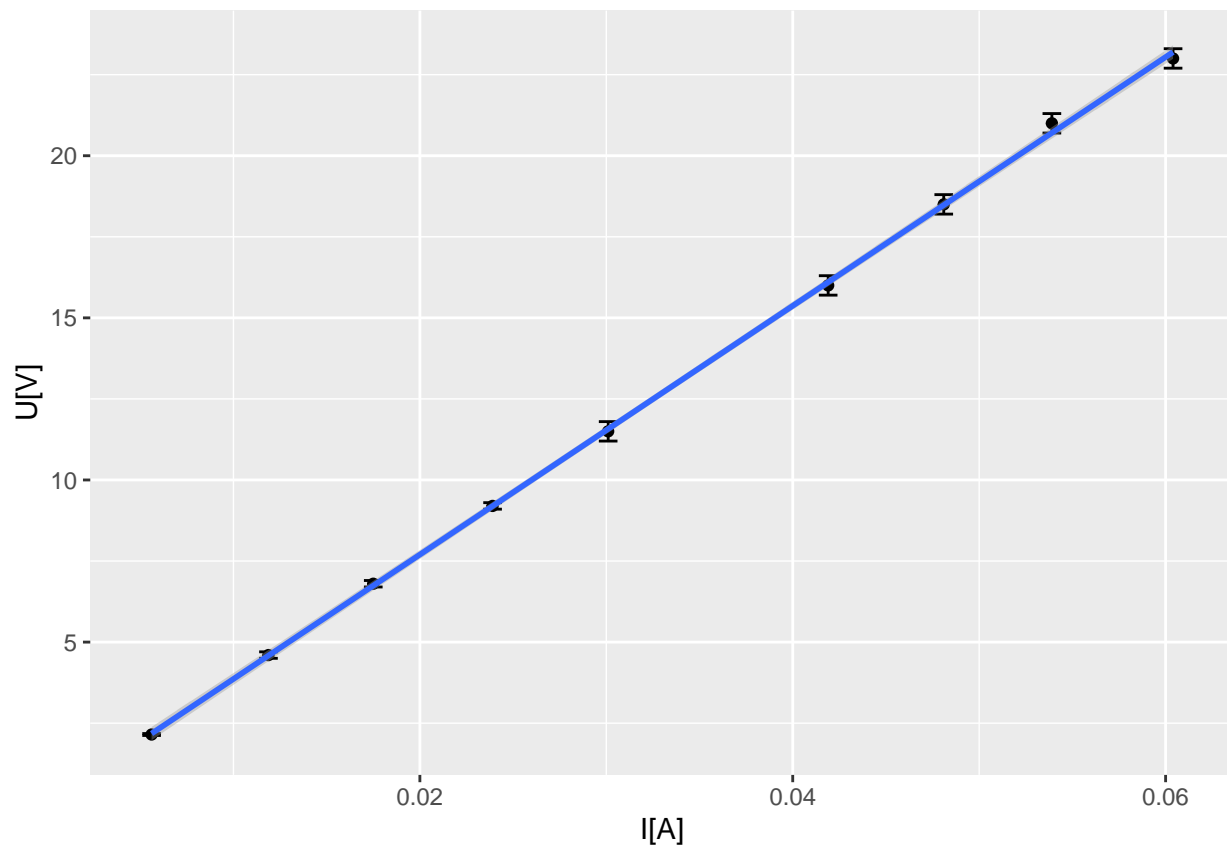
### Analiza wyników obliczeń objętości walca

### Analiza oporu na oporniku R4

Spróbujemy, na podstawie obliczeń na oporniku R4, wyznaczyć opór tego opornika. Badaliśmy napięcia i natężenia z różnymi zakresami. Zobaczmy najpierw wszystkie dane na wykresie:



Widzimy, że jedna obserwacja zdecydowanie nie pasuje do reszty i zostanie potraktowana jako błąd gruby. Przeprowadzimy teraz prostą przez zbiór obserwacji.



Z dopasowania prostej do zestawu danych widzimy, że średni opór wynosi  $383.587\Omega$ . Jest to współczynnik kierunkowy tej prostej. Niepewność tych obliczeń dopasowania wynosi 2.639. Opór wynosi więc  $383.58(2.64)\Omega$ .

Następnie przedstawiamy wyliczone dla każdej obserwacji wartości oporu, wraz z niepewnością złożoną.

Niepewność złożona dla oporu liczona jest ze wzoru:  $u_R = \sqrt{(\frac{\partial R}{\partial U})u_U^2 + (\frac{\partial R}{\partial I})u_I^2}$ . Wartość  $u_U$  wyliczana jest ze wzoru  $u_U = \frac{\Delta U}{\sqrt{3}}$ , gdzie  $\Delta U = \frac{\text{klasa} \cdot \text{zakres}}{100}$ , natomiast wartość  $u_I$  ze wzoru  $u_I = \frac{\Delta I}{\sqrt{3}}$ , gdzie  $\Delta I = 0.012I + 0.1$  dla zakresu  $200mA$ , natomiast  $\Delta I = 0.005I + 0.01$  dla zakresu  $20mA$ .

U[V]	I[A]	R[Ohm]	Niepewność złożona
23.00	0.06040	380.7947	4.151702
21.00	0.05390	389.6104	4.476569
18.50	0.04810	384.6154	4.768734
16.00	0.04190	381.8616	5.210406
11.50	0.03010	382.0598	6.673485
9.20	0.02390	384.9372	4.332739
6.80	0.01750	388.5714	3.527976
4.60	0.01188	387.2054	5.032259
2.15	0.00561	383.2442	3.432854

**Wyniki**

**Porównanie z teorią, wartościami tablicowymi, innymi eksperymentami**

**Wnioski i podsumowanie**