

Katarzyna Grebieszko

Wydział Fizyki
Politechnika Warszawska

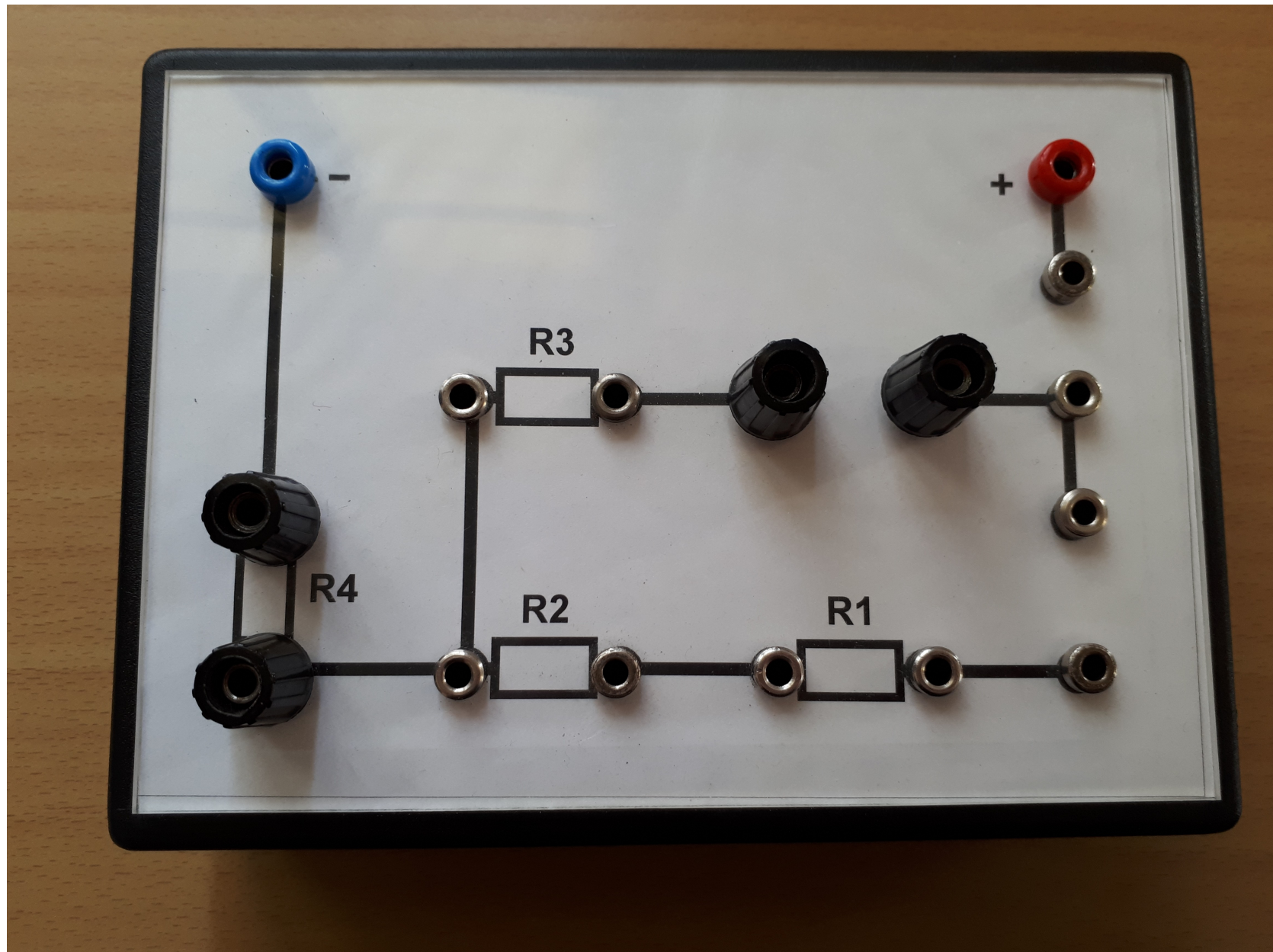
Ćwiczenie 1
Metody pomiarowe i opracowania
wyników w laboratorium fizyki

Luty 2021

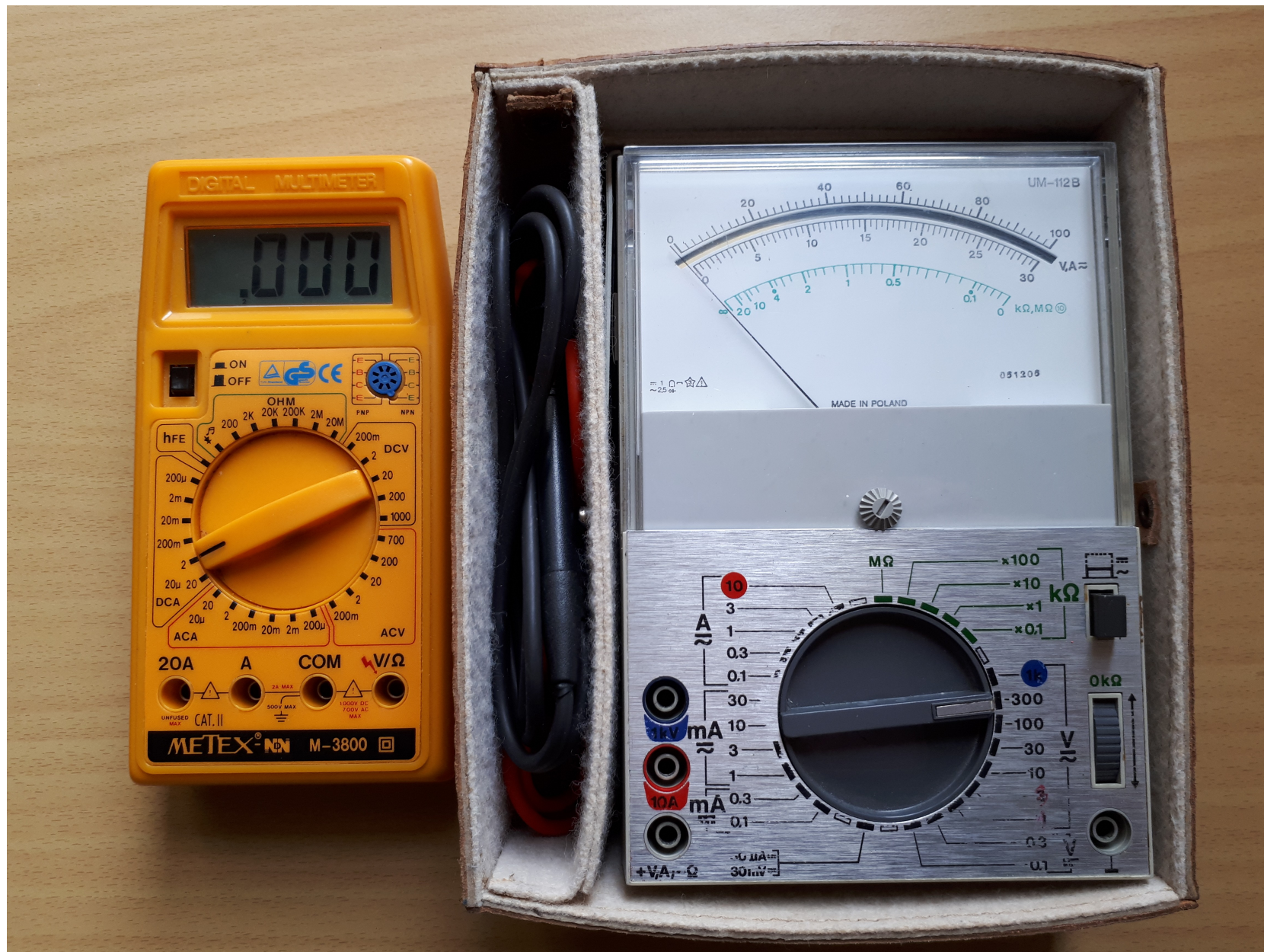
Część 1.

**Pomiary wielkości
elektrycznych**

Układ oporników w ćwiczeniu



Używane w ćwiczeniu mierniki



Miernik używany w ćw. jako amperomierz



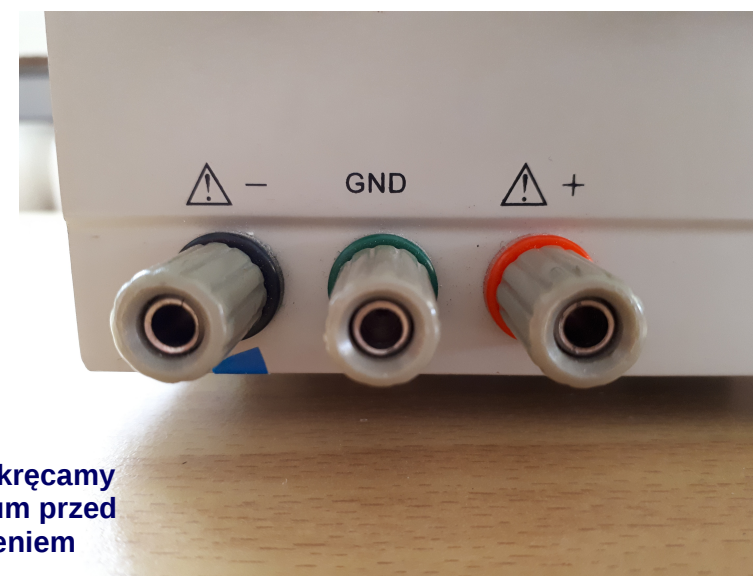
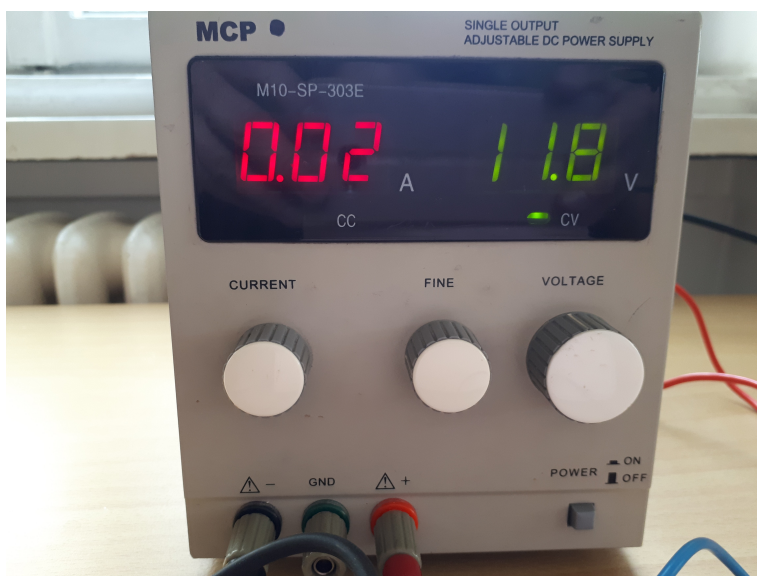
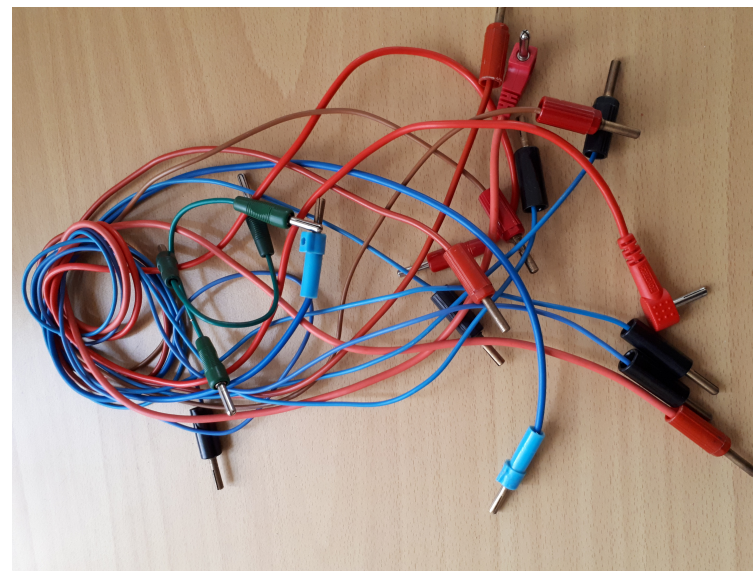
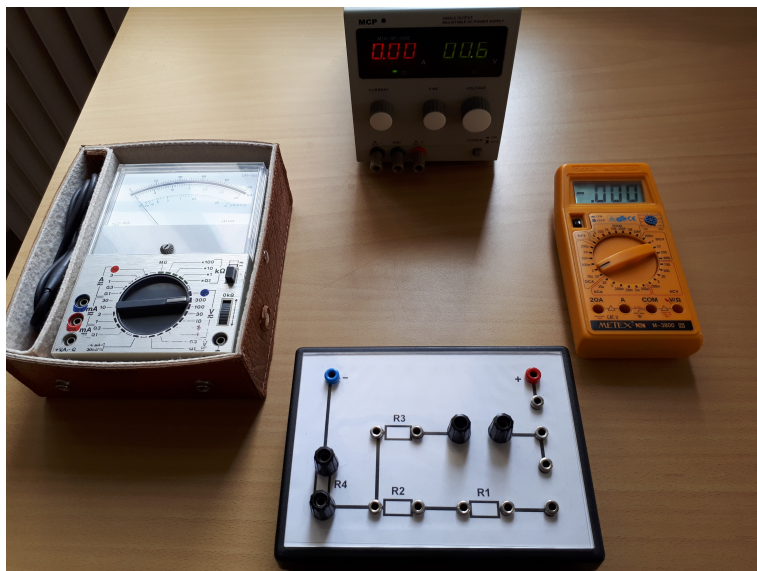
- A / COM lub 20A / COM
- Przed podłączeniem miernik ustawiamy na maksymalny zakres
- Do zapisania wszystkie mierzone cyfry, np. 0.800 A (jeśli widoczne 3 cyfry po kropce) a nie 0.8 A

Miernik używany w ćw. jako woltomierz

- Miernik powinien leżeć poziomo
- Uwaga na górny prawy przycisk (prąd zmienny / stały)
- Przed podłączeniem miernik ustawiamy na maksymalny zakres
- Odczyt zależy od wybranego zakresu (górną lub dolną skalę)
- Odczyt na wprost skali (pomocne lusterko)



Budujemy układy

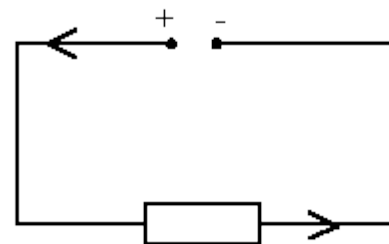
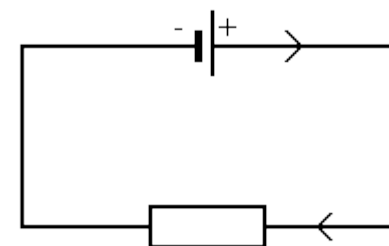


Zasilacz skręcamy na minimum przed uruchomieniem

Przykład innego zasilacza

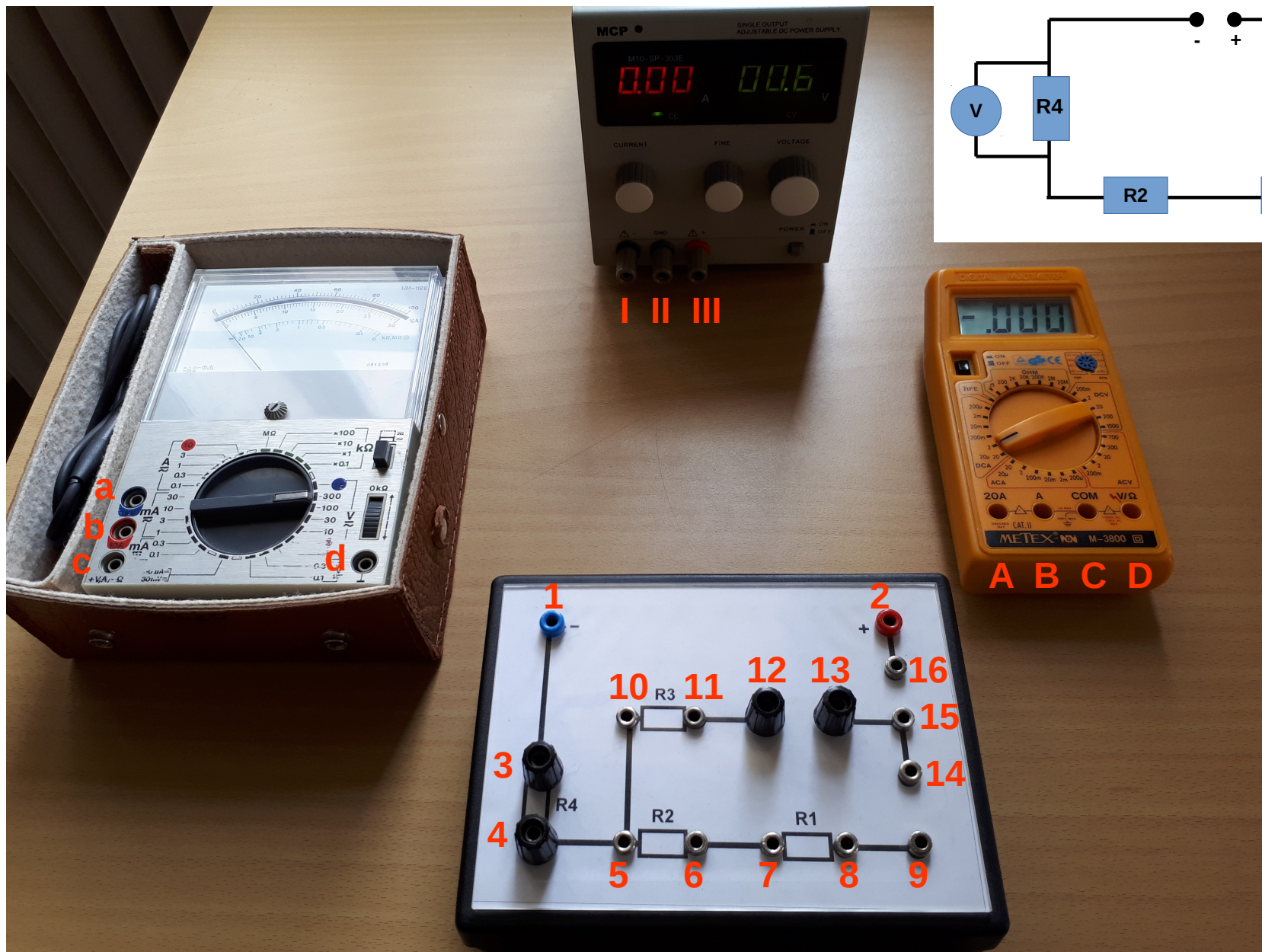


Umowny kierunek prądu

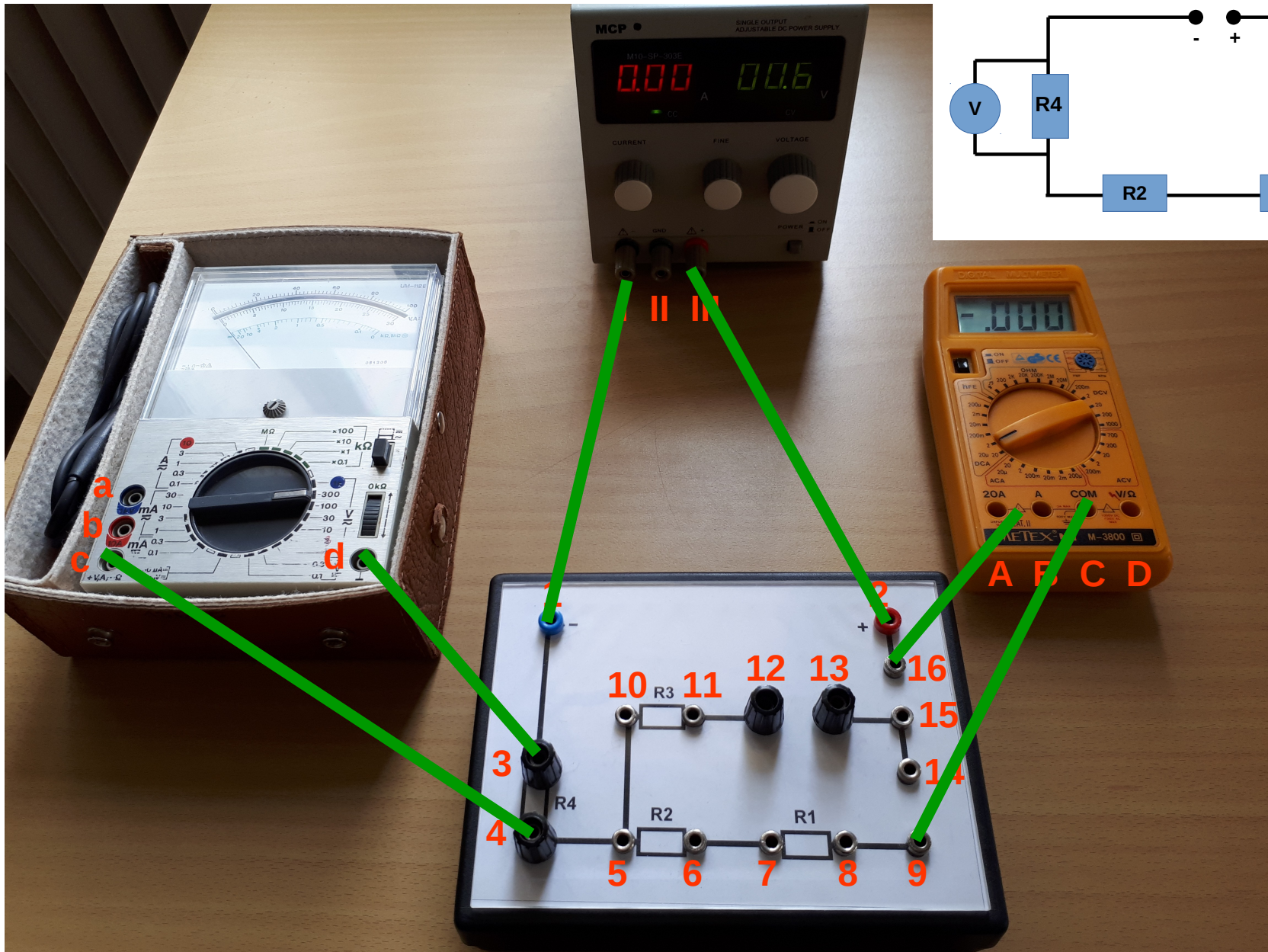


http://www.fizykon.org/elektrycznosc/el_kierunek_pradu_elektrycznego.htm

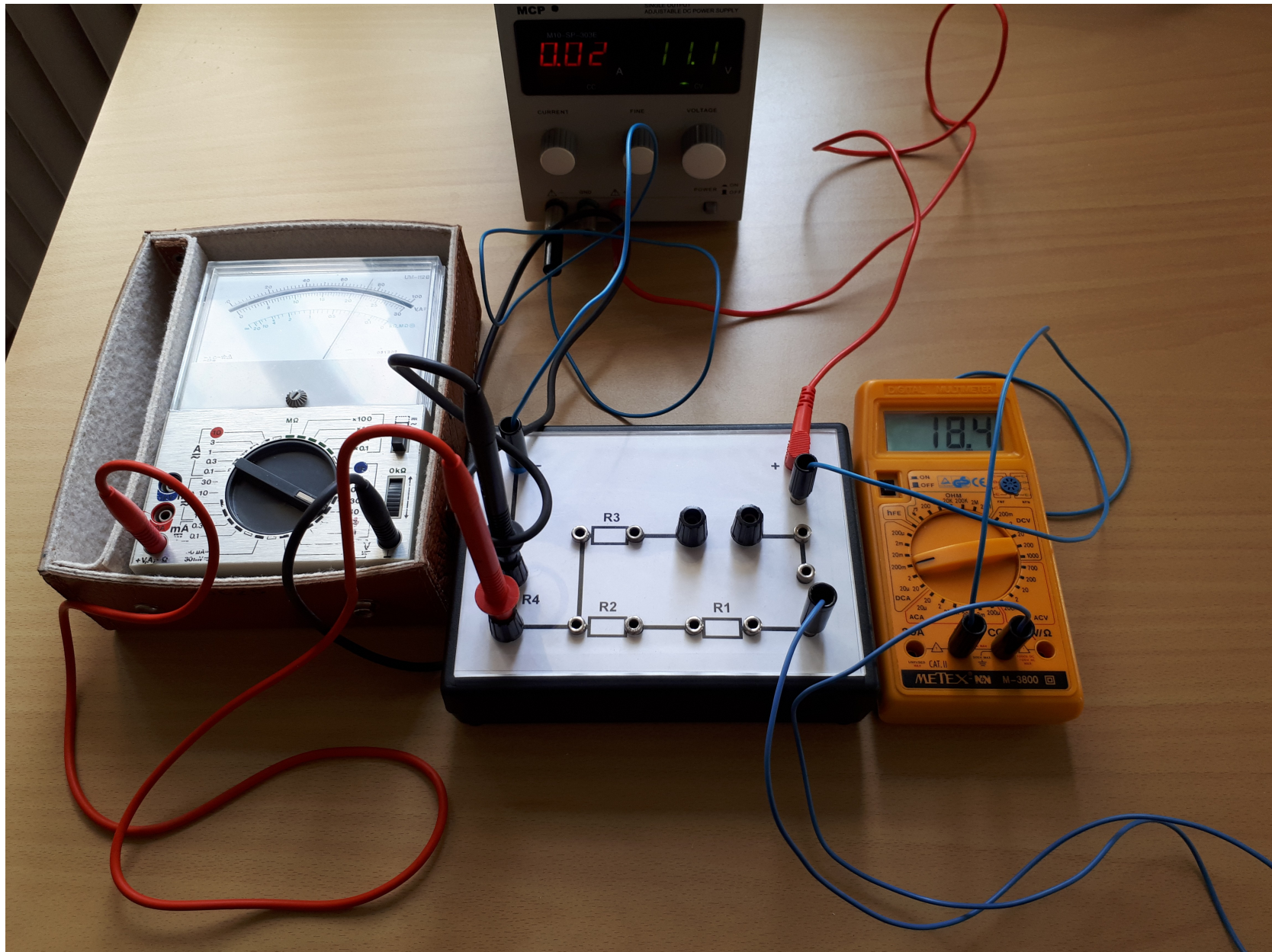
Układ do pomiaru na R4 – do złożenia



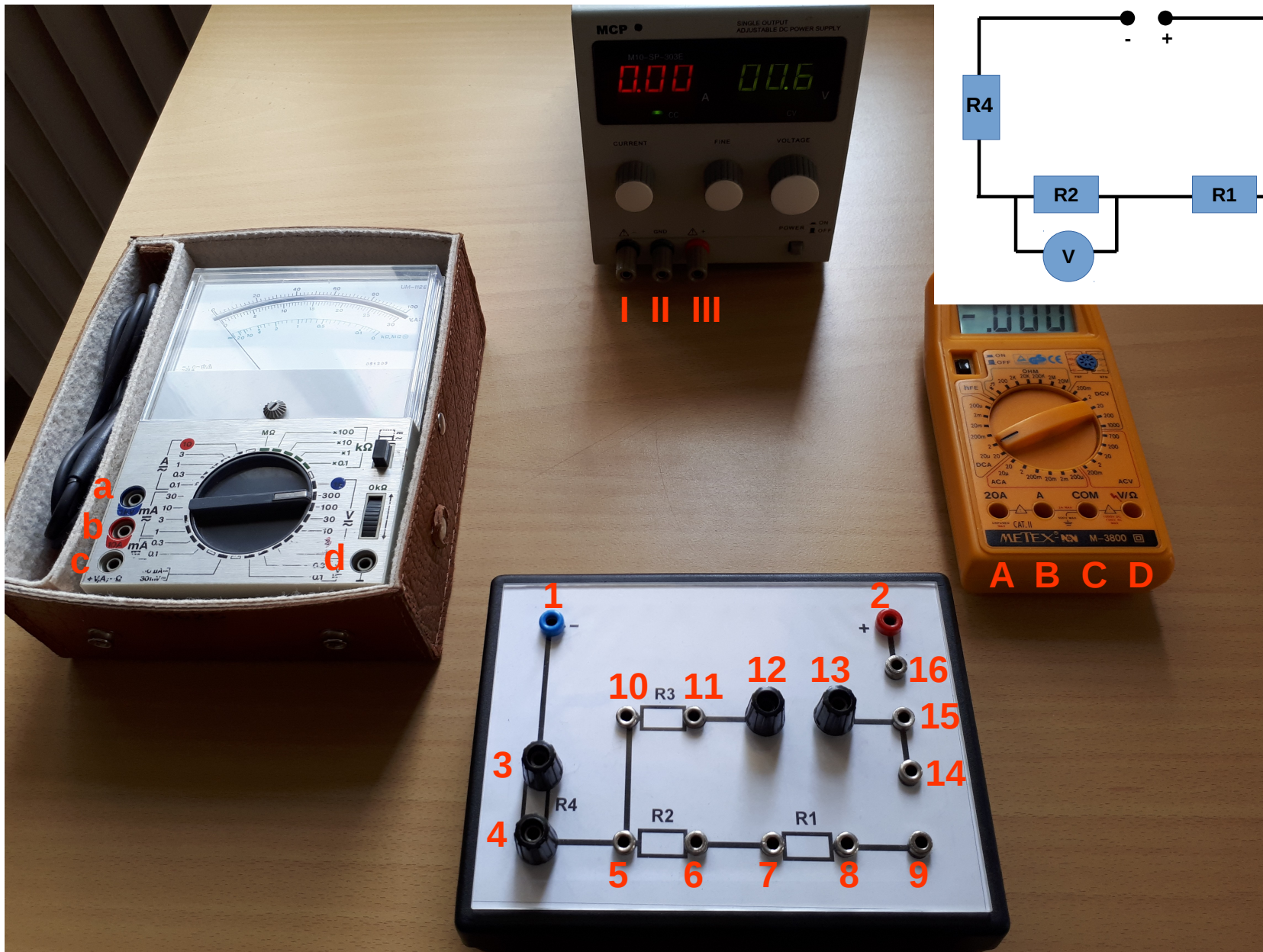
Układ do pomiaru na R4 – gotowy



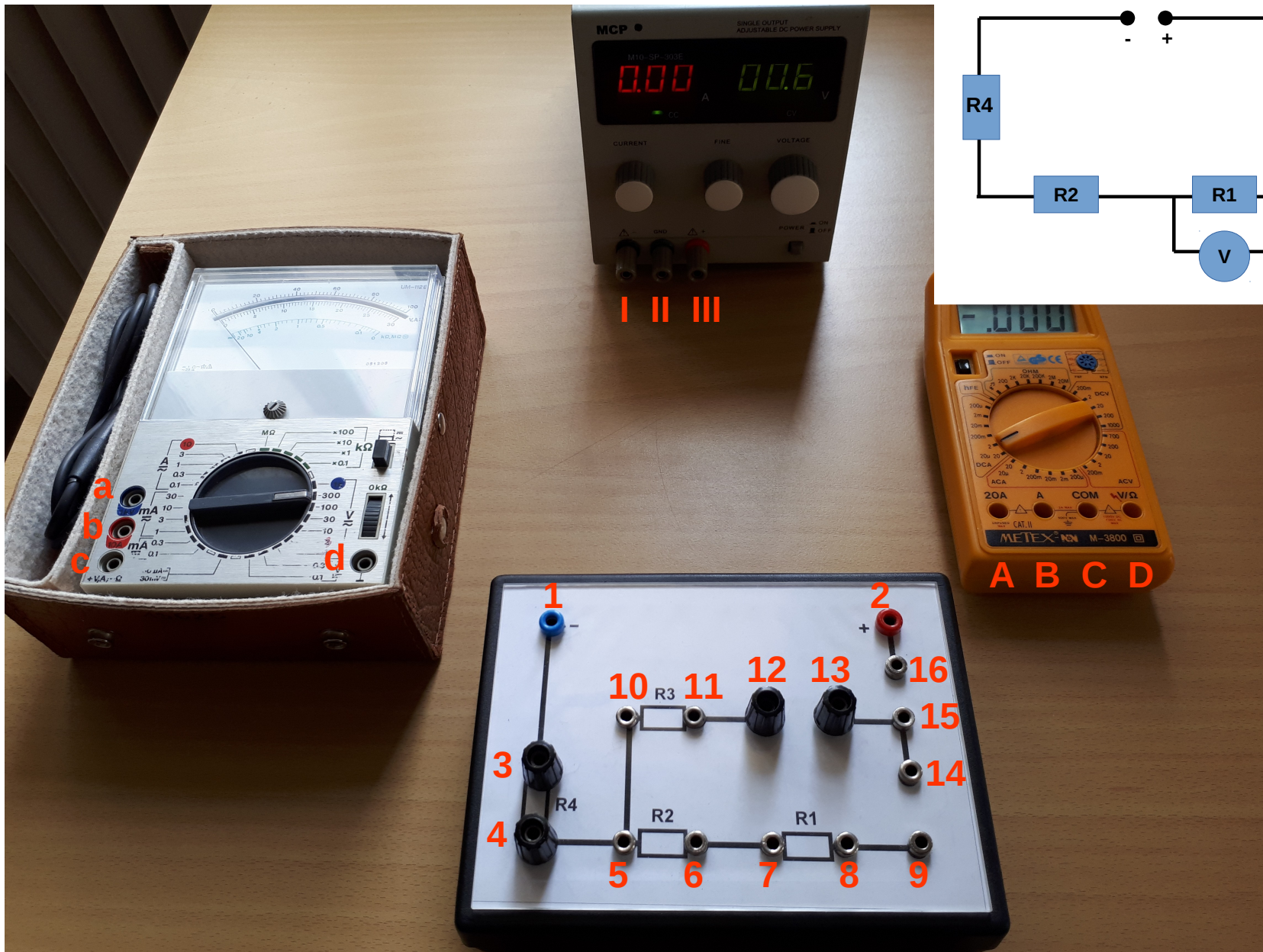
Układ do pomiaru na R_4 – zdjęcie



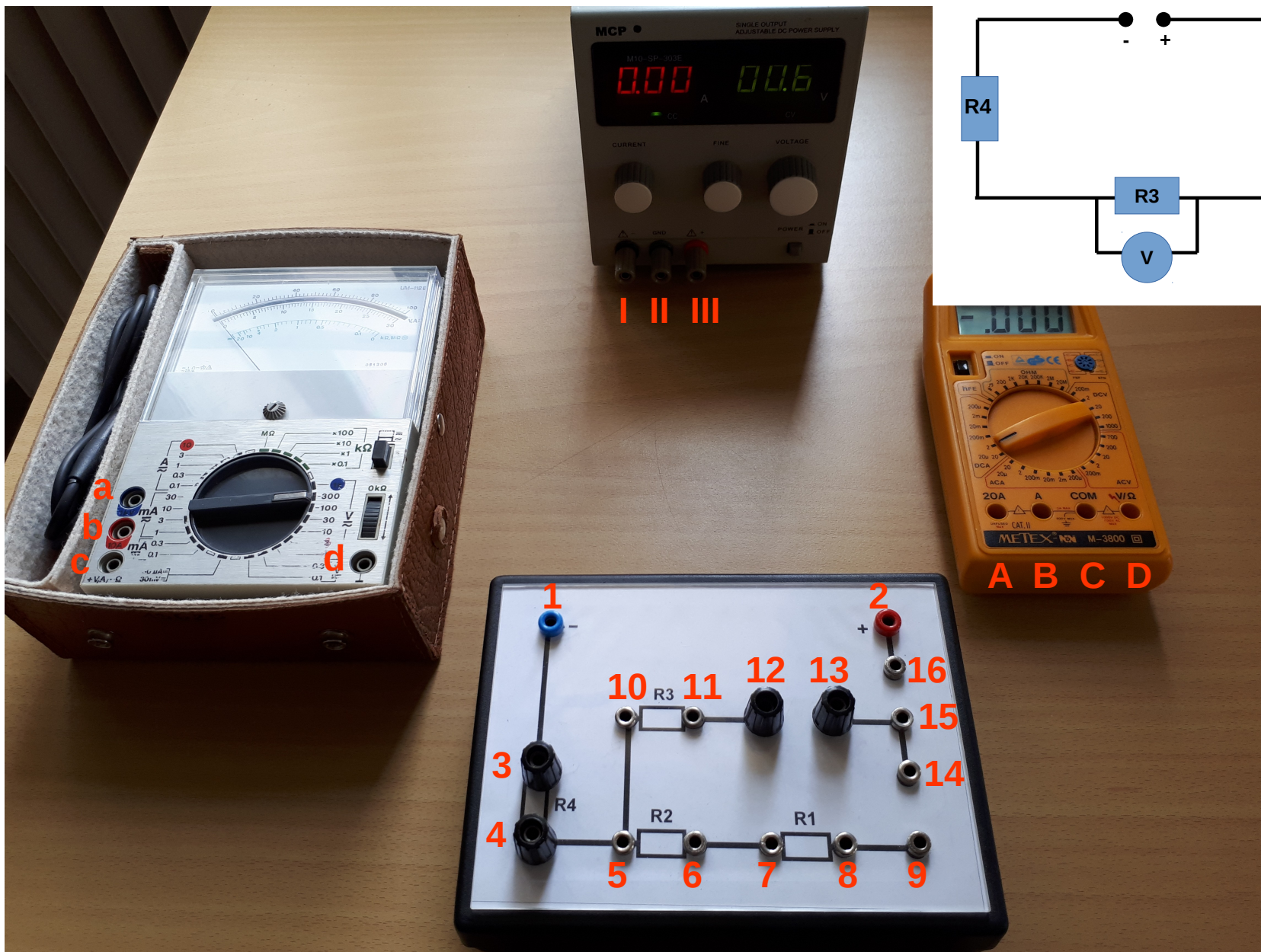
Układ do pomiaru na R2 – do złożenia



Układ do pomiaru na R1 – do złożenia



Układ do pomiaru na R3 – do złożenia



Przykładowe pomiary – co można poprawić?



Zmiana zakresu → zmiana precyzji



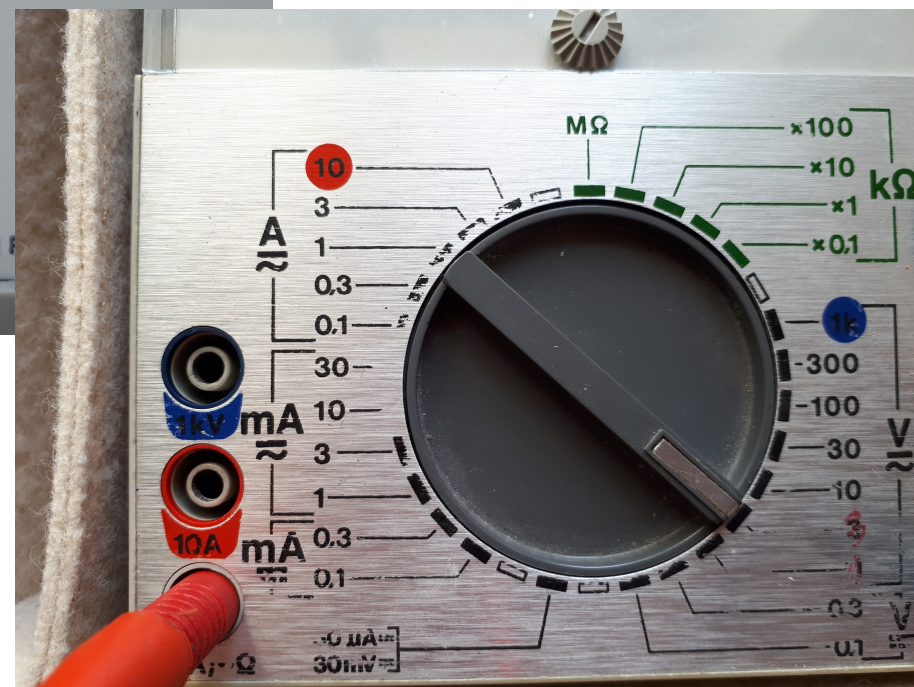
Przykładowe pomiary – co można poprawić?



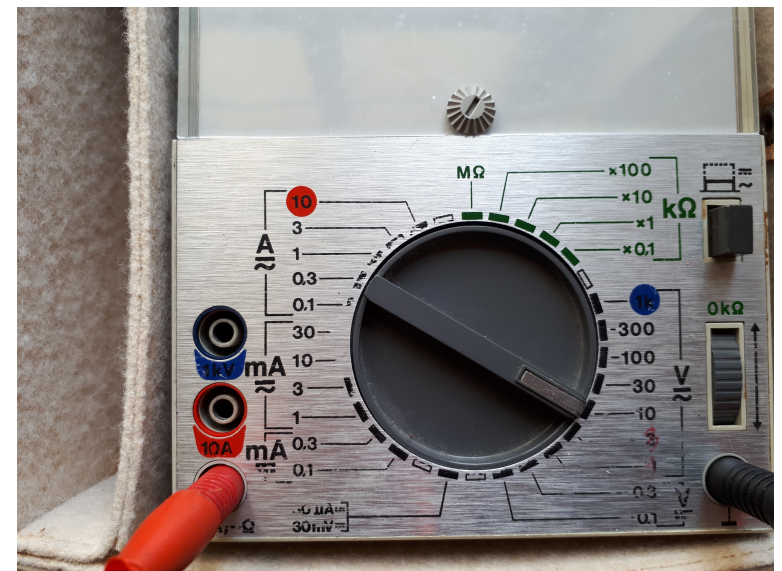
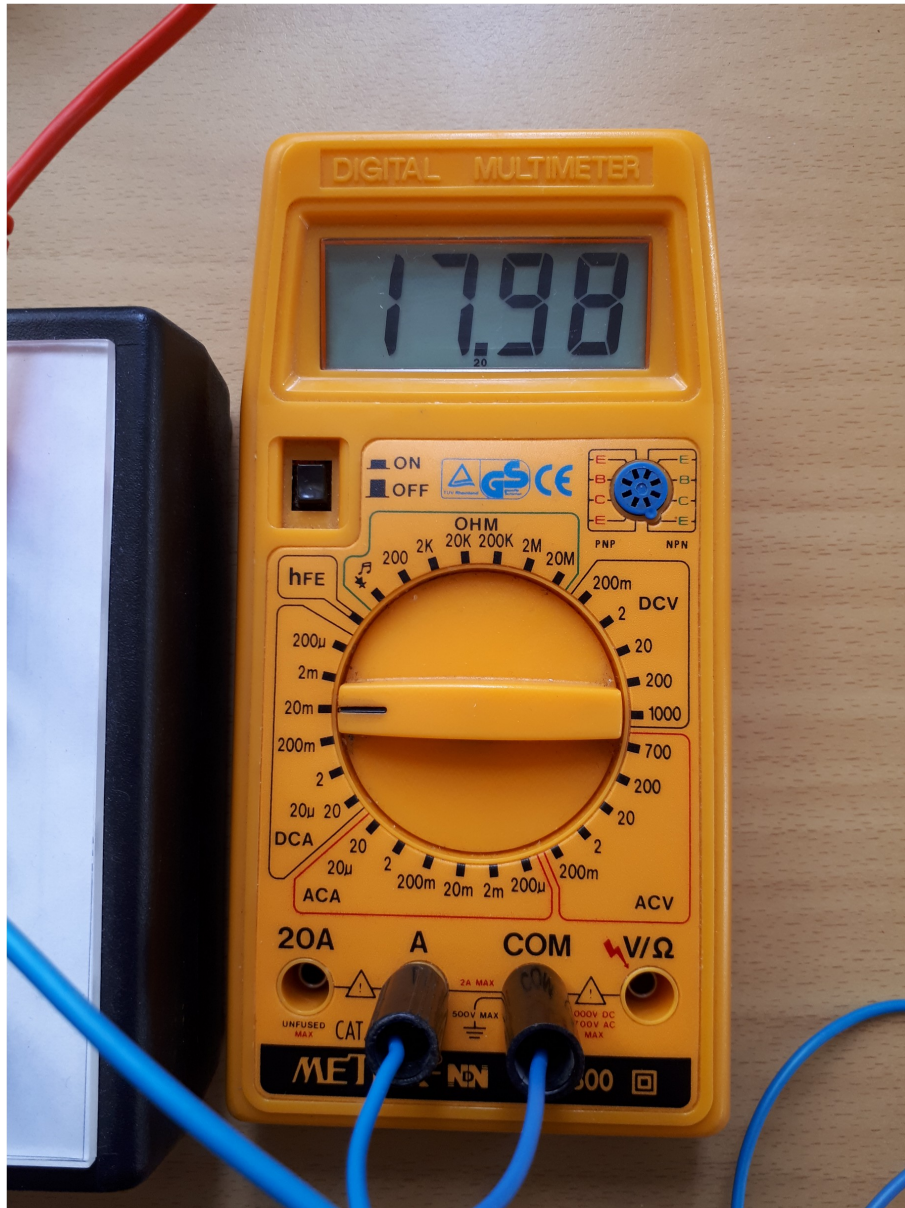
Prawidłowość zakresu (dla obu mierników!) trzeba sprawdzić przed każdym spisaniem wyniku pomiaru

Jaki jest teraz odczyt napięcia?
→ zakres 3 V czyli odczyt ok. 0.30 V

Co można zmienić?
→ zejść do niższego zakresu (1 V)

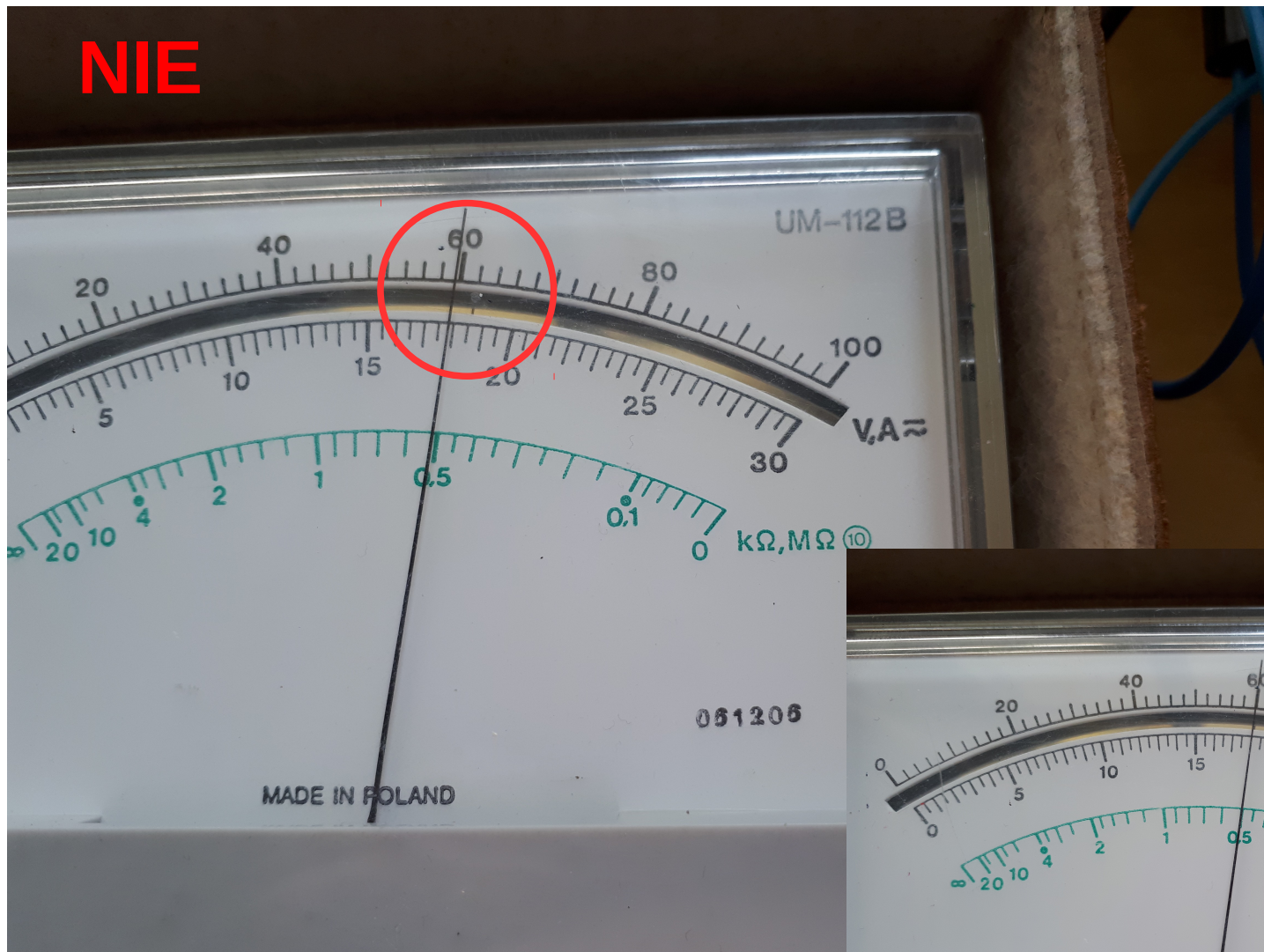


Przykładowe pomiary – na dobrych zakresach



Jak należy ustawić się w czasie odczytu

NIE



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



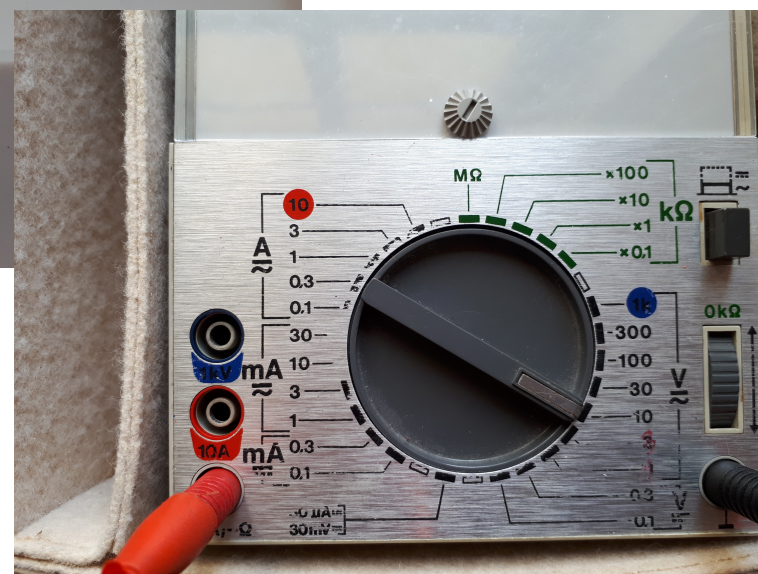
Zakres 10 V

Jaka jest najmniejsza podziałka na tym zakresie?

→ 0.2 V

Jaki jest odczyt napięcia?

→ 7.2 V



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Zakres 30 V



Jaka jest najmniejsza podziałka na tym zakresie?

→ 0.5 V

Jaki jest odczyt napięcia?

→ 11.5 V

Więcej
przykładów
do odczytu



Jeśli pomiar jest **na zakresie 100 V** to jaka jest najmn. podziałka i odczytana wartość?

→ **najmniejsza podziałka: 2 V, odczyt: 56 V**

Jeśli pomiar jest **na zakresie 30 V** to jaka jest najmn. podziałka i odczytana wartość?

→ **najmniejsza podziałka: 0.5 V, odczyt: 16.5 V**

Więcej przykładów do odczytu



Jeśli pomiar jest **na zakresie 10 V** to jaka jest najmn. podziałka i odczytana wartość?

→ **najmniejsza podziałka: 0.2 V, odczyt: 8.4 V**

Jeśli pomiar jest **na zakresie 3 V** to jaka jest najmn. podziałka i odczytana wartość?

→ **najmniejsza podziałka: 0.05 V, odczyt: 2.50 V**

Więcej przykładów do odczytu



Jeśli pomiar jest **na zakresie 1 V** to jaka jest najmn. podziałka i odczytana wartość?

→ **najmniejsza podziałka: 0.02 V, odczyt: 0.62 V**

Jeśli pomiar jest **na zakresie 0.3 V** to jaka jest najmn. podziałka i odczytana wartość?

→ **najmniejsza podziałka: 0.005 V, odczyt: 0.185 V**

Więcej przykładów do odczytu



Jeśli pomiar jest **na zakresie 100 V** to jaka jest najmn. podziałka i odczytana wartość?

→ **najmniejsza podziałka: 2 V, odczyt: 46 V**

Jeśli pomiar jest **na zakresie 0.1 V** to jaka jest najmn. podziałka i odczytana wartość?

→ **najmniejsza podziałka: 0.002 V, odczyt: 0.046 V**

Co powinno zawierać sprawozdanie

- Wstęp** teoretyczny (cele ćwiczenia, podstawy fizyczne zjawisk, schematy, etc.)
 - Tabela** z otrzymanymi danymi; może być od razu połączona z obliczeniami jak poniżej.
- Uwaga: tabela odnosi się do opornika R4, ale takie same informacje powinny być podane dla pojedynczych pomiarów na opornikach R1, R2 oraz R3

I (mA)	zakr. I (mA)	ΔI (mA)	u_I (mA)	I (u_I) (mA)	U (V)	zakr. U (V)	najm. podz. (V)	ΔU (V) / ΔU_E (V)	u_U (V)	U (u_U) (V)
34.0	200	0.508	0.293	34.00 (0.29)	13.0	30	0.5	0.3 / 0.25	0.225	13.00 (0.23)
10.95	20	0.0647	0.0374	10.950 (0.037)	4.2	10	0.2	0.1 / 0.1	0.0816	4.200 (0.082)

Np. na zakresie **200 mA**: $\Delta I = 1.2\% \text{ rdg} + 1 \text{ dgt} = 1.2/100 \cdot 34.0 \text{ mA} + 0.1 \text{ mA} = 0.508 \text{ mA}$

Np. na zakresie **20 mA**: $\Delta I = 0.5\% \text{ rdg} + 1 \text{ dgt} = 0.5/100 \cdot 10.95 \text{ mA} + 0.01 \text{ mA} = 0.0647 \text{ mA}$

niepewność standardowa: $u_I = \Delta I / \sqrt{3}$

$\Delta U = \text{klasa} \cdot \text{zakres} / 100$

$\Delta U_E = \text{np. } \frac{1}{2} \text{ najmniejszej podziałki}$

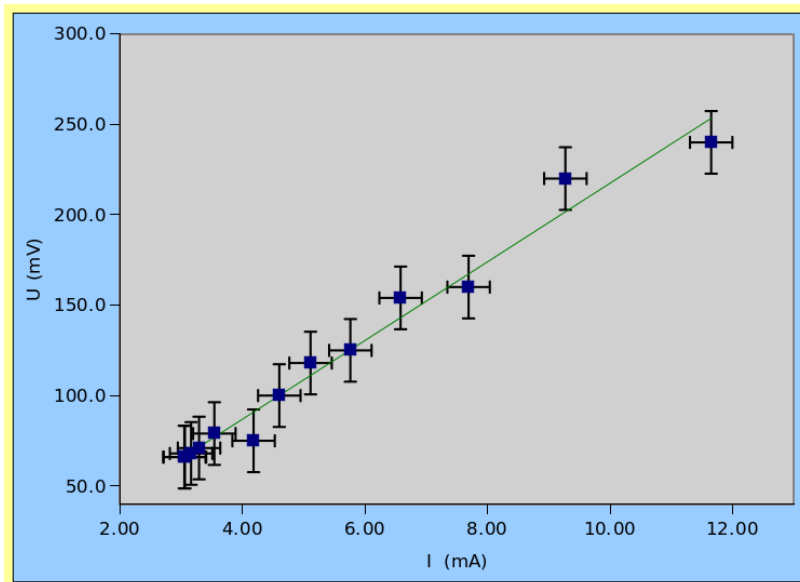
Np. na zakresie 30 V: $\Delta U = 1 \cdot 30 \text{ V} / 100 = 0.3 \text{ V}$; $\Delta U_E = 0.25 \text{ V}$

niepewność standardowa: $u_U = \text{sqrt}[(\Delta U / \sqrt{3})^2 + (\Delta U_E / \sqrt{3})^2]$

$$u_U = \sqrt{\frac{(\Delta U)^2}{3} + \frac{(\Delta U_E)^2}{3}}$$

Co powinno zawierać sprawozdanie

- Rysunek **U** w funkcji **I** z naniesionymi niepewnościami (u_U oraz u_I)
- Opór **R4** (oraz jego niepewność – **typ A**) wyznaczamy z **metody najmniejszych kwadratów** (w tym ćwiczeniu przy użyciu wzorów a nie gotowego programu fitującego)



Wzory z wykładu wstępnego: prosta ma postać $y=ax$; znamy niepewności na y-ach

$$R4 \equiv \bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i y_i / s_{y_i}^2)}{\sum_{i=1}^N (x_i^2 / s_{y_i}^2)} = \frac{\sum_{i=1}^N (I_i U_i / u_{U_i}^2)}{\sum_{i=1}^N (I_i^2 / u_{U_i}^2)}$$

$$u_{R4} \equiv s_a = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^N (x_i^2 / s_{y_i}^2)}} = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^N (I_i^2 / u_{U_i}^2)}}$$

Proszę o **podanie** oddzielnie wartości **licznika i mianownika** ze wzoru na R4

Przy liczeniu: **mA, mV** lub **A, V**
~~**mA, V**~~ ~~**A, mV**~~

Proszę o **podanie odpowiedzi**

końcowej: R4 = wartość (niepewność) Ω
 Np. R4 = 378.51 (0.94) Ω

Co powinno zawierać sprawozdanie

5. Dla dwóch wybranych pomiarów z tabeli (2 strony wcześniej) liczymy R4 z prawa Ohma ($R = U/I$) a ich niepewności (typ B) ze wzoru:

$$\text{niepewność złożona } u_R = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial U}\right)^2 u_U^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial I}\right)^2 u_I^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{I}\right)^2 u_U^2 + \left(\frac{-U}{I^2}\right)^2 u_I^2}$$

Uwaga: przy liczeniu mA \rightarrow A

6. Podajemy odpowiedzi końcowe w postaci:

R4 (1) = wartość (niepewność) Ω

R4 (2) = wartość (niepewność) Ω

Porównujemy z wartością i niepewnością R4 z MNK. Wnioski?

7. Dla pojedynczych pomiarów na opornikach R1, R2 i R3 liczymy ich opory i niepewności oporów (typ B). Uwaga: trzeba wypisać w sprawozdaniu wszystkie wielkości zawarte w tabeli (2 strony wcześniej). Podajemy odpowiedzi końcowe w postaci:
Rx = wartość (niepewność) Ω

Ważne: i) niepewności mogą być pokazywane w sprawozdaniu z maksymalnie 2 cyframi znaczącymi, ii) wartość i jej niepewność muszą mieć taką samą dokładność (tyle samo cyfr po przecinku)

Koniec części 1.