

Katarzyna Grebieszko

Wydział Fizyki
Politechnika Warszawska

Ćwiczenie 1

Metody pomiarowe i opracowania wyników w laboratorium fizyki

Luty 2021

Część 2.

Pomiary wielkości geometrycznych

Elementy do zmierzenia

Płytką: 60–100 razy grubość mikrometrem,
1 x szerokość, 1 x długość suwmiarką

Walec: 60–100 razy grubość mikrometrem,
1 x wysokość suwmiarką

Kulka: 60–100 razy średnicę mikrometrem



Możliwości pomiaru suwmiarką

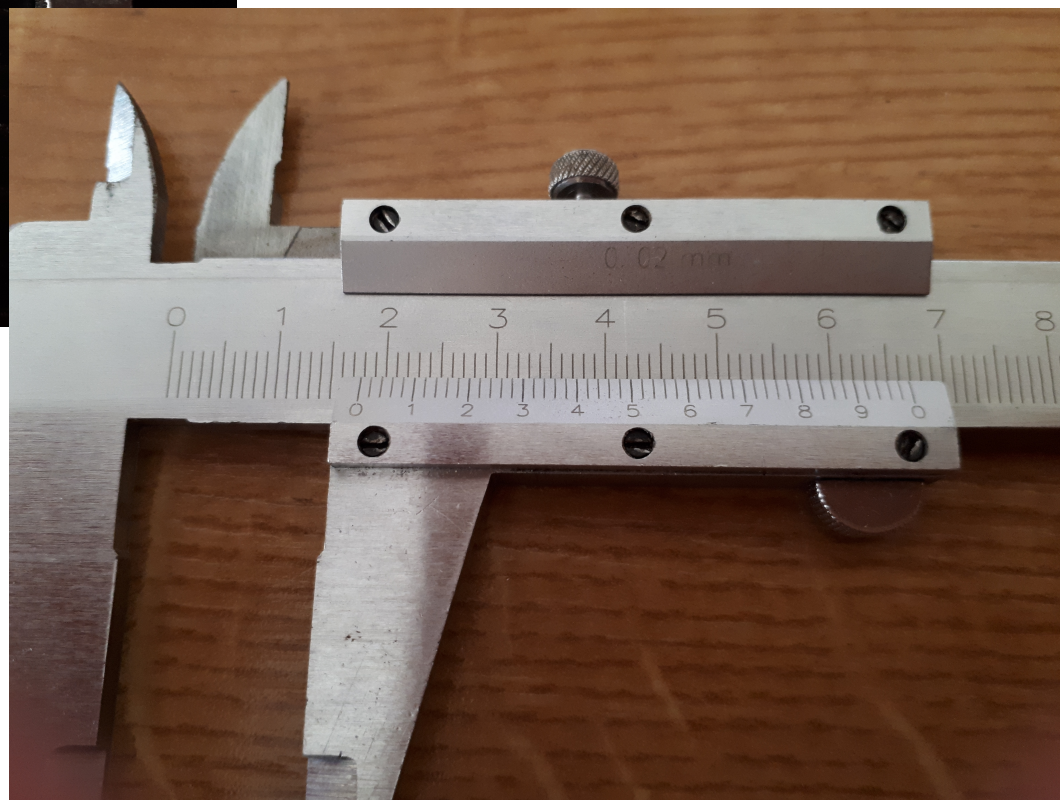


- Wymiary zewnętrzne
- Wymiary wewnętrzne
- Głębokość

Różne dokładności suwmiarek



- Górna: dokładność 0.05 mm
- Dolna: dokładność 0.02 mm



Różne typy mikrometrów



Sprawdzamy wyzerowanie

Jeden obrót wrzeciona to 0.50 mm

Najmniejsza podziałka $\Delta x = 0.01$ mm



Pomiar



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



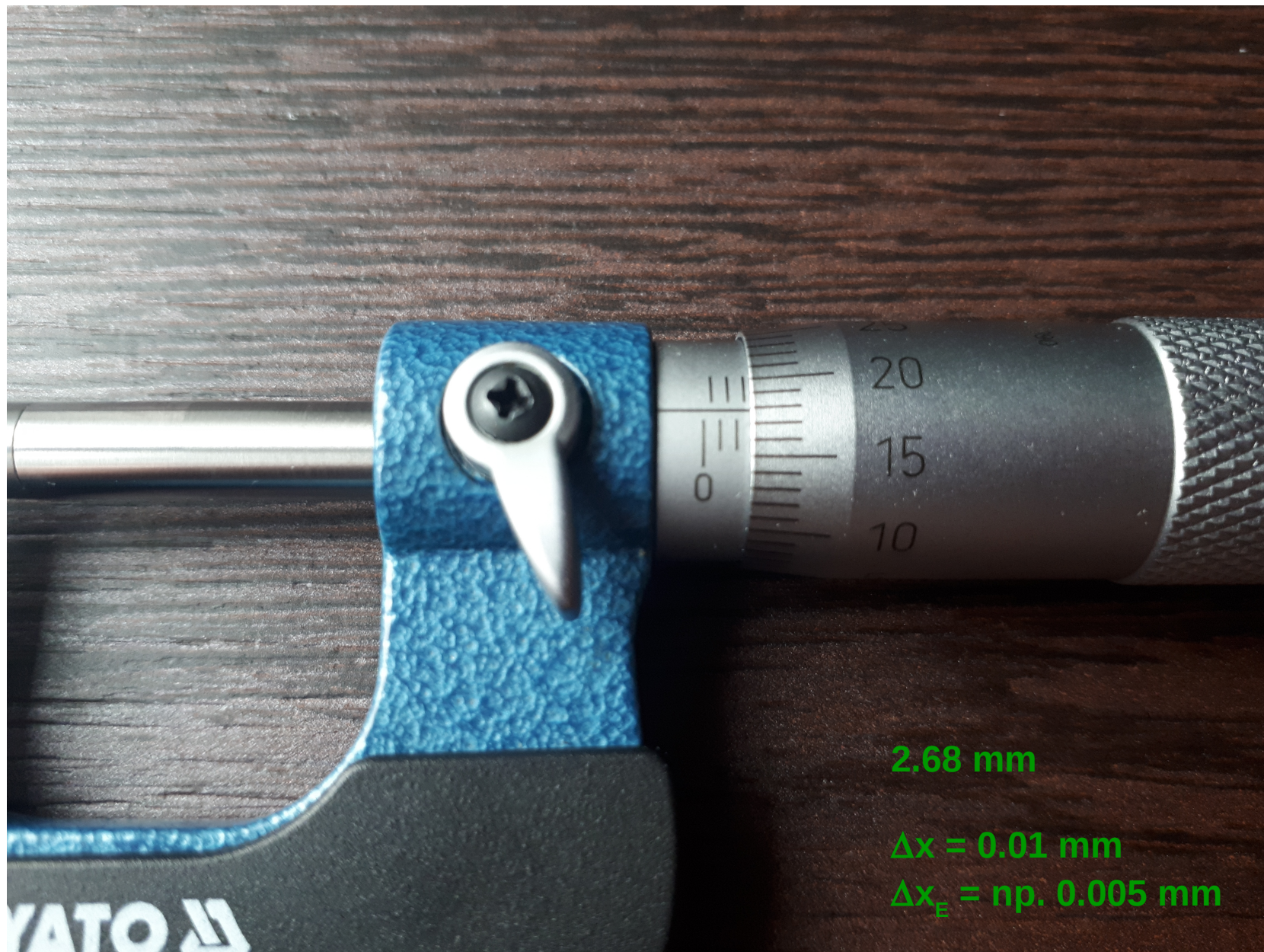
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



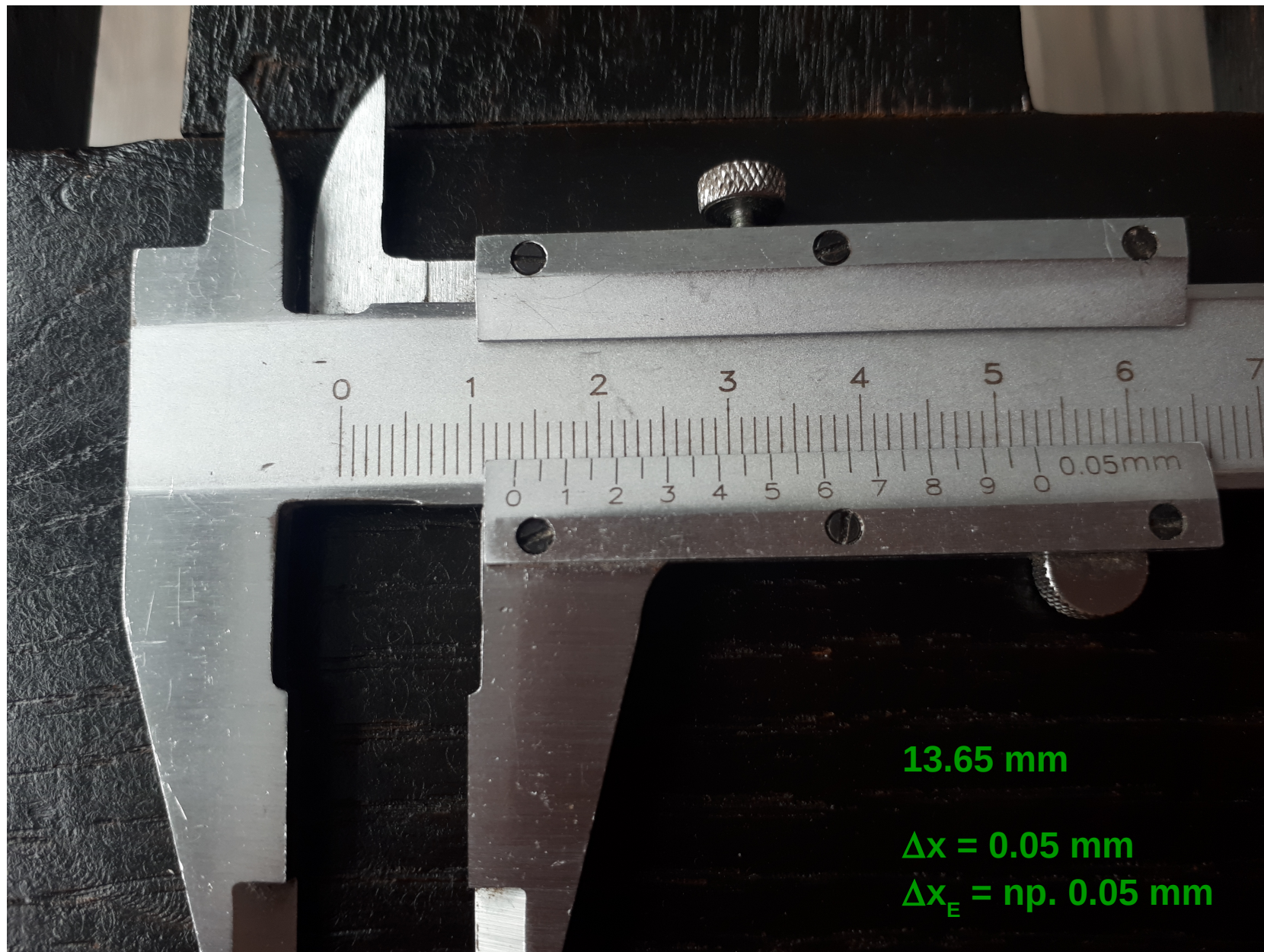
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



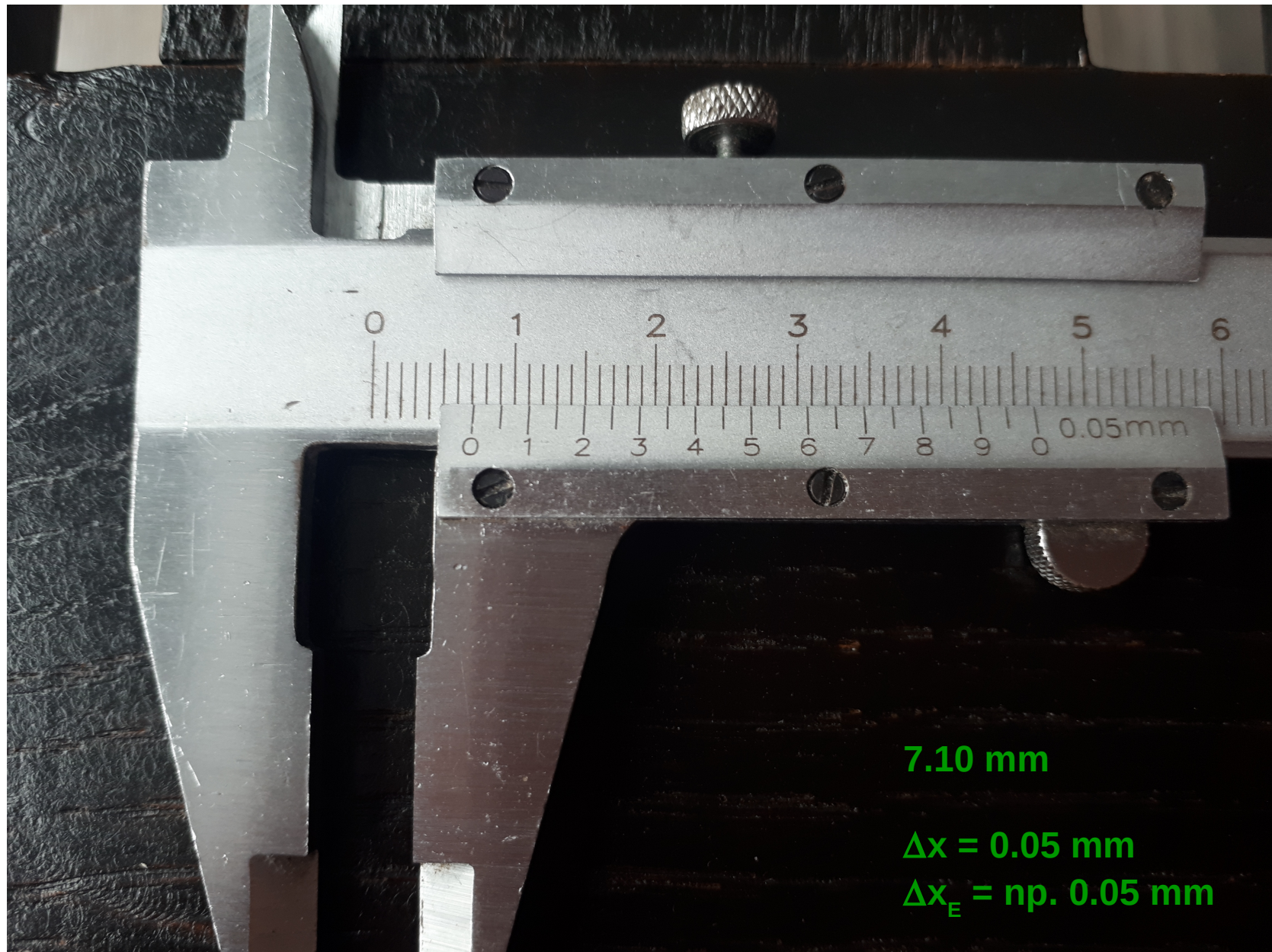
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



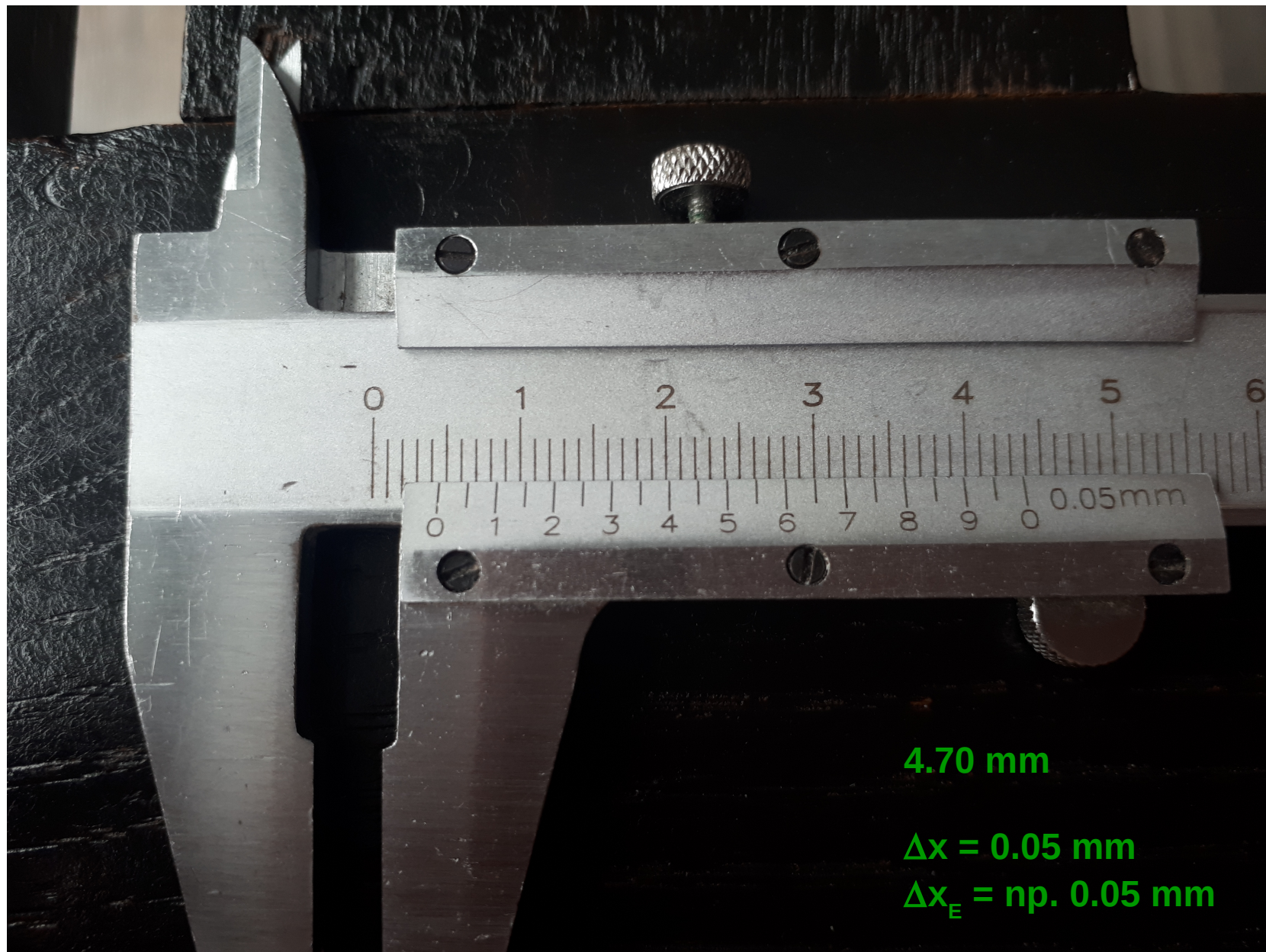
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



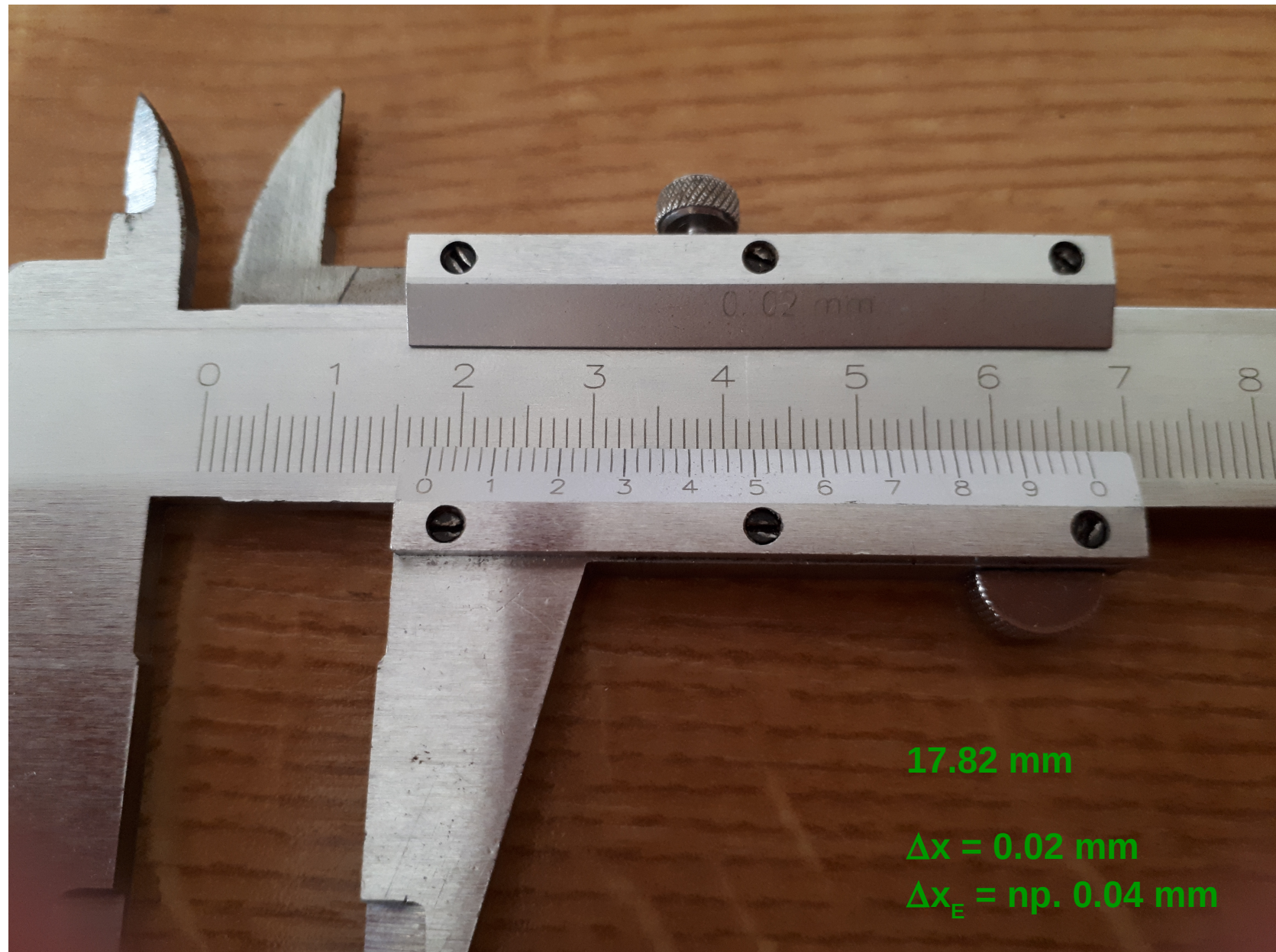
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



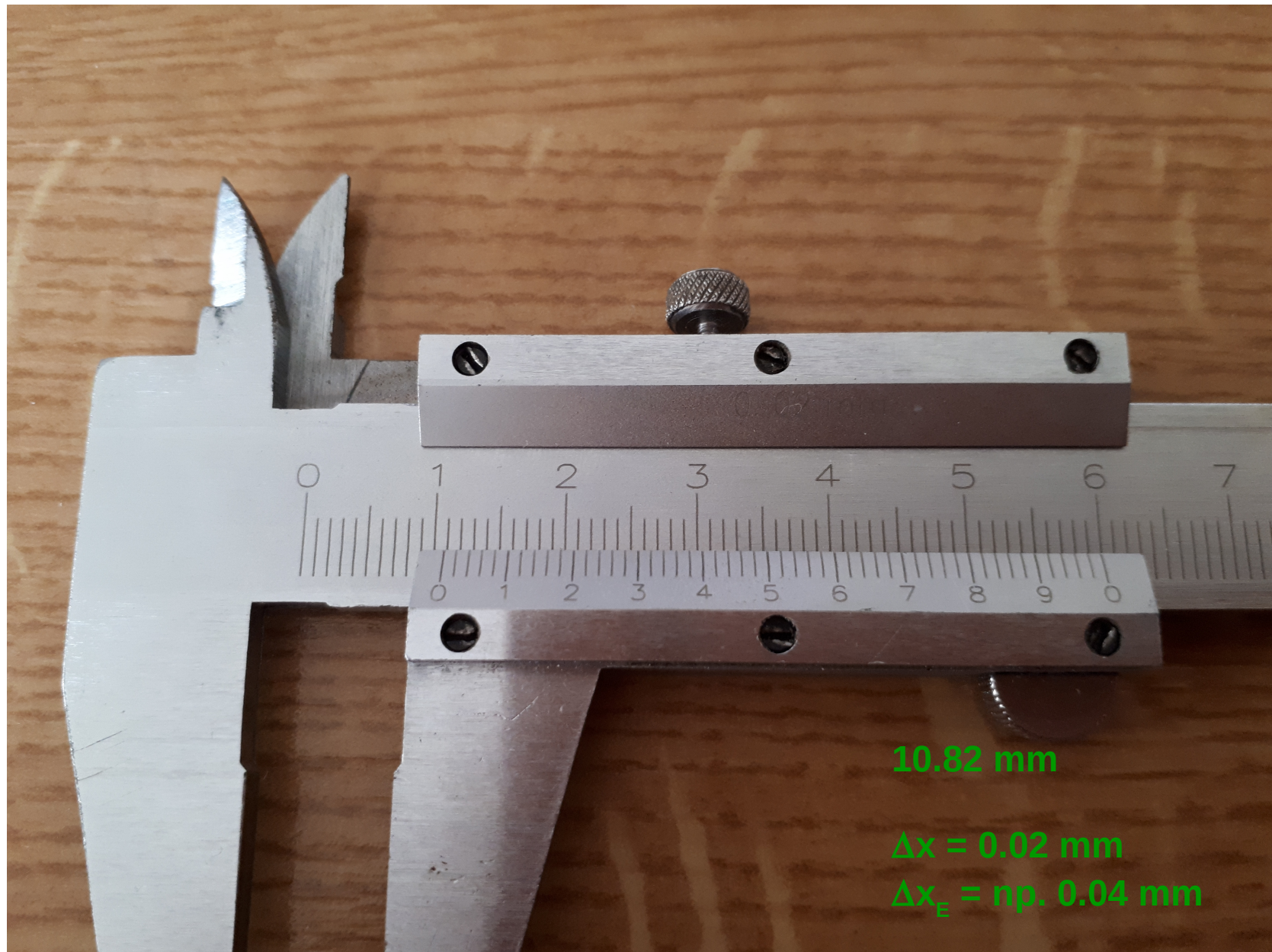
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



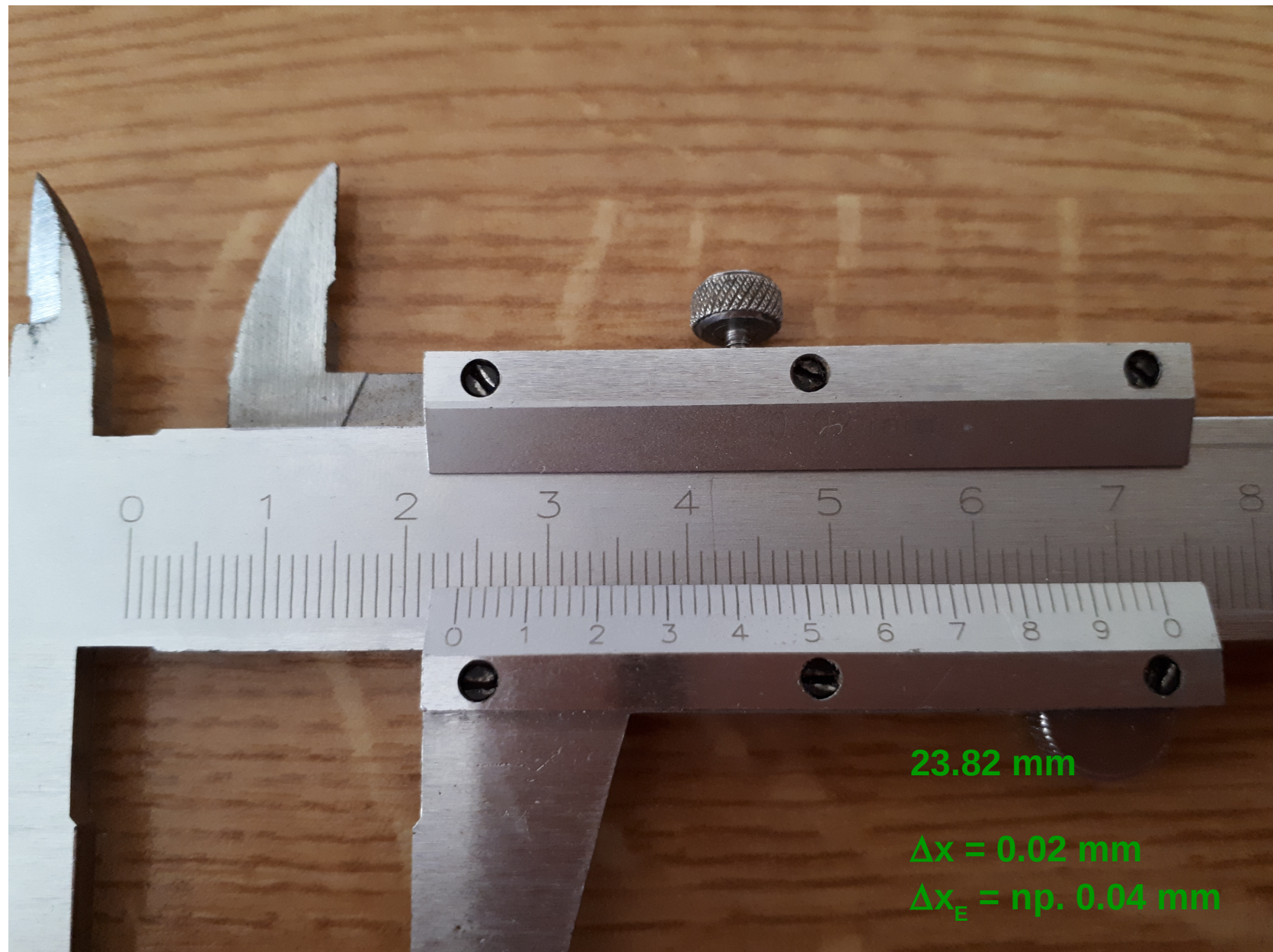
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



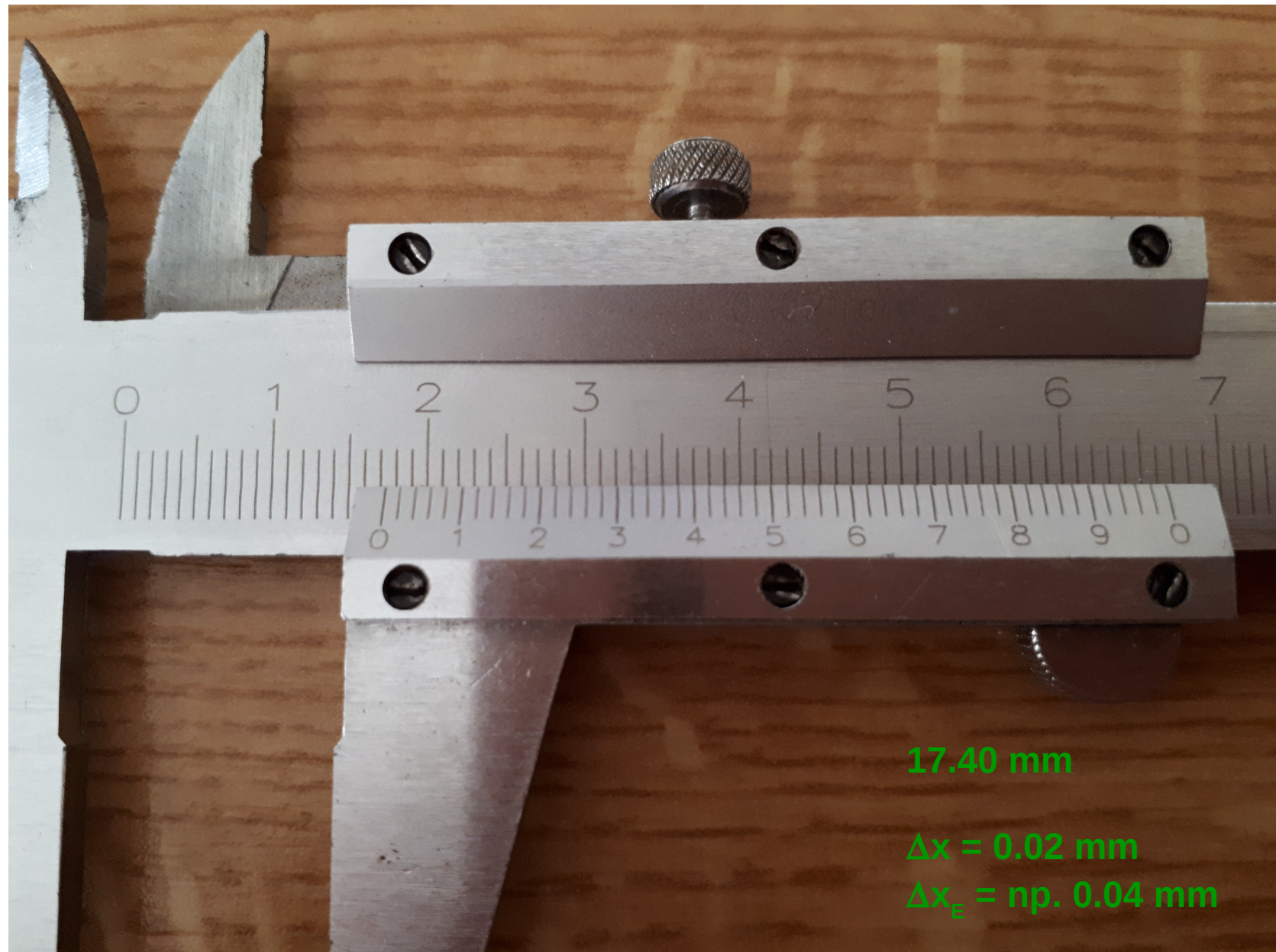
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



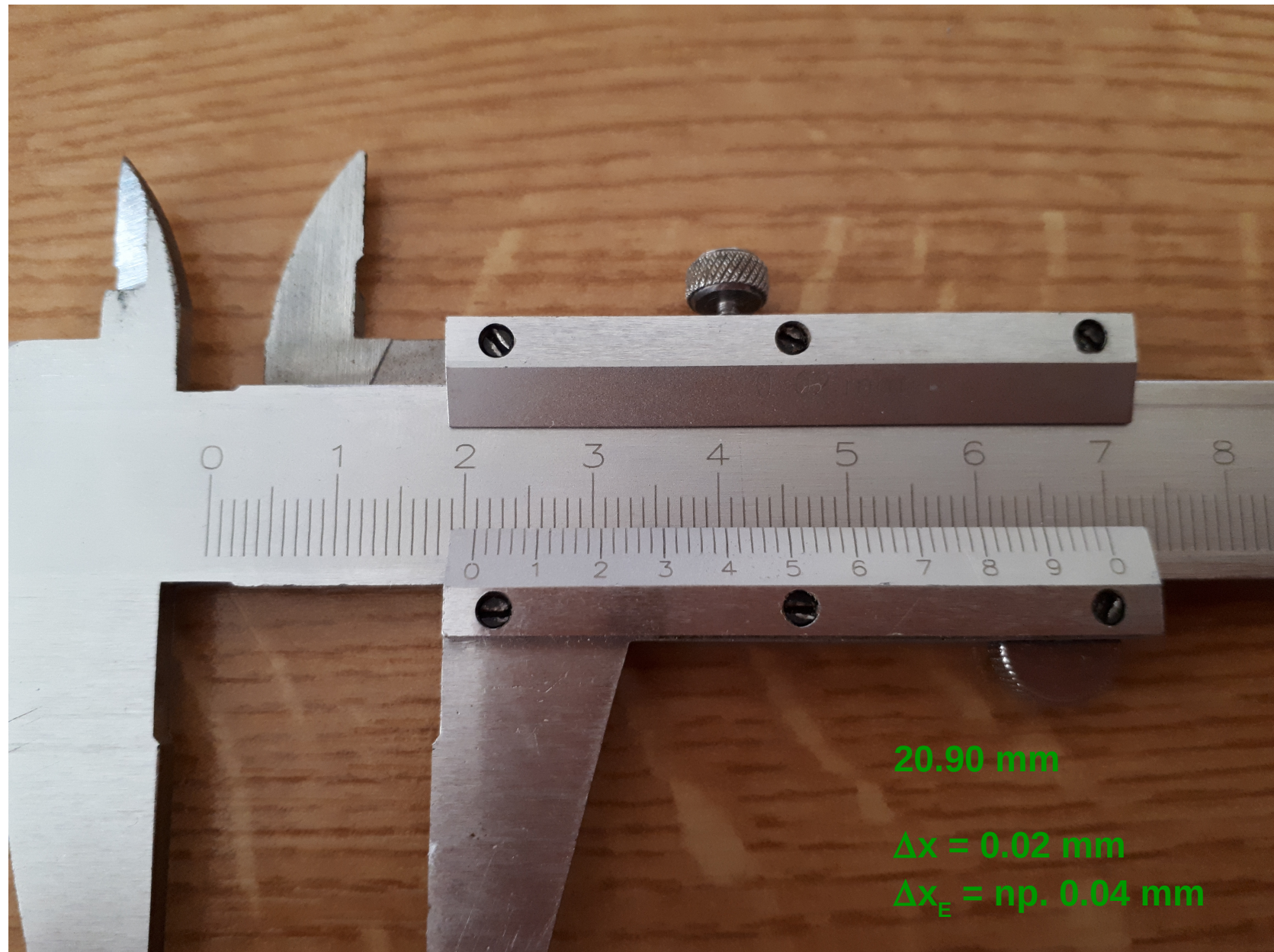
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



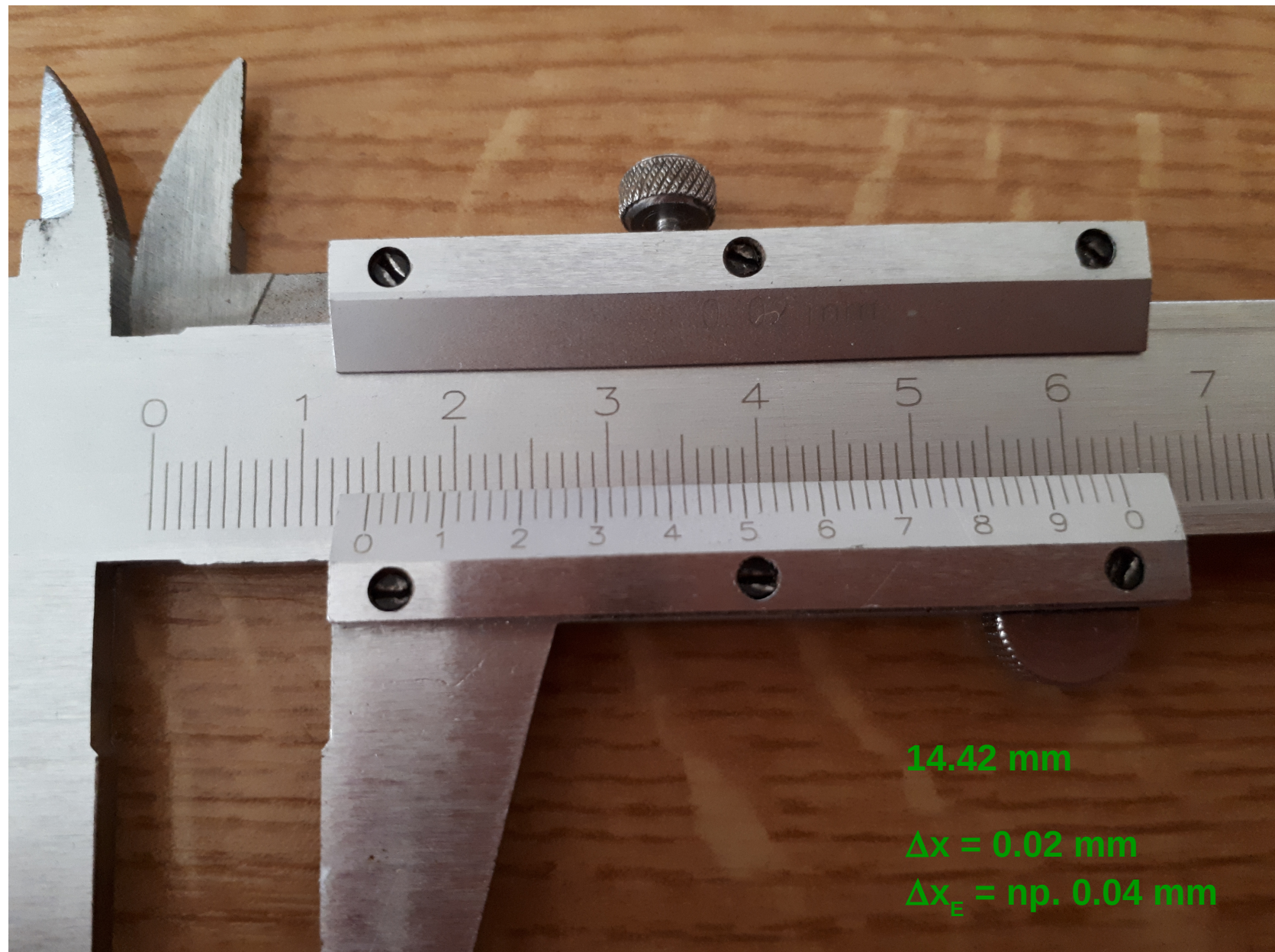
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



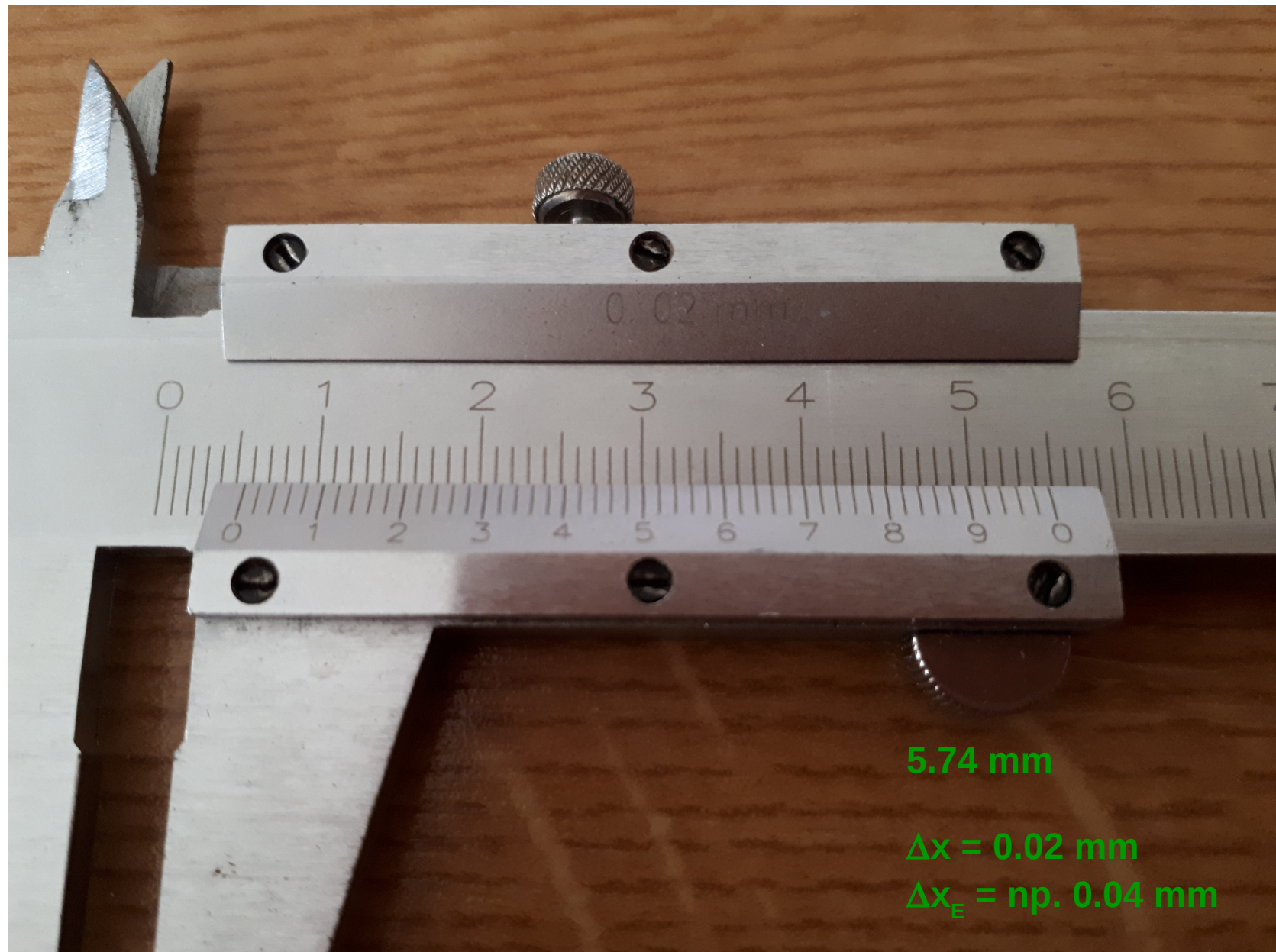
Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Przykładowy pomiar – do samodz. odczytu



Co powinno zawierać sprawozdanie

1. **Wstęp** teoretyczny (cele ćwiczenia, podstawy fizyczne zjawisk, schematy etc.)

Uwaga: to pewnie będzie połączone ze wstępem z części pierwszej

2. **Histogram**, czyli N w funkcji d (mm), dla pomiaru grubości płytki lub średnicy walca lub średnicy kulki (mikrometrem) → szczegóły w wykładzie wstępnym

W histogramie znajdzie się N (60–100) pomiarów (w zależności od otrzymanego zestawu). Dalszy opis jest dla przykładu metalowej płytki

3. Liczymy **średnią grubość płytki (d)** wraz z niepewnością

średnia arytmetyczna: $d \equiv \bar{d} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d_i$

odchylenie standardowe rozkładu $s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (d_i - \bar{d})^2}{(N-1)}}$

Proszę o podanie obu
tych wartości w
sprawozdaniu

odchylenie standardowe średniej (niepewność średniej): $u_d (\text{typ A}) \equiv s_{\bar{d}} = \frac{s_d}{\sqrt{N}}$

Co powinno zawierać sprawozdanie

$$u_d(\text{typ B}) = \sqrt{\frac{(\Delta d)^2}{3} + \frac{(\Delta d_E)^2}{3}}$$

Dla mikrometru

$\Delta d = 0.01 \text{ mm}$; $\Delta d_E = \text{np.}$ $\Delta d/2 = 0.005 \text{ mm}$

$$u_d(\text{całkowita}) = \sqrt{u_d^2(\text{typ A}) + u_d^2(\text{typ B})} = \sqrt{s_d^2 + \frac{(\Delta d)^2}{3} + \frac{(\Delta d_E)^2}{3}}$$

Podajemy odpowiedź końcową dla średniej grubości płytki:

$d = \text{wartość(niepewność) jednostka}$

4. Podajemy pozostałe dwa wymiary (a oraz b) wraz z niepewnościami (typ B);
dla pomiaru suwmiarką (w CLF) $\Delta a = \Delta b = 0.02 \text{ mm}$; $\Delta a_E = \Delta b_E$ i można oszacować
jako równe $2 \cdot \Delta a$ czyli 0.04 mm

Podajemy odpowiedzi końcowe w postaci:

$a = \text{wartość(niepewność) jednostka}$

$b = \text{wartość(niepewność) jednostka}$

Co powinno zawierać sprawozdanie

5. Liczymy objętość ($V=a*b*d$) oraz jej niepewność

Niepewność złożona dla objętości płytki:

$$u_V = \sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial a} u_a\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial b} u_b\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial d} u_d\right)^2}$$

Uwaga: proszę rozpisać do końca wzór z propagacją niepewności (policzyć pochodne cząstkowe) i podać jego końcową wersję w sprawozdaniu

Podajemy odpowiedź końcową w postaci $V = \text{wartość}(\text{niepewność}) \text{ jednostka}$

6. Samodzielne pomiary w domu: dla cegły, sztachety w płocie, etc. mierzymy jej grubość (szerokość) przynajmniej 50 razy. Pomiary wykonujemy metrówką lub centymetrem krawieckim. Powtarzamy punkt 2. i 3. (histogram i średnia wraz z całkowitą niepewnością).

7. Podsumowanie i wnioski (do połączenia z analizami w części 1.) czyli co obliczono, czego dowiedziono, co i jak można byłoby poprawić w pomiarze, etc.

Koniec części 2.