

1a

DOKŁADNOŚĆ POMIARU DŁUGOŚCI

1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE:

- sposoby wyznaczania niepewności pomiaru – standardowa niepewność wyniku pomiaru wielkości mierzonej bezpośrednio i złożona niepewność standardowa;
- zaokrąglanie wyników pomiarów oraz ich niepewności;
- statystyczny rozrzut wyników;
- graficzne metody przedstawiania wyników;
- regresja liniowa.

2. POMIARY:

Zadanie 1. Rozmiary i objętość kostki metalowej przy użyciu różnych przyrządów pomiarowych.

Pomiar za pomocą arkusza papieru milimetrowego (dokładność 1 mm)

Położ kostkę na arkuszu papieru milimetrowego i zmierz długość jednego z jej boków z dokładnością do 1 mm.

Przesuń kostkę w inne miejsce arkusza i zmierz długość innej krawędzi.

Pomiary wykonaj co najmniej 5 razy.

Pomiar za pomocą suwmiarki (dokładność 0,05 mm)

Zmierz za pomocą suwmiarki długości 3 różnych boków kostki z dokładnością do 0,05 mm.

Pomiary wykonaj co najmniej 3 razy dla każdego wybranego boku.

Pomiary za pomocą śruby mikrometrycznej (dokładność 0,01 mm)

Wyznacz długości 3 różnych boków kostki używając do tego celu śruby mikrometrycznej. Zauważ, że przy tej dokładności pomiaru wynik pomiaru zależy od miejsca, w którym umieszczamy szczęki przyrządu pomiarowego.

Pomiary wykonaj co najmniej 3 razy dla każdego wybranego boku.

W przypadku różnic przekraczających trzy działki skali przyrządu należy wykonać większą ilość pomiarów.

Zadanie 2. Wymiary i pole powierzchni płaskiego metalowego pierścienia przy użyciu różnych przyrządów pomiarowych.

Pomiar za pomocą suwmiarki

Zmierz za pomocą suwmiarki średnicę wewnętrzną i zewnętrzną pierścienia.

Pomiary wykonaj co najmniej 3 razy (dla każdej średnicy).

Pomiar za pomocą mikroskopu warsztatowego (dokładność 0,01 mm)

Przed rozpoczęciem właściwych pomiarów zadбай o dobre oświetlenie stolika mikroskopowego. Umieść na stoliku arkusz papieru milimetrowego a na nim badany przedmiot. Dzięki temu wygodniej będzie śledzić kierunek przesuwu stolika przy obracaniu śruby mikrometrycznej. Ostrość ustaw tak, aby otrzymać wyraźny obraz krzyża.

Zmierz średnicę wewnętrzną pierścienia. W tym celu ustaw pionową kreskę krzyża pomiarowego stycznie to wewnętrznego prawego skraju pierścienia. Zapisz pozycję początkową krzyża. Powoli obracaj prawą śrubą aż do momentu, gdy kreska krzyża znajdzie się przy wewnętrznym lewym skraju pierścienia. Zapisz pozycję końcową krzyża.

Pomiary wykonaj co najmniej 3 razy dla kilku różnych położań pierścienia.

Analogicznie wykonaj pomiary dla zewnętrznej średnicy pierścienia (kreska krzyża na zewnętrznym skraju pierścienia).

Zadanie 3. Szacowanie pola powierzchni kwadratu na papierze milimetrowym przy pomocy mikroskopu.

Na stoliku mikroskopu warsztatowego umieść arkusz papieru milimetrowego.

Zmierz długości boków wybranego kwadratu o boku 1 cm.

Mierzając warto trzymać się zasady: “lewy skraj lewego boku – lewy skraj prawego boku” lub “górną krawędź górnego boku – górną krawędź dolnego boku”.

Pomiar wykonaj dla 3 różnych kwadratów z arkusza.

Oszacuj pole powierzchni objętej kwadratem o boku 1 cm.

Zadanie 4. Sprawdzenie skali linijki przy pomocy mikroskopu.

Na stoliku mikroskopu umieść linijkę szkolną.

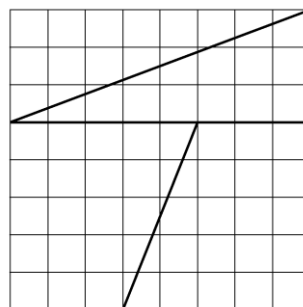
Wyznacz odległości między kreskami skali odpowiadające 5 różnym “milimetrom” z dokładnością 0,01 mm.

Zadanie 5. (Dla chętnych) Szerokość śladu cienkiego ołówka na kartce papieru.

Oszacuj szerokość śladu jaki zostawia cienki ołówek na kartce papieru.

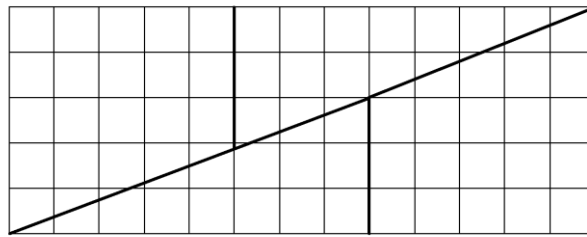
Wyznaczona wielkość przyda Ci się w wyjaśnieniu poniższego paradoksu:

Na załączonym arkuszu papieru milimetrowego narysuj kwadrat o wymiarach 8 cm x 8 cm, a następnie rozetnij go nożyczkami wzdłuż linii, jak na Rysunku 1.



Rys.1. Linie cięcia dla kwadratu o wymiarach 8 x 8 cm².

Z otrzymanych elementów ułóż prostokąt o rozmiarach 5cm x 13cm, jak na Rysunku 2. Zauważ, że pole powierzchni prostokąta jest większe o 1cm^2 od pola wyjściowego kwadratu.



Rys. 2. Sposób złożenia prostokąta o wymiarach 5 x 13 cm^2 .

Czy rzeczywiście jest to pomysł na dochodową działalność gospodarczą?

Przyczyną paradoksu jest pewna niedokładność matematyczna, ale dlaczego tak trudno ją empirycznie zauważyć?

Wskazówka. Oszacuj pole powierzchni, którą zajmuje linia zakreślona ołówkiem o długości przekątnej prostokąta.

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

Oblicz objętości metalowej kostki, powierzchnie pierścienia i kwadratów oraz średnią długość „milimetra” na skali linijki. Następnie wyznacz niepewności maksymalne uzyskanych wyników oraz oblicz niepewności względne.

Obliczenia można wykonać zgonie z dołączonym wzorem (Dodatek 1).

We wnioskach porównaj wykorzystane metody pomiaru długości i ich wpływ na niepewności wyznaczanych wielkości.

4. LITERATURA

H. Szydłowski - “Pracownia fizyczna”

T. Dryński - “Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”

H. Szydłowski – „Niepewności w pomiarach. Międzynarodowe standardy w praktyce”

E. Dębowska - Międzynarodowe normy oceny niepewności pomiarów”.

Dodatek 1**Zadanie 1. Metalowa kostka****Pomiar za pomocą papieru milimetrowego:**a) Średnia długość boku metalowej kostki $a_{\text{sr.}} = (\dots \pm \dots)$ mm

b) Objętość kostki:

$$V_{\text{obl}} = \dots \text{ cm}^3 \quad V_{\text{min}} = \dots \text{ cm}^3 \quad V_{\text{max}} = \dots \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = \max (V_{\text{obl}} - V_{\text{min}} , V_{\text{max}} - V_{\text{obl}}) = \dots \text{ cm}^3$$

$$\text{Po zaokrągleniu : } V = \dots \pm \dots \text{ cm}^3$$

c) $\delta = \frac{\Delta V}{V_{\text{obl}}} \cdot 100\% = \dots\%$

V_{obl} – objętość kostki dla długości boku $a_{\text{sr.}}$; V_{min} – objętość kostki dla najmniejszej zmierzonej długości boku,
 V_{max} – objętość kostki dla największej zmierzonej długości boku.

Pomiar za pomocą suwmiarki

d) Średnie długości boków metalowej kostki:

$$a_{\text{sr.}} = (\dots \pm 0,05) \text{ mm} \quad b_{\text{sr.}} = (\dots \pm 0,05) \text{ mm} \quad c_{\text{sr.}} = (\dots \pm 0,05) \text{ mm}$$

e) Objętość kostki:

$$V_{\text{obl}} = \dots \text{ cm}^3 \quad V_{\text{min}} = \dots \text{ cm}^3 \quad V_{\text{max}} = \dots \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = \max (V_{\text{obl}} - V_{\text{min}} , V_{\text{max}} - V_{\text{obl}}) = \dots \text{ cm}^3$$

$$\text{Po zaokrągleniu : } V = \dots \pm \dots \text{ cm}^3$$

f) $\delta = \frac{\Delta V}{V_{\text{obl}}} \cdot 100\% = \dots\%$ **Pomiar za pomocą śruby mikrometrycznej**

g) Długości boków metalowej kostki:

$$a = \dots \quad a_{\text{sr.}} = (\dots \pm \dots) \text{ mm}$$

$$b = \dots \quad b_{\text{sr.}} = (\dots \pm \dots) \text{ mm}$$

$$c = \dots \quad c_{\text{sr.}} = (\dots \pm \dots) \text{ mm}$$

h) Objętość kostki:

$$V_{\text{obl}} = \dots \text{ cm}^3 \quad V_{\text{min}} = \dots \text{ cm}^3 \quad V_{\text{max}} = \dots \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = \max (V_{\text{obl}} - V_{\text{min}} , V_{\text{max}} - V_{\text{obl}}) = \dots \text{ cm}^3$$

$$\text{Po zaokrągleniu : } V = \dots \pm \dots \text{ cm}^3$$

i) $\delta = \frac{\Delta V}{V_{\text{obl}}} \cdot 100\% = \dots\%$ **Zadanie 2. Pierścień****Pomiar za pomocą suwmiarki z dokładnością do 0,05 mm**a) $\Phi_{\text{zew.}\text{sr.}} = (\dots \pm 0,05) \text{ mm}$ $\Phi_{\text{wew.}\text{sr.}} = (\dots \pm 0,05) \text{ mm}$ b) Pole powierzchni $S = \frac{\pi}{4} \cdot (\Phi_{\text{zew.}}^2 - \Phi_{\text{wew.}}^2)$

$$S_{\text{obl}} = \dots \text{ cm}^2 \quad S_{\text{min}} = \dots \text{ cm}^2 \quad S_{\text{max}} = \dots \text{ cm}^2$$

$$\Delta S = \max (S_{\text{obl}} - S_{\text{min}} , S_{\text{max}} - S_{\text{obl}}) = \dots \text{ cm}^2$$

$$\text{Po zaokrągleniu : } S = \dots \pm \dots \text{ cm}^2$$

c) $\delta = \frac{\Delta S}{S_{\text{obl}}} \cdot 100\% = \dots\%$

S_{obl} – pole powierzchni pierścienia obliczone dla średnich średnic; S_{min} – pole powierzchni obliczone dla najmniejszej wartości $\Phi_{zew.}$ i największej wartości $\Phi_{wew.}$; S_{max} – pole powierzchni obliczone dla największej wartości $\Phi_{zew.}$ i najmniejszej wartości $\Phi_{wew.}$.

Pomiar za pomocą mikroskopu warsztatowego

d) $\Phi_{zew.śr} = (\dots \pm 0,01) \text{ mm}$ $\Phi_{wew.śr} = (\dots \pm 0,01) \text{ mm}$

e) Pole powierzchni

$$S_{obl} = \dots \text{ cm}^2 \quad S_{min} = \dots \text{ cm}^2 \quad S_{max} = \dots \text{ cm}^2$$

$$\Delta S = \max (S_{obl} - S_{min} , S_{max} - S_{obl}) = \dots \text{ cm}^2$$

$$\text{Po zaokrągleniu : } S = \dots \pm \dots \text{ cm}^2$$

f) $\delta = \frac{\Delta S}{S_{obl}} \cdot 100\% = \dots\%$

Zadanie 3. Kwadraty na arkuszu papieru milimetrowego

a) długości boków

Kwadrat I $a = \dots \text{ mm}$ $b = \dots \text{ mm}$

Kwadrat II $a = \dots \text{ mm}$ $b = \dots \text{ mm}$

Kwadrat III $a = \dots \text{ mm}$ $b = \dots \text{ mm}$

$$a_{śr} = (\dots \pm 0,01) \text{ mm} \quad b_{śr} = (\dots \pm 0,01) \text{ mm}$$

b) pole powierzchni

$$S_{obl} = \dots \text{ cm}^2 \quad S_{min} = \dots \text{ cm}^2 \quad S_{max} = \dots \text{ cm}^2$$

$$\Delta S = \max (S_{obl} - S_{min} , S_{max} - S_{obl}) = \dots \text{ cm}^2$$

$$\text{Po zaokrągleniu : } S = \dots \pm \dots \text{ cm}^2$$

c) $\delta = \frac{\Delta S}{S_{obl}} \cdot 100\% = \dots\%$

Zadanie 4. Odcinki o długości 1 mm zmierzone za pomocą mikroskopu

$a_1 = \dots \text{ mm}$ $a_2 = \dots \text{ mm}$ $a_3 = \dots \text{ mm}$

$a_4 = \dots \text{ mm}$ $a_5 = \dots \text{ mm}$ $a_6 = \dots \text{ mm}$

średnia długość $a = (\dots \pm \dots) \text{ mm}$

$$\delta = \frac{\Delta a}{a_{śr}} \cdot 100\% = \dots\%$$