



## UWAGI DOTYCZĄCE PRZYGOTOWYWANIA SPRAWOZDAŃ Z LABORATORIUM PODSTAW FIZYKI

### 1. Nagłówek

Dokładna zawartość zależy od wymagań prowadzących, ale powinien zawierać:

- Imię i nazwisko autora
- Datę wykonania ćwiczenia
- Numer i tytuł ćwiczenia
- Godzinę i dzień tygodnia zajęć
- Imię i nazwisko prowadzącego

### 2. Wstęp

Krótki opis zjawisk fizycznych, których dotyczy wykonywane ćwiczenie, uwzględniający podstawowe wzory i definicje. Cel wykonywanego ćwiczenia.

### 3. Wyniki

Przepisać wszystkie wyniki pomiarów zawarte w protokole, przeliczając jednostki na **układ jednostek SI**. Wynik zawrzeć w rozsądnie zaplanowanych tabelach (podać jednostki, obok lub

#### *Zaokrąglenia wyników*

*Rozpoczynamy od obliczenia niepewności, którą najczęściej zaokrąglamy do dwóch cyfr znaczących, zawsze w górę.*

Np. wyliczono  $u(f)=569,78$  mm, po zaokrągleniu  $u(f)=570$  mm.

$u(e/m_e)=0,24822 \cdot 10^{10}$  C/kg, po zaokrągleniu  $u(e/m_e)=0,25 \cdot 10^{10}$  C/kg

$u(I)=0,00007853$  A, po zaokrągleniu  $u(I)=0,000079=79 \cdot 10^{-6}$  A

*Następnie zapisujemy zmierzoną wartość (dla tej samej jednostki) tak, żeby ostatnia cyfra pokrywała się z ostatnią cyfrą niepewności, zaokrąglając 'klasycznie', tzn. jeżeli następna cyfra jest  $<5$  w dół, jeżeli  $\geq 5$ , w górę.*

Np. dla niepewności wyliczonych powyżej:

$f=456891,4$  mm, po zaokrągleniu  $f=456890$  mm

$e/m_e=34,789432 \cdot 10^{10}$  C/kg, po zaokrągleniu  $e/m_e=34,79 \cdot 10^{10}$  C/kg

$I=0,0058395346$  A, po zaokrągleniu  $I=0,005840$  A

poniżej wyników powinny się znaleźć niepewności pomiarowe; jeżeli wykonujemy serię pomiarów, podać od razu średnią; w przypadku wyników bardzo małych lub bardzo dużych stosować zapis

wykładniczy, np.  $0,00005 \text{ m} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ ), wyliczone wielkości powinny być odpowiednio zaokrąglone. Sporządzić odpowiednie wykresy. Podpisać tabele, wytłumaczyć stosowane symbole.

Przykładowe tabele

	<b>s</b>
	<b>[cm]</b>
	2,071
	1,971
	1,984
	2,050
	1,990
	1,976
	1,991
	1,975
	2,052
	1,912
$\bar{s}$	1,997
<b>u(<math>\bar{s}</math>)</b>	0,016

<b>I</b>	<b>u(I)</b>
<b>[mA]</b>	<b>[mA]</b>
1,214	0,037
1,606	0,049
2,286	0,069
2,334	0,071
2,489	0,075
3,091	0,093
3,33	0,10
3,68	0,12
4,07	0,13
5,47	0,17

#### 4. Obliczenia

Podajemy wszystkie wzory, z których korzystamy i żadnych innych. Opisujemy wykorzystywane symbole, jeśli nie pojawiły się wcześniej. Podajemy wartości wykorzystywanych stałych fizycznych. Dla każdego wzoru podajemy przykładowe obliczenia, tzn. wstawiamy konkretne wartości liczbowe, tak żeby łatwo można było zidentyfikować źródło potencjalnych błędów, np. złą jednostkę. Podajemy jednostkę dla obliczonego wyniku.

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$$

$$E = \frac{16,5}{0,3^2} \cos 0,523 = 158,826 \text{ lx}$$

#### 5. Analiza niepewności

Wypisujemy wszystkie wzory, z których korzystamy przy obliczaniu niepewności. Nie trzeba podawać wzorów dla regresji liniowej, jedynie zaznaczyć, jakim programem została wyznaczona. Dla każdego wzoru podajemy przykładowe obliczenia, tzn. wstawiamy konkretne wartości liczbowe. Podajemy jednostkę dla obliczonego wyniku. Jeżeli niepewność wyznaczamy niestandardową metodą (np. szacujemy ją z wykresu), należy wytłumaczyć zastosowaną procedurę.

## Regresja liniowa

### Microsoft Excel

Zaznaczamy komórki 2x2; wybieramy funkcję REGLINP; pierwszy argument – kolumna Y, drugi argument – kolumna X, trzeci argument – prawda (1) wymusza obliczenia wartości b, czwarty argument – prawda (1) wymusza obliczenia dodatkowych statystyk (niepewności); wciskamy SHIFT+CTRL+ENTER aby wypełnić całą tabelę.

### Libre Office

Analogicznie, tylko na końcu wystarczy ENTER

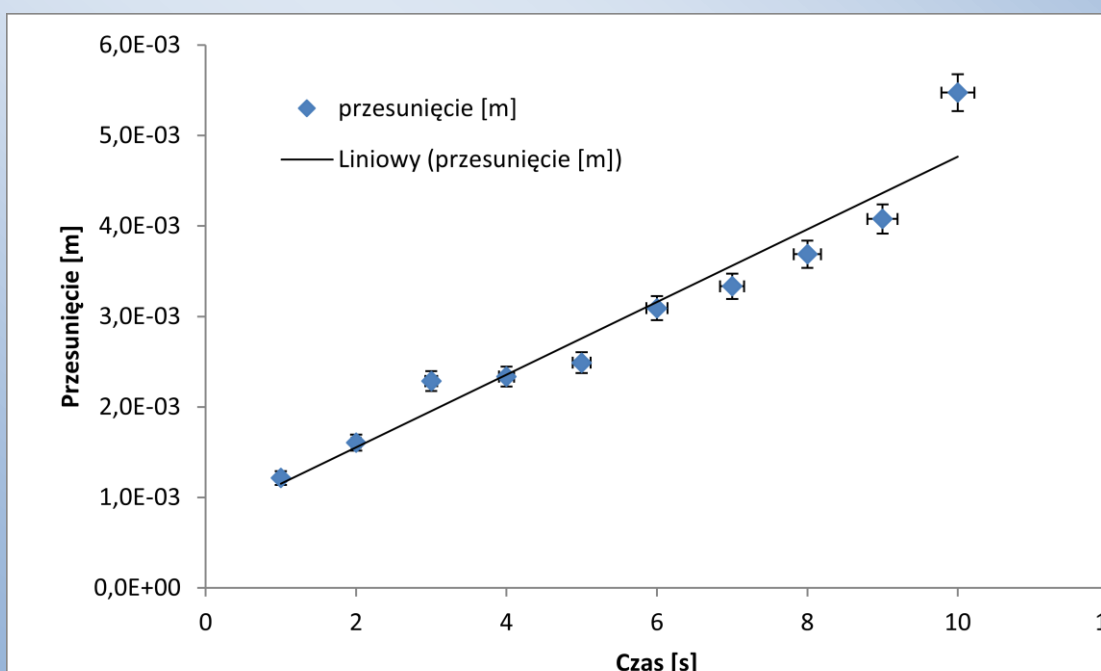
W wyniku dla prostej  $Y=aX+b$  otrzymujemy tabelę postaci

**UWAGA** - Wyliczone współczynniki mają zazwyczaj jednostki!

<b>a</b>	<b>b</b>
<b>u(a)</b>	<b>u(b)</b>

## Wykresy

Dobrać odpowiednio skale, podpisać osie, podać jednostki, na wykresie powinny znaleźć się punkty pomiarowe, nie łączymy ich liniami ciągłymi. Te stosujemy jedynie, jeżeli są wynikami dopasowania (regresja liniowa). W przypadku większej ilości danych – legenda. Ewentualnie nanieść pola niepewności (prostokąty lub krzyże).



## 6. Dyskusja wyników (wnioski).

Należy zebrać najważniejsze uzyskane wyniki, łącznie z niepewnościami. Jeżeli wykorzystywano kilka metod pomiarowych, porównać rezultaty i przedyskutować dokładność każdej z nich. W przypadku wyznaczania stałych fizycznych lub materiałowych, porównać otrzymane wyniki z tabelami fizycznymi. Podać źródło wykorzystywanych wielkości. Ocenić, czy ćwiczenie zostało wykonane prawidłowo, ewentualnie podać przyczyny niepoprawnych wyników.

### *Pola niepewności*

#### **Microsoft Excel 2013**

Aktywny wykres → Narzędzia wykresów → Projektowanie → Dodaj element wykresu  
→ Słupki błędów → Więcej opcji → Niestandardowe

Aby dodać też niepewności w kierunku pionowym – opcje słupków błędów

#### **Microsoft Excel 2007**

Aktywny wykres → Narzędzia wykresów → Układ → Słupki błędów → Więcej opcji →  
Niestandardowe

Aby dodać też niepewności w kierunku poziomym należy kliknąć w poziomy słupek  
błędów i postępować jak powyżej

#### **Libre Office**

Aktywny wykres → Wstaw → Słupki błędów → Zakres komórek