

Fizyka 3.3

Laboratorium

Organizacja zajęć

1. Podział na grupy.
2. Przydzielenie ćwiczeń. Każdy student wykonuje 4 ćwiczenia spośród 6 dostępnych.
3. Instrukcje do ćwiczeń (wstępy teoretyczne i instrukcje robocze) są na mojej stronie <https://popko.wppt.pwr.edu.pl/> w zakładce WEMiF, Fizyka 3.3, [L].
4. Czas na wykonanie sprawozdania – 1 tydzień po zajęciach. Przesłanie sprawozdania w terminie późniejszym jest równoznaczne z obniżeniem oceny.

Co ma być w sprawozdaniu?

1. Tabele (numerowane) z wynikami pomiarów wielkości wraz z niepewnościami.

Tabela 1

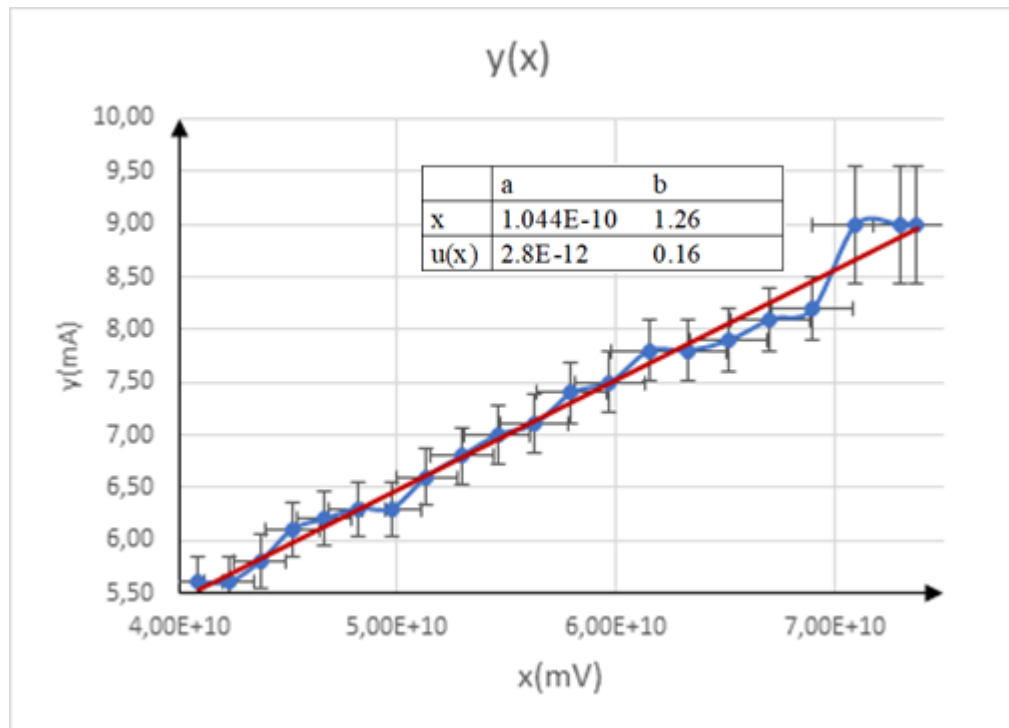
U_d [mV]	$u(U_d)$ [mV]	ε [mV]	$u(\varepsilon)$ [mV]	T [°C]	$u(T)$ [°C]	T [K]	$u(T)$ [K]
1.800	0.076	0.50000	0.00072	76.5	1.8	372.5	1.9
1.900	0.079	0.52500	0.00073	79.8	1.9	375.8	1.9
2.000	0.081	0.55000	0.00074	83.1	1.9	379.1	2.0
2.100	0.083	0.57500	0.00074	86.5	1.9	382.5	2.0
2.200	0.085	0.60000	0.00075	89.8	1.9	385.8	2.0
2.400	0.090	0.62500	0.00076	93.2	1.9	389.2	2.0
2.400	0.090	0.65000	0.00076	96.5	2.0	392.5	2.0
2.600	0.095	0.67500	0.00077	99.9	2.0	395.9	2.1
2.600	0.095	0.70000	0.00078	103.2	2.0	399.2	2.1
2.80	0.18	0.72500	0.00079	106.5	2.0	402.5	2.1

2. Przykładowe obliczenia wielkości fizycznych oraz ich niepewności wraz z jednostkami.

Co ma być w sprawozdaniu?

3. Wykresy, które podobnie jak tabele numerujemy

- Skala + jej opis wraz z jednostkami
- Punkty wraz z niepewnościami (lepiej nie łączyć punktów linią)
- Prosta regresji
- Tabelka ze współczynnikami regresji i ich niepewnościami



4. Obliczenie wielkości fizycznej na podstawie współczynników a lub b, czy też a i b oraz jej niepewności, również na podstawie u(a) i u(b).

Co ma być w sprawozdaniu?

4. Np. obliczenie wielkości fizycznej na podstawie współczynników a lub b, czy też a i b oraz jej niepewności, również na podstawie u(a) i u(b).

$$Z = \frac{1}{a} = \frac{1}{1.1908 \cdot 10^{-10}} = \frac{10^{10}}{1.19081} \frac{mV}{mA} = 8.34656 \cdot 10^9 \Omega$$

$$u(Z) = \frac{u(a)}{a^2} = \frac{2.8 \cdot 10^{-12}}{(1.1908 \cdot 10^{-10})^2} = 1.9746 \cdot 10^8 \Omega \cong 2.0 \cdot 10^8 \Omega = 0.20 \cdot 10^9 \Omega$$


**Niepewności zaokrąglamy do drugiej cyfry znaczącej
(zawsze w górę)**

Po zaokrągleniu niepewności, zaokrąglamy wielkość fizyczną, zgodnie z zasadą ogólnie stosowaną do zaokrąglania liczb:

$$Z = 8.35 \cdot 10^9 (0.20 \cdot 10^9) \Omega$$

Co ma być w sprawozdaniu?

5. Tabele, w której dla porównania umieszczamy wszystkie otrzymane końcowe wyniki.

Dioda	E_g [eV]	$\lambda_{\max}$ [nm]	$\Delta\lambda$ [nm]
Niebieska	$2,586 \pm 0,016$	$480,0 \pm 2,9$	$28,0 \pm 5,8$
Czerwona	$1,8669 \pm 0,0081$	$665,0 \pm 2,9$	$23,3 \pm 5,8$
Podczerwona	$0,9289 \pm 0,0021$	$1336,5 \pm 2,9$	$68,4 \pm 5,8$
Żółta	$2,069 \pm 0,010$	$600,0 \pm 2,9$	$18,2 \pm 5,8$

6. Wnioski.

Niepewności

Rodzaj niepewności	Sposób wyznaczania
Niepewności pomiarów bezpośrednich	
Niepewność standardowa typu A niepewność statystyczna (pomiarzy powtórzone n-krotnie)	Dla serii n równoważnych pomiarów niepewność pomiaru $u(x)$ utożsamiamy z estymatorem odchylenia standardowego średniej $s(\bar{x})$ $u_A(x) \equiv s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$ gdzie $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
Niepewność standardowa typu B niepewność szacowana (wykonany jeden pomiar lub wyniki nie wykazują rozrzutu)	Uwzględnia: – niepewność wzorcowania (np. niepewność przyrządu pomiarowego $\Delta_p x$) – niepewność eksperymentatora $\Delta_e x$ – niepewność odczytu wielkości tablicowych $\Delta_t x$ – inne niepewności $u_B(x) = \sqrt{\frac{(\Delta_p x)^2}{3} + \frac{(\Delta_e x)^2}{3} + \frac{(\Delta_t x)^2}{3} + \dots}$
Niepewność standardowa całkowita (standard uncertainty) (gdy obydwa typy niepewności A i B występują równocześnie)	$u(x) = \sqrt{u_A^2(x) + u_B^2(x)}$ $u(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)} + \frac{(\Delta_p x)^2}{3} + \frac{(\Delta_e x)^2}{3} + \frac{(\Delta_t x)^2}{3} + \dots}$

Niepewności

Niepewności pomiarów pośrednich	
Niepewność złożona, którą wyliczamy korzystając z wyznaczonych niepewności standardowych $u(x_j)$ pomiarów bezpośrednich (combined standard uncertainty)	Dla wielkości: $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ $u_c(y) = \sqrt{\sum_{j=1}^k \left(\frac{\partial f}{\partial x_j} \right)^2 u^2(x_j)}$ (wielkości x_j są nieskorelowane)
Niepewność rozszerzona (expanded uncertainty)	$U(x) = k u(x) \quad \text{lub} \quad U_c(y) = k u_c(y)$ w większości zastosowań (w tym w LPF) przyjmuje się $k=2$
Zapis niepewności i wyniku pomiarów (obowiązuje zasada podawania 2 cyfr znaczących niepewności po zaokrągleniu do góry)	Dla niepewności standardowych zalecany jest zapis z użyciem nawiasów, dla niepewności rozszerzonej z użyciem symbolu $\pm$. Pomiar masy $m=2,026 \text{ kg}$, $u(m)=0,036$ zapis $m=2,026(36) \text{ kg}$ Obliczona wartość objętości bryły i jej niepewność $V=23,5835 \text{ m}^3$, $u_c(V)=0,786 \text{ m}^3$, $U_c(V)=1,572 \text{ m}^3$ zapis wyniku: $V=(23,6 \pm 1,6) \text{ m}^3$

Dokładności pomiaru i niepewności

<http://lpf.wppt.pwr.edu.pl/pomoc-dydaktyczne.php>

- **Miernik cyfrowy**

3. Multimetr M-3850 M-3860D

FUNKCJA	ZAKRES	DOKŁADNOŚĆ	ROZDZIELCZOŚĆ
Napięcie stałe (DC V) M-3850, M-3860D	400 mV 4 V 40 V 400 V	$\pm 0,3 \% \text{ rdg} + 1 \text{ dgt}$	100 μV 1 mV 10 mV 100 mV
	1000 V		1 V

Przykład: pomiar $U=125.1\text{mV}$

$$\Delta U = \pm 0.003 \cdot 125.1\text{mV} + 0.1\text{mV} = 0,4753\text{mV}$$

$$u(U) = \frac{0,4753\text{mV}}{\sqrt{3}} = 0,1584(3) \cong 0,16\text{mV} \quad U = 125.10(16)\text{mV}$$

Dokładności pomiaru i niepewności

- Miernik analogowy: $\Delta X = \frac{\textit{klasa} \cdot \textit{zakres}}{100}$

Przykład 1.

$U = 1mV$, zakres $U_z = 100mV$, klasa 2

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 100}{100} mV = 2mV \quad \text{Dokładność większa aniżeli pomiar!}$$

Przykład 2.

$U = 50mV$, zakres $U_z = 100mV$, klasa 2

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 100}{100} mV = 2mV \quad \text{Dokładność dużo mniejsza aniżeli pomiar .OK!}$$

Pomiary wykonujemy zawsze tak, aby wynik mieścił się bliżej końca zakresu pomiarowego.

Niepewności

- **Regresja liniowa - zakładka excel Fizyka 3.3**

<https://popko.wppt.pwr.edu.pl/>

Import plików do excela

Uwaga

Aby otworzyć pliki z rozszerzeniem .dat w excelu należy kliknąć okno **Dane** na górnym pasku, kliknąć na ikonę **Pobieranie danych zewnętrznych** i wybrać opcję **Z tekstu**. Następnie wybrać folder, w którym jest ten plik, aby go zobaczyć wybrać „wszystkie pliki” i kliknąć ten o który chodzi. Pojawi się okno Kreator importu tekstu 1 z 3, należy wybrać opcję „Stała szerokość”. Kliknąć dwukrotnie „dalej” , „zakończ” i „ok”. W excelu w dwóch kolumnach pojawią się wyniki.

Jeśli miejsca dziesiętne są oddzielone kropką, należy kliknąć Ctrl H aby zamienić kropki na przecinki.

Dane gotowe do tworzenia wykresów.