

## Tytuł ćwiczenia (wyśrodkowany, czcionka większa niż tekst raportu)

Imię i nazwisko autora (wyśrodkowany, czcionka ta sama lub mniejsza niż tekst raportu)

Streszczenie (czcionka ta sama lub mniejsza niż tekst raportu): Nie więcej niż kilka zdań! Streszczenie powinno zawierać prezentację przedmiotu badań, głównych wyników i wniosków końcowych. Nie powinno zawierać wyników cząstkowych, tabel, wykresów, wzorów, elementów do których konieczne jest odwołanie literaturowe. Powinno stanowić odrębną i samodzielną część raportu, możliwą do zrozumienia bez odwoływania się do treści samego raportu.

### **1. Wstęp (nazwy rozdziałów i podrozdziałów powinny być wyróżnione krojem lub wielkością czcionki w stosunku do tekstu raportu).**

W tej części powinno zostać opisane wprowadzenie do badanego zagadnienia zawierające jego podstawy teoretyczne. Nie należy jednak przepisywać instrukcji do ćwiczenia ani podręczników. Część teoretyczna powinna być w miarę możliwości zwięzła, ale powinna zawierać opis podstaw fizycznych badanego zjawiska wystarczający do zrozumienia wyników pomiarów i wprowadzanych z nich parametrów.

### **2. Opis układu doświadczalnego**

Ta część opisu powinna zawierać opis układu pomiarowego wraz z uzasadnieniem, dlaczego z wykorzystaniem takiego układu można zrealizować cel ćwiczenia. W celu zwiększenia przejrzystości przekazu można w tej części umieścić schematyczny rysunek układu pomiarowego (nie zdjęcie!). Można w tym celu skorzystać ze schematów dostępnych w innych źródłach (np. instrukcji), ale w takim przypadku należy koniecznie podać źródło z którego pochodzi schemat.

Przykład: w doświadczeniu został użyty układ przedstawiony na rysunku ..., gdzie .... Zwiększanie długości struny było możliwe poprzez przesuwanie uchwytu C.

Następnie powinien zostać opisany przebieg ćwiczenia uwzględniający kolejność przyczynowo-skutkową (niekoniecznie chronologiczną) ćwiczenia, wraz z technicznymi szczegółami istotnymi w dalszej analizie.

Przykład: w celu obserwacji kolejnych harmonicznych częstości podstawowej, zwiększano częstotliwość pobudzania w zakresie .... Następnie korzystając z wcześniej wyznaczonego ... badano zależność ....

### **3. Opis wyników**

Ta część powinna zawierać

- prezentację wyników zawierającą rysunki, wyniki obliczeń (wraz z niepewnościami), tabele, itp., wraz z odpowiednim opisem ich zawartości.
- dyskusję niepewności pomiarowych, w której należy wskazać źródła niepewności pomiarowych i ocenić, które z nich mają decydujący wpływ na dokładność przeprowadzanych pomiarów.
- dyskusję wyników, w szczególności należy porównać wynik z przewidywaniami teoretycznymi i danymi tablicowymi (z podaniem źródła).

Jeśli któraś z części staje się zbyt długa, to można ją podzielić na mniejsze fragmenty.

#### **3.1. Reguły dotyczące zapisu wzorów**

Wszystkie użyte we wzorach stałe i symbole powinny zostać wyjaśnione. Nie ma potrzeby szczegółowego wyprowadzania wzorów. Wzory, z których korzysta się w dalszej części raportu powinny zostać ponumerowane. Powinny być wówczas zapisane w osobnej linii, a ich numeracja powinna być umieszczona w nawiasach okrągłych i wyrównana do prawej strony

tekstu. W przypadku gdy wzory są częścią zdania należy pamiętać o stosowaniu odpowiednich znaków interpunkcyjnych, nawet w przypadku podziału zdania na kilka kolejnych linii tekstu.

Przykład: zgodnie z drugą zasadą dynamiki Newtona, przyspieszenie ciała ( $a$ ) wyraża się wzorem:

$$a = F/m, \quad (1)$$

gdzie  $F$  jest siłą działającą na ciało, zaś  $m$  jego masą.

Należy pamiętać, że zarówno w tekście jak i we wzorach stałe i zmienne skalarne piszemy kursywą ( $t$ ,  $B$ ), zmienne wektorowe czcionką prostą pogrubioną ( $\mathbf{r}$ ,  $\mathbf{B}$ ), lub kursywą z zastosowaniem strzałki nad zmienną ( $\vec{r}$ ,  $\vec{B}$ ), zaś funkcje, cyfry oraz jednostki piszemy czcionką prostą ( $\sin x$ ,  $\exp x$ , 2,1 m/s). Reguła ta dotyczy również indeksów ( $p_2$ ,  $P_k$ ,  $\mathbf{v}_0$ ,  $\vec{v}_k$ ,  $e^x$ ). Dodatkowo należy pamiętać, że stałe i zmienne oznaczone małymi literami greckimi piszemy czcionką pochyloną ( $\pi$ ,  $\omega$ ), podczas gdy stałe i zmienne oznaczone dużymi literami greckimi piszemy czcionką prostą ( $\Omega$ ,  $\Delta$ ). W przypadku używania edytora równań większość wymagań redaktorskich jest automatycznie stosowana, jednak w przypadku ręcznego wpisywania równań, należy zwrócić uwagę na przykład na różnicę między łącznikiem „-”, myślnikiem „—”, a znakiem minus „-”. Należy pamiętać, że znakiem mnożenia nie jest gwiazdka „\*”, a w zapisie matematycznym należy ten znak pomijać, lub tam gdzie przejrzystość zapisu tego wymaga stosować kropkę „.” lub znak „×” (pamiętając jednak, że w przypadku mnożenia wektorów, te dwa znaki oznaczają różne operacje matematyczne). Należy zwrócić również uwagę na wymagane dodatkowe odstępy przed i po znakach matematycznych. Niektórych reguł edytor równań sam nie uwzględnia, na przykład niezbędnych odstępów między liczbą a jednostką, konieczności zapisu jednostek czcionką prostą, a także tego, że według polskiej normy, część ułamkową rozwinięcia dziesiętnego liczby od części całkowitej oddziela przecinek.

Przykład: Prawidłowy sposób zapisu to  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , a nie  $h=6,63*10^{-34}\text{Js}$  czy  $h = 6.63 * 10^{-34}\text{Js}$ .

Dyskutując w tekście raportu zależności pomiędzy zmiennymi należy używać ich symboli, na przykład gdy dopasowywano zależność liniową między długością  $L$  sprężyny a siłą  $F$  przyłożoną do jednego z jej końców, nie powinno się pisać, że dopasowano zależność  $y = ax + b$ , gdyż wymagałoby to dodatkowego zdefiniowania symboli  $x$  oraz  $y$ . Należy w takim przypadku zapisać zależność liniową postaci  $L = aF + b$  z wykorzystaniem przykładowych symboli  $a$  oraz  $b$  i podać w treści raportu ich wartości, np.  $a = (0,1266 \pm 0,0061) \text{ cm/N}$  oraz  $b = (4,503 \pm 0,025) \text{ cm}$ .

### 3.2. Reguły dotyczące raportowania niepewności pomiarowych

Przy podawaniu wyniku pomiaru i jego niepewności należy:

- podać wartość estymaty mierzonej wielkości i jej niepewność, gdy zachodzi potrzeba również niepewność względną wraz z opisem sposobu ich wyznaczenia,
- jeżeli w procesie pomiaru otrzymuje się estymaty dwóch lub więcej wielkości wyjściowych, wtedy dodatkowo, należy podać elementy macierzy kowariancji albo elementy macierzy współczynników korelacji (a najlepiej elementy obydwu macierzy),
- w przypadku wielkości mierzonych pośrednio podać zależność funkcyjną, a gdy będzie to celowe, także pochodne cząstkowe,
- zamieścić wszystkie informacje niezbędne do odtworzenia obliczeń.

Ze względu na różne konwencje należy zawsze określić jaki rodzaj niepewności został wyznaczony. Wartość liczbowa wyniku pomiaru powinna zostać podana w jeden z następujących sposobów:

1) wartość zmierzonej masy wynosi  $m = 63,03178 \text{ g}$  z niepewnością standardową złożoną  $u = 0,21 \text{ mg}$ ,

2) wartość zmierzonej masy wynosi  $m = 63,03178(21) \text{ g}$ , gdzie liczba w nawiasach jest wartością niepewności standardowej złożonej odniesioną do ostatnich cyfr podawanego wyniku,

3) wartość zmierzonej masy wynosi  $m = 63,03178(0,00021) \text{ g}$ , gdzie liczba w nawiasach jest wartością niepewności standardowej złożonej wyrażoną w tej samej jednostce, co wynik,

4) wartość zmierzonej masy wraz z jej niepewnością standardową złożoną wynosi  $m = (63,03178 \pm 0,00021) \text{ g}$ .

Wartości liczbowe estymaty i jej niepewności standardowej nie powinny być podawane z nadmierną liczbą cyfr. Zwykle wystarcza je podać najwyżej z dwiema cyframi znaczącymi. Jeśli nie wprowadza to błędu większego niż 10% można ograniczyć się do jednej cyfry znaczącej. Należy pamiętać, że aby uniknąć błędów zaokrągleń, do obliczeń powinny być one (jak i wszystkie inne wielkości) używane z największą możliwą precyzją. W przypadku pojedynczego pomiaru, lub gdy o niepewności decyduje niepewność przyrządu zaokrąglenie nie powinno być dokładniejsze niż rozdzielczość przyrządu (należy unikać dopisywania zer niezmiernych). Na przykład niepewność równa 0,0058 g w przypadku pomiaru na wadze elektronicznej o rozdzielczości 0,01 g powinno zostać zaokrąglone do 0,01 g.

Przy podawaniu końcowych wyników może być czasami uzasadnione zaokrąglenie niepewności raczej w górę aniżeli do najbliższej cyfry. I tak na przykład, niepewność 10,47 mΩ mogłaby być zaokrąglona w górę do 11 mΩ. Jednakże, ogólne zasady zaokrąglania powinny przeważać i wartość taką jak 28,05 kHz należy zaokrąglić w dół do 28 kHz.

Estymaty mierzonych wielkości powinny być zaokrąglone tak, aby pod względem liczby cyfr znaczących były zgodne ze swoimi niepewnościami; i tak, jeśli  $y_c = 10,05762 \Omega$  przy  $u_c = 27 \text{ m}\Omega$ , to  $y$  należy zaokrąglić do 10,058 Ω.

Współczynniki korelacji powinny być podane z dokładnością do trzech cyfr, jeśli ich wartości bezwzględne są bliskie jedności.

### 3.3. Reguły dotyczące rysunków i tabel

Wszystkie tabele i rysunki znajdujące się w raporcie muszą zostać omówione w tekście. Każdy rysunek i każda tabela powinny być numerowane i podpisane. Zwyczajowo podpisy tabel umieszcza się nad, zaś rysunków pod nimi. Rysunki to wszystkie graficzne elementy raportu, nie powinno się ich dzielić na przykład na rysunki, wykresy, schematy czy zdjęcia i stosować do nich osobnej numeracji. W przypadku dużej liczby rysunków czy tabel można wprowadzić osobną numerację dla każdego rozdziału (np.: Tabela 1.1, Tabela 1.2, Tabela 2.1 itd.), jednak nie należy się zbytnio zagłębiać w tę numerację. Numeracja tabel i rysunków powinna być zgodna z kolejnością ich omawiania w tekście, a tabele i rysunki powinny być umieszczone w raporcie w najbliższym możliwym miejscu ich pierwszego wymienienia w tekście, tak jednak aby nie zaburzać struktury raportu (na przykład nie dzielić akapitu, nie pozostawiać pustych części stron). Tabele, rysunki jak i ich podpisy powinny być wyśrodkowane lub wyjustowane w stosunku do tekstu raportu. W tabelach i na rysunkach używamy tych samych nazw i symboli wielkości co w tekście.

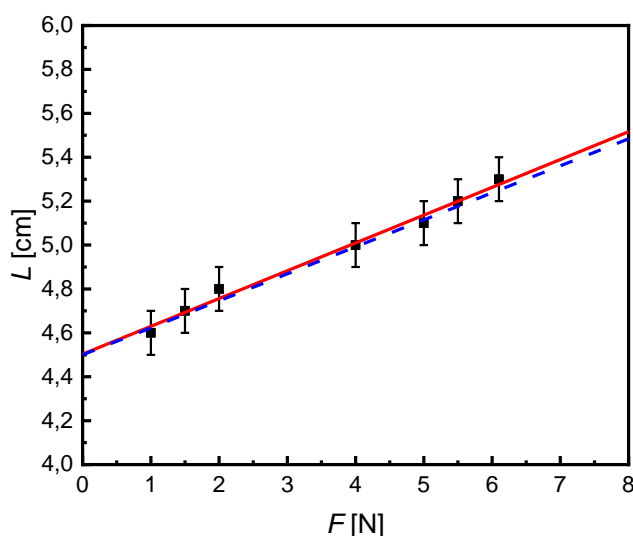
Tabele (patrz Tabela 1) służą do czytelnego przedstawienia wielu wartości liczbowych, nie należy więc w nich prezentować na przykład tylko dwóch liczb, które są równie czytelne gdy zostaną umieszczone bezpośrednio w tekście raportu. W tabelach nazwy, symbole i jednostki wielkości umieszczamy w nagłówkach kolumn lub wierszy, przy czym jednostki powinny być w nawiasach okrągłych lub kwadratowych – w komórkach tabeli nie podajemy jednostek miar. Długie tabele można umieścić w suplemencie.

Tabela 1. Podpis tabeli powinien zawierać wyjaśnienie użytych symboli jeśli nie są wyjaśnione w nagłówkach czy wierszach tabeli.

Przykład: zależność zmierzonej długości sprężyny ( $L$ ) od siły przyłożonej do jednego jej końca ( $F$ ). Dokładność pomiaru długości sprężyny ( $\Delta L$ ) w każdym przypadku wynosi 0,1 cm.

$F$ [N]	1,0	1,5	2,0	4,0	5,0	5,5	6,1
$L$ [cm]	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,3

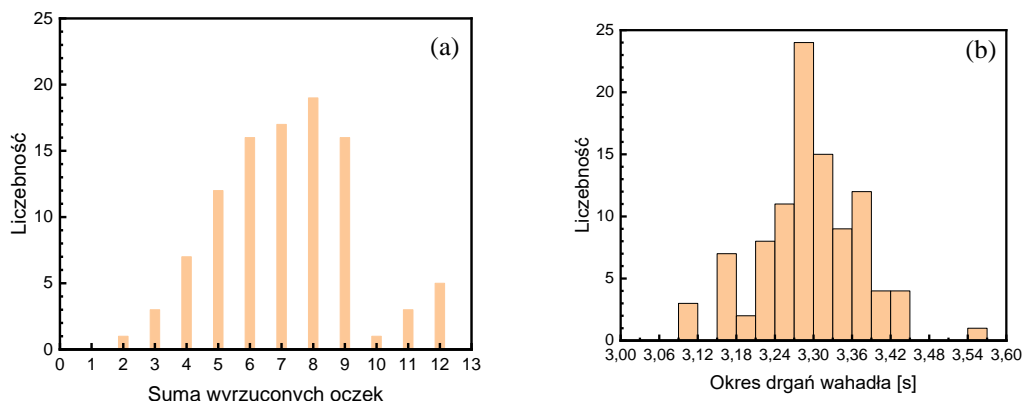
W przypadku wykresów (patrz rysunek 1) należy pamiętać o podpisywaniu osi nazwą zmiennych lub ich symbolami oraz umieszczonymi w nawiasach kwadratowych lub okrągłych jednostkami. Wykresy powinny mieć taką wielkość aby były czytelne, a skale dobrane tak, aby zakres wykreślonych punktów w jak największym zakresie pokrywał się z zakresem osi wykresu. Punkty danych zaznaczamy czytelnym symbolem, ich niepewności odpowiednimi pionowymi znacznikami zaś zależności modelowe liniami. W przypadku wykresów prezentujących kilka serii danych pomiarowych, czy różne zależności, punkty/linie powinny w sposób jednoznaczny je identyfikować (np. różne rodzaje punktów, czy kroje linii). W przypadku rozróżnienia ich różnymi kolorami należy zawsze się upewnić, że rozróżnienie to będzie równie jednoznaczne po wydrukowaniu w odcieniach szarości. W odniesieniu do wszystkich elementów graficznych prezentowanych w opracowaniach naukowych obowiązuje zasada prostoty i przejrzystości graficznej – wszelkie gradienty, tła, linie siatek, trzeci wymiar i tym podobne „dodatki” powinny się pojawiać jedynie wtedy, gdy wynikają z istoty prezentowanej wielkości lub też intencją autora jest zwrócenie uwagi czytelnika na dany aspekt.



Rysunek 1. Czcionka zastosowana na rysunku powinna mieć taki rozmiar, aby tekst był czytelny. Grubość linii i wielkość użytych symboli powinny być na tyle duże, aby rysunek był czytelny. Wyjaśnienia symboli użytych na rysunku, jeśli nie zostały wyjaśnione bezpośrednio na nim (np. w legendzie, podpisach osi itp.) powinny zostać wyjaśnione w ich podpisie.

Przykład: Zależność zmierzonej długości sprężyny ( $L$ ) od siły przyłożonej do jednego jej końca ( $F$ ). Na wykresie punktami zaznaczono dane pomiarowe wraz z ich niepewnościami, ciągłą linią oznaczono dopasowaną zależność liniową  $L = aF + b$ , natomiast linią przerywaną zależność oczekiwaną teoretycznie zgodnie z zależnością (3).

W przypadku histogramów istnieją dwa typy wielkości, które histogramujemy – ciągłe (np. masa, czas itp.) i dyskretne (np. liczba oczek na kostce, liczba ludzi). Słupki histogramu wielkości ciągłej zawsze rysujemy połączone ze sobą, a słupki histogramu wielkości dyskretnej rozdzielone (rysunek 2).



Rysunek 2. Histogramy liczebności: sumy wyrzuconych oczek w przypadku rzutu dwoma kostkami (a) oraz zmierzonego okresu drgań wahadła (b).

W przypadku korzystania z rysunków zaczerpniętych z innych źródeł, należy wcześniej sprawdzić jakie prawa autorskie mają zastosowanie w danym przypadku (czy wymagają zgody autora, oznaczenia autora, czy pozwalają na modyfikację rysunku, itp.). W każdym przypadku w podpisie rysunku należy podać odnośnik do źródła, również gdy rysunek został zmodyfikowany.

## 4. Podsumowanie

W podsumowaniu należy krótko opisać cel badań, przedstawić pokrótce metodologię pomiaru, powtórzyć główne wyniki i wnioski końcowe. Podobnie jak streszczenie nie powinno zawierać wyników częściowych, tabel, wykresów, jednak powinno być obszerniejsze niż streszczenie i możliwe jest umieszczanie w nim odnośników.

W ogólności należy zadbać o spójność zapisu całego raportu. Na przykład jeśli zdecydujemy się na mniejszą czcionkę podpisu tabel, należy taką samą czcionkę zastosować do podpisu rysunków. Jeśli zdecydujemy się na oznaczenie jednostek na wykresach w nawiasach kwadratowych, należy taką konwencję stosować we wszystkich rysunkach i tabelach w raporcie. Dobrze jest również ponumerować strony, tak aby po wydrukowaniu łatwo było ustalić kolejność stron.

## Literatura

Należy zamieścić spis literatury, do której występują odwołania w tekście opisu. Należy przy tym pamiętać, że spis literatury to nie spis lektur związanych z tematem raportu. Powinien on zawierać jedynie te pozycje z których czerpiemy informację ze źródła zewnętrznego np. porównując otrzymaną wartość z wartością tablicową. W przypadku korzystania z rysunków zaczerpniętych z innych źródeł (np. instrukcji), odniesienie do źródła powinno się znaleźć w podpisie rysunku. W przypadku modyfikacji takiego rysunku (gdy prawa autorskie na to pozwalają) należy w spisie literaturowym ten fakt zaznaczyć. Każda pozycja literaturowa powinna być numerowana, zgodnie z kolejnością jej przywołania w tekście raportu. Numeracja literatury w tekście powinna być spójna z listą na końcu raportu. Na przykład, jeśli jest ona realizowana przez indeksy górne,<sup>1,2</sup> to tak też powinny być one umieszczone w spisie literatury:

<sup>1</sup> pozycja A

<sup>2</sup> pozycja B

Jeśli w tekście używamy numeracji literatury bez indeksów górnych, to powinny one zostać wpisane w nawiasach kwadratowych. W przypadku więcej niż dwóch odnośników, powinny zostać one pogrupowane [1-3]. Wówczas spis literatury powinien być numerowany bez indeksów górnych, ale również bez nawiasów:

1 Pozycja A

## 2 Pozycja B

## 3 Pozycja C

W przypadku stosowania jako odnośników indeksów górnych wstawia się je tekstem (bez odstępu),<sup>1</sup> zaś w przypadku odnośników w nawiasach wstawia się je po spacji [1].

Opis poszczególnych pozycji literaturowych powinien być jak najbardziej precyzyjny i w sposób jednoznaczny pozwolić zidentyfikować szukaną informację. W przypadku odwołania do artykułów naukowych powinien być podany jego autor, nazwa czasopisma, numer woluminu, strona artykułu oraz rok publikacji, w przypadku odwołania do książek powinien być podany autor, wydawnictwo, rok wydania oraz strona na której znajduje się cytowana informacja. Ze względu na ulotność informacji internetowej, tego typu źródła powinny być w miarę możliwości unikane. W przypadku konieczności powołania się na nie powinien zostać podany adres strony oraz data zaczerpnięcia ze źródła.

## **Suplement**

W suplemencie powinny znaleźć się informacje, których znajomość nie jest konieczna do prześledzenia zaprezentowanego w raporcie rozumowania, ale będące ich uzupełnieniem. Mogą się w nim znaleźć na przykład tabele z surowymi danymi pomiarów, jeśli nie były one niezbędne w głównej części raportu, lub też uzupełniające raport rysunki. Często stosuje się suplementy, gdy liczba rysunków czy tabel w raporcie jest nieproporcjonalnie duża w stosunku do tekstu raportu. Można wybrać wówczas przykładowe rysunki czy tabele w raporcie, resztę umieszczając w suplemencie. Numeracja zarówno rysunków jak i tabel w suplemencie powinna być oddzielna niż w samym raporcie (np.: Tabela S1, S2, itd...).