

Tytuł ćwiczenia (wyśrodkowany, czcionka większa niż tekst raportu)

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

Data wykonania 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. Część teoretyczna (nazwy rozdziałów i podrozdziałów powinny być wyróżnione krojem lub wielkością czcionki w stosunku do tekstu raportu)

W tej części powinny zostać opisane podstawy teoretyczne badanego zagadnienia. Jednak nie należy 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 wyprowadzanych 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 uchwyty 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 (π , ω), podczas gdy stałe i zmienne oznaczone dużymi literami greckimi piszemy czcionką prostą (Ω , Δ). 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 „x” (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 wyników

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 $m = 63,03178$ g z niepewnością standardową złożoną $u = 0,21$ mg,

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

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

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

Estymaty mierzonej wielkości powinny być zaokrąglone tak, aby pod względem liczby cyfr znaczących były zgodne ze swoimi niepewnościami przy czym niepewność powinna być raportowana maksymalnie do dwóch cyfr znaczących, i tak, jeśli $y_c = 10,05762 \Omega$ przy $u_c = 27$ m Ω , to y należy zaokrąglić do $10,058 \Omega$. 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 $10,47$ m Ω mogłaby być zaokrąglona w górę do 11 m Ω . Jednakże, ogólne zasady zaokrąglania powinny przeważać i wartość taką jak $28,05$ kHz należy zaokrąglić w dół do 20 kHz.

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 po jego omówieniu w tekście, jednak tak aby nie zaburzać struktury raportu (na przykład nie dzielić akapitu, nie pozostawiać pustych części stron). Tabele, rysunki jak i ich podpisy powinny być wyrównane lub wyjustowane w stosunku do tekstu raportu. W tabelach i na rysunkach używamy tych samych nazw i symboli wielkości co w tekście.

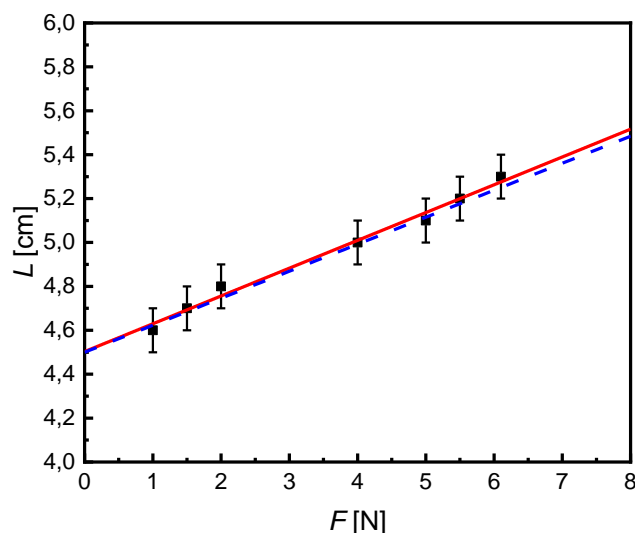
Tabele (patrz Tabela 1) służą do czytelnego przedstawienia wielu wartości liczbowych, nie należy więc w nich prezentować na przykład tylko dwóch liczb, które są równie czytelne gdy zostaną umieszczone bezpośrednio w tekście raportu. W tabelach nazwy, symbole i jednostki wielkości umieszczamy w nagłówkach 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 suplementach.

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

Tabela 1. Zależność zmierzonej długości sprężyny (L) od siły przyłożonej do jednego jej końca (F). Dokładność pomiaru długości sprężyny (ΔL) 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. W przypadku gdy osie podpisane są symbolami, powinny zostać one wyjaśnione w podpisie wykresu. 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.

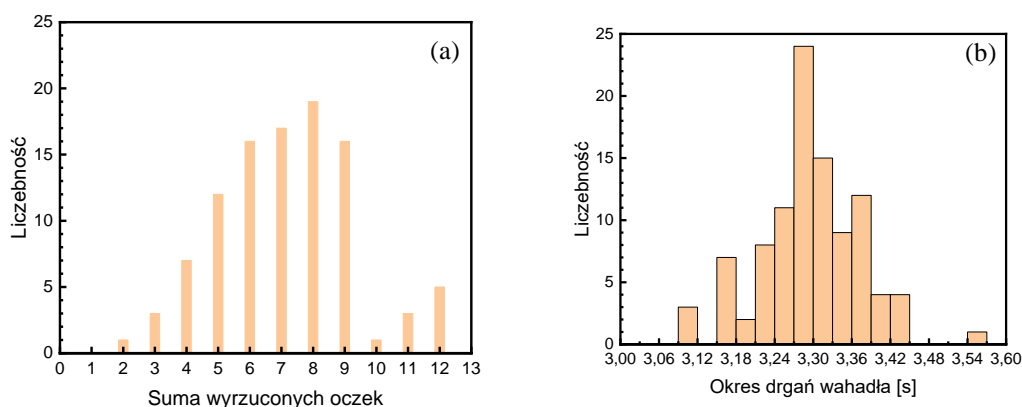


Czcionka zastosowana na rysunku powinna mieć taki rozmiar, aby tekst był czytelny. Grubość linii i wielkość użytych symboli powinny być na tyle duże, aby rysunek był czytelny. Wyjaśnienia symboli użytych na rysunku, jeśli nie zostały wyjaśnione bezpośrednio na nim (np. w legendzie, podpisach osi itp.)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

Przykład:

Rysunek 1. 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 cząstkowych, 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 (gdzie 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,^{1,2} to tak też powinny być one umieszczone w spisie literatury:

¹ pozycja A

² 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 odstępów),¹ zaś w przypadku odnośników w nawiasach wstawia się je po spacji [1].

Opis poszczególnych pozycji literaturowych powinien być jak najprecyzyjniejszy 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 niekonieczne do przeprowadzenia logicznego toku raportu, ale je uzupełniające. 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...).