

Zalecenia dotyczące przedkładanych sprawozdań z doświadczeń w I Pracowni Fizycznej

Oprac. *Tadeusz M. Molenda*, Instytut Fizyki, Wydział Mat.-Fiz., Uniwersytet Szczeciński

I. Uwagi ogólne

Sprawozdanie powinno być przygotowane w taki sposób, aby umożliwić osobie czytającej (nie tylko prowadzącemu zajęcia lab.!) łatwe zrozumienie przedstawianej informacji oraz umożliwić weryfikację wiarygodności przedstawianych wyników.

Każdy student przygotowuje indywidualne opracowanie ćwiczenia. Napisany tekst powinien stanowić własność intelektualną Autora sprawozdania, więc nie może być wynikiem pracy zespołowej.

Każda z osób jest równoprawnym współautorem wyników dla ćwiczeń wykonywanych w zespołach, kończą się tym samym pakietem danych, dlatego powinien być porównywalny udział w pracy doświadczalnej. Można wspólnie pracować nad analizą danych, jednak każdy z Autorów musi mieć pełną świadomość i wiedzę, jak wykonywane były obliczenia, przygotowany arkusz kalkulacyjny. Chociaż dopuszczalne jest opracowywanie danych w zespole tam, gdzie zbieranie danych wymagało udziału więcej niż jednej osoby, oczekuje się, że ostateczne interpretacje i sformułowania na piśmie będą wykonywane niezależnie i stanowić własność intelektualną Autora sprawozdania.

Uwaga: w sprawozdaniu do każdego zapożyczonego tekstu, rysunku, zdjęcia, też wypowiedzi, należy dać odnośnik do źródła pochodzenia. Odnośniki podajemy na końcu właściwego zdania, jako liczby w nawiasach kwadratowych – [X], gdzie X jest pozycją cytowanego źródła informacji na liście w p. Odnośniki (Bibliografia), umieszczaną na końcu Sprawozdania.

Należy pamiętać, że kopiowanie materiałów z innego źródła i zmiana słów w kilku miejscach tu i tam, bez odwołania się do oryginalnej pracy to też plagiat, nawet jeśli nie ma zgodności słowo w słowo.

Format dokumentu

Sprawozdanie w szczególnych przypadkach może być napisane ręcznie. W opracowaniu komputerowym wskazane jest przyjrzeć się z uwagą tekstowi w akademickim podręczniku fizyki (wskazane wyd. PWN lub czasopiśmie naukowym), zwrócić uwagę na sposób zapisu. Wskazane jest korzystanie z formy zapisu i formatowania w: *Instrukcje do doświadczeń w I Pracowni Fizycznej*, tych które były z aktualizowane, zmienione bądź na nowo opracowane.

Wybrane zalecenia dotyczące zapisu i formatowania tekstu – patrz Załącznik 1.

II. Główne składniki sprawozdania

1. Tabelka nagłówkowa (część administracyjna) – zał. 1.

2. Wstęp

Powinien zawierać informacje na temat przedmiotu i cel wykonywanego ćwiczenia. Cel jest zazwyczaj podany w instrukcji, można go jednak sformułować w sposób, który będzie lepiej oddawał rzeczywistość osiągnięty wynik. W możliwie najmniejszej liczbie zdań należy określić, jaką wiedzę uzyskała(e)s na temat przedmiotu zadania oraz w jaki sposób ten cel został osiągnięty. Innymi słowy, ten fragment sprawozdania ustanawia związek między czynnościami, które były wykonane podczas wykonywania doświadczenia i wiedzą, która została uzyskana na temat przedmiotu zadania.

3. Opis teoretyczny, metody pomiaru, materiały

Ta część powinna zawierać niezbędne informacje przedstawione w zwięzły, krótki i logiczny sposób, podstawowe wzory opisujące badane zjawisko i wykorzystywane w obliczeniach. Część tą należy traktować jako uszczegółowienie (rozwińcie) tematu ćwiczenia bez zbędnych powtórzeń z Instrukcji, do których w razie potrzeby należy się odwołać, też do artykułów, książek lub wiarygodnych źródeł internetowych – z precyzyjnym wskazaniem strony, akapitu czy wiersza, numeru wzoru. (Nie powinien to być luźny zbiór definicji i wzorów, bardziej w formie opisu dla kolegi, który ma jakąś znajomość przedmiotu i tematyki, ale jeszcze nie robił tego ćwiczenia, nie zna zagadnienia badanego problemu i sposobu, w jaki został on rozwiązany.) Schemat pomiarowy powinien być czytelny i przejrzysty, a przede wszystkim „rzeczywisty”. Jeśli rys. układu pomiarowego, zdjęcie jest w *Instrukcji* to raczej nie należy go w części głównej sprawozdania powtarzać. Można natomiast umieścić go w załączniku. Jeśli układ pomiarowy zawiera przyrządy, to pod schematem układu (z opisem np. Rys. 1. Schemat budowy polarymetru półcieniowego) lub w tekście musi się znaleźć informacja o tych przyrządach (typ, klasa dokładności, zakres pomiarowy, dokładność odczytu). Należy przedstawić procedurę wykonywania pomiaru, materiały wykorzystane w doświadczeniu, metody analizy danych, informację na temat programów komputerowych

wykorzystanych do analizy danych i inne informacje dotyczące wykonywania eksperymentu. Warto zwrócić uwagę na opis sposobu przeprowadzenia pomiarów oraz czynności zwiększających ich dokładność, np. wybór odpowiedniego przyrządu (np. dlaczego wykorzystano suwmiarkę a nie linijkę), osłonięcie przyrządu pomiarowego w celu wyeliminowania ubocznych efektów itp.

W przypadku materiału przygotowanego do przystąpienia do ćwiczenia – przeprowadzenia eksperymentu w Pracowni, należy go dołączyć do sprawozdania, po ew. uzupełnieniu, jako oddzielną część „Opis teoretyczny” lub dołączyć w załączniku.

4. Dane pomiarowe

W tej części należy umieścić nieobrabiane wyniki uzyskane podczas wykonywania zadania. Wyniki umieszcza się w odpowiedniej formie np. w postaci tabel i ich opisów. Dane, zamieszczone w arkuszu kalkulacyjnym, który jest dołączony do Sprawozdania jako zał., mogą nie być zamieszczone. W tym jednak przypadku należy zamieścić główkę tabeli, która jest podpisana z umieszczoną adnotacją gdzie znajdują się dane pomiarowe – w jakim arkuszu. Główka tabeli, w każdym przypadku, ma być poprawnie skonstruowana z nazwami wielkości fizycznych, z ich symbolami i jednostkami w poprawnej, wymaganej formie zapisu – patrz Załącznik 3 (przykłady główek tabel – patrz [1]).

Kartę pomiarową z danymi należy dołączyć do sprawozdania. Jeśli sprawozdanie jest przesyłane drogą elektroniczną wówczas należy też dołączyć skan karty z danymi.

5. Opracowanie wyników pomiarów i niepewności pomiarów

W tej części prezentujemy opis obliczeń zgodnych z podpunktem *Opracowanie wyników pomiarów w Instrukcji* i z sugestiami prowadzącego. Przedstawić wszystkie etapy opracowania danych oraz ilościowej analizy niepewności pomiarowych w sposób umożliwiający osobie oceniającej sprawdzenie ich poprawności. Opisać w jaki sposób były wykonywane obliczenia – wskazać z jakich wzorów. W przypadku złożonej postaci obliczeń komputerowych, opisać formuły. Nie należy przytaczać szczegółów obliczeń, szczególnie numerycznych wynikających z zastosowanych wzorów. Natomiast należy dokonać analizy wymiarowej jednostek w stosowanych wzorach – sprawdzić poprawność jednostek.

Dokonać prezentacji wyników zgodnie z zapisem w *Instrukcji*, zgodnie z „*Zalecenia dotyczące ...*”, w przypadku wątpliwości kierować się wymogami prezentowanymi w: Literatura w cz. III.

Szczegółowe opracowanie wyników pomiarów – obliczenia, oraz ilościowa analiza niepewności pomiarowych są obowiązkowymi elementami sprawozdania, ale należy dążyć do tego żeby znalazły się one w dodatkach – w arkuszu kalkulacyjnym, jeśli jest dołączany. W przypadku korzystania ze specjalistycznego oprogramowania należy dołączyć odpowiedni wydruk umożliwiający sprawdzenie poprawności obliczeń.

Uwagi:

Przeprowadzone obliczenia rachunkowe powinny być na tyle dokładne, aby nie wpływały na końcowy wynik pomiaru i wartość niepewności pomiaru. Obliczenia niepewności powinny być prowadzone z dokładnością co najmniej 4 cyfr znaczących. Niepewność końcowego wyniku pomiaru zaokrąglamy do dwóch cyfr znaczących. Wynik końcowy zaokrąglamy tak aby ostatnia cyfra znacząca wypadała na tym samym miejscu co ostatnia cyfra znacząca niepewności, przy czym, wartość i jej niepewność muszą być wyrażone w tych samych jednostkach. Jeśli prowadzimy ciąg obliczeń, to kolejne obliczenia należy prowadzić z możliwie największą dokładnością, bez zaokrągleń po każdym kroku, a zaokrąglenie wykonujemy tylko raz, na końcu obliczeń.

Przy sporządzaniu wykresów należy zastosować się do zaleceń: *Wybrane wymogi dotyczące tworzenia wykresów* [1].

Wykresy (rysunki) i tabele powinny być ponumerowane i podpisane – nadajemy krótki, zrozumiały tytuł, powinny być do nich odsyłacze w tekście. Na rysunkach i w tabelach używamy tych samych nazw i symboli wielkości jak w tekście.

6. Dyskusja wyników, wnioski, spostrzeżenia, podsumowanie

Końcowa część sprawozdania powinna zawierać dyskusję wyników wraz z ich niepewnościami. Dyskusja obejmuje porównanie wyników z wartościami teoretycznymi lub tablicowymi oraz opis niepewności i ich wpływ na wyznaczoną wartość. Tutaj należy przeanalizować możliwe przyczyny, zaproponować wyjaśnienie zaobserwowanych różnic. Ponadto należy przeanalizować warunki w jakich wykonywano pomiary i ocenić ich wpływ na uzyskane wyniki, rozważyć możliwości usprawnienia pomiarów, zwiększenia ich dokładności, przedstawić ewentualne inne uwagi dotyczące wykonanego zadania.

W tej części należy udzielić odpowiedzi na pytania: Czy osiągnięto cel ćwiczenia? Czy wyniki są równe w granicach niepewności z wartościami tabelarycznymi/teoretycznymi? Czy uzyskane zależności (przedstawiane najczęściej na wykresach) są zgodne z przewidywaniami teoretycznymi? Jakie mogą być przyczyny niezgodności uzyskanych wyników z wartościami literaturowymi i jak można było ich uniknąć? Co można zrobić, aby poprawić dokładność otrzymanych wyników? Itd.

Spisać własne uwagi dotyczące realizacji doświadczenia, występujących trudności, przyrządów, zapisów w *Instrukcji* np. nieprecyzyjne sformułowania, niejasności (wyszczególnić jakie) itp.

7. Podziękowania

Podziękuj wszystkim, których pomoc przy wykonaniu ćwiczenia okazała się istotna. Każda osoba, z którą w istotny sposób omawiano opracowywanie wyników i przygotowanie sprawozdania powinna być wymieniona z imienia i nazwiska w sprawozdaniu.

8. Odnośniki (bibliografia) (wielkość czcionki może być mniejsza – 10 pt)

Cytując wyniki cudzej pracy, informacje/wiedzę ze źródeł pisanych należy umieścić odnośnik wskazujący źródło tej informacji (tj. dokładne zidentyfikowanie źródła – podanie: autora, tytułu, miejsca wydania, wydawcy, daty publikacji i ewentualnie numeru strony), jak również dla informacji ustnych (np. objaśnienia pracownika inżynierijno-technicznego w Pracowni, prowadzącego ćwiczenie, wykładowcy). Dosłowne cytaty (wytnij-i-wklej) z innych źródeł są dozwolone wyjątkowo i tylko w przypadku krótkich zdań, tablic i rysunków i również obowiązkowo muszą być zaopatrzone w odnośniki.

Listę źródeł sporządzamy zgodnie z wymogami spisu literatury lub korzystając z przykładowych dla Literatura w cz. III.

Spis powinien zawierać jedynie te pozycje, do których odwołujemy się w tekście sprawozdania i umieszczamy w zasadzie tylko wiarygodne źródła – a do takich należą wszystkie wydawnictwa recenzowane, a więc PWN, WNT, Springer itp. Wikipedia nie zawsze jest wiarygodnym źródłem!

9. Załączniki

Strony załączników są integralną częścią Sprawozdania i muszą być również numerowane. Powinny być zgromadzone materiały doświadczalne (np. wydruki, zdjęcia itp.) oraz inne materiały wg. uznania studenta. Zalecane wyszczególnienie postaci:

- Z1. Karta danych pomiarowych (wymóg: zapis długopisem bez korekcji danych i z podpisem prowadzącego).
- Z2. Wydruk arkusza kalkulacyjnego (nazwa arkusza, krótki opis).

III. Informacje dodatkowe

Warunkiem koniecznym zaliczenia ćwiczenia jest oddanie w terminie sprawozdania. Oddanie po terminie sprawozdania skutkuje obniżeniem oceny.

Plagiat (dotyczy nie tylko całości sprawozdania, ale także jego poszczególnych części) jest kradzieżą własności intelektualnej, skutkuje oceną 2,0 za sprawozdanie niezależnie od poniesionych konsekwencji wynikających z Regulaminu Studiów.

W opracowaniu zaleceń przeanalizowano podobne dokumenty funkcjonujące na wielu uczelniach w Polsce, w większości, na których bazowano, zostały uwzględnione poniżej.

Literatura

1. Molenda T. M.: *Word – zalecenia: zapisy wielkości, tabeli, wykresów, rysunków*; http://dydfiz.univ.szczecin.pl/plik/Word_Zalecenia_Zapisy_wielkosc_w18.doc; *Uwagi o zapisie wielkości fizycznych i pewnych nieprawidłowościach w tym zakresie*. www.foton.if.uj.edu.pl/documents/12579485/cb289cdc-65ba-4770-8dbf-9685be2f466f; Wybrane wymogi dotyczące tworzenia wykresów http://dydfiz.univ.szczecin.pl/plik/Wykresy_zalecenia.pdf (dostęp listopad 2018).
2. Molenda T. M.: *Podstawowe dane dotyczące niepewności pomiaru konwencji GUM*. http://dydfiz.univ.szczecin.pl/plik/Def-Wzory_Niep_Pomiaru_18Z.pdf (dostęp listopad 2018).
3. Majhofer A., Nowak R. J.: *Jak pisać raport końcowy*. F UW – 2013; www.fuw.edu.pl/~tomslu/PFiE_2015L/raport_typografia.pdf, (dostęp listopad 2018).
4. Owczarek I.: *Jak poprawnie napisać sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki?* CMF – 2012, http://cmf.p.lodz.pl/iowczarek/materialy/fizyka/jak_napisac_sprawozdanie.pdf (dostęp listopad 2018).
5. *O pisaniu Sprawozdań słów kilka ...* www.1pf.if.uj.edu.pl/documents/5046939/5227638/Jak%20pisac%20sprawozdanie%2025%20lis%2012%20zal33.pdf (dostęp listopad 2018).
6. *Sprawozdanie z wykonanego zadania*. https://wwwold.fizyka.umk.pl/wfaiis/files/PFM-3-Instrukcje_pisania_sprawozdania.pdf, <https://wwwold.fizyka.umk.pl/~lab1/Pliki/oSprawozdaniach.pdf> (dostęp listopad 2018).

7. Co powinno zawierać sprawozdanie? http://ftj.agh.edu.pl/~chudyba/pliki/jak_piszemy_sprawozdanie_na_5.0.pdf (dostęp listopad 2018).

8. Squires G.L.: *Praktyczna fizyka*. Warszawa, PWN, 1992.

Załącznik 1. Wybrane zalecenia dotyczące zapisu i formatowania tekstu.

Zalecany rozmiar – 11 pt lub 12 pt; *Interlinia* – *Pojedyncze* lub *Wielokrotne* do 1,15 pt; *Marginesy* – lewy ok. 2,5 cm, inne – ok. 2,0 cm.

Zapis: symboli wielkości fizycznych – czcionka pochyła i szeryfowa, na ogół stosowana jest czcionka Times New Roman, z zalecenia BIPM¹; czcionką prostą – liczby, wartości liczbowe wielkości fizycznych, symbole stałych matematycznych, symbole jednostek miar. Wartość liczbową i symbol jednostki wielkości fizycznej muszą być oddzielone przerwą jednostkową (jedną spacją) – np. $E = 39 \text{ J}$, również przed i po znakach: „+, −, =, <, > itp.”.

Zapis wzorów – stosujemy ten sam rozmiar czcionki co tekst sprawozdania, czcionka szeryfowa.

Wzory są taką samą częścią zdania jak podmiot, dopełnienie, ... i wymagają stosownych znaków przestankowych wynikających z reguł konstrukcji zdania. Wzory, równania można zapisać w postaci tekstowej tylko dla ich pewnej części np. $R_w(T) = R_0[1 + \alpha_R(T - T_0)]$, jeśli nie możemy zapisać w postaci tekstowej używamy edytora równań, np. $T = 2\pi\sqrt{LC}$ (np. w MS Eq. 3.0 – Times New Roman).

Szczegółowe zalecenia dotyczące zapisów są zawarte w artykułach [1].

Według polskiej normy, przecinek oddziela część ułamkową rozwinięcia dziesiętnego liczby od części całkowitej. Czytelność zapisu liczby wielocyfrowej osiągamy przez grupowanie po trzy cyfry, oddzielając je pojedynczym odstępem, np. 23 345,146 792.


Gwiazdka „*” nie jest dozwolonym znakiem mnożenia. Jako znaku mnożenia stosujemy symbole: kropki (·) (kod znaku – 2219 lub 22C5, po wpisaniu należy nacisnąć klawisze Alt+X, zależy też od aplikacji i kodowania), np. $3 \cdot 5$, kg · m (kropka powinna być na takiej wysokości jak znak „+” czy „−”); krzyżyka (×), np. 3×5 . Znaku mnożenia używamy w zasadzie tylko dla liczb, dla zmiennych skalarnych nie jest stosowany, np.: xyz a nie: $x \cdot y \cdot z$ czy $x \times y \times z$. Podobnie: $(1 - x)(1 + y)$ a nie $(1 - x) \times (1 + y)$.

Nawiasy i cudzysłowy obejmują treść we wnętrzu bez odstępów, tzn.: (w nawiasie) a nie (w nawiasie).

Rozmiar i krój czcionki wykorzystywanej w tekście powinien być taki sam jaki jest w równaniach i w opisie tabel i rysunków, również na rysunkach.

Jednoliterowe części mowy – przyimki, spójniki: „w”, „z”, „a”, „i”, „o” itd. występujące samodzielnie na końcu wiersza nie są wskazane i należy ich unikać. Umożliwia to tzw. „spacja nierozdzielająca”, wstawiana między te litery a następujące po nich słowa.

Załącznik 2. Wzór Tabelki nagłówkowej.

	I Pracownia Fizyczna, Fizyka, II r. sem. zimowy, rok 2018/2019; Instytut Fizyki US	
	Sprawozdanie z wykonanego dośw. nr E02 , nazwa doświadczenia: <i>Wyznaczenie skręcalności właściwej i stężenia roztworu cukru za pomocą polarymetru półcieniowego</i>	Nr kolejny sprawozdania X-Y*
Opracował(a)	Imię i nazwisko:	Data pomiarów
		Data oddania spr.

* Y – nr kolejnej, poprawionej wersji sprawozdania z dośw. dla sprawozdania pierwotnego z nr X.

Załącznik 3. Przykłady główki tabeli pomiarowej.

Lp.	stal		woda		t_k	stal	
	m_s	t_s	m_w	t_w		c	$\Delta c/c$
	kg	°C	kg	°C		°C	J/(kg · K)

Lp.	x , cm	x' , cm	v , cm/s
-----	----------	-----------	------------

¹ SI Brochure: *The International System of Units (SI)* BIPM, S`evres, 2006; [8th edition, 2006; updated in 2014]; www.bipm.org/en/publications/si-brochure/