

Jak napisać sprawozdanie

Sprawozdanie powinno być jednym, spójnie napisanym dokumentem. Wszystkie jego elementy należy umieścić w jednym pliku. Trzeba pamiętać, aby przy pracy grupowej ustalić styl formatowania, np.: typ i wielkość czcionki, marginesy, podział na rozdziały, itp. Najlepiej w takim przypadku korzystać z możliwości tworzenia dokumentów w chmurze, gdzie każdy może pracować na tym samym dokumencie, nawet w tym samym czasie (najpopularniejsze rozwiązanie to Google Docs).

Należy pamiętać, że sprawozdanie musi być pisane w taki sposób, jakby było pisane dla osoby, która nie wie nic w tej tematyce. Należy wszystkie czynności dokładnie opisywać. Dobrym sposobem sprawdzenia tego, jest poproszenie kolegi/koleżanki/członka rodziny (itp.) o przeczytanie gotowego sprawozdania. Następnie zadać kilka podstawowych pytań:

- Co było celem doświadczenia?
- Jaką metodę zastosowano, aby wykonać cel doświadczenia?
- Co zostało zmierzone za pomocą przyrządów mierniczych?
- Jak wykonano obliczenia?
- Z jaką dokładnością wykonano obliczenia?
- Co było ostatecznym wynikiem?
- Czy cel został osiągnięty?

Są to oczywiście przykładowe pytania, ale w pewnym stopniu wystarczające, aby określić klarowność i przejrzystość sporządzonego dokumentu.

Każde sprawozdanie z przeprowadzonego ćwiczenia na laboratorium fizycznym, powinno zawierać kilka podstawowych elementów.. Nie wliczając strony tytułowej, brak jakiegokolwiek z nich wiąże się z obniżeniem oceny sprawozdania, ze względu na jego niekompletność.

Elementy sprawozdania:

1. Strona tytułowa
2. Wstęp teoretyczny
3. Cel i opis przebiegu doświadczenia
4. Zestawienie pomiarów
5. Obliczenia
6. Rachunek błędów
7. Wnioski
8. Załączniki

Opis elementów sprawozdania:

1. Strona tytułowa - jest to strona informacyjna, która zawiera informacje o wykonanym ćwiczeniu, dacie wykonania ćwiczenia oraz osobach, które wykonały to ćwiczenie. Dla ułatwienia prowadzący udostępnia wzór strony tytułowej, który może być

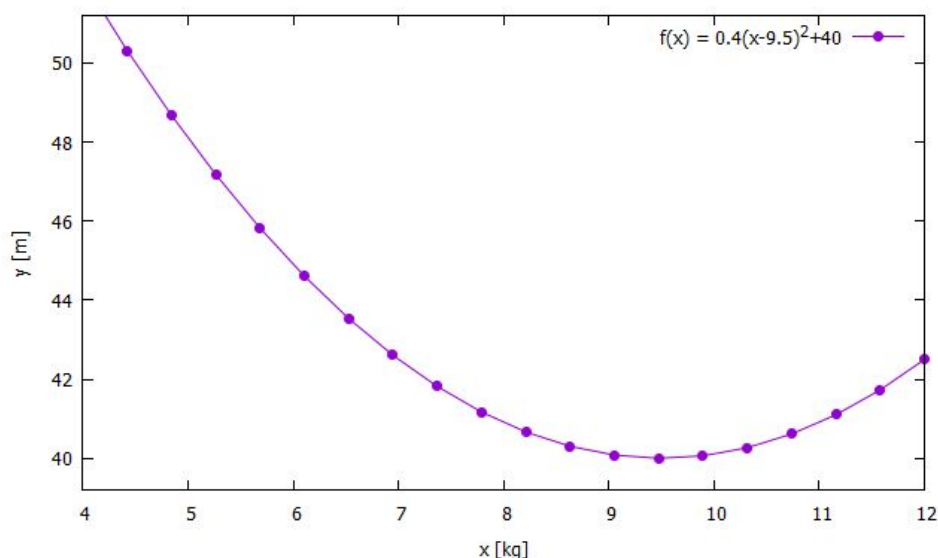
zastosowany/przekopiowany do sprawozdania. Elementy strony tytułowej nie mogą wykraczać poza pierwszą stronę sprawozdania (wszystko powinno się znajdować na tej jednej, pierwszej stronie). Stosując gotowy wzór należy wypełnić tylko pierwszą tabelę.

2. Wstęp teoretyczny - sporządzenie wstępu teoretycznego jest formą przygotowania merytorycznego do wykonania doświadczenia. Należy go napisać znacznie wcześniej niż sprawozdanie, ale jest on również jego częścią. Dlatego wstęp teoretyczny należy uwzględnić w ostatecznym dokumencie.
3. Cel i opis przebiegu doświadczenia - te elementy można znaleźć w instrukcji ćwiczenia. Można je po prostu przepisać, ale jednocześnie należy odpowiednio zredagować tekst. W przypadku realizacji zajęć zdalnych, to prowadzący wykonał pomiary, więc najlepiej napisać przebieg doświadczenia w formie bezosobowej (np. Zmierzono masę kostki o . Pomiar został umieszczony w Tabeli 1.)
4. Zestawienie pomiarów - w tym miejscu należy przepisać wszystkie pomiary, które znajdują się na karcie pomiarowej. Dodatkowo, jeśli trzeba, należy uzupełnić tabele, których forma jest zdefiniowana w instrukcjach ćwiczeń. Konieczna jest kontrola nad oznaczeniami, tak aby zgadzały się z tym, co się znajduje w *Qrkuq"rt/gdkgi w' fq y kfe/gpk* oraz w kolejnej części sprawozdania. Istnieje kilka zasad stosowania oznaczeń matematycznych oraz fizycznych:
 - każdy wspomniany parametr musi być zdefiniowany i opisany (np.: mając wzór $f = \frac{c \cdot k}{l^4}$, należy opisać co to jest c , co to jest k oraz co to jest l i $'$).
 - oznaczenie parametru z dużej i małej litery to nie to samo (np.: $o \neq O$)
 - parametry fizyczne, które są wartościami zmiennymi, zapisuje się za pomocą kursywy (np.: p - dobrze, n - źle)
 - wzory najlepiej pisać za pomocą opcji wstawienia $Hqto w\mathcal{E}$. Polega to na pisaniu tzw. pseudokodem, który pozwala formować nawet bardzo skomplikowane wzory.
 - często parametry fizyczne oznaczane są literami alfabetu greckiego, należy właśnie w taki sposób je zapisywać w sprawozdaniu. "
5. Obliczenia - w instrukcji ćwiczenia są spisane wzory, których należy użyć, aby wyznaczyć wszystkie parametry niezbędne do osiągnięcia celu doświadczenia.
6. Rachunek błędów - w instrukcji ćwiczenia są spisane ogólne wzory metod wyznaczenia błędów oraz wzory końcowe, których należy użyć, aby ten błąd obliczyć. Wyznaczenie błędu jest bardziej skomplikowane niż wyznaczenie samego parametru, jednak jest to niezbędne, żeby wyznaczyć zakres wiarygodności otrzymanych wyników.
7. Wnioski - jest to jeden z najważniejszych elementów w sprawozdaniu. Na podstawie wniosków można określić stopień zrozumienia wykonanego zadania. Wnioski, tak jak całe sprawozdanie powinno być napisane w sposób opisowy, a nie hasłowy. W ogólności wnioski mogą być formą odpowiedzi na pewne podstawowe pytania:
 - Co było celem doświadczenia?

- Jaką metodę zastosowano?
 - Jakie wartości otrzymano po wykonaniu obliczeń (razem z błędami, jeśli zostały wyznaczone)?
 - Jakie są wartości tablicowe wyznaczonych parametrów?
 - Czy wyznaczone wartości zgadzają się z wartościami tablicowymi w granicach błędu?
 - Jeśli się nie zgadzają, to dlaczego?
8. Załączniki - jedynym załącznikiem w przypadku większości sprawozdań z tego laboratorium jest karta pomiarowa. Wyjątkiem są sprawozdania, które są sporządzane ręcznie, bądź sprawozdania, do których wykresy są sporządzane ręcznie. W takim wypadku wykresy należy wykonywać na papierze milimetrowym. Nieakceptowalne są kartki z mniejszą dokładnością (np. w kratkę). W przypadku zajęć zdalnych nie trzeba wysyłać karty pomiarowej. Natomiast ręcznie wykonane sprawozdanie, bądź ręcznie wykonane elementy sprawozdania należy zdigitalizować, tzn. wykonać zdjęcie bądź skan i złożyć w jeden plik PDF.

W niektórych ćwiczeniach konieczne jest wykonanie wykresu/-ów. Wykresy należy sporządzać w programie graficznym (wybór dowolny). Należy pamiętać, aby tak wykonany wykres miał:

- poprawnie opisane osie (symbol zgodny z oznaczeniami w sprawozdaniu + jednostka w nawiasie kwadratowym);
- odpowiednio dobrane zakresy osi (początkową wartością na osi X/Y nie musi być 0, w zależności od punktów pomiarowych należy odpowiednio zawęzić zakres na osiach);
- poprawnie opisaną legendę.



T{u0' 30' Rt|{n&f"y {nt guw"}"qf r qy kgf plq"qr kucp{o k' quko k"ngi gpf "qt c|"qf r qy kgf plq" f qrcuqy cp{o k'|cmt guco k' quk'Z[O' F q"y {nqpcpk"rt|{n&f qy gi q"y {nt guw"unqt|{wcpq"}" rtqi tco w'I pwrnq0'

Każdy wykres należy odpowiednio oznaczyć, podpisać oraz odnieść się do niego w tekście. Przykład poprawnie wykonanego wykresu znajduje się na *T{u0'3}*. Wykres wykonano za pomocą programu Gnuplot.

Sprawozdanie jest pisane w grupie, więc każda osoba w grupie jest odpowiedzialna za każdy element w sprawozdaniu, w takim samym stopniu. Jeśli jedna osoba w grupie jest odpowiedzialna za np. obliczenia, to pozostałe osoby z grupy mają obowiązek sprawdzić poprawność tych obliczeń.

Przykładowe sprawozdanie (bez strony tytułowej i wstępu teoretycznego) załączam poniżej w postaci zdjęć.

Temat doświadczenia: Pomiar stałej siatki dyfrakcyjnej przy pomocy spektrometru.

Cel doświadczenia: Wyznaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej.

Przebieg doświadczenia:

Lampę sodową o długości fali 589,3nm podłączyliśmy do prądu i poczekaaliśmy aż się nagrzejemy i zacznie świecić pomarańczowym światłem. W tym czasie do prądu podłączyliśmy również spektrometr. Badaną siatkę dyfrakcyjną ustawiliśmy prostopadle do biegu promieni i naprowadziliśmy lunetę na zerowy rząd widna aby odczytać wartość kąta α_0 . Następnie po kolei naprowadzaliśmy lunetę na kolejne obrazy szczeliny na prawo i na lewo od rzędu zerowego i w tabeli zanotowaliśmy odczytane kąty ugięcia.

Tabela pomiarowa:

L.p	Rząd zerowy n=0	Rząd pierwszy n=1		Rząd drugi n=2		Rząd trzeci n=3	
	α_0	α_{1l}	α_{1p}	α_{2l}	α_{2p}	α_{3l}	α_{3p}
1	0°0'	6°37'	353°23'	13°16'	346°38'	20°6'	339°38'
2	0°0'	6°37'	353°23'	13°16'	346°38'	20°6'	339°39'
3	0°0'	6°38'	353°23'	13°16'	346°39'	20°6'	339°39'
4	0°0'	6°37'	353°22'	13°16'	346°38'	20°6'	339°36'
5	0°0'	6°37'	353°22'	13°16'	346°38'	20°6'	339°37'

Obliczyliśmy wartości odsunięcia kąta od wartości zerowej i wyniki zestawiliśmy w tabeli:

Biorąc pod uwagę, że wartość kąta rzędu zerowego wynosi zarówno 0°0' jak i 360°0', wartości widna tych samych rzędów, powinny być zbliżone dla prawej i lewej strony.

Korzystając więc z zależności:

$$\alpha_p = |\alpha_{p1} - \alpha_{0l}|$$

$$\alpha_l = |\alpha_{l1} - \alpha_{0p}|$$

Wyznaczyliśmy wartość odsunięcia kątów załamania od wartości zerowej:

$$\alpha_{1l} = |6°37' - 0°0'| = 6°37' \quad \text{- wartość odsunięcia od kąta zerowego to } 6°37'$$

$$\alpha_{1p} = |353°23' - 360°0'| = 6°37' \quad \text{- wartość odsunięcia od kąta zerowego to } 6°37'$$

Analogicznie wyznaczyliśmy kąty dla pozostałych pomiarów i wyniki zapisaliśmy w tabeli:

L.p	n=0	n=1		n=2		n=3	
	α_0	α_{1l}	α_{1p}	α_{2l}	α_{2p}	α_{3l}	α_{3p}
1	0°0'	6°37'	6°37'	13°16'	13°22'	20°5'	20°22'
2	0°0'	6°37'	6°37'	13°16'	13°22'	20°6'	20°21'
3	0°0'	6°38'	6°37'	13°16'	13°21'	20°6'	20°21'
4	0°0'	6°37'	6°38'	13°16'	13°22'	20°6'	20°24'
5	0°0'	6°37'	6°38'	13°16'	13°22'	20°6'	20°24'
Wartość średnia	0°0'	6°37'12"	6°37'24"	13°16'	13°21'48"	20°5'48"	20°22'24"
Wartość średnia dla danego rzędu	0°0'	6°37'18"		13°18'54"		20°14'6"	

Obliczyliśmy wartość średnią kątów ugięcia, korzystając ze wzoru:

$$\alpha_{sr} = \frac{\sum \alpha_n}{n}$$

Gdzie:

α_{sr} - średnia wartość kątów

α_n - kolejne pomiary wartości kąta

n - ilość pomiarów

Następnie wyznaczyliśmy średnią wartość α_n ze wzoru:

$$\alpha_n = \frac{\alpha_{pn} + \alpha_{ln}}{2}$$

Gdzie:

α_n - średni pomiar dla strony prawej i lewej

α_{np} - pomiar dla danego rzędu dla strony prawej

α_{nl} - pomiar dla danego rzędu dla strony lewej

Obliczyliśmy stałą siatki dyfrakcyjnej ze wzoru:

$$a = \frac{\lambda n}{\sin \alpha}$$

Gdzie:

a - stała siatki dyfrakcyjnej

λ - długość fali światła lampy sodowej

n - liczba rzędu widma

α - wartość kąta załamania

Długość fali światła lampy sodowej wynosi 589,3nm

Obliczenia dla rzędu pierwszego:

$$a_1 = \frac{589,3 \cdot 1}{\sin(6^\circ 37' 18'')} = \frac{589,3}{0,12} = 4910,9 \text{ nm}$$

Obliczenia dla rzędu drugiego:

$$a_2 = \frac{589,3 \cdot 2}{\sin(13^\circ 18' 54'')} = \frac{1178,6}{0,23} = 5124,4 \text{ nm}$$

Obliczenia dla rzędu trzeciego:

$$a_3 = \frac{589,3 \cdot 3}{\sin(20^\circ 14' 6'')} = \frac{1767,9}{0,35} = 5051,1 \text{ nm}$$

Średnia wartość stałej siatki dyfrakcyjnej:

$$a_{\text{sr}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$$

$$a_{\text{sr}} = 5028,8 \text{ nm}$$

Rachunek błędów:

Obliczyliśmy błąd dla stałej siatki dyfrakcyjnej Δa metodą bądź pochodnej logarytmicznej:

$$a = \frac{\lambda n}{\sin \alpha}$$

$$a = \lambda^1 \cdot n^1 \cdot \sin \alpha^{-1}$$

$$\left| \frac{\Delta a}{a} \right| = \left| 1 \cdot \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \right| + \left| 1 \cdot \frac{\Delta n}{n} \right| + \left| -1 \cdot \frac{\Delta \sin \alpha}{\sin \alpha} \right|$$

Gdzie:

Δa - błąd dla stałej siatki dyfrakcyjnej

$\Delta \lambda$ - błąd długości fali dźwiękowej = 0

Δn - błąd rzędu widma = 0

$\Delta \alpha$ - dokładność wartości ze spektrometru = 1'

$$\Delta \sin \alpha = 0,00029'$$

a - stała siatki dyfrakcyjnej
 λ - długość fali lampy sodowej
 n - rząd widma

Błąd dla rzędu pierwszego:

$$a = 4910,9 \text{ nm}$$

$$\sin \alpha = 0,12$$

$$\left| \frac{\Delta a}{4910,9} \right| = 0 + 0 + \left| -1 \cdot \frac{0,00029}{0,12} \right|$$

$$\Delta a = 12,94 \text{ nm}$$

Błąd dla rzędu drugiego:

$$a = 5124,4 \text{ nm}$$

$$\sin \alpha = 0,23$$

$$\left| \frac{\Delta a}{5124,4} \right| = 0 + 0 + \left| -1 \cdot \frac{0,00029}{0,23} \right|$$

$$\Delta a = 6,46 \text{ nm}$$

Błąd dla rzędu trzeciego:

$$a = 5051,1 \text{ nm}$$

$$\sin \alpha = 0,35$$

$$\left| \frac{\Delta a}{5051,1} \right| = 0 + 0 + \left| -1 \cdot \frac{0,00029}{0,35} \right|$$

$$\Delta a = 4,18 \text{ nm}$$

Błąd średni:

$$\Delta a = \frac{4,18 + 6,46 + 12,94}{3} = 7,86 \text{ nm}$$

