Sprawozdanie z ćwiczenia*

(Materiały dydaktyczne do laboratorium fizyki)

Politechnika Koszalińska październik 2010

Spis treści

1. Zasady ogólne . . . 1
2. Strona tytułowa . . . 2
3. Treść sprawozdania . . . 2
   - 3.1. Metoda pomiaru . . . 3
   - 3.2. Wyniki pomiarów . . . 3
   - 3.3. Obliczenia . . . 3
   - 3.4. Wykresy . . . 4
   - 3.5. Zestawienie wyników . . . 4
   - 3.6. Dyskusja wyników i wnioski . . . 4

1. Zasady ogólne

Jeśli prowadzący zajęcia nie ustali z grupą studencką inaczej, to obowiązują następujące zasady w odniesieniu do sprawozdań:

1. jakkolwiek ćwiczenia laboratoryjne z fizyki studenci wykonują wspólnie w zespołach dwu, sporadycznie trzyosobowych, to sprawozdania z ćwiczeń sporządzają indywidualnie;
2. sprawozdania wykonuje się ręcznie na papierze kancelaryjnym w kratkę. Nie dopuszcza się sprawozdań będących wydrukami komputerowymi. Dozwolone jest włączanie do sprawozdań wydruków z arkuszy kalkulacyjnych czy innych programów do obliczeń, muszą być one jednak w całości przygotowane samodzielnie przez studenta;
3. arkusz kancelaryjny formatu A3 jest składany na pół. Pierwsza strona stanowi stronę tytułową, na której znajduje się tabela z danymi studenta (wzór tabeli p. dalej), reszta strony przeznaczona jest na uwagi prowadzącego;
4. pozostałe strony przeznaczone są na treść sprawozdania, która powinna być zredagowana w sposób podany dalej, w punkcie 3. Ewentualne dodatkowe strony, również papieru kancelaryjnego (chyba że byłyby to wydruki), należy dołączyć przez włożenie do środka sprawozdania. Strony winny być ponumerowane zgodnie z układem treści;
5. wykresy (jeśli w danym ćwiczeniu są wymagane) należy sporządzić odręcznie na papierze milimetrowym wg zasad określonych w rozdziale *Opracowanie wyników pomiarów*;
6. sprawozdania należy oddawać na najbliższych zajęciach. Jest to bardzo ważne. Każde opóźnienie powoduje obniżenie oceny za sprawozdanie o 0,5 jednostki. Większe opóźnienie może spowodować nawet niezaliczenie ćwiczenia. To rygorystyczne podejście wynika z następujących powodów:
   a) z Laboratorium Fizyki student (pierwszego roku, czyli początkujący) powinien wynieść cały szereg umiejętności, w tym umiejętność sporządzenia sprawozdania z ćwiczenia, czyli prawie

* Opracowanie Jan Mazur, w. 05.11.2010.

profesjonalnego raportu z pewnego prostego, a nawet uproszczonego badania, które przeprowadził. Sprawozdania z pierwszych kilku ćwiczeń zawierają zwykle różne usterki i błędy, które prowadzący zajęcia omawia ze studentem;

b) student następnie dostaje swoje sprawozdanie do poprawy i na następnych zajęciach ponownie przedstawia je prowadzącemu do oceny. Jeśli nadal są usterki – cykl się powtarza, jeśli jest OK dostaje ocenę pozytywną, ale oczywiście niższą niż student, który przez te cykle nie przechodził lub miał ich mniej, gdyż nasze oceny mają być wyważone i adekwatne do umiejętności studentów;

c) ważne jest by ten początkowy okres, gdy sprawozdania zawierają błędy, skrócić do minimum. Student, który opracowując sprawozdanie natknie się na problem i nie jest w stanie ukończyć sprawozdania, winien się zgłosić do prowadzącego w terminie jego konsultacji. Jeśli byłoby to niemożliwe lub poważnie utrudnione, to swoje sprawozdanie, w takim stanie w jakim ono jest, winien przedstawić prowadzącemu na zajęciach i skonsultować problem. Taki przypadek nie jest traktowany jako opóźnienie oddania sprawozdania ze skutkami jak wyżej;

7. jeśli sprawozdanie zawiera błędy, usterki lub ma wady, prowadzący zajęcia może zwrócić sprawozdanie z zaleceniem dokonania poprawy, wyszczególniając swoje uwagi na stronie tytułowej. Poprawione sprawozdanie należy oddać na następnych zajęciach. Poprawę należy wykonać w taki sposób, by poprzedni stan sprawozdania był widoczny, czyli poprzez skreślenia i zapisy obok, czy dodatkowe załączniki. Nie wolno stosować korektorów czy podmieniania stron;
8. pozytywnie ocenione sprawozdania nie są zwracane. Są niszczone w swoim czasie z zachowaniem obowiązujących zasad.

2. Strona tytułowa

Strona tytułowa sprawozdania winna zawierać w górnej części tabelę wg wzoru:

<table>
<tr><td>Rok akademicki</td><td colspan="4">Laboratorium Fizyki</td></tr>
<tr><td>Ćwiczenie nr</td><td colspan="4">Temat ćwiczenia</td></tr>
<tr><td>Wydział
Kierunek
Grupa
Rok studiów</td><td colspan="4">Imię Nazwisko</td></tr>
<tr><td>Data zajęć</td><td colspan="2">Oceny</td><td>Data</td><td>Podpis</td></tr>
<tr><td>Dzień zajęć:
Godzina zajęć:</td><td>Teoria
Sprawozdanie</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

np.

<table>
<tr><td>2010/2011</td><td colspan="4">Laboratorium Fizyki</td></tr>
<tr><td>Ćwiczenie Nr 7</td><td colspan="4">Doświadczenie Stokes'a</td></tr>
<tr><td>BiIŚ
GiK
Grupa 2a
Rok studiów 1</td><td colspan="4">Ion Tichy</td></tr>
<tr><td>05.11.2010</td><td colspan="2">Oceny</td><td>Data</td><td>Podpis</td></tr>
<tr><td>Czwartek
Godz. 15.00</td><td>Teoria
Sprawozdanie</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Reszta pierwszej strony sprawozdania przeznaczona jest na uwagi prowadzącego zajęcia, dotyczące błędów czy też wad sprawozdania.

3. Treść sprawozdania

Sprawozdanie z ćwiczenia jest czymś w rodzaju raportu, opracowania, czyli pewnego rodzaju dokumentem mającym ustaloną formę i strukturę. Ma z całą pewnością odniesienie do poważnych opracowań inżynierskich, czy też eksperckich, oczywiście z uwzględnieniem, że odnosi się do studentów pierwszego roku, czyli jest taką sobie wprawką, na tym etapie. Zatem sprawozdanie z ćwiczenia nie jest czymś błahym. Forma sprawozdania została omówiona wcześniej. Omówimy teraz treść. Zawiera ona następujące części:

1. metoda pomiaru,
2. wyniki pomiarów,
3. obliczenia,
4. wykresy (nie w każdym ćwiczeniu),
5. zestawienie wyników,
6. dyskusja wyników i wnioski.

3.1. Metoda pomiaru

Ta część powinna zawierać w skondensowanej postaci opis następujących zagadnień:

1. co jest mierzone (wyznaczane, badane) w ćwiczeniu,
2. na czym polega zastosowana metoda,
3. schemat układu pomiarowego,
4. podstawowe wzory, jednostki wielkości fizycznych, definicje czy prawa fizyczne związane z zastosowaną metodą,
5. plan pomiarów.

Ten punkt opracowujemy na podstawie instrukcji do ćwiczenia. Forma zwartej notatki, poszczególne zdania nie muszą z siebie wynikać, czy być powiązane stylistycznie.

3.2. Wyniki pomiarów

Ta część instrukcji zawiera tabele z wynikami pomiarów, wg wzoru znajdującego się w instrukcji do ćwiczenia, (można zastosować swój własny), błędy pomiarowe, klasy i zakresy pomiarowe mierników analogowych, formuły określające błędy (niepewności) pomiarowe mierników cyfrowych i zapis wszelkich istotnych informacji dotyczących warunków wykonywania pomiarów.

W wielu ćwiczeniach tabele zawierające *Wyniki pomiarów* zawierają również, częściowo lub nawet w całości *Wyniki obliczeń*, więc ta część sprawozdania może być połączona z następną.

3.3. Obliczenia

Wzory tabel, w których należy podać wyniki obliczeń i wyniki pośrednie, są podane w instrukcji. Same obliczenia mogą być wykonane za pomocą kalkulatorów, komputerów (arkuszy kalkulacyjnych), obliczeń ręcznych. Obliczenia winny być wykonane zgodnie z przyjętymi zasadami, zostały one omówione wcześniej w tym opracowaniu.

Dla każdego rodzaju obliczenia należy podać szczegółowy przykład obliczenia, tj.:

1. wzór = podstawienie do wzoru wartości liczbowych wraz z jednostkami,
2. ewentualne przekształcenia wartości liczbowych ułatwiające obliczenia,
3. przeliczenie jednostek.

W sprawozdaniach z ćwiczeń często mamy systuację, że dany rodzaj obliczeń powtarzany jest dla pewnego zestawu danych. Szczegółowy przykład powyżej dotyczy tylko jednej danej, dla pozostałych podajemy tylko końcowy wynik (o ile oczywiście był on uzyskane w ten sam sposób co szczegółowy przykład.

Wyniki obliczeń mogą być przedstawione w postaci wydruku tabeli z arkusza kalkulacyjnego (jest to nawet zalecane) w postaci kartki dołączonej do sprawozdania. Muszą być jednak bezwzględnie spełnione spełnione poniższe warunki.

1. Tabele i formuły muszą być samodzielnie opracowane przez studenta.
2. Nie wolno korzystać z pomocy „życzliwych kolegów", którzy mają wprawę, zrobią to szybciej i lepiej, i korzystać z materiałów wykonanych przez inną osobę. Można korzystać z ich pomocy ale po to by zrobić to samemu, czyli by korzystając z ich pomocy nauczyć się jak to robić. Inżynier **musi nauczyć się** posługiwania różnymi narzędziami, jednymi z nich są arkusze kalkulacyjne. Pracownia z fizyki jest doskonałą okazją by w pewnym zakresie zacząć stosować to narzędzie i tym samym opanować część jego możliwości.

Prowadzący zajęcia mogą zadawać szczegółowe pytania dotyczące szczegółów materiałów dołączonych z arkuszy kalkulacyjnych, edytorów tekstu i programów komputerowych.

3.4. Wykresy

Niektóre ćwiczenia wykonywane podczas zajęć na Laboratorium Fizyki wymagają wykonania prostych wykresów. Są to wykresy 2-wymiarowe, czyli na płaszczyźnie, podobne do wykresów funkcji w matematyce licealnej.

Gdy wyznaczamy dwie, zależne od siebie wielkości, to przedstawienie ich na wykresie pozwala nam zilustrować zależność jak między nimi występuje. Wykresy sporządzamy odręcznie na papierze milimetrowym z wykorzystaniem, jeśli taka potrzeba, krzywików, wg zasad omówionych wcześniej w tym opracowaniu. W uzgodnieniu z prowadzącym możliwe jest (a nawet wskazane) wykonywanie wykresów przy pomocy programów komputerowych, ale dopiero wtedy gdy wykresy sporządzane ręcznie są poprawne. Musi być też spełniony warunek, że student jest dobrze zapoznany z programem, którego używa i wykres jest sporządzony własnoręcznie. Nie jest dozwolone korzystanie z usług innych osób.

3.5. Zestawienie wyników

Ta część sprawozdania ma przedstawić uzyskane wyniki. Składają się one z wartości liczbowych wyznaczonych wielkości wraz z ich niepewnościami (dawniej błędami), odpowiednio zaokrąglone i zapisane w odpowiedni sposób.

W wielu ćwiczeniach wykonuje się serię pomiarów, z których wyznacza się średnią wartość danej wielkości fizycznej oraz niepewność tej średniej w postaci błędu przeciętnego (to jest najprostsze podejście, sytuacja ulegnie zmianie gdy wprowadzimy nową metodykę niepewności pomiarowych), ponadto dla wybranego pomiaru wyznaczana jest niepewność maksymalna. W pozostałych pomiar ma charakter jednokrotny i wyznaczana jest tylko niepewność maksymalna.

Zatem w *Zestawieniu wyników* należy podać ostateczne wyniki w postaci:

$$X_{sr} = (w \pm \Delta_{przec} w) \text{ jednostka}, \tag{1}$$

$$X_{Nr} = (w \pm \Delta_{max} w) \text{ jednostka}, \tag{2}$$

gdzie X_{sred} jest oznaczeniem (symbolem literowym) średniej wartości wielkości fizycznej X, w – oznacza wartość liczbową średniej, $\Delta_{przec} w$ – wartość błędu przeciętnego tej wielkości. W drugim wyrażeniu X_{Nr} jest oznaczeniem wyniku pomiaru o numerze Nr, dalej w – oznacza jego wartość, a $\Delta_{max} w$ – wartość jego niepewności maksymalnej.

Oczywiście jeśli wartość średnia w danym ćwiczeniu nie jest wyznaczana to *Zestawienie wyników* będzie zawierało tylko treść zawartą we wzorze 2.

W „surowej" postaci dane te pojawiają się w części *Obliczenia*, nie są jednak odpowiednio zaokrąglone, są razem z wieloma innymi szczegółami, nie są wyraźnie widoczne. Tu mają zostać wyeksponowane.

3.6. Dyskusja wyników i wnioski

Jest to ostatnia część sprawozdania. Należy w niej odnieść się do otrzymanych wyników, czyli:

1. jeśli wyznaczone w ćwiczeniu wielkości są znane jako stałe fizyczne, czy też jako wartości pewnych wielkości fizycznych, które można znaleźć w tablicach matematyczno fizycznych, to należy porównać z nimi swoje wyniki, określić na ile różnią się od danych tablicowych, przeanalizować możliwe przyczyny, zaproponować wyjaśnienie,
2. przeanalizować warunki w jakich wykonywano pomiary i ocenić ich wpływ na uzyskane wyniki,
3. rozważyć możliwości usprawnienia pomiarów, zwiększenia ich dokładności,
4. przedstawić ewentualne inne uwagi dotyczące ćwiczenia.