

WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

ĆWICZENIA LABORATORYJNE Z FIZYKI

prowadząc(a/y)

grupapodgrupa.....zespół.... semestr zimowy / letni roku akademickiego 202.../202...

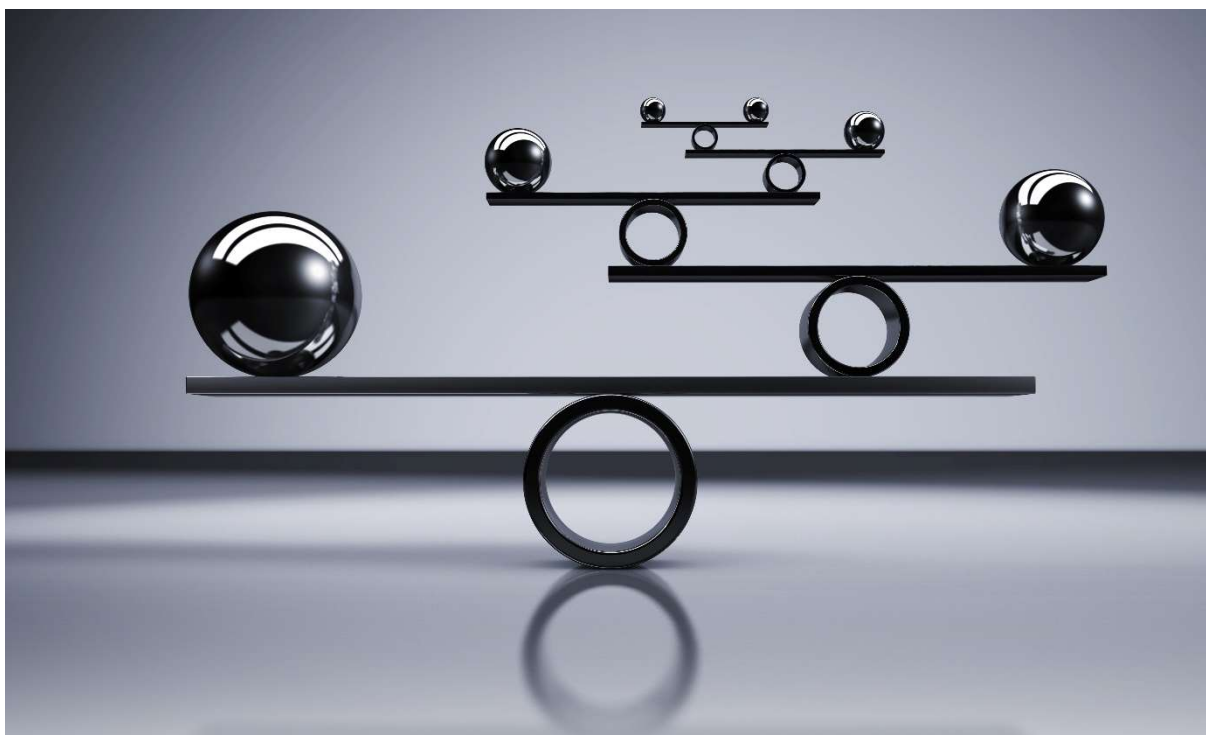
student(ka)

SPRAWOZDANIE Z PRACY LABORATORYJNEJ nr

pomiary wykonano dnia jako ćwiczenie z obowiązujących

OCENA ZA TEORIĘ				
<i>data</i>				
Podejście (ostateczny termin)	1 (zasadnicze, przed następnymi zajęciami)	2 (poprawa, tydzień przed sesją zasadniczą)	3 (poprawa, tydzień przed końcem sesji zasadniczej)	4 (poprawa, tydzień przed końcem sesji poprawkowej)
OCENA KOŃCOWA				
<i>data</i>				
Główne uwagi: 1. Karta tytułowa: <u>a) kto</u> <u>b) do kogo</u> <u>c) w jakiej sprawie</u>	2. Istota ćwiczenia: a) cele b) wielkości mierzone c) metody pomiaru d) metody opracowania e) krótko o zjawisku	3. Pomiary: a) wstępne, b) zasadnicze c) szacowanie niepewności d) parametry stanowisk e) zapis wartości	4. Opracowanie: a) bilans jednostek b) wyznacz. wartości c) oraz ich niepewności w tym złożone d) zaokrąglenia e) wykresy	5. Podsumowanie: Zestawienie, w tym zaokrąglenia, jednostki Analiza Synteza

Skrócony przewodnik po wykonaniu sprawozdań z Fizyki
dla tych którzy lubią najpierw obrazki pooglądać



pełniejsza informacji jest dostępna na

[Fizyka ćwiczenia laboratoryjne – na wtc.wat.edu.pl w Przedmiot Fizyka](https://www.wtc.wat.edu.pl/institut-fizyki-technicznej/dydaktyka/fizyka-cwiczenia-laboratoryjne/)

<https://www.wtc.wat.edu.pl/institut-fizyki-technicznej/dydaktyka/fizyka-cwiczenia-laboratoryjne/>

a opiera się, między innymi, na wiadomościach z przedmiotu **Wprowadzenie do metrologii** (12 godzin wykładu, 12 godzin ćwiczeń) realizowanego w trakcie pierwszego semestru studiów.

Oto zwykła kolej rzeczy:

- uczęszczać na zajęcia,
- przyswoić Wiedzę, Kompetencje i Umiejętności zgodnie z Kartą Informacyjną Przedmiotu,
- zaliczyć przedmiot,
- **stosować WKU w dalszym toku studiów.**

Po zakończeniu danego przedmiotu w każdym kolejnym przedmiocie prowadzący zakładają, że studenci są zdolni do stosowania ostatniego z punktów. Inaczej studiowanie nie ma sensu.

student (łac. studere – starać się, przykładać się do czegoś)

0. Pytania wstępne

dotyczą teorii zjawisk badanych w ćwiczeniu, sposobu wykonania i opracowania ćwiczenia. Pozytywna odpowiedź na nie (pisemna lub ustna) jest wymagana przez przystąpieniem do wykonywania pomiarów.



Do każdego zaliczenia odpowiedzi można przystępować do 4 razy:

Podejście 1 (zasadnicze)	Podejście 2 (o ile będzie na to czas w semestrze)	Podejście 3 (poprawa)	Podejście 4 (poprawa)
wpis w USOS 1 do końca semestru		wpis w USOS 2 przed końcem sesji zasadniczej	wpis w USOS 3 przed początkiem semestru
na zajęciach temu przeznaczonych	w terminie ustalonym przez nauczyciela 	w trakcie sesji zasadniczej w terminie ustalonym przez nauczyciela (*)	w trakcie sesji poprawkowej w terminie ustalonym przez nauczyciela (*)

(*) Nauczyciel prowadzący laboratoria nie musi znać terminu egzaminu z Fizyki

Do każdego zaliczenia sprawozdania można przystępować według analogicznego schematu. Warto pamiętać, że nauczyciel musi mieć czas na przeczytanie sprawozdań.

Dopiero **zaliczenie wszystkich odpowiedzi i sprawozdań** pozwala wpisać inną ocenę niż **NB / NZAL / 2,0** czyli średnią arytmetyczną z ocen za sprawozdania.

Nastawić się na 5 (ćwiczeń) x 2 (rygory) x 4 (próby) = 40 podejść, czy lepiej to przemyśleć?



Ocena NB wpisana w USOS

oraz brak potwierdzenia z dziekanatu, że długotrwała nieobecność była usprawiedliwiona nie pozwala na poprawę przedmiotu w ramach terminów USOS 2 lub USOS 3.



Student może zaliczyć przedmiot także przez:

- egzamin komisyjny,
- powtarzanie przedmiotu.

Inicjatywa należy tu do studentów, tryb postępowania opisuje Regulamin studiów, czas na podjęcie działań jest ograniczony.

1. Karta tytułowa jest jak koperta

gdy czegoś w opisie brakuje,
to list w Koluszkach ląduje.

(Koluszki - Wydział Przesyłek Niedoręczalnych).



Kto

do kogo

w jakiej sprawie?

Na Karcie tytułowej zajmuje to trochę więcej miejsca.

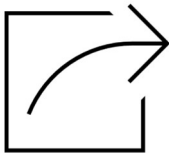
2. Istota ćwiczenia zawiera



cele ćwiczenia



krótki opis tego co mierzymy



krótki opis tego co wyznaczamy



szkic (jeżeli pomaga w zrozumieniu opisu)

Krótki opis oznacza, że cała Istota ćwiczenia zajmuje 1 stronę A4.

Jeżeli potrzeba szkicu to mogą być 2 strony A4.

Krótki opis nie jest przepisywaniem

*„teoria pomiaru” + „sposób pomiaru” + „sposób opracowania” ze skryptu
tylko wybraniem stamtąd najważniejszych elementów (istoty ćwiczenia).*

Nie trzeba zamieszczać wyprowadzania wzorów.

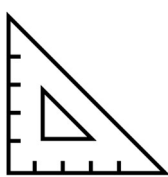
3. Karta pomiarów zawiera



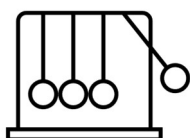
Dane wykonawcy lub wykonawców



Parametry stanowiska i potrzebne stałe *(o ile występują)*



Pomiary wstępne *(o ile występują)*



Pomiary zasadnicze *(te są zawsze)*



Niepewności narzędzi pomiarowych *(zwykle jako niepewności maksymalne szacowane przez mierzących)*



Uwagi o przebiegu pomiarów które mogą mieć wpływ na wynik

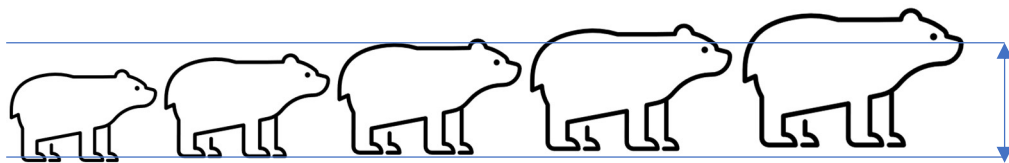


Podpis osoby prowadzącej

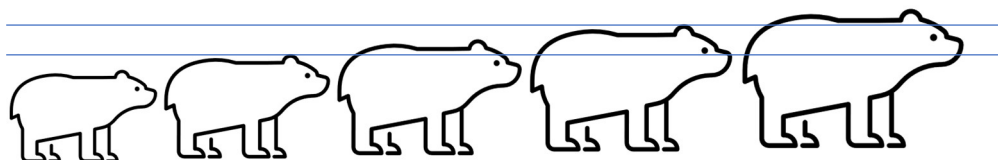
Dobrze wykonana Karta pomiarów powinna zawierać wszelkie wartości użyte do obliczeń.

4. Opracowane zawsze zawiera sekwencję obliczeń:

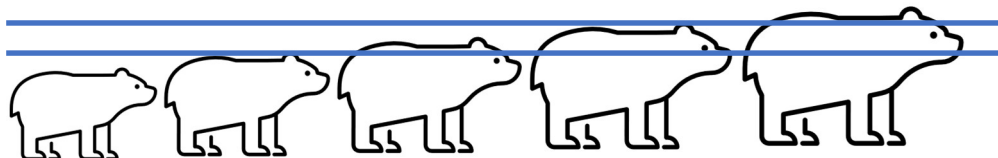
- policz średnią $\bar{X}_{sr}$



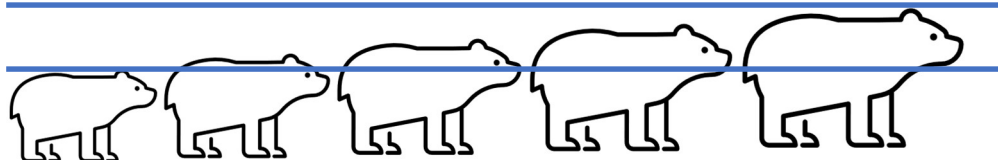
- policz niepewność standardową (z próby n elementów) $u(\bar{X}_{sr})$



- policz niepewność standardową złożoną (uwzględniającą niepewność narzędzia) $u_c(\bar{X}_{sr})$ (*)



- policz niepewność rozszerzoną $U(\bar{X}_{sr})$



- policz niepewność względną $u_{r,c}(\bar{X}_{sr}) = u_c(\bar{X}_{sr}) / \bar{X}_{sr}$

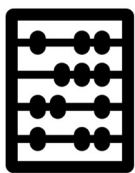
choć często może to wyglądać bardziej skomplikowanie (**).

(***) Za każdym razem gdy w sprawozdaniu chcemy użyć nowy wzór do wyznaczenia wartości:

- zapisujemy go tłumacząc użyte symbole,
- prowadzimy bilans jednostek (zgodnie z posiadanymi danymi),
- pokazujemy przykładowe obliczenia,
- jeżeli wyników jest więcej podajemy wszystkie np. w formie tabeli.

Wykresy wykonujemy z naniesieniem:

- punktów pomiarowych i ich niepewności
(jeżeli niepewności są zbyt małe by je było widać, to na wykresie piszemy o tym)
- (zazwyczaj) prostej aproksymującej wyznaczonej metodą najmniejszych kwadratów Gaussa
- innych elementów konstrukcyjnych lub krzywych.



Zanim wykonamy wykres prostej należy wyznaczyć jej parametry:

- współczynnik kierunkowy
- wyraz wolny

czasami przydają się też:

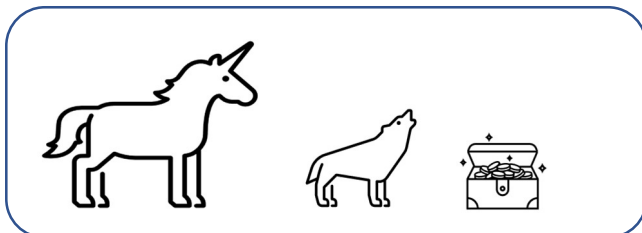
- niepewności parametrów prostej
- współczynnik R^2

a wszystko zgodnie z opisem (***)

(*) A po co nam niepewności złożone?

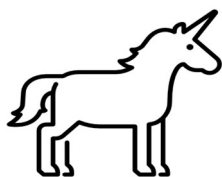


Żeby zobaczyć co ma największy wpływ na wynik (zgodnie z przyjętymi założeniami).



Największa niepewność składowa niepewności złożonej pokazuje co warto zmienić by wynik był bardziej dokładny czyli obarczony mniejszą niepewnością.

W przykładzie powyżej aby wynik był bardziej dokładny najefektywniej jest



zmniejszyć niepewność jednorożca



ale niestety nie widać tu czy można to zrobić:

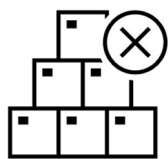
- zwiększając długość serii pomiarowej,
- zmniejszając niepewność użytego narzędzia pomiarowego.

()** Przykładowy, bardziej skomplikowany schemat obliczeń w Opracowaniu

Weź serię pomiarów X_i	Weź serię pomiarów (Y_j, Q_j)
- policz średnią $\bar{X}_{sr}$ - policz niepewność standardową (z próby n elementów) $u(\bar{X}_{sr})$ - policz niepewność standardową złożoną (uwzględniającą także niepewność narzędzia pomiarowego) $u_c(\bar{X}_{sr})$	- policz współczynnik kierunkowy prostej a - policz niepewność standardową $u(a)$ - policz wyraz wolny prostej b - policz niepewność standardową $u(b)$
a teraz wyznaczamy wielkość Z która zależy od wielkości X i a - policz wartość $Z_{sr}(\bar{X}_{sr}, a)$ - policz niepewność standardową złożoną $u_c(Z_{sr})$ zależną od $u(\bar{X}_{sr})$ i $u(a)$ - policz niepewność rozszerzoną $U(Z_{sr})$ - policz niepewność względną $u_{r,c}(Z_{sr})$	
a teraz wyznaczamy wielkość V która zależy od wielkości X i b - policz wartość $V_{sr}(\bar{X}_{sr}, b)$ - policz niepewność standardową złożoną $u_c(V_{sr})$ zależną od $u(\bar{X}_{sr})$ i $u(b)$ - policz niepewność rozszerzoną $U(V_{sr})$ - policz niepewność względną $u_{r,c}(V_{sr})$	

a wszystko to zgodnie z opisem (***)

5. Podsumowanie zawiera



Zestawienie

zawierające dokładnie te wartości (więcej nie znaczy lepiej) policzone w Opracowaniu które posłużą do wykazania czy cele ćwiczenia zostały osiągnięte.



Analizę

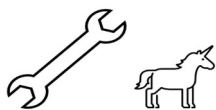
wielkości z Zestawienia (sprawdzanie relacji typu: mniejsze / większe, należy / nie należy, ...) w celu ustalenia jakie rodzaje błędów zostały popełnione (Grube, Przypadkowe czy Systematyczne).

Można także dodatkowo ustalać gdzie je popełniono (w założeniach do teorii, w czasie pomiaru, w czasie obliczeń, ...).



Syntezę

czyli wyciągnięcie wniosków z Analizy, w tym zebranie spostrzeżeń i ostateczne stwierdzenie czy zostały popełnione błędy: Grube, Przypadkowe lub Systematyczne.



(*) wskazanie który pomiar wniósł największy wkład do niepewności złożonej wyniku, czyli co można poprawić następnym razem by wynik był bardziej dokładny;



stwierdzenie czy cele ćwiczenia (podać jakie) zostały lub nie zostały osiągnięte.

Brak osiągnięcia celu to wniosek o powtórne wykonanie ćwiczenia.

Zgoda osoby prowadzącej jest automatyczna.

Ustalenie co przeszkadza w dokładnym wyznaczeniu wyniku to też osiągnięcie celu.

Schemat **Podsumowanie = Zestawienie + Analiza + Synteza**

ma zastosowanie do sprawozdań z celami typu:

- **wyznacz parametr:** $\bar{X}$, $u(\bar{X})$, $U(\bar{X})$, $u_r(\bar{X})$, X_{teoria} – o ile jest znane,
(ten typ występuje najczęściej w tym kursie Fizyki)

- **sprawdź czy spełnione jest twierdzenie** (zasada, reguła, ...)

wyznacz tę samą wielkość na minimum 2 sposoby (analogicznie do **wyznacz parametr**)
w ramach Analizy sprawdź też czy wyniki są zbieżne – czy istnieje część wspólna obu rozwiązań

- **wyznacz charakterystykę**

Zestawienie to wykres $y(x)$

najprostsza Analiza to ustalenie czy na wykresie widać błędy:

Grube, Przypadkowe, Systematyczne