


 POLITECHNIKA OPOLSKA	KATEDRA FIZYKI	
	LABORATORIUM FIZYKI	
ZAKRĄGLANIE WARTOŚCI WYNIKÓW OBLICZEŃ		

OSOBNIE ZASADY ZAKRĄGLEŃ WARTOŚCI OBOWIĄZUJĄ DLA:

- końcowych **wartości szacowanych niepewności**,
- wartości **wyników obliczeń pośrednich lub końcowych**, będących rezultatem wykonania działań arytmetycznych z użyciem liczb przybliżonych (do nich zaliczamy wszystkie wyniki pomiarów bezpośrednich).

ZAKRĄGLANIE WARTOŚCI SZACOWANEJ CAŁKOWITEJ NIEPEWNOŚCI POMIARU BEZPOŚREDNIEGO LUB POMIARU POŚREDNIEGO: obliczoną wartość końcową najpierw zapisujemy z użyciem jej trzech cyfr znaczących, a następnie zaokrąglamy ją „w górę” do dwóch cyfr znaczących.

ZAKRĄGLANIE WARTOŚCI WYNIKÓW WIELKOŚCI WYZNACZANYCH METODĄ POŚREDNIĄ (OBLICZEŃ)

Do obliczeń np. średniej arytmetycznej wartości zmierzonej serii wyników pomiarów lub wartości zależności matematycznych często posługujemy się kalkulatorem lub arkuszem kalkulacyjnym. W rezultacie ich użycia prawie zawsze otrzymujemy liczby wielocyfrowe (widoczne na wyświetlaczu kalkulatora, ekranie monitora lub wydruku), w których wiarygodne są tylko niektóre cyfry zwane cyframi znaczącymi. W każdym z wyżej wymienionych przypadków zachodzi konieczność wykonania mniej lub bardziej złożonych działań arytmetycznych z użyciem liczb, których wartości są przybliżone. Stąd nie można oczekiwać, że wynik końcowy będzie liczbą dokładną.

W procesie **obliczenia wartości wielkości zapisanej wzorem**, w którym **obecne są liczby przybliżone**, zawsze stosujemy metodę tzw. **małych kroków** (pojedynczych działań) - **wynik każdego pojedynczego działania arytmetycznego zapisujemy zaokrąglając jego wartość według reguły zaokrąglenia obowiązującej dla typu wykonanego działania** (np. dla dodawania lub mnożenia, lub pierwiastkowania, itd.). Szczegółowe reguły zaokrąglenia wraz z przykładami podane są w rozdziale: Reguły zaokrąglenia w działaniach arytmetycznych. **Stosując metodę małych kroków uzyskuje się wynik zawierający tylko cyfry znaczące**, których liczba zależy od dokładności użytych do obliczeń liczb przybliżonych oraz liczby i typów wykonanych działań arytmetycznych.

CYFRY ZNACZĄCE

Cyframi znaczącymi są wszystkie cyfry od 1 do 9 i 0.

Zero jest cyfrą znaczącą jedynie wówczas, gdy:

- a) jest ostatnią cyfrą zatrzymaną po zaokrągleniu liczby, np.: liczba 123,00 zawiera pięć cyfr znaczących,
- b) gdy występuje między innymi cyframi, np. liczba 20,05 zawiera cztery cyfry znaczące, a liczba 3,0050 - pięć cyfr znaczących.

Zera nie są cyframi znaczącymi, gdy w zapisie danej liczbie występują jako pierwsze cyfry, np.:

- a) liczba 0,0506 zawiera trzy cyfry znaczące - pierwsze dwa zera są nieznaczące,
- b) liczba 0,001 zawiera tylko jedną cyfrę znaczącą - pierwsze trzy zera są cyframi nieznaczącymi,
- c) liczba 0,00100 zawiera trzy cyfry znaczące - pierwsze trzy zera są cyframi nieznaczącymi, ostatnie dwa zera są znaczące.

Poniżej na przykładach podano wraz z omówieniem sposoby prawidłowo wykonanych zaokrągleń.

Poniższe zasady zaokrągleń obowiązują dla liczb nie reprezentujących wartości niepewności.

Przykłady zaokrągleń liczb

PRZED zaokrągleniem	cechy liczby przed zaokrągleniem	żądany cel zaokrąglenia	PO zaokrągleniu	uwagi
125,680	<ul style="list-style-type: none"> - dokładność do tysięcznych, - 6 cyfr znaczących (c.z.) - ostatnie zero jest cyfrą znaczącą 	do 3. cyfr znaczących	126	- mnożnik (tutaj 10^1) nie jest wliczany do cyfr znaczących
		do 2. cyfr znaczących	$12 \cdot 10^1$ lepszy zapis: $0.12 \cdot 10^3$	
0,00070500	<ul style="list-style-type: none"> - dokładność do stumilionowych (lepiej określać: dokładność rzędu 10^{-8}) - 5 cyfr znaczących - ostatnie dwa zera, to cyfry znaczące, - pierwsze cztery zera, to cyfry nieznaczące 	do piątego miejsca po przecinku lub do stutysięcznych	0.00070	<ul style="list-style-type: none"> - ostatniej cyfry (0 – jest cyfrą parzystą) nie zwiększamy o 1, ponieważ <i>za nią jest reszta dokładnie równa 500. Jeżeli przed 500 wystąpi nieparzysta cyfra, wtedy jej wartość zwiększamy o 1 (patrz następny przykład)</i> - zapis wartości ma nieelegancki wygląd z uwagi na zbyt dużą liczbę zer nieznaczących występujących przed cyfrą 7
		do trzeciego miejsca po przecinku lub do tysięcznych	$0.70 \cdot 10^{-3}$	<ul style="list-style-type: none"> - ostatnie zero to cyfra znacząca, - gdy w zapisie liczby obecnych jest dużo zer nieznaczących, lepiej zapisać ją z użyciem mnożnika (najlepiej będących wielokrotnością 3)
		do trzeciego miejsca po przecinku lub do tysięcznych	0.001 lepszy zapis: $1 \cdot 10^{-3}$	- po zaokrągleniu pozostała jedna cyfra znacząca
		do setnych	0.00	- zera po przecinku są cyframi znaczącymi
0,00070501	<ul style="list-style-type: none"> - dokładność do stumilionowych (lepiej określać: dokładność rzędu 10^{-8}) - 5 cyfr znaczących - pierwsze cztery zera, to cyfry nieznaczące 	do piątego miejsca po przecinku lub do stutysięcznej lub dokładność rzędu 10^{-5}	$0.71 \cdot 10^{-3}$	
10.155	<ul style="list-style-type: none"> - 5 cyfr znaczących - dokładność rzędu 10^{-3} 	do setnych	10.16	
		do dziesiętnych	10.2	
		do dziesiątek	$1 \cdot 10^1$	
15.5650	<ul style="list-style-type: none"> - 6 cyfr znaczących - dokładność rzędu 10^{-4} - ostatnia cyfra (0) jest znacząca 	do setnych	15.56	
		do dziesiętnych	15.6	
		do dziesiątek	$2 \cdot 10^1$	

