

1. Dlaczego? (1pkt)

W języku C/C++ napisz program, który wykona następujące działania arytmetyczne:

```
double x1 = -1 + (1 + 1e-20);
double x2 = (-1 + 1) + 1e-20;
double x3 = -1 + 1 + 1e-20;
double x4 = 1e-20 - 1 + 1;
```

Wyświetl wszystkie wyniki. Dlaczego są różne? Które są poprawne?

2. Uwarunkowanie zadania obliczeniowego (2 pkt)

Napisz w Matlabie program obliczający pierwiastki wielomianu drugiego rzędu:

$$y = ax^2 + bx + c, \quad (1) \ x_{1,2}^{(1)} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \quad (2) \ x_{1,2}^{(2)} = \frac{-2c}{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}$$

na podstawie wzorów (1) i (2). Przyjmij ($a = 0,1$; $b = -100$; $c = -0.1$). Oblicz i porównaj pierwiastki x_1 i x_2 dla obu wzorów wykorzystując liczby rzeczywiste pojedynczej i podwójnej precyzji. Oblicz uwarunkowanie zadania obliczeniowego w każdym przypadku dla zmiany parametru b o 1%:

$$cond_{x_{1,2}} = \left| \frac{\frac{x_{1,2} - x'_{1,2}}{x_{1,2}}}{\frac{b - b'}{b}} \right|$$

Deklaracja zmiennych pojedynczej precyzji w języku Matlab wygląda następująco:

```
clear;
a = single(0.1);
b = single(-100);
c = single(0.1);
```

3. Obliczenie liczby bitów mantysy (1 pkt)

Napisz w Matlabie (lub języku C/C++) program, który wyznaczy liczbę bitów mantysy m liczby zmiennoprzecinkowej x typu *double*. W tym celu należy wyznaczać elementy ciągu:

$$\varepsilon_{n+1} = \frac{\varepsilon_n}{2}, \quad \varepsilon_1 = 1, \quad n = 1, 2, 3 \dots$$

dopóki spełniony jest następujący warunek:

$$1 + \varepsilon > 1$$

Liczba wykonanych iteracji będzie odpowiadać liczbie bitów mantysy, natomiast ostatnia wartość epsilon spełniająca nierówność będzie miała wartość eps.

4. Obliczenie liczby bitów wykładnika (1 pkt)

Napisz w Matlabie (lub języku C/C++) program, który wyznaczy liczbę bitów n_{max} wykładnika e cechy 2^e liczby zmiennoprzecinkowej x typu *double*. W tym celu należy wyznaczyć elementy ciągu:

$$x_{n+1} = 2x_n, \quad x_1 = realmin, \quad n = 1, 2, 3, \dots, n_{max}$$

aż do momentu niespełnienia warunku:

$$x_n < realmax$$

gdzie *realmin* i *realmax* to zmienne systemowe Matlab. Powinien być spełniony warunek:

$$e_{max} = 2^{n_{max}}$$