

Palauta ratkaisusi Moodlessa viimeistään **sunnuntaina 8.3. kello 23:59**. Ratkaisujesi täytyy sisältää välivaiheita ja perusteluja.

**Harjoitus 1.1.** Muunna seuraavat luvut kymmenjärjestelmään:

- (a)  $(170.03)_8$
- (b)  $(1022.02)_3$
- (c)  $(101010)_2$
- (d)  $(132.1)_5$

Muunna seuraavat kymmenjärjestelmän luvut binääriluvuiksi:

- (e) 100
- (f) 33
- (g) 128.25
- (h) 19.375

**Harjoitus 1.2.** Kirjoita seuraavat kymmenjärjestelmän luvut IEEE 754 -standardin mukaisina puolitarkkuuslukuina, eli käyttäen 16 bittiä:

- (a) 128.25
- (b) -6.5

Ratkaisusi täytyy sisältää välivaiheita.

**Harjoitus 1.3.** Määritä, mitä kymmenjärjestelmän lukuja seuraavat IEEE 754 -standardin 16-bittiset puolitarkkuusluvut esittävät:

- (a) **0 00100 1100000000**
- (b) **1 01010 0110000000**

**Harjoitus 1.4.** Olkoon  $\text{ulp}(x)$  (unit in the last place) kahden lukua  $x$  ympäröivän peräkkäisen 32-bittisen liukuluvun etäisyys. Eli

$$\text{ulp}(x) = x_2 - x_1,$$

missä  $x_1 \neq x_2$  ovat ne 32-bittiset liukuluvut, joilla pätee  $x_1 \leq x \leq x_2$  ja joiden välinen etäisyys, eli  $x_2 - x_1$ , on mahdollisimman pieni.

- (a) Määritä  $\text{ulp}(x)$  kaikille  $x \in [1, 2)$ .
- (b) Määritä  $\text{ulp}(x)$  kaikille  $x \in [4, 8)$ .
- (c) Määritä  $\text{ulp}(x)$  kaikille  $x \in [2^k, 2^{k+1})$  ja  $k \in \mathbb{N}$ .

**Harjoitus 1.5.** Tarkastellaan matriisia

$$A_\epsilon = \begin{bmatrix} 11 & 10 & 14 \\ 12 & 11 + 1/922 - \epsilon & -13 \\ 14 & 13 & -66 \end{bmatrix},$$

missä  $\epsilon > 0$ . Täsmällisessä laskennassa matriisitulo  $A_\epsilon \cdot A_\epsilon^{-1}$  on koon  $3 \times 3$  yksikkömatriisi millä tahansa  $\epsilon > 0$ . Laske ensin käänteismatriisi  $A_\epsilon^{-1}$  ja sitten matriisitulo  $A_\epsilon \cdot A_\epsilon^{-1}$  käytetään vapaavalintaista ohjelointikieltä. Tutki, mitä tapahtuu kun  $\epsilon > 0$  on *erittäin pieni* (esimerkiksi  $\epsilon \leq 10^{-12}$ ). Selosta, mitä havaitset monella tällaisella luvulla  $\epsilon$  ja yritä selittää, mistä havaitsemasi ilmiö johtuu.