

## MAF300 – Numerisk Modellering

Oppgaven skal som e-post leveres som en Maple .mw skript til underviseren, **senest mandag 15. oktober 2017**, dersom ikke annet blir avtalt ([eva.rauls@uis.no](mailto:eva.rauls@uis.no)). Studentene får hver sin oppgave, som skal løses selvstendig. Alle hjelpemidler er tillatt, herunder også Maple-programmer fra løsningsforslag og forelesningsnotater for emnet.

Programmene du leverer skal utstyres med utdypende kommentarer som klart viser virkemåten, og du skal dokumentere betydningen til de forskjellige variablene som benyttes. Du skal også kommentere resultatene du oppnår. Figurene bør ha fornuftig beskriftning på koordinataksene ("labels"), og hvis flere kurver plottes i samme figur, bør kurvene identifiseres ("legend").

**Husk å oppgi hvilken oppgave du løser!**

## Innleveringsoppgave 1D, 2017

I forelesningen og en av oppgavene undersøkte vi banen til en fotball/spyttedråpe som beveger seg i tyngdefeltet i tilfellet vi har krypende strøm. I denne oppgaven utvider vi disse resultatene ved å betrakte en kuleformet vanndråpe som beveger seg gjennom luften med hastigheten  $\mathbf{v} = [v_x, v_y]$  når den utsettes for dragkraften:

$$\mathbf{F}_D = \left( 3\pi\mu d + \frac{\pi}{8}C_D\rho d^2v \right) \mathbf{v}.$$

Her er  $v = |\mathbf{v}|$ ,  $d = 0.2$  mm, dråpens diameter,  $\mu$  viskositeten,  $\rho$  lufttettheten og vi antar  $C_D = 0.40$ .

- a) Den samlede dragkraften  $F_D = |\mathbf{F}_D|$  kan skrives

$$F_D = \frac{1}{8}C_D(v)\pi\rho d^2v^2,$$

der  $C_D(v)$  er dragkoeffisienten. Finn et uttrykk for  $C_D(v)$  og skriv en rutine på formen  $C_D = v \rightarrow \dots$  som returnerer  $C_D(v)$ . La alle parameterne være globale variable.

Vi skal først studere en vanndråpe i jordatmosfæren, med viskositet  $\mu = 1.8 \cdot 10^{-5}$  Pa·s og  $\rho = 1.2$  kg/m<sup>3</sup>.

- b) Lag et plott som viser  $C_D(\mathcal{R})$  som funksjon av  $\mathcal{R}$  for  $\mathcal{R} = 1..10\,000$ . Du skal også lage et plott som viser  $\log_{10}(C_D(\mathcal{R}))$  som funksjon av  $\log_{10} \mathcal{R}$  i samme område for  $\mathcal{R}$ . [Hint: Bruk en hjelpevariabel  $y = \log_{10} \mathcal{R}$ ].
- c) Skriv et program som finner hastigheten (som vektor) for en vanndråpe som beveger seg i tyngdefeltet og er påvirket av dragkraften  $\mathbf{F}_D$  ved å bruke Euler-metoden. Bevegelsesligningen lyder:

$$m \frac{d\mathbf{v}(t)}{dt} = \mathbf{F}_D(\mathbf{v}(t)) - mg\mathbf{j}.$$

Her er  $\mathbf{j}$  enhetsvektoren i  $y$ -retningen.

- d) Finn og plott (i samme plott) dråpens bane når den sendes ut med hastigheten  $v_0 = 1.0$  m/s med startvinklene  $\phi = 45^\circ$ ,  $36^\circ$  og  $30^\circ$  (regnet fra horisontalplanet).
- e) Finn og lag en tabell over dråpens rekkevidde som funksjon av starthastigheten for  $v_0 = 0.2 \dots 4$  m/s i skritt på 0.2 m/s med startvinkelen  $\phi = 36^\circ$ . Hvilket område av  $\mathcal{R}$  tilsvarer dette? Plott resultatet.
- f) Gjenta beregningen i punktene d) og e) med parametere som tilsvarer overflaten på Venus, med atmosfæretetthet  $\rho = 67$  kg/m<sup>3</sup>, viskositet  $\mu = 2.2 \cdot 10^{-5}$  Pa·s og tyngdeakselerasjon  $g = 8.87$  m/s<sup>2</sup>. Alle andre parametere er uforandret. Kommentér resultatet.