

## Lienards likning

Øvingsopplegget i TMA4111 er organisert i samme ånd som i TTT4203 - hver øving skal gi deg erfaring og trening, samt stimulere til refleksjon.

Denne uken skal vi studere Lienards likning

$$\ddot{x} + f(x)\dot{x} + g(x)x = 0.$$

- 1 Forklar hvorfor dette ikke er en lineær likning, og skriv om til et førsteordens system.

Van der Pols likning er et spesialtilfelle av Lienards likning, og ser slik ut:

$$\ddot{x} + \mu(1 - x^2)\dot{x} + x = 0.$$

Den ble oppdaget av Balthasar van der Pol ([https://en.wikipedia.org/wiki/Balthasar\\_van\\_der\\_Pol](https://en.wikipedia.org/wiki/Balthasar_van_der_Pol)) i forbindelse med arbeid på radiorør, men kan også modellere andre ting, for eksempel hjerteslag.

- 2 Skriv et script som løser van der Pols likning numerisk med symplektisk Euler.