

## OBLIG - TMA4101

Emnepakken TMA4101/4106/4111/4121 har som grunnfilosofi at innholdet skal motiveres fra anvendelser. Poenget med dette prosjektet er å drive gjennom at en modells kvalitet måles ved å sjekke om den gir korrekte prediksjoner ved empirisk eksperiment. All vitenskap er tuftet på dette.

Velg et prosjekt under, gjør det, skriv en kort rapport, last den opp på github, og send meg en epost med hva brukernavnet ditt er og hvor jeg finner rapporten. Det er ingen regler for rapporten bortsett fra at den må være artig. Den artigste rapporten blir premiert.

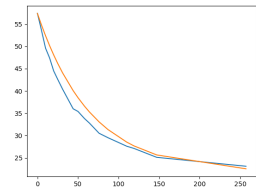
## ELGTUNGEN

Dersom du har en kokt elgtunge med temperatur  $T(t)$  som kjøles ned (eller varmes opp) i omgivelser med temperatur  $T_K$ , er Newtons avkjølingslov

$$\dot{T}(t) = \alpha (T(t) - T_K) \quad T(0) = T_0$$

en grov modell for temperaturen  $T(t)$ . Proporsjonalitetskonstanten  $\alpha$  inneholder informasjon om varmekapasiteten til elgtungen og hvor fort varmeflyten går mellom elgtungen og omgivelsene. Velg en gjenstand, for eksempel et glass vann eller en potet eller en kokt elgtunge eller noe helt annet, la den avkjøles mens du måler temperaturen, og sammenlikne med modellen. I praksis blir jobben å finne korrekt  $\alpha$  for ditt oppsett og så plote teoretiske og målte verdier oppå hverandre i python.

Jeg gjorde dette med en rektangulær skål med vann, beregnet  $\alpha$  fra målingene, og fikk figuren til høyre (oransje er newton og blå er målt). Som du ser er det antagelig noe fysikk her som Newtons avkjølingslov ikke tar høyde for, for eksempel fordampning.

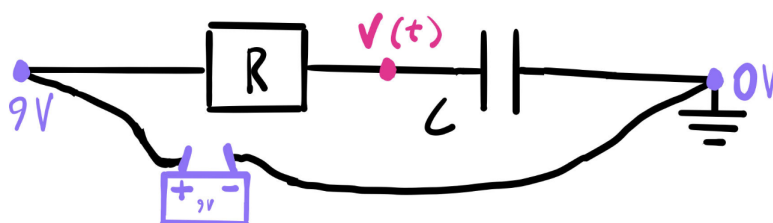


## RC-KRETSEN

Plukk en motstand og en kondensator og et nivoltt batteri og sett alt i en lukket sløyfe som vist under på brødbrettet. Mål spenningen over kondensatoren etterhvert som den lades opp og sammenlikne med den teoretiske modellen

$$RC\dot{v}(t) + v(t) = 9 \quad v(0) = 0$$

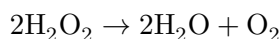
fra første økt ved å plote målt og teoretisk kurve oppå hverandre i python.



## PEROKSISOMET

Gjær (*Saccharomyces Cervisiae*) er en encellet eukaryotisk sopp som formerer seg aseksuelt og liker å spise karbohydrater. Restproduktene etter gjærens måltid er alkohol og karbondioksid. Derfor bruker vi gjær når vi lager brød og øl og vin.

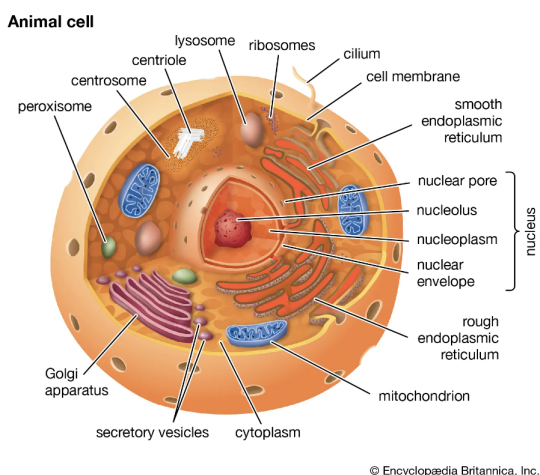
Men gjær liker også hydrogenperoksid. Hydrogenperoksid er et giftig biprodukt i mange biologiske prosesser, så nesten alle eukaryotiske celler inneholder *peroksisomer*, en organelletype som er ekspert på å bryte hydrogenperoksid ned til oksygen og vann:



Peroksisomet er antagelig bare oppfunnet én gang, mest sannsynlig under den store oksygeneringen av atmosfæren for tre milliarder år siden,<sup>1</sup> men har utviklet seg til en slik grad av variasjon at det har en tendens til å ha forskjellige navn i forskjellige organismer. Det tok litt tid før man skjønnte at glykosomet og glykoxysomet og woroninlegemet egentlig er variasjoner over den samme greia. Denne typen organelle står for produksjon av det lysende stoffet i selvlysende fluer og det illeluktende gullet til bombardébillen.<sup>2</sup>

I dette prosjektet skal vi la gjærceller bryte ned hydrogenperoksid fra apoteket, og måle hvor fort det går ved å fange oksygenet i en glassbeholder. Vi skal spalte hydrogenperoksid med tørrgjær og samle det produserte oksygenet i et reagensglass. Gamle ørn Ylva påstår at 1ml tørrgjær i vannløsning og 5ml hydrogenperoksid fra apoteket blir sånn cirka passelig.

Gjør eksperimentet. Du må samle opp  $\text{O}_2$  i et reagensrør, filme mens vannstanden synker, og lage en kurve som forteller deg oksygenets volum som en funksjon av tiden. Du kan anta at produsert oksygen er proporsjonalt med volumet i reagensrøret. Prøv gjerne flere gjærkonsentrasjoner. Reaksjonshastigheten til slike reaksjoner er stort sett modellert av differensiallikninger - finn en differensiallikning som hjelper deg til å spå resultatene.



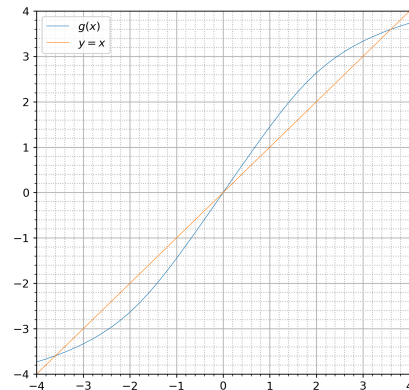
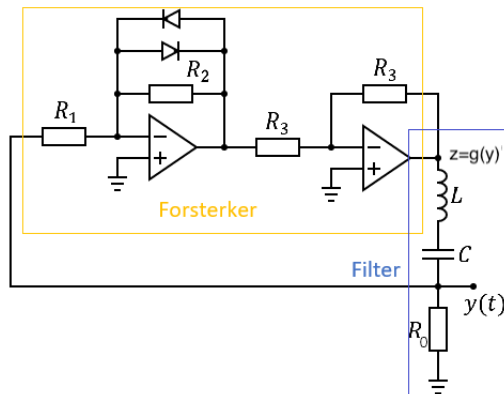
*Pheropsophus verticalis*  
Foto: Peter Halasz

<sup>1</sup>Peroxisome diversity and evolution, Toni Gabaldón, Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2010 Mar 12; 365(1541): 765–773

<sup>2</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Bombardier\\_beetle](https://en.wikipedia.org/wiki/Bombardier_beetle)

## PIPAREN

Det er ikke helt trivielt å konstruere et pipesignal dersom du kun har et batteri og noen motstander og noen opamper, men det går an. Til venstre er et kretsdiagram av en pipar hentet fra gamle bardun Kallands designnotat:



Det kan vises at kretsen modelleres av differensiallikningen

$$\ddot{y} + \frac{R_0}{L} (1 - g'(y)) \dot{y} + \frac{1}{LC} y = 0$$

der  $g$  er en funksjon som beskriver den ikkelineære forsterkerens virkemåte. Det er ikke så lett å finne et uttrykk for  $g$ , men den ser omtrent ut som den blå kurven i figuren til høyre - det går an å vise at dersom opampene er i lineært område, er

$$y = g^{-1}(z) = Az + B \sinh(z/nV_T)$$

der  $A$  og  $B$  avhenger av motstandene  $R_1$ ,  $R_2$  og  $R_3$  samt diodenes reversstrøm (vi antar at diodene er av samme type), og  $nV_T$  kommer fra Shockleys diodelov.

Løs piparlikningen numerisk, bygg piparen og sammenlikne den numeriske løsningen med det du får ut på oscilloskopet. Om du vil få magefølelse på piparlikningen, kan du begynne med å lese deg opp på en noe enklere fetter, nemlig van der Pols likning

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

Den nederlandske fysikeren Balthasar van der Pol fant likningen under et arbeid med radiorør i Phillips på 1920-tallet. Den modellerer også hjerterytme og kontinentalplategnisinger.



## PENDELEN

I realfagsbygget henger en focaultpendel. Denne er den lengste av sitt slag i nordeuropa, og tilføres hver periode litt energi av en elektromagnet. Den er så vidt jeg kan bedømme omtrent 25 m og 25 cm lang, men ingen jeg har snakket med til nå vet nøyaktig hvor lang den er eller hvor mye energi pendelen tilføres hver periode. Prøv å finne det ut. Du kan bygge videre på denne:

[folk.ntnu.no/mortano/](http://folk.ntnu.no/mortano/)

## POTENSIOSTATEN

Bygg en potensiostat. Her er rapporten til noen som fikk det til:

[folk.ntnu.no/mortano/](http://folk.ntnu.no/mortano/)

## SPRENGT POTET

En gang eksploderte en potet i ovnen. Det kom et høyt smell. Dette var veldig morsomt og jeg ble veldig overrasket, for jeg trodde ikke en potet var i stand til å eksplodere på denne måten. Du kan også gjøre som poteten på bildet under og underholde meg med et skikkelig artig og overraskende prosjekt, for eksempel bygge en enkel ekg-maskin på femvoltsbatteri eller lage et antialiasfilter for png-filer. Alt dette er eksempler på ting studenter har gjort.

## TEKNISK VERV

Teknisk verv i Ascend eller Revolve eller liknende teller som prosjekt. (Det må være noe faglig - festkomiteleder i Omega eller organisere Robotkrig og sånt teller ikke.)

## STUDASS

Dersom du tror du etterhvert kommer til å søke studassjobb, kan du komme en tur på kontoret mitt og holde en liten forelesning på ti minutter. Du må skrive ned et valgfritt sett med aksiomer og utlede et par enkle konsekvenser av dem. Du kan også gjøre sprengt potet.

