Diskusjonsoppgaver uke 9

Diskusjonsoppgaver i gruppetimen for smågrupper (3-4 personer).

D9.1 Stor mot liten

En stor lastebil kolliderer front-mot-front med en liten sportsbil. Hvilke påstander er riktige? Begrunn!

a) Den kinetiske energien som lastebilen taper er lik den kinetiske energien som sportsbilen får.

b) Drivet som lastebilen taper er lik drivet som sportsbilen får.

c) Sportsbilen er utsatt for en mye større kraft under kollisjonen enn lastebilen.

d) Begge kjøretøy taper like mye kinetisk energi.

Løsning: (a) Feil. En slik kollisjon er ikke elastisk og kinetisk energi er ikke bevart. (b) Riktig. Ytre krefter spiller ingen rolle i kollisjonen. Derfor er drivet bevart. (c) Feil. Etter Newtons tredje lov er kraften fra lastebilen på sportsbilen like stor som kraften fra sportsbilen på lastebilen (med motsatt retning). (d) Feil. Vi vet ikke hvor uelastisk kollisjonen er, og i tillegg trenger vi mer informasjon om massen til bilene, for å beregne hvor mye energi hver av dem taper.

D9.2 På glattisen

En kvinne står på en frossen innsjø på blank is uten friksjon. Hun kaster en stein med hastighet i en retning som har både en horisontal og en vertikal komponent. Vi betrakter systemet som består av kvinnen og steinen. Er drivet i systemet bevart? Hvorfor eller hvorfor ikke? Er enkelte komponenter av drivet bevart? Igjen, hvorfor eller hvorfor ikke?

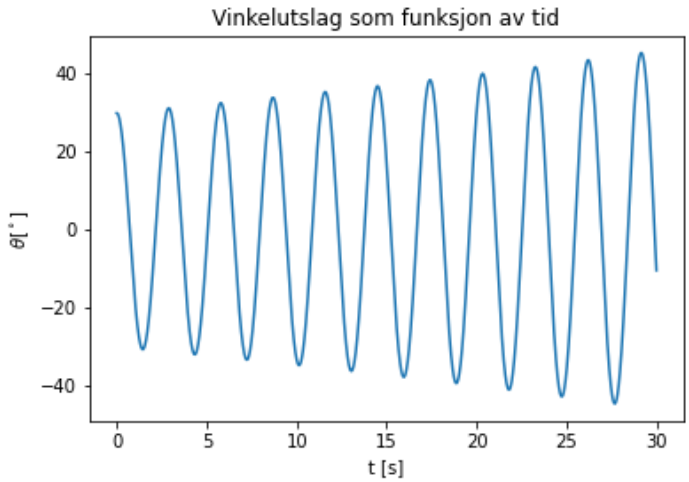
Løsning: Driv er ikke bevart i systemet fordi det virker en ytre vertikal nettokraft fra isen mens hun kaster steinen. I starten er drivet i systemet null. Etterpå har steinen driv oppover. Vi må inkludere jordkloden for å betrakte et lukket system hvor drivet er bevart. Det virker ingen ytre kraft i horisontal retning siden friksjonen er null. Derfor er den horisontale komponenten av drivet bevart. Etter at hun har kastet, har steinen horisontalt driv i en retning, mens hun har den samme drivet i motsatt retning.

D9.3 Pendelkluss

En venn har prøvd å løse bevegelsesligningen til en pendel numerisk. Dersom pendelen henger i en stram, masseløs snor med lengde l og vi ser bort fra luftmotstand, er vinkelen θ mellom snora til pendelen og vertikalen gitt ved

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l}\sin(\theta) = 0.$$

Pendelen slippes fra ro med en vinkel på 30 grader, og bevegelsen simuleres over 30 sekunder. Figuren under viser plottet vennen fikk ved å kjøre koden sin.



a) Diskuter og forklar hva som er fysisk urealistisk i dette plottet.

Løsning: I følge plottet vil pendelens utslag gradvis øke, men det betyr at en ekstern kraft må utføre et arbeid som tilfører energi til systemet. På dette systemet er det kun tyngdekraften som utfører arbeid, som betyr at total mekanisk energi skal være bevart. Utslagene burde derfor alltid vært like store.

b) Under kan dere se et utsnitt av koden som ble brukt til å produsere plottet. Hva kan endres for å gi et fysisk mer realistisk resultat?

```
1  g = 9.81 #[m/s^2]
2  l = 2 #[m]
3
4  T = 30 #[s]
5  N = 5000 # Antall tidssteg
6  dt = T / N  #[s] Steglengde
7
8  t = np.zeros(N, float)
9  theta = np.zeros(N, float)
10 thetadot = np.zeros(N, float)
11 theta[0] = 30 * np.pi / 180 # Initialvinkel
12 thetadot[0] = 0 # Initialhastighet
13
```

```
14 for i in range(N - 1):
15     thetadotdot = - g * np.sin(theta[i]) / l # Akselerasjon
16     thetadot[i + 1] = thetadot[i] + thetadotdot * dt
17     theta[i + 1] = theta[i] + thetadot[i] * dt
18     t[i + 1] = t[i] + dt
```

Løsning: For det første gir koden en steglengde på $dt = 0.006$ s, og dette er mest sannsynlig for stort. En for stor steglengde gir avrundingsfeil, og kan derfor ha gjort at systemet tilsynelatende tilføres energi for hvert utslag. Dessuten brukes Euler-metoden og ikke Euler-Cromer-metoden, hvor hastigheten ved $i+1$'te tidssteg brukes til å beregne posisjonen ved samme steg. I denne koden brukes hastigheten fra steget før, som dermed gjør at posisjonen som regnes ut er mindre nøyaktig.