Oblig 4
FYS1100 høst 2025

Versjon 27.03.2023, ACL

Du finner frister for innlevering av obliger på Canvas. For å få obligen godkjent, må du vise at du har gjort et ordentlig forsøk på alle oppgavene, og du må **begrunne og forklare** hvordan du har tenkt (f.eks. bruker $v(t) = v_0 + at$ fordi akselerasjonen a er konstant). En LaTeX-mal og info om krav til selve oblig-innleveringen finner du på semestersiden, kravene er også oppsummert her:

1. Oppgaven skal leveres som én fil og i pdf-format. Det er lov å skanne inn håndskrevne ark så lenge disse er lesbare.

2. Kode kan leveres som egen Python- eller Matlab-fil, men alle figurer, all diskusjon og all besvarelse av oppgaven skal inn i pdf-hovedfilen. Legg inn koden enten som et bilde i pdf-filen, eller bruk "listings"-pakken (se LaTeX-malen på semestersiden, lenke over).

3. Besvarelsen bør inneholde alt som trengs for at den som retter skal kunne se at du har skjønt stoffet:

   (a) før oppgavene på en oversiktlig måte i den rekkefølgen de står oppgitt i

   (b) inkluder alle relevante plott og figurer med riktige akser og enheter

   (c) forklar og kommenter resultatene

4. Det er lov å samarbeide og levere en **fellesbesvarelse for inntil tre studenter**. Det forutsetter at alle bidrar til besvarelsen i sin helhet. Grupper som har samarbeidet må tydeliggjøre hvem som har bidratt og leverer bare **én besvarelse** (som en gruppe, ikke flere identiske besvarelser). Dersom du ønsker å levere en fellesbesvarelse i en gruppe med inntil tre studenter, se instruksjoner i Canvas.

Lykke til med obligen!

Oblig 4.1 Metallsylinderen og fjæren

I denne obligen skal vi se på en metallsylinder med masse $m = 5.0$ kg som har et hull i midten og er satt på en metallstang. Sylinderen glir horisontalt langs stangen. I tillegg er det festet en fjær til sylinderen med fjærkonstant $k = 500$ N/m. Når fjæren ikke er strukket eller komprimert har den en lengde $l_0 = 0.50$ m (fjærens naturlige lengde). Fjæren er igjen festet til et bord plassert under metallsylinderen og stangen som vist i figur 1. Høyden mellom bordet og festepunktet til fjæren på sylinderen er $h = 0.30$ m. Vi starter med å anta at det ikke er noe friksjon eller luftmotstand.

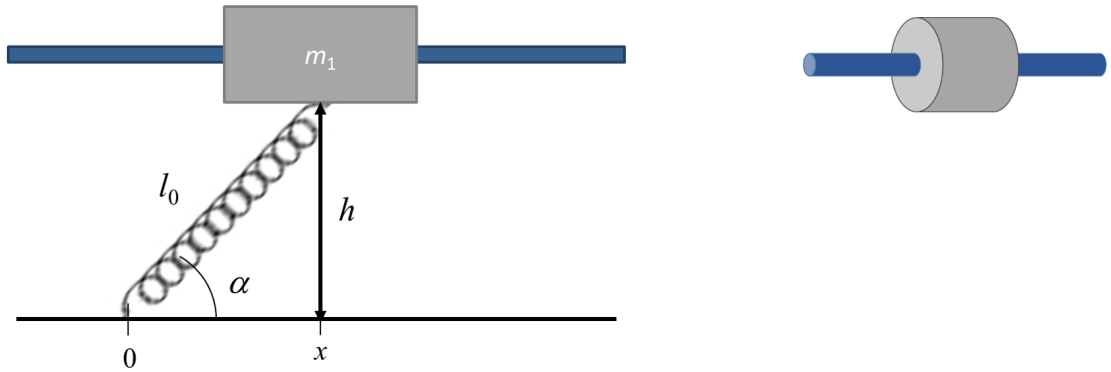

Figure 1: Illustrasjon av en metallsylinder som er tredd innpå en stang. En fjær er festet til sylinderen og et bord under metallsylinderen og stangen.

(a) Hva er den horisontale posisjonen til sylinderen når fjæren er i sin likevektslengde $l_0 = 0.50$ m? Definer $x = 0.00$ m til å være punktet fjæren er festet til bordet, som vist i figur 1.

(b) Finn et uttrykk for lengden l til fjæren for enhver gitt posisjon x til sylinderen.

(c) Tegn et frilegemediagram for sylinderen.

(d) Vis at den horisontale kraftkomponenten fra fjæren på sylinderen er:

$$F_x = -kx\left(1 - \frac{l_0}{\sqrt{x^2 + h^2}}\right). \tag{1}$$

(e) Plott den horisontale fjærkraften som en funksjon av posisjonen til sylinderen fra $x = -0.75$m til $x = +0.75$m. Ut fra plottet, forklar hvordan du forventer at sylinderen vil bevege seg.

(f) Du drar sylinderen til en startposisjon $x_1 = 0.60$ m og slipper den uten å gi noen initiell hastighet (du dytter ikke på sylinderen, bare slipper den). Skriv et program som løser bevegelsesligningene numerisk ved bruk av Euler-Cromer-metoden, og plott posisjon og hastighet til sylinderen for de første 10 sekundene av bevegelsen. Beskriv og forklar bevegelsen.

(g) Kjør koden på nytt, men denne gangen med startposisjon $x_1 = 0.65$ m. Plott posisjon og hastighet som en funksjon av tid for de første 10 sekundene av bevegelsen. Beskriv sylinderens bevegelse og bruk energi-argumenter for å forklare bevegelsen.

(h) Vis at den vertikale komponenten av fjærkraften kan skrives som:

$$F_y = -kh\left(1 - \frac{l_0}{\sqrt{x^2 + h^2}}\right) \tag{2}$$

(i) Hva er normalkraften N som virker på sylinderen fra stangen når fjæren er i sin likevektslengde l_0?

(j) Vis at normalkraften $N(x)$ som funksjon av posisjonen x fra stangen på sylinderen er:

$$N(x) = kh\left(1 - \frac{l_0}{\sqrt{x^2 + h^2}}\right) + mg. \tag{3}$$

Diskuter også *retningen* til normalkraften.

Vi vil nå bruke en mer realistisk modell som også inkluderer friksjon. Ved å bruke polerte og oljete overflater får vi en dynamisk friksjonskoeffisient på bare $\mu_d = 0.050$.

(k) Modifiser koden din til å også inneholde friksjon. Bruk startposisjon $x = 0.75$ m og plott posisjon og hastighet som en funksjon av tid. Forklar bevegelsen.

(l) Lag en ny figur der du plotter kinetisk energi mot posisjon for de første 10 sekundene. Beskriv og forklar hva du ser.

(m) Hvor er systemets likevektspunkter? Karakteriser hvert av dem som stabilt eller ustabilt.

Oblig 4 slutt.