

## Øving 1

### Oppgave 1

En kloss med masse  $m$  er festet til en horisontalt liggende (masseløs) fjær med kraftkonstant  $k$ . Fjæren er festet til en fast vegg i sin venstre ende. Klossen kan gli friksjonsfritt på et horisontalt underlag. Bevegelsen blir startet (ved  $t = 0$ ) med å flytte klossen fra likevektsposisjonen  $x = 0$  mot høyre til forskyvningen  $x_0$  og gi den en hastighet  $v_0$  mot høyre. Klossen utfører så en harmonisk svingning gitt ved  $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$  der  $\omega = 2\pi/T$  er vinkelfrekvensen,  $T$  er svingningens periode, og  $\phi$  er en fasekonstant.

- Bestem vinkelfrekvensen  $\omega$ , amplituden  $A$ , samt fasekonstanten  $\phi$ .
- Finn systemets totale energi  $E$ .
- Vi kunne alternativt ha skrevet løsningen på formen  $x(t) = B \cos \omega t + C \sin \omega t$ . Hva blir da de to koeffisientene  $B$  og  $C$ ?
- Bestem tallverdier for svingebevegelsens maksimale utsving og maksimale hastighet dersom  $m = 250$  g,  $k = 100$  N/m,  $x_0 = 1.0$  cm og  $v_0 = 20$  cm/s.

### Oppgave 2

En pendel består av ei kule med masse  $m$  opphengt, i tyngdefeltet, i ei masseløs snor med lengde  $l$ . Snora er festet i taket. Når vi trekker kula litt ut til siden og slipper den, vil den svinge fram og tilbake omkring likevektsstillingen, som selvsagt er når snora henger vertikalt. Tyngdens akselerasjon er  $g$ , og vi ser bort fra luftmotstand og eventuell friksjon i opphengningspunktet i taket.

- Kulas posisjon kan i sin svingebevegelse angis ved vinkelen  $\theta$  mellom snora og vertikalretningen, slik at  $\theta = 0$  tilsvarer likevekt. Bruk Newtons andre lov til å vise at bevegelsen er bestemt ved ligningen

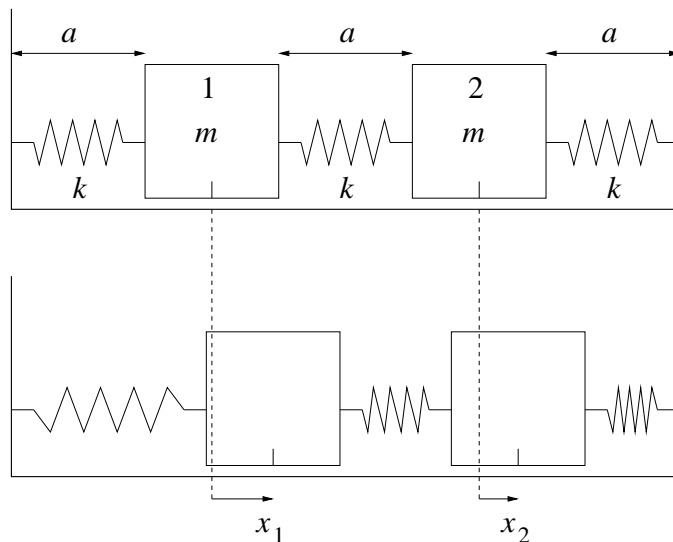
$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0$$

- Vi antar at kula svinger med liten amplitude, slik at vinkelen  $\theta$  hele tiden er svært liten. Hva blir da svingebevegelsens periode  $T$ ?

Oppgitt:  $\sin \theta \simeq \theta$  når  $\theta \ll 1$ .

### Oppgave 3

To like klosser, hver med masse  $m$ , er festet til masseløse fjærer, alle tre med samme fjærkonstant  $k$ .



I den øverste figuren er hele systemet i likevekt: Begge masser er i ro, alle fjærer har lengde  $a$ , og de er verken strukket eller sammenpresset. Nederst er det vist en generell tilstand, der  $x_1$  og  $x_2$  angir "utsvingene" til henholdsvis masse 1 og 2.

a) Skriv ned bevegelsesligningene for de to klossene.

b) Anta at de to klossene utfører harmoniske svingninger med samme vinkelfrekvens  $\omega$  og samme fasekonstant  $\phi$ . Med andre ord, anta at

$$\begin{aligned}x_1(t) &= A \cos(\omega t + \phi) \\x_2(t) &= B \cos(\omega t + \phi)\end{aligned}$$

Sett disse antagelsene inn i bevegelsesligningene og vis at de to mulige vinkelfrekvensene som klossene kan svinge med er  $\omega_a = \sqrt{k/m}$  og  $\omega_s = \sqrt{3k/m}$ .

c) Bestem, for hver av vinkelfrekvensene  $\omega_a$  og  $\omega_s$ , sammenhengen mellom koeffisientene  $A$  og  $B$ . Tegn øyeblikksbilder av systemet når det svinger i hver av disse såkalte "normale modene"  $a$  (for antisymmetrisk) og  $s$  (for symmetrisk). Prøv om du kan se direkte fra disse bildene hva de tilhørende  $\omega$  må være og sammenlign med det du fant i punkt b).

Fasitsvar:

Oppgave 1:

d)  $\sqrt{2}$  cm  $\simeq$  1.4 cm,  $\sqrt{2}v_0 \simeq$  28 cm/s.