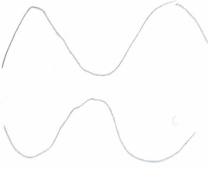


1. Vastaa lyhyesti kohtiin a) – f).

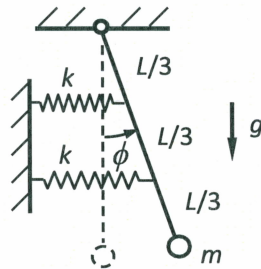
- a) Kuinka alikriittinen, kriittinen ja ylikriittinen vaimennus eroavat toisistaan? Piirrä myös vastekuvaaja (aika, siirtymä), jossa on esitetty kuinka jousi-massa-vaimennin-systeemin liike vaimenee kullakin vaimennustyyppillä.
- b) Selitä huojunta vastekuvaajan (t, x) avulla.
- c) Mitä tapahtuu mekaanisen systeemin resonoidessa? Mikä on herätteen ja siirtymävasteen välisen vaihekulman ϕ arvo resonanssissa?
- d) Määrittele systeemin transienttitiila ja vakiotila (steady-state).
- e) Mitä tarkoitetaan epästabiililla systeemillä?
- f) Hystereesivaimennusta vastaava ekvivalentti viskoosivaimennuskerroin on $c_{ekv} = \frac{\Delta E}{\pi \omega X^2}$. Tee selkoa termeistä ω , X ja ΔE .



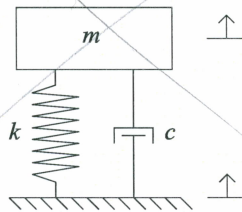
ω_1
 ω_2

2. Massa m on ripustettu sauvan varaan (pituus L), joka on kiinnitetty nivelellä kattoon. Sauva on tuettu kahdella jousella kuvan mukaisesti. Sauvan massa voidaan olettaa merkityksettömän pieneksi ja jäykkyyksi niin suureksi ettei sauva taivu. Muodosta kuvan systeemin liikeyhtälö ja ominaiskulmataajuuden lauseke. Käytä pienten kulmien oletusta. Jouset ovat lepopituuksissaan, kun $\phi = 0$.

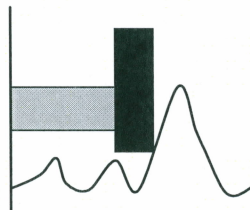
$\arctan \frac{1-\sigma^2}{2\zeta\sigma}$



3. Kone, jonka massa on $m = 350$ kg, on kiinnitetty jousen k ja vaimentimen $c = 1800$ Ns/m välityksellä jäykkään alustaan. Alusta värähtelee pystysuunnassa harmonisesti amplitudilla 0.5 mm taajuuden ollessa 20 Hz. Määritä k siten, että koneen siirtymä on pienempi kuin 0.1 mm.



4. Ohi kulkevien alusten aikaansaamat aallot lyövät kuvan aallonmurtajaan kohdistuen siihen voiman $F(t)$. Murtaja voidaan kuvata yhden vapausasteen vaimentamattomana jousi-massa-systeeminä. Määritä systeemin siirtymävaste käyttäen Duhamelin integraalia. Osittaisintegrointia käytettäessä: $\int f(x)g'(x) dx = f(x)g(x) - \int f'(x)g(x) dx$.



$$F(t) = \begin{cases} F_0 \left(1 - \frac{t}{t_0}\right), & 0 \leq t \leq t_0 \\ 0, & t > t_0 \end{cases}$$