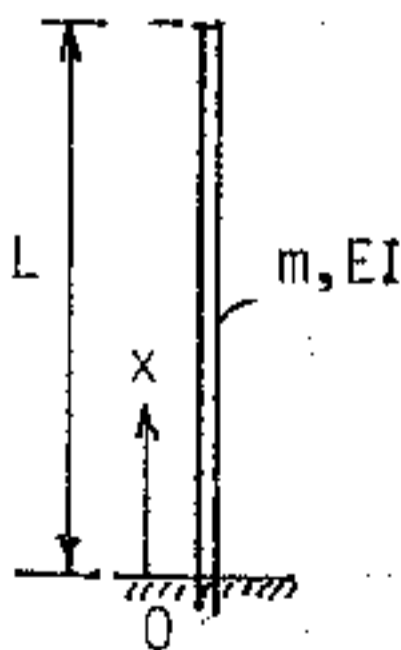
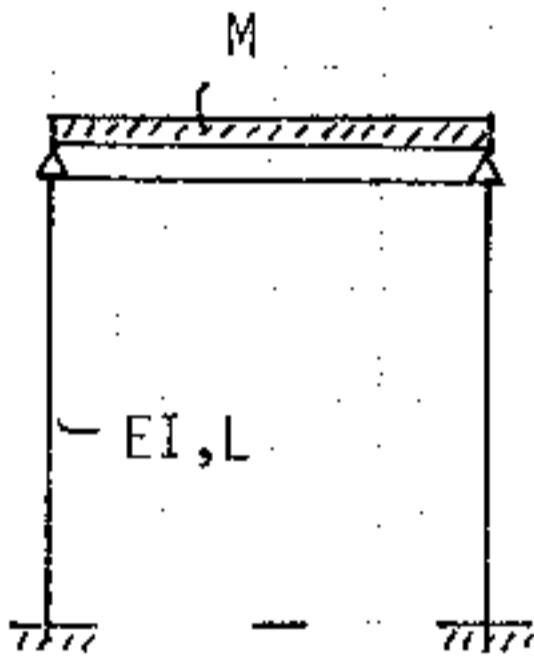
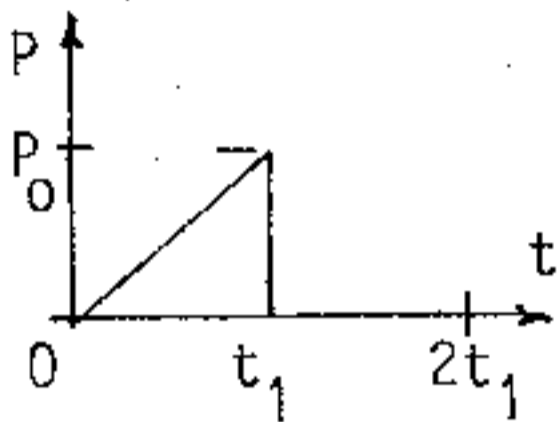
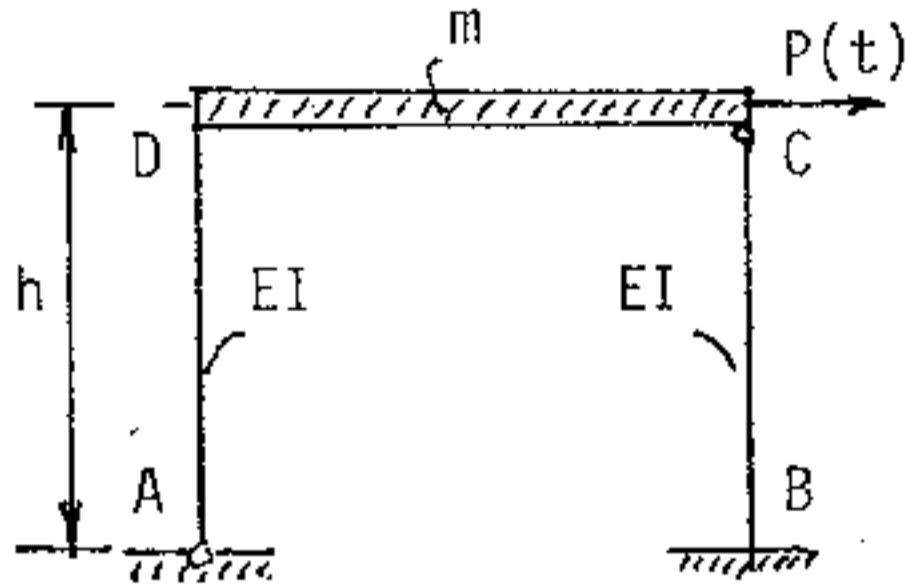


Kirjallisuudesta vain tehtäväpaperin mukana jaettava monista saa olla esillä. Jokaiseen vastauspaperiin on kirjoitettava omakätinen nimikirjoitus, NIMEN SELVENNYS, opiskelijanumero osasto ja vuosikurssi.



1. Oheiseen aluksi levossa olevaan systeemiin vaikutta alla olevan piirroksen mukainen kuorma. Pilarit oletetaan massattomiksi ja vaakapalkki täysin jäykäksi.

Määritä siirtymä

a)  $u(t_1)$ , kun  $t \in (0, t_1)$

b)  $u(t_2)$

2. Oheisessa kehässä kaikissa sauvoissa on sama EI, pituusmassa  $m$  [kg/m], jotka ovat vakioita. Kaikkien sauvojen pituus on myös sama.

$$L = 4 \text{ m}, M = 2000 \text{ kg}, EI = 800 \text{ kNm}^2.$$

a) Määritä systeemin liikeyhtälö.

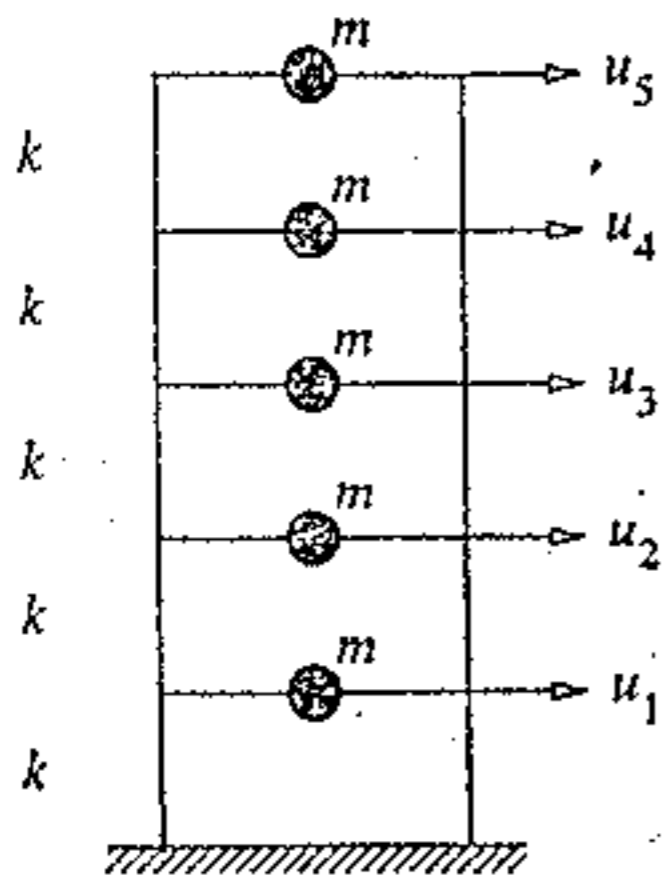
b) Laske systeemin ominaiskulmanopeus.

3. Oheisen tasapaksun tornin kaksi alinta ominaiskulmanopeutta  $\omega_1 < \omega_2$  ratkaistaan likimäärin käyttäen muotoestimaatteja

$$\psi_1 = 1 - \cos \frac{\pi x}{2L}, \quad \psi_2 = 1 - \cos \frac{3\pi x}{2L},$$

jolloin päädytään vastaavien ominaiskulmanopeuksien laskemiseksi yhtälöryhmään

$$(-\omega^2 \tilde{m} + \tilde{k}) \tilde{z} = \tilde{0}. \text{ Määritä } m_{11} \text{ ja } k_{11}.$$



4. Määritä oheisen kerroskehän alin ominaiskulmanopeus *Rayleigh'in* menetelmällä olettaen muotofunktioksi sivusiirtymä, jonka aiheuttaisivat kerrostasojen painojen  $mg$  suuruiset vaakavoimat. Sivuttaisjäykkyydet ovat kaikissa kerroksissa samat  $k$ .