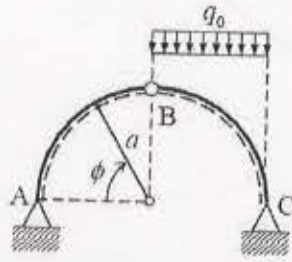


1. Oheista puoliympyrän muotoista kolminivelkaarta kuormittaa vaakatason pituusyksikköä kohti tasan jakautunut lunikuorma q_0 välillä BC. Määritä kaaren taivutusmomentin jakautuma kulman ϕ funktiona.



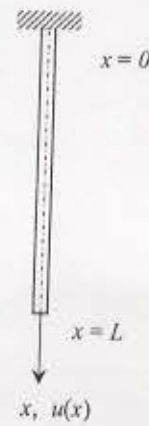
2. Tarkastellaan oheista pystyasennossa olevaa tasosauvaa. Sitä kuormittaa oma paino, joka jakautuneena kuormana pituutta kohden on vakio w [N/m]. Olkoon sen poikkipinta-ala A ja puristusjäykkyys EA vakiot.

a) Käyttäen differentiaalista tarkastelua (VKK), johda tasapainoyhtälö sauvavoimalle $N(x)$ differentiaaliyhtälömuodossa. Minkä vielä tasapainoehdon pitäisi sauvavoiman toteuttaa reunalla $x = L$ (1p).

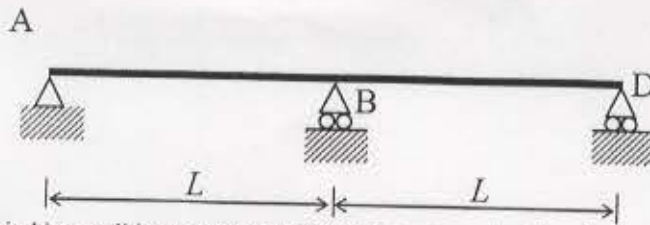
b) Olettaen, että materiaali on kimmoinen ja siirtymät $u(x)$ pieniä, kirjoita a)-kohdassa saatu tasapainoyhtälö siirtymäsuureiden avulla differentiaaliyhtälön muodossa. Mitkä ovat tällöin reunaehdot (1p).

c) Ratkaise b)-kohdasta siirtymä $u(x)$ sekä $N(x)$. Laske myös $u(L)$ ja $N(0)$. Tarkista, että $N(0)$ ja sauvan omapaino ovat tasapainossa (1p).

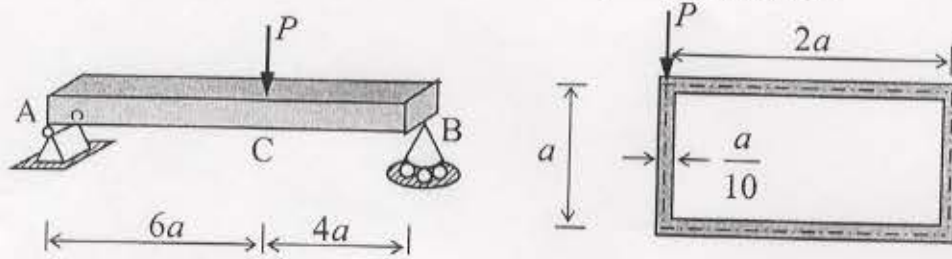
d) Lausu (ytimekkäästi) sanallisesti virtuaalisten siirtymien periaate. Kirjoita se tarkasteltavalle tapaukselle. Osoita, että siitä seuraa a)-kohdassa johdettu tasapainoyhtälö lisäehtoineen (2p).



3. Jatkuvan palkin A-B-D taivutusjäykkyys EI on vakio. Tuki D painuu alaspäin $\Delta = L/100$ verran. Määritä ja piirrä palkin taivutusmomentin ja leikkausvoiman kuvaajat sekä määritä tukireaktiot sekä niiden suunnat.



4. Oheisen kaksitukisen palkin vasemmassa päässä A on sarananivel ja oikeassa päässä B on tasossa



liikkuva palloniveltuki. Palkin kohdassa C sen yläpinnan reunalla vaikuttaa pistekuorma P kuvan mukaisesti. Määritä palkin suurin leikkausjännitys sekä sen vaikutuspiste, kun palkilla on kuvan suorakaideputken poikkileikkaus. (Tuella B palkki pyörii vapaasti myös vääntöakselin suhteen).

Kaavoja: vääntöjäykkyydet avoimen ja suljetun profiilien tapauksissa, ovat vastaavasti:

$$I_t = \frac{1}{3} \sum s_i t_i^3 \qquad I_t = \frac{4A^2}{\oint \frac{ds}{t}}$$