

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: MEK1500 - Faststoffmekanikk

Eksamensdag: Mandag 30. november 2009

Tid for eksamen: 09.00-12.00

Oppgavesettet er på 4 sider

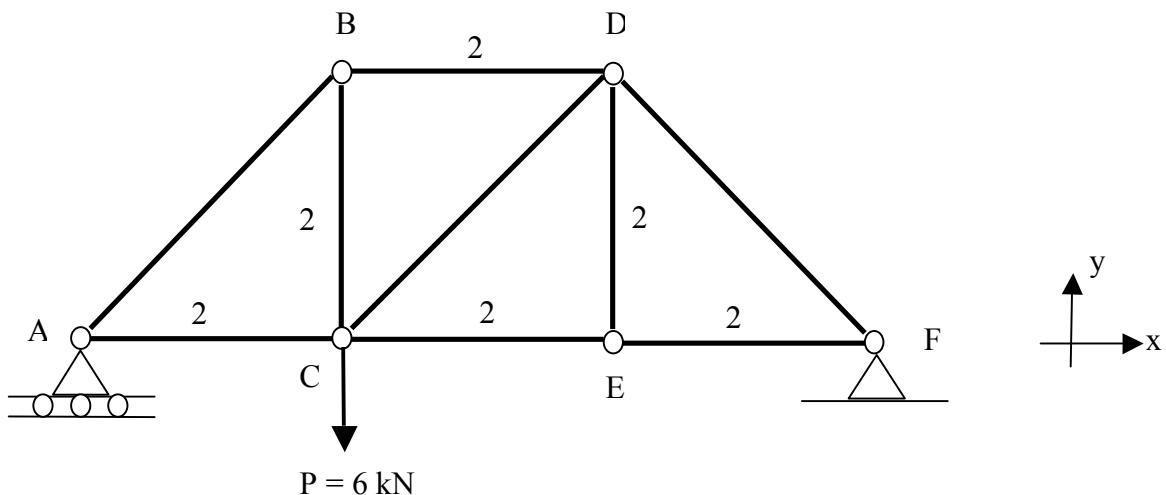
Vedlegg: 1 formelark (gitt på side 4 i oppgaven)

Tillatte hjelpemidler: Rottmann: Matematishe Formelsamlung
(alternativt norsk utgave) og godkjent kalkulator

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1 (30 %)

En modell av et plant fagverk bygd opp av staver er vist i Figur 1. Stavene kan kun ta last i aksialretningen. Forbindelsen mellom stavene (det vil si knutepunktene) forenkles (regnemessig) til friksjonsfrie (/momentfrie) ledd. Opplagringen i punkt A og punkt F er vist på figuren. Alle horisontale og vertikale staver har en lengde lik 2m. Det virker en vertikal last, $P = 6 \text{ kN}$, i punkt C.

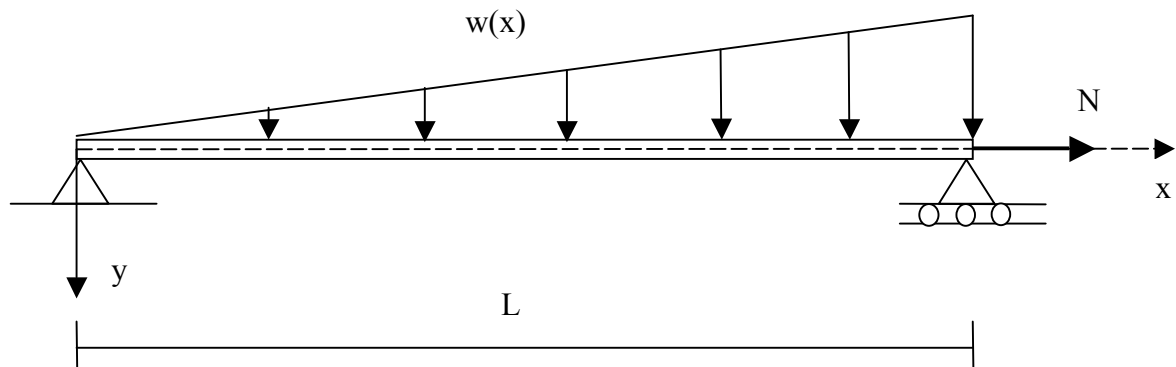


Figur 1: Plant fagverk.

- Forklar hvorfor fagverket kan sies å være *statisk bestemt*.
- Bestem reaksjonskreftene.
- Bestem stavkreftene for de stavene som bindes sammen i punkt A (NB! Kun for dette knutepunktet). Angi om det er strekk eller trykk i stavene.

Oppgave 2 (60 %)

Vi betrakter nå en fritt opplagt bjelke, som vist i Figur 2. Bjelken er påført en varierende jevnt fordelt last $w(x)$. I tillegg virker det en aksialkraft N . Bjelkens lengde er L ([m]).



Figur 2: En fritt opplagt bjelke med varierende jevnt fordelt last og en konstant aksiallast.

- Still opp likevektsbetingelsene for et infinitesimalt element av bjelken, gitt de lastene som virker. Vis at sammenhengen mellom skjærkraften Q og momentet M i et vilkårlig snitt i dette tilfellet kan skrives som

$$\frac{dM}{dx} = Q - N \frac{dv}{dx} \quad (1.1)$$

der v er nedbøyningen av bjelken i y -retning. Gjør rede for de antakelsene og tilnærmingene du gjør i utledningen.

I resten av oppgaven antar vi nå at aksialkraften N er null. Videre har vi at den jevnt fordelte lasten kan skrives som

$$w(x) = \left(\frac{q}{L}\right)x \quad (1.2)$$

hvor q er kraft per lengdeenhet ([N/m]).

- Bruk blant annet uttrykkene du fant tidligere i oppgaven, og finn posisjonen (x -koordinaten)

Eksamen i MEK 1500 høsten 2009

hvor skjærkraften Q er null, og finn verdien av momentet der det har sin maksimale verdi,

M_{maks} .

c) Skisser skjærkraftdiagram og momentdiagram.

Differensiallikningen for bøyelinjen til bjelken kan skrives som

$$\frac{d^2v}{dx^2} = -\frac{M}{EI} \quad (1.3)$$

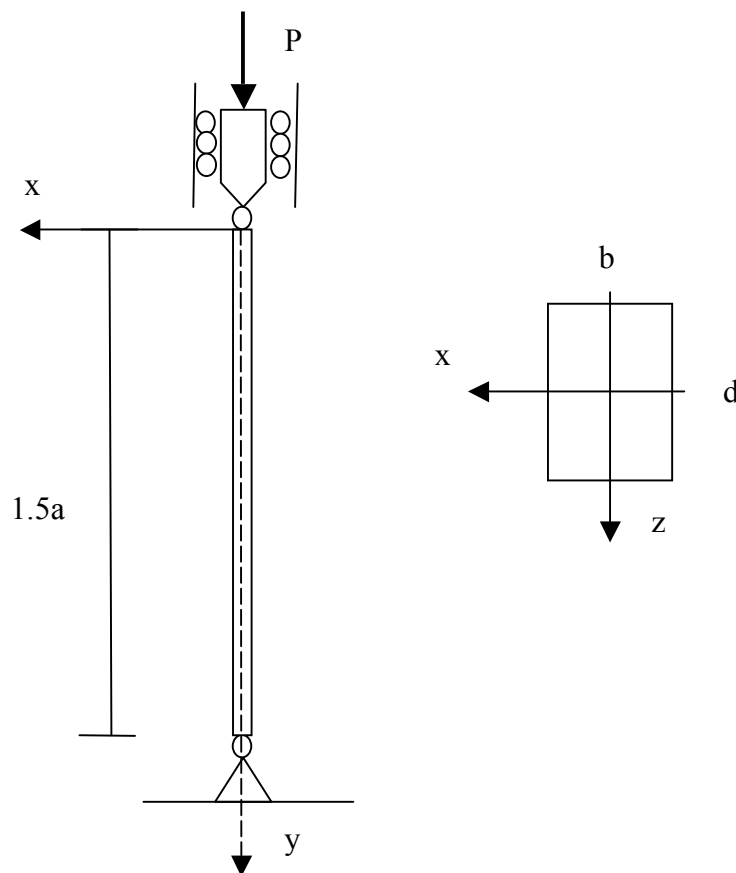
der EI er bøyestivheten.

d) Sett opp randbetingelsene for randverdi problemet.

e) Finn nedbøyningen av bjelken som funksjon av x .

Oppgave 3 (10 %)

En leddlagret søyle er vist i Figur 3. En last P virker som vist på figuren. Søylen lengde er $1.5a$, der a er et gitt tall ([m]). Søylen bøyes i x - y -planet.



Figur 3: Leddlagret søyle. Tverrsnitt gitt til høyre, der aksekorset er plassert i arealsenteret.

Eksamen i MEK 1500 høsten 2009

- a) Sett opp et uttrykk for kritisk last, eller knekklasten, for denne leddlagrede søylen, uttrykt ved a .
- b) Vi antar nå at søylen har et rektangulært tverrsnitt, med bredde b ([m]) og dybde d ([m]), der $b > d$, som vist til høyre i Figur 3. Finn kritisk trykkspenning, eller knekkspenning, uttrykt ved a og d .

SLUTT

Formelark:

Andre arealtrehetsmoment:

1) om y-aksen: $I_y = \int_A z^2 dA$

2) om z-aksen: $I_z = \int_A x^2 dA$