

# UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: MEK2500 — Faststoffmekanikk.

Eksamensdag: Onsdag 1. desember 2010.

Tid for eksamen: 09.00–13.00.

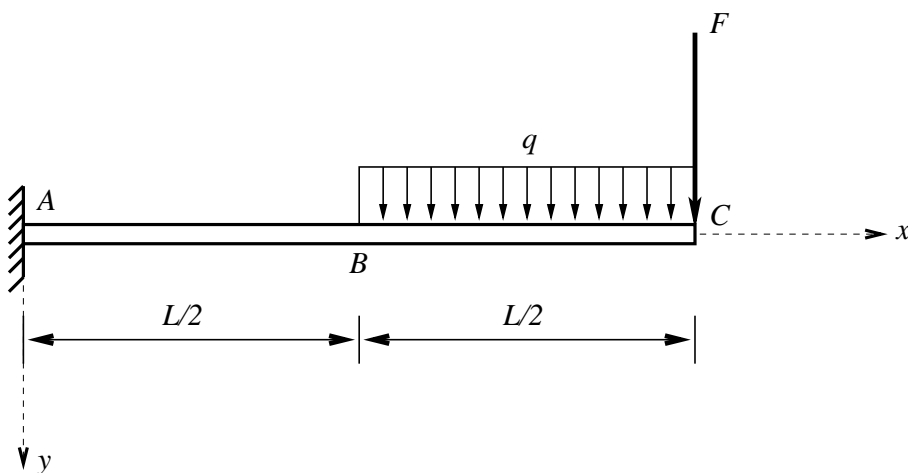
Oppgavesettet er på 4 sider.

Vedlegg: Formelark (angitt som side 4 i oppgaven).

Tillatte hjelpemidler: Rottmann: Matematiske Formelsamling, godkjent kalkulator.

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

## Oppgave 1



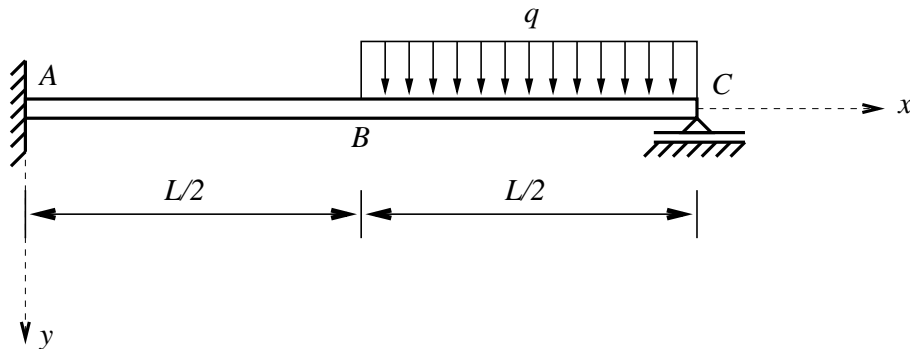
Figur 1:

Figur 1 viser en fast innspent bjelke  $ABC$  som er påvirket av en vertikal punktlast  $F$  i  $C$ . I tillegg virker en kontinuerlig fordelt last (pr. lengdeenhet)  $q$  i området mellom  $B$  og  $C$ . Bjelken har lengde  $L$ , og den antas å være laget av et lineært elastisk materiale. Den har konstant bøyestivhet  $EI$  og rektangulært tverrsnitt med høyde  $h$  og bredde  $b$ .

- Beregn opplagerkreftene som virker på bjelken.
- Bestem aksialkrefter ( $N$ ), skjærkrefter ( $Q$ ) og bøyemomenter ( $M$ ) i bjelken. Tegn opp tilhørende snittkraft- og momentdiagram med angivelse av fortegn og retninger samt verdier i diagrammenes knekkpunkter.

(Fortsettes på side 2.)

- (c) Beregn bjelkens bøyelinje (vertikalforskyvning). Her skal kun effekten av bøyemomentet tas med (skjærdeformasjoner neglisjeres).
- (d) Lastene  $F$  og  $q$  antas å være positive. Bestem den største verdien av aksialspenningen  $\sigma_x$  i bjelken, og avgjør hvor i bjelken denne verdien oppnås (lokale effekter ved den konsentrerte lasten og opplagerne kan neglisjeres).

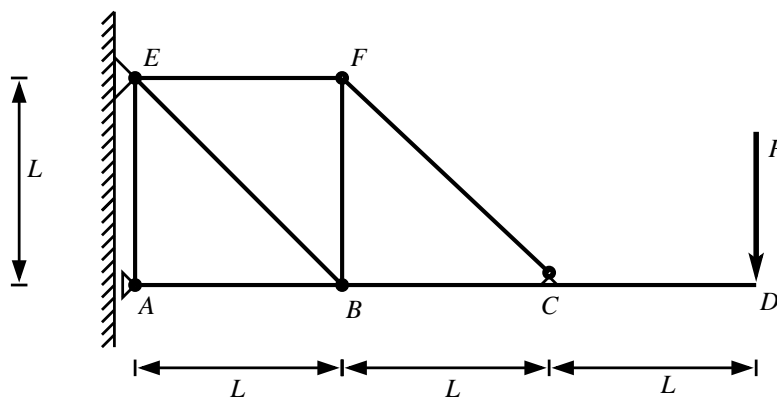


Figur 2:

Vi skal nå studere bjelken i figur 2. Den er identisk med bjelken i figur 1 bortsett fra at punktlasten i  $C$  er erstattet med et momentfritt rullelager.

- (e) Bestem opplagerkreftene som virker på bjelken.

## Oppgave 2



Figur 3:

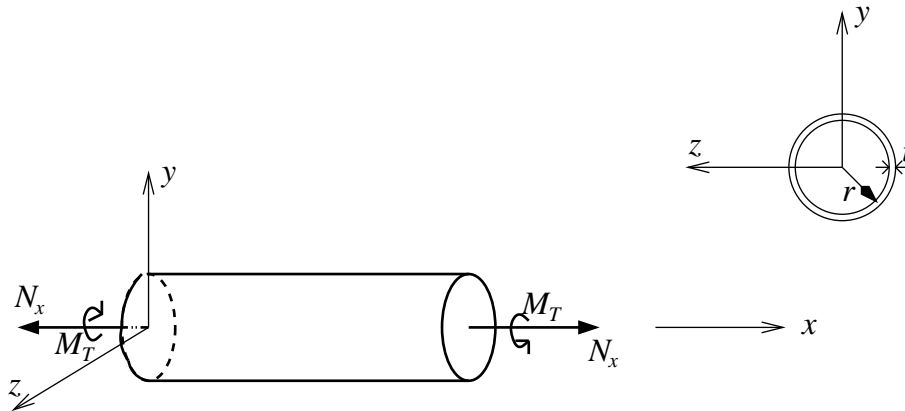
Figur 3 viser en plan fagverkskonstruksjon som er forbundet med en vegg i  $A$  og  $E$ , og utsatt for en vertikal punktlast  $P$  i  $D$ . Alle forbindelsene

(Fortsettes på side 3.)

utgjøres av momentfrie ledd, komponent  $BCD$  er en bjelke, og de øvrige komponentene er staver.

- Bestem opplagerkreftene i  $A$  og  $E$ .
- Bestem kraften i staven  $CF$ .

### Oppgave 3



Figur 4:

Figur 4 viser en tynnvegget beholder som består av et langt sirkulært rør som er lukket i begge ender. Rørveggenes midlere radius er  $r = 120$  mm, og veggtykkelsen er  $t = 5$  mm. Beholderen belastes med et torsjonsmoment  $M_T$  og en aksialkraft  $N_x$ .

- Bestem spenningene som virker på et element av rørveggen når belastningen er gitt ved  $M_T = 25$  kNm og  $N_x = -60$  kN. Elementet skal være orientert etter koordinataksereiningene, og det skal velges tilstrekkelig langt unna endeveggene til at lokale virkninger av disse kan neglisjeres.
- I tillegg til belastningen fra oppgave (a) legges det nå på et innvendig overtrykk  $p$ . Bestem trykket  $p$  sin verdi slik at aksialspenningen  $\sigma_x$  i rørveggen (et stykke unna endeveggene) blir 0.

SLUTT

(Fortsettes på side 4.)

## VEDLEGG

- Det kan vises at aksialspenningsfordelingen over et bjelketverrsnitt under visse forutsetninger kan uttrykkes ved

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M}{I}y,$$

der  $N$  er aksialkraften,  $A$  er tverrsnittsarealet,  $M$  er bøyemomentet,  $I$  er arealtreghetsmomentet, og  $y$  er en koordinat over tverrsnittets høyde.

SLUTT