

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: MEK2500 — Faststoffmekanikk

Eksamensdag: Fredag 2. desember 2011

Tid for eksamen: 09.00–13.00

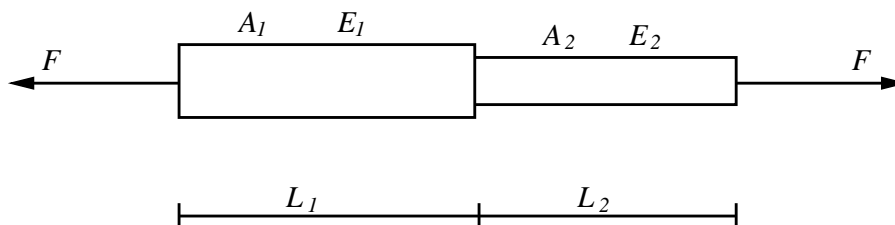
Oppgavesettet er på 5 sider.

Vedlegg: Formelark (angitt som side 5).

Tillatte hjelpemidler: Rottmann: Matematiske Formelsamling, godkjent kalkulator.

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

Oppgave 1

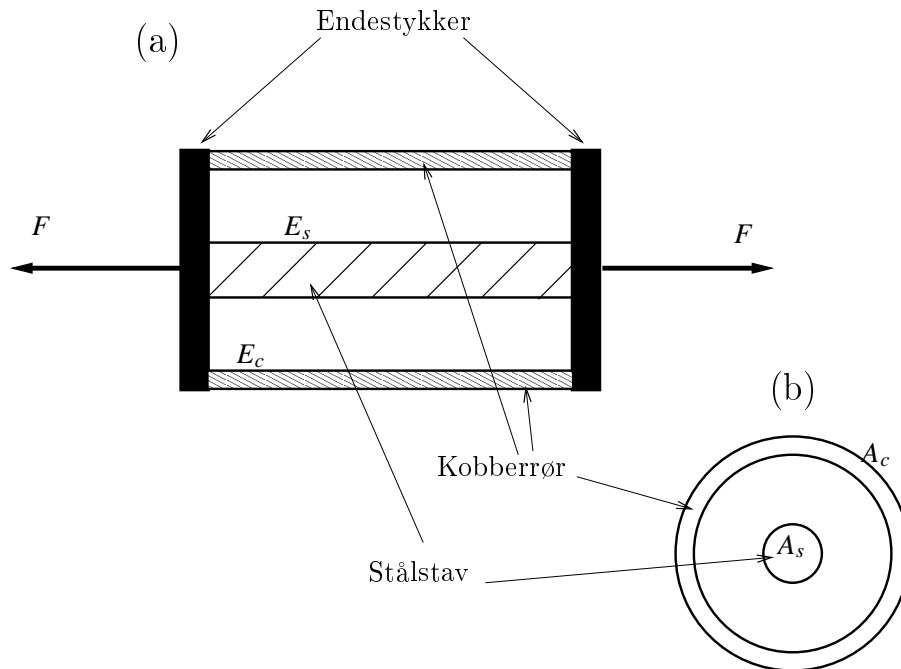


Figur 1:

Figur 1 viser en stav som er satt sammen av to delstaver. De to delstavene har lengder L_1 og L_2 , tverrsnittsareal A_1 og A_2 , og de er laget av lineært elastiske materialer med Youngs modul E_1 og E_2 .

- (a) Beregn den totale forlengelsen av staven når den belastes med kraften F .

(Fortsettes på side 2.)



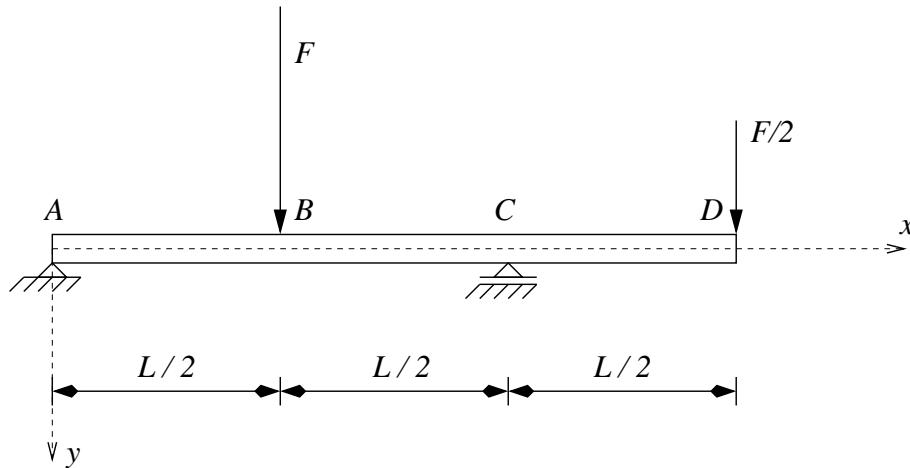
Figur 2:

Figur 2 viser en konstruksjonsdel (sett fra siden i (a), mens tverrsnittet er vist i (b)) som består av en stålstav med tverrsnittsareal A_s og et kobberrør med tverrsnittsareal A_c som begge er festet til uendelig stive endestykker. Både stålstaven og kobberrøret antas å oppføre seg lineært elastisk, og Youngs modul for de to materialtypene er gitt ved E_s (for stål) og E_c (for kobber). Konstruksjonsdelen belastes med kraften F .

- (b) Beregn aksialkraften (i belastningsretningen) som overføres i stålstaven og kobberrøret.
- (c) Ved romtemperatur (T_0) er det ingen termiske spenninger i konstruksjonsdelen. Den varmes nå opp slik at den får en temperaturøkning $\Delta T = T - T_0$. Termisk utvidelseskoeffisient for stål og kobber er gitt ved henholdsvis α_s og α_c . Bestem aksialspenningene (i belastningsretningen) som opptrer i stålstaven og kobberrøret når temperaturen er økt til T (den ytre lasten F virker fortsatt).

(Fortsettes på side 3.)

Oppgave 2

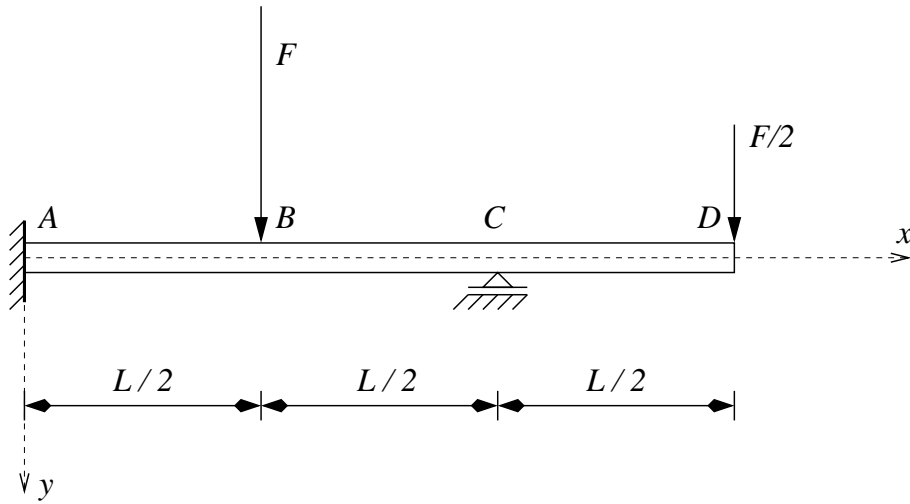


Figur 3:

Figur 3 viser en fritt opplagt bjelke $ABCD$ som er påvirket av de vertikale punktlastene F og $F/2$ i henholdsvis B og D . Bjelken har lengde $3L/2$, 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.
- Beregn bjelkens bøyelinje (vertikalforskyvning). Her skal kun effekten av bøyemomentet tas med (skjærdeformasjoner neglisjeres).
- Bestem den største verdien av aksialspenningen (σ_x) i bjelken, og avgjør hvor i bjelken denne verdien oppnås (lokale effekter ved de konsentrerte lastene og opplagerne kan neglisjeres).
- Utled uttrykket som beskriver den vertikale skjærspenningen over et rektangulært bjelketverrsnitt. Bruk dette til å beregne og skissere fordelingen av den vertikale skjærspenningen over et (vertikalt) snitt mellom punktene A og B .

(Fortsettes på side 4.)



Figur 4:

Vi skal nå studere bjelken i Figur 4. Den er identisk med bjelken i Figur 3 bortsett fra at bjelken nå er fast innspent (og ikke fritt opplagt) i A .

(f) Bestem opplagerkreftene som virker på bjelken.

SLUTT

(Fortsettes på side 5.)

VEDLEGG – formelark

- Hookes lov i én romdimensjon inkludert termisk ekspansjon kan uttrykkes ved

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} + \alpha\Delta T,$$

der ϵ er aksialtøyning, σ er aksialspenning, E er Youngs modul, α er termisk utvidelseskoeffisient og ΔT er temperaturøkning.

- 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