

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: MEK3500/4500 — Konstruksjonsmekanikk.

Eksamensdag: Torsdag 6. desember 2007.

Tid for eksamen: 14.30 – 17.30.

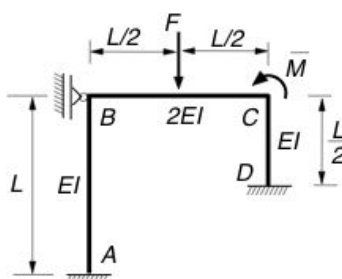
Oppgavesettet er på 3 sider.

Vedlegg: Formelark er inkludert i oppgavesettet.

Tillatte hjelpemidler: Rottmann: Matematiske Formelsamling, approved calculator.

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

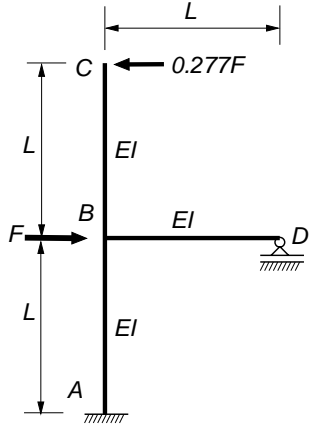
Oppgave 1. (ca. 30 %)



En plan, uforskyvelig ramme er belastet og har opplagerbetingelser som vist i figuren. Søylen AB og bjelkeden BC har bøyestivhet EI , og bjelkeden BC har $2EI$. Kun virkningen av 1. ordens bøyedeformasjoner skal medtas.

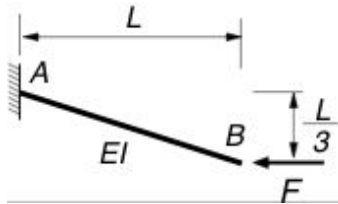
Innfør, og definer i figur, de forskyvningsfrihetsgradene du mener er nødvendig for å beskrive konstruksjonens deformasjonstilstand, og still opp systemstivhetsrelasjonen $\mathbf{K}\mathbf{r} = \mathbf{R}$ ved hjelp av grunnleggende prinsipper og direkte bruk av elementenes (søylene og bjelkens) stivhetsrelasjoner. Løsning for forskyvningsfrihetsgradene (\mathbf{r}) kreves ikke.

(Fortsettes side 2.)

Oppgave 2. (ca. 40 %)

Den plane rammen med belastning (F og $0.277F$), bøyestivheter (EI) og opplagerbetingelser som vist i figuren, skal beregnes ved hjelp av **kraftmetoden**. Kun virkningen av 1. ordens bøyedeformasjoner skal medtas i den videre beregning.

- Rammen er en gang statisk ubestemt. Begrunn hvorfor og velg statisk bestemt grunnsystem. Still så opp den nødvendige fleksibilitetsrelasjonen (betingelsesligningen) og beregn rammens opplagerkrefter. (Se vedlegg for elementærintegraler).
- Anta at opplagerkraften i knutepunkt D er $V_D = 0.064F$, rettet oppover, og beregn momentdiagrammet for rammen. Indiker snittmomentenes retninger.
- Still opp ligningen som horisontalforskyvningen δ_B i knutepunkt B kan beregnes fra ved hjelp av virtuelle krefters prinsipp (enhetslastmetoden), og oppgi hva de enkelte størrelser i ligningen står for. Vis også det virtuelle snitt-kraftdiagrammet som inngår. Utregning av δ_B kreves ikke.

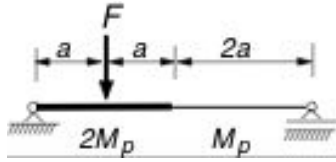
Oppgave 3. (ca. 20 %)

Den viste skråbjelken har konstant bøyestivhet EI og er belastet med en horisontallast F . Bjelken er forhindret mot forskyvning ut av planet.

- Benytt 2. ordens bøyningsteori til å beregne vertikalforskyvningen av bjelken ved B . En tilnærmet løsning er tilstrekkelig. Alternativt kan oppgaven løses, mer tidskrevende, ved hjelp av differensialligningen.
- Skisser bjelkens momentdiagram ut fra det som er funnet i punkt a), og angi maksimalverdien.

(Fortsettes side 3.)

Oppgave 4. (ca. 10 %)

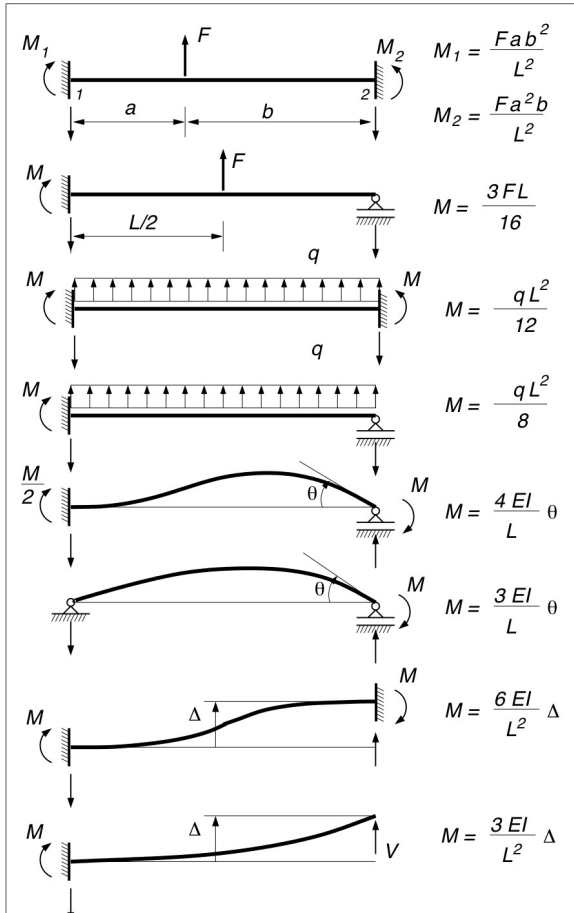


Finnd bruddlasten F_p for den viste bjelken med stegvis konstant plastisitetsmoment ($2M_p$ og M_p i henholdvis venstre og høyre bjelkehalvdel).

SLUTT

VEDLEGG

Endemomenter for bjelker med konstant bøyestivhet EI og lengde L



NB. Momentpiler er vist i den retning momentene virker

Knekk lengder, "elementærtifeller"



SLUTT

Elementærintegraler $\int_0^L F_1(x) \cdot F_0(x) dx$

$F_0(x)$	$F_1(x)$	$F_0(x)$	$F_1(x)$
b	b	L	b
L	a	L	a
a	a	L	a
L	a	L	a
a	a	L	a
2. gradspareller:		L	a
L	a	L	a
L	a	L	a

Arbeidsligningen (virtuelt arbeid) for plane systemer uten torsjon

$$\tilde{\gamma} \cdot \delta = \int_L \tilde{N}_1 \frac{N}{EA} dx + \int_L \tilde{M}_1 \frac{M}{EI} dx + \int_L \tilde{V}_1 \frac{V}{GA/\kappa} dx$$