Intro

Dette er et forslag på ting som kan legges inn i labteksten. Dette er gjort for at studenten skal ha nok informasjon til å finne elastisitetsmodulen E, i en eventuell prelab oppgave.

1 Young's Elastisitetsmodulus

Dersom du har en bjelke med lengde L som i figur 1, og du påfører en kraft i aksial retning. Dersom bjelken er festet, og kraften (stress) er stor nok, vil bjelken bli deformert (strain).

Stress er motkraften til den påtrykte kraften delt på tverrsnitt-arealet til bjelken. Dette måles i Pascal (N/m).

Strain er relativ endring i lengde.

$$Stress = \frac{|\vec{F_R}|}{A}\ [Pa]\ \ ,\ \ Strain = \frac{\Delta L}{L}.$$

Stress er proposjonalt med strain, og for at de skal være like trenger man en proposjonalitetskonstant:

$$Stress = E \cdot Strain.$$

E er definert som Young's elastisitetsmodul, som også måles i Pa. Det er denne vi ønsker å finne i labben.

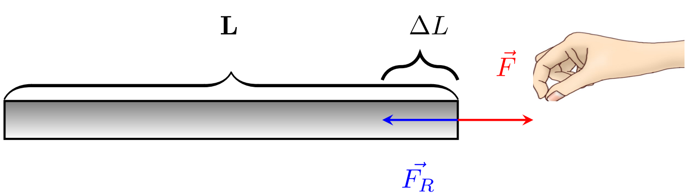

Figure 1: Caption

2 En bjelkes nedbøyning

I følge wikipedia er teoretisk defleksjon:

$$h(m) = \frac{mgl^2}{48EI}$$

I er 2. arealmoment (a.k.a. "second moment of area"), og er definert som:

$$I = \iint z^2\, dy\, dz$$

I beskriver materialers motstand til bøyning, ved å se på avstanden **z** fra bøyningsaksen til et infitesimalt punkt i tverrsnitt arealet på materialet (Se figur 2).

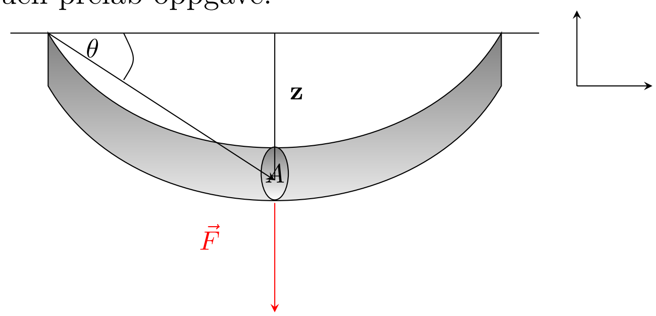

Figure 2: Caption

Et empirisk uttrykk for defleksjon av en bjelke, som en funksjon av varienrende masse, kan skrives som:

$$h(m) = Am + B.$$

Hvor B er konsistent med 0 ...

3 Potensiel Prelab Oppgave

Bruk informasjonen i labteksten til å finne Elastisitetsmodulen for en avbøyd bjelke.

3.1 Hint, dersom man tok svarte feil:

Finn 2. arealmoment, og bruk det faktum at B er konsisten med 0.

3.2 Løsningsforslag:

Vi vet at:

$$\sin\theta = \frac{z}{r} \to z = r\sin\theta.$$

Vi finner 2. arealmoment ved integrasjon, men gjør om fra kartesiske til polar koordinater:

$$\int_0^{2\pi}\int_0^R r\cdot(r\sin\theta)^2\, dr\, d\theta = \int_0^{2\pi}\frac{R^4}{4}\sin^2\theta\, d\theta. \tag{1}$$

Vi kan slå opp i rottmann og ser at

$$\int_0^{2\pi}\sin^2\theta\, d\theta = \frac{\theta}{2} - \frac{\sin 2\theta}{4}.$$

Hvis vi setter inn grensene 0 og 2π, og gjør om fra radius R til diameter d, så får vi:

$$I = \frac{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2}{4} = \frac{\pi d^4}{4\cdot 2^4}.$$

Ettersom defleksjon følger den empiriske modellen $h(m) = Am + B$, og B er konsistent med 0, kan vi bruke:
$h = |A|m$, og dersom vi løser den teoretiske defleksjonsligningen for E så får vi:

$$E = \frac{mgl^3}{48|A|m} \cdot \frac{4 \cdot 2^4}{\pi d^4} = \frac{4}{3} \frac{gl^3}{\pi |A| d^4}.$$