Nedbøjning af trælineal

Betragt en fastspændt trælineal med den frie længde $L,$ højden $h$ og bredden $b$, der påvirkes af en kraft $F $i den frie ende.

Man kan vise, at nedbøjningen $x$ i afstanden $z$ fra fastspændingspunktet er givet ved formlen

$$x(z)=\frac{2⋅F}{E⋅b⋅h^{3}}⋅z^{2}⋅\left(3⋅L-z\right)$$

**Opgave**

Udregn $x(L)$ og vis at sammenhængen mellem kraften $F$ og deformationen $x$ kan skrives på formen

$$F=k⋅x$$

hvor k kaldes fjederkonstanten.

Vis, at enheden for elasticitetsmodulet *E* er Pascal.

**Eksperiment**

Belast den frie ende af en lineal med et lod.

Tag et billede.

Vis ved opmåling på billedet, at formlen

$$x(z)=\frac{2⋅F}{E⋅b⋅h^{3}}⋅z^{2}⋅\left(3⋅L-z\right)$$

beskriver nedbøjningen.

**Kilder**

Formlerne i denne opgave findes mange steder på nettet.

Formlerne er hentet på siden: <http://www.fys.dk/fipnet/10_broen/102_opgaver/opgaver_e1.html>

Hooks Lov og elasticitetsmodulet

**Eksperiment**

Formålet er at undersøge om nedbøjningen af en trælineal kan beskrives ved hjælp af Hooks lov og at bestemme elasticitetsmodulet for den træsort som linealen er lavet af.

**Teori**

I eksperimentet bruger vi en lineal af træ. Den har en højde $h$ og en bredde $b$.



Den spændes op så et stykke med længden $L$ kan svinge. Man kan vise at

$$F=\frac{c}{L^{3}}∙x$$

Hvor $x$ er det stykke linealens frie ende fjernes fra ligevægtsstillingen, og $F$ er den kraft der skal til at holde linealen i ro. $L$ er længden af det frie stykke. Konstanten $c$ kan udtrykkes ved linealens dimensioner

$$c=\frac{E∙b∙h^{3}}{4}$$

konstanten $E$ kaldes for elasticitetsmodulet for træ.

Hvis der yderst i den frie ende sættes et lod med massen $m$ kan linealen sættes til at udføre små svingninger, hvor man kan argumentere for at svingningstiden er givet ved

$$T=2∙π∙\sqrt{\frac{m∙L^{3}}{c}}$$

**Opstilling**

Til øvelsen kan bruges: Lineal, lod, motion detektor, kraftmåler, computer.





På billedet ses en motion detektor, der bruges til afstandsmåling.

**Måleprogram**

a)

En lineal uden belastende lod spændes op. Lad stykket $L$ være så stor som muligt og vis uden at overbelaste linealen at kraften $F$ er proportional med $x$, hvor $x$ er afstanden fra ligevægtsstillingen.

b)

Et lod fastgøres så tæt på den frie ende som muligt. Mål sammenførende værdier af $L $og $T$ idet de andre størrelser holdes konstant.

c)

Mål sammenhørende værdier af $m$ og $T$ idet de andre størrelser holdes konstant.

**Databehandling**

a) Lav en $(x,F)$ graf

b) Lave en $(\sqrt{L^{3}},T)$ graf

c) Lav en ($m,T^{2})$ graf

Begrund og kommenter graferne, herunder bestemmes elasticitetsmodulet E for den benyttede trælineal.

Billedet herunder kan give inspiration til en metode til at finde svingningstiden. Der indsættes i Logger Pro en FFT-graf, som bruges til at bestemme frekvensen af svingningen. Derudfra kan svingningstiden let findes.



**Hvis du har god tid**

I formlen

$$T=2∙π∙\sqrt{\frac{m∙L^{3}}{c}}$$

Er $m$ faktisk ikke kun massen af loddet, men massen af loddet plus en brøkdel af massen af den svingende lineal. Massen kan altså skrives $m=m\_{Lod}+α∙m\_{Lineal}$

Vurder størrelsen af $α$