

Skalering, dimensjonsanalyse og Buckingham's Pi teorem

EVNE TIL Å LAGE MODELLER AV FYSISKE SYSTEMER ER
EN VIKTIG KOMPETANSE INNEN MEKANIKK

Kanskje noen av de kraftigste verktøyene vi har er

SKALERING, DIMENSJONSANALYSE

og

BUCKINGHAMS PI TEOREM

Her kommer noen eksempler

Trinity



G. I. Taylor — styrken til en eksplosjon

Trinity: Første test av atombombe gjort i 1945.

Styrken på bomben var topp hemmelig.

Bildene av ildkulen ble publisert i 1947.

Geoffrey Ingram Taylor — britisk fysiker og matematiker.

Han regnet ut riktig styrke og publiserte i 1950: 25 kilotonn TNT.

Hvordan gjorde han det?

G. I. Taylor — styrken til en eksplosjon

Geoffrey Ingram Taylor — britisk fysiker og matematiker

Han brukte **dimensjonsanalyse** og **Buckingham's Pi teorem** for å utlede styrken til en eksplosjon

$$E = \alpha \frac{R^5 \rho}{t^2}$$

R = radius til ildkulen [m]

ρ = tettheten til luft [kg/m^3]

t = tiden etter detonasjon [s]

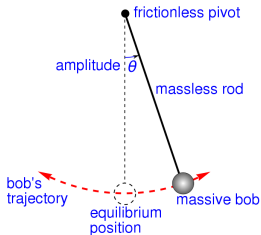
E = styrken til bomben

α = dimensjonsløs konstant som må bestemmes (≈ 1)

Utledeingen krever kjennskap til **lineær algebra** — sannsynligvis det nyttigste redskapet dere lærer på UiO!

HVOR FORT GÅR EN PENDEL?

Hvor fort går en pendel?



g = tyngdens akselerasjon [m/s^2]

L = lengden av pendelen [m]

θ = vinkelen som pendelen løftes før den slippes [dimensjonsløs]

Ved hjelp av **dimensjonsanalyse** og **Buckingham's Pi teorem**

finder vi at det er kun én mulig relasjon for farten:

$$v = \alpha(\theta)\sqrt{gL}$$

α = dimensjonsløs konstant som må bestemmes



HVOR FORT KAN VI GÅ?

Hvor fort kan vi gå?

La oss anta at svaret må avhenge av:

g = tyngdens akselerasjon [m/s^2]

L = lengden av beinet til den som går [m]

Ved hjelp av **dimensjonsanalyse** og **Buckingham's Pi teorem** finner vi at det er kun én mulig relasjon for farten:

$$v = \alpha \sqrt{gL}$$

α = dimensjonsløs konstant som må bestemmes

Hvor fort kan vi gå? Gjør et eksperiment!

La oss bestemme α !

Spør noen frivillige personer:

lange, korte, kvinner, menn, barn, voksne, etc.

S = strekning man skal gå [m]

T = tiden man bruker på å gå [s]

$$S = vT = \alpha T \sqrt{gL}$$

$$\alpha = \frac{S}{T \sqrt{gL}}$$

Undersøk om α er felles for alle de frivillige personene!

Dimensjonsanalyse og Buckingham's Pi teorem

Dimensjonsanalyse er pensum i mange MEK- og FYS-kurs.

Buckingham's Pi teorem er pensum i MEK4100.