3. Arbeidsmetoder

Vitenskapelig (hypotetisk deduktiv) metode:

1. Formuler problemet
2. Gjett forklaring
3. Finn konsekvenser
4. Test (og revider)
5. Lag enklest mulig generell lov/regel

Modell — forenkling/sammenligning

Teori — kobler inn matematikk

Naturlov — grundig testet matematisk beskrivelse

eks. $\sum F = ma$

Måleusikkerhet

Uendelig nøyaktighet er umulig

Feil $\neq$ usikkerhet

Størrelser kan variere. Eks. radius av kule

Absolutt usikkerhet:

eks. $\overline{T} = \dfrac{(1{,}75\,s + 1{,}76\,s + 1{,}81\,s + 1{,}78\,s + 1{,}80\,s + 1{,}77\,s)}{6} = 1{,}778\,s$

$\overline{T} = 1{,}78\,s$ har usikkerhet i siste siffer

$\delta T = 0{,}03\,s$ er maks avvik fra $\overline{T}$

(Slett feilmålinger)

$T = \overline{T} \pm \delta T = \underline{1{,}78\,s \pm 0{,}03\,s}$ ett siffer

Mer enn ca 10 målinger $\Rightarrow \delta T = \frac{1}{2} \cdot (\text{maks avvik})$

Relativ usikkerhet:

eks. $\frac{\delta T}{T} = \frac{0{,}03\,s}{1{,}78\,s} = 0{,}0168 = 2\%$

instrumentusikkerhet $\neq$ oppløsning

Sammensatte størrelser

Absolutt usikkerhet av adderte/subtraherte målte størrelser finner vi ved å summere de absolutte usikkerhetene i de målte størrelsene.

eks. $V = V_2 - V_1$ der $V_1 = (40 \pm 1)\,cm^3$ og $V_2 = (71 \pm 1)\,cm^3$

$V_{maks} = (72 - 39)\,cm^3 = 33\,cm^3$ (Stein)

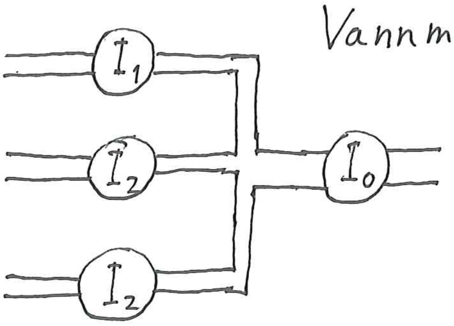
$V_{min} = (70 - 41)\,cm^3 = 29\,cm^3$

$V_{best} = (71 - 40)\,cm^3 = 31\,cm^3$ avvik: $\pm 2\,cm^3$

(dvs. $1\,cm^3 + 1\,cm^3$)

$V = 31\,cm^3 \pm 2\,cm^3$

eks. 3.3



Vannmålere. I_2 er defekt

a) Beregn I_2 når

$I_0 = 8{,}23\,\frac{l}{s} \pm 0{,}5\%$

$I_1 = 6{,}79\,\frac{l}{s} \pm 0{,}01\,\frac{l}{s}$

$I_3 = 0{,}12\,\frac{l}{s} \pm 0{,}01\,\frac{l}{s}$

$I_2 = I_0 - I_1 - I_3 = (8{,}23 - 6{,}79 - 0{,}12)\,\frac{l}{s} = 1{,}32\,\frac{l}{s}$

abs. usikkerhet: $\delta I_0 = 8{,}23\,\frac{l}{s} \cdot 0{,}005 = 0{,}04\,\frac{l}{s}$

$\delta I_2 = \delta I_0 + \delta I_1 + \delta I_3 = (0{,}04 + 0{,}01 + 0{,}01)\,\frac{l}{s} = 0{,}06\,\frac{l}{s}$

Rel. usikk: $\frac{\delta I_2}{I_2} = \frac{0{,}06\,\frac{l}{s}}{1{,}32\,\frac{l}{s}} = 0{,}0454 = 5\%$

Usikkerhet ved multiplikasjon og divisjon:

eks. stein (s. 84)

$$V = (31 \pm 2)\,cm^3 \qquad m = (83 \pm 1)\,g$$

gir $\rho = \frac{m}{V} = \frac{83\,g}{31\,cm^3} = 2{,}677 \frac{g}{cm^3} = \underline{2{,}7 \frac{g}{cm^3}}$

(tetthet)

$$\rho_{maks} = \frac{m_{maks}}{V_{min}} = 2{,}9 \frac{g}{cm^3} \qquad \left(\frac{2{,}9 - 2{,}5}{2}\right)$$

$$\rho_{min} = \frac{m_{min}}{V_{maks}} = 2{,}5 \frac{g}{cm^3}$$

gir $\delta\rho = 0{,}2 \frac{g}{cm^3}$

$$\text{og} \quad \frac{\delta\rho}{\rho} = \frac{0{,}2 \frac{g}{cm^3}}{2{,}7 \frac{g}{cm^3}} = 0{,}07407 = \underline{7\%}$$

men $\frac{\delta V}{V} = 6\%$ og $\frac{\delta m}{m} = 1\%$ og $6\% + 1\% = \underline{7\%}$

Rel. usikk. fra mult./div. er lik summen av rel. usikk. i de målte størrelsene.

Antall gjeldende siffer er antall siffer unntatt innledende nuller.

eks.	700	3 gjeldende siffer
	70,00	4 —— " ——
	0,070	2 —— " ——

Tallet med færrest gjeldende siffer avgjør antall gj. siffer i svaret.

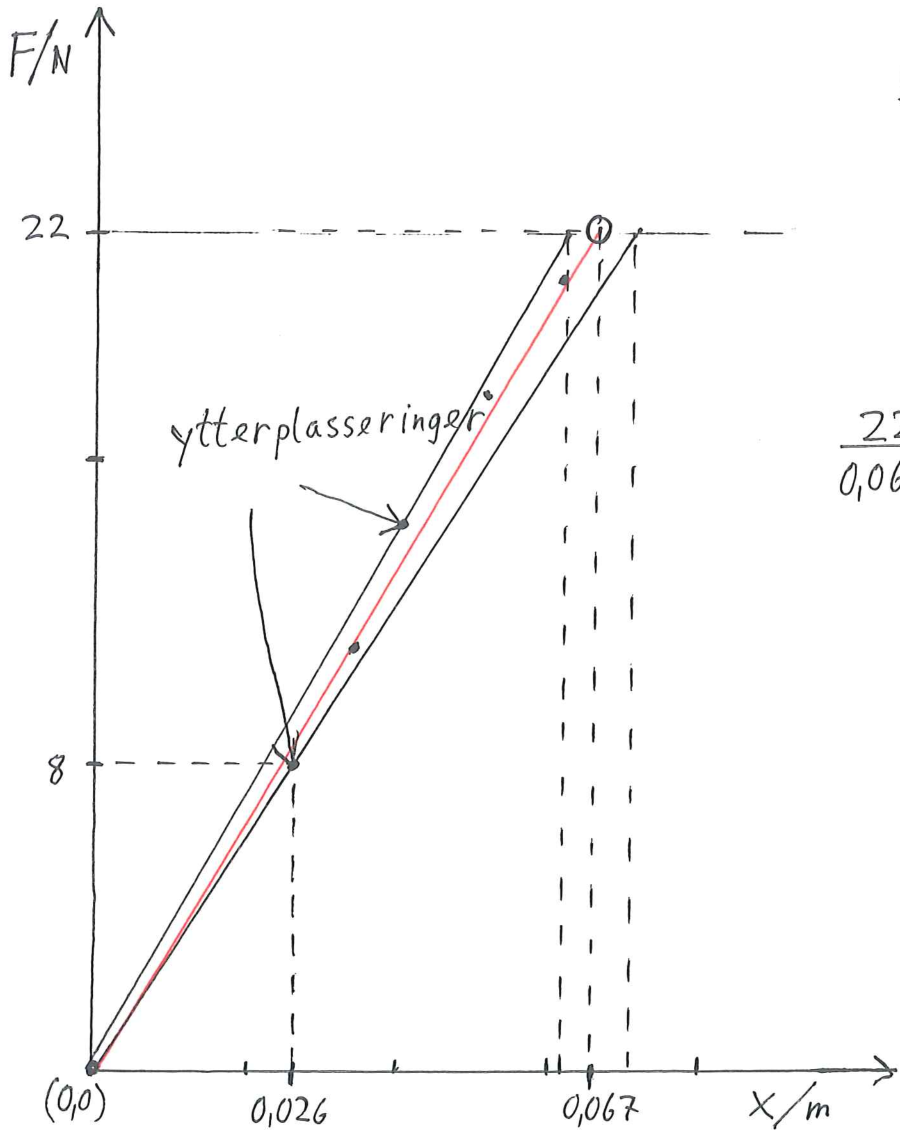
Grafisk utjevning

eks. Fjærstivhet, k

Tabell:

X/cm	2,6	3,3	osv.
F/N	8	10	

Utjevningskurve $F = kx \Rightarrow (0,0)$ er med.



Bestem k grafisk:

$$y = ax + b$$
$$F = k \cdot x$$

$$\frac{22N - 0}{0{,}067m - 0} = 328{,}3 \frac{N}{m}$$

$$k = 0{,}33 \frac{kN}{m}$$

Usikkerhet for lineære funksjoner.

Øvre ytterlinje : $\frac{22N-0}{0{,}065m-0} = 338{,}4 \frac{N}{m} = 0{,}34 \frac{kN}{m}$

Nedre —— " —— : $\frac{22N-0}{0{,}069m-0} = 318{,}8 \frac{N}{m} = 0{,}32 \frac{kN}{m}$

$$k = 0{,}33 \frac{kN}{m} \pm 0{,}01 \frac{kN}{m}$$