

- **Fout op metingen**

Middelbare fout  $MF_x$  op **individuele meting**

Één meting:  $MF_x = MF_{\text{toestel}}$  (afleesfout)

N metingen:  $MF_{x_i} = S = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \langle x \rangle)^2}{N-1}}$  tenzij N klein is en  $S < MF_{\text{toestel}} \Rightarrow MF_x = MF_{\text{toestel}}$

Middelbare fout  $MF_{\langle x \rangle}$  op **gemiddelde**

Meetwaarden met zelfde MF

$$\langle x \rangle = \frac{1}{N} \sum x_i \quad MF_{\langle x \rangle} = \frac{S}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \langle x \rangle)^2}{N(N-1)}}$$

Meetwaarden met verschillende MF (gewogen gemiddelde)

$$\langle x \rangle = \frac{\sum_i g_i \cdot x_i}{\sum_i g_i} \quad MF_{\langle x \rangle} = \frac{1}{\sqrt{\sum_i g_i}} \quad \text{met} \quad g_i = \left( \frac{1}{MF_{x_i}} \right)^2$$

- **Foutenpropagatie** (fout op berekeningen)

$$\text{Algemeen} \quad MF_f = \sqrt{\sum_i \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \cdot MF_{x_i} \right)^2}$$

Bijzondere gevallen: Als elke **gemeten** onbekende hoogstens één keer voorkomt kan het eenvoudiger als

$$f(x, y, z) = c(x + y - z) \quad MF_f = c \sqrt{MF_x^2 + MF_y^2 + MF_z^2} \quad f(x_1, x_2, \dots) = c \cdot \sum_i f(x_i) \quad MF_f = c \sqrt{\sum_i MF_{x_i}^2}$$

$$f(x, y, z) = \frac{c \cdot x^m \cdot y^n}{z^p} \quad MF_f = \frac{c \cdot x^m \cdot y^n}{z^p} \sqrt{m^2 RF_x^2 + n^2 RF_y^2 + p^2 RF_z^2} \quad \text{met} \quad RF_x = \frac{MF_x}{|x|}$$

$$MF_f = f \sqrt{\sum_i RF_{x_i}^2} \quad \text{als alle machten gelijk zijn aan 1}$$

- **Lineaire regressie**

$$y = ax + b$$

$$a = \frac{N \sum_i (x_i y_i) - (\sum_i x_i) \cdot (\sum_i y_i)}{N \sum_i (x_i^2) - (\sum_i x_i)^2} \quad MF_a = \sqrt{\frac{N}{(N-2)} \cdot \frac{\sum_i (y_i - ax_i - b)^2}{N \sum_i (x_i^2) - (\sum_i x_i)^2}} \quad (\text{in deze formule is } \Delta_{x_1} \text{ verwerkt})$$

$$\text{en } b = \frac{\sum_i (y_i - ax_i)}{N} \quad MF_b = MF_a \cdot \sqrt{\frac{\sum_i (x_i^2)}{N}}$$

$$y = ax \quad (\text{rechte door de oorsprong})$$

$$a = \frac{\sum_i (x_i y_i)}{\sum_i (x_i^2)} \quad MF_a = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \cdot \frac{\sum_i (y_i - ax_i)^2}{\sum_i (x_i^2)}}$$

- **Lineaire interpolatie**

$$\text{vgl van een rechte door twee punten: } P(x_1, y_1) \text{ en } Q(x_2, y_2) : \quad y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1)$$

$$\text{Middelbare fout op } y : \quad MF_y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} MF_x$$

- **Formules per proef**

### Capsule

$$V = \frac{\pi}{24} (2d_2^3 - d_1^3 + 3d_1^2(2l - d_2))$$

### Zwaarteversnelling (valproef)

$$t^2 = a \cdot h \quad g = \frac{2}{a}$$

### Pyknometer

$$\rho_v = \frac{\rho_w (M_v - M_p)}{M_w - M_p} \quad \rho_g = \frac{\rho_w (M_s - M_p)}{M_s + M_w - M_p - M}$$

### Oppervlaktetension

$$F = \gamma L \qquad \gamma = \frac{F}{L} \qquad L = \pi(d + d') \qquad \langle F \rangle = \frac{\langle U_2 - U_1 \rangle}{a} \qquad \frac{1}{a}$$

### Viscositeit

$$k = \frac{\eta}{\rho \tau} \qquad \eta = k \rho \tau$$

### Veerconstante

$$k = \frac{g}{a} \qquad k = \frac{4\pi^2 M}{T^2}$$

### Soortelijke warmte vaste stof

$$c = \frac{(m_W c_W + W)(\theta_e - \theta_b)}{m(\theta_k - \theta_e)}$$