

2. Meetresultaten verschillen. Hoe komt dat?

Opgave 2.1 Toevallige meetfout door de waarnemer

1,55 cm
2 cijfers achter de komma

Opgave 2.2 Meer streepjes is nauwkeuriger?

boven 1,8 cm 1 decimaal
onder 1,86 cm 2 decimalen

Opgave 2.3 Afleeson nauwkeurigheid bij glaswerk

- a** middelste maatcilinder: 3,0 mL
 afleeson nauwkeurigheid 0,1 mL
 rechter maatcilinder: 0,34 mL
 afleeson nauwkeurigheid 0,01 mL
- b** buret: 46,55 mL afleeson nauwkeurigheid 0,02 of 0,03 mL
- c** aflezing links 9,63 mL

$$\text{relatieve afleeson nauwkeurigheid} = \frac{0,03}{9,63} \times 100\% = 0,31\%$$

aflezing rechts 24,16 mL

$$\text{relatieve afleeson nauwkeurigheid} = \frac{0,03}{24,16} \times 100\% = 0,12\%$$

- d** Hoe groter de meetwaarde des te kleiner wordt de relatieve afleeson nauwkeurigheid

Opgave 2.4 De schaalverdeling bepaalt hoe goed je kunt aflezen

- a** de thermometer links heeft als kleinste schaaldeel 0,1 °C en de thermometer rechts heeft als kleinste schaaldeel 1 °C
- b** links 32,35 °C en rechts 32,4 °C
- c** links 0,02 °C en rechts 0,2 °C
- d** de thermometer links

Opgave 2.5 Toevallige fout bij aflezen van grafieken

- a** bij 21,3 °C max. vochtigheid = $18,5 \pm 0,2 \text{ g/m}^3$ (of 0,3)
 bij 21,3 °C max. vochtigheid = $18,5 \text{ g/m}^3 \pm 1,08\%$
 bij 6,7 °C max. vochtigheid = $7,5 \pm 0,2 \text{ g/m}^3$ (of 0,3)
 bij 6,7 °C max. vochtigheid = $7,5 \text{ g/m}^3 \pm 2,67\%$
- b** relatieve vochtigheid = $\frac{7,5}{18,5} \times 100\% = 40,5\%$
- c** totale onnauwkeurigheid = $1,08\% + 2,67\% = 3,75\%$
 absolute onnauwkeurigheid = $3,75\%$ van $40,5\%$ = $1,52\%$
 relatieve vochtigheid = $40,5 \pm 1,5\%$ (absoluut)
 relatieve vochtigheid = $40,5\% \pm 3,75\%$ (relatief)

Opgave 2.7

Systematische fout bij een liniaal

- a het nulpunt ligt niet gelijk met de zijkant van het kaartje
- b ongeveer 0,5 cm
- c de fout precies bepalen en alle meetwaarden corrigeren

Opgave 2.8

Systematische fouten

- a niet waterpas zetten
- b niet goed kalibreren (ijken)
- c niet op nul stellen
- d bij de verkeerde temperatuur gebruiken

Opgave 2.9

Systematische fout: de instrumentonnauwkeurigheid

a **Hygrometer**

waarde = 66,5 %

afleeson nauwkeurigheid 0,2-0,5 %

instrumenton nauwkeurigheid 1,0 % (1 schaaldeel = 2%) → ½ schaaldeel = 1 %)

Universeelmeter

waarde = 14,19 V

afleeson nauwkeurigheid 0 V (!!)

instrumentmeetonnauwkeurigheid 0,01 V (1 schaaldeel=0,01 V)

b waarde = 28,1 °C

afleesmeetonnauwkeurigheid 0,1-0,2 °C

instrumentmeetonnauwkeurigheid 0,5 °C (1 schaaldeel = 1°C → ½ schaaldeel = 0,5 °C)

c volume = 42,24 mL

afleesmeetonnauwkeurigheid 0,02-0,03 mL

instrumentmeetonnauwkeurigheid 0,05 mL

(1 schaaldeel = 1mL → ½ schaal = 0,5 mL)

Opgave 2.10

Wat doe je met twee onnauwkeurigheden?

- a Als je door het aflezen er bijv. 0,2 °C naast kunt zitten en het instrument wijkt maximaal 0,5 °C af, dan kun je maximaal 0,7 °C ernaast zitten
- b 74,0 °C
- c Ongeveer 0,2 °C
- d $2 \times 2 \text{ °C} = 4 \text{ °C}$
- e $\text{Maximaal } 4 \text{ °C} + 0,2 \text{ °C} = 4,2 \text{ °C}$
- f gecombineerde onnauwkeurigheid = $\sqrt{4^2 + 0,2^2} = 4,0$
- g $T = 74 \pm 4 \text{ °C}$
- h relatieve onnauwkeurigheid = $\frac{4}{74} \times 100\% = 5,4\%$
- i De grootste afwijking is 4 °C, dus dat is hetzelfde

Opgave 2.11**Twee onnauwkeurigheden 1**

$$\text{spreiding totaal} = \sqrt{\text{spreiding}_1^2 + \text{spreiding}_2^2}$$

$$12 = \sqrt{8^2 + \text{biologische spreiding}_2^2}$$

$$\text{biologische spreiding} = \sqrt{12^2 - 8^2} = 8,9 \%$$

Opgave 2.12**Twee onnauwkeurigheden 2**

$$\text{spreidingtotaal} = \sqrt{\text{spreiding}_1^2 + \text{spreiding}_2^2}$$

$$0,45 = \sqrt{0,30^2 + \text{fout analist}_2^2}$$

$$0,45^2 = 0,30^2 + \text{fout analist}_2^2$$

$$\text{fout analist}_2 = \sqrt{0,45^2 - 0,30^2} = 0,335$$

Opgave 2.13**Verschilmeting**

a $V = V_{\text{begin}} - V_{\text{eind}} = 35,18 - 11,56 = 23,62 \text{ mL}$

b Dat betekent dat alle metingen maximaal 0,05 mL kunnen afwijken

c Het verschil blijft dan precies hetzelfde dus 23,62 mL

d De onnauwkeurigheid in de resultaat is dan $\sqrt{2}$ × de afleesonnauwkeurigheid, dus afgerond 0,03 mL

Opgave 2.14**Instrumentonnauwkeurigheid in de manual**

a resolution = 0,1 °C (of °F)

b accuracy = 0,2 °C (of 0,4 °F)

c $115,8 \pm 0,2 \text{ °C} \rightarrow \text{afwijking in } \% = \frac{0,2}{115,8} \times 100 \% = 0,17 \%$

Opgave 2.15**Een moderne thermometer**

a hij meet de temperatuur d.m.v. infraroodstraling, hij werkt dus op afstand (contactloos)

b $T > 100 \text{ °C}$ dus 3 % of reading betekent 3 % van de afgelezen waarde = 3 % van 342 °C = 10,26 °C en dat is groter dan 3 °C, dus het is 10,26 °C en dat is afgerond 10 °C

c je hoeft niet te schatten, de aflezing is digitaal

Opgave 2.16**Andere foutbronnen**

a door niet loodrecht kijken wordt een verkeerde waarde afgelezen

b bij alle meters met wijzerplaten.

c A leest 54 cm³ af

B leest 50 cm³ af

C leest 40 cm³ af

d A zit er 8% naast, B nul % en C zit er liefst 20% naast