

---

### Opgave 1

---

Hoeveel significante cijfers?

- a  $m = 42,70$  g **4**
  - b  $I = 400$  mA **3**
  - c  $V = 0,0050$  m<sup>3</sup> **2** (de nullen vóór de 5 horen niet bij de significante cijfers)
  - d  $a = 0,2$  m/s<sup>2</sup> **1**
  - e  $V = 2,463$  mL **4**
  - f  $\rho = 5200$  kg/m<sup>3</sup> **4**
  - g  $m = 0,0345$  kg **3** (de nullen voor 345 horen niet bij de significante cijfers)
  - h  $k = 1,38062 \cdot 10^{-23}$  J/K **6**
- 

### Opgave 2

---

Met hoeveel significante cijfers in Binas vermeld?

- a  $\rho_{\text{Pb}} = 11,3 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup> (tabel 40A) Dit zijn 3 significante cijfers
  - b  $c = 2,99792458 \cdot 10^8$  m/s (tabel 7A) Dit zijn 9 significante cijfers
  - c  $n^{589}$  (diamant) = 2,417 Dit zijn 4 significante cijfers
  - d Verbrandingswarmte steenkool:  $29 \cdot 10^6$  J/kg Dus 2 significante cijfers
- 

### Opgave 3

---

Optellen: getal met kleinste aantal decimalen beslist over de afronding. Hier: 1 cijfer achter de komma.

$$12,4 \text{ cm} + 5,35 \text{ cm} = 17,77 \text{ cm} \quad \text{Afronden op 1 cijfer achter de komma: } \mathbf{17,8 \text{ cm}}$$

---

### Opgave 4

---

Aftrekken: getal met kleinste aantal decimalen beslist. Hier: 1 cijfer achter de komma.

$$25,86 \text{ g} - 7,2 \text{ g} = 18,66 \text{ g} \quad \text{Afronden op } \mathbf{1} \text{ cijfer achter de komma: } \mathbf{18,7 \text{ g}}$$

---

### Opgave 5

---

$$24,6 \text{ cm} + 1,6 \text{ m} \rightarrow \text{eerst de eenheid gelijk maken: } 0,246 \text{ m} + 1,6 \text{ m} = 1,846 \text{ m}$$

Optellen: getal met kleinste aantal decimalen beslist. Hier: 1 cijfer achter de komma.

$$\mathbf{1,8 \text{ m}} \text{ of } \mathbf{1,8 \cdot 10^2 \text{ cm}}$$

---

### Opgave 6

---

$$1,36 \text{ kg} - 42,90 \text{ g} \rightarrow \text{eerst de eenheid gelijk maken: } 1,36 \text{ kg} - 0,04290 \text{ kg} = 1,3171 \text{ kg}$$

Afronden op **2** cijfers achter de komma: **1,32 kg**

---

### Opgave 7

---

Optellen: getal met kleinste aantal decimalen beslist. Hier: 1 cijfer achter de komma.

$$45,7 \text{ g} + 334,9 \text{ g} + 6,350 \text{ g} = 386,950 \text{ g} \text{ Afronden op } 1 \text{ cijfer achter de komma: } \mathbf{387,0 \text{ g}}$$

---

### Opgave 8

---

$$214 \cdot 10^3 + 3622 - 1205 = 216417 \text{ mensen}$$

In deze opgave worden mensen geteld. Je zou zeggen: die hoeft je niet af te ronden ...

Maar, één van de gegevens is:  $214 \cdot 10^3$  dit is geen precies aantal. Je zou kunnen zeggen: het aantal op één moment. Mét de onzekerheid van dat moment. Dus wel een afgeronde meetwaarde.

We ronden daarom af op 0 cijfers achter de komma:  **$216 \cdot 10^3$  mensen.**

---

### Opgave 9

---

Bij een product afronden op evenveel significante cijfers als het kleinste getal.

$$\text{Oppervlak rechthoek: } 3,30 \text{ cm} \times 2,4 \text{ cm} = 7,92 \text{ cm}^2. \text{ Afgerond (2 cijfers): } \mathbf{9,7 \text{ cm}^2}.$$

---

### Opgave 10

---

Bij een deling afronden op evenveel significante cijfers als het kleinste getal.

$$\text{Dichtheid: } m/V \quad \rightarrow \quad 45,835 \text{ g} / 7,8 \text{ cm}^3 = 5,87628 \text{ g/cm}^3$$

Afronden op **2** cijfers:  **$5,9 \text{ g/cm}^3$**

---

### Opgave 11

---

Bij een product afronden op evenveel significante cijfers als het kleinste getal.

$$\text{Oppervlak cirkel: } \pi r^2 \quad \rightarrow \quad \pi \times 8,20^2 \text{ cm}^2 = 211,24 \text{ cm}^2 \text{ Afgerond op 3 cijfers: } \mathbf{211 \text{ cm}^2}$$

---

### Opgave 12

---

$$\text{Volume blokje: } 2,45 \text{ cm} \times 3,1 \text{ cm} \times 0,950 \text{ cm} = 7,21525 \text{ cm}^3$$

Afronden op **2** cijfers:  **$7,2 \text{ cm}^3$**

---

### Opgave 13

---

$$S = 1/f \quad \rightarrow 1/0,53 \text{ m} = 1,88679 \text{ m}^{-1} \quad \text{Afgerond op 2 cijfers: } \mathbf{1,9 \text{ m}^{-1}}$$

---

### Opgave 14

---

Een balans kan een kleine systematische fout hebben. Bijvoorbeeld als de balans niet perfect waterpas staat. Bij een *verschilweging* valt de systematische fout weg.

Bijvoorbeeld:

$$(\text{massa stof} + \text{weegflesje} + \text{fout}) - (\text{massa weegflesje} + \text{fout}) = \text{massa stof}$$

---

### Opgave 15

---

Controle op een systematische fout doe je door het meetinstrument te gebruiken voor meting van een 'ijkwaarde'. Dat is een waarde die je precies kent.

Dit lijkt eenvoudig maar als het nauwkeurig moet dan is het specialistenwerk!

- thermometer: dompel de thermometer enige tijd in smeltend ijs, de thermometer moet dan 0°C aangeven,
- gebruik voor het ijken van een balans ijkgewichtjes, deze hebben een op het gewichtje vermelde, gegarandeerde massa,
- pH-meter: gebruik voor het ijken van een pH-meter tenminste 2 bufferoplossingen, één met gegarandeerde pH = 7,00 en een andere met gegarandeerde pH in het gewenste meetgebied,
- maatcilinder: weeg de met water gevulde maatcilinder en bereken het volume of vul de maatcilinder met een volumepipet,
- spanningsmeter (voltmeter): meet de spanning van een nauwkeurig bekende spanningsbron (referentiespanning),
- schuifmaat: nauwkeurig bekende afmeting (dikte, lengte) meten.

---

### Opgave 16

---

Gemeten dichtheid:  $(8,03 \pm 0,08) \text{ g/cm}^3$

- absolute fout: **0,08 g/cm<sup>3</sup>**
- relatieve fout:  $0,08 / 8,03 = \mathbf{0,01}$
- procentuele fout:  $(0,08 / 8,03) \times 100\% = \mathbf{1\%}$

---

### Opgave 17

---

We meten: 24,3 g.

- procentuele fout: 0,9%. Dus absolute fout: 0,9% van 24,3.  
Dus:  $0,009 \times 24,3 \text{ g} = \mathbf{0,2 \text{ g}}$
- Zou de relatieve fout 0,008 zijn dan is de absolute fout:  $0,008 \times 24,3 \text{ g} = \mathbf{0,2 \text{ g}}$

---

### Opgave 18

---

Ijzergehalte.

Gemiddelde concentratie: som / aantal = **5,29%**

---

### Opgave 19

---

Azijnzuurgethalte, 9 metingen:

4,12% 4,16% 4,11% 4,13% 4,13% 4,16% 4,15% **4,41%** 4,16%

De 8<sup>e</sup> meting (4,41%) wijkt sterk af. Vermoedelijk is hier een echte fout gemaakt. We laten de waarde achterwege bij de berekening van het gemiddelde.

Gemiddelde: som / aantal = **4,14%**

---

### Opgave 20

---

Messingpercentage in een legering.

We berekenen het gemiddelde voor elke persoon:

- A 42,8%
- B 43,0%
- C 43,3% (we laten meting 4 er buiten deze is duidelijk fout)
- D 41,1%

- a C heeft een echte fout gemaakt (meetwaarde 4: 34,1%)
  - b D heeft een gemiddelde dat afwijkt van de andere drie. D heeft waarschijnlijk een systematische fout gemaakt.
  - c De grootste verschillen zien we (zo op het oog) bij de waarden van B. Het verschil tussen de hoogste meting en laagste is:  $43,7\% - 42,1\% = 1,6\%$   
Dat is meer dan bij de anderen.
  - d Het kleinste verschil tussen de hoogste en de laagste waarde vinden we bij A:  
 $43,1\% - 42,9\% = 0,2\%$ . Dus A heeft de kleinste toevallige fout.
- 

### Opgave 21

---

Gemaakte fouten:

- A Kleinste deelstreep is 0,2 V en niet 0,1 V. Juiste aflezing: **2,24 V**
- B Kleinste schaaldeel: 0,1 mL en niet 1 mL. Juiste aflezing: **1,02 mL**
- C Schaal loopt van boven naar beneden. Juiste aflezing: **37,7 mL**

### Opgave 22

---

Aflezings buret, schuifmaat en schroefmaat.

Buret: Schaal loopt van boven naar beneden, dus: **(34,50 ± 0,01) mL**

Schuifmaat: 2 cm + 0,4 cm + 0,05 cm nauwkeurig op 0,005 cm: **(2,450 ± 0,005) cm**

Micrometer: 11 mm + 0,5 mm + 0,42 mm + 0,002 (schatting): **(11,922 ± 0,001) mm**

---

### Opgave 23

---

Op juiste wijze afronden:

- |   |                         |   |  |
|---|-------------------------|---|--|
| a | (45,578 ± 0,722) g      | → | 45,6 ± 0,7 g   |
| b | (2,967 ± 0,0465) s      | → | 2,97 ± 0,05 s  |
| c | (23000 ± 500) Hz        | → | (2,30 ± 0,05) · 10 <sup>4</sup> Hz    (23,0 ± 0,5) kHz |
| d | (0,000356 ± 0,000089) m | → | (3,6 ± 0,9) · 10 <sup>-4</sup> m                       |
| e | (123456 ± 789) A        | → | (1,235 ± 0,008) · 10 <sup>3</sup> A                    |
| f | (3,40006 ± 0,19345) mol | → | (3,4 ± 0,2) mol  |
- 

### Opgave 24

---

Op juiste wijze afronden en in de wetenschappelijke notatie zetten:

- |   |                   |   |                                 |
|---|-------------------|---|---------------------------------|
| a | 60000 ± 500       | → | (6,00 ± 0,05) · 10 <sup>4</sup> |
| b | 0,07488 ± 0,00293 | → | (7,5 ± 0,3) · 10 <sup>-2</sup>  |
| c | 364858 ± 7642     | → | (3,65 ± 0,08) · 10 <sup>5</sup> |
| d | 534,29 ± 29,16    | → | (5,3 ± 0,3) · 10 <sup>2</sup>   |
| e | 975600 ± 9940     | → | (9,8 ± 0,1) · 10 <sup>5</sup>   |
- 

### Opgave 25

---

$l = (20,0 \pm 0,4) \text{ cm}$

- a De absolute onnauwkeurigheid is hetzelfde als de 'absolute fout' dus: **0,4 cm**.
- c De relatieve onnauwkeurigheid is hetzelfde als de 'relatieve fout' dus:  
 $0,4 \text{ cm} / 20,0 \text{ cm} = \mathbf{0,02}$ .
- d De procentuele onnauwkeurigheid is hetzelfde als de 'procentuele fout' dus:  
de relatieve fout in procent:  $0,02 \times 100\% = \mathbf{2\%}$ .
- 

### Opgave 26

---

Absolute fout = relatieve fout × meetwaarde.

Uitwerkingen van de opgaven uit:

Dus:  $24,7 \text{ g} \times 0,03 = \mathbf{0,7 \text{ g}}$ .

---

### Opgave 27

---

Optellen en aftrekken: tel de absolute fouten op. Bij voorkeur de wortel uit de kwadratsom.

Dus:

a  $\sqrt{0,1^2 + 0,05^2} = \mathbf{0,1}$

b  $\sqrt{0,1^2 + 0,05^2} = \mathbf{0,1}$

Vermenigvuldigen en delen: tel de relatieve fouten op. Bij voorkeur de wortel uit de kwadratsom.

Dus:

Relatieve fout in a:  $0,1 / 5,7 = 0,018$

Relatieve fout in b:  $0,05 / 2,35 = 0,02$

Relatieve fout in product en quotiënt:  $\sqrt{0,018^2 + 0,02^2} = 0,027$

c  $a \cdot b = 5,7 \times 2,35 = 13,395$ .

Absolute fout in  $a \cdot b$ :  $0,027 \times 13,395 = 0,36 = \mathbf{0,4}$

d  $a / b = 5,7 / 2,35 = 2,43$ .

Absolute fout in  $a / b$ :  $0,027 \times 2,43 = 0,065 = \mathbf{0,07}$

---

### Opgave 28

---

We maken een foutentabel. Volg de pijltjes voor de berekening.

<i>grootheid</i>	<i>waarde</i>	<i>abs fout</i>		<i>rel fout</i>
$F \text{ (N)}$	12,5	0,1	→	$0,1 / 12,5 = 0,008$
$A \text{ (m}^2\text{)}$	2,00	0,02	→	$0,02 / 2,00 = 0,01$
$p = F/A \text{ (N/m}^2\text{)}$	6,25	$0,013 \times 6,25 = \mathbf{0,08}$	←	$\sqrt{0,008^2 + 0,01^2} = 0,013$

Antwoord:  $\mathbf{p = (6,25 \pm 0,08) \text{ N/m}^2}$

---

### Opgave 29

---

Foutentabel. Volg de pijltjes voor de berekening.

<i>grootheid</i>	<i>waarde</i>	<i>abs fout</i>		<i>rel fout</i>
------------------	---------------	-----------------	--	-----------------

Uitwerkingen van de opgaven uit:

$l$ (cm)	4,50	0,05	→	$0,05 / 4,5 = 0,011$
$b$ (cm)	2,65	0,05	→	$0,05 / 2,65 = 0,019$
$h$ (cm)	1,90	0,05	→	$0,05 / 1,90 = 0,026$

$$V = l \times b \times h \text{ (cm}^3\text{)} \quad \mathbf{22,66} \quad 0,034 \times 22,66 = \mathbf{0,8} \quad \leftarrow \quad \sqrt{0,011^2 + 0,019^2 + 0,026^2} = 0,034$$

Antwoord:  $V = (22,7 \pm 0,8) \text{ cm}^3$

---

### Opgave 30

---

Foutentabel. Volg de pijltjes voor de berekening.

<i>grootheid</i>	<i>waarde</i>	<i>abs fout</i>		<i>rel fout</i>
$m$ (g)	42,3	0,1	→	$0,1 / 42,3 = 0,0024$
$c$ (J/kgK)	4180	5	→	$5 / 4180 = 0,0012$
$\Delta t$ (°C)	5,6	0,2	→	$0,2 / 5,6 = 0,036$
$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ (J)	990	$0,036 \times 990 = \mathbf{40}$	←	$\sqrt{0,0024^2 + 0,0012^2 + 0,036^2} = 0,036$

In de berekening gebruiken we  $m = 0,0423$  (kg), voor de relatieve fout maakt dat geen verschil.

De juiste weergave van  $990 \pm 40$  wordt dan:  $(9,9 \pm 0,4) \cdot 10^2$

Het heeft immers geen zin om de onnauwkeurigheid in meer dan één cijfer op te geven.

In 990 is de 9 nog significant. In  $\pm 40$  is de 4 significant, de '0' niet.

Het resultaat is dus:  $Q = (9,9 \pm 0,4) \cdot 10^2 \text{ J}$

*Het gaat in deze opgave om metingen. Je ziet dat de meting van de temperatuur ( $5,6 \pm 0,2$ ) het meeste roet in het eten gooit. De andere metingen zijn veel nauwkeuriger. Als je de bepaling wilt verbeteren moet je je dus richten op de temperatuur. Die nauwkeurigheid moet beter.*

---

### Opgave 31

---

Foutentabel. Volg de pijltjes voor de berekening.

<i>grootheid</i>	<i>waarde</i>	<i>abs fout</i>		<i>rel fout</i>
$p$ (kPa)	124	2	→	$2 / 124 = 0,016$
$V$ (m <sup>3</sup> )	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$0,1 \cdot 10^{-5}$	→	$1 / 36 = 0,028$
$T$ (K)	294,6	0,2	→	$0,2 / 294,6 = 0,00068$
$R$ (J/molK)	8,3143			

$$n = p \cdot V / R \cdot T \text{ (mol)} \quad 1,82 \cdot 10^{-3} \quad 0,06 \cdot 10^{-3} \quad \leftarrow \sqrt{0,016^2 + 0,028^2 + 0,00068^2} = 0,032$$

In de berekening gebruiken we  $p = 1,24 \cdot 10^5$  Pa in plaats van 124 kPa.

De absolute fout:  $0,032 \times 1,82 \cdot 10^{-3} = 5,8 \cdot 10^{-5} \rightarrow 0,06 \cdot 10^{-3}$

Het resultaat is dus:  $n = (1,82 \pm 0,06) \cdot 10^{-3} \text{ (mol)}$

### Opgave 32

We meten in mm: 24,55; 24,70; 24,60; 24,50; 24,70; 24,65; 24,60

a Het gemiddelde is de som gedeeld door het aantal: **24,61 mm**

b De fout in het gemiddelde kunnen we op verschillende manieren berekenen.

Gegeven de afleesonauwkeurigheid van de schuifmaat: 0,05 mm.

Absolute fout in elke meetwaarde: 0,05 mm. Absolute fout in het gemiddelde van 7 metingen:  $0,05 / \sqrt{7} = \mathbf{0,02 \text{ mm}}$

In het praktisch gebruik van de schuifmaat kan de werkelijke meting iets minder nauwkeurig zijn. Vragen we de rekenmachine om de standaarddeviatie van de meting te berekenen dan vinden we: standaarddeviatie = 0,075 mm

De standaarddeviatie in het gemiddelde:  $0,075 / \sqrt{7} = 0,028 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{0,03 \text{ mm}}$

### Opgave 33

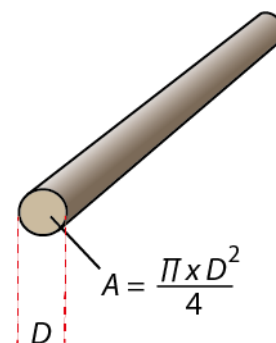
Doorsnede:  $\pi \cdot D^2 / 4 = \pi \times 2,34^2 / 4 = \mathbf{4,30 \text{ mm}^2}$

Rel fout in D:  $0,02 / 2,34 = 0,0085$

Rel fout in  $\pi \cdot D^2 / 4$ :  $0,0085 + 0,0085 = 0,017$

We tellen de relatieve fout in D tweemaal.

Want D komt tweemaal in de berekening voor:  $D^2 = D \times D$ .



Absolute fout:  $0,017 \times 4,30 = \mathbf{0,07 \text{ mm}^2}$

### Opgave 34

$\alpha = (38,4 \pm 0,5)^\circ$

a  $\sin(38,4^\circ) = 0,6211$  (rekenmachine)

$\sin(38,4 + 0,5) = 0,628 \rightarrow$  verschil:  $0,628 - 0,621 = 0,007$



$$\sin(38,4 - 0,5) = 0,614 \quad \rightarrow \text{verschil: } 0,621 - 0,614 = 0,007$$

$$\text{Dus } \sin(38,4 \pm 0,5) = \mathbf{0,621 \pm 0,007}$$

b  $\cos(38,4^\circ) = 0,784$  (rekenmachine)  
 $\cos(38,4 + 0,5) = 0,778 \quad \rightarrow \text{verschil: } 0,784 - 0,778 = 0,006$   
 $\cos(38,4 - 0,5) = 0,789 \quad \rightarrow \text{verschil: } 0,789 - 0,784 = 0,005$

$$\text{Dus } \cos(38,4 \pm 0,5) = \mathbf{0,784 \pm 0,006}$$

c  $\tan(38,4^\circ) = 0,7926$  (rekenmachine)  
 $\tan(38,4 + 0,5) = 0,8069 \quad \rightarrow \text{verschil: } 0,8069 - 0,7926 = 0,014$   
 $\tan(38,4 - 0,5) = 0,7785 \quad \rightarrow \text{verschil: } 0,7926 - 0,7785 = 0,014$

$$\text{Dus } \cos(38,4 \pm 0,5) = \mathbf{0,79 \pm 0,01}$$

---

### Opgave 35

---

We meten de straal van een bol:  $r = (5,00 \pm 0,5)$  cm

Hoe groot is het volume van de bol en de onnauwkeurigheid?

Het volume van de bol is:  $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 5,00^3 = 523,6 \text{ cm}^3$

De relatieve fout in de straal(r) is:  $0,05 / 5,00 = 0,01$ .

De relatieve fout in het volume is dan:  $0,01 + 0,01 + 0,01 = \mathbf{0,03}$ .

Want: de straal komt driemaal in de formule voor. Het is een *afhankelijke fout*. De drie fouten kunnen elkaar niet opheffen want het is steeds dezelfde fout. Als de onnauwkeurigheid een iets te hoge waarde geeft dan is dat in alle drie de gevallen zo.

Absolute fout (onnauwkeurigheid) in het volume:  $\mathbf{0,03} \times 523,6 = 16 \text{ cm}^3$

Afgerond resultaat:  $\mathbf{V = (5,2 \pm 0,2) \cdot 10^2 \text{ cm}^3}$

---

### Opgave 36

---

Afgelegde weg ( $s_t$ ) berekenen uit  $a$  en  $t$ . Met:  $s_t = \frac{1}{2} a \cdot t^2$

We maken weer een foutentabel.

<i>grootheid</i>	<i>waarde</i>	<i>abs fout</i>		<i>rel fout</i>
$a \text{ (m} \cdot \text{s}^{-2}\text{)}$	1,45	0,02	$\rightarrow$	$0,02 / 1,45 = 0,014$

Uitwerkingen van de opgaven uit:

$$t \text{ (s)} \quad 5,0 \quad 0,1 \quad \rightarrow \quad 0,1 / 5 = 0,02$$

*t staat in het kwadraat in de berekening, dus 2 maal een afhankelijke fout, we berekenen daarom eerst de fout in  $t^2$*

$$t^2 \text{ (s}^2\text{)} \quad 25,0 \quad 1,0 \quad \leftarrow \quad 0,02 + 0,02 = 0,04$$

$$s_t = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \quad 18,1 \quad 0,8 \quad \leftarrow \quad \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,045$$

Absolute fout:  $0,045 \times 18,1 = 0,8 \text{ m}$

Het resultaat is dus:  **$s_t = (18,1 \pm 0,8) \text{ m}$**

---

### Opgave 37

---

De dichtheid ( $\rho$ ) berekenen uit  $m$  en  $V$ . Met:  $\rho = m / (V_2 - V_1)$

We maken weer een foutentabel.

<i>grootheid</i>	<i>waarde</i>	<i>abs fout</i>	<i>rel fout</i>
$V_1$ (mL)	7,62	0,01	
$V_2$ (mL)	8,73	0,01	

*In de formule wordt een verschil berekend ( $V_2 - V_1$ ), dan tellen we de absolute fouten op. En we delen, dan tellen we de relatieve fouten op.*

*Daarom berekenen we eerst de fout in  $V_2 - V_1$ .*

$$V_2 - V_1 \text{ (mL)} \quad 1,11 \quad \sqrt{0,01^2 + 0,01^2} = 0,014 \quad 0,014 / 1,11 = 0,013$$

$$m \text{ (g)} \quad 8,26 \quad 0,02 \quad \rightarrow \quad 0,02 / 8,26 = 0,0024$$

$$\rho = m / (V_2 - V_1) \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad 7,44 \quad 0,097 \quad \leftarrow \quad \sqrt{0,0024^2 + 0,013^2} = 0,013$$

Afgerond resultaat:  **$\rho = (7,4 \pm 0,1) \text{ g/cm}^3$**

---

### Opgave 38

---

*Gegeven: blokje met  $l = (4,2 \pm 0,1) \text{ cm}$ ,  $b = (6,8 \pm 0,2) \text{ cm}$  en  $h = (2,9 \pm 0,1) \text{ cm}$ .*

*Gevraagd: volume met fout daarin.*

*Oplossing:*

We berekenen het volume met:  $V = l \times b \times h \text{ cm}^3 \rightarrow 4,2 \text{ cm} \times 6,8 \text{ cm} \times 2,9 \text{ cm} = 82,82 \text{ cm}^3$

We berekenen de relatieve fout door kwadratisch optellen van de relatieve fouten.

Grootheid	waarde	abs fout	rel fout
$l$ (cm)	4,2	0,1 $\rightarrow 0,1 / 4,2 = 0,02$	
$b$ (cm)	6,8	0,2 $\rightarrow 0,2 / 6,8 = 0,03$	
$h$ (cm)	2,9	0,1 $\rightarrow 0,1 / 2,9 = 0,03$	
$V = l \times b \times h$ (cm <sup>3</sup> )	82,82	3,9 $\leftarrow \sqrt{0,02^2 + 0,03^2 + 0,03^2} = 0,05$	

Afgerond resultaat: **(83 ± 4) cm<sup>3</sup>**

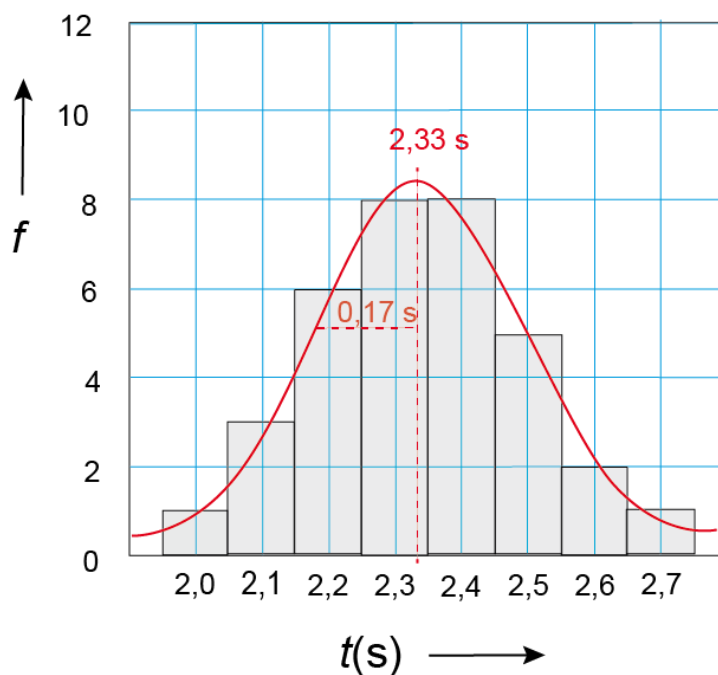
### Opgave 39

a Staafdiagram met hierin een Gausscurve geschetst.

b Het gemiddelde ligt bij de symmetrieas: **2,33 s**  
 eventueel: 2,34 s.

c De standaardafwijking is de breedte van de Gausscurve op 0,6 × de hoogte.

We vinden: 0,16 á **0,17 s**.



### Opgave 40

Negenmaal het smeltpunt gemeten:

56 °C, 58 °C, 55 °C, 54 °C, 59 °C, 56 °C, 59 °C, 58 °C en 56 °C.

Invoeren in een rekenmachine of in een Excel sheet:

Gemiddelde: 56,8 °C

Standaarddeviatie: 1,8 °C