

# EURÊKA: Mesures et incertitudes

## Corrigés

Y. Fracheboud

1<sup>er</sup> septembre 2025

M102

moyenne:  $\bar{x} = 4324.8$

incertitude absolue:

$$4324.8 - 4319 = 5.8$$

$$4330 - 4324.8 = 5.2$$

5.8  $\rightarrow$  arrondi à 1 chiffre significatif  $\rightarrow 6$

$$\Rightarrow \underline{\underline{4325 \pm 6}} \text{ tours}$$

M103

incertitude = 1/2 graduation  $\Rightarrow 0.5 \text{ ml}$

$\Rightarrow$  b, d et f sont correctes

M104

incertitude: 0.1 ml

b, e et f sont correctes

M105

La balance mesure jusqu'à 3000 g et la précision est de 1 g  $\Rightarrow$  a et e sont correctes

MI 06

précision à 0.1 °C ⇒ b et d sont correctes

MI 07

a. précision : 4 cm sur 400 m et 2 cm sur 200 m.

⇒ 3000 m = 7 · 400 m + 200 m

⇒ 7 · 4 + 2 = 30 cm ⇒ 3000.0 ± 0.3, chiffres significatifs

- b. 1: 4                      3: 2                      5: 2, 3 ou 4                      7: 4  
       2: 2                      4: 2                      6: 3                                8: 2

**MI 08**

	266,87	0,00405	23,90	109,01	1256	0,07	0,45751
Notation scientifique	2.6687 · 10 <sup>2</sup>	4.05 · 10 <sup>-3</sup>	2.390 · 10 <sup>1</sup>	1.0901 · 10 <sup>2</sup>	1.256 · 10 <sup>3</sup>	7 · 10 <sup>-2</sup>	4.5751 · 10 <sup>-1</sup>
Valeur arrondie	2.67 · 10 <sup>2</sup>	4.05 · 10 <sup>-3</sup>	2.39 · 10 <sup>1</sup>	1.09 · 10 <sup>2</sup>	1.26 · 10 <sup>3</sup>	7.00 · 10 <sup>-2</sup>	4.58 · 10 <sup>-1</sup>

	264,87	0,0000705	23,91	112,0103
Notation scientifique	2.6487 · 10 <sup>2</sup>	7.05 · 10 <sup>-5</sup>	2,391 · 10 <sup>1</sup>	1,120103 · 10 <sup>2</sup>
Valeur arrondie	2.6 · 10 <sup>2</sup>	7.1 · 10 <sup>-5</sup>	2.4 · 10 <sup>1</sup>	1.1 · 10 <sup>2</sup>

	1,2	0,43	0,098	23	5516
Notation scientifique	1.2	4.3 · 10 <sup>-1</sup>	9.8 · 10 <sup>-2</sup>	2.3 · 10 <sup>1</sup>	5.516 · 10 <sup>3</sup>
Valeur arrondie	1	4 · 10 <sup>-1</sup>	1 · 10 <sup>-1</sup>	2 · 10 <sup>1</sup>	6 · 10 <sup>3</sup>

M109

bécher :  $150 \pm 25$  ml

fioles jaugées :  $(100 \pm 0.1) + (50 \pm 0.06) = 150 \pm 0.16$  ml

Erlenmeyer :  $150 \pm 25$  ml

Tube gradué :  $150 \pm 1$  ml

a) Je choisis les fioles jaugées

b) Précision :

fioles jaugées > tube gradué > erlenmeyer = becher

c) En utilisant une balance et la masse volumique du liquide.

M111

Rectangle :

$$a = 0.70 \pm 0.05 \text{ cm}$$

$$b = 6.50 \pm 0.05 \text{ cm}$$

$$A_{\min} = 0.65 \cdot 6.45 = 4.1925 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max} = 0.75 \cdot 6.55 = 4.9125 \text{ cm}^2$$

$$\bar{A} = \frac{4.1925 + 4.9125}{2} = 4.5525 \text{ cm}^2$$

$$\Delta_A = 4.9125 - 4.5525 = 0.36 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{4.6 \pm 0.4 \text{ cm}^2}}$$

carré :

$$c = 1.00 \pm 0.05 \text{ cm}$$

$$A_{\text{max}} : 1.05^2 = 1.1025 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{min}} : 0.95^2 = 0.9025 \text{ cm}^2$$

$$\bar{A} = \frac{1.1025 + 0.9025}{2} = 1.0025 \text{ cm}^2$$

$$\Delta_A = 1.0025 - 0.9025 = 0.1 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{1.0 \pm 0.1 \text{ cm}^2}}$$

disque :

$$d = 13.00 \pm 0.05 \text{ cm}$$

$$A_{\text{max}} = \left(\frac{13.05}{2}\right)^2 \cdot \pi = 133.755 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{min}} = \left(\frac{12.95}{2}\right)^2 \cdot \pi = 131.713 \text{ cm}^2$$

$$\bar{A} = \frac{133.755 + 131.713}{2} = 132.734 \text{ cm}^2$$

$$\Delta_A = 132.734 - 131.713 = 1.021 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{133 \pm 2 \text{ cm}^2}}$$

secteur de disque :

$$g = 3.00 \pm 0.05 \text{ cm}$$

$$f = 45.0 \pm 0.5^\circ$$

$$A_{\max} = 3.05^2 \cdot \pi \cdot \frac{45.5}{360} = 3.694 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} = 2.95^2 \cdot \pi \cdot \frac{44.5}{360} = 3.379 \text{ cm}^2$$

$$\bar{A} = \frac{3.694 + 3.379}{2} = 3.537 \text{ cm}^2$$

$$\Delta_A = 3.694 - 3.537 = 0.157 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{3.6 \pm 0.2 \text{ cm}^2}}$$

Rectangle de :

$$d = (13.00 \pm 0.05) \text{ cm}$$

$$e = (15.50 \pm 0.05) \text{ cm}$$

$$A_{\min} = 12.95 \cdot 15.45 = 200.0775 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max} = 13.05 \cdot 15.55 = 202.9275 \text{ cm}^2$$

$$\bar{A} = \frac{200.0775 + 202.9275}{2} = 201.5025 \text{ cm}^2$$

$$\Delta_A = 201.5025 - 200.0775 = 1.425 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{(202 \pm 2) \text{ cm}^2}}$$

c. rectangle ab :  $\frac{0.4}{4.6} \cdot 100 = 8.7\%$

caré :  $\frac{0.1}{1} \cdot 100 = 10\%$

disque :  $\frac{2}{133} \cdot 100 = 1.6\%$

secteur :  $\frac{0.2}{3.6} \cdot 100 = 5.6\%$

rectangle de :  $\frac{2}{202} \cdot 100 = 1\%$

M112

$$(75.5 \pm 0.5) \text{ cm}$$

M113

la proposition b est correcte.

M114

a. 1.  $(2.80 \pm 0.05) \text{ cm}$   
 2.  $(59.0 \pm 0.5) \text{ mm}$

b. 1.  $(4.0 \pm 0.5) \text{ cm}$  ou  $(5.0 \pm 0.5) \text{ cm}$  ou  $(4.5 \pm 0.5) \text{ cm}$   
 2.  $(4.0 \pm 0.5) \text{ cm}$   
 3.  $(1.80 \pm 0.05) \text{ dm}$  ou  $(1.81 \pm 0.05) \text{ cm}$   
 4.  $(0.40 \pm 0.05) \text{ dm}$  ou  $(0.44 \pm 0.05) \text{ cm}$   
 5.  $(30 \pm 5) \text{ mm}$  ou  $(27 \pm 5) \text{ mm}$

M115

a.  $(112 \pm 8) \text{ kg}$       b.  $(0.6 \pm 0.5) \text{ m}$       c.  $(156 \pm 5) ^\circ\text{C}$   
 d.  $(3900 \pm 300) \text{ km}$       e.  $(230 \pm 30) \text{ m}^3$       f.  $(1.86 \pm 0.08) \text{ s}$ .

M117

$$T_{2\text{max}} - T_{1\text{min}} = 45.5 - 21.1 = 24.4 ^\circ\text{C}$$

$$T_{2\text{min}} - T_{1\text{max}} = 45.1 - 21.3 = 23.8 ^\circ\text{C}$$

$$\text{Variation: } \frac{24.4 + 23.8}{2} = 24.1 ^\circ\text{C} = T_2 - T_1$$

$$A \quad 24.1 - 23.8 = 0.3 ^\circ\text{C} \quad (= \text{somme des incertitudes absolues})$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{(24.1 \pm 0.3) ^\circ\text{C}}}$$

M118

a.  $(64 \pm 1) \text{ ml}$

b.  $(35.4 \pm 0.2) \text{ g}$

Les incertitudes absolues s'additionnent

M119

a.  $820 \pm 6 \rightarrow (8.20 \pm 0.06) \cdot 10^2$

b.  $V_{\max} = \frac{602 \cdot 501 \cdot 301}{996 - 902} = 965'768,1064$

$$V_{\min} = \frac{598 \cdot 499 \cdot 299}{1004 - 898} = 841'718,8491$$

$$V = \frac{965'768,1064 + 841'718,8491}{2} = 903'743,4777$$

$$\Delta = 903'743,4777 - 841'718,8491 = 62'024,62863$$

$$\Rightarrow 903'000 \pm 70'000 = \underline{\underline{(9.0 \pm 0.7) 10^5}}$$

c.  $n_{\max} = \frac{243 + 363}{648 - 152} = 1,22177$

$$n_{\min} = \frac{237 + 357}{652 - 148} = 1,17857$$

$$\bar{x} = \frac{1,22177 + 1,17857}{2} = 1,20017$$

$$\Delta = 1,20017 - 1,17857 = 0,0216$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{1,20 \pm 0,03}}$$

$$d. \text{ max: } 1.26 \cdot 10^3 \cdot 4.02 \cdot 10^2 = 506'520$$

$$\text{min } 1.24 \cdot 10^3 \cdot 3.98 \cdot 10^2 = 493'520$$

$$\bar{X} = \frac{506'520 + 493'520}{2} = 500'020$$

$$\Delta = 500'020 - 493'520 = 6'500$$

$$\Rightarrow 500'000 \pm 7'000 = \underline{\underline{(5.00 \pm 0.07) \cdot 10^5}}$$

$$e. \text{ max: } \frac{102 - 48}{16 + 8} = 2.25$$

$$\text{min: } \frac{98 - 52}{24 + 12} = 1.2778$$

$$\bar{X} = \frac{2.25 + 1.2778}{2} = 1.7639$$

$$\Delta = 1.7639 - 1.2778 = 0.4861$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{1.8 \pm 0.5}}$$

1120

$$1. T_{\min} = \frac{22.3 + 23.1 + 21.8}{3} = 22.4^\circ\text{C}$$

$$T_{\max} = \frac{22.5 + 23.3 + 22.0}{3} = 22.6^\circ\text{C}$$

$$\bar{T} = \frac{22.4 + 22.6}{2} = 22.5^\circ\text{C}$$

$$\Delta_T = 22.6 - 22.5 = 0.1^\circ\text{C} \Rightarrow \underline{\underline{(22.5 \pm 0.1)^\circ\text{C}}}$$

M121

1.  $A = b \cdot h$

$$A_{\min} = 19.9 \cdot 4.9 = 97.51 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max} = 20.1 \cdot 5.1 = 102.51 \text{ cm}^2$$

$$\bar{A} = \frac{97.51 + 102.51}{2} = 100.01 \text{ cm}^2$$

$$\Delta_A = 100.01 - 97.51 = 2.5 \text{ cm}^2 \Rightarrow \underline{\underline{(100 \pm 3) \text{ cm}^2}}$$

M122

1.  $A = \frac{b \cdot h}{2}$

$$A_{\min} = \frac{19.9 \cdot 4.9}{2} = 48.755 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max} = \frac{20.1 \cdot 5.1}{2} = 51.255 \text{ cm}^2$$

$$\bar{A} = \frac{48.755 + 51.255}{2} = 50.005 \text{ cm}^2$$

$$\Delta_A = 50.005 - 48.755 = 1.25 \text{ cm}^2 \Rightarrow \underline{\underline{(50 \pm 2) \text{ cm}^2}}$$

M123

$$n_2 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$$

$$n_{2 \min} = \frac{\sin(26)}{\sin(21)} = 1.22324$$

$$n_{2 \max} = \frac{\sin(28)}{\sin(18)} = 1.51924$$

$$\bar{n}_2 = \frac{1.22324 + 1.51924}{2} = 1.37124$$

$$\Delta_{n_2} = 1.37124 - 1.22324 = 0.14800$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{1.4 \pm 0.2}}$$

$$\frac{M125}{1. d' = \frac{A'B' \cdot d}{AB}}$$

$$d'_{\min} = \frac{44.7 \cdot 6.8}{15.3} = 19.8667 \text{ cm}$$

$$d'_{\max} = \frac{45.3 \cdot 7.2}{14.7} = 22.1878 \text{ cm}$$

$$\bar{d}' = \frac{19.8667 + 22.1878}{2} = 21.02725 \text{ cm}$$

$$\Delta d' = 21.02725 - 19.8667 = 1.16055 \Rightarrow \underline{\underline{(21 \pm 2) \text{ cm}}}$$

$$2. A'B' = \frac{d' \cdot AB}{d}$$

$$A'B'_{\min} = \frac{15.8 \cdot 5.9}{4.1} = 22.7366 \text{ cm}$$

$$A'B'_{\max} = \frac{16.2 \cdot 6.1}{3.9} = 25.3385 \text{ cm}$$

$$\bar{A'B'} = \frac{22.7366 + 25.3385}{2} = 24.0376 \text{ cm}$$

$$\Delta A'B' = 24.0376 - 22.7366 = 1.301 \Rightarrow \underline{\underline{(24 \pm 2) \text{ cm}}}$$

$$3. A'B'_{\min} = \frac{11.8 \cdot 5.9}{8.3} = 8.3880 \text{ cm}$$

$$A'B'_{\max} = \frac{12.2 \cdot 6.1}{7.7} = 9.6649 \text{ cm}$$

$$\bar{A'B'} = \frac{8.3880 + 9.6649}{2} = 9.0265 \text{ cm}$$

$$\Delta A'B' = 9.0265 - 8.3880 = 0.6385 \text{ cm} \Rightarrow \underline{\underline{(9.0 \pm 0.7) \text{ cm}}}$$

$$4. AB = \frac{A'B' \cdot d}{d'}$$

$$AB_{\min} = \frac{14.8 \cdot 20.7}{24.2} = 12.6595 \text{ cm}$$

$$AB_{\max} = \frac{15.2 \cdot 21.3}{23.8} = 13.6034 \text{ cm}$$

$$\bar{AB} = \frac{12.6595 + 13.6034}{2} = 13.1315 \text{ cm}$$

$$\Delta_{AB} = 13.1315 - 12.6595 = 0.472 \Rightarrow \underline{\underline{(13.1 \pm 0.5) \text{ cm}}}$$

M126

$$1. A_{\min} = \frac{6.8 + 1.9}{2} \cdot 4.9 = 21.315 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max} = \frac{7.2 + 2.1}{2} \cdot 5.1 = 23.715 \text{ cm}^2$$

$$\bar{A} = \frac{21.315 + 23.715}{2} = 22.515 \text{ cm}^2$$

$$\Delta_A = 22.515 - 21.315 = 1.2 \text{ cm}^2 \Rightarrow \underline{\underline{(23 \pm 2) \text{ cm}^2}}$$

M129

	Valeur approchée	Incertitude absolue	Incertitude relative	
a.	50	$\pm 2$	0.04	4.0 %
b.	725	$\pm 8$	0.012	1.2 %
c.	400	$\pm 40$	0,08	8.0 %
d.	1500	$\pm 300$	0,2	20 %
e.	623	$\pm 4$	0.005	0,5%
f.	0,0123	0.0004	0.03	3%
g.	$5,15 \cdot 10^3$	$0.06 \cdot 10^3$	0,01	1.0 %

1131

$$a. \frac{300'000 - 299792,458}{299792,458} \cdot 100 = 0.07 \%$$

$$b. \frac{3.14 - \pi}{\pi} \cdot 100 = -0,051 \%$$

$$c. \frac{\frac{22}{7} - \pi}{\pi} \cdot 100 = 0,04 \%$$

$$d. \frac{1.33 - 1.333}{1.333} \cdot 100 = -0.23 \%$$

$$e. \frac{6400 - 6378.137}{6378.137} \cdot 100 = 0.34 \%$$

$$f. \frac{6400 - 6356.752}{6356.752} \cdot 100 = 0.68 \%$$

$$g. \frac{150'000'000'000 - 149'597'870'700}{149'597'870'700} \cdot 100 = 0.27 \%$$

$$h. \frac{10 - 9.81}{9.81} \cdot 100 = 1.3 \%$$