



Exercice 1 – Chiffres significatifs

☆☆☆

Combien de chiffres significatifs comprend chacune des valeurs suivantes ?

a) $I = 25,21 \text{ mA}$

b) $U = 0,48 \text{ V}$

c) $t = 48,80 \text{ s}$

d) $m = 1,000 \text{ kg}$

e) $\ell = 8,30 \times 10^4 \text{ m}$

f) $n = 5,03 \times 10^{-3} \text{ mol}$

g) $T = 7,63 \times 10^6 \text{ K}$

h) $I_L = 0,020 \times 10^5 \text{ cd}$

Exercice 2 – Résultat d'une mesure

☆☆☆

On mesure avec un chronomètre la durée $t = (50,256 \pm 0,005) \text{ s}$.

1. Quelle est l'unité de cette valeur ?
2. Quel est la grandeur ?
3. Que vaut l'incertitude de mesure ?
4. Quel est le nombre de chiffres significatifs de cette mesure ?

Exercice 3 – Grandeurs et unités SI de base

☆☆☆

Rappeler les sept grandeurs et unités de base du système international, sans oublier leurs symboles correspondants.

Grandeur (symbole)	Unité (symbole)

Exercice 4 – Écriture d'une mesure

☆☆☆

Rectifier, si nécessaire, l'écriture des mesurages suivants.

a) $V = (100,0 \pm 0,5) \text{ mL}$

b) $t = (60,0 \pm 0,4) \text{ s}$

c) $m = (3,56 \pm 0,0584) \text{ g}$

d) $\ell = (10 \pm 0,5) \text{ cm}$

Exercice 5 – Écriture d'une mesure (bis)

☆☆☆

Écrire correctement le résultat des mesurages suivants (on suppose une unique source d'erreur pour chaque mesure).

- Avec une règle, on mesure $\ell = 90,5$ cm. L'incertitude-type de lecture vaut $u_{lect} = 1$ cm.
- Avec une balance, on pèse $m = 0,896$ g. L'incertitude-type de résolution vaut $u_{res} = 0,02$ g.
- On mesure une tension $U = 12,05$ V. L'incertitude-type de précision vaut $u_{pre} = 0,1$ V.

Exercice 6 – Erreurs systématiques et aléatoires

☆☆☆

Citer les types et les sources possibles d'erreur lors des mesures suivantes.

- Mesure de température à l'aide d'un thermomètre à mercure
- Mesure d'un volume dans une éprouvette graduée
- Mesure d'une intensité grâce à un ampèremètre
- Mesure d'une longueur avec un mètre

Exercice 7 – Incertitude-type par approche statistique

☆☆☆

Données :

$$\text{Moyenne : } \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\text{Écart-type : } \sigma = \sqrt{\frac{(\bar{x} - x_1)^2 + \dots + (\bar{x} - x_n)^2}{n - 1}}$$

$$\text{Incertitude-type : } s = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Calculer la moyenne, l'écart-type et l'incertitude-type pour chacune des séries statistiques suivantes. Présenter le résultat sous forme scientifique avec l'incertitude associée.

Volume (mL)	34,2	34,5	33,9	34,0	34,4
-------------	------	------	------	------	------

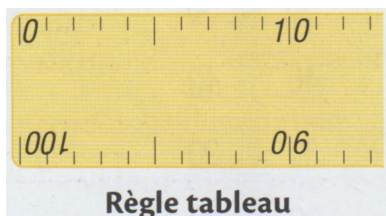
Intensité (A)	0,234	0,228	0,255	0,244	0,248	0,237
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Longueur (cm)	220,2	220,1	220,3	220,1
---------------	-------	-------	-------	-------

Exercice 8 – Mesure d'une longueur

☆☆☆

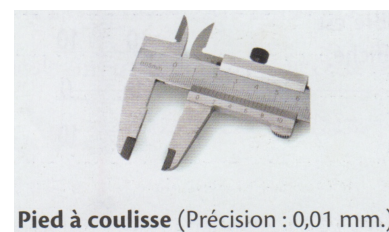
Calculer l'incertitude-type de lecture pour chacun des instruments de mesure de longueur suivants.



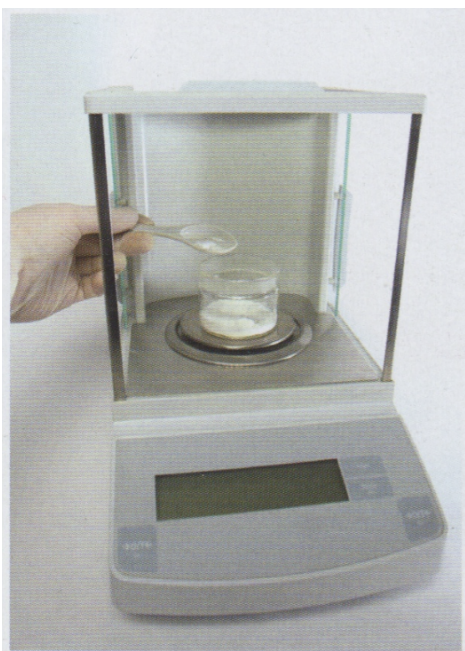
Règle tableau
Règle tableau



Mètre ruban de couturière
Mètre ruban de couturière



Pied à coulisse (Précision : 0,01 mm.)
Pied à coulisse (précision : 0,01 mm)



Voici les caractéristiques d'une balance.

- Portée max : 220 g
- Portée mini : 0,02 g
- Résolution : 0,1 mg
- Écart maximal toléré : 1 mg

Pour qu'une balance soit homologuée, il faut que la fidélité et le biais soient inférieurs à l'écart maximal toléré.

1. **Fidélité d'une balance** – On réalise successivement 6 mesures d'une masse étalon de valeur nominale 50,0000 g.

Mesure N°	1	2	3	4	5	6
Valeurs (g)	50,0000	49,9997	49,9996	50,0004	50,0001	49,9999

Calculer l'écart-type et comparer cette valeur à l'écart maximal toléré. Conclure.

2. **Justesse d'une balance** – On réalise successivement 6 mesures des 3 masses étalons, respectivement de valeur nominale 0,1000 g, 50,0000 g et 200,0000 g. *Étalon 1*

Mesure N°	1	2	3	4	5	6
Valeurs (g)	0,0999	0,0997	0,1001	0,1005	0,0994	0,1002

Étalon 2

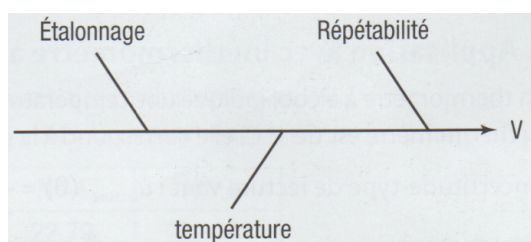
Mesure N°	1	2	3	4	5	6
Valeurs (g)	50,0004	50,0000	49,9997	49,9998	50,0002	50,0000

Étalon 3

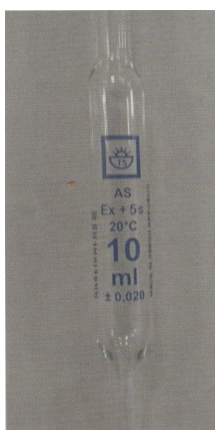
Mesure N°	1	2	3	4	5	6
Valeurs (g)	200,0010	200,0008	200,0018	200,0015	200,0017	200,0009

Calculer le biais pour chacune des pesées et le comparer avec l'écart maximal toléré. Conclure.

Le diagramme « cause-effet » d'une pipette jaugée permet d'identifier les sources d'erreurs pour la mesure d'un volume.



1. Quelles sont les sources d'erreurs lors de l'utilisation d'une pipette jaugée ? Quelles informations sur la pipette jaugée permettent d'en quantifier deux ?



Pipette jaugée de 10 mL, tolérance $\pm 0,020$ mL (indiquée sur la verrerie).

2. Calculer l'incertitude-type d'étalonnage $u_t(V)$.
3. L'incertitude-type $u_{temp}(V)$ due à la variation de la température est donnée par la relation :

$$u_{temp}(V) = 1,2 \times 10^{-4} \times V \times \Delta\theta$$

où $\Delta\theta$ est la variation de température autour de la valeur 20°C . Calculer $u_{temp}(V)$ lorsqu'on manipule dans un laboratoire dont la température ambiante est de 22°C .

4. L'incertitude-type de répétabilité $u_{rep}(V)$ est quantifiée en faisant une évaluation de type A. Le tableau ci-dessous rassemble les pesées de 10 prélèvements d'eau avec la pipette jaugée.

Essai N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Masse (g)	25,02	25,04	25,06	24,99	25,00	24,97	25,02	25,00	24,95	25,01

- a) Définir une évaluation de type A d'une incertitude-type.
 - b) Calculer $u_{rep}(V)$.
5. Quelle est la source d'incertitude la plus importante lors de l'utilisation d'une pipette jaugée ?

Exercice 11 – Utilisation d'un multimètre

★★★

Grâce au montage utilisé, on souhaite vérifier la loi d'Ohm. Pour cela, on mesure la tension U aux bornes de la résistance et l'intensité I la traversant avec deux multimètres identiques. Les tableaux ci-dessous sont extraits de la notice des multimètres. *Tension continue*

Gamme	200,0 mV	2,000 V	20,00 V	200,0 V	1000 V
Résolution	0,1 mV	1 mV	10 mV	100 mV	1 V
Précision : $\pm 0,5\%$ affich. ± 2 dgts			$\pm 0,8\%$ affich. ± 2 dgts		

Courant continu

Gamme	2,000 mA	20,00 mA	200,0 mA	20,0 A
Résolution	1 μ A	10 μ A	100 μ A	10 mA
Précision	$\pm 2,5\%$ affich. ± 10 dgts	$\pm 1,5\%$ affich. ± 3 dgts	$\pm 2,5\%$ affich. ± 10 dgts	

Les résultats des mesures sont : $U = 9,95$ V et $I = 4,52$ mA.

- On a utilisé les calibres permettant le mesurage le plus précis. Quels calibres a-t-on utilisés pour ces deux mesures ?
- Donner les résultats des mesures sous la forme $U = (\dots \pm u(U))$ unité et $I = (\dots \pm u(I))$ unité.

Exercice 12 – Mesure de résistances

★★★

On dispose d'une résistance dont la valeur donnée par le constructeur est $R = (1\,000 \pm 50) \Omega$. On dispose de deux ohmmètres et on possède la notice d'un des ohmmètres. Pour déterminer la valeur de la résistance avec précision, on fait deux séries de mesurages :

- avec l'ohmmètre possédant une notice, on mesure $987,8 \Omega$. La précision de l'appareil est de $0,8\%$ de la valeur lue plus 4 digits.
- avec l'ohmmètre ne possédant pas de notice, on réalise une série de 8 mesurages, donnée ci-dessous.

Mesure N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Valeur (Ω)	986,1	987,4	988,1	987,0	988,0	987,8	986,9	988,9

- Quel mesurage correspond à une évaluation de l'incertitude de type A ? de type B ?
- Calculer l'incertitude-type $u(R)$ pour chacune des méthodes.
- Présenter les résultats de ces deux mesurages sous la forme $R = (\dots \pm u(R))$ unité.
- Quelle est la méthode la plus précise ?