

Mesures et incertitudes

I - Chiffres significatifs dans un résultat de mesure

Compléter le tableau suivant en écrivant les résultats des mesures sous la forme :

$$(X ; u(X)) \text{ unités}$$

et en respectant les règles d'écriture des résultats de mesure. On pourra utiliser l'écriture scientifique si nécessaire.

Grandeur	Valeur mesurée	Incertitude-type	Écriture
Distance L	742 310,1 m	777,32 m	$L =$
Distance L	8231,34 m	3,449 m	$L =$
Distance L	9,421 36 mm	4 μm	$L =$
Temps T	0,014 280 s	0,000 312 s	$T =$
Temps T	0,002 853 4 s	0,000 451 s	$T =$
Temps T	0,000 284 s	0,000 436 s	$T =$
Résistance R	1,108 76 m Ω	333 $\mu\Omega$	$R =$
Résistance R	4,2032 M Ω	5,3 k Ω	$R =$
Intensité I	45 A	0,32 kA	$I =$
Intensité I	45 μA	4,4 mA	$I =$

II - Incertitudes de type A

On réalise en travaux pratiques (à Paris) $n = 6$ mesures de la norme de l'accélération de la pesanteur g , dont les résultats exprimés en m s^{-2} sont les suivants : 9,68 ; 9,85 ; 9,85 ; 9,77 ; 9,87 ; 9,79.

1. Avec un tableur ou python, déterminer l'incertitude-type associée à une valeur.
2. En déduire, à la main, l'incertitude-type associée à la valeur moyenne des valeurs.
3. Quel est le meilleur estimateur du mesurande ? Donner son expression et sa valeur.
4. Écrire le résultat du mesurage de g .

La valeur référence à Paris est $g_{ref} = 9,81 \text{ m s}^{-2}$.

5. Le mesurage effectué en travaux pratiques est-il compatible avec la valeur référence ?

On donne : $\sqrt{6} = 2,449$.

III - Cas gaussien

Dans une publication scientifique, on lit le paragraphe suivant :

« On a réalisé 100 mesures du rayon d'un proton, qui suivent une distribution gaussienne, de moyenne $\bar{r} = 0,833\,152\,6 \text{ fm}$ et dont on sait que la variance est $V = 7,225 \times 10^{-11} \text{ fm}^2$. On admet que la moyenne mesurée est égale à l'espérance de la distribution gaussienne.

1. Déterminer l'incertitude-type sur la valeur du rayon.
2. Déterminer le facteur d'élargissement k associé à un niveau de confiance de 95 % à l'aide d'une table de Student.
3. Déterminer l'incertitude-type élargie associée à un niveau de confiance de 95 %.
4. Écrire le résultat du mesurage du rayon.

On donne : $\sqrt{72,25} = 8,5$.

IV - Incertitudes de type B

Sur un multimètre numérique, réglé en ohmmètre, l'afficheur numérique indique :

$$941.6 \, \Omega$$

Déterminer l'incertitude-type sur la valeur mesurée puis écrire le résultat du mesurage.

On fournit l'extrait de notice suivant :

Mesure de résistance

Gamme : $500,00\Omega$; $5,0000k\Omega$; $50,000k\Omega$; $500,00k\Omega$; $5,0000M\Omega$; $50,000M\Omega$

Précision : $[500,00\Omega] \pm(0,07\% \text{ de la lecture} + 10\text{dgts})$

$[5,0000k\Omega ; 50,000k\Omega ; 500,00k\Omega] \pm(0,07\% \text{ de la lecture} + 2\text{dgts})$

$[5,0000M\Omega] \pm(0,2\% \text{ de la lecture} + 6\text{dgts})$

$[50,000M\Omega] \pm(2,0\% \text{ de la lecture} + 6\text{dgts})$

Remarque : « dgts » signifie « digits ». Un digit est la valeur qu'aurait le chiffre 1 s'il était placé dans la position du dernier chiffre affiché.

V - Incertitudes composées

On mesure, avec l'aide d'un index sur un banc d'optique gradué au millimètre, les positions $x_1 = 100,3\text{ cm}$ et $x_2 = 104,2\text{ cm}$.

1. Quelles sont les incertitudes-types sur x_1 et x_2 associées à un modèle rectangulaire ?
2. Quelle est l'incertitude-type composée sur la distance $d = x_2 - x_1$?
3. Faire les applications numériques qui correspondent aux deux questions précédentes. Commenter la valeur de l'incertitude-type sur d au regard de la précision du banc d'optique.
4. Écrire le résultat du mesurage de la distance d .