

MESURES ET INCERTITUDES

PARTIE A : ÉVALUATIONS DES SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE

Exercice 1 :

1. Définir les termes et expressions suivantes : erreur de mesure, incertitude relative, erreur systématique, mesurande, chiffre significatif.
2. Comment procède-t-on pour minimiser l'effet d'erreurs sur une mesure ?
3. Quelle est la différence entre une unité dérivée et une unité fondamentale ?
4. Citer quatre grandeurs fondamentales en précisant à chaque fois le symbole, l'unité et l'appareil de mesure.
5. Donner les types d'erreurs de mesure et expliquer comment elles se commettent ?
6. A partir du résultat suivant 0,000450780 d'une expérience réalisée dans un laboratoire, donner :
 - 6.1. Le nombre de chiffres significatifs de la mesure.
 - 6.2. Le nombre de chiffres non significatifs.

Exercice 2 :

1. Définir : mesurage, incertitude absolue, justesse d'un appareil, appareil analogique.
2. Donner deux caractéristiques d'un appareil de mesure.
3. Donner deux exemples d'appareils analogiques.
4. Quelle différence faites-vous entre l'incertitude de type A et l'incertitude de type B ?
5. QCM : choisir la réponse juste parmi celles proposées ci-dessous :
On donne les résultats de deux mesures de volume : $V_1 = (15,2 \pm 0,5) \text{ mL}$ $V_2 = (2,52 \pm 0,12) \text{ mL}$.
 - 5.1. La mesure la plus précise est :
 - (a) Celle de V_2 car son incertitude absolue est plus élevée ;
 - (b) celle de V_1 car son incertitude relative est plus faible ;
 - (c) celle de V_2 car son incertitude relative est plus élevée ;
 - (d) celle de V_1 car son incertitude absolue est plus faible ;
 - 5.2. Le gaz parfait obéit à la loi de :
 - (a) Ohm
 - (b) Hooke
 - (c) Mariotte

Exercice 3 :

1. Pour chacun des résultats ci-dessous obtenus lors d'une expérience, présentez les sous l'écriture scientifique à quatre chiffres significatifs : 0,007654 ; 416,704 ; $437,022 \times 10^4$; $5,009621 \times 10^{-5}$.
2. Un ampèremètre à déviation de classe 0,5 utilisé au calibre 10mA permet de mesurer une intensité électrique de $0,5 \times 10^{-2} \text{ A}$.
 - 2.1. Déterminer l'incertitude absolue due à l'ampèremètre ΔA .
 - 2.2. Ecrire convenablement le résultat de cette mesure en mA.
 - 2.3. La relation qui permet calculer la tension U électrique est : $U=RI$ où R est la résistance électrique de valeur 150Ω de l'incertitude $\Delta R = 5\Omega$ et $U=240\text{V}$
 - 2.3.1. L'incertitude absolue sur U notée ΔU due à la méthode.

2.3.2. Déduire l'incertitude relative sur la tension U . Pourquoi parle-t-on de la propagation d'erreur sur la mesure de la tension U .

Exercice 4 :

- On effectue $n = 17$ mesures de tension aux bornes d'une pile, l'écart type expérimentale vaut $\sigma(U) = 0,15V$, la moyenne des mesures vaut $4,20V$. Pour un niveau de confiance de 95%, quel est le résultat du mesurage ainsi que l'intervalle de confiance ?
- Considérons un montage dans lequel on trouve un générateur de force électromotrice E , un ampèremètre, un voltmètre et un conducteur ohmique de résistance R .
 - Faire un schéma du montage expérimental en indiquant comment sont montés l'ampèremètre et le voltmètre pour la mesure de l'intensité et de la tension aux bornes du conducteur ohmique.
 - On obtient par mesurage les valeurs suivantes : $I = (17,0 \pm 0,1) \times 10^{-3} A$ et $U = (7,0 \pm 0,5) V$. En utilisant la loi d'Ohm, calculer la résistance du résistor et écrire le résultat sous la forme : $(R \pm \Delta R) \times 10^n$.
- Un voltmètre a une précision de 2% Reading +1 digit. Il affiche la valeur $5,32V$. Calculer l'incertitude type relative à la précision de l'appareil correspondant à un intervalle de confiance de 95%, puis donner le résultat du mesurage.
- Le rayon de la trajectoire de la terre autour du soleil vaut $R = (6,40 \pm 0,05) \times 10^3 km$. Sa période de révolution est : $T = (84,6 \pm 0,1) \times 10^3 km$.
 - Calculer l'incertitude relative $U(r)$ commise sur le rapport $r = \frac{T^2}{R^3}$
 - Exprimer le résultat de calcul de r .

EXEMPLE D'APPLICATION

Les mesures de la longueur et la largeur d'un papier format A_4 par un groupe d'élèves d'une classe de Tle D, ont donné les résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

	Grpe1	Grpe2	Grpe3	Grpe4	Grpe5	Grpe6	Grpe7	Grpe8
Longueur $L(cm)$	29,7	29,6	29,8	29,75	29,65	29,81	29,79	29,69
Largeur $l(cm)$	21,1	21,2	21	21,05	21,15	20,99	21,19	21,205

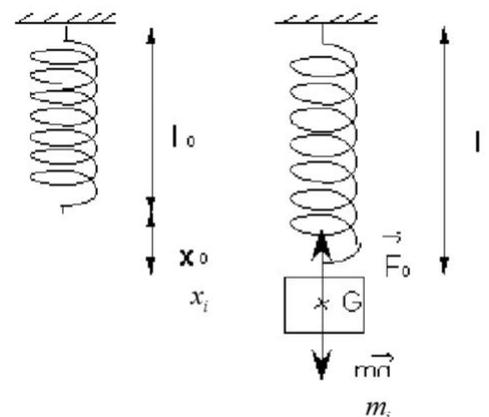
- Qu'est-ce qui est à l'origine de la différence entre leurs résultats ?
- A partir de ces résultats, donner une estimation de la longueur, de la largeur de ce papier format avec leurs précisions pour un niveau de confiance de 95%.
- Calculer la surface et le périmètre de ce papier format ainsi que leurs précisions pour un niveau de confiance de 95%.

PARTIE B : ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES SITUATION DE VIE À CARACTÈRE EXPÉRIMENTAL

Compétence visée : Dressage d'un tableau de mesure et détermination d'une grandeur à partir d'un graphique.

Un élève de seconde C réalise une expérience au laboratoire dont le but est la détermination d'une constante k d'un ressort. Au bout de ce ressort, il accroche des charges marquées m_i de différentes valeurs en kilogramme.

A chaque fois l'élève relève la valeur de l'allongement x_i en mètre du ressort correspondant à la position d'équilibre O de la charge accrochée.



On obtient $m_1 = 0,010$; $m_2 = 0,020$; $m_3 = 0,030$; $m_4 = 0,040$; $m_5 = 0,050$ correspondant respectivement à $x_1 = 0,005$; $x_2 = 0,010$; $x_3 = 0,015$; $x_4 = 0,020$; $x_5 = 0,025$.

En utilisant chaque couple de valeurs $(m_i; x_i)$ ci-dessous pour calculer la constante de raideur k du ressort. L'élève ne retrouve curieusement pas leur valeur indiquée par le fabricant du ressort.

Consigne 1 : Après avoir défini les deux grandeurs mis en jeu dans cette expérience et leurs instruments de mesures, dressez un tableau de mesures.

Consigne 2 : L'élève a relevé sur les grandeurs les incertitudes suivantes : $\Delta x = 0,001m$ et $\Delta = 0,001kg$. Tracer sur papier millimétré la courbe des valeurs de x en fonction de celles de m , soit le graphique $x = f(m)$ à l'échelle abscisse 1cm pour 0,010kg pour l'axe des abscisses et 1cm pour 0,005m.

La relation liant les grandeurs x et m est donnée par : $x = \frac{g}{k}m$. Après identifier la pente «P» de la courbe $x = f(m)$ à partir de la relation précédente, déterminer à partir du graphique tracé, la valeur de cette pente ainsi que son incertitude en utilisant la formule de propagation d'incertitudes suivante :

$$\Delta \left(\frac{a}{b} \right) = \frac{a\Delta b + b\Delta a}{b^2}$$

Consigne 3 : « g » étant le champ de pesanteur du lieu d'expérience, de valeur 9,80N/kg et l'incertitude $\Delta g = 0,05N/kg$. Déduire la valeur de la constante « k » du ressort et ainsi que son incertitude Δk .

Que peut-on conclure sur des variations de la grandeur « x » par rapport à celles de grandeur « m ».