Mesures et incertitudes — Exercices Physique 10e HarmoS

Exercice 1

Erreurs systématiques et erreurs aléatoires : Lors d'une séance de mesure de la masse d'un cylindre métallique (masse réelle : 50,0 g), deux groupes utilisent des balances différentes :

- **Groupe 1** obtient en 5 mesures : 52,1 g, 52,0 g, 52,1 g, 52,0 g, 52,1 g.
- **Groupe 2** obtient en 5 mesures : 48,5 g, 51,2 g, 49,3 g, 50,8 g, 50,2 g.

1. Quel groupe est affecté principalement par une **erreur systématique** ? Quelle peut en être la cause sur une balance ?
2. Quel groupe est affecté principalement par des **erreurs aléatoires** ? Comment peut-on réduire l'effet de ce type d'erreur ?
3. Associer les termes *juste* et *fidèle (précis)* aux résultats des deux groupes.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 2

Bonnes pratiques de lecture et incertitude de graduation :

1. Un élève mesure un volume d'eau dans une éprouvette graduée de 1 mL en 1 mL. Pourquoi doit-il lire au **bas du ménisque** et placer son œil exactement à l'**horizontale** de la graduation ? Comment appelle-t-on l'erreur commise s'il regarde d'en haut ou d'en bas ?
2. On mesure la longueur d'une tige avec une règle graduée en millimètres (1 mm). On lit 14,3 cm. En prenant comme incertitude de lecture une demi-graduation à chaque extrémité ($2 \times 0{,}5$ mm $= 1$ mm), écrire correctement le résultat avec son incertitude absolue, puis calculer l'**incertitude relative** en pourcentage.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 3

Traitement d'une série de mesures : Cinq élèves chronomètrent la durée de 10 oscillations d'un pendule et obtiennent les valeurs suivantes :

$$14{,}2\text{ s} \quad ; \quad 14{,}5\text{ s} \quad ; \quad 14{,}1\text{ s} \quad ; \quad 14{,}6\text{ s} \quad ; \quad 14{,}1\text{ s}$$

1. Calculer la valeur moyenne $\bar{t}$ de cette série de 5 mesures.
2. Estimer l'incertitude absolue par la **demi-étendue** $\Delta t = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2}$.
3. En arrondissant l'incertitude absolue à 1 chiffre significatif et en accordant la moyenne au même rang décimal, écrire le résultat final $t_{10} = \bar{t} \pm \Delta t$, puis en déduire la **période T d'une seule oscillation** (avec son incertitude).

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 4

Notation scientifique et chiffres significatifs :

1. Écrire les grandeurs suivantes en **notation scientifique** ($a \times 10^n$ avec $1 \leq a < 10$) en conservant exactement le bon nombre de chiffres significatifs, et préciser combien de chiffres significatifs comporte chaque écriture :
   - Vitesse de la lumière : $c = 299\,792\,458$ m/s (arrondie à 3 chiffres significatifs).
   - Rayon d'un atome d'hydrogène : $r = 0{,}000\,000\,000\,053$ m.
   - Masse d'une cellule : $m = 0{,}003\,50$ mg (convertir en kg).
2. Calculer l'ordre de grandeur de l'énergie $E = mc^2$ libérée si $m = 2{,}0 \times 10^{-3}$ kg était entièrement convertie en énergie (avec $c \approx 3{,}00 \times 10^8$ m/s).

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 5

Propagation des incertitudes (somme et différence) : Pour déterminer la masse nette d'un liquide contenu dans un bécher, un élève effectue deux pesées :

- masse du bécher vide : $m_1 = (124{,}2 \pm 0{,}3)$ g ;
- masse du bécher rempli : $m_2 = (218{,}6 \pm 0{,}4)$ g.

1. Calculer la masse nette du liquide $m = m_2 - m_1$.
2. On rappelle que pour une **addition ou une soustraction**, les incertitudes absolues **s'additionnent** toujours ($\Delta m = \Delta m_1 + \Delta m_2$). Expliquer intuitivement pourquoi même pour une *soustraction*, les incertitudes ne se soustraient jamais.
3. Écrire le résultat final $m \pm \Delta m$ et calculer son incertitude relative.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 6

Propagation des incertitudes (multiplication et division) : On mesure les dimensions d'un rectangle métallique :

- longueur : $L = (20{,}0 \pm 0{,}2)$ cm ;
- largeur : $\ell = (10{,}0 \pm 0{,}2)$ cm.

1. Calculer l'incertitude relative $\frac{\Delta L}{L}$ et $\frac{\Delta \ell}{\ell}$ en pourcentage.
2. Pour un **produit** ($\mathcal{A} = L \times \ell$) ou un **quotient**, les **incertitudes relatives** s'additionnent : $\frac{\Delta \mathcal{A}}{\mathcal{A}} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta \ell}{\ell}$. Calculer l'aire $\mathcal{A}$, son incertitude relative et son incertitude absolue $\Delta \mathcal{A}$.
3. Vérifier ce résultat par la méthode des bornes ($\mathcal{A}_{\max} = L_{\max} \cdot \ell_{\max}$ et $\mathcal{A}_{\min} = L_{\min} \cdot \ell_{\min}$).

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 7

Identification d'un métal par sa masse volumique et ses incertitudes : Un élève mesure la masse et le volume d'un petit bloc métallique :

- $m = (53{,}5 \pm 0{,}5)$ g
- $V = (6{,}0 \pm 0{,}2)$ cm^3

1. Calculer la masse volumique $\rho = \frac{m}{V}$ en g/cm^3.
2. En additionnant les incertitudes relatives sur m et V, calculer l'incertitude relative totale puis l'incertitude absolue $\Delta \rho$. Écrire le résultat $\rho \pm \Delta \rho$.
3. Comparer avec les valeurs de référence : **fer** (7,87 g/cm^3), **laiton** (8,40 g/cm^3), **cuivre** (8,96 g/cm^3). Peut-on trancher avec certitude entre le laiton et le cuivre ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 8

Exploitation d'un graphique expérimental (loi d'Ohm) : Un élève mesure la tension U aux bornes d'une résistance pour différentes intensités I (avec une incertitude $\Delta U = \pm 0{,}3$ V). Voici son tableau :

I (A)	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
U (V)	0,0	2,3	4,6	5,8	9,4	11,5

1. Quel point de mesure semble clairement **aberrant** (erreur de lecture) et doit être écarté avant de tracer la droite moyenne ?
2. En traçant la droite passant par l'origine et par le mieux-ajusté des points valides (notamment $(0{,}50; 11{,}5)$), calculer le **coefficient directeur** R (résistance électrique en ohms, Ω).
3. Estimer l'intervalle des pentes possibles (pente maximale et pente minimale) en utilisant les barres d'erreur $\pm 0{,}3$ V au dernier point $(0{,}50; 11{,}5)$, et écrire $R \pm \Delta R$.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 9

Exploitation d'un graphique avec ordonnée à l'origine non nulle : On mesure l'altitude $y(t)$ d'un ballon-sonde qui monte à vitesse constante. Les mesures enregistrées donnent un nuage de points alignés autour d'une droite passant par les points $A(10\text{ s}; 85\text{ m})$ et $B(50\text{ s}; 225\text{ m})$.

1. Calculer la **pente** de cette droite expérimentale et préciser son **unité physique** et sa signification.
2. Calculer l'**ordonnée à l'origine** y_0 de la droite et expliquer sa signification physique.
3. Pourquoi une erreur systématique sur le déclenchement du chronomètre décale-t-elle l'ordonnée à l'origine y_0, mais ne change-t-elle **pas** la pente (la vitesse) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 10

Propagation des incertitudes sur une puissance : On mesure au pied à coulisse le diamètre D d'une bille d'acier : $D = (20{,}0 \pm 0{,}2)$ mm.

On veut calculer le volume de cette bille : $V = \frac{1}{6}\pi D^3$.

1. Calculer le volume V de la bille en mm^3, puis en cm^3 (avec $\pi \approx 3{,}1416$).
2. Comme $D^3 = D \times D \times D$, l'incertitude relative sur D^3 vaut 3 **fois** l'incertitude relative sur D : $\frac{\Delta V}{V} = 3 \times \frac{\Delta D}{D}$. Calculer l'incertitude relative sur le volume, puis son incertitude absolue ΔV en cm^3.
3. Expliquer pourquoi une erreur de 1% sur une mesure de longueur entraîne une erreur de 2% sur une aire et de 3% sur un volume.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 11

Cinq élèves mesurent la longueur d'une table et obtiennent (en cm) : 122,3 ; 122,5 ; 122,4 ; 122,6 ; 122,2.

1. Calculer la valeur moyenne.
2. Calculer l'étendue des mesures.
3. Proposer un résultat de la forme $L = (... \pm ...)$ cm, en prenant pour incertitude la moitié de l'étendue.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 12

Indiquer le nombre de chiffres significatifs de chaque valeur :

1. 0,00340 m
2. $2{,}50 \times 10^3$ g
3. 4,0 s
4. 305 km
5. 0,7 L

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 13

On mesure un rectangle : longueur 4,2 cm et largeur 3,15 cm.

1. Calculer l'aire avec la calculatrice.
2. Avec combien de chiffres significatifs faut-il donner le résultat ? Arrondir correctement.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 14

1. On mesure $L = (50{,}0 \pm 0{,}5)$ cm. Calculer l'incertitude relative en pourcentage.
2. On mesure $\ell = (5{,}0 \pm 0{,}5)$ cm avec le même instrument. Calculer l'incertitude relative.
3. Laquelle des deux mesures est la plus précise ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 15

On pèse un bécher vide : $m_1 = (85 \pm 1)$ g, puis le bécher rempli de liquide : $m_2 = (205 \pm 1)$ g.

1. Calculer la masse du liquide.
2. Quelle est l'incertitude sur cette masse ? Justifier.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 16

On mesure une plaque rectangulaire : $L = (10{,}0 \pm 0{,}1)$ cm et $\ell = (5{,}0 \pm 0{,}1)$ cm.

1. Calculer l'aire.
2. Calculer les incertitudes relatives sur L et ℓ. On admet que pour un produit, les incertitudes **relatives** s'additionnent : en déduire l'incertitude sur l'aire.
3. Vérifier en calculant les aires minimale et maximale.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 17

Pour identifier un métal, un élève mesure la masse et le volume d'un échantillon : $m = (27{,}0 \pm 0{,}5)$ g et $V = (10{,}0 \pm 0{,}2)$ cm^3.

Masses volumiques de référence : aluminium 2,70 ; zinc 7,13 ; fer 7,87 ; cuivre 8,96 g/cm^3.

1. Calculer la masse volumique $\rho = \frac{m}{V}$.
2. Estimer son incertitude (somme des incertitudes relatives).
3. Identifier le métal.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 18

Une balance électronique affiche 2 g alors que le plateau est vide (elle n'a pas été remise à zéro). On pèse trois objets et on lit : 52 g, 104 g et 77 g.

1. Quel type d'erreur est-ce (aléatoire ou systématique) ?
2. Corriger les trois mesures.
3. Refaire la mesure plusieurs fois et calculer la moyenne permet-il de corriger ce type d'erreur ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 19

Pour mesurer la période T d'un pendule (durée d'un aller-retour), on chronomètre 10 oscillations et on obtient 20,4 s. Le temps de réaction de l'expérimentateur introduit une incertitude d'environ 0,2 s sur toute mesure de durée au chronomètre.

1. Calculer T et son incertitude.
2. Quelle aurait été l'incertitude en mesurant une seule oscillation ?
3. Pourquoi mesure-t-on plusieurs oscillations ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 20

Écrire les grandeurs suivantes en notation scientifique avec 3 chiffres significatifs :

1. La vitesse de la lumière : 299 792 458 m/s
2. Le diamètre d'un cheveu : 0,0000715 m
3. La masse de la Terre : 5 972 000 000 000 000 000 000 000 kg
4. Calculer le temps mis par la lumière pour parcourir 1 m, en notation scientifique.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 21

Une règle est graduée tous les 2 mm. Prends une incertitude égale à une demi-graduation. Quel intervalle accompagne une lecture de 56 mm ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 22

Une balance affiche 3 g avec le plateau vide. Une fois l'objet posé, elle affiche 81 g. Corrige le biais du zéro supposé constant.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 23

Quatre mesures sont 19,8 g, 20,1 g, 20,0 g et 20,1 g. Calcule la moyenne.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 24

En répétant une mesure, on obtient des valeurs de 4,6 s à 4,9 s. Quelle est l'étendue des mesures ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 25

Un volume est donné par 28 mL $\pm$ 2 mL et un autre par 31 mL $\pm$ 1 mL. Leurs intervalles ont-ils au moins une valeur commune ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 26

Deux longueurs sont encadrées par [9, 11] cm et [18, 22] cm. Encadre leur somme.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 27

Une mesure de 16,784 s doit être donnée au centième de seconde. Quel résultat écrire ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 28

Pourquoi recommence-t-on plusieurs fois un chronométrage manuel ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 29

Une éprouvette étroite a des graduations de 1 mL et un bécher en a de 25 mL. Pour lire 38 mL, lequel offre la résolution la plus fine ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 30

Trois mesures par un même capteur valent exactement 12,0 °C. Cela garantit-il que la valeur de référence est 12,0 °C ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site