

Chapitre 1

Analyse dimensionnelle et incertitudes

Exercices : Analyse dimensionnelle

Exercice 1 : Dimensions et unités

1. Etablir les dimensions et les unités des grandeurs suivantes : vitesse, accélération, force, vitesse angulaire, énergie, puissance, charge électrique, tension électrique.
2. Etablir la dimension de la constante de gravitation G de Newton ; en déduire son unité.

Rappel : $F_g = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$

3. Parmi les relations suivantes, lesquelles sont dimensionnellement homogènes ?
 - $v = \sqrt{\frac{g}{h}}$ où g est l'accélération terrestre et h une hauteur
 - $\lambda = vf$ où λ est une longueur d'onde, v une vitesse et f une fréquence
 - $\frac{T^3}{a^2} = 4\pi^2 GM$ (3ème loi de Kepler) où T est une période, a un rayon et G la constante de gravitation de Newton.

Exercice 2 : Vibration d'une goutte d'eau

On cherche à déterminer la fréquence f de vibration d'une goutte d'eau par analyse dimensionnelle. On suppose que les paramètres dominants sont le rayon de la goutte R , sa masse volumique ρ et une constante A liée à la tension superficielle dont la dimension est celle d'une force par unité de longueur. On écrit donc :

$$f = kR^a \rho^b A^c$$

avec k une constante sans dimension. En déduire les valeurs des exposants a, b, c .

Exercice 3 : Equation des gaz parfaits

L'équation des gaz parfaits est la suivante : $PV = nRT$

où P est la pression du gaz, V son volume, n sa quantité de matière, T sa température et R la constante des gaz parfaits.

1. Donner les dimensions et les unités des variables P, V, n, T .
2. En déduire la dimension et l'unité de la constante des gaz parfaits R .

Exercice 4 : Coefficients d'une vitesse

On exprime la vitesse d'un corps par l'équation $v = At^3 - Bt$ où t représente le temps. Déterminer les dimensions et les unités des coefficients A et B .

Exercices : Incertitudes

Exercice 1 : On mesure le diamètre et la masse d'une bille en or : $\begin{cases} d = 10,00 \pm 0,01 \text{ mm} \\ m = 9,9 \pm 0,1 \text{ g} \end{cases}$.

- Calculer le volume de la bille avec son incertitude relative et son incertitude absolue.
- Calculer la masse volumique ρ de la bille avec son incertitude relative et son incertitude absolue.

Exercice 2 : On souhaite déterminer la hauteur h d'un immeuble. Pour cela, on mesure la distance d à laquelle on se trouve de l'immeuble $d = 25,00 \pm 0,01 \text{ m}$, ainsi que l'angle sous lequel on voit le sommet de l'immeuble sans incertitude $\alpha = 54^\circ$.

- Etablir la formule donnant h en fonction de d et α . Calculer h .
- Calculer l'incertitude relative et l'incertitude absolue de h .

Attention : les angles doivent être convertis en radians !