

**Problem Set 1: DIMENSIONAL EQUATIONS AND UNCERTAINTY
CALCULATIONS**

Exercise 1

Write the dimensional equations of the following physical quantities and deduce their SI units in terms of the base SI units: mass density ρ – the intensity of a force F – kinetic energy E – power P – electric charge Q – electric voltage U – electrical resistance R .

Exercise 2

Verify the homogeneity of the relation $f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$, which represents the oscillation frequency f of a solid-spring system, where m is the mass of the solid and k is the spring stiffness constant. The restoring force $\vec{F}$ is related to the elongation by the relation: $\vec{F} = -K \vec{\Delta L}$.

Exercise 3

Experiment shows that the force experienced by a sphere immersed in a moving fluid depends on the radius r of the sphere, the viscosity coefficient η , and its speed v .

Find the expression for this force, assuming it has the form: $F = k \eta^\alpha r^\beta v^\gamma$, where k is a dimensionless constant and $[\eta] = M L^{-1} T^{-1}$.

Exercise 4

Determine the relative uncertainty in the density $\frac{\Delta \rho}{\rho}$ of the substance of a homogeneous cube from the measurement of its mass m and its edge length a . (Use both calculation methods: the logarithmic function and the total differential.)

Additional exercise

The period of a simple pendulum is given by the following relation: $T = 2\pi \ell^\alpha g^\beta$.

1- Determine the values of α and β . (ℓ : the length of the pendulum, g : gravity)

2- Given $T = (2.002 \pm 0.001) \text{ s}$ and $\ell = (1.00 \pm 0.002) \text{ m}$. Determine the expression for g as well as its numerical value.

3- Give the expression for the absolute uncertainty in g and calculate its numerical value.

Série 1 : EQUATIONS AUX DIMENSIONS ET CALCULS D'INCERTITUDES

Exercice 1

Écrire l'équation aux dimensions des grandeurs suivantes et en déduire leur unité dans le système international en fonction des unités de base : La masse volumique ρ - L'intensité d'une force F - L'énergie cinétique Ec - La puissance $\mathcal{P}$ - La charge électrique Q - La tension électrique U - La résistance électrique R .

Exercice 2

Vérifiez l'homogénéité de la relation $f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$ qui représente la fréquence f d'oscillation d'un système solide-ressort avec m est la masse du solide et k la constante de raideur du ressort. La force de rappel $\vec{F}$ est liée à l'allongement par la relation : $\vec{F} = -K \vec{\Delta L}$.

Exercice 3

L'expérience montre que la force subie par une sphère immergée dans un fluide en mouvement, dépend du rayon r de cette sphère, du coefficient de viscosité η et de sa vitesse v .

- Trouver l'expression de cette force en la supposant de la forme : $F = k \eta^\alpha r^\beta v^\gamma$ avec k une constante sans dimensions et $[\eta] = M L^{-1} T^{-1}$.

Exercice 4

Déterminer l'incertitude relative sur la masse volumique $\frac{\Delta \rho}{\rho}$ de la substance d'un cube homogène à partir de la mesure de sa masse m et de son arête a . (utiliser les deux méthodes de calcul : la fonction logarithmique et la différentielle totale).

Exercice supplémentaire

La période du pendule simple est donnée par la relation suivante : $T = 2\pi \ell^\alpha g^\beta$.

1- Déterminer les valeurs de α et β . (ℓ : la longueur du pendule, g : la gravitation)

2- On donne $T = (2.002 \pm 0.001)s$ et $\ell = (1.00 \pm 0.002)m$. Déterminer l'expression de g ainsi que sa valeur numérique.

3- Donner l'expression de l'incertitude absolue sur g et calculer sa valeur numérique.