

# Grandeurs Physiques

## Equations aux dimensions

Dr Romain LE PENNEC

Biophysique - Médecine nucléaire

La physique a pour but de décrire des phénomènes et d'étudier leurs propriétés.

Leur étude nécessite la définition de **GRANDEURS PHYSIQUES**

A chaque grandeur physique va correspondre une **UNITE.**

# GRANDEURS PHYSIQUES

Grandeur physique = propriété physique mesurable

Mesure de la grandeur s'obtient par comparaison entre 2 grandeurs physiques de même nature dont l'une est choisie comme unité.

Exemple :

Par définition (1983), 1 mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de  $1/299\,792\,458$  de seconde.

Toute longueur peut s'exprimer sous la forme  $l = x$  mètres

# SYSTEME INTERNATIONAL D' UNITES

1960 : 11<sup>ème</sup> Conférence Générale des Poids et Mesure

- Choix de **7 grandeurs fondamentales** (et unités de base), considérées par convention indépendantes sur un plan dimensionnel.  
*Masse, Longueur, Temps, Intensité de courant électrique, Température, Quantité de matière, Intensité lumineuse.*

Toute grandeur physique peut s'exprimer à partir de ces unités fondamentales.

- **2 grandeurs supplémentaires** ont été introduites ensuite pour assurer la cohérence du système : *Angle plan et Angle solide.*

# SYSTEME INTERNATIONAL D' UNITES

| <b>Grandeur fondamentale</b>  | <b>Unités</b> | <b>Symboles</b> |
|-------------------------------|---------------|-----------------|
| Masse                         | kilogramme    | kg              |
| Longueur                      | mètre         | m               |
| Temps                         | seconde       | s               |
| Intensité courant électrique  | ampère        | A               |
| Température                   | kelvin        | K               |
| Quantité de matière           | mole          | Mol             |
| Intensité lumineuse           | candéla       | cd              |
| <b>Unités supplémentaires</b> | <b>Unités</b> | <b>Symboles</b> |
| Angle plan                    | Radian        | rad             |
| Angle solide                  | Stéradian     | sr              |

# EQUATION AUX DIMENSIONS

## **Principe :**

Ramener les différents paramètres d'une relation aux grandeurs fondamentales du SIU.

## **Intérêt :**

- Déterminer l'unité d'une grandeur en fonction des grandeurs fondamentales.
- Faire des conversions d'unité.
- Vérifier l'homogénéité d'une formule.

# EQUATION AUX DIMENSIONS

**Homogénéité d' une formule.**

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g h$$

$$[M].[L.T^{-1}]^2 = [M]. [L.T^{-2}].[L]$$

$$= [M].[L]^2 [T]^{-2} = \text{Energie}$$

# GRANDEURS DERIVEES

## Vitesse

Distance parcourue par unité de tps

$$v = \frac{dx}{dt}$$

Equation aux dimensions

$$[v] = \frac{[L]}{[T]} = [LT^{-1}]$$

m.s<sup>-1</sup> en SI



# GRANDEURS DERIVEES

## Accélération

Variation de vitesse par unité de tps

$$a = \frac{dv}{dt}$$

Equation aux dimensions

$$[a] = \frac{[L]}{[T]} \times \frac{1}{[T]} = \text{L}T^{-2}$$

m.s<sup>-2</sup> en SI

# GRANDEURS DERIVEES

## Force

$$F = m \times \gamma$$

Equation aux dimensions

$$[F] = [M].[a]$$

$$=[M].[L].[T]^{-2}$$

$$= \text{Kg.m.s}^{-2} \text{ en SI (Newton)}$$

# GRANDEURS DERIVEES

## Pression

Force appliquée sur une surface

$$P = \frac{F}{S}$$

## Equation aux dimensions

$$\begin{aligned} P &= [M].[L].[T]^{-2} . [L]^{-2} \\ &= [M].[L]^{-1} . [T]^{-2} \\ &= \text{Kg. m}^{-1} . \text{s}^{-2} \text{ en SI} \\ &= \text{Pascal} \\ &= \text{Force de 1 Newton sur 1 m}^2 \end{aligned}$$

# GRANDEURS DERIVEES

## Energie ou Travail

$$E = F \times L$$

Equation aux dimensions

$$\begin{aligned} E &= [F] \cdot [L] \\ &= [M] \cdot [L] \cdot [T]^{-2} \cdot [L] \\ &= [M] \cdot [L]^2 \cdot [T]^{-2} \\ &= \text{Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \text{ en SI (joule)} \end{aligned}$$

# GRANDEURS DERIVEES

## Puissance

Energie par unité de temps

$$Puissance = \frac{E}{T}$$

Equation aux dimensions

$$\begin{aligned} [Puissance] &= [W]/[T] = [F] \cdot [L] \cdot [T]^{-1} \\ &= [M] \cdot [L] \cdot [T]^{-2} \cdot [L] \cdot [T]^{-1} \\ &= [M] \cdot [L]^2 \cdot [T]^{-3} \\ &= \text{Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \text{ en SI (Watt)} \end{aligned}$$

# EXERCICE

Donner l'équation aux dimensions du coefficient de viscosité

$$n = \frac{fDx}{SDv}$$

f force, x longueur, S surface, v vitesse de déplacement

# EXERCICE

Coefficient de viscosité

$$n = \frac{f \cdot \Delta x}{S \cdot \Delta v}$$

Équation aux dimensions

$$[n] = \frac{\{MLT^{-2} \cdot L\}}{\{L^2 \cdot LT^{-1}\}} = \{ML^{-1}T^{-1}\}$$

$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  ou Poiseuille en SI

# QCM 1

Dans le système international:

- A) Une force s' exprime en  $\text{Kg.m}^2.\text{s}^{-2}$
- B) Une puissance s' exprime en  $\text{Kg.m}^2.\text{s}^{-3}$
- C) Un débit s' exprime en  $\text{l.s}^{-1}$
- D) Une pression s' exprime en  $\text{Kg. m}^{-1}.\text{s}^{-2}$
- F) Un travail s' exprime en  $\text{Kg. m}^2.\text{s}^{-2}$



# QCM 1

Réponses : B, D, F

# QCM 1

Dans le système international:

A) Une force s'exprime en  $\text{Kg.m}^2.\text{s}^{-2}$

**faux** :  $[F] = [M].[a]$   
 $= [M].[L].[T]^{-2}$   
 $= \text{Kg.m.s}^{-2}$  (**Newton**)

B) Une puissance s'exprime en  $\text{Kg.m}^2.\text{s}^{-3}$

**vrai** :  $[P] = [W]/[T] = [F].[L].[T]^{-1}$   
 $= [M].[L].[T]^{-2} . [L].[T]^{-1}$   
 $= [M].[L]^2 . [T]^{-3}$   
 $= \text{Kg.m}^2.\text{s}^{-3}$  (**Watt**)

# QCM 1

Dans le système international:

C) Un débit  $s'$  exprime en  $\text{l.s}^{-1}$

**faux** :  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

D) Une pression  $s'$  exprime en  $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

**vrai** : Pression = Force sur une surface

$$=[M] \cdot [L] \cdot [T]^{-2} \cdot [L]^{-2}$$

$$=[M] \cdot [L]^{-1} \cdot [T]^{-2}$$

$$= \text{Kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} \text{ (pascal = Force de 1 Newton sur 1 m}^2\text{)}$$

# QCM 1

Dans le système international:

F) Un travail s'exprime en  $\text{Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$

$$\begin{aligned} \text{vrai : } W &= [F] \cdot [L] \\ &= [M] \cdot [L] \cdot [T]^{-2} \cdot [L] \\ &= [M] \cdot [L]^2 \cdot [T]^{-2} \\ &= \text{Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \text{ (joule)} \end{aligned}$$