

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 $l = x \text{ mètres}$

SYSTEME INTERNATIONAL D' UNITES

1960 : 11^{ème} 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

Grandeur fondamentale	Unités	Symboles
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
Unités supplémentaires	Unités	Symboles
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⁻¹ en SI

GRANDEURS DERIVEES

Accélération

Variation de vitesse par unité de tps

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

Equation aux dimensions

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

m.s⁻² 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

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

EXERCICE

Donner l'équation aux dimensions du coefficient de viscosité

$$n = \frac{f D x}{S D v}$$

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

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

$kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$ 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 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 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

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

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

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

QCM 1

Dans le système international:

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

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