

Système international, équation aux dimensions, unités

Fiche n°

La physique décrit la matière et l'espace, leurs propriétés et leurs comportements. Elle prétend et cherche ensuite à prédire ces propriétés et ces comportements. Ceci est son principal intérêt et son grand défaut.

Les propriétés mesurables sont nommées grandeurs physiques. Toute grandeur physique est la combinaison de grandeurs de base au nombre de sept. La précision de cette combinaison constitue ce qu'on appelle la dimension de la grandeur en question. Connaissant cette dimension, on peut choisir une unité correcte pour évaluer les données expérimentales et les prévisions théoriques de cette grandeur.

I Grandeurs de base de la physique

Les sept grandeurs fondamentales ont le même nom que leur dimension :

Grandeur	Dimension	Symbole de la dimension
Longueur	Longueur	L
Masse	Masse	M
Temps	Temps	T
Intensité de courant électrique	Intensité de courant électrique	I
Température thermodynamique	Température thermodynamique	Θ
Quantité de matière	Quantité de matière	N
Intensité lumineuse	Intensité lumineuse	J

II Dimension des autres grandeurs

1 Notation

La dimension d'une grandeur A est notée [A].

Exemple : si V désigne un volume [V] désigne la dimension du volume V

2 Propriétés : équation aux dimensions

a) A et B étant des grandeurs physiques, si $A=B + C$ alors $[A]=[B]=[C]$.

b) A et B étant des grandeurs physiques, si $B=1/A$ alors $[B]=[A]^{-1}$.

Exemple $G = 1/R$ donc $[G]=[R]^{-1}$ qui se lit : « la dimension d'une conductance est égale à l'inverse de la dimension d'une résistance ».

c) A, B et C étant des grandeurs physiques, si $A = B \cdot C$ alors $[A]=[B] \cdot [C]$.

Exemple : $U=R \cdot I$ donc $[U]=[R] \cdot [I]$ qui se lit :

d) A, B et C étant des grandeurs physiques, si $A = \frac{dB}{dC}$, alors $[A]=[B][C]^{-1}$ d'où l'intérêt de l'écriture différentielle d'une dérivée en physique dans laquelle on visualise bien par quelle grandeur on dérive.

Exemple : $v = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$ donc $[v]=[V]^{-1}[x][t]^{-1}$ qui se lit :

3 Comment trouver la dimension d'une grandeur ?

Le meilleur moyen est d'utiliser les formules de physique.

Pour toute grandeur G, étant donné la cohérence universelle entre les grandeurs physiques et l'existence seulement de 7 grandeurs fondamentales, on peut toujours écrire :

$$\dim G = [G] = L^a M^b T^c I^d \Theta^e N^f J^g$$

Il ne suffit plus que de trouver les exposants.

Exemples : voir grand tableau pour les nombreux exemples

L'indice d'un milieu dispersif peut s'écrire $n = A + B/\lambda^2$. Quelles sont les dimensions de A et B ?

III Equations homogènes/équations non homogènes

Une équation de type $A = B$ est dite homogène si $[A]=[B]$.

Une équation de type $A=B$ est dite non homogène si $[A] \neq [B]$.

Une équation non homogène est obligatoirement fautive.

Une équation homogène peut cependant être fautive.

Exemples : * Soit λ la longueur d'onde d'une onde, T sa période et c sa célérité.

$$T = \lambda \cdot c$$

* Soit m la masse d'un solide, v la vitesse de son centre d'inertie et E_c son énergie cinétique

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

IV Unités

Connaissant la dimension d'une grandeur, on peut en déduire une unité correcte pour cette grandeur.

1 Unités du système international (SI).

La communauté scientifique mondiale a adopté un système d'unités cohérent pour les 7 grandeurs fondamentales qui sont les suivantes :

Grandeur	Dimension	Symbole de la dimension	Unité dans le système international	Symbole de l'unité dans le système international
Longueur	Longueur	L	Le mètre	m
Masse	Masse	M	Le kilogramme	kg
Temps	Temps	T	La seconde	s
Intensité de courant électrique	Intensité de courant électrique	I	L'ampère	A
Température thermodynamique	Température thermodynamique	Θ	Le degré kelvin	K
Quantité de matière	Quantité de matière	N	La mole	mol
Intensité lumineuse	Intensité lumineuse	J	La candela	cd

Toute unité de n'importe quelle grandeur peut donc s'exprimer par une combinaison de ces 7 unités. L'unité est alors celle du système international (« unité S.I. »).

Exemples : voir grand tableau

2 Multiples et sous-multiples

10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}
femto	pico	nano	micro	milli	centi	déci		déca	hecto	kilo	méga	giga	téra	?

3 Unités du SI directement dérivées

Afin de ne pas alourdir les notations, certaines unités directement identiques à l'unité utilisant les 7 unités fondamentales sont utilisées.

Exemples : voir grand tableau

4 Utilisation de multiples et de sous-multiples.

Il arrive que l'on préfère travailler avec des g plutôt qu'avec des kg, ou avec des dm^3 (c'est-à-dire des L) plutôt qu'avec des m^3 . C'est notamment le cas en chimie. Il faut alors faire très attention lors de l'emploi de formules et si il y a ambiguïté, il faut toujours revenir aux unités SI.

Exemple : conductimétrie.

5 Utilisation d'autres unités

On emploie encore couramment certaines unités qui ne font pas partie des unités du SI :

- En Angleterre, on rencontre encore des unités de longueur assez hétéroclites : les pieds...
- Pour le temps : la minute (min), l'heure (h), les jours (d)...
- Pour la température : les °C, les °F.
- Pour la pression : l'unité SI est le Pa. On rencontre le bar, l'atmosphère, les mmHg...
- ...

Il faut alors faire très attention lors de l'utilisation des formules et connaître les conversions adéquates.