

GM. Les grandeurs mesurables.

I Définitions	2
II Le système international d'unités	2
1.) Les unités fondamentales	2
7 Constantes fondamentales	2
Valeur approximatives	2
Autre constantes	3
Valeur	3
2.) Les unités dérivées	3
3.) Multiples et sous-multiples	5
4.) Unités particulières	5
III Applications	6
1.) Recherche de l'unité d'une grandeur	6
2.) Vérification de l'homogénéité d'une relation	7
3.) Nombre de chiffres significatifs	8

<https://www.bipm.org/fr/measurement-units>

Le Système international d'unités (reconnu au niveau international sous l'abréviation **SI**) est le système pratique d'unités de mesure recommandées. À compter du 20 mai 2019, toutes les unités du SI sont définies à partir de constantes de la nature, ce qui permet d'assurer la stabilité du SI dans le futur et ouvre la voie à l'utilisation de nouvelles technologies, y compris celles quantiques, pour mettre en pratique les définitions.



Ancien étalon du kilogramme



Les 7 unités du
Système
international

En novembre 2018, la Conférence générale des poids et mesure (CGPM) a voté la nouvelle définition de l'unité de masse. Non plus fondée sur un artefact matériel, elle est désormais définie à partir de la constante de Planck, constante de la mécanique quantique, h . En 2017, les scientifiques du LNE, du Cnam et de l'Observatoire de Paris, ainsi que d'autres laboratoires à travers le monde, ont mesuré cette constante fondamentale avec une précision sans précédent. Ils ont ouvert ainsi la voie à une définition désormais immatérielle du kilogramme.

<https://www.lne.fr/fr/comprendre/systeme-international-unites/kilogramme>

I Définitions.

- Grandeur : Propriété d'un phénomène ou d'un corps pouvant être déterminée quantitativement par l'expérience.
- Unité d'une grandeur : grandeur finie, prise comme terme de comparaison avec des grandeurs de même espèce. La mesure résulte de la comparaison de la grandeur à l'unité.

Exemple :

II Le système international d'unités.1.) Les unités fondamentales

Elles sont au nombre de 7 correspondants à 7 grandeurs de base, ou grandeurs fondamentales.

La dimension d'une grandeur donne sa nature. Elle est notée [grandeur].

Si la grandeur est un nombre, on dit que la grandeur est sans dimension ou de dimension 1.

On a alors [grandeur] = 1.

Grandeur fondamentale	Unité S.I. : nom (symbole)	Dimension
Longueur		
Masse		
Temps		
Température (thermodynamique)		
Quantité de matière		
Intensité de courant électrique		
Intensité lumineuse		

Ces unités sont définies de façon absolue à partir de considérations liées à l'univers.

Exemples :

- La seconde est la durée d'un certain nombre de périodes de la radiation correspondant à la transition entre deux niveaux de l'atome de Césium.
- Le mètre est égal à la distance parcourue par la lumière dans le vide pendant une durée de $1/c$ seconde.
- La quantité de matière d'un système représente un nombre d'entités élémentaires spécifiées. Sa valeur est définie en fixant la valeur numérique du nombre d'Avogadro N_A quand elle est exprimée en mol^{-1} .

7 Constantes fondamentales

Vitesse de la lumière (vide) c

Constante d'Avogadro N_A

Charge élémentaire e

Constante de Planck h

Constante de Boltzmann k (ou k_B)

Fréquence de la transition hyperfine du césium $\Delta\nu_{\text{Cs}}$

Efficacité lumineuse d'un rayonnement monochromatique K_{cd}

Valeur approximatives

$3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

$6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$

$9 \cdot 10^9 \text{ Hz}$

683 lm.W^{-1}

Autre constantesConstante de gravitation \mathcal{G}

Constante molaire des gaz parfaits R

Valeur $6,7 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ $8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Deux unités supplémentaires sont utilisées pour les angles. Ce sont des unités sans dimension.

- angle plan entre deux demi-droites :

Sur un cercle de centre O, de rayon R, les demi-droites découpent un arc de longueur s, alors l'angle

est défini par $\alpha = \frac{s}{R}$, indépendant de R.

- angle solide : hors programme en sup (angle dans l'espace).

Grandeur supplémentaire	Unité S.I.	Dimension
Angle plan	radian (rad)	sans
Angle solide	stéradian (sr)	sans

2.) Les unités dérivées

Elles sont définies à partir de relations entre les unités fondamentales.

Equation aux dimensions :

Relation symbolique donnant le lien entre une grandeur et les grandeurs fondamentales.

Grandeur dérivée	Unité S.I.	Dimension
Surface		
Volume		
Masse volumique		
Vitesse		
Accélération		
Fréquence		
Vitesse angulaire		
Force		
Travail, énergie		
Puissance		
Moment d'une force		
Pression		
Quantité d'électricité		
Potentiel électrique (ou tension)		
Résistance électrique		

Capacité électrique		
Champ magnétique		

Un système d'unités est défini par le choix :

- d'unités fondamentales.
- de relations de définitions des unités dérivées

3.) Multiples et sous-multiples

Ils sont utilisés afin de s'adapter aux grandeurs. On peut s'en passer en utilisant la notation scientifique

Multiples			Sous-multiples		
10^{12}			10^{-1}		
10^9			10^{-2}		
10^6			10^{-3}		
10^3			10^{-6}		
10^2			10^{-9}		
10^1			10^{-12}		

4.) Unités particulières

Unités ni multiples ni sous-multiples des unités du système international.

III Applications

1.) Recherche de l'unité d'une grandeur

2.) Vérification de l'homogénéité d'une relation

Définition : Une relation traduisant une loi physique est homogène quand les deux membres de la relation possèdent la même unité ou ont la même dimension.

Propriétés : - Une relation est fautive si elle n'est pas homogène, mais une relation homogène n'est pas forcément juste.

- Pour une somme $z = x + y$, les trois termes doivent être homogènes. Si x et y ne sont pas homogènes, la relation est fautive.

3.) Nombre de chiffres significatifs

Définition : On appelle chiffres significatifs tous les chiffres dont on est sûr, et le premier chiffre incertain (se mettre en notation scientifique).

Propriétés :

1. Après addition ou soustraction, le résultat ne doit pas avoir plus de décimales que le nombre qui en comporte le moins.

2. Après multiplication ou division, le résultat ne doit pas avoir plus de chiffres significatifs que la valeur la moins précise.

3. Un nombre entier naturel est considéré comme possédant un nombre illimité de chiffres significatifs.

Remarque :

Lorsqu'un calcul nécessite une suite d'opérations, elles sont faites en utilisant les données avec tous leurs chiffres significatifs.

La détermination du nombre de chiffres significatifs du résultat final s'effectue à la fin de toutes les opérations.