

Chapitre 00

Unités, formules littérales et applications numériques

Capacités exigibles :

- Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique/ingénieur pour écrire un résultat et l'unité correspondante.

I. Unités du système international :A. Grandeurs, valeurs et unités :❖ **Qu'est-ce que la valeur d'une grandeur ?**

Déterminer la valeur d'une grandeur, c'est la comparer à une grandeur de référence qui donne son nom à l'unité employée pour exprimer sa valeur.

❖ **Unités du système international (USI ou SI)**

Le système international (SI) a été mis en place par la 26^{ème} Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM). Il fixe en 2018 des règles pour les préfixes, les unités dérivées et d'autres indications. Le SI est fondé sur un choix de **sept unités de base**.

Grandeur	Longueur	Masse	Durée	Température	Quantité de matière	Intensité électrique	Intensité lumineuse
Unité S.I	Mètre	Kilo-gramme	Seconde	Kelvin	Mole	Ampère	Candela
Symbole	<i>m</i>	<i>kg</i>	<i>s</i>	<i>K</i>	<i>mol</i>	<i>A</i>	<i>cd</i>

Comment est défini un mètre ?

Le mètre est la distance parcourue par un rayonnement électromagnétique dans le vide pendant une durée de $\frac{1}{299\,792\,458}$ seconde.

B. Existe-il 7 unités seulement ?

Il existe de très nombreuses unités en dehors des sept unités de base du système SI (par exemple : le volt, le watt etc.)

Toutes les unités sont formées à partir des sept unités de base du système SI. On les appelle les « unités dérivées ». Toutes ces unités peuvent donc s'exprimer en fonction des sept unités de base du système SI.

Les noms et les symboles de certaines de ces unités peuvent être remplacés par des noms et des symboles spéciaux qui peuvent être utilisés pour exprimer les noms et symboles d'autres unités dérivées.

❖ Comment exprimer les unités en fonction des sept unités de base du système SI ?

Il faut utiliser une formule littérale liant la grandeur dont on cherche à exprimer l'unité, à des grandeurs dont l'unité est une unité de base du système SI.

Exemple (à savoir faire) : la fréquence d'un signal périodique

La fréquence f d'un signal a pour formule littérale :

$$f = \frac{1}{T}$$

La fréquence f a pour unité le Hertz, de symbole Hz .

Le nombre 1 n'a pas d'unité et la période T a pour unité la seconde. $\frac{1}{T}$ a donc pour unité $/s$ ou encore s^{-1} (prononcé « par seconde »). On en conclut que l'unité « Hertz » correspond donc à l'unité « $/s$ » (ou s^{-1}).

Exemples : la tension et la résistance électrique

A l'aide des formules adéquates, on arrive à exprimer le volt et l'ohm à partir des unités du S.I :

$$1 V = 1 kg \cdot m^2 \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$$

$$1 \Omega = 1 kg \cdot m^2 \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$$

C. Les multiples et sous-multiples des unités :

Dans ce paragraphe, il n'y a rien à comprendre, tout est à apprendre par cœur (si vous ne les connaissez pas déjà).

Soit X , le symbole de l'unité de la grandeur étudiée.

❖ **Sous multiples des unités :**

Nom du sous-multiple	Symbole	Conversion du sous-multiple en X
milliX	mX	$1 mX = 1 \times 10^{-3}X$
microX	μX	$1 \mu X = 1 \times 10^{-6}X$
nanoX	nX	$1 nX = 1 \times 10^{-9}X$
picoX	pX	$1 pX = 1 \times 10^{-12}X$
femtoX	fX	$1 fX = 1 \times 10^{-15}X$

❖ **Multiples des unités :**

Nom du sous-multiple	Symbole	Conversion du multiple en X
kiloX	kX	$1 kX = 1 \times 10^3X$
mégaX	MX	$1 MX = 1 \times 10^6X$
gigaX	GX	$1 GX = 1 \times 10^9X$
téraX	TX	$1 TX = 1 \times 10^{12}X$

II. Notation scientifique et chiffres significatifs dans une mesure :

A. Rappels de Mathématiques :

❖ **La différence entre un nombre et un chiffre :**

1,022 est un nombre, comportant 4 chiffres.

0,02 est un nombre, comportant 3 chiffres.

❖ **Arrondir un nombre :**

Si le chiffre qui disparaît dans l'arrondi est compris entre 0 et 4, alors le chiffre situé avant ne change pas de valeur.

Si le chiffre qui disparaît dans l'arrondi est compris entre 5 et 9, alors le chiffre situé avant gagne une unité.

Exemples :

1,522 a pour arrondi 1,52 ou 1,5 ou 2.

0,853 a pour arrondi 0,85 ou 0,9 ou 1.

❖ **Puissance de 10 :**

L'utilisation des puissances de 10 pour l'écriture d'un nombre permet d'alléger sa notation (en Mathématiques).

Si on décale n fois, une virgule dans un nombre, cela implique l'écriture d'une puissance de dix : $10^{\pm n}$

Le décalage de la virgule **vers la droite**, implique l'écriture d'une puissance de 10 avec un signe « **moins** » devant n .

Le décalage de la virgule **vers la gauche**, implique l'écriture d'une puissance de 10 avec un signe « **plus** » devant n .

Exemples :

$$123\ 456\ 789 = 12,3456789 \times 10^7 = 1,23456789 \times 10^8$$

$$0,000\ 0152 = 1,52 \times 10^{-5}$$



Vous devez **impérativement** savoir taper les calculs comprenant des puissances de 10 à l'aide de vos calculettes.

B. Notation scientifique/ingénieur d'un nombre :Définition : à connaître par cœur

La notation scientifique (ou ingénieur) est l'écriture d'un nombre sous la forme du produit :

$$a \times 10^n$$

avec $1 \leq a < 10$ et n , nombre entier positif ou négatif (différent de zéro)

Exemples :

$$12 = 1,2 \times 10^1$$

$$0,000\ 0152 = 1,52 \times 10^{-5}$$

$$6432 = 6,432 \times 10^3$$

C. Chiffres significatifs dans la valeur d'une mesure :

Vidéo pour comprendre les notions abordées dans ce paragraphe :

« Chiffres significatifs : comment arrondir le résultat d'une application numérique ? »



En Physique, les **nombres** utilisés pour exprimer la valeur d'une grandeur sont en général issus d'un **mesurage**. Selon la méthode et l'appareil de mesure utilisés, le nombre représentant cette valeur mesurée contient plus ou moins de chiffres.



Mathématiquement, le nombre 2,000 est bien égal au nombre 2.

En Physique, si le nombre 2,000 représente une valeur mesurée, il indique que le processus de mesure utilisé est plus « complet » qu'un autre processus de mesure aboutissant à la valeur 2. Ces deux nombres n'ont donc plus le même sens, **la même signification**.

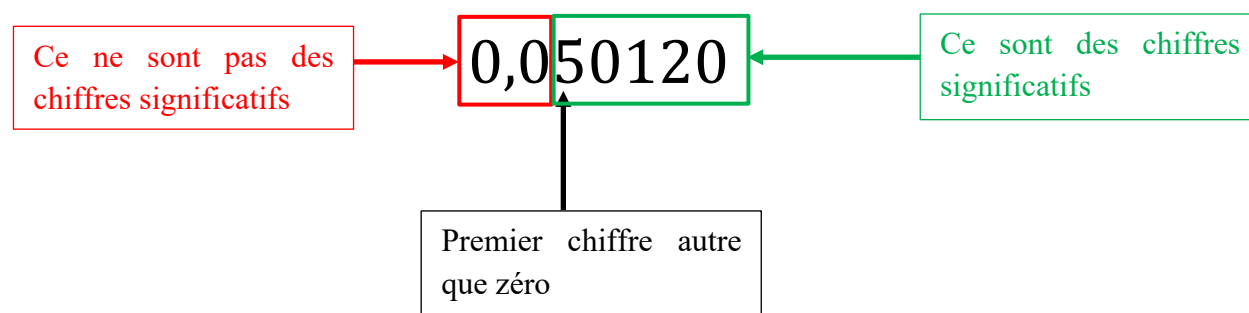
❖ **Apprendre à repérer les chiffres significatifs dans une mesure :**

Lorsque le nombre correspond à une valeur mesurée (en TP par exemple) ou à une donnée d'un exercice, il faut appliquer la « règle des zéros » pour repérer les chiffres significatifs :

Règle des zéros :

Les zéros avant le premier chiffre autre que zéro, ne font pas partie des chiffres significatifs.

Les zéros après le premier chiffre autre que zéro, font partie des chiffres significatifs.



Comparaison Mathématiques/ Physique :

	Mathématiques	Physique
Nombre	0,050	Si 0,050 est une mesure/donnée
	$0,050 = 0,05$	$0,050 \neq 0,05$
Écriture scientifique du nombre	5×10^{-2}	$5,0 \times 10^{-2}$
Nombre de CS	Infinité	2

III. Exploitation de formules littérales :

A. Isoler la grandeur cherchée dans une formule littérale :

Dans cette partie du chapitre, on rappelle quelques techniques « vitales » pour isoler la lettre « a » représentant la grandeur que l'on doit calculer.

$a + b = c \Leftrightarrow a = c - b$	$a \times b = c \Leftrightarrow a = \frac{c}{b}$
$a - b = c \Leftrightarrow a = c + b$	$\frac{a}{b} = c \Leftrightarrow a = c \times b$
$\log(a) = c \Leftrightarrow a = 10^c$	$\sin(a) = c \Leftrightarrow a = \arcsin(c)$
Si $a^2 = b$ alors $a = \sqrt{b}$ ou $a = -\sqrt{b}$	

Remarque :

Il faut aussi savoir développer les expressions littérales :

$$a \times (b + c) = a \times b + a \times c$$

$$-(b - c) = -b + c$$

B. Comment effectuer correctement une application numérique ?

Principe général pour les exercices (sauf ceux du chapitre 01) et pour l'écrit du BTS :

Le résultat d'une application numérique (qui ne tient pas compte de l'évaluation des incertitudes) doit avoir **3 ou 4** chiffres significatifs.

❖ **Méthode de rédaction pour calculer la valeur d'une grandeur :**

Dans la plupart des exercices, vous devrez calculer la valeur d'une grandeur à partir d'une formule littérale et des valeurs d'autres grandeurs (présentes dans la formule littérale).

1. Dans la formule littérale, repérer la lettre représentant la grandeur que l'on doit calculer.
2. Isoler la lettre (représentant la grandeur que l'on doit calculer) d'un côté de l'égalité, **sans remplacer aucune des lettres par sa valeur et en rédigeant chaque étape du processus.**
3. Remplacer ensuite les valeurs des grandeurs connues en veillant à respecter les unités : il faut remplacer les préfixes pour leur puissance de 10 associée, **sans décaler aucune virgule** (cela entraîne des erreurs !)
4. Sur votre calculatrice (si nécessaire), effectuer le calcul.
5. Rédiger enfin votre résultat sur votre copie :
lettre = valeur déterminée en notation scientifique avec 3 ou 4 CS, suivie de l'unité.



Lors d'une application numérique en Physique, il faut toujours convertir les valeurs des grandeurs dans l'unité de la grandeur (par exemple, passer une tension du mV au V).

Chapitre 0 - Ce qu'il faut savoir :

- Connaître les unités du SI.
- Connaître les sous multiples et multiples des unités ainsi que les puissances de 10 correspondants.
- Connaître la définition de la notation scientifique d'un nombre.
- Connaître la règle des zéros pour compter les chiffres significatifs
- Connaître les fonctions réciproques des fonctions usuelles.

Chapitre 0 - Ce qu'il faut savoir-faire :

- Savoir déterminer l'unité dérivée d'une grandeur à l'aide d'une formule littérale.
- Savoir utiliser les puissances de 10, arrondir un nombre
- Savoir compter les chiffres significatifs d'une mesure
- Savoir adapter le nombre de CS du résultat d'un calcul.
- Savoir rédiger un calcul.
- Savoir isoler une grandeur dans une formule.