

À quoi sert cette fiche? Cette fiche est un outil de référence à consulter toute l'année, dès qu'un calcul bloque (puissances de 10, conversions, écriture scientifique, chiffres significatifs, calcul littéral, proportionnalité). Elle montre comment réutiliser ces outils en physique-chimie.

1 Les puissances de 10

En physique-chimie, on rencontre souvent des nombres très grands ou très petits. On les écrit alors à l'aide des « puissances de 10 », une notation plus compacte. Par exemple, la masse d'un proton s'écrit $m_p = 0,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,001\,67\text{ kg}$, ce qui est peu lisible. On préfère écrire :

$$m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Il y a 26 zéros avant les chiffres 167 : l'exposant -27 traduit ce décalage de la virgule.

1.1 Propriété des puissances de 10

À retenir

$$10000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^4$$

$$0,0001 = \frac{1}{10000} = \frac{1}{10^4} = 10^{-4}$$

Lorsqu'on multiplie deux puissances de 10, les exposants s'additionnent :

$$10^2 \times 10^3 = 100 \times 1000 = 100\,000 = 10^5$$

Lorsqu'on divise deux puissances de 10, les exposants se soustraient :

$$\frac{10^5}{10^2} = \frac{100\,000}{100} = 1000 = 10^3$$

Exemple résolu. $2000 = 2 \times 1000 = 2 \times 10^3 = 2 \times 10^3$. On a décalé la virgule de 3 rangs vers la gauche : l'exposant est donc +3.

À vous. Écrire les nombres suivants en utilisant la notation en puissance de 10.

$$245\,000 = 245 \times 10^3 = 2,45 \times 10^5$$

$$0,054\,178 = 54,178 \times 10^{-3} = 5,4178 \times 10^{-2}$$

$$89\,744 = 89,744 \times 10^3 = 8,9744 \times 10^4$$

$$0,000\,0869 = 86,9 \times 10^{-6} = 8,69 \times 10^{-5}$$

$$0,0005 = 5 \times 10^{-4}$$

2 Préfixes et conversions

Voici une liste non exhaustive des préfixes à connaître en physique-chimie pour réaliser des conversions.

À retenir

Préfixe	femto	pico	nano	micro	milli	centi	unité	hecto	kilo	méga	giga	téra
Symbole	<i>f</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	μ	<i>m</i>	<i>c</i>	unité	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>M</i>	<i>G</i>	<i>T</i>
En puissance de 10	10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	1	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}

⚠ Les préfixes « déci » et « déca » sont peu utilisés en physique et ne figurent pas dans le tableau. ⚠

Comment utiliser ce tableau ?

$$3,2\text{ kg} = 3,2 \times 1\text{ kg} = 3,2 \times 10^3\text{ g} = 3200\text{ g}$$

$$6,55\text{ }\mu\text{m} = 6,55 \times 1\text{ }\mu\text{m} = 6,55 \times 10^{-6}\text{ m} = 0,000\,006\,55\text{ m}$$

À vous. Réaliser les conversions suivantes.

- Convertir 25 cL en litres : $25 \text{ cL} = 25 \times 10^{-2} \text{ L} = 0,25 \text{ L}$
- Convertir 5,5 kW en watts : $5,5 \text{ kW} = 5,5 \times 10^3 \text{ W} = 5500 \text{ W}$
- Convertir 6 To en mégaoctets : $6 \text{ TB} = 6 \times 10^{12} \text{ B} = 6 \times 10^6 \text{ MB} = 6 \times 10^6 \text{ MB}$
- Convertir 60 mg en kilogrammes : $60 \text{ mg} = 60 \times 10^{-3} \text{ g} = 60 \times 10^{-6} \text{ kg} = 6 \times 10^{-5} \text{ kg}$

2.1 L'écriture scientifique

À retenir

L'écriture scientifique consiste à écrire un nombre sous la forme

$$\pm a \times 10^n$$

avec $1 \leq a < 10$ et n un nombre entier relatif.

Cette notation est très pratique et permet notamment de comparer deux nombres uniquement en **comparant leurs puissances de dix** respectives. On dit dans ce cas qu'on compare les **ordres de grandeur**.

Exemple résolu. $30 = 3 \times 10 = 3 \times 10^1 = 3 \times 10^1$. On garde un seul chiffre devant la virgule : ici $a = 3$ et $n = 1$.

À vous. Mettre en écriture scientifique les nombres suivants.

$$4007 = 4,007 \times 10^3$$

$$0,0004585 = 4,585 \times 10^{-4}$$

$$1864615 = 1,864615 \times 10^6$$

$$0,58 \times 10^5 = 5,8 \times 10^4$$

$$215861 \times 10^8 = 2,15861 \times 10^{13}$$

$$0,0458 \times 10^{-6} = 4,58 \times 10^{-8}$$

$$0,52 = 5,2 \times 10^{-1}$$

2.2 Les chiffres significatifs

Le nombre de chiffres significatifs (CS) d'un résultat traduit la précision d'une donnée ou d'un calcul.

Il faut dans un premier temps écrire le nombre en écriture scientifique, puis il suffit de compter le nombre de chiffres.

- $1,254 \times 10^2$ possède quatre chiffres significatifs.
- $1,3 \times 10^2$ représente la même valeur que précédemment, arrondie avec seulement 2 CS, **on perd en précision**. Les zéros à la fin d'un nombre comptent comme CS :
- $1,2540 \times 10^2$ possède 5 CS. De même, 0,12540 possède aussi 5 CS : les zéros **au début** d'un nombre ne comptent pas, mais les zéros **à la fin** oui.

⚠ Les zéros au début d'un nombre ne comptent pas : c'est pour cela qu'on écrit d'abord le nombre en écriture scientifique pour ne pas se tromper. ⚠

Exemple résolu. Avec 4 chiffres significatifs : $m_p = 1,6726 \times 10^{-27} \text{ kg} \approx 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$. On a arrondi 1,6726 en 1,673.

À vous. La masse d'un proton est $m_p = 1,6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$. Donner cette masse avec 1, 2 puis 3 chiffres significatifs.

$$1 \text{ CS : } m_p \approx 2 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$2 \text{ CS : } m_p \approx 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$3 \text{ CS : } m_p \approx 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

2.2.1 Application - La verrerie en chimie

La verrerie utilisée en chimie possède différents degrés de précision :

- Le bécher sert seulement de contenant : il n'est jamais utilisé pour mesurer un volume.

- L'éprouvette graduée mesure des volumes approximatifs : le nombre de chiffres significatifs est donc faible. Par exemple $V = 25 \text{ mL}$.
- La fiole jaugée sert à préparer des solutions avec des volumes précis : le nombre de chiffres significatifs est plus important. Par exemple $V = 25,0 \text{ mL}$.
- La pipette jaugée sert à prélever des volumes très précis de solution : le nombre de chiffres significatifs est élevé. Par exemple $V = 25,00 \text{ mL}$.

⚠ En mathématiques, un zéro en fin de nombre après la virgule peut sembler inutile. En physique-chimie, **il témoigne de la précision d'une mesure : il doit être conservé.** ⚠

2.2.2 Nombre de chiffres significatifs à garder lors d'une application numérique

À retenir

Dans une **multiplication** ou une **division**, le résultat s'écrit avec autant de chiffres significatifs que la donnée **mesurée** qui en a le moins. Les nombres exacts (comptages, facteurs de conversion) ne limitent pas le nombre de chiffres significatifs. La calculatrice affiche souvent plus de chiffres que nécessaire : il faut donc **arrondir** le résultat.

Exemple résolu. $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{360 \text{ km}}{3,00 \text{ h}} = 120 \text{ km/h} = 1,20 \times 10^2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Les deux données (360 et 3,00) ont 3 CS : le résultat s'écrit avec 3 CS. On garde le **zéro final** : $1,20 \times 10^2$ et non $1,2 \times 10^2$.

3 Le calcul littéral

3.1 Utilisation des unités dans les calculs

Les unités doivent apparaître lors d'une application numérique. En physique-chimie, chaque grandeur possède une unité qu'il faut préciser dans le calcul : elles indiquent aussi dans quelle unité exprimer le résultat.

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{360 \text{ km}}{3,00 \text{ h}} = 120 \text{ km/h} = 120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

⚠ Les notations $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ et km/h sont équivalentes : ce sont deux écritures d'une même unité. ⚠

À vous. En utilisant la formule $\rho = \frac{m}{V}$, calculer la masse volumique d'une solution de volume $V = 25,0 \text{ mL}$ dont la masse est $m = 27,4 \text{ g}$. Penser au nombre de chiffres significatifs du résultat (voir ci-dessus).

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{27,4 \text{ g}}{25,0 \text{ mL}} = 1,096 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \approx 1,10 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ (3 chiffres significatifs)}$$

(soit $1,10 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ou $1,10 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

3.2 Comment isoler une inconnue

Pour isoler une inconnue, on utilise la notion d'**opérations réciproques** : ce qu'on fait d'un côté du signe $=$, on le fait aussi de l'autre.

- L'opération réciproque de la division est la multiplication (et inversement).
- L'opération réciproque de la soustraction est l'addition (et inversement).
- L'opération réciproque de la fonction carré est la racine carrée.

Comment isoler la distance d dans la formule $v = \frac{d}{\Delta t}$?

Étape 1 : on multiplie les deux membres par Δt .

$$v = \frac{d}{\Delta t} \Leftrightarrow v \times \Delta t = \frac{d}{\Delta t} \times \Delta t$$

Étape 2 : on simplifie.

$$\Leftrightarrow d = v \times \Delta t$$

À vous. Dans la formule $\rho = \frac{m}{V}$, isoler le volume V (en deux étapes).

Étape 1 : on multiplie les deux membres par V : $\rho \times V = \frac{m}{V} \times V = m$

Étape 2 : on divise les deux membres par ρ : $V = \frac{m}{\rho}$

4 La proportionnalité

4.1 Construire un tableau de proportionnalité

Le noyau d'un atome de carbone possède 12 nucléons pour une masse de $m_c = 2,00 \times 10^{-26}$ kg. Quelle est la masse d'un atome d'oxygène qui possède 16 nucléons ?

	$\div 12$	$\times 16$	
Nombre de nucléons	12	1	16
Masse du noyau (kg)	$2,00 \times 10^{-26}$	$1,67 \times 10^{-27}$	$2,67 \times 10^{-26}$
	$\div 12$	$\times 16$	

La masse du noyau de l'atome d'oxygène est donc de $m_o = 2,67 \times 10^{-26}$ kg

Interprétation :

- 1^{re} colonne : 12 nucléons ont une masse de $2,00 \times 10^{-26}$ kg
- 2^e colonne : Retour à l'unité $\rightarrow$ 1 nucléon possède une masse de $1,67 \times 10^{-27}$ kg
- 3^e colonne : 16 nucléons possèdent une masse de $2,67 \times 10^{-26}$ kg

4.2 Relation mathématique

Si une grandeur y est proportionnelle à une grandeur x , alors il est possible d'écrire $y = k \times x$ avec k une constante appelée coefficient de proportionnalité. C'est l'équation d'une fonction linéaire en mathématiques : elle est représentée graphiquement par une droite passant par l'origine.

Calcul du coefficient directeur k :

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

Si l'on revient sur notre exemple de masse du noyau de l'atome d'oxygène, en notant A le nombre de nucléons dans le noyau, on obtient :

$$m_{\text{noyau}} = m_{\text{nucléon}} \times A$$

Graphiquement, on obtient :

