Outils indispensables en chimie

1. Unités de différentes grandeurs physiques

Il ne faut pas confondre une **grandeur** physique et son **unité**.

Une grandeur physique se mesure avec un appareil de mesure et elle s'exprime avec une unité. Certaines grandeurs physiques peuvent se calculer en utilisant une expression littérale que l'on appelle formule.

Grandeur physique	Unité	Appareil de mesure
Longueur	Mètre (m)	règle, ….
Masse	kilogramme (kg) NB : (1 tonne = 1000 kg)	Balance
Température	Degré Celsius (°C) Kelvin (K)	Thermomètre
Vitesse	Mètre par seconde ($m.s^{-1}$ ou m/s)	Calculée par la relation : $\text{vitesse} = \frac{\text{distance}}{\text{durée}}$
Surface	m^2	Calculée par la relation : largeur x longueur
Volume	m^3 ou L (1 dm^3 = 1L, 1 cm^3 = mL)	Récipient gradué ou jaugé : éprouvette graduée, d'une pipette jaugée…

Toute grandeur physique doit être écrite avec son unité. Celle-ci est nécessaire pour comparer les valeurs d'une même grandeur physique. Le système international d'unité (noté SI) compte sept unités fondamentales :

Grandeur	Unité	Symbole
Masse	kilogramme	kg
Longueur	mètre	m
Temps	seconde	s
Intensité d'un courant	ampère	A
Température	kelvin	K
Intensité lumineuse	candela	cd
Quantité de matière	mole	mol

Toutes les autres unités (mètre par seconde, gramme par litre, joule, newton, pascal, volt, watt, hertz, etc.) dérivent de ces 7 unités de base.

2. Multiples et sous-multiples d'une unité

Cette figure indique les sous-multiples et les multiples des unités de mesure.

Par exemple, 12 km : 12 km = 12 x 1 000 = 12 000 m
C'est équivalent de dire 12 km ou 12 x 10^3 m.
1 km est un mille fois plus grand qu'1 mètre.

1 000 000 000 000 = 10^{12}	téra	T
1 000 000 000 = 10^9	giga	G
1 000 000 = 10^6	méga	M
1 000 = 10^3	kilo	k
100 = 10^2	hecto	h
10 = 10^1	déca	da
1 = 10^0	unité	
0,1 = 10^{-1}	déci	d
0,01 = 10^{-2}	centi	c
0,001 = 10^{-3}	milli	m
0,000 001 = 10^{-6}	micro	µ
0,000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
0,000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f

À CONNAÎTRE PAR CŒUR

Méthode : conversion d'une unité multiple ou sous-multiple en une autre unité multiple ou sous-multiple

Cette méthode permet d'effectuer de tête n'importe quelle conversion à condition de connaître les puissances de dix associées aux différents préfixes.

Étape 1 : pour convertir une valeur d'une unité xU en une unité yU, on commence par déterminer la puissance de 10 associée à xU (10^a), puis celle associée à yU (10^b).
Étape 2 : on effectue la différence (a – b) entre les exposants des 2 unités
Étape 3 : la valeur convertie est alors : yU = $10^{(a-b)}$ x xU
Étape 4 : vérifier que l'exposant est bien positif lorqu'on convertir dans une unité plus petite et négatif quand on convertit vers une unité plus grande

Vidéo d'explication pour les conversions	Écrire un nombre avec les puissances de 10	Pour vous aider à les apprendre par cœur https://quizlet.com/_5i6ztj

Exemple 1 : convertir 22,5 Gm en km	Exemple 2 : convertir 3,5 km en nm	Exemple 3 : convertir 47 mm en hm
Le préfixe G giga est associé à 10^9, le préfixe kilo est associé à 10^3	Le préfixe kilo est associé à 10^3, le préfixe nano est associé à 10^{-9}	Le préfixe milli est associé à 10^{-3}, le préfixe hecto est associé à 10^2
Différence entre les exposants :	Différence entre les exposants :	Différence entre les exposants :
9 – 3 = 6	3 – (-9) = 12	- 3 – 2 = - 5
→ 22,5 Gm = 22,5 x 10^6 km	→ 3,5 km = 3,5 x 10^{12} nm	→ 47 mm = 47 x 10^{-5} hm

Règles d'opérations avec les puissances

$$10^a \times 10^b = 10^{a+b} \qquad \frac{1}{10^a} = 10^{-a} \qquad \frac{10^a}{10^b} = 10^{a-b} \qquad \left(10^a\right)^b = 10^{(a \times b)}$$

$$\frac{1}{x} = x^{-1} \qquad \frac{1}{x^2} = x^{-2} \qquad \frac{1}{x^n} = x^{-n}$$

3. Expression des résultats en physique-chimie

3.1. Notation scientifique https://www.hatier-clic.fr/miniliens/mie/2018/9782401049611/pc2_activites_interactives/ai_notationscientifique/index.htm

La notation scientifique est l'écriture d'un nombre avec un seul chiffre avant la virgule, multiplié par une puissance de 10.
La valeur doit toujours être suivie du symbole de l'unité

Exemples :

Écriture scientifique de 4 807 m : 4807 m = 4,807 × 10^3 m

Écriture scientifique de 0,53 × 10^{-10} m : 0,53 × 10^{-10} m = 5,3 × 10^{-1} × 10^{-10} = 5,3 × 10^{-11} m

3.2. Précision de la mesure

Une grandeur physique (longueur, masse, temps) ne peut pas être mesurée exactement. Le résultat de la mesure dépend de l'instrument utilisé, de l'expérimentateur, de la méthode de mesure,…

L'incertitude est appelée « précision » de la mesure : plus la mesure est précise, plus l'incertitude est faible, et plus le résultat comportera de chiffres.

3.3. Chiffres significatifs

Lors d'une mesure, un expérimentateur écrit le résultat de sa mesure : L = 25,1 cm

- Ce résultat comporte 3 chiffres significatifs (2, 5, 1). On peut écrire :
  L = 25,1 cm ou L = 0,251 m ou L = 25,1.10^{-2} m
- Ces écritures sont équivalentes car ces nombres comportent toujours 3 chiffres significatifs : **les zéros à la gauche du nombre ne comptent pas.**
- En revanche, si l'expérimentateur écrit 25,10 cm, cela signifie que la mesure comporte 4 chiffres significatifs (2, 5, 1 et 0) et que la mesure est plus précise.

- Le résultat d'une mesure est écrit avec un nombre de chiffres significatifs en accord avec la précision de l'appareil de mesure
- Le nombre de chiffres significatifs donne une information sur la précision d'une valeur.
- Lors d'un calcul, on exprime le résultat avec un nombre de chiffres significatifs en accord avec les données utilisées

Pour exprimer un résultat, on doit garder un nombre de chiffres significatifs qui indique sa précision. Dans un nombre, tous les chiffres sont significatifs à partir du 1er chiffre non-nul.

Exemples : 317,0 : 4 chiffres significatifs 0,00326 : 3 chiffres significatifs 2,450 x 10^{-2} : 4 chiffres significatifs

Donner le nombre de chiffres significatifs des nombres suivants :

- le nombre 2,01 possède 3 CS (2, 0 et 1)
- le nombre 0,0045 possède 2 CS (4 et 5)
- le nombre 0,0705 possède 3 CS (7, 0 et 5)
- le nombre 3,500 possède 4 CS (3, 5, 0 et 0)
- dans le nombre $4,0.10^4$ km , 2 CS
- dans le nombre $0,4.10^{-3}$m, 1 CS car le zéro de gauche ne compte pas.

Remarque : un nombre entier est considéré comme possédant un nombre infini de chiffres significatifs. Par exemple, l'atome d'hélium contient 2 protons, exactement 2. On pourrait écrire 2,0000000000…. avec autant de zéros que l'on veut.

Le résultat d'un calcul ne doit pas être exprimé avec une précision supérieure à celle de la donnée la moins précise.

Exemple à maîtriser : après une multiplication et/ou une division, le résultat ne doit pas comporter plus de chiffres significatifs que le nombre qui en a le moins.

Par exemple :

$$\frac{\overbrace{234{,}45}^{5CS}}{\underbrace{42{,}3}_{3CS}} \times \underbrace{2{,}3}_{2CS} = 12{,}747872 \rightarrow \text{le résultat doit être arrondi à } \underbrace{13}_{2CS}$$

Autres exemples :

- 1,2 x 3 = ~~3,6~~ = 4
- 3,4 x 2,15 = ~~7,310~~ = 7,3
- 0,20 x 1,4 = ~~0,280~~ = 0,28
- 44 ÷ 1,1 = 40

3.4. Règles d'arrondi

Pour écrire une valeur avec le nombre de décimales souhaitées, il faut arrondir cette valeur à celle qui lui est la plus proche :

- Pour tout chiffre strictement inférieur à 5 : ne pas changer la dernière décimale prise en compte
- Pour tout chiffre supérieur ou égal à 5 : ajouter 1 à la dernière décimale prise en compte

Exemples : 2,24 sera arrondi avec 2 chiffres significatifs à 2,2 et 2,25 sera arrondi avec 2 chiffres significatifs à 2,3.

4. Exercices

Exercice 1 : les puissances de 10 sans calculatrice

Écrire les nombres suivants en puissance de 10 (sans tenir compte des chiffres significatifs)

1000 = $\mathbf{10^3}$	0,001 = $\mathbf{10^{-3}}$	9000000 = $\mathbf{9 \times 10^6}$	0,0000000002 = $\mathbf{2 \times 10^{-10}}$	10 = $\mathbf{10^1}$	0,00008 = $\mathbf{8 \times 10^{-5}}$

Réaliser les opérations suivantes.

$10^2 \times 10^4 =$	$\mathbf{10^6}$	$\frac{10^{25}}{10^3} =$	$\mathbf{10^{22}}$	$10^2 - 10^4 =$	**100 – 10000** **= - 9900** **= - 9,9 x 10^3**
$10^3 \times 10^{-7} =$	$\mathbf{10^{-4}}$	$\frac{10^{-12}}{10^{-6}} =$	$\mathbf{10^{-6}}$	$\frac{10^{-1} \times 10^{-6}}{10^{-33} \times 10^8} =$	$\mathbf{10^{18}}$

Exercice 2 : indiquer le nombre de chiffres significatifs dans les mesures suivantes :

Données	10 000 m	520 mg	0,0052 L	40,240 g.L^{-1}	3 atomes	21,56 Hz	0,00897 N	0,010 mol	6,54 x 10^9 W
CS	**5**	**3**	**2**	**5**	**infini**	**4**	**3**	**2**	**3**

Exercice 3 : faire les calculs, noter les résultats avec un nombre de chiffres significatifs (CS) adapté

https://www.hatier-clic.fr/miniliens/mie/9782401020658/chiffres_significatifs/index.html

Calcul	Résultat
26,2 x 5894 =	**1,54 x 10^5**
5,01 x 2,0 =	**1,0 x 10^1 ou 10**
39547815 x 4 =	**2 x 10^8**
36 x 4,59 =	**1,7 x 10^2**
62,54 x 3,00 =	**1,88 x 10^2 ou 188**

Calcul	Résultat
1,00 x 3,000 =	**3,00**
3,0 x 10^8 x 2,4 x 10^{-6} =	**7,2 x 10^2**
$\frac{380\times10^6}{3{,}00\times10^8}=$	**1,27**
1,68 x 10^{-6} x 2,5 x 10^5 x 77,7 =	**3,3 x 10^1 ou 33**

Exercice 4 : À l'aide de votre calculatrice, calculer :

$\frac{9{,}11\times10^5\times8{,}72\times10^{-6}}{4{,}7\times10^{-2}\times1{,}50\times10^9}=$ 1,1 x 10^{-7}	$1{,}673\times10^{-27}\times\left(\frac{10}{100}\times3{,}00\times10^8\right)^2$ = 1,5 x 10^{42}

Exercice 5 : Associer les symboles des multiples et sous-multiples à leurs noms.

https://www.hatier-clic.fr/miniliens/mie/2018/9782401049611/pc2_activites_interactives/ai_prefixe/index.htm

G •	• milli
M •	• méga
k •	• kilo
m •	• nano
da •	• déci
n •	• giga
h •	• centi
c •	• déca
µ •	• micro
d •	• hecto

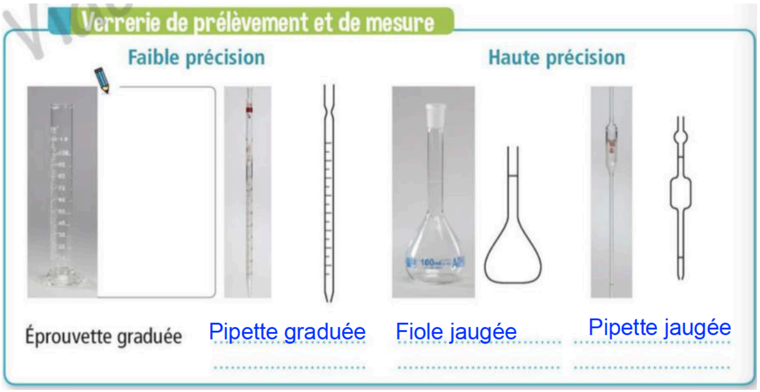
Exercice 6 : Convertir les valeurs suivantes

42 mV	**42 x 10^{-3} = 4,2 x 10^{-2}** V	**42 x 10^{-6} = 4,2 x 10^{-5}** kV	
0,15 A	**0,15 x 10^3 = 1,5 x 10^2** mA	**0,15 x 10^6 = 1,5 x 10^5** µA	
2653 mA	**2653 x 10^{-3} = 2, 653** A	**2653 x 10^{-6} = 2, 653 x 10^{-3}** kA	
0,0024 kA	**0,0024 x 10^3 = 2,4** A	**0,0024 x 10^6 = 2,4 x 10^3** mA	**0,0024 x 10^9 = 2,4 x 10^6** µA
265 µA	**265 x 10^{-6} = 2,65 x 10^{-4}** A	**265 x 10^{-3} = 2,65 x 10^{-1}** mA	
2,75 kΩ	**2,75 x 10^3** Ω		
3 mm	**3 x 10^{-1}** cm	**3 x 10^{-2}** dm	3 x 10^{-3} m
0,35 dm	**0,35 x10^2 = 35 = 3,5 x 10^1** mm	**0,35 x10^5 = 3,5 x 10^4** µm	**0,35 x10^{-1} = 3,5 x 10^{-2}** m
740 nm	**740 x10^{-9} = 7,40 x 10^{-7}** m	**740 x10^{-6} = 7,40 x 10^{-4}** mm	**740 x10^{-3} = 7,40 x 10^{-1}** µm

5. Au laboratoire

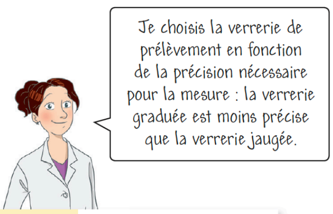
[Jeu d'association pictogrammes](#)

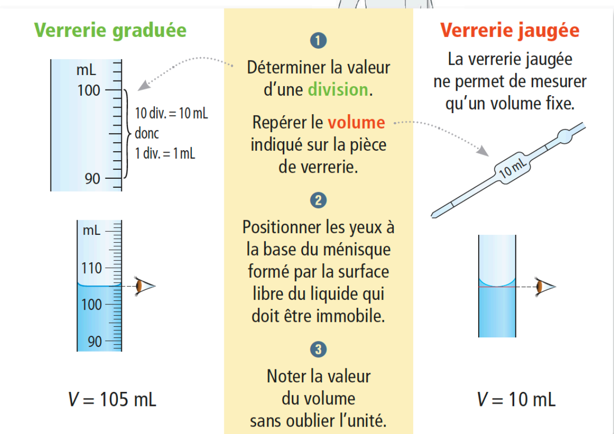
[Quiz pictogrammes](#)



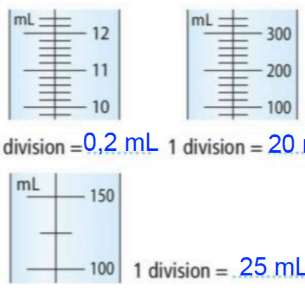
Mesurer un volume

Pour mesurer le **volume** ***V*** d'un liquide, on utilise une pièce de verrerie graduée (éprouvette ou pipette) ou jaugée (pipette à un ou deux traits, ou fiole).





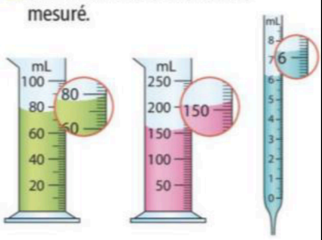
1. Déterminer la valeur d'une division.



1 division = 0,2 mL 1 division = 20 mL

1 division = 25 mL

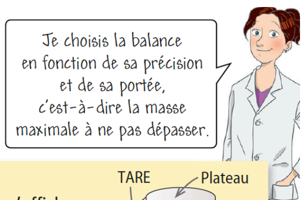
2. Donner la valeur du volume mesuré.



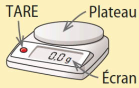
V = 76 mL V = 155 mL V = 6,2 m

Mesurer une masse

Pour mesurer la **masse** ***m*** d'un solide divisé (en poudre) ou d'un liquide, on utilise une balance électronique posée sur une table à l'horizontale et un récipient.

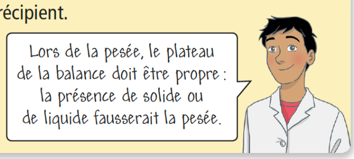


1. Mettre la balance en marche : la valeur 0,0 g s'affiche.



2. Poser sur le plateau le récipient vide qui contiendra le solide ou le liquide à peser. Appuyer sur le bouton TARE pour remettre l'affichage à 0,0 g et s'affranchir ainsi de la masse du récipient.

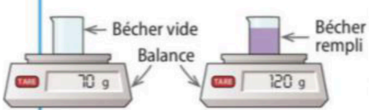
3. Mettre le solide ou le liquide à peser dans le récipient. Noter la valeur sans oublier l'unité (g).



1. Donner la masse du solide pesé en indiquant la précision de la mesure.

5,3 g à 0,1g près

2. Un élève a placé un bécher sur une balance puis l'a rempli d'un liquide. Il affirme que la masse de ce liquide est *m* = 120 g. Indiquer son erreur.



Il n'a pas retranché la masse du bécher vide. La masse du liquide est 120 – 70 = 50 g

3. Expliquer pourquoi il n'est pas possible de peser un solide de masse 0,500 kg avec une balance de portée 300 g.

0,500 kg = 500g, ce qui est supérieure à ce que la balance est capable de mesurer (300 g max)