Les chiffres significatifs — MÉTHODE 5

Objectifs : Compter • Calculer • Arrondir • Écriture scientifique

A. La méthode

Qu'est-ce qu'un chiffre significatif ?

Le nombre de chiffres significatifs (c.s.) d'un nombre est le nombre de chiffres qui le composent **à partir du premier chiffre non nul**, dans le sens de la lecture.

Nombre	245	$0{,}052$	$3{,}070$	$0{,}0400$	$6{,}0 \times 10^{-3}$
c.s.	3	2	4	3	2

Les règles à appliquer

1. **Les zéros.** Les zéros à gauche du premier chiffre non nul ne sont pas significatifs ($0{,}052$: 2 c.s.). Les zéros à droite d'un nombre décimal le sont ($2{,}50$: 3 c.s.). Un entier terminé par des zéros est ambigu : 1500 peut avoir 2, 3 ou 4 c.s. On utilise alors l'écriture scientifique ($1{,}5 \times 10^3$: 2 c.s. ; $1{,}50 \times 10^3$: 3 c.s.).
2. **Multiplication, division.** Le résultat comporte autant de c.s. que le nombre qui en a le *moins* parmi ceux utilisés.
3. **Addition, soustraction.** Le résultat comporte autant de décimales (chiffres après la virgule) que le nombre qui en a le *moins* parmi ceux utilisés.
4. **Constantes et nombres exacts.** Les constantes (nombre d'Avogadro, intensité de la pesanteur, célérité de la lumière…) et les nombres exacts (comptage, coefficient stœchiométrique, facteur $\frac{1}{2}$, facteur de conversion comme $1\,\mathrm{h} = 3600\,\mathrm{s}$) ne limitent pas le nombre de c.s. On ne les compte pas.
5. **Changement d'unité.** Convertir une grandeur ne change pas son nombre de c.s. : $0{,}250\,\mathrm{L} = 250\,\mathrm{mL}$ (3 c.s. dans les deux cas).
6. **Trop de chiffres.** Si le résultat comporte trop de chiffres par rapport au nombre de c.s. attendu, on l'écrit en écriture scientifique ou avec un préfixe multiplicateur : $146\,\mathrm{g}$ avec 2 c.s. s'écrit $1{,}5 \times 10^2\,\mathrm{g}$, et non $150\,\mathrm{g}$.
7. **Arrondir à la fin.** On garde tous les chiffres dans les calculs intermédiaires et on arrondit seulement le résultat final. Pour arrondir, si le chiffre suivant est supérieur ou égal à 5, on augmente le dernier chiffre conservé de 1 ; sinon on le laisse inchangé.
8. **Cas du pH.** Pour $\mathrm{pH} = -\log[\mathrm{H_3O^+}]$, le nombre de décimales du pH est égal au nombre de c.s. de la concentration (et réciproquement).
9. **Unité.** Un résultat s'écrit toujours avec son unité.

Exemple 1 : produit ou quotient : *Une vitesse* $v = \dfrac{d}{\Delta t}$ *avec* $d = 24{,}5\,\mathrm{m}$ *(3 c.s.) et* $\Delta t = 3{,}2\,\mathrm{s}$ *(2 c.s.). La calculatrice donne* $7{,}65625$*. Le plus petit nombre de c.s. est 2, donc* $v = 7{,}7\,\mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$*.*

Exemple 2 : somme : $12{,}5 + 3{,}24 = 15{,}74$*. Le nombre* $12{,}5$ *a 1 décimale et* $3{,}24$ *en a 2 : on garde 1 décimale, soit* $15{,}7$*.*

Exemple 3 : une constante : *Un poids* $P = m \times g$ *avec* $m = 0{,}350\,\mathrm{kg}$ *(3 c.s.) et* $g = 9{,}81\,\mathrm{N{\cdot}kg^{-1}}$ *(constante). La calculatrice donne* $3{,}4335$*. Seule la masse compte :* $P = 3{,}43\,\mathrm{N}$*.*

Exemple 4 : écriture scientifique : *Une masse* $m = n \times M$ *avec* $n = 2{,}5\,\mathrm{mol}$ *(2 c.s.) et* $M = 58{,}4\,\mathrm{g{\cdot}mol^{-1}}$*. La calculatrice donne* 146*. Avec 2 c.s., on ne peut pas écrire* $150\,\mathrm{g}$ *: on écrit* $m = 1{,}5 \times 10^2\,\mathrm{g}$*.*

Exemple 5 : le pH : *Pour* $[H_3O^+] = 3{,}2 \times 10^{-4}\,\text{mol·L}^{-1}$ *(2 c.s.), la calculatrice donne* $-\log(3{,}2 \times 10^{-4}) = 3{,}49485$. *Le pH comporte 2 décimales :* $\text{pH} = 3{,}49$.

Consignes : *Les formules et les constantes nécessaires sont données dans chaque exercice. Les résultats sont donnés avec le bon nombre de chiffres significatifs et leur unité. Les exercices sont classés par thème, puis par difficulté croissante (étoiles). La réponse est écrite à l'envers en bas de chaque exercice.*

B. Compter et arrondir

Exercice 1 – Compter les chiffres significatifs ★☆☆

Donner le nombre de chiffres significatifs de chaque nombre.

a) 245 **b)** $3{,}07$ **c)** $0{,}052$

d) $12{,}50$ **e)** $0{,}0400$ **f)** 1005

Réponse : a) 3 ; b) 3 ; c) 2 ; d) 4 ; e) 3 ; f) 4

Exercice 2 – Grandeurs mesurées ★☆☆

Donner le nombre de chiffres significatifs de chaque grandeur.

a) $m = 25{,}0\,\text{g}$ **b)** $V = 0{,}250\,\text{L}$ **c)** $t = 1{,}5\,\text{min}$

d) $\theta = 20{,}0\,^\circ\text{C}$ **e)** $\lambda = 589\,\text{nm}$ **f)** $C = 1{,}0 \times 10^{-2}\,\text{mol·L}^{-1}$

Réponse : a) 3 ; b) 3 ; c) 2 ; d) 3 ; e) 3 ; f) 2

Exercice 3 – Attention aux zéros ★★☆

Donner le nombre de chiffres significatifs de chaque nombre.

a) $0{,}0070$ **b)** $100{,}0$ **c)** $6{,}0 \times 10^{-3}$

d) $0{,}010\,20$ **e)** $2{,}500 \times 10^{8}$ **f)** $40{,}0$

Réponse : a) 2 ; b) 4 ; c) 2 ; d) 4 ; e) 4 ; f) 3

Exercice 4 – Changements d'unité ★★☆

Pour chaque grandeur, donner le nombre de chiffres significatifs de chacune des deux écritures. Que constate-t-on ?

a) $0{,}250\,\text{L} = 250\,\text{mL}$ **b)** $1{,}5\,\text{km} = 1{,}5 \times 10^{3}\,\text{m}$

c) $45\,\text{mm} = 0{,}045\,\text{m}$ **d)** $0{,}0030\,\text{g} = 3{,}0\,\text{mg}$

e) $12{,}0\,\text{min} = 7{,}20 \times 10^{2}\,\text{s}$ **f)** $5{,}00\,\text{kg} = 5{,}00 \times 10^{3}\,\text{g}$

Réponse : a) 3 et 3 ; b) 2 et 2 ; c) 2 et 2 ; d) 2 et 2 ; e) 3 et 3 ; f) 3 et 3. Un changement d'unité ne change pas le nombre de c.s.

Exercice 5 – Arrondir ★★☆

Arrondir chaque nombre au nombre de chiffres significatifs indiqué (écriture scientifique si nécessaire).

a) $8{,}675$ (3 c.s.) **b)** $0{,}004\,562$ (2 c.s.) **c)** $25\,489$ (3 c.s.)

d) $0{,}9996$ (3 c.s.) **e)** $1{,}0049$ (3 c.s.) **f)** $6{,}02214 \times 10^{23}$ (3 c.s.)

Réponse : a) $8{,}68$; b) $0{,}0046$; c) $2{,}55 \times 10^{4}$; d) $1{,}00$; e) $1{,}00$; f) $6{,}02 \times 10^{23}$

C. Calculer avec le bon nombre de chiffres significatifs

Exercice 6 – Produits et quotients ★☆☆

Effectuer chaque calcul et donner le résultat avec le bon nombre de chiffres significatifs.

a) $2{,}5 \times 3{,}4$ **b)** $7{,}85 \div 2{,}3$ **c)** $0{,}0250 \times 4{,}00$

d) $15{,}00 \div 3{,}0$ **e)** $1{,}20 \times 0{,}85$ **f)** $100{,}0 \div 7{,}00$

Réponse : a) $8{,}5$; b) $3{,}4$; c) $0{,}100$; d) $5{,}0$; e) $1{,}0$; f) $14{,}3$

Exercice 7 – Sommes et différences ★☆☆

Effectuer chaque calcul et donner le résultat avec le bon nombre de décimales.

a) $12{,}5 + 3{,}24$ **b)** $0{,}125 + 1{,}2$ **c)** $25{,}00 - 3{,}4$

d) $100{,}0 + 0{,}04$ **e)** $2{,}456 - 1{,}23$ **f)** $1{,}0 + 0{,}25 + 0{,}125$

Réponse : a) $15{,}7$; b) $1{,}3$; c) $21{,}6$; d) $100{,}0$; e) $1{,}23$; f) $1{,}4$

Exercice 8 – Repérer l'erreur ★★☆

Les résultats suivants ne respectent pas les règles des chiffres significatifs. Les corriger.

a) $2{,}5 \times 1{,}23 = 3{,}075$

b) $12{,}4 + 0{,}38 = 12{,}78$

c) $3{,}00 \times 10^8 \div 1{,}5 = 200\,000\,000$

d) $0{,}0250 \times 4{,}0 = 0{,}1$

e) $7{,}00 \div 3{,}00 = 2{,}3333$

Réponse : a) $3{,}1$ (2 c.s.) ; b) $12{,}8$ (1 décimale) ; c) $2{,}0 \times 10^8$ (2 c.s.) ; d) $0{,}10$ (2 c.s.) ; e) $2{,}33$ (3 c.s.)

Exercice 9 – Formules de physique et de chimie ★★☆

Calculer chaque grandeur avec le bon nombre de chiffres significatifs.

a) $v = \dfrac{d}{\Delta t}$ avec $d = 24{,}5\,\text{m}$ et $\Delta t = 3{,}2\,\text{s}$.

b) $m = n \times M$ avec $n = 0{,}250\,\text{mol}$ et $M = 58{,}4\,\text{g·mol}^{-1}$.

c) $C = \dfrac{n}{V}$ avec $n = 2{,}5 \times 10^{-3}\,\text{mol}$ et $V = 50{,}0\,\text{mL}$ (résultat en mol·L^{-1}).

d) $U = R \times I$ avec $R = 47\,\Omega$ et $I = 0{,}125\,\text{A}$.

e) $E_c = \dfrac{1}{2}\,m\,v^2$ avec $m = 0{,}250\,\text{kg}$ et $v = 12{,}0\,\text{m·s}^{-1}$.

Réponse : a) $7{,}7\,\text{m·s}^{-1}$; b) $14{,}6\,\text{g}$; c) $5{,}0 \times 10^{-2}\,\text{mol·L}^{-1}$; d) $5{,}9\,\text{V}$; e) $18{,}0\,\text{J}$

Exercice 10 – Avec des constantes ★★☆

Calculer chaque grandeur avec le bon nombre de chiffres significatifs. Les constantes ne comptent pas.

a) $n = \dfrac{N}{N_A}$ avec $N = 3{,}01 \times 10^{23}$ entités et $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$.

b) $P = m \times g$ avec $m = 0{,}350\,\text{kg}$ et $g = 9{,}81\,\text{N·kg}^{-1}$.

c) $d = c \times \Delta t$ avec $\Delta t = 1{,}28\,\text{s}$ et $c = 2{,}998 \times 10^8\,\text{m·s}^{-1}$.

d) $E = \dfrac{h\,c}{\lambda}$ avec $\lambda = 589\,\text{nm}$, $h = 6{,}626 \times 10^{-34}\,\text{J·s}$ et $c = 2{,}998 \times 10^8\,\text{m·s}^{-1}$.

e) $V = n \times V_m$ avec $n = 0{,}0250\,\text{mol}$ et $V_m = 24{,}0\,\text{L·mol}^{-1}$.

f) $T = \theta + 273{,}15$ avec $\theta = 37\,^\circ\text{C}$ (T en kelvins).

Réponse : a) $0{,}500\,\text{mol}$; b) $3{,}43\,\text{N}$; c) $3{,}84 \times 10^8\,\text{m}$; d) $3{,}37 \times 10^{-19}\,\text{J}$; e) $0{,}600\,\text{L}$; f) $310\,\text{K}$

Exercice 11 – Calculs en plusieurs étapes ★★★

Calculer chaque grandeur avec le bon nombre de chiffres significatifs (ne pas arrondir avant la fin).

a) Moyenne : $\bar{x} = \dfrac{12{,}5 + 13{,}1 + 12{,}8}{3}$ (3 mesures, nombre exact).

b) Dilution : $C_f = \dfrac{C_i \times V_i}{V_f}$ avec $C_i = 0{,}250\ \text{mol·L}^{-1}$, $V_i = 10{,}0\ \text{mL}$ et $V_f = 100{,}0\ \text{mL}$.

c) Masse volumique : $\rho = \dfrac{m_2 - m_1}{V}$ avec $m_1 = 12{,}10\ \text{g}$ (flacon vide), $m_2 = 27{,}38\ \text{g}$ (flacon plein) et $V = 20{,}0\ \text{mL}$.

d) Vitesse moyenne : $v = \dfrac{x_2 - x_1}{\Delta t}$ avec $x_1 = 12{,}40\ \text{m}$, $x_2 = 15{,}75\ \text{m}$ et $\Delta t = 0{,}50\ \text{s}$.

e) Énergie mécanique : $E_m = \dfrac{1}{2}\, m\, v^2 + m\, g\, h$ avec $m = 0{,}50\ \text{kg}$, $v = 3{,}0\ \text{m·s}^{-1}$, $h = 2{,}0\ \text{m}$ et $g = 9{,}81\ \text{N·kg}^{-1}$.

f) Rendement : $\eta = \dfrac{P_u}{P_a} \times 100$ avec $P_u = 35{,}2\ \text{W}$ et $P_a = 48{,}5\ \text{W}$ (η en %).

Réponse : a) $12{,}8$; b) $2{,}50 \times 10^{-2}\ \text{mol·L}^{-1}$; c) $0{,}764\ \text{g·mL}^{-1}$; d) $6{,}7\ \text{m·s}^{-1}$; e) $12\ \text{J}$; f) $72{,}6\ \%$

Exercice 12 – Le pH ★★★

Calculer chaque grandeur. Le nombre de décimales du pH est égal au nombre de chiffres significatifs de $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

a) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3{,}2 \times 10^{-4}\ \text{mol·L}^{-1}$: calculer $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$.

b) $\text{pH} = 4{,}75$: calculer $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$.

c) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 5{,}0 \times 10^{-3}\ \text{mol·L}^{-1}$: calculer le pH.

d) $\text{pH} = 7{,}0$: calculer $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

Réponse : a) $\text{pH} = 3{,}49$; b) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1{,}8 \times 10^{-5}\ \text{mol·L}^{-1}$; c) $\text{pH} = 2{,}30$; d) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7}\ \text{mol·L}^{-1}$

D. Écriture scientifique et préfixes

Exercice 13 – Passer à l'écriture scientifique ★★☆

Écrire chaque nombre en écriture scientifique, sans changer son nombre de chiffres significatifs.

a) $0{,}000\,047\,5\ \text{m}$

b) $12\,500\ \text{m}$ (3 c.s.)

c) $3\,600\,000\ \text{J}$ (2 c.s.)

d) $0{,}000\,602\ \text{g}$

e) $150\,000\ \text{km}$ (3 c.s.)

f) $602\,000\,000\,000\,000\,000\,000\ \text{mol}^{-1}$ (3 c.s.)

Réponse : a) $4{,}75 \times 10^{-5}\ \text{m}$; b) $1{,}25 \times 10^{4}\ \text{m}$; c) $3{,}6 \times 10^{6}\ \text{J}$; d) $6{,}02 \times 10^{-4}\ \text{g}$; e) $1{,}50 \times 10^{5}\ \text{km}$; f) $6{,}02 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$

Exercice 14 – Des résultats impossibles à écrire sans écriture scientifique ★★★

Calculer chaque grandeur et donner le résultat avec le bon nombre de chiffres significatifs.

a) $d = c \times \Delta t$ avec $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \text{m·s}^{-1}$ et $\Delta t = 1{,}3\ \text{s}$.

b) $m = n \times M$ avec $n = 2{,}5\ \text{mol}$ et $M = 58{,}4\ \text{g·mol}^{-1}$.

c) $N = n \times N_A$ avec $n = 0{,}50\ \text{mol}$ et $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$.

d) $E = P \times \Delta t$ avec $P = 1{,}2\ \text{kW}$ et $\Delta t = 2{,}0\ \text{h}$ (résultat en joules, avec $1\ \text{h} = 3600\ \text{s}$).

e) $\nu = \dfrac{c}{\lambda}$ avec $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \text{m·s}^{-1}$ et $\lambda = 5{,}0 \times 10^{-7}\ \text{m}$.

f) $P = \dfrac{F}{S}$ avec $F = 25\ \text{N}$ et $S = 5{,}0 \times 10^{-3}\ \text{m}^2$.

Réponse : a) $3{,}9 \times 10^{8}\ \text{m}$; b) $1{,}5 \times 10^{2}\ \text{g}$; c) $3{,}0 \times 10^{23}$; d) $8{,}6 \times 10^{6}\ \text{J}$; e) $6{,}0 \times 10^{14}\ \text{Hz}$; f) $5{,}0 \times 10^{3}\ \text{Pa}$

Exercice 15 – Utiliser un préfixe ★★★

Réécrire chaque grandeur avec un préfixe adapté, sans changer le nombre de chiffres significatifs.

a) $4{,}70 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$ **b)** $2{,}5 \times 10^{4}\,\mathrm{m}$ **c)** $0{,}001\,25\,\mathrm{A}$

d) $3{,}0 \times 10^{9}\,\mathrm{Hz}$ **e)** $6{,}50 \times 10^{-6}\,\mathrm{s}$ **f)** $1{,}5 \times 10^{6}\,\mathrm{W}$

Réponse : a) $470\,\mathrm{nm}$; b) $25\,\mathrm{km}$; c) $1{,}25\,\mathrm{mA}$; d) $3{,}0\,\mathrm{GHz}$; e) $6{,}50\,\mu\mathrm{s}$; f) $1{,}5\,\mathrm{MW}$