

# Unités et constantes fondamentales

## Unités SI

Les lettres SI désignent le Système International d'unités. Il s'agit d'un système d'unités cohérentes approuvés internationalement qui est en usage dans plusieurs pays et utilisé de façon systématique pour les ouvrages scientifiques et techniques. Le système SI, basé sur les unités MKS, remplace les systèmes CGS et f.p.s. (Système Impérial). On peut diviser les unités SI en trois groupes: les unités de base, supplémentaires et dérivées. Il y a sept unités de base qui sont dimensionnellement indépendantes.

### Unités de base SI

| <i>Quantité Physique</i> | <i>Nom</i> | <i>Symbole</i> |
|--------------------------|------------|----------------|
| longueur                 | mètre      | m              |
| masse                    | kilogramme | kg             |
| temps                    | seconde    | s              |
| courant électrique       | ampère     | A              |
| température              | kelvin     | K              |
| quantité de matière      | mole       | mol            |
| intensité lumineuse      | candela    | cd             |

### Unités supplémentaires SI

| <i>Quantité Physique</i> | <i>Nom</i> | <i>Symbole</i> |
|--------------------------|------------|----------------|
| angle plan               | radian     | rad            |
| angle solide             | steradian  | sr             |

### Unités dérivés SI

| <i>Quantité Physique</i>           | <i>Nom</i> | <i>Symbol</i>  |
|------------------------------------|------------|--|
| fréquence                          | hertz      | Hz   |
| force                              | newton     | $N \equiv \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$      |
| énergie                            | joule      | $J \equiv N \cdot \text{m}$                                  |
| puissance                          | watt       | $W \equiv J \cdot \text{s}^{-1}$                             |
| pression                           | pascal     | $\text{Pa} \equiv N \cdot \text{m}^{-2}$                     |
| charge électrique                  | coulomb    | $C \equiv A \cdot \text{s}$                                  |
| différence de potentiel électrique | volt       | $V \equiv J \cdot C^{-1}$                                    |
| résistance électrique              | ohm        | $\Omega \equiv V \cdot \text{s}^{-1}$                        |
| conductance électrique             | siemens    | S  |
| capacité électrique                | farad      | $F \equiv C \cdot V^{-1}$                                    |
| champ magnétique                   | tesla      | $T \equiv N \cdot \text{s} \cdot C^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ |
| inductance                         | henry      | $H \equiv V \cdot \text{s} \cdot A^{-1}$                     |
| flux magnétique                    | weber      | $\text{Wb} \equiv T \cdot \text{m}^2$                        |
| flux lumineux                      | lumen      | lm   |
| illumination                       | lux        | lx   |

Les unités SI sont étendues grâce à des préfixes qui désignent les multiples ou fractions décimales des unités.

### Préfixes utilisés avec unités SI

| <i>Nom du</i>  |                |                | <i>Nom du</i>  |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <i>Facteur</i> | <i>Préfixe</i> | <i>Symbole</i> | <i>Facteur</i> | <i>Préfixe</i> | <i>Symbole</i> |
| 10             | déca-          | da             | $10^{-1}$      | déci-          | d              |
| $10^2$         | hecto-         | h              | $10^{-2}$      | centi-         | c              |
| $10^3$         | kilo-          | k              | $10^{-3}$      | milli-         | m              |
| $10^6$         | méga-          | M              | $10^{-6}$      | micro-         | $\mu$          |
| $10^9$         | giga-          | G              | $10^{-9}$      | nano-          | n              |
| $10^{12}$      | tera-          | T              | $10^{-12}$     | pico-          | p              |
| $10^{15}$      | peta-          | P              | $10^{-15}$     | femto-         | f              |
| $10^{18}$      | exa-           | E              | $10^{-18}$     | atto-          | a              |

## Unités naturelles

Les unités naturelles (UN) sont définies de façon à ce que les constantes fondamentales que sont la constante de Planck et la vitesse de la lumière soient

$$\hbar = 1$$

$$c = 1.$$

Elles sont utiles dans les systèmes physiques relativistes et/ou qui impliquent des effets quantiques mesurables. Une quantité dans les unités SI (système internationale) qui possède des dimensions

$$M^p L^q T^r$$

ou  $M$ ,  $L$  et  $T$  représente les unités de masse, longueur et temps respectivement, aura des

unités d'énergie à la puissance  $p - q - r$ , soit  $E^{p-q-r}$ .

| Quantité                           | Unités SI |     |     | UN  |
|------------------------------------|-----------|-----|-----|-----|
|                                    | $p$       | $q$ | $r$ | $n$ |
| Action                             | 1         | 2   | -1  | 0   |
| Vitesse                            | 0         | 1   | -1  | 0   |
| Masse                              | 1         | 0   | 0   | 1   |
| Longueur                           | 0         | 1   | 0   | -1  |
| Temps                              | 0         | 0   | 1   | -1  |
| Momentum                           | 1         | 1   | -1  | 1   |
| Énergie                            | 1         | 2   | -2  | 1   |
| Const. structure fine $\alpha\psi$ | 0         | 0   | 0   | 0   |
| Const. de Fermi                    | 1         | 5   | -2  | -2  |

# Facteurs de conversion

**Table de conversion**

|                         | <i>Pour convertir de</i> | <i>en</i>      | <i>Multiplier par</i>        |
|-------------------------|--------------------------|----------------|------------------------------|
| <b>Activité</b>         | curie                    | becquerel      | $3.7 \times 10^{10}$         |
| <b>Aire</b>             | acre                     | m <sup>2</sup> | 4046.873                     |
| <b>Énergie</b>          | B.T.U.                   | joule          | 1055.056                     |
|                         | kilocalorie              | joule          | 4186                         |
|                         | erg                      | joule          | $1.0 \times 10^{-7}$         |
|                         | électron volt            | joule          | $1.60219 \times 10^{-19}$    |
| <b>Force</b>            | dyne                     | newton         | .00001                       |
|                         | livre                    | newton         | 4.44822                      |
| <b>Luminosité</b>       | pied chandelle           | lux            | 10.76391                     |
|                         | phot                     | lux            | 10000.0                      |
| <b>Longueur</b>         | ångström                 | mètre          | $1.0 \times 10^{-10}$        |
|                         | pied                     | mètre          | .3048                        |
|                         | pouce                    | mètre          | .0254                        |
|                         | mile                     | mètre          | 1609.344                     |
| <b>Flux magnétique</b>  | maxwell                  | weber          | $1.0 \times 10^{-8}$         |
| <b>Champ magnétique</b> | gauss                    | tesla          | $1.0 \times 10^{-4}$         |
| <b>Masse</b>            | u                        | kilogramme     | $1.66054 \times 10^{-27}$    |
|                         | u                        | MeV            | 931.4868                     |
| <b>Angle plan</b>       | degré                    | radian         | $1.745329 \times 10^{-2}$    |
|                         | minute                   | radian         | $2.908882 \times 10^{-4}$    |
|                         | seconde                  | radian         | $4.848137 \times 10^{-6}$    |
| <b>Puissance</b>        | horsepower               | watt           | 745.69987                    |
| <b>Pression</b>         | atmosphère               | pascal         | 101 325                      |
|                         | bar                      | pascal         | $1.0 \times 10^5$            |
|                         | torr                     | pascal         | 133.322                      |
| <b>Température</b>      | Celsius                  | kelvin         | $T_K = T_C + 273.15$         |
|                         | Fahrenheit               | Celsius        | $T_F = (T_C - 32) / 1.8$     |
|                         | Fahrenheit               | kelvin         | $T_K = (T_F + 459.67) / 1.8$ |
| <b>Temps</b>            | an                       | seconde        | $3.153600 \times 10^7$       |
|                         | jour                     | seconde        | 86400                        |
|                         | heure                    | seconde        | 3600                         |
|                         | minute                   | seconde        | 60                           |
| <b>Volume</b>           | gallon                   | m <sup>3</sup> | $3.785412 \times 10^{-3}$    |
|                         | litre                    | m <sup>3</sup> | $1.0 \times 10^{-3}$         |
|                         | pinte                    | m <sup>3</sup> | $9.463529 \times 10^{-4}$    |

# Constantes fondamentales en physique

## Constantes universelles

| Quantité   | Symbole      | Valeur   |
|--|--------------|--|
| Vitesse de la lumière (vide)                                       | $c$          | $2.99792458 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$                           |
| Perméabilité du vide   | $\mu_0$      | $1.25664 \times 10^{-6} \text{ N}\cdot\text{A}^{-2}$                           |
| Permittivité du vide ( $1/\mu_0 c^2$ )                             | $\epsilon_0$ | $8.854187817 \times 10^{-12} \text{ F}\cdot\text{m}^{-1}$                      |
| Constante gravitationnelle   | $G$          | $6.67259 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ |
| Constante de Planck  | $h$          | $6.6260755 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$                             |
| en électron volts  |              | $4.135669 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$                             |
| $\hbar/2\pi$   | $\hbar$      | $1.05457266 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$                            |
| in électron volts  |              | $6.5821220 \times 10^{-16} \text{ eV}\cdot\text{s}$                            |
| Masse de Planck ( $(\hbar c/G)^{\frac{1}{2}}$ )                    | $m_P$        | $2.17671 \times 10^{-8} \text{ kg}$  |
| Longueur de Planck ( $\hbar/m_P c = (\hbar G/c^3)^{\frac{1}{2}}$ ) | $l_P$        | $1.61605 \times 10^{-35} \text{ m}$  |
| Temps de Planck ( $l_P/c = (\hbar G/c^5)^{\frac{1}{2}}$ )          | $t_P$        | $5.39056 \times 10^{-44} \text{ s}$  |

## Constantes électromagnétiques

| Quantité  | Symbole  | Valeur   |
|---|----------|--|
| Charge de l'électron                                    | $e$      | $1.60217733 \times 10^{-19} \text{ C}$                   |
| Rapport $e$ sur $h$                                     | $e/h$    | $2.41798836 \times 10^{14} \text{ A}\cdot\text{J}^{-1}$  |
| Quantum de flux magnétique ( $h/2e$ )                   | $\Phi_0$ | $2.06783461 \times 10^{-15} \text{ Wb}$                  |
| Ratio fréquence-voltage Josephson                       | $2e/h$   | $4.8359767 \times 10^{14} \text{ Hz}\cdot\text{V}^{-1}$  |
| Conductance Hall quantique                              | $e^2/h$  | $3.87404614 \times 10^{-5} \text{ S}$                    |
| Résistance Hall quantique ( $h/e^2 = \mu_0 c/2\alpha$ ) | $R_H$    | $25812.8056 \text{ }\Omega$                              |
| Magnéton de Bohr  | $\mu_B$  | $9.2740154 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{T}^{-1}$  |
| en électron volts                                       |          | $5.78838263 \times 10^{-5} \text{ eV}\cdot\text{T}^{-1}$ |
| Magnéton nucléaire                                      | $\mu_N$  | $5.0507866 \times 10^{-27} \text{ J}\cdot\text{T}^{-1}$  |
| en électron volts                                       |          | $3.15245166 \times 10^{-8} \text{ eV}\cdot\text{T}^{-1}$ |

## Constantes atomiques

| Quantité                                 | Symbole       | Valeur  |
|--|---------------|---|
| Structure fine ( $\mu_0 c e^2 / 2h$ )    | $\alpha\psi$  | $7.29735308 \times 10^{-3}$                                 |
|  | $\alpha^{-1}$ | 137.0359895   |
| Constante de Rydberg                     | $R_\infty$    | $1.0973731534 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$                   |
| en hertz                                 |               | $3.2898419499 \times 10^{15} \text{ Hz}$                    |
| en joules                                |               | $2.1798741 \times 10^{-18} \text{ J}$                       |
| en électron volts                        |               | 13.6056981 eV   |
| Rayon de Bohr ( $\alpha/4\pi R_\infty$ ) | $a_0$         | $0.529177249 \times 10^{-10} \text{ m}$                     |
| Énergie de Hartree                       | $E_h$         | $4.3597482 \times 10^{-18} \text{ J}$                       |
| en électron volts                        |               | 27.2113961 eV   |
| Quantum de circulation                   | $h/2m_e$      | $3.63694807 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ |
|  | $h/m_e$       | $7.27389614 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ |

## Constantes physico-chimique

| Quantité   | Symbole          | Valeur  |
|--|------------------|---|
| Nombre d'Avogadro  | $N_A$            | $6.0221367 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$                                 |
| Constante d'Avogadro                                       |                  | $10^{23} \text{ mol}^{-1}$  |
| Unité de masse atomique ( $\frac{1}{12}m(^{12}\text{C})$ ) | $m_u$            | $1.6605402 \times 10^{-27} \text{ kg}$                                      |
| en électron volts ( $m_u c^2 / \{e\}$ )                    |                  | 931.49432 MeV   |
| Constante de Faraday                                       | $F\psi$          | $96485.309 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$                                 |
| Constante de Planck molaire                                | $N_A h\psi$      | $3.99031323 \times 10^{-10} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
|  | $N_A h c\psi$    | $0.11962658 \text{ J} \cdot \text{m} \cdot \text{mol}^{-1}$                 |
| Constant des gaz   | $R\psi$          | $8.314510 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$              |
| Constante de Boltzmann                                     | $k\psi$          | $1.380658 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$                    |
| en électron volts  |                  | $8.617385 \times 10^{-5} \text{ eV} \cdot \text{K}^{-1}$                    |
| en hertz   |                  | $2.083674 \times 10^{10} \text{ Hz} \cdot \text{K}^{-1}$                    |
| Volume molaire (gaz parfait) <sup>1</sup>                  | $V_m$            | $22.41410 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1}$                                  |
| Constante de Stefan-Boltzmann                              | $\sigma\psi$     | $5.67051 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$  |
| Constante de radiation primaire                            | $c_1$            | $3.7417749 \times 10^{-16} \text{ W} \cdot \text{m}^2$                      |
| Constante de radiation secondaire                          | $c_2$            | $0.01438769 \text{ m} \cdot \text{K}$                                       |
| Constante de Wien  | $b\psi$          | $2.897756 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$                          |
| Constante de Coulomb                                       | $k_0$            | $8.98755 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$        |
| Constante de perméabilité                                  | $\mu_0/4\pi\psi$ | $10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$                                     |

<sup>1</sup>  $T = 273.15\text{K}$ ,  $p = 101325\text{Pa}$