

---

---

**Grandeurs et unités —**

**Partie 9:**

**Chimie physique et physique moléculaire**

*Quantities and units —*

*Part 9: Physical chemistry and molecular physics*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 80000-9:2009](https://standards.iteh.ai/standards/iso/80000-9/2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6-42-b9e4-b23b-4702-9aac-dd0d5e7f2349/iso-80000-9-2009>

**PDF — Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

Witholdrawn  
iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.itih.ai)  
ISO 80000-9:2009  
<https://standards.itih.ai/standards/standards/sr/6-42/b9e4-b23b-4702-9aac-dd0d5e7f2349/iso-80000-9-2009>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2009

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>vi</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Noms, symboles et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>Annexe A (normative) Numéros atomiques, noms et symboles des éléments chimiques</b> .....	<b>32</b>
<b>Annexe B (normative) Symboles des éléments chimiques et des nucléides</b> .....	<b>34</b>
<b>Annexe C (normative) pH</b> .....	<b>35</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>37</b>

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 80000-9:2009](https://standards.iteh.ai/standards/iso/80000-9-2009)

<https://standards.iteh.ai/standards/iso/80000-9-2009>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 80000-9 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 12, *Grandeurs et unités*.

Cette première édition de l'ISO 80000-9 annule et remplace l'ISO 31-8:1992. Elle incorpore également l'Amendement ISO 31-8:1992/Amd.1:1998. Les principales modifications techniques apportées par rapport à la précédente norme sont les suivantes:

- la présentation des *indications numériques* a été modifiée;
- les *Références normatives* ont été modifiées;
- de nouvelles grandeurs ont été introduites;
- de nouveaux éléments chimiques ont été introduits dans l'Annexe A;
- l'Annexe C relative au pH a été révisée et son texte est entièrement nouveau.

L'ISO 80000 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Grandeurs et unités*:

- *Partie 1: Généralités*
- *Partie 2: Signes et symboles mathématiques à employer dans les sciences de la nature et dans la technique*
- *Partie 3: Espace et temps*
- *Partie 4: Mécanique*
- *Partie 5: Thermodynamique*
- *Partie 7: Lumière*
- *Partie 8: Acoustique*
- *Partie 9: Chimie physique et physique moléculaire*
- *Partie 10: Physique atomique et nucléaire*
- *Partie 11: Nombres caractéristiques*
- *Partie 12: Physique de l'état solide*

La CEI 80000 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Grandeurs et unités*:

- *Partie 6: Électromagnétisme*
- *Partie 13: Science et technologies de l'information*
- *Partie 14: Télébiométrie relative à la physiologie humaine*



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 80000-9:2009](https://standards.iteh.ai/standards/iso/80000-9-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6-42ab9e4-b23b-4702-9aac-dd0d5e7f2349/iso-80000-9-2009>

## Introduction

### 0.1 Disposition des tableaux

Les tableaux des grandeurs et unités de la présente Norme internationale sont disposés de telle façon que les grandeurs apparaissent sur les pages de gauche et les unités sur les pages correspondantes de droite.

Toutes les unités situées entre deux lignes continues sur les pages de droite correspondent aux grandeurs situées entre les lignes continues correspondantes des pages de gauche.

Lorsque la numérotation d'une grandeur a été modifiée dans une partie révisée de l'ISO 31, le numéro utilisé dans l'édition précédente figure entre parenthèses, sur la page de gauche, sous le nouveau numéro de la grandeur; un tiret est utilisé pour indiquer que la grandeur en question ne figurait pas dans l'édition précédente.

### 0.2 Tableaux de grandeurs

Les noms en anglais et en français des grandeurs les plus importantes relevant du domaine d'application de la présente Norme internationale sont donnés conjointement avec leurs symboles et, dans la plupart des cas, avec leurs définitions. Ces noms et symboles ont valeur de recommandations. Les définitions sont données en vue de l'identification des grandeurs du Système international de grandeurs (ISQ, International System of Quantities) et sont énumérées sur les pages de gauche du tableau; elles ne sont pas complètes, au sens strict du terme.

Le caractère scalaire, vectoriel ou tensoriel des grandeurs est indiqué, en particulier lorsque cela est nécessaire pour les définir.

Dans la plupart des cas, un seul nom et un seul symbole sont donnés pour la grandeur; lorsque deux ou plus de deux noms ou symboles sont indiqués pour une même grandeur, sans distinction spéciale, ils peuvent être utilisés indifféremment. Lorsqu'il existe deux façons d'écrire une lettre en italique (comme c'est le cas, par exemple, avec  $\vartheta$  et  $\theta$ ;  $\varphi$  et  $\phi$ ;  $a$  et  $\alpha$ ;  $g$  et  $\mathcal{g}$ ), une seule façon est indiquée, ce qui ne signifie pas que l'autre ne soit pas également acceptable. Il est recommandé de ne pas donner de significations différentes à ces variantes. Un symbole entre parenthèses signifie qu'il s'agit d'un symbole de réserve à utiliser lorsque, dans un contexte particulier, le symbole principal est utilisé avec une signification différente.

Dans la présente édition française, les noms de grandeurs cités en anglais sont imprimés en italique et sont précédés de *en*. En français, le genre des noms est indiqué par (m) pour masculin et par (f) pour féminin, juste après le substantif dans le nom.

### 0.3 Tableaux des unités

#### 0.3.1 Généralités

Les noms des unités correspondant aux grandeurs sont donnés avec leurs symboles internationaux et leurs définitions. Ces noms d'unités sont propres à la langue mais les symboles sont internationaux et sont les mêmes dans toutes les langues. Pour obtenir de plus amples informations, voir la brochure SI (8<sup>ème</sup> édition 2006) du BIPM et l'ISO 80000-1<sup>1)</sup>.

1) À publier.

Les unités sont disposées de la façon suivante:

- a) Les unités cohérentes SI sont indiquées en premier. Les unités SI ont été adoptées par la Conférence générale des poids et mesures (CGPM). L'emploi des unités cohérentes SI est recommandé; les multiples et sous-multiples décimaux formés avec les préfixes SI sont recommandés bien qu'ils ne soient pas mentionnés explicitement.
- b) Certaines unités non SI sont ensuite indiquées, à savoir celles acceptées par le Comité international des poids et mesures (CIPM), par l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), ou encore par l'ISO et la CEI, pour être utilisées avec les unités SI.

Ces unités non SI sont séparées des unités SI par des lignes en traits interrompus.

- c) Les unités non SI actuellement acceptées par le CIPM pour être utilisées avec les unités SI sont imprimées en petits caractères (plus petits que ceux du texte) dans la colonne «Facteurs de conversion et remarques».
- d) Les unités non SI qui ne sont pas recommandées sont uniquement données dans les annexes de certaines parties de la présente Norme internationale. Ces annexes sont informatives, en premier lieu pour les facteurs de conversion, et ne font pas partie intégrante de la norme. Ces unités déconseillées sont classées en deux groupes:
  - 1) les unités du système CGS ayant une dénomination spéciale;
  - 2) les unités basées sur le foot, le pound, la seconde ainsi que certaines autres unités connexes.
- e) D'autres unités non SI sont données pour information, concernant en particulier les facteurs de conversion, dans des annexes informatives dans certaines parties de la présente Norme internationale.

### 0.3.2 Remarque sur les unités des grandeurs de dimension un, ou grandeurs sans dimension

L'unité cohérente pour une grandeur de dimension un, également appelée grandeur sans dimension, est le nombre un, symbole 1. Lorsque la valeur d'une telle grandeur est exprimée, le symbole 1 de l'unité n'est généralement pas écrit explicitement.

EXEMPLE 1 Indice de réfraction  $n = 1,53 \times 1 = 1,53$

Il ne faut pas utiliser de préfixes pour former les multiples ou les sous-multiples de l'unité un. Au lieu des préfixes, il est recommandé d'utiliser les puissances de 10.

EXEMPLE 2 Nombre de Reynolds  $Re = 1,32 \times 10^3$

Considérant que l'angle plan est généralement exprimé sous forme de rapport entre deux longueurs et l'angle solide sous forme de rapport entre deux aires, en 1995, le CGPM a décidé que, dans le SI, le radian (symbole rad) et le stéradian (symbole sr) sont des unités dérivées sans dimension. Cela implique que les grandeurs angle plan et angle solide sont considérées comme des grandeurs dérivées de dimension un. Les unités radian et stéradian sont donc égales à un; elles peuvent être soit omises, soit utilisées dans l'expression des unités dérivées pour faciliter la distinction entre des grandeurs de nature différente mais de même dimension.

## 0.4 Indications numériques dans la présente Norme internationale

Le signe = est utilisé pour signifier «est exactement égal à», le signe  $\approx$  est utilisé pour signifier «est approximativement égal à» et le signe := est utilisé pour signifier «est par définition égal à».

Les valeurs numériques de grandeurs physiques déterminées expérimentalement sont toujours associées à une incertitude de mesure qu'il convient de toujours indiquer. Dans la présente Norme internationale, la valeur numérique de l'incertitude est représentée comme dans l'exemple suivant.

EXEMPLE  $l = 2,347\ 82(32)\text{ m}$

Dans cet exemple,  $l = a(b)\text{ m}$ , la valeur numérique de l'incertitude  $b$  indiquée entre parenthèses est supposée s'appliquer aux derniers chiffres (les moins significatifs) de la valeur numérique  $a$  de la longueur  $l$ . Cette notation est utilisée lorsque  $b$  représente l'incertitude type (incertitude type estimée) dans les deux derniers chiffres de  $a$ . L'exemple numérique donné ci-dessus peut être interprété comme signifiant que la meilleure

estimation de la valeur numérique de la longueur  $l$  (lorsque  $l$  est exprimé en mètres) est 2,347 82 et que la valeur inconnue de  $l$  est supposée se situer entre  $(2,347 82 - 0,000 32)$  m et  $(2,347 82 + 0,000 32)$  m avec une probabilité déterminée par l'incertitude type 0,000 32 m et la loi de probabilité des valeurs de  $l$ .

## 0.5 Remarques particulières

Dans la présente Norme internationale, les symboles des constituants sont indiqués en indices inférieurs, par exemple  $c_B$ ,  $w_B$ ,  $p_B$ .

Il est en général conseillé de placer les symboles des constituants et de leurs états entre parenthèses sur la même ligne que le symbole principal, par exemple  $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$ .

L'indice supérieur \* est utilisé pour signifier «pur». L'indice supérieur  $\ominus$  est utilisé pour signifier «de référence».

EXEMPLE 1  $V_m(\text{K}_2\text{SO}_4, 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ dans } \text{H}_2\text{O}, 25 \text{ }^\circ\text{C})$  pour le volume molaire.

EXEMPLE 2  $C_{m,p}^\ominus(\text{H}_2\text{O}, \text{g}, 298,15 \text{ K}) = 33,58 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  pour la capacité thermique molaire de référence à pression constante.

Dans une expression comme  $\varphi_B = x_B V_{m,B}^* / \sum x_i V_{m,i}^*$ , où  $\varphi_B$  indique la fraction volumique d'un constituant particulier B dans un mélange de constituants A, B, C, ..., où  $x_i$  est la fraction de quantité de matière du constituant  $i$  et  $V_{m,i}^*$  est le volume molaire du constituant pur  $i$ , et où les volumes molaires  $V_{m,A}^*$ ,  $V_{m,B}^*$ ,  $V_{m,C}^*$ , ... sont pris à la même température et à la même pression, la somme de la partie droite est celle de tous les constituants A, B, C, ... dont le mélange est composé, de sorte que  $\sum x_i = 1$ .

Les noms et les symboles des éléments chimiques sont donnés dans l'Annexe A.

Des informations de qualification supplémentaires sur un symbole de grandeur peuvent être ajoutées comme indice inférieur, indice supérieur ou entre parenthèses après le symbole.



# Grandeurs et unités —

## Partie 9:

# Chimie physique et physique moléculaire

### 1 Domaine d'application

L'ISO 80000-9 donne les noms, les symboles et les définitions des grandeurs et unités de chimie physique et de physique moléculaire. Des facteurs de conversion sont également indiqués, s'il y a lieu.

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 80000-3:2006, *Grandeurs et unités — Partie 3: Espace et temps*

ISO 80000-4:2006, *Grandeurs et unités — Partie 4: Mécanique*

ISO 80000-5:2007, *Grandeurs et unités — Partie 5: Thermodynamique*

CEI 80000-6:2008, *Grandeurs et unités — Partie 6: Électromagnétisme*

### 3 Noms, symboles et définitions

Les noms, symboles et définitions des grandeurs et unités de chimie physique et physique moléculaire sont donnés aux pages suivantes.

CHIMIE PHYSIQUE ET PHYSIQUE MOLÉCULAIRE				GRANDEURS
N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
9-1 (8-3)	quantité (f) de matière <i>en amount of substance</i>	<i>n</i>	la quantité de matière est l'une des sept grandeurs de base du Système international de grandeurs, ISQ, sur lequel le SI est fondé	<p>La quantité de matière d'un échantillon pur est la grandeur qu'il est souvent possible de déterminer en mesurant la masse de l'échantillon et en la divisant par la masse molaire de celui-ci.</p> <p>La quantité de matière est définie comme proportionnelle au nombre d'entités élémentaires spécifiées dans un échantillon, la constante de proportionnalité étant une constante universelle identique pour tous les échantillons.</p> <p>Le nom «nombre de moles» est souvent utilisé à la place de «quantité de matière», mais cela est déconseillé car il convient de différencier le nom d'une grandeur du nom de l'unité.</p> <p>Dans l'expression «quantité de matière», les mots «de matière» pourraient, par souci de simplicité, être remplacés par des mots qui spécifient la substance concernée dans une application particulière afin de pouvoir, par exemple, parler de «quantité de chlorure d'hydrogène, HCl», ou de «quantité de benzène, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>».</p> <p>Il est important de toujours donner une spécification précise de l'entité impliquée (comme dans la seconde phrase de la définition de la mole). Pour cela, il convient de préférence de donner la formule chimique moléculaire de la substance concernée.</p>

UNITÉS		CHIMIE PHYSIQUE ET PHYSIQUE MOLÉCULAIRE		
N°	Nom	Symbole international	Définition	Facteurs de conversion et remarques
9-1.a	mole	mol	<p>la mole est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kg de carbone 12</p> <p>[14<sup>e</sup> CGPM (1971)]</p>	<p>Lorsqu'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres entités, ou des groupements spécifiés de telles particules.</p> <p>Cette définition se réfère aux atomes libres de carbone 12, au repos et dans leur état fondamental.</p> <p>La mole est également utilisée pour des entités telles que trous et autres quasi-particules, liaisons doubles, etc.</p>

(à suivre)

CHIMIE PHYSIQUE ET PHYSIQUE MOLÉCULAIRE				GRANDEURS
N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
9-2.1 (8-1.1)	masse (f) atomique relative <i>en relative atomic mass</i>	$A_r$	rapport de la masse (ISO 80000-4:2006, 4-1) moyenne d'un atome d'un élément chimique au 1/12 de la masse d'un atome du nucléide $^{12}\text{C}$	EXEMPLE $A_r(\text{Cl}) \approx 35,453$ La masse atomique relative ou la masse moléculaire relative dépend de la composition nucléidique.
9-2.2 (8-1.2)	masse (f) moléculaire relative <i>en relative molecular mass</i>	$M_r$	rapport de la masse moyenne d'une molécule ou d'une entité spécifiée d'une substance au 1/12 de la masse d'un atome du nucléide $^{12}\text{C}$	L'Union Internationale de Chimie pure et appliquée (IUPAC) accepte respectivement l'utilisation des noms spéciaux « poids atomique » et « poids moléculaire » pour les grandeurs « masse atomique relative » et « masse moléculaire relative ». L'utilisation de ces noms traditionnels est à éviter.
9-3 (8-2)	nombre (n) de particules <i>en number of particles</i>	$N_B$	$N_B$ est égal au nombre de particules dans un système	Différentes entités peuvent être utilisées comme particules, par exemple nombre de molécules, nombre d'atomes. Un indice inférieur ajouté au symbole indique une entité spécifique, par exemple $N_B$ pour le nombre de molécules du constituant B.
9-4 (8-4)	constante (f) d'Avogadro <i>en Avogadro constant</i>	$L, N_A$	pour un échantillon pur $L = N/n$ où $N$ est le nombre de particules (9-3) et $n$ est la quantité de matière (9-1)	$L = 6,022\,141\,79(30) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ [CODATA 2006]
9-5 (8-5)	masse (f) molaire <i>en molar mass</i>	$M$	pour un échantillon pur $M = m/n$ où $m$ est la masse (ISO 80000-4:2006, 4-1) et $n$ est la quantité de matière (9-1)	

UNITÉS		CHIMIE PHYSIQUE ET PHYSIQUE MOLÉCULAIRE		
N°	Nom	Symbole international	Définition	Facteurs de conversion et remarques
9-2.a	un	1		Voir l'Introduction, 0.3.2.
9-3.a	un	1		Voir l'Introduction, 0.3.2.
9-4.a	mole à la puissance moins un	mol <sup>-1</sup>		
9-5.a	kilogramme par mole	kg/mol		L'unité communément utilisée pour la masse molaire est le gramme par mole, g/mol, plutôt que le kilogramme par mole, kg/mol.

(à suivre)