

---

---

**Grandeurs et unités —**

**Partie 10:  
Physique atomique et nucléaire**

*Quantities and units —*

*Part 10: Atomic and nuclear physics*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 80000-10:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57d17454e-1a21-4261-85fe-abcc906f015b/iso-80000-10-2009>

**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.



**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     <b>Domaine d'application .....</b></b>	<b>1</b>
<b>2     <b>Références normatives .....</b></b>	<b>1</b>
<b>3     <b>Noms, symboles et définitions .....</b></b>	<b>1</b>
<b>Annexe A (informative) Unités non SI utilisées en physique atomique et nucléaire .....</b>	<b>68</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>69</b>

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 80000-10:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57d7454e-1a21-4261-85fe-abcc906f015b/iso-80000-10-2009>

## 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 80000-10 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 12, *Grandeurs et unités*, en collaboration avec le comité d'études CEI/CE 25, *Grandeurs et unités*.

Cette première édition de l'ISO 80000-10 annule et remplace l'ISO 31-9:1992 et l'ISO 31-10:1992. Elle incorpore également les Amendements ISO 31-9:1992/Amd.1:1998 et ISO 31-10:1992/Amd.1:1998. Les principales modifications techniques par rapport à la précédente norme sont les suivantes:

- les Annexes A et B de l'ISO 31-9:1992 ont été supprimées (elles sont déjà couvertes par l'ISO 80000-9);
- l'Annexe C de l'ISO 31-9:1992 est devenue l'Annexe A;
- l'Annexe D de l'ISO 31-9:1992 a été supprimée;
- la présentation des indications numériques a été modifiée;
- les *Références normatives* ont été modifiées;
- les éléments 10-33 et 10-53 de l'ISO 31-10:1992 ont été supprimés;
- de nouveaux éléments ont été ajoutés;
- de nombreuses définitions ont été reformulées;
- de nouvelles valeurs de constantes fondamentales ont été utilisées.

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: Télésiémétrie relative à la physiologie humaine*

## 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), 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  $\nu$  et  $\theta$ ;  $\varphi$  et  $\phi$ ;  $a$  et  $\alpha$ ;  $g$  et  $g$ ), 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 sur le SI (8<sup>e</sup> édition, 2006) du BIPM et l'ISO 80000-1.

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 par l'ISO et la CEI; elles peuvent 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 correction, 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 données pour information, concernant en particulier les facteurs de conversion, sont indiquées dans d'autres annexes informatives 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 ainsi 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 (écart-type estimé) dans les deux derniers chiffres de  $a$ . L'exemple numérique donné ci-dessus peut être interprété pour indiquer que la meilleure estimation de la valeur numérique de la longueur  $l$ , lorsque  $l$  est exprimée en mètres, est 2,347 82 et que la valeur inconnue de  $l$  est supposée se situer entre  $(2,347\ 82 - 0,000\ 32)\text{ m}$  et  $(2,347\ 82 + 0,000\ 32)\text{ m}$  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

### 0.5.1 Grandeurs

Les constantes physiques fondamentales données dans l'ISO 80000-10 sont reprises des valeurs cohérentes des constantes physiques fondamentales publiées dans «2006 CODATA recommended values». Voir le site web de CODATA à l'adresse: <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>.

### 0.5.2 Unités spéciales

Il convient que les scientifiques aient la liberté d'utiliser des unités non SI lorsqu'ils les jugent appropriées du point de vue scientifique à leurs travaux. C'est la raison pour laquelle des unités non SI appropriées à la physique atomique et nucléaire sont répertoriées dans l'Annexe A.

# Grandeurs et unités —

## Partie 10: Physique atomique et nucléaire

### 1 Domaine d'application

L'ISO 80000-10 donne les noms, les symboles et les définitions des grandeurs et unités de physique atomique et nucléaire. 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*

ISO 80000-7:2008, *Grandeurs et unités — Partie 7: Lumière*

ISO 80000-9:2009, *Grandeurs et unités — Partie 9: Chimie physique et physique moléculaire*

### 3 Noms, symboles et définitions

Les noms, symboles et définitions des grandeurs et unités de physique atomique et nucléaire sont donnés dans les pages suivantes.

PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLÉAIRE			GRANDEURS	
N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
10-1.1 (9-1)	numéro (m) atomique, nombre (m) de protons <i>en atomic number, proton number</i>	$Z$	nombre de protons d'un noyau atomique	Un nucléide est une espèce d'atome ayant des nombres spécifiés de protons et de neutrons.  Les nucléides ayant la même valeur de $Z$ mais différentes valeurs de $N$ sont appelés isotopes d'un élément.  Le nombre ordinal d'un élément dans la classification périodique est égal au numéro atomique.  Le numéro atomique est égal à la charge du noyau exprimée en multiples de la charge élémentaire (10-5.1).
10-1.2 (9-2)	nombre (m) de neutrons <i>en neutron number</i>	$N$	nombre de neutrons d'un noyau atomique	Les nucléides ayant la même valeur de $N$ mais différentes valeurs de $Z$ sont appelés isotones.  $N - Z$ est appelé excès de neutrons.
10-1.3 (9-3)	nombre (m) de nucléons, nombre (m) de masse <i>en nucleon number, mass number</i>	$A$	nombre de nucléons d'un noyau atomique	$A = Z + N$  Les nucléides ayant la même valeur de $A$ sont appelés isobares.
10-2 (9-5.1) (9-5.2) (9-5.3)	masse (f) au repos, masse (f) propre <i>en rest mass, proper mass</i>	$m(X)$ , $m_X$	pour une particule X, masse (ISO 80000-4:2006, 4-1) de cette particule au repos	Spécifiquement, pour l'électron: $m_e = 9,109\ 382\ 15(45) \times 10^{-31}$ kg; pour le proton: $m_p = 1,672\ 621\ 637(83) \times 10^{-27}$ kg; pour le neutron: $m_n = 1,674\ 927\ 211(84) \times 10^{-27}$ kg [valeurs recommandées CODATA 2006].  La masse au repos est souvent notée $m_0$
10-3 (—)	énergie (f) au repos <i>en rest energy</i>	$E_0$	pour une particule, $E_0 = m_0 c_0^2$ où $m_0$ est la masse au repos (10-2) de cette particule et $c_0$ est la vitesse de la lumière dans le vide (ISO 80000-7:2008, 7-4.1)	

UNITÉS		PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLÉAIRE		
N°	Nom	Symbole	Définition	Facteurs de conversion et remarques
10-1.a	un	1		Voir l'Introduction, 0.3.2.
10-2.a	kilogramme	kg		
10-2.b	dalton, unité de masse atomique unifiée	Da u	1 dalton est égal à 1/12 de la masse d'un atome libre de carbone 12, au repos et dans l'état fondamental	1 Da = 1 u = $1,660\,538\,782(83) \times 10^{-27}$ kg [valeurs recommandées CODATA 2006].
10-3.a	joule	J		

(à suivre)

PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLÉAIRE			GRANDEURS	
N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
10-4.1 (9-4.1)	masse (f) atomique, masse (f) nucléidique  <i>en atomic mass, nuclidic mass</i>	$m(X),$ $m_a$	masse (ISO 80000-4:2006, 4-1) au repos d'un atome neutre du nucléide X dans l'état fondamental	$\frac{m_a}{m_u}$ est appelé masse atomique relative.
10-4.2 (9-4.2)	constante (f) unifiée de masse atomique  <i>en unified atomic mass constant</i>	$m_u$	1/12 de la masse (ISO 80000-4:2006, 4-1) au repos d'un atome neutre du nucléide $^{12}\text{C}$ dans l'état fondamental	$m_u = 1,660\,538\,782(83) \times 10^{-27}$ kg [valeurs recommandées CODATA 2006].
10-5.1 (9-6)	charge (f) élémentaire  <i>en elementary charge</i>	$e$	charge électrique (CEI 80000-6:2008, 6-2) de l'électron chargée de signe	$e = 1,602\,176\,487(40) \times 10^{-19}$ C [valeurs recommandées CODATA 2006].
10-5.2 (—)	nombre (m) de charge, charge (f) ionique  <i>en charge number, ionization number</i>	$c$	pour une particule, quotient de la charge électrique (CEI 80000-6:2008, 6-2) par la charge élémentaire (10-5.1)	Une particule est dite électriquement neutre si son nombre de charge est égal à zéro. Le nombre de charge d'une particule peut être positif, négatif ou nul. L'état de charge d'une particule peut être présenté comme un exposant au symbole de cette particule, par exemple $\text{H}^+, \text{He}^{++}, \text{Al}^{3+}, \text{Cl}^-, \text{S}^=, \text{N}^{3-}$
10-6.1 (9-7)	constante (f) de Planck  <i>en Planck constant</i>	$h$	quantum élémentaire d'action (ISO 80000-4:2006, 4-37)	$h = 6,626\,068\,96(33) \times 10^{-34}$ J s [valeurs recommandées CODATA 2006].  L'énergie $E$ d'une vibration sinusoïdale de fréquence $f$ ne peut varier que par multiples de $\Delta E = hf = \hbar\omega$ .
10-6.2 (—)	constante (f) de Planck réduite  <i>en reduced Planck constant</i>	$\hbar$	$\hbar = \frac{h}{2\pi}$  où $h$ est la constante de Planck (10-6.1)	$\hbar = 1,054\,571\,628(53) \times 10^{-34}$ J s [valeurs recommandées CODATA 2006].  $\hbar$ est parfois appelée constante h-barre ou constante de Dirac.

UNITÉS		PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLÉAIRE		
N°	Nom	Symbole	Définition	Facteurs de conversion et remarques
10-4.a	kilogramme	kg		
10-4.b	dalton, unité de masse atomique unifiée	Da, u	1 dalton est égal à 1/12 de la masse d'un atome libre de carbone 12, au repos et dans l'état fondamental	1 Da = 1 u = $1,660\,538\,782(83) \times 10^{-27}$ kg [valeurs recommandées CODATA 2006].
10-5.a	coulomb	C		
10-6.a	joule seconde	J s		

(à suivre)

PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLÉAIRE				GRANDEURS
N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
10-7 (9-8)	rayon (m) de Bohr <i>en Bohr radius</i>	$a_0$	$a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{m_e e^2}$ <p>où <math>\epsilon_0</math> est la constante électrique (CEI 80000-6:2008, 6-14.1), <math>\hbar</math> est la constante de Planck réduite (10-6.2), <math>m_e</math> est la masse au repos (10-2) de l'électron et <math>e</math> est la charge élémentaire (10-5.1)</p>	$a_0 = 0,529\ 177\ 208\ 59(36) \times 10^{-10}$ m [valeurs recommandées CODATA 2006].  Le rayon de l'orbitale électronique dans l'atome H dans son état fondamental est $a_0$ dans le modèle de Bohr de l'atome.
10-8 (9-9)	constante (f) de Rydberg <i>en Rydberg constant</i>	$R_\infty$	$R_\infty = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_0 h c_0}$ <p>où <math>e</math> est la charge élémentaire (10-5.1), <math>\epsilon_0</math> est la constante électrique (CEI 80000-6:2008, 6-14.1), <math>a_0</math> est le rayon de Bohr (10-7), <math>h</math> est la constante de Planck (10-6.1) et <math>c_0</math> est la vitesse de la lumière dans le vide (ISO 80000-7:2008, 7-4.1)</p>	$R_\infty = 10\ 973\ 731\ 568\ 527(73)$ m <sup>-1</sup> [valeurs recommandées CODATA 2006].  La grandeur $R_y = R_\infty \cdot hc_0$ est appelée énergie de Rydberg.
10-9 (9-10)	énergie (f) de Hartree <i>en Hartree energy</i>	$E_H, E_h$	$E_H = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0}$ <p>où <math>e</math> est la charge élémentaire (10-5.1), <math>\epsilon_0</math> est la constante électrique (CEI 80000-6:2008, 6-14.1) et <math>a_0</math> est le rayon de Bohr (10-7)</p>	$E_H = 4,359\ 743\ 94(22) \times 10^{-18}$ J [valeurs recommandées 2006 CODATA].  L'énergie de l'électron dans l'atome H dans son état fondamental est $-E_H$ .  $E_H = 2R_\infty \cdot hc_0$ .

UNITÉS			PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLÉAIRE	
N°	Nom	Symbole	Définition	Facteurs de conversion et remarques
10-7.a	mètre	m		ångström (Å), 1 Å := 10 <sup>-10</sup> m
10-8.a	mètre à la puissance moins un	m <sup>-1</sup>		
10-9.a	joule	J		

(à suivre)