

---

# NORME INTERNATIONALE **ISO** 31/IV



---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

---

## Grandeurs et unités de chaleur

*Quantities and units of heat*

Première édition — 1978-03-15

---

CDU 53.081

Réf. n° : ISO 31/IV-1978 (F)

**Descripteurs** : grandeur, unité de mesure, chaleur, thermodynamique, définition, symbole, système international d'unités.

Prix basé sur 14 pages

## 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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 31/IV a été élaborée par le comité technique ISO/TC 12, *Grandeurs, unités, symboles, facteurs de conversion et tables de conversions*, et a été soumise aux comités membres en octobre 1975.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Hongrie	Roumanie
Allemagne	Inde	Royaume-Uni
Australie	Israël	Sri Lanka
Autriche	Italie	Suède
Belgique	Mexique	Tchécoslovaquie
Brésil	Norvège	Turquie
Canada	Pakistan	U.S.A.
Danemark	Pays-Bas	Yougoslavie
Finlande	Pologne	
France	Portugal	

Les comités membres des pays suivants l'ont désapprouvée pour des raisons techniques :

Japon\*  
Suisse  
U.R.S.S.

- \* Désaccord sur le signe décimal uniquement.

Cette Norme internationale annule et remplace la Recommandation ISO/R 31/IV-1960, dont elle constitue une révision technique.

# Grandeurs et unités de chaleur

## INTRODUCTION

Le présent document, contenant un tableau des *grandeurs et unités de chaleur*, est la partie IV de l'ISO 31, qui spécifie les grandeurs et unités dans différents domaines de la science et de la technique. La liste complète des parties de l'ISO 31 est la suivante :

Partie 0 : *Introduction générale — Principes généraux concernant les grandeurs, les unités et les symboles.*

Partie I : *Grandeurs et unités d'espace et de temps.*

Partie II : *Grandeurs et unités de phénomènes périodiques et connexes.*

Partie III : *Grandeurs et unités de mécanique.*

Partie IV : *Grandeurs et unités de chaleur.*

Partie V : *Grandeurs et unités d'électricité et de magnétisme.*

Partie VI : *Grandeurs et unités de lumière et de rayonnements électromagnétiques connexes.*

Partie VII : *Grandeurs et unités d'acoustique.*

Partie VIII : *Grandeurs et unités de chimie physique et de physique moléculaire.*

Partie IX : *Grandeurs et unités de physique atomique et nucléaire.*

Partie X : *Grandeurs et unités de réactions nucléaires et rayonnements ionisants.*

Partie XI : *Signes et symboles mathématiques à employer dans les sciences physiques et dans la technique.*

Partie XII : *Paramètres sans dimension.*

Partie XIII : *Grandeurs et unités de la physique de l'état solide.*

## Disposition des tableaux

Les tableaux des grandeurs et unités dans l'ISO 31 sont disposés de telle façon que les grandeurs apparaissent sur la page de gauche et les unités correspondantes sur la page de droite.

Toutes les unités situées entre deux lignes horizontales continues correspondent aux grandeurs situées entre les deux lignes horizontales continues correspondantes de la page de gauche.

Lorsque la numérotation des articles a été modifiée dans la révision d'une partie de l'ISO 31, le numéro de 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 le terme en question ne figurait pas dans l'édition précédente.

## Tableaux des grandeurs

Les grandeurs les plus importantes concernant le domaine d'application du présent document sont données conjointement avec leurs symboles et, dans la plupart des cas, avec leurs définitions. Ces définitions ne sont données qu'en vue de leur identification; elles ne sont pas, au sens strict du terme, des définitions complètes.

Le caractère vectoriel de quelques grandeurs est indiqué, particulièrement lorsque cela est nécessaire pour les définir, mais sans chercher à être complet ou rigoureux.

Dans la plupart des cas, un seul symbole<sup>1)</sup> est donné pour la grandeur; lorsque deux ou plusieurs symboles sont indiqués pour une même grandeur, sans distinction spéciale, ils peuvent être utilisés indifféremment.

## Tableaux des unités

Les unités correspondant aux grandeurs sont données avec leurs symboles internationaux et leurs définitions. Pour des renseignements complémentaires, se reporter à la partie 0.

Les unités sont présentées de la façon suivante :

1) Les noms des unités SI sont imprimés en caractères plus grands que ceux du texte courant. Les unités SI et leurs multiples et sous-multiples décimaux formés au moyen des préfixes SI sont particulièrement recommandés. Les multiples et sous-multiples décimaux ne sont pas mentionnés explicitement.

2) Les noms des unités non SI qui peuvent être utilisées conjointement avec les unités SI en raison de leur importance pratique ou de leur utilisation dans des domaines spécialisés, sont imprimés en caractères courants.

1) Lorsqu'il existe deux façons d'écrire une même lettre en italique (par exemple pour  $\vartheta$ ,  $\theta$ ,  $\varphi$ ,  $\phi$ ;  $g$ ,  $g$ ) une seule de ces façons est indiquée; cela ne signifie pas que l'autre n'est pas également acceptable.

3) Les noms des unités non SI qui peuvent être utilisées temporairement conjointement avec les unités SI sont imprimés en caractères plus petits que ceux du texte courant.

Les unités des alinéas 2 et 3 sont séparées des unités SI, pour les grandeurs concernées, par des lignes en traits interrompus.

4) Les unités non SI qui ne devraient pas être utilisées conjointement avec les unités SI sont données en annexe dans certaines parties de l'ISO 31. Les annexes ne font pas partie intégrante des normes. Elles sont classées en trois groupes :

a) *Unités du système CGS de dénomination spéciale*

Il est généralement préférable de ne pas utiliser d'unités CGS de dénomination spéciale et leurs symboles conjointement avec les unités SI.

b) *Unités basées sur le foot, le pound et la seconde, ainsi que certaines autres unités*

c) *Autres unités*

Celles-ci sont données à titre informatif, et spécialement en ce qui concerne le facteur de conversion. L'utilisation des unités marquées du signe † est déconseillée.

**Remarque sur les unités supplémentaires**

La Conférence générale des poids et mesures a classé les unités SI radian et stéradian comme «unités supplémentaires», laissant délibérément ouverte la question de savoir si ce sont des unités de base ou des unités dérivées et, en conséquence, si l'on doit considérer l'angle et l'angle solide comme grandeurs de base ou grandeurs dérivées.

Dans l'ISO 31, l'angle plan et l'angle solide sont traités comme des grandeurs dérivées (voir aussi la partie 0). Ils sont définis, dans l'ISO 31, respectivement comme le

rapport de deux longueurs et comme le rapport de deux superficies et sont, en conséquence, traités comme des grandeurs sans dimension. Bien que, dans ces conditions, l'unité cohérente des deux grandeurs soit le nombre 1, il est commode d'employer les noms spéciaux radian et stéradian au lieu du nombre 1 dans de nombreux cas d'application pratique.

Si l'angle plan et l'angle solide étaient traités comme des grandeurs de base, les unités radian et stéradian seraient des unités de base et ne pourraient pas être considérées comme des noms spéciaux du nombre 1. Dans ce cas, des modifications importantes devraient être effectuées dans l'ISO 31.

**Nombre de chiffres dans les indications numériques<sup>1)</sup>**

Tous les nombres de la colonne «Définition» sont exacts.

Dans la colonne «Facteurs de conversion», les facteurs de conversion, sur lesquels le calcul d'autres facteurs est fondé, sont indiqués normalement jusqu'à sept chiffres significatifs. Quand ils sont exacts et se terminent avec sept chiffres ou moins, si le contexte ne l'indique pas clairement, le mot «exactement» est ajouté, mais lorsqu'ils peuvent être terminés avec plus de sept chiffres, ils peuvent être donnés en entier. Les facteurs de conversion dérivant d'expériences sont donnés avec le nombre de chiffres significatifs que justifie la précision des expériences. D'une façon générale, cela veut dire que, dans ces cas, seul le dernier chiffre est douteux. Cependant, lorsque les expériences justifient plus de sept chiffres, le facteur est généralement arrondi à sept chiffres significatifs.

Les autres facteurs de conversion sont indiqués jusqu'à six chiffres significatifs au plus; lorsqu'ils sont connus exactement et contiennent six chiffres ou moins, si le contexte ne l'indique pas clairement, le mot «exactement» est ajouté.

Les chiffres de la colonne «Remarques» sont donnés avec la précision qui convient à chaque cas particulier.

1) Le signe décimal est une virgule sur la ligne. Dans les documents rédigés en anglais, une virgule ou un point sur la ligne peuvent être utilisés.



## 4. Chaleur

Grandeurs  
4-1.1 . . . 4-2.1

N°	Grandeur	Symbole	Définition	Remarques
4-1.1	température thermodynamique	$T, \theta$		La température thermodynamique est définie suivant les principes de la thermodynamique
4-2.1	température Celsius	$t, \theta$	$t = T - T_0$ où $T_0$ est fixée, par convention, égale à $T_0 = 273,15 \text{ K}$	La température thermodynamique $T_0$ est, par définition, 0,01 K au-dessous de la température thermodynamique du point triple de l'eau

## 4. Chaleur

Unités  
4-1.a . . . 4-2.a

N°	Nom de l'unité	Symbole international de l'unité	Définition	Facteurs de conversion	Remarques
4-1.a	kelvin	K	Le kelvin, unité de température thermodynamique, est la fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau		<p><b>Intervalle de température</b></p> <p>Les unités d'intervalle ou de différence de température thermodynamique et Celsius sont identiques. La Conférence générale des poids et mesures a recommandé que de tels intervalles ou différences soient exprimés en kelvins (K) ou en degrés Celsius (°C). Les autres noms et symboles tel que «degré», «deg» ou «degree» doivent être abandonnés.</p> <p>«L'Échelle internationale pratique de température de 1968»</p> <p>Pour les mesures pratiques, la Conférence générale des poids et mesures a adopté l'Échelle internationale pratique de température. Cette échelle de température est basée sur un nombre de points fixes et sur des procédés d'interpolation avec l'aide de certains instruments de mesure et définit la température à partir de 13,81 K. La dernière version, approuvée en 1976, est une édition rectifiée de l'Échelle internationale pratique de température de 1968.</p> <p>Les températures thermodynamique et Celsius sur cette échelle sont indiquées respectivement par <math>T_{68}</math> et <math>t_{68}</math>, avec</p> $t_{68} = T_{68} - T_0$ <p><math>T_{68}</math> et <math>t_{68}</math> sont considérées comme les meilleures approximations actuelles de <math>T</math> et <math>t</math> respectivement. Les unités de <math>T_{68}</math> et <math>t_{68}</math> sont respectivement le kelvin et le degré Celsius comme pour <math>T</math> et <math>t</math> [voir le texte complet dans <i>Metrologia</i> 12 (1976) N° 1]. Les «échelles hélium» adoptées antérieurement s'écartent trop de la température thermodynamique aux basses températures; elles ont donc été abandonnées.</p>
4-2.a	degré Celsius	°C	Le degré Celsius est un nom spécial de l'unité kelvin utilisé pour énoncer les valeurs de la température Celsius.		

## 4. Chaleur (suite)

Grandeurs

4-3.1 . . . 4-11.1

N°	Grandeur	Symbole	Définition	Remarques
4-3.1	coefficient de dilata- tion linéique	$\alpha_l$	$\alpha_l = \frac{1}{l} \frac{dl}{dT}$	Les indices des symboles peuvent être omis lorsqu'aucune confusion n'est possible  Le nom coefficient de pression et le symbole $\beta$ sont également utilisés pour la grandeur 4.3.3  Les grandeurs 4-3.1 à 4-5.1 ne sont pas complètement définies, à moins que le type de transformation ne soit spécifié
4-3.2	coefficient de dilata- tion volumique	$\alpha_V, \gamma$	$\alpha_V = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT}$	
4-3.3	coefficient relatif de pression	$\alpha_p$	$\alpha_p = \frac{1}{p} \frac{dp}{dT}$	
4-4.1 (4-3.3)	coefficient de pression	$\beta$	$\beta = \frac{dp}{dT}$	
4-5.1 —	coefficient de compressibilité	$\kappa$	$\kappa = - \frac{1}{V} \frac{dV}{dp}$	
4-6.1 (4-4.1)	quantité de chaleur	$Q$		La chaleur transférée dans une phase de transformation isotherme, appelée autrefois «chaleur latente», avec le symbole $L$ , s'exprime de préférence comme la variation des fonctions thermodynamiques concernées, par exemple $T \cdot \Delta S$ , où $\Delta S$ est la variation d'entropie, ou encore $\Delta H$
4-7.1 (4-5.1)	flux thermique	$\Phi$	Quotient de la quantité de chaleur traversant une surface par le temps	
4-8.1 (4-6.1)	densité de flux thermique	$q, \varphi$	Quotient du flux thermique par l'aire de la surface	
4-9.1 (4-7.1)	conductivité thermique	$\lambda, (k)$	Quotient de la densité de flux thermique par le gradient de température	
4-10.1 (4-8.1)	coefficient de transmission thermique	$h, k, K, \alpha$	Quotient de la densité de flux thermique par la différence de température	Les symboles $h$ et $\alpha$ sont utilisés pour le coefficient de transmission thermique de surface. Les symboles $k$ et $K$ sont utilisés pour tous les coefficients de transmission thermique
4-11.1 —	coefficient d'isolation thermique	$M$	Quotient de la différence de température par la densité de flux thermique	



## 4. Chaleur (suite)

Unités  
4-3.a . . . 4-11.a

N°	Nom de l'unité	Symbole international de l'unité	Définition	Facteurs de conversion	Remarques
4-3.a	kelvin à la puissance moins un	$K^{-1}$			
4-4.a	pascal par kelvin	Pa/K			
4-5.a	pascal à la puissance moins un	$Pa^{-1}$			
4-6.a	joule	J			Pour d'autres unités, voir 3-24.b et c
4-7.a	watt	W			
4-8.a	watt par mètre carré	$W/m^2$			
4-9.a	watt par mètre kelvin	$W/(m \cdot K)$			
4-10.a	watt par mètre carré kelvin	$W/(m^2 \cdot K)$			
4-11.a	mètre carré kelvin par watt	$m^2 \cdot K/W$			

Grandeurs

4-12.1 . . . 4-18.1

## 4. Chaleur (suite)

N°	Grandeur	Symbole	Définition	Remarques
4-12.1 —	résistance thermique	$R$	Quotient de la différence de température par le flux thermique	La grandeur $G = 1/R$ est appelée conductance thermique
4-13.1 (4-9.1)	diffusivité thermique	$a, (\alpha, \kappa)$	$a = \frac{\lambda}{\rho c_p}$ où $\lambda$ est la conductivité thermique, $\rho$ la masse volumique et $c_p$ la capacité thermique massique à pression constante	
4-14.1 (4-10.1)	capacité thermique	$C$	Lorsque la température d'un système s'accroît de $dT$ par suite de l'addition d'une petite quantité de chaleur $dQ$ , la grandeur $dQ/dT$ est la capacité thermique	Cette grandeur n'est pas complètement définie, à moins que le type de transformation ne soit spécifié
4-15.1 (4-11.1)	capacité thermique massique	$c$	Quotient de la capacité thermique par la masse	Pour les grandeurs molaires correspondantes, voir partie VIII
4-15.2 (4-11.2)	capacité thermique massique à pression constante	$c_p$		
4-15.3 (4-11.3)	capacité thermique massique à volume constant	$c_V$		
4-15.4 —	capacité thermique massique à saturation	$c_{sat}$		
4-16.1 (4-12.1)	rapport des capacités thermiques massiques	$\gamma$	$\gamma = c_p/c_V$	Ces grandeurs sont sans dimension
4-16.2 —	exposant isentropique	$\kappa$	$\kappa = -\frac{V}{p} \left( \frac{\partial p}{\partial V} \right)_S$	Pour un gaz parfait, $\gamma$ est égal à $\kappa$
4-17.1 (4-13.1)	entropie	$S$	Lorsqu'une petite quantité de chaleur $dQ$ est reçue par un système dont la température thermodynamique est $T$ , l'entropie du système s'accroît de $dQ/T$ , à condition qu'aucun changement irréversible n'ait lieu dans le système	
4-18.1 (4-14.1)	entropie massique	$s$	Quotient de l'entropie par la masse	Pour les grandeurs molaires correspondantes, voir partie VIII