
Norme internationale



31/8

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

Grandeurs et unités de chimie physique et de physique moléculaire

Quantities and units of physical chemistry and molecular physics

Deuxième édition — 1980-12-15

CDU 53-081

Réf. n° : ISO 31/8-1980 (F)

Descripteurs : grandeur, unité de mesure, chimie physique, physique moléculaire, système international d'unités, symbole.

Prix basé sur 18 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 31/8, a été élaborée par le comité technique ISO/TC 12, *Grandeurs, unités, symboles, facteurs de conversion et tables de conversion*, et a été soumise aux comités membres en juillet 1979.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

| | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------|
| Afrique du Sud, Rép. d' | Égypte, Rép. arabe d' | Pays-Bas |
| Allemagne, R.F. | Espagne | Pologne |
| Australie | Finlande | Portugal |
| Autriche | France | Roumanie |
| Belgique | Inde | Royaume-Uni |
| Brésil | Israël | Suède |
| Bulgarie | Italie | Tchécoslovaquie |
| Canada | Japon | URSS |
| Corée, Rép. dém. p. de | Mexique | USA |
| Cuba | Norvège | |
| Danemark | Nouvelle-Zélande | |

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 31/8-1973).

Grandeurs et unités de chimie physique et de physique moléculaire

Introduction

Le présent document, contenant un tableau des *grandeurs et unités de chimie physique et de physique moléculaire*, est la partie 8 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 : *Principes généraux concernant les grandeurs, les unités et les symboles.*

Partie 1 : *Grandeurs et unités d'espace et de temps.*

Partie 2 : *Grandeurs et unités de phénomènes périodiques et connexes.*

Partie 3 : *Grandeurs et unités de mécanique.*

Partie 4 : *Grandeurs et unités de chaleur.*

Partie 5 : *Grandeurs et unités d'électricité et de magnétisme.*

Partie 6 : *Grandeurs et unités de lumière et de rayonnements électromagnétiques connexes.*

Partie 7 : *Grandeurs et unités d'acoustique.*

Partie 8 : *Grandeurs et unités de chimie physique et de physique moléculaire.*

Partie 9 : *Grandeurs et unités de physique atomique et nucléaire.*

Partie 10 : *Grandeurs et unités de réactions nucléaires et rayonnements ionisants.*

Partie 11 : *Signes et symboles mathématiques à employer dans les sciences physiques et dans la technique.*

Partie 12 : *Paramètres sans dimension.*

Partie 13 : *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⁽¹⁾ est donné pour la grandeur; lorsque deux ou plusieurs symboles sont indiqués pour une même grandeur, sans distinction spéciale, ils peuvent être utilisés indifféremment. Lorsqu'un symbole principal et un symbole de réserve sont indiqués, le symbole de réserve est entre parenthèses.

Tableaux des unités

Les unités correspondant aux grandeurs sont données avec leurs symboles internationaux et leurs définitions. Pour des renseignements complémentaires, voir ISO 31/0.

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

Les unités sont disposées 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.
- 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 des parties de l'ISO 31. Ces 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 la dénomination spéciale et les symboles d'unités CGS 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 plan et l'angle solide comme grandeurs de base ou grandeurs dérivées.⁽¹⁾

Dans l'ISO 31, l'angle plan et l'angle solide sont traités comme des grandeurs dérivées (voir aussi ISO 31/0). Ils y sont définis respectivement comme le rapport de deux longueurs et comme le rapport de deux aires et sont, en conséquence, traités comme des grandeurs sans dimension. Bien que, dans ces con-

ditions, 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⁽²⁾

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, et 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 au moins, et 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.

Remarques particulières

Dans ce document, les symboles des constituants sont indiqués en indices inférieurs, par exemple c_B , w_B , p_B .

L'indice supérieur * signifie «pur». L'indice supérieur ° signifie «de référence».

Si le symbole du constituant est complexe, il convient de le placer entre parenthèses sur la même ligne que le symbole principal, par exemple $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$.

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

Dans le présent document, les annexes font partie intégrante de la norme.

(1) Cependant, en octobre 1980, le Comité International des Poids et mesures décidait d'interpréter la classe des unités supplémentaires dans le Système International comme une classe d'unités dérivées sans dimension pour lesquelles la Conférence Générale des Poids et Mesures laisse la liberté de les utiliser ou non dans les expressions des unités dérivées du Système International.

(2) Le signe décimal est une virgule sur la ligne. Dans les documents rédigés en anglais, une virgule ou un point sur la ligne peut être utilisé.

8. Chimie physique et physique moléculaire

Grandeurs
8-1.1 . . . 8-6.1

| N° | Grandeur | Symbole | Définition | Remarques |
|-------|--|----------|--|--|
| 8-1.1 | masse atomique relative d'un élément | A_r | Rapport de la masse atomique moyenne d'un élément, au 1/12 de la masse atomique du nucléide ^{12}C . | Ces grandeurs sont sans dimension. Exemple : $A_r(\text{Cl}) = 35,453$. Anciennement appelée poids atomique. |
| 8-1.2 | masse moléculaire relative d'un corps | M_r | Rapport de la masse moléculaire moyenne d'une molécule ou d'une entité spécifiée pour la composition isotopique naturelle au 1/12 de la masse atomique du nucléide ^{12}C . | Anciennement appelée poids moléculaire. La masse atomique relative ou la masse moléculaire relative dépend de la composition nucléidique. |
| 8-2.1 | nombre de molécules ou d'autres entités élémentaires | N | Nombre de molécules ou d'autres entités élémentaires dans un système. | Cette grandeur est sans dimension. |
| 8-3.1 | quantité de matière | $n, (v)$ | | v peut être employé à la place de n lorsque n désigne le nombre volumique de particules; voir 8-10.1. |
| 8-4.1 | constante d'Avogadro | L, N_A | Quotient du nombre de molécules par la quantité de matière. | $N_A = N/n$ $= (6,022\ 045 \pm 0,000\ 031)$ $\times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \text{ (1)}$ |
| 8-5.1 | masse molaire | M | Quotient de la masse par la quantité de matière. | $M = m/n$ où m est la masse du corps. |
| 8-6.1 | volume molaire | V_m | Quotient du volume par la quantité de matière. | $V_m = V/n$. Le volume molaire d'un gaz parfait à 273,15 K et 101,325 kPa est $V_{m,0} = (0,022\ 413\ 83$ $\pm 0,000\ 000\ 70) \text{ m}^3/\text{mol} \text{ (1)}$. |

(1) Bulletin 11 de CODATA (1973).

8. Chimie physique et physique moléculaire

Unités
8-3.a . . . 8-6.a

| N° | Nom de l'unité | Symbole international de l'unité | Définition | Facteurs de conversion | Remarques |
|-------|------------------------------|----------------------------------|---|------------------------|--|
| | | | | | |
| 8-3.a | mole | mol | La mole est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12. Lorsqu'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres particules, ou des groupements spécifiés de telles particules. | | |
| 8-4.a | mole à la puissance moins un | mol ⁻¹ | | | |
| 8-5.a | kilogramme par mole | kg/mol | | | $M = 10^{-3} M_r$, kg/mol $= M_r$, kg/kmol $= M_r$, g/mol où M_r est la masse moléculaire relative d'une substance d'une composition chimique fixée. |
| 8-6.a | mètre cube par mole | m ³ /mol | | | |

8. Chimie physique et physique moléculaire (suite)

Grandeurs
8-7.1 . . . 8-16.1

| N° | Grandeur | Symbole | Définition | Remarques |
|--------------------|---|--------------|---|--|
| 8-7.1 | énergie interne molaire | $U_m, (E_m)$ | Quotient de l'énergie interne par la quantité de matière. | $U_m = U/n$. Voir ISO 31/4. Des définitions semblables s'appliquent à d'autres fonctions thermodynamiques molaires, par exemple H_m, A_m, G_m . |
| 8-8.1 | capacité thermique molaire | C_m | Quotient de la capacité thermique par la quantité de matière. | $C_m = C/n$. Voir ISO 31/4. |
| 8-9.1 | entropie molaire | S_m | Quotient de l'entropie par la quantité de matière. | $S_m = S/n$. Voir ISO 31/4. |
| 8-10.1 | nombre volumique de molécules (ou de particules) | n | Quotient du nombre de molécules ou de particules par le volume. | $n = N/V$ |
| 8-10.2 | concentration moléculaire du constituant B | C_B | Quotient du nombre de molécules du constituant B par le volume du mélange. | |
| 8-11.1 | masse volumique | ρ | Quotient de la masse par le volume. | |
| 8-11.2 | concentration en masse du constituant B | ρ_B | Quotient de la masse du constituant B par le volume du mélange. | |
| 8-12.1 | fraction massique du constituant B | w_B | Rapport de la masse du constituant B à la masse du mélange. | Cette grandeur est sans dimension. |
| 8-13.1 | concentration du constituant B, concentration en quantité de matière du constituant B | c_B | Quotient de la quantité de matière du constituant B par le volume du mélange. | En chimie, également désignée par [B]. |
| 8-14.1 (-) | fraction volumique du constituant B | φ_B | $\varphi_B = \frac{x_B V_{m,B}}{\sum_A x_A V_{m,A}}$ où $V_{m,B}$ est le volume molaire du constituant B pur dans les mêmes conditions de température et de pression. | Cette grandeur est sans dimension. On utilise aussi une autre définition dans laquelle les volumes molaires $V_{m,B}$ des constituants purs B sont remplacés par les volumes molaires partiels $(\partial V/\partial n_B)_{T,P,n_C,\dots}$ des constituants B. Le volume molaire partiel du constituant pur B peut être indiqué par V_B^* et est identique à $V_{m,B}$. |
| 8-15.1 (8-14.1) | fraction molaire du constituant B | $x_B, (y_B)$ | Rapport de la quantité de matière du constituant B à la quantité de matière du mélange. | Ces grandeurs sont sans dimension. |
| 8-15.2 (8-14.2) | rapport molaire du soluté B | r_B | Rapport de la quantité de matière du soluté B à la quantité de matière du solvant. | Pour une solution avec un seul soluté $r = x/(1 - x)$. |
| 8-16.1 (8-15.1) | molalité du soluté B | b_B, m_B | Quotient de la quantité de matière du soluté B par la masse du solvant. | |

8. Chimie physique et physique moléculaire (suite)

Unités
8-7.a . . . 8-16.a

| N° | Nom de l'unité | Symbole international de l'unité | Définition | Facteurs de conversion | Remarques |
|--------|----------------------------------|----------------------------------|------------|---|--|
| 8-7.a | joule par mole | J/mol | | | Pour les calories, voir ISO 31/9, annexe B. |
| 8-8.a | joule par mole kelvin | J/(mol.K) | | | |
| 8-9.a | joule par mole kelvin | J/(mol.K) | | | |
| 8-10.a | mètre à la puissance moins trois | m ⁻³ | | | |
| 8-11.a | kilogramme par mètre cube | kg/m ³ | | | |
| 8-11.b | kilogramme par litre | kg/l, kg/L | | | Le symbole L a été adopté par la CGPM (1979) comme autre symbole pour le litre (l) |
| 8-13.a | mole par mètre cube | mol/m ³ | | | |
| 8-13.b | mole par litre | mol/l, mol/L | | 1 mol/l = 10 ³ mol/m ³ (exactement) = 1 mol/dm ³ (exactement) | |
| 8-16.a | mole par kilogramme | mol/kg | | | |

8. Chimie physique et physique moléculaire (suite)

Grandeurs
8-17.1 . . . 8-23.1

| N° | Grandeur | Symbole | Définition | Remarques |
|--------------------|---|--------------------|--|---|
| 8-17.1 (8-16.1) | potentiel chimique du constituant B | μ_B | Pour un mélange avec constituants B, C, ... $\mu_B = (\partial G / \partial n_B) T, p, n_C, \dots$ où n_B est la quantité de matière du constituant B et G l'enthalpie libre. | Pour un corps pur $\mu = G/n = G_m$ où G_m est l'enthalpie libre molaire. Le symbole μ est aussi employé pour la grandeur G_m/N_A , où N_A est la constante d'Avogadro. |
| 8-18.1 (8-17.1) | activité absolue du constituant B | λ_B | $\lambda_B = \exp(\mu_B/RT)$ | Cette grandeur est sans dimension. Pour R et T , voir 8-35.1. |
| 8-19.1 (8-18.1) | pression partielle du constituant B (dans un mélange gazeux) | p_B | Pour un mélange gazeux $p_B = x_B \cdot p$ où p est la pression. | |
| 8-20.1 (8-19.1) | fugacité du constituant B (dans un mélange gazeux) | f_B, \tilde{p}_B | Pour un mélange gazeux, f_B est proportionnel à l'activité absolue λ_B , le facteur de proportionnalité, qui est seulement fonction de la température, étant déterminé si, pour une dilution infinie du gaz et dans des conditions de température et de composition constantes, f_B/p_B tend vers 1. | $f_B = \lambda_B \cdot \lim_{p \rightarrow 0} (x_B p / \lambda_B)$. (Pour le symbole, voir aussi 8-22.1.). |
| 8-21.1 (-) | activité absolue normale du constituant B (dans un mélange gazeux) | λ_B^o | $\lambda_B^o = (p^o/x_B) \lim_{p \rightarrow 0} (\lambda_B/p)$ où p^o est une pression de référence, habituellement 101,325 kPa. | Cette grandeur est sans dimension. Cette grandeur n'est fonction que de la température. |
| 8-22.1 (8-20.1) | coefficient d'activité du constituant B (dans un mélange liquide) | f_B | Pour un mélange liquide $f_B = \lambda_B / (\lambda_B^* x_B)$ où λ_B^* est l'activité absolue du constituant pur B à la même température et à la même pression. | Ces grandeurs sont sans dimension. Le nom «facteur d'activité» serait plus rigoureux. |
| 8-22.2 (-) | activité absolue normale du constituant B (dans un mélange liquide ou solide) | λ_B^o | $\lambda_B^o = \lambda_B^*(p^o)$ | Cette grandeur n'est fonction que de la température. |
| 8-23.1 (8-21.1) | activité du soluté B, activité relative du soluté B | $a_B, a_{m, B}$ | Pour un soluté dans une solution, a_B est proportionnel à l'activité absolue λ_B , le facteur de proportionnalité, qui est seulement fonction de la température et de la pression, étant déterminé si, pour une dilution infinie et dans des conditions de température et de pression constantes, le quotient de a_B par le rapport de molalité m_B/m^o tend vers 1; m^o est une molalité de référence, habituellement 1 mol/kg. | Cette grandeur est sans dimension. $a_B = \lambda_B \cdot \lim_{\Sigma m_B \rightarrow 0} \frac{m_B/m^o}{\lambda_B}$ La grandeur $a_{c, B}$, définie d'une façon similaire par le rapport de concentration c_B/c^o , est aussi appelée activité ou activité relative du soluté B; c^o est une concentration de référence, habituellement 1 mol/dm ³ . $a_{c, B} = \lambda_B \cdot \lim_{\Sigma c_B \rightarrow 0} \frac{c_B/c^o}{\lambda_B}$ L'indice c dans $a_{c, B}$ est souvent omis. |

8. Chimie physique et physique moléculaire (suite)

Unités
8-17.a . . . 8-20.a

| N° | Nom de l'unité | Symbole international de l'unité | Définition | Facteurs de conversion | Remarques |
|--------|----------------|----------------------------------|------------|------------------------|---|
| 8-17.a | joule par mole | J/mol | | | |
| | | | | | |
| 8-19.a | pascal | Pa | | | 1 atm = 101 325 Pa (exactement). L'emploi de cette unité est déconseillé. Cela n'implique pas que l'utilisation de la valeur 101 325 Pa comme valeur de référence soit déconseillée. |
| 8-20.a | pascal | Pa | | | Voir 8-19.a. |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |