
NORME INTERNATIONALE **ISO** 31/V



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

Grandeurs et unités d'électricité et de magnétisme

Quantities and units of electricity and magnetism

Première édition — 1979-02-15

Corrigée et réimprimée — 1981-04-15

CDU 53.081

Réf. n° : ISO 31/V-1979 (F)

Descripteurs : quantité, unité de mesure, électricité, magnétisme, définition, symbole, système international d'unités.

Prix basé sur 23 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/V 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 octobre 1975.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

| | | |
|-------------------------|----------|-----------------|
| Afrique du Sud, Rép. d' | France | Roumanie |
| Allemagne, R. F. | Ghana | Royaume-Uni |
| Australie | Hongrie | Suède |
| Autriche | Inde | Suisse |
| Belgique | Israël | Tchécoslovaquie |
| Brésil | Italie | Turquie |
| Bulgarie | Mexique | U.S.A. |
| Canada | Norvège | Yougoslavie |
| Danemark | Pays-Bas | |
| Finlande | Pologne | |

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

Japon*
U.R.S.S.

* Désaccord sur le signe décimal uniquement.

Cette Norme internationale annule et remplace la Recommandation ISO/R 31/V-1965, dont elle constitue une révision technique.

Grandeurs et unités d'électricité et de magnétisme

INTRODUCTION

Le présent document, contenant un tableau des *grandeurs et unités d'électricité et de magnétisme*, est la partie V de l'ISO 31, qui spécifie les grandeurs et unités dans les 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 symbole¹⁾ est donné pour la grandeur; lorsque deux ou plusieurs symboles sont indiqués pour une même grandeur, sans distinction spéciale, ils peuvent être utilisés indifféremment.

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; ceci ne signifie pas que l'autre n'est pas également acceptable.

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 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. 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 plan 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 également la partie 0). Ils y sont définis 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 numériques¹⁾

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 ou 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 SPÉCIALES

Les articles de ce document, qui font partie de l'électrotechnique, sont généralement en concordance avec les recommandations de la Publication 27-1 de la CEI. Si, dans un tableau, un nom ou un symbole n'est pas conforme avec ce que donne la CEI, cela est indiqué dans la colonne «Remarques».

Équations et grandeurs

Pour l'électricité et le magnétisme, différents systèmes d'équation ont été établis suivant le nombre et le choix qui est fait des grandeurs de base sur lesquelles repose le système d'équations. En ce qui concerne le présent document, seuls les systèmes suivants sont à mentionner :

1. Système d'équations à quatre grandeurs de base

Dans le système quadridimensionnel d'équations à quatre grandeurs de base, une grandeur électrique figure dans le groupe de base. Les grandeurs de base choisies sont : la

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.

longueur, le temps, la masse et le courant électrique. Dans ce système, la permittivité et la perméabilité apparaissent comme des grandeurs à dimensions dans les équations correspondantes.

Les équations s'écrivent toujours sous une forme qui s'appelle rationalisée, parce que dans les équations les facteurs 4π et 2π n'apparaissent que dans les cas impliquant respectivement une symétrie sphérique ou circulaire.

Ce système rationalisé d'équations s'emploie le plus communément dans les calculs pratiques de la physique et de la technique.

L'emploi de ce système est spécialement recommandé.

II. Systèmes d'équations à trois grandeurs de base

Ces systèmes sont indiqués, à titre d'information, dans les annexes A et B, qui ne font pas partie intégrante de la Norme internationale. Ils ne sont pas donnés dans la Publication 27-1 de la CEI.

Unités

Les grandeurs appartenant au système quadridimensionnel doivent être mesurées en unités du sous-système du Système International d'Unités¹⁾, fondé sur les quatre unités de base :

mètre, kilogramme, seconde et ampère.

Cas du courant alternatif

Les articles 5-40.1 à 5-44.1 des tableaux traitent de grandeurs sinusoïdales. Pour de telles grandeurs, on emploie des lettres minuscules pour les valeurs instantanées, des lettres majuscules pour les valeurs efficaces (moyenne quadratique) et des lettres minuscules avec l'indice m pour les valeurs maximales. Pour d'autres choix de symboles et des renseignements complémentaires, y compris les cas où les grandeurs ne sont pas sinusoïdales, consulter la Publication 27 de la CEI.

1) Voir également ISO 1000.

5. Électricité et Magnétisme

Grandeurs

5-1.1 ... 5-7.1

| N° | Numéro dans la Publication CEI 27-1 | Grandeur | Symbole | Définition | Remarques |
|-------|-------------------------------------|---|----------------|---|--|
| 5-1.1 | 67 | courant électrique, (intensité de courant électrique) | I | | En courant alternatif, on utilise i pour la valeur instantanée du courant électrique |
| 5-2.1 | 52 | charge électrique, quantité d'électricité | Q | Intégrale du courant électrique en fonction du temps | |
| 5-3.1 | 54 | charge volumique | $\rho, (\eta)$ | Quotient de la charge par le volume | |
| 5-4.1 | 53 | charge surfacique | σ | Quotient de la charge par l'aire de la surface | |
| 5-5.1 | 55 | champ électrique | $E, (K)$ | Quotient de la force exercée par le champ électrique sur une charge électrique, par cette charge | |
| 5-6.1 | 56 | potentiel électrique | V, φ | Pour les champs électrostatiques, grandeur scalaire dont le gradient changé de signe est égal au champ électrique | La CEI donne φ comme symbole de réserve |
| 5-6.2 | 57 | différence de potentiel, tension | $U, (V)$ | La différence de potentiel entre le point 1 et le point 2 est l'intégrale curviligne du champ électrique du point 1 au point 2 | En courant alternatif, on utilise u pour la valeur instantanée de la différence de potentiel |
| 5-6.3 | 58 | force électromotrice | E | La force électromotrice d'une source est le quotient de l'énergie fournie par la source, par la charge électrique transportée à travers la source | |
| 5-7.1 | 60 | induction électrique, déplacement | D | L'induction électrique est une grandeur vectorielle dont la divergence est égale à la charge volumique | Voir 5-10.1 La CEI ne donne pas « induction électrique » |

5. Électricité et Magnétisme

Unités
5-1.a . . . 5-7.a

| N° | Nom de l'unité | Symbole international de l'unité | Définition | Facteurs de conversion | Remarques |
|-------|-------------------------|----------------------------------|---|------------------------|---|
| 5-1.a | ampère | A | L'ampère est l'intensité d'un courant électrique constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1 mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force égale à 2×10^{-7} newton par mètre de longueur | | |
| 5-2.a | coulomb | C | $1 \text{ C} = 1 \text{ A}\cdot\text{s}$ | | L'unité ampère-heure $1 \text{ A}\cdot\text{h} = 3,6 \text{ kC}$, est parfois utilisée |
| 5-3.a | coulomb par mètre cube | C/m^3 | | | |
| 5-4.a | coulomb par mètre carré | C/m^2 | | | |
| 5-5.a | volt par mètre | V/m | $1 \text{ V}/\text{m} = 1 \text{ N}/\text{C}$ | | |
| 5-6.a | volt | V | $1 \text{ V} = 1 \text{ W}/\text{A}$ | | |
| 5-7.a | coulomb par mètre carré | C/m^2 | | | |

Grandeurs
5-8.1 . . . 5-17.1

5. Électricité et Magnétisme (suite)

| N° | Numéro dans la Publication CEI 27-1 | Grandeur | Symbole | Définition | Remarques |
|--------------------|-------------------------------------|---|----------------|---|---|
| 5-8.1 (5-9.1) | 59 | flux électrique, (flux de déplacement) | Ψ | Le flux électrique à travers un élément de surface est le produit scalaire de cet élément de surface par l'induction électrique | |
| 5-9.1 (5-11.1) | 61 | capacité | C | Quotient de la charge par la différence de potentiel | |
| 5-10.1 (5-12.1) | 62 | permittivité | ϵ | Quotient de l'induction électrique par le champ électrique | La CEI donne aussi «permittivité absolue» |
| 5-10.2 (5-12.2) | 206 | permittivité du vide, constante électrique | ϵ_0 | | $\epsilon_0 = 1/\mu_0 c^2$ $= (8,854\ 187\ 818 \pm 0,000\ 000\ 071) \times 10^{-12} \text{ F/m}^1$ <p>La CEI recommande que, si l'on fait une distinction entre la permittivité du vide et la constante électrique, le symbole ϵ_0 soit utilisé pour cette dernière</p> |
| 5-11.1 (5-14.1) | 63 | permittivité relative | ϵ_r | $\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$ | Cette grandeur est sans dimension. La CEI donne aussi «facteur de permittivité» |
| 5-12.1 (5-15.1) | 63a | susceptibilité électrique | χ, χ_e | $\chi = \epsilon_r - 1$ | Cette grandeur est sans dimension |
| 5-13.1 (5-17.1) | 65 | polarisation électrique | P | $P = D - \epsilon_0 E$ | La CEI donne D_i comme symbole de réserve |
| 5-14.1 (5-18.1) | 66 | moment de dipôle électrique | $p, (p_e)$ | Le moment de dipôle électrique est une grandeur vectorielle dont le produit vectoriel par le champ électrique est égal au moment du couple de forces agissant sur le dipôle | |
| 5-15.1 (5-19.1) | 68 | densité de courant | $J, (S)$ | Grandeur vectorielle dont le flux à travers une surface donnée est égal au courant traversant cette surface | j est aussi utilisé |
| 5-16.1 (5-20.1) | 69 | densité linéique de courant | $A, (\alpha)$ | Quotient du courant par la largeur de la couche conductrice | |
| 5-17.1 (5-21.1) | 70 | champ magnétique | H | Le champ magnétique est une grandeur vectorielle axiale dont le rotationnel est égal à la densité de courant, comprenant le courant de déplacement | |

1) Bulletin 11 de CODATA (1973)

5. Électricité et Magnétisme (suite)

Unités
5-8.a . . . 5-17.a

| N° | Nom de l'unité | Symbole international de l'unité | Définition | Facteurs de conversion | Remarques |
|--------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------|-----------|
| 5-8.a | coulomb | C | | | |
| 5-9.a | farad | F | $1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}$ | | |
| 5-10.a | farad par mètre | F/m | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 5-13.a | coulomb par mètre carré | C/m ² | | | |
| 5-14.a | coulomb mètre | C·m | | | |
| 5-15.a | ampère par mètre carré | A/m ² | | | |
| 5-16.a | ampère par mètre | A/m | | | |
| 5-17.a | ampère par mètre | A/m | | | |

5. Électricité et Magnétisme (suite)

| N° | Numéro dans la Publication CEI 27-1 | Grandeur | Symbole | Définition | Remarques |
|--------------------|-------------------------------------|--|---------------|--|---|
| 5-18.1 (5-23.1) | 71 | différence de potentiel magnétique | U_m | La différence de potentiel magnétique entre le point 1 et le point 2 est l'intégrale curviligne du champ magnétique du point 1 au point 2 | La CEI donne aussi U comme symbole et \mathcal{U} comme symbole de réserve La CEI donne aussi «tension magnétique» |
| 5-18.2 (5-23.2) | 72 | force magnéto-motrice | F, F_m | $F = \oint H_s ds$ | La CEI donne \mathcal{F} comme symbole de réserve |
| 5-18.3 (-) | 72a | courant totalisé | Θ | Courant électrique net de conduction à travers une boucle fermée | Lorsque Θ est la résultante de N courants I égaux, $\Theta = NI$ |
| 5-19.1 (5-24.1) | 73 | induction magnétique, densité de flux magnétique | B | L'induction magnétique est une grandeur vectorielle axiale telle que la force exercée sur un élément de courant est égale au produit vectoriel de cet élément par l'induction magnétique | |
| 5-20.1 (5-25.1) | 74 | flux magnétique, flux d'induction magnétique | Φ | Le flux magnétique à travers un élément de surface est le produit scalaire de cet élément de surface par l'induction magnétique | |
| 5-21.1 (5-26.1) | 75 | potentiel vecteur magnétique | A | Le potentiel vecteur magnétique est une grandeur vectorielle dont le rotationnel est égal à l'induction magnétique | |
| 5-22.1 (5-27.1) | 76 | inductance propre | L | Quotient du flux magnétique dans une spire, dû au courant dans la spire, par ce courant | |
| 5-22.2 (5-27.2) | 77 | inductance mutuelle | M, L_{12} | Quotient du flux magnétique dans une spire, dû au courant dans une autre spire, par ce courant | |
| 5-23.1 (5-28.1) | 78 | facteur de couplage | $k, (\kappa)$ | $k = L_{12}/\sqrt{L_1 L_2}$ | Ces grandeurs sont sans dimension |
| 5-23.2 (5-28.2) | 79 | facteur de dispersion | σ | $\sigma = 1 - k^2$ | |

5. Électricité et Magnétisme (suite)

Unités
5-18.a . . . 5-22.a

| N° | Nom de l'unité | Symbole international de l'unité | Définition | Facteurs de conversion | Remarques |
|--------|-----------------|----------------------------------|---|------------------------|-----------|
| 5-18.a | ampère | A | | | |
| 5-19.a | tesla | T | $1 \text{ T} = 1 \text{ N}/(\text{A}\cdot\text{m})$ $= 1 \text{ Wb}/\text{m}^2$ $= 1 \text{ V}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ | | |
| 5-20.a | weber | Wb | $1 \text{ Wb} = 1 \text{ V}\cdot\text{s}$ | | |
| 5-21.a | weber par mètre | Wb/m | | | |
| 5-22.a | henry | H | $1 \text{ H} = 1 \text{ Wb}/\text{A}$ $= 1 \text{ V}\cdot\text{s}/\text{A}$ | | |
| | | | | | |