IEC 60050-102

Edition 1.0 2007-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

International Electrotechnical Vocabulary –
Part 102: Mathematics – General concepts and linear algebra

Vocabulaire Electrotechnique International –
Partie 102: Mathématiques – Concepts généraux et algèbre linéaire

IEC 60050-102:2007

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

IEC 60050-102

Edition 1.0 2007-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

International Electrotechnical Vocabulary – Part 102: Mathematics – General concepts and linear algebra

Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 102: Mathématiques – Concepts généraux et algèbre linéaire

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XC

ICS 01.040.07; 07.020

ISBN 2-8318-9298-1

SOMMAIRE

CONTENTS

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

VOCABULAIRE ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONAL

Partie 102: MATHÉMATIQUES – CONCEPTS GÉNÉRAUX ET ALGÈBRE LINÉAIRE

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60050-102 a été établie par le comité d'études 1 de la CEI: Terminologie.

Cette norme annule et remplace la section 101-11 de la Norme internationale CEI 60050-101:1998.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
1/1995/FDIS	1/2005/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

____

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL VOCABULARY

Part 102: MATHEMATICS – GENERAL CONCEPTS AND LINEAR ALGEBRA

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60050-102 has been prepared by IEC technical committee 1: Terminology.

This standard cancels and replaces Section 101-11 of International Standard IEC 60050-101:1998.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
1/1995/FDIS	1/2005/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION
Principes d'établissement et règles suivies

Généralités

Le VEI (série de normes CEI 60050) est un vocabulaire multilingue à usage général couvrant le champ de l'électrotechnique, de l'électronique et des télécommunications. Il comprend environ 18 000 *articles terminologiques* correspondant chacune à une *notion*. Ces articles sont répartis dans environ 80 *parties*, chacune correspondant à un domaine donné.

Exemples:

Partie 161 (CEI 60050-161): Compatibilité électromagnétique

Partie 411 (CEI 60050-411): Machines tournantes

Les articles suivent un schéma de classification hiérarchique Partie/Section/ Notion, les notions étant, au sein des sections, classées par ordre systématique.

Les termes, définitions et notes des articles sont donnés dans les trois langues de la CEI, c'est-à-dire français, anglais et russe (*langues principales du VEI*).

Dans chaque article, les termes seuls sont également donnés dans les *langues additionnelles du VEI* (arabe, chinois, allemand, grec, espagnol, italien, japonais, polonais, portugais et suédois).

De plus, chaque partie comprend un *index alphabétique* des termes inclus dans cette partie, et ce pour chacune des langues du VEI.

NOTE Certaines langues peuvent manquer.

Constitution d'un article terminologique

Chacun des articles correspond à une notion, et comprend:

- un numéro d'article,
- éventuellement un symbole littéral de grandeur ou d'unité,

puis, pour chaque langue principale du VEI:

- le terme désignant la notion, appelé « *terme privilégié* », éventuellement accompagné de synonymes et d'abréviations,
- la *définition* de la notion,
- éventuellement la *source*,
- éventuellement des *notes*,

et enfin, pour les langues additionnelles du VEI, les termes seuls.

Numéro d'article

Le numéro d'article comprend trois éléments, séparés par des traits d'union:

- Numéro de partie: 3 chiffres,
- Numéro de section: 2 chiffres,
- Numéro de la notion: 2 chiffres (01 à 99).

Exemple: **131-13-22**

INTRODUCTION
Principles and rules followed

General

The IEV (IEC 60050 series) is a general purpose multilingual vocabulary covering the field of electrotechnology, electronics and telecommunication. It comprises about 18 000 *terminological entries*, each corresponding to a *concept*. These entries are distributed among about 80 *parts*, each part corresponding to a given field.

Examples:

Part 161 (IEC 60050-161): Electromagnetic compatibility

Part 411 (IEC 60050-411): Rotating machines

The entries follow a hierarchical classification scheme Part/Section/Concept, the concepts being, within the sections, organized in a systematic order.

The terms, definitions and notes in the entries are given in the three IEC languages, that is French, English and Russian (principal IEV languages).

In each entry the terms alone are also given in the additional IEV languages (Arabic, Chinese, German, Greek, Spanish, Italian, Japanese, Polish, Portuguese, and Swedish).

In addition, each part comprises an *alphabetical index* of the terms included in that part, for each of the IEV languages.

NOTE Some languages may be missing.

Organization of a terminological entry

Each of the entries corresponds to a concept, and comprises:

- an *entry number*,
- possibly a *letter symbol for quantity or unit*,

then, for each of the principal IEV languages:

- the term designating the concept, called «*preferred term*», possibly accompanied by *synonyms* and *abbreviations*,
- the *definition* of the concept,
- possibly the *source*,
- possibly *notes*,

and finally, for the additional IEV languages, the terms alone.

Entry number

The entry number is comprised of three elements, separated by hyphens:

- Part number: 3 digits,
- Section number: 2 digits,
- Concept number: 2 digits (00 to 99).

Example: **131-13-22**

Symboles littéraux de grandeurs et unités

Ces symboles, indépendants de la langue, sont donnés sur une ligne séparée suivant le numéro d'article.

Exemple:

131-12-04

symb.: R

résistance, f

Terme privilégié et synonymes

Le terme privilégié est le terme qui figure en tête d'un article; il peut être suivi par des synonymes. Il est imprimé en gras.

Synonymes:

Les synonymes sont imprimés sur des lignes séparées sous le terme privilégié: ils sont également imprimés en gras, sauf les synonymes déconseillés, qui sont imprimés en maigre, et suivis par l'attribut « (déconseillé) ».

Parties pouvant être omises:

Certaines parties d'un terme peuvent être omises, soit dans le domaine considéré, soit dans un contexte approprié. Ces parties sont alors imprimées en gras, entre parenthèses:

Exemple: **émission (électromagnétique)**

Absence de terme approprié:

Lorsqu'il n'existe pas de terme approprié dans une langue, le terme privilégié est remplacé par cinq points, comme ceci:

« ····· » (et il n'y a alors bien entendu pas de synonymes).

Attributs

Chaque terme (ou synonyme) peut être suivi d'attributs donnant des informations supplémentaires; ces attributs sont imprimés en maigre, à la suite de ce terme, et sur la même ligne.

Exemples d'attributs:

- *spécificité d'utilisation du terme*:

  rang (d'un harmonique)
- *variante nationale*:

  unité de traitement CA
- *catégorie grammaticale*:

  électronique, adj

  électronique, f
- *abréviation*:

  CEM (abréviation)
- *déconseillé*:

  déplacement (terme déconseillé)

Letter symbols for quantities and units

These symbols, which are language independent, are given on a separate line following the entry number.

Example:

131-12-04

symb.: R

résistance, f

Preferred term and synonyms

The preferred term is the term that heads a terminological entry; it may be followed by synonyms. It is printed in boldface.

Synonyms:

The synonyms are printed on separate lines under the preferred term: they are also printed in boldface, excepted for deprecated synonyms, which are printed in lightface, and followed by the attribute "(deprecated)".

Parts that may be omitted:

Some parts of a term may be omitted, either in the field under consideration or in an appropriate context. Such parts are printed in boldface type, and placed in parentheses:

Example: **(electromagnetic) emission**

Absence of an appropriate term:

When no adequate term exists in a given language, the preferred term is replaced by five dots, like that: " ····· " (and there are of course no synonyms).

Attributes

Each term (or synonym) may be followed by attributes giving additional information, and printed in lightface on the same line as the corresponding term, following this term.

Examples of attributes:

- *specific use of the term:*

  transmission line (in electric power systems)
- *national variant:*

  lift GB
- *grammatical information:*

  thermoplastic, noun

  AC, qualifier
- *abbreviation:*

  EMC (abbreviation)
- *deprecated*: choke (deprecated)

Source

Dans certains cas, il a été nécessaire d'inclure dans une partie du VEI une notion prise dans une autre partie du VEI, ou dans un autre document de terminologie faisant autorité (VIM, ISO/CEI 2382, etc.), dans les deux cas avec ou sans modification de la définition (ou éventuellement du terme).

Ceci est indiqué par la mention de cette source, imprimée en maigre et placée entre crochets à la fin de la définition:

Exemple: [131-03-13 MOD]

(MOD indique que la définition a été modifiée)

Termes dans les langues additionnelles du VEI

Ces termes sont placés à la fin de l'article, sur des lignes séparées (une ligne par langue), précédés par le code alpha-2 de la langue, défini dans l'ISO 639-1, et dans l'ordre alphabétique de ce code. Les synonymes sont séparés par des points-virgules.

Source

In some cases, it has been necessary to include in an IEV part a concept taken from another IEV part, or from another authoritative terminology document (VIM, ISO/IEC 2382, etc.), in both cases with or without modification to the definition (and possibly to the term).

This is indicated by the mention of this source, printed in lightface, and placed between square brackets at the end of the definition.

Example: [131-03-13 MOD]

(MOD indicates that the definition has been modified)

Terms in additional IEV languages

These terms are placed at the end of the entry, on separate lines (one single line for each language), preceded by the alpha-2 code for the language defined in ISO 639-1, and in the alphabetic order of this code. Synonyms are separated by semicolons.

VOCABULAIRE ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONAL

PARTIE 102: – MATHÉMATIQUES – CONCEPTS GÉNÉRAUX ET ALGEBRE LINEAIRE

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60050 donne la terminologie mathématique générale utilisée dans les domaines de l'électricité, de l'électronique et des télécommunications, ainsi que les concepts fondamentaux d'algèbre linéaire. Elle maintient une distinction nette entre les concepts mathématiques et les concepts physiques, même si certains termes sont employés dans les deux cas. Une autre partie traitera des fonctions.

De nombreux termes mathématiques sont en effet utilisés dans le VEI, dont tous n'ont pas un sens évident ou ne sont pas compris de façon unique. L'objectif consiste donc à collecter de tels concepts et à les présenter sous forme de termes et descriptions, dans un ordre logique mettant en évidence leurs relations. Les descriptions sont des définitions au sens terminologique, mais ne sont pas toujours des définitions complètes au sens mathématique. Elles ont principalement pour but de distinguer entre eux les différents concepts. Il convient par conséquent de ne pas considérer la présente partie comme un manuel de mathématiques, mais plutôt comme un ensemble de termes avec leurs équivalents dans d'autres langues et des descriptions dans les langues principales.

Cette terminologie est en accord avec la terminologie figurant dans les autres parties spécialisées du VEI.

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).

CEI 60050-111:1996, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 111: Physique et chimie*

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL VOCABULARY

Part 102: MATHEMATICS – GENERAL CONCEPTS AND LINEAR ALGEBRA

1 Scope

This part of IEC 60050 gives the general mathematical terminology used in the fields of electricity, electronics and telecommunications, together with basic concepts in linear algebra. It maintains a clear distinction between mathematical concepts and physical concepts, even if some terms are used in both cases. Another part will deal with functions.

Many mathematical terms are used in IEV, not all of them being self-explainatory or uniquely understood. The object is therefore to collect such mathematical concepts and to present them as terms and descriptions given in logical order according to their interdependence. The descriptions are definitions from the terminological point of view, but they are not always complete definitions in mathematical sense. Their main goal is to distinguish among particular concepts. In consequence, this part of the IEV should not be regarded as a mathematical textbook, but rather as a set of terms with their equivalents in many languages and with descriptions in the main IEV languages.

This terminology is consistent with the terminology developed in the other specialized parts of the IEV.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-111:1996, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 111: Physics and chemistry*

3 Termes et définitions

3 Terms and definitions

Section 102-01 – Ensembles et opérations

Section 102-01 – Sets and operations

102-01-01

égalité, f

relation entre deux entités a et b, ayant les propriétés suivantes:

- réflexivité: $a = a$,
- symétrie: si $a = b$ alors $b = a$,
- transitivité: if $a = b$ et $b = c$ alors $a = c$, où c est une troisième entité,
- si $a = b$ et $\mathscr{R}\{u\}$ est un énoncé quelconque concernant l'entité u, alors $\mathscr{R}\{a\}$ est vrai si et seulement si $\mathscr{R}\{b\}$ est vrai

NOTE L'égalité de deux entités a et b est notée $a = b$ et exprimée par « a est égal à b ».

equality

relation between two entities a and b having the following properties:

- reflexivity: $a = a$,
- symmetry: if $a = b$ then $b = a$,
- transitivity: if $a = b$ and $b = c$ then $a = c$, where c is a third entity,
- if $a = b$ and $\mathscr{R}\{u\}$ is any statement involving the entity u, then $\mathscr{R}\{a\}$ is true if and only if $\mathscr{R}\{b\}$ is true

NOTE The equality of two entities a and b is denoted by $a = b$ and expressed by "a is equal to b".

de **Gleichheit**, f
es **igualdad**
pl **równość**
pt **igualdade**
sv **likhet**
zh 相等

102-01-02

ensemble, m

collection d'entités distinctes telle que, pour toute entité, on peut déterminer sans ambiguïté si elle appartient ou non à la collection

NOTE 1 Le concept d'ensemble est un concept primitif des mathématiques.

NOTE 2 Voir 4 dans l'ISO 31-11 pour des termes et symboles relatifs aux ensembles.

set

collection of distinguishable entities such that for any entity it is determined without ambiguity whether it belongs to the collection or not

NOTE 1 The concept of set is a primitive concept in mathematics.

NOTE 2 See 4 in ISO 31-11 for terms and symbols concerning sets.

de **Menge**, f
es **conjunto**
pl **zbiór**
pt **conjunto**
sv **mängd**
zh 集合

102-01-03

élément d'un ensemble, m
élément, m

entité appartenant à un ensemble donné

NOTE La notation $x \in A$ exprime que l'entité x est un élément de l'ensemble A. La notation $x \notin A$ exprime que l'entité x n'est pas un élément de l'ensemble A. On dit aussi que x appartient à A ou n'appartient pas à A.

element of a set
element

entity belonging to a given set

NOTE The notation $x \in A$ expresses that the entity x is an element of the set A. The notation $x \notin A$ expresses that the entity x is not an element of the set A. Another wording is "x belongs to A" or "x does not belong to A".

de **Element einer Menge**, n; **Element**, n
es **elemento de un conjunto; elemento**
pl **element zbioru**; **element**
pt **elemento de um conjunto; elemento**
sv **element; element i en mängd**
zh 集合的元素；元素

102-01-04

sous-ensemble, m
partie (d'un ensemble), f

ensemble dont les éléments appartiennent tous à un ensemble donné

NOTE La notation $A \subseteq B$ exprime que l'ensemble A est un sous-ensemble ou une partie de l'ensemble B. Le symbole $\subset$ est parfois employé au lieu de $\subseteq$, mais ce n'est pas recommandé. On dit aussi que A est inclus ou contenu dans B.

subset

set, the elements of which all belong to a given set

NOTE The notation $A \subseteq B$ expresses that the set A is a subset of the set B. The symbol $\subset$ is sometimes used instead of $\subseteq$, but this is not recommended. A is also said to be included in B.

de **Teilmenge**, f
es **subconjunto**
pl **podzbiór**
pt **subconjunto**
sv **delmängd**
zh 子集

102-01-05

sous-ensemble strict, m

sous-ensemble d'un ensemble, qui est différent de l'ensemble

NOTE La notation $A \subset B$ exprime que l'ensemble A est un sous-ensemble strict de l'ensemble B. Le symbole $\subsetneqq$ est parfois employé au lieu de $\subset$ mais n'est pas recommandé, et il convient qu'il soit employé lorsque ce dernier est employé pour un sous-ensemble quelconque de B. On dit aussi que A est strictement inclus dans B.

proper subset

subset of a set, which is different from the set

NOTE The notation $A \subset B$ expresses that the set A is a proper subset of the set B. The symbol $\subsetneqq$ is sometimes used instead of $\subset$ but is not recommended, and it should be used when the latter is used for any subset of B. A is also said to be properly included in B.

de **echte Teilmenge**, f
es **subconjunto estricto; subconjunto propio**
pl **podzbiór właściwy**
pt **subconjunto próprio**
sv **äkta delmängd**
zh 真子集

102-01-06

produit cartésien, m

pour n ensembles donnés $A_1, A_2, \cdots, A_n$, ensemble dont les éléments sont les multiplets ordonnés $(a_1, a_2, \cdots, a_n)$ d'éléments $a_1 \in A_1, a_2 \in A_2, \cdots, a_n \in A_n$

NOTE Le produit cartésien des ensembles $A_1, A_2, \cdots, A_n$ est noté $A_1 \times A_2 \times \cdots \times A_n$. Le produit cartésien de l'ensemble A par lui-même n fois est noté A^n.

Cartesian product

for n given sets $A_1, A_2, \cdots, A_n$, set, the elements of which are the ordered n-tuples $(a_1, a_2, \cdots, a_n)$ of elements $a_1 \in A_1, a_2 \in A_2, \cdots, a_n \in A_n$

NOTE The Cartesian product of sets $A_1, A_2, \cdots, A_n$ is denoted by $A_1 \times A_2 \times \cdots \times A_n$. The Cartesian product of the set A by itself n times is denoted by A^n.

de **kartesisches Produkt**, n
es **producto cartesiano**
pl **iloczyn kartezjański**
pt **produto cartesiano**
sv **kartesisk produkt**
zh 笛卡儿积

102-01-07

relation binaire, f

relation entre deux éléments quelconques d'un ensemble donné, qui est vraie pour certains couples ordonnés spécifiés d'éléments et fausse pour les autres couples

NOTE 1 La relation binaire est vraie ou fausse selon que le couple appartient ou non à un sous-ensemble spécifié du produit cartésien de l'ensemble par lui-même. In existe une correspondance biunivoque entre les relations binaires dans un ensemble et les sous-ensembles de ce produit cartésien.

NOTE 2 Une relation binaire entre les éléments a et b est notée $a\mathscr{R}b$.

binary relation

relation between any two elements of a given set, which is true for some specified ordered pairs and false for the others

NOTE 1 The binary relation is true or false according to whether the pair belongs or not to a specified subset of the Cartesian product of the set by itself. There is a one-to-one correspondence between binary relations in a set and the subsets of this Cartesian product.

NOTE 2 A binary relation between elements a and b is denoted by $a\mathscr{R}b$.

de **binäre Relation**, f
es **relación binaria**
pl **relacja dwuczłonowa**; **relacja binarna**
pt **relação binária**
sv **binär relation**
zh 二元关系

102-01-08

relation d'équivalence, f
équivalence, f

relation binaire $\mathscr{R}$ entre des éléments a et b d'un ensemble donné, ayant les propriétés suivantes:

- réflexivité: $a\mathscr{R}a$,
- symétrie: si $a\mathscr{R}b$ alors $b\mathscr{R}a$,
- transitivité: si $a\mathscr{R}b$ et $b\mathscr{R}c$ alors $a\mathscr{R}c$, pour des éléments quelconques a, b et c de l'ensemble donné

NOTE Des exemples sont l'égalité d'éléments d'un ensemble, le parallélisme de droites dans un espace affine, la relation entre nombres entiers dont la différence est paire.

equivalence relation
equivalence

binary relation $\mathscr{R}$ between elements a and b of a given set having the following properties:

- reflexivity: $a\mathscr{R}a$,
- symmetry: if $a\mathscr{R}b$ then $b\mathscr{R}a$,
- transitivity: if $a\mathscr{R}b$ and $b\mathscr{R}c$ then $a\mathscr{R}c$ for any elements a, b and c of the given set

NOTE Examples are the equality of elements of a set, the parallelism of straight lines in a point space, the relation between integers whose difference is even.

de **Äquivalenzrelation**, f
es **relación de equivalencia; equivalencia**
pl **równoważność**; **relacja równoważności**
pt **relação de equivalência; equivalência**
sv **ekvivalens; ekvivalensrelation**
zh 等价关系；等价

102-01-09

relation d'ordre, f
ordre, m

relation binaire $\mathcal{R}$ entre éléments a et b d'un ensemble donné, ayant les propriétés suivantes:

- réflexivité: $a\mathcal{R}a$**,**
- antisymétrie: si $a\mathcal{R}b$ et $b\mathcal{R}a$ alors $a = b$**,**
- transitivité: si $a\mathcal{R}b$ et $b\mathcal{R}c$ alors $a\mathcal{R}c$, pour des éléments quelconques a, b et c de l'ensemble donné

NOTE 1 On dit que l'ensemble donné est ordonné par la relation $\mathcal{R}$.

NOTE 2 Une relation d'ordre est un ordre total si l'une au moins des relations $a\mathcal{R}b$ et $b\mathcal{R}a$ est vraie pour tout couple d'éléments a et b. L'ordre usuel des nombres réels est un ordre total car $a \leq b$ ou $b \leq a$.

NOTE 3 Une relation d'ordre est un ordre partiel si, pour au moins deux éléments a et b, ni $a\mathcal{R}b$ ni $b\mathcal{R}a$ n'est vraie. Des exemples sont la relation de divisibilité pour les nombres entiers naturels et l'inclusion pour les sous-ensembles d'un ensemble donné contenant au moins deux éléments.

order relation
order

binary relation $\mathcal{R}$ between elements a and b of a given set having the following properties:

- reflexivity: $a\mathcal{R}a$**,**
- antisymmetry: if $a\mathcal{R}b$ and $b\mathcal{R}a$ then $a = b$**,**
- transitivity: if $a\mathcal{R}b$ and $b\mathcal{R}c$ then $a\mathcal{R}c$, for any elements a, b and c of the given set

NOTE 1 The given set is said to be ordered by the relation $\mathcal{R}$.

NOTE 2 An order relation is a total order if at least one of the relations $a\mathcal{R}b$ and $b\mathcal{R}a$ is true for any elements a and b. The usual order for real numbers is a total order because $a \leq b$ or $b \leq a$.

NOTE 3 An order relation is a partial order if, for at least two elements a and b, neither $a\mathcal{R}b$ nor $b\mathcal{R}a$ is true. Examples are the divisibility relation for natural numbers and the inclusion relation for subsets of a set with at least two elements.

de **Ordnungsrelation**, f
es **relación de orden; orden**
pl **porządek**; **relacja porządkująca**
pt **relação de ordem; ordem**
sv **ordning; ordningsrelation**
zh 序关系；序

102-01-10

fonction, f
opération, f

relation f telle que, pour toute entité a, il y a exactement une entité b à laquelle a est reliée par f

NOTE 1 Si a est reliée à b par la fonction f:
- on dit que f est définie pour a,
- a est un argument de la fonction f,
- b est une valeur de la fonction f, généralement notée $f(a)$.

L'argument a peut être un ensemble ordonné d'entités plus élémentaires.

NOTE 2 Si A est l'ensemble de tous les arguments de la fonction f et B est un ensemble contenant toutes les valeurs:
- on dit que f est une application de A dans B,
- A est le domaine de définition ou domaine de la fonction,
- B est le domaine but ou codomaine de la fonction.

NOTE 3 Le terme « opération » est employé dans le langage courant pour des fonctions élémentaires telles que addition, soustraction, multiplication, division.

function
operation

relation f such that for any entity a there is exactly one entity b to which a is related by f

NOTE 1 If a is related to b by the function f, then:
- f is said to be defined for a,
- a is an argument of the function f
- b is a value of the function f and is usually denoted by $f(a)$.

The argument a may be an ordered set of more elementary entities.

NOTE 2 If A is the set of all arguments of the function f and B is a set containing all the values, then:
- f is said to be a mapping of A into B,
- A is the domain of the function,
- B is the range or codomain of the function.

NOTE 3 The term "operation" is used in common language for elementary functions such as addition, subtraction, multiplication, division.

de **Funktion**, f **; Operation**, f
es **función; operación**
pl **funkcja**; **działanie**
pt **função; operação**
sv **funktion; operation**
zh 函数；运算

102-01-11

addition, f

opération, généralement notée par le symbole plus +, effectuée sur un ensemble et attribuant un élément unique $a + b$ de l'ensemble à tout couple d'éléments a et b de l'ensemble, avec les propriétés suivantes:

- associativité: $a + (b + c) = (a + b) + c$, où c est aussi un élément de l'ensemble,
- commutativité: $a + b = b + a$

NOTE 1 Une addition est définie pour les nombres entiers naturels et étendue à d'autres classes de nombres et à des entités mathématiques telles que vecteurs et matrices, ainsi qu'aux grandeurs de même nature. Une addition peut même être définie pour un ensemble fini, par exemple l'ensemble des deux éléments 0 et 1 muni de l'addition modulo 2, c'est à dire 1 + 1 = 0.

NOTE 2 L'addition des entités a et b est exprimée par les mots « a plus b ». Le symbole Σ est utilisé pour noter des additions successives, par exemple $a_2 + a_3 + \ldots + a_7$ est noté $\sum_{i=2}^{7} a_i$.

addition

operation, usually denoted by the plus symbol +, performed on a set and assigning a unique element $a + b$ of the set to any elements a and b of the set, with the following properties:

- associativity: $a + (b + c) = (a + b) + c$, where c is also an element of the set,
- commutativity: $a + b = b + a$

NOTE 1 An addition is defined for natural numbers and extended to other classes of numbers and to mathematical entities such as vectors and matrices, and also to quantities of the same kind. An addition may be defined even for a finite set, for example the set of two elements 0 and 1 with addition modulo 2, i.e. 1 + 1 = 0.

NOTE 2 The addition of entities a and b is expressed by the words "a plus b". The symbol Σ is used to denote successive additions, for example $a_2 + a_3 + \ldots + a_7$ is denoted by $\sum_{i=2}^{7} a_i$.

de **Addition**, f
es **adición**
pl **dodawanie**
pt **adição**
sv **addition**
zh 加法

102-01-12

élément neutre (pour l'addition), m

dans un ensemble muni d'une addition, élément unique n, s'il existe, tel que $a+n=a$ pour tout élément a

NOTE Pour les nombres, l'élément neutre pour l'addition est le nombre zéro, noté 0. Pour les vecteurs, l'élément neutre est le vecteur zéro, noté **0** ou $\vec{0}$. Pour les matrices, l'élément neutre est la matrice nulle (102-06-07). Pour des grandeurs scalaires d'une nature donnée, l'élément neutre est une grandeur de même nature dont la valeur numérique est nulle.

neutral element (for addition)

in a set where an addition is defined, unique element n, if it exists, such that $a+n=a$ for any element a

NOTE For numbers, the neutral element for addition is the number zero, denoted by 0. For vectors, the neutral element is the zero vector, denoted by **0** or $\vec{0}$. For matrices, the neutral element is the zero matrix (102-06-07). For scalar quantities of a given kind, the neutral element is a quantity of the same kind, whose numerical value is zero.

de **neutrales Element** (der Addition), n
es **elemento neutro** (para la adición)
pl **element neutralny** (względem dodawania); **moduł dodawania**
pt **elemento neutro** (para a adição)
sv **neutralt element** (för addition)
zh 零元素（加法的）

102-01-13

soustraction, f

opération effectuée sur un ensemble pour lequel une addition est définie, généralement notée par le symbole moins –, dont le résultat, pour deux éléments a et b de l'ensemble, est l'élément unique $a-b$, s'il existe dans l'ensemble, telle que $b+(a-b)=a$

NOTE 1 La soustraction est définie pour les nombres entiers et étendue à d'autres classes de nombres et à des entités mathématiques telles que vecteurs et matrices, ainsi qu'aux grandeurs de même nature.

NOTE 2 La soustraction des entités a et b peut être définie par $a-b=a+(-b)$ où $-b$ est l'opposé de b.

NOTE 3 La soustraction des entités a et b est exprimée par les mots « a moins b ».

subtraction

operation performed on a set for which an addition is defined, usually denoted by the minus symbol –, the result of which, for elements a and b of the set, is the unique element $a-b$, if it exists in the set, such that $b+(a-b)=a$

NOTE 1 Subtraction is defined for integers and extended to other classes of numbers and to mathematical entities such as vectors and matrices, and also to quantities of the same kind.

NOTE 2 The subtraction of entities a and b can be defined by $a-b=a+(-b)$ where $-b$ is the negative of b.

NOTE 3 The subtraction of entities a and b is expressed by the words "a minus b".

de **Subtraktion**, f
es **sustracción**
pl **odejmowanie**
pt **subtracção**
sv **subtraktion**
zh 减法

102-01-14

opposé, m

pour tout élément d'un ensemble pour lequel une addition avec élément neutre est définie, élément unique de l'ensemble, s'il existe, tel que la somme des deux éléments soit égale à l'élément neutre

NOTE 1 En anglais, le terme « negative » s'applique notamment aux nombres et aux matrices, tandis que le terme « opposite » est employé pour les vecteurs et les tenseurs.

NOTE 2 L'opposé d'un élément a est noté $-a$, et inversement.

negative, noun
opposite, noun

for any element of a set in which an addition with a neutral element is defined, the unique element of the set, if it exists, such that the sum of the two elements is the neutral element

NOTE 1 In English, the term "negative" applies in particular to numbers and matrices, whereas the term "opposite" is used for vectors and tensors.

NOTE 2 The negative of element a is denoted by $-a$, and inversely.

de **Negative**, n
es **opuesto**
pl **element o przeciwnym znaku**; **element przeciwny**
pt **oposto**
sv **motsatt element, substantiv; motsatt element, substantiv**
zh 负；反

102-01-15

somme, f

résultat d'une addition ou d'une succession d'additions

NOTE Le terme « somme » désigne aussi une expression représentant une addition.

sum

result of an addition or of successive additions

NOTE The term "sum" is also used for an expression representing an addition.

de **Summe**, f
es **suma**
pl **suma**
pt **soma**
sv **summa**
zh 和

102-01-16

somme algébrique, f

résultat d'une suite d'additions et de soustractions

NOTE Le terme « somme algébrique » désigne aussi une expression représentant une succession d'additions et de soustractions.

algebraic sum

result of a succession of additions and subtractions

NOTE The term "algebraic sum" is also used for an expression representing a succession of additions and subtractions.

de **algebraische Summe**, f
es **suma algebraica**
pl **suma algebraiczna**
pt **soma algébrica**
sv **algebraisk summa**
zh 代数和

102-01-17

différence, f

résultat d'une soustraction

NOTE 1 L'expression « différence entre a et b » signifie $a - b$.

NOTE 2 Le terme « différence » désigne aussi une expression représentant une soustraction.

difference

result of a subtraction

NOTE 1 The expression "difference between a and b" means $a - b$.

NOTE 2 The term "difference" is also used for an expression representing a subtraction.

de **Differenz**, f
es **diferencia**
pl **różnica**
pt **diferença**
sv **differens**
zh 差

102-01-18

multiplication, f

opération effectuée sur un ensemble, attribuant un élément unique de l'ensemble à tout couple ordonné d'éléments a et b de l'ensemble, avec les propriétés suivantes:

- associativité: $a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$, où c est aussi un élément de l'ensemble,
- si une addition est effectuée sur l'ensemble, distributivité: $a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$ et $(a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c$

NOTE 1 Une multiplication est définie pour les nombres entiers naturels et étendue à d'autres classes de nombres et à des entités mathématiques telles que polynômes et matrices. La multiplication est aussi définie pour les grandeurs et les unités, même si elles ne sont pas de même nature de sorte que l'addition ne peut pas être définie.

NOTE 2 Une multiplication n'est pas nécessairement commutative, par exemple dans le cas des matrices.

NOTE 3 Chaque élément dans une multiplication de deux éléments ou plus est appelé un facteur. Le terme « facteur » est aussi employé pour le quotient de deux grandeurs de même nature (voir 111-12-04). Dans la multiplication de deux éléments, le premier est appelé « multiplicande » et le deuxième « multiplicateur ».

NOTE 4 La multiplication des entités a et b est exprimée par les mots « a multiplié par b » ou « a fois b » et est notée $a \cdot b$, $a \times b$, ou ab. Le symbole $\prod$ est utilisé pour noter des multiplications successives, par exemple, $a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot a_5 \cdot a_6 \cdot a_7$ est noté $\prod_{i=2}^{7} a_i$.

multiplication

operation performed on a set, assigning a unique element of the set to any ordered pair of elements a and b of the set, with the following properties:

- associativity: $a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$, where c is also an element of the set,
- if an addition is performed on the set, distributivity: $a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$ and $(a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c$

NOTE 1 Multiplication is defined for natural numbers and extended to other classes of numbers and to mathematical entities such as polynomials and matrices. Multiplication is also defined for quantities and units, even if they are not of the same kind, so that addition cannot be defined.

NOTE 2 Multiplication is not necessarily commutative, for example in the case of matrices.

NOTE 3 Each element in a multiplication of two or more elements is called a factor. The term "factor" is also used for a quotient of two quantities of the same kind (see 111-12-04). In the multiplication of two elements, the first is called "multiplier" and the second "multiplicator".

NOTE 4 The multiplication of entities a and b is expressed by the words "a multiplied by b" or "a times b" and denoted by $a \cdot b$, $a \times b$, or ab. The symbol $\prod$ is used to denote successive multiplications, for example $a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot a_5 \cdot a_6 \cdot a_7$ is denoted by $\prod_{i=2}^{7} a_i$.

de **Multiplikation**, f
es **multiplicación**
pl **mnożenie**
pt **multiplicação**
sv **multiplikation**
zh 乘法

102-01-19

élément neutre (pour la multiplication), m

dans un ensemble muni d'une multiplication, élément unique u, s'il existe, tel que $a \cdot u = u \cdot a = a$ pour tout élément a

NOTE Pour les nombres, l'élément neutre pour la multiplication est le nombre un, noté 1. Pour les matrices carrées, l'élément neutre est la matrice unité de même ordre. Pour les grandeurs, l'élément neutre est une grandeur sans dimension (ou grandeur de dimension un) dont la valeur numérique est le nombre un. Pour les dimensions de grandeurs (111-11-06), l'élément neutre est la dimension des grandeurs sans dimension, notée par le symbole 1.

neutral element (for multiplication)

in a set where a multiplication is defined, unique element u, if it exists, such that $a \cdot u = u \cdot a = a$ for any element a

NOTE For numbers, the neutral element for multiplication is the number one, denoted by 1. For square matrices, it is the unit matrix of the same order. For quantities, the neutral element is a quantity of dimension one (or dimensionless quantity) whose numerical value is the number one. For dimensions of quantities (111-11-06), the neutral element is the dimension of the quantities of dimension one, denoted by the symbol 1.

de **neutrales Element** (der Multiplikation), n
es **elemento neutro** (para la multiplicación)
pl **element neutralny** (względem mnożenia); **moduł mnożenia**
pt **elemento neutro** (para a mutiplicação)
sv **neutralt element** (för multiplikation)
zh 单位元（乘法的）

102-01-20

produit, m

résultat d'une multiplication ou d'une succession de multiplications

NOTE 1 Le terme « produit » désigne aussi une expression représentant une multiplication.

NOTE 2 Le terme « produit » est aussi employé pour désigner des opérations combinant un nombre et une autre entité mathématique, par exemple le produit d'un vecteur ou d'une matrice par un scalaire, pour des ensembles (produit cartésien), pour diverses opérations combinant des vecteurs, des tenseurs ou les deux.

product

result of a multiplication or of successive multiplications

NOTE 1 The term "product" is also used for an expression representing a multiplication.

NOTE 2 The term "product" is also used for operations combining a number and another mathematical entity, for example product of a vector or a matrix by a scalar, for sets (Cartesian product), for various operations combining vectors, tensors or both.

de **Produkt**, n
es **producto**
pl **iloczyn**
pt **produto**
sv **produkt**
zh 积

102-01-21

division, f

opération effectuée sur un ensemble pour lequel une multiplication commutative est définie, dont le résultat, pour deux éléments a et b de l'ensemble, est l'élément unique q, s'il existe dans l'ensemble, telle que $b \cdot q = a$

NOTE 1 La division est définie pour les nombres rationnels et étendue à d'autres classes de nombres, sauf la division par zéro, et à des entités mathématiques telles que les polynômes, ainsi qu'aux grandeurs et aux unités.

NOTE 2 Dans une division a/b, le premier élément a est appelé « dividende » et le deuxième « diviseur ».

NOTE 3 La division des entités a et b est exprimée par les mots « a divisé par b » ou « a par b » et est notée $\frac{a}{b}$, a/b ou ab^{-1}.

division

operation performed on a set for which a commutative multiplication is defined, the result of which, for elements a and b of the set, is the unique element q, if it exists in the set, such that $b \cdot q = a$

NOTE 1 Division is defined for rational numbers and extended to other classes of numbers, except the division by zero, and to mathematical entities such as polynomials, and also to quantities and units.

NOTE 2 In a division a/b, the first element a is called "dividend" and the second is called "divisor".

NOTE 3 The division of entities a and b is expressed by the words "a divided by b" or "a by b" and denoted by $\frac{a}{b}$, a/b or ab^{-1}.

de **Division**, f
es **división**
pl **dzielenie**
pt **divisão**
sv **division**
zh 除法

102-01-22

quotient, m

résultat d'une division

[111-12-01]

NOTE 1 Le terme « quotient » désigne aussi une expression représentant une division.

NOTE 2 Le quotient a/b est exprimé par les mots « quotient de a par b » ou simplement « a par b ».

quotient

result of a division

[111-12-01]

NOTE 1 The term "quotient" is also used for an expression representing a division.

NOTE 2 The quotient a/b is expressed by the words “quotient of a by b” or simply “a per b”.

de **Quotient**, m
es **cociente**
pl **iloraz**
pt **quociente**
sv **kvot**

zh 商

102-01-23

rapport, m

quotient de deux nombres ou de deux grandeurs de même nature

NOTE 1 Le concept de « grandeurs de même nature » est défini dans la CEI 60050-111 (Note 2 de 111-11-01).

NOTE 2 Le rapport a/b est exprimé par les mots « rapport de a à b ».

ratio

quotient of two numbers or two quantities of the same kind

NOTE 1 The concept of "quantities of the same kind" is defined in IEC 60050-111 (Note 2 to 111-11-01).

NOTE 2 The ratio a/b is expressed by the words “ratio of a to b”.

de **Verhältnis**, n
es **razón; relación**
pl **stosunek**
pt **razão**
sv **förhållande**
zh 比

102-01-24

inverse, m

pour tout élément a d'un ensemble pour lequel une multiplication avec un élément neutre u est définie, élément unique a^{-1} de l'ensemble, s'il existe, tel que $a \cdot a^{-1} = a^{-1} \cdot a = u$

NOTE 1 En anglais, le terme « reciprocal » est préféré pour les nombres.

NOTE 2 L'inverse de l'élément a est noté a^{-1}. Pour un nombre non nul, ou pour une grandeur ou une unité, on peut aussi noter l'inverse $1/a$ ou $\frac{1}{a}$.

inverse, noun
reciprocal, noun

for any element a of a set in which a multiplication with a neutral element u is defined, the unique element a^{-1} of the set, if it exists, such that $a \cdot a^{-1} = a^{-1} \cdot a = u$

NOTE 1 In English, the term "reciprocal" is preferred for numbers.

NOTE 2 The inverse of element a is denoted by a^{-1}. For a non-zero number, or for a quantity or unit, the inverse may also be denoted by $1/a$ or $\frac{1}{a}$.

de **Kehrwert**, m
es **inverso; recíproco**
pl **odwrotność**
pt **inverso; recíproco**
sv **inverterat värde, substantiv; motsatt element, substantiv**
zh 逆；倒数

102-01-25

équation, f

notation mathématique exprimée sous forme d'une égalité contenant entre autres un ou plusieurs symboles qui représentent des entités inconnues appartenant à des ensembles donnés

NOTE 1 Les entités inconnues peuvent être des nombres, des fonctions, des vecteurs, des grandeurs, etc.

NOTE 2 En anglais courant, le terme « equation » est aussi utilisé pour toute notation mathématique ayant la forme d'une égalité.

equation

mathematical notation expressed in the form of an equality containing among others one or more symbols representing unknown entities of given sets

NOTE 1 The unknown entities may be numbers, functions, vectors, quantities, etc.

NOTE 2 In common English, the term "equation" is also used for any mathematical notation in the form of an equality.

de **Gleichung**, f
es **ecuación**
pl **równanie**
pt **equação**
sv **ekvation**
zh 方程

102-01-26

solution, f

ensemble d'entités tel qu'une équation devient une vraie égalité si les symboles des entités inconnues les représentent

solution

set of entities such that an equation becomes a true equality if the symbols for unknown entities refer to them

de **Lösung**, f
es **solución**
pl **rozwiązanie**
pt **solução**
sv **lösning**
zh 解

102-01-27

identité, f

notation mathématique exprimée sous forme d'une égalité qui est toujours vraie

NOTE Une identité est parfois notée par le symbole ≡ (trois traits horizontaux) au lieu du symbole =.

identity

mathematical notation expressed in the form of an equality which is always true

NOTE An identity is sometimes denoted by the symbol ≡ (three horizontal lines) instead of the symbol =.

de **Identität**, f
es **identidad**
pl **identyczność**
pt **identidade**
sv **identitet**

zh 恒等

102-01-28

algèbre linéaire, f

branche des mathématiques qui traite des espaces vectoriels, des matrices, des tenseurs, etc.

linear algebra

branch of mathematics which deals with vector spaces, matrices, tensors, etc.

de **lineare Algebra**, f
es **algebra lineal**
pl **algebra liniowa**
pt **álgebra linear**
sv **linjär algebra**
zh 线性代数

Section 102-02 – Nombres

Section 102-02 – Numbers

102-02-01

nombre entier naturel, m
entier naturel, m

élément de la suite illimitée {0, 1, 2, 3,...}

NOTE 1 Les opérations d'addition et de multiplication sont définies pour tout couple de nombres entiers naturels.

NOTE 2 Il existe un ordre total sur l'ensemble des nombres entiers naturels.

NOTE 3 L'ensemble des entiers naturels est noté $\mathbb{N}$ (N avec la barre oblique doublée) ou **N**, ou parfois N avec la barre verticale gauche doublée. L'ensemble sans zéro est noté en ajoutant un astérisque au symbole, par exemple $\mathbb{N}^*$.

natural number

element of the unlimited sequence {0, 1, 2, 3,...}

NOTE 1 The operations of addition and multiplication are defined for any two natural numbers.

NOTE 2 There is a total order on the set of natural numbers.

NOTE 3 The set of natural numbers is denoted by $\mathbb{N}$ (N with oblique bar doubled), or **N**, or sometimes N with left vertical bar doubled. This set without zero is denoted by an asterisk to the symbol, for example $\mathbb{N}^*$.

de **natürliche Zahl**, f
es **número natural**
pl **liczba naturalna**
pt **número inteiro natural**
sv **naturligt tal**
zh 自然数

102-02-02

nombre entier, m
entier, m

élément de l'ensemble totalement ordonné et illimité {..., −2, −1, 0, 1, 2, ...}

NOTE 1 L'ensemble des nombres entiers est le plus petit ensemble d'entités mathématiques qui contient les nombres entiers naturels et pour lequel la soustraction est définie pour tout couple d'entités. Les opérations d'addition et de multiplication sont aussi définies pour tout couple d'entiers. Tout nombre entier a un opposé.

NOTE 2 L'ensemble des entiers est noté $\mathbb{Z}$ (Z avec la barre oblique doublée) ou **Z**. L'ensemble sans zéro est noté en ajoutant un astérisque au symbole, par exemple $\mathbb{Z}^*$.

integer

element of the unlimited totally ordered set {..., −2, −1, 0, 1, 2, ...}

NOTE 1 The set of integers is the smallest set of mathematical entities that includes the natural numbers and for which the operation of subtraction is defined for any two entities. The operations of addition and multiplication are also defined for any two integers. Any integer has a negative.

NOTE 2 The set of integers is denoted by $\mathbb{Z}$ (Z with oblique bar doubled) or **Z**. This set without zero is denoted by an asterisk to the symbol, for example $\mathbb{Z}^*$.

de **ganze Zahl**, f
es **número entero; entero**
pl **liczba całkowita**
pt **número inteiro**
sv **heltal**
zh 整数

102-02-03

nombre rationnel, m
rationnel, m

élément d'un ensemble d'entités mathématiques qui contient tous les nombres entiers et d'autres entités, dont chacune est définie comme le quotient de deux entiers, de sorte que la division est définie pour tout couple d'entités, sauf zéro comme diviseur

NOTE 1 Chacun des couples ordonnés 2/1, 4/2, 6/3, ..., −2/(−1), −4/(−2), ... représente le nombre rationnel identifié au nombre entier naturel 2. Chacun des couples ordonnés 2/3, 4/6, 6/9, ...−2/(−3), −4/(−6), ... représente le nombre rationnel qui est le quotient de l'entier naturel 2 par l'entier naturel 3, noté aussi "0,666 6...".

NOTE 2 Les opérations d'addition, de soustraction, de multiplication et de division, sauf la division par zéro, sont définies pour tout couple de nombres rationnels. Tout nombre rationnel a un opposé. Tout nombre rationnel non nul a un inverse.

NOTE 3 Il existe un ordre total sur l'ensemble des nombres rationnels.

NOTE 4 Dans la représentation décimale d'un nombre rationnel autre qu'un entier, la suite des chiffres après le signe décimal est soit finie, soit répétée périodiquement après une certaine position.

NOTE 5 L'ensemble des rationnels est noté $\mathbb{Q}$ (Q avec des barres verticales dans les arcs gauche et droit) ou **Q**, ou parfois Q avec une barre verticale dans l'arc gauche. L'ensemble sans zéro est noté en ajoutant un astérisque au symbole, par exemple $\mathbb{Q}^*$.

rational number

element of a set of mathematical entities that includes all integers and other entities, each defined as the quotient of two integers, such that the division is defined for any two entities, except zero as a divisor

NOTE 1 Any of the ordered pairs 2/1, 4/2, 6/3, ..., −2/(−1), −4/(−2), ... represents the rational number identified with the integer 2. Any of the ordered pairs 2/3, 4/6, 6/9, ... −2/(−3), −4/(−6), ... represents the rational number which is the quotient of the integer 2 by the integer 3, also denoted by "0,666 6...".

NOTE 2 The operations of addition, subtraction, multiplication and division, except the division by zero, are defined for any two rational numbers. Any rational number has a negative. Any non-zero rational number has an inverse.

NOTE 3 There is a total order on the set of rational numbers.

NOTE 4 In the decimal representation of a rational number other than an integer, the sequence of digits after the decimal sign is either finite or periodically repeated after some position.

NOTE 5 The set of rational numbers is denoted by $\mathbb{Q}$ (Q with vertical bars in the left and right arcs), or **Q**, or sometimes Q with a vertical bar in the left arc. This set without zero is denoted by an asterisk to the symbol, for example $\mathbb{Q}^*$.

de **rationale Zahl**, f
es **número racional**
pl **liczba wymierna**
pt **número racional**
sv **rationellt tal**
zh 有理数

102-02-04

fraction, f

couple ordonné de nombres entiers représentant un nombre rationnel

NOTE 1 Un nombre rationnel peut être représenté par une infinité de fractions.

NOTE 2 La fraction correspondant au couple ordonné (p, q) est notée p/q ou $\frac{p}{q}$.

NOTE 3 Dans une fraction p/q, le premier élément p est appelé « numérateur » et le deuxième est appelé « dénominateur ».

fraction

ordered pair of integers representing a rational number

NOTE 1 A rational number can be represented by an infinity of fractions.

NOTE 2 For the ordered pair (p, q), the fraction is denoted by p/q or $\frac{p}{q}$.

NOTE 3 In a fraction p/q, the first element p is called "numerator" and the second is called "denominator".

de **Bruch**, m
es **fracción**
pl **ułamek**
pt **fracção**
sv **andel, halt**
zh 分数

102-02-05

nombre réel, m
réel, m

élément de l'ensemble totalement ordonné unique constitué par les nombres rationnels et toutes les limites de suites infinies de nombres rationnels, avec les mêmes opérations que pour les nombres rationnels

NOTE 1 Les nombres rationnels sont aussi des nombres réels. Les nombres irrationnels, c'est à dire les nombres réels autres que les nombres rationnels, sont par exemple $\sqrt{2} = 1{,}414\,2...$, $\pi = 3{,}141\,5...$, $e = 2{,}718\,2...$ Pour de tels nombres, la suite des chiffres après le signe décimal est infinie sans aucune répétition périodique.

NOTE 2 L'ensemble des réels est noté $\mathbb{R}$ (R avec la barre verticale gauche et la partie droite doublées) ou **R**, ou parfois R avec la barre verticale gauche doublée. L'ensemble sans zéro est noté en ajoutant un astérisque au symbole, par exemple $\mathbb{R}^*$.

real number

element of the unique totally ordered set consisting of the rational numbers and all limits of infinite sequences of rational numbers, with the same operations as for rational numbers

NOTE 1 The rational numbers are also real numbers. Irrational numbers, i.e. real numbers other than rational numbers, are for example $\sqrt{2} = 1{,}414\,2...$, $\pi = 3{,}141\,5...$, $e = 2{,}718\,2...$ For such numbers, the sequence of digits after the decimal sign is infinite without any periodic repetition.

NOTE 2 The set of real numbers is denoted by $\mathbb{R}$ (R with left vertical bar and right part doubled), or **R**, or sometimes R with left vertical bar doubled. This set without zero is denoted by an asterisk to the symbol, for example $\mathbb{R}^*$.

de **reelle Zahl**, f
es **número real**
pl **liczba rzeczywista**
pt **número real**
sv **reellt tal**
zh 实数

102-02-06

valeur absolue, f

pour un nombre réel a, nombre positif ou nul égal à a si $a \geq 0$ et à $-a$ si $a < 0$

NOTE 1 La valeur absolue de a est notée $|a|$; $\mathrm{abs}\, a$ est aussi utilisé.

NOTE 2 La notion de valeur absolue peut s'appliquer aux grandeurs scalaires réelles.

absolute value

for a real number a, the non-negative number equal to a when $a \geq 0$ and equal to $-a$ when $a < 0$

NOTE 1 The absolute value of a is denoted $|a|$; $\mathrm{abs}\, a$ is also used.

NOTE 2 The concept of absolute value may be applied to real scalar quantities.

de **Betrag**, m
es **valor absoluto**
pl **wartość bezwzględna**
pt **valor absoluto**
sv **absolutvärde**
zh 绝对值

102-02-07

exponentiation, f

fonction attribuant à tout couple constitué d'un nombre réel positif a et d'un nombre réel b le nombre réel positif noté a^b tel que $a^0 = 1$, $a^1 = a$ et $a^{b+c} = a^b \cdot a^c$ pour des nombres réels quelconques b et c

NOTE 1 La fonction qui attribue à tout nombre réel x le nombre a^x est la fonction exponentielle de base a. La fonction qui attribue à tout nombre réel positif x le nombre x^b est une fonction puissance.

NOTE 2 L'exponentiation peut être étendue au couple constitué d'un nombre réel négatif a et d'un nombre entier b, ainsi qu'à d'autres entités mathématiques, par exemple les nombres complexes, les matrices et les grandeurs scalaires.

exponentiation

function assigning to any positive real number a and any real number b the positive real number denoted by a^b such that $a^0 = 1$, $a^1 = a$ and $a^{b+c} = a^b \cdot a^c$ for any real numbers b and c

NOTE 1 The function which assigns to any real number x the number a^x is the exponential function to the base a. The function which assigns to any positive real number x the number x^b is a power function.

NOTE 2 The exponentiation can be extended to negative real number a and integer b, and to other mathematical entities, for example, complex numbers, matrices and scalar quantities.

de **Potenzierung**, f
es **exponenciación**
pl **potęgowanie**
pt **exponenciação**
sv **exponentiering**
zh 指数运算

102-02-08

puissance, f

résultat d'une exponentiation

NOTE 1 Le terme « puissance » désigne aussi une expression représentant une exponentiation.

NOTE 2 Dans la puissance a^b, a est la base et b est l'exposant. La puissance est exprimée par les mots « a à la puissance b » ou simplement « a puissance b », ou encore « la puissance b de a ».

NOTE 3 La puissance d'exposant 2 est le carré, $a^2 = a \cdot a$, la puissance d'exposant 3 est le cube, $a^3 = a \cdot a \cdot a$, la puissance d'exposant –1 est l'inverse, $a^{-1} = 1/a$, la puissance d'exposant 1/2 est la racine carrée, $a^{1/2} = \sqrt{a}$.

power

result of an exponentiation

NOTE 1 The term "power" is also used for an expression representing an exponentiation.

NOTE 2 In the power a^b, a is the base and b is the exponent. The power is expressed by the words "a to the power b" or simply "a to b".

NOTE 3 The power with exponent 2 is the square, $a^2 = a \cdot a$, the power with exponent 3 is the cube, $a^3 = a \cdot a \cdot a$, the power with exponent –1 is the inverse, $a^{-1} = 1/a$, the power with exponent 1/2 is the square root, $a^{1/2} = \sqrt{a}$.

de **Potenz**, f
es **potencia**
pl **potęga**
pt **potência**
sv **potens**
zh 幂

102-02-09

nombre complexe, m

élément d'un ensemble contenant les nombres réels et d'autres éléments, dont chacun peut être représenté par un couple ordonné de nombres réels (a, b), avec les propriétés suivantes:

- le couple $(a, 0)$ représente le nombre réel a,
- une addition est définie par $(a_1, b_1) + (a_2, b_2) = (a_1 + a_2, b_1 + b_2)$,
- une multiplication est définie par $(a_1, b_1) \times (a_2, b_2) = (a_1 a_2 - b_1 b_2, a_1 b_2 + a_2 b_1)$

NOTE 1 Toutes les propriétés des nombres réels (opérations et limites) s'étendent aux nombres complexes, sauf la relation d'ordre.

NOTE 2 Le nombre complexe défini par le couple (a, b) est noté $c = a + \mathrm{j}b$ où j est l'unité imaginaire (102-02-10) représentée par le couple (0, 1), a est la partie réelle et b la partie imaginaire. Un nombre complexe peut aussi être représenté par $c = |c|(\cos\varphi + \mathrm{j}\sin\varphi) = |c|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi}$ où $|c|$ est un nombre réel positif ou nul appelé module et φ un nombre réel appelé argument.

NOTE 3 En électrotechnique, un nombre complexe est généralement représenté par un symbole littéral souligné, par exemple $\underline{c}$.

NOTE 4 L'ensemble des nombres complexes est noté $\mathbb{C}$ (C avec une barre verticale dans l'arc gauche) ou **C**. L'ensemble sans zéro est noté en ajoutant un astérisque au symbole, par exemple $\mathbb{C}^*$.

complex number

element of a set containing the real numbers and other elements, which may be represented by an ordered pair of real numbers (a, b), with following properties:

- the pair $(a, 0)$ represents the real number a,
- an addition is defined by $(a_1, b_1) + (a_2, b_2) = (a_1 + a_2, b_1 + b_2)$,
- a multiplication is defined by $(a_1, b_1) \times (a_2, b_2) = (a_1 a_2 - b_1 b_2, a_1 b_2 + a_2 b_1)$

NOTE 1 All properties of real numbers (operations and limits) are extended to complex numbers except the order relation.

NOTE 2 The complex number defined by the pair (a, b) is denoted by $c = a + \mathrm{j}b$ where j is the imaginary unit (102-02-10) represented by the pair (0, 1), a is the real part and b the imaginary part. A complex number may also be expressed as $c = |c|(\cos\varphi + \mathrm{j}\sin\varphi) = |c|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi}$ where $|c|$ is a non-negative real number called modulus and φ a real number called argument.

NOTE 3 In electrotechnology, a complex number is usually denoted by an underlined letter symbol, for example $\underline{c}$.

NOTE 4 The set of complex numbers is denoted by $\mathbb{C}$ (C with a vertical bar in the left arc) or **C**. This set without zero is denoted by an asterisk to the symbol, for example $\mathbb{C}^*$.

de **komplexe Zahl**, f
es **número complejo**
pl **liczba zespolona**
pt **número complexo**
sv **komplext tal**
zh 复数

102-02-10

symb.: j, i

unité imaginaire, f

nombre complexe j représenté par le couple de nombres réels (0, 1)

NOTE 1 Le nombre complexe représenté par le couple (a, b) peut aussi être représenté par $a + \mathrm{j}b$.

NOTE 2 L'unité imaginaire j et son opposé –j sont les deux racines carrées de –1.

NOTE 3 En électrotechnique, le symbole j est préféré au symbole i, usuel en mathématiques et dans d'autres domaines.

imaginary unit

complex number j represented by the pair of real numbers (0, 1)

NOTE 1 The complex number represented by the pair (a, b) can also be represented by $a + \mathrm{j}b$.

NOTE 2 The imaginary unit j and its opposite –j are the two square roots of –1.

NOTE 3 In electrotechnology, the symbol j is preferred to the symbol i, usual in mathematics and other fields.

de **imaginäre Einheit**, f
es **unidad imaginaria**
pl **jednostka urojona**; **jedność urojona**
pt **unidade imaginária**
sv **imaginär enhet**
zh 虚数单位

102-02-11

partie réelle, f

composante a d'un nombre complexe $c = a + \mathrm{j}b$, où a et b sont des nombres réels

NOTE 1 La partie réelle d'un nombre complexe c est notée $\mathrm{Re}\, c$ ou parfois c' en électrotechnique.

NOTE 2 Le concept de partie réelle peut s'appliquer aux grandeurs scalaires, vectorielles ou tensorielle complexes et aux matrices d'éléments complexes.

real part

the part a of a complex number $c = a + \mathrm{j}b$, where a and b are real numbers

NOTE 1 The real part of a complex number c is denoted by $\mathrm{Re}\, c$ or sometimes by c' in electrotechnology.

NOTE 2 The concept of real part may be applied to complex scalar, vector or tensor quantities or to matrices of complex elements.

de **Realteil**, m
es **parte real**
pl **część rzeczywista**
pt **parte real**
sv **realdel**
zh 实部

102-02-12

partie imaginaire, f

composante b d'un nombre complexe $c = a + \mathrm{j}b$, où a et b sont des nombres réels

NOTE 1 La partie imaginaire d'un nombre complexe c est notée $\mathrm{Im}\, c$ (où I est un i majuscule) ou parfois c'' en électrotechnique.

NOTE 2 Le concept de partie imaginaire peut s'appliquer aux grandeurs scalaires, vectorielles ou tensorielles complexes et aux matrices d'éléments complexes.

imaginary part

the part b of a complex number $c = a + \mathrm{j}b$, where a and b are real numbers

NOTE 1 The imaginary part of a complex number c is denoted by $\mathrm{Im}\, c$ (where I is an uppercase i) or sometimes by c'' in electrotechnology.

NOTE 2 The concept of imaginary part may be applied to complex scalar, vector or tensor quantities or to matrices of complex elements.

de **Imaginärteil**, m
es **parte imaginaria**
pl **część urojona**
pt **parte imaginária**
sv **imaginär del**
zh 虚部

102-02-13

nombre imaginaire, m

nombre complexe dont la partie réelle est nulle

NOTE Un nombre imaginaire peut être représenté par jb, où j est l'unité imaginaire et b est un nombre réel.

imaginary number

complex number with real part equal to zero

NOTE An imaginary number may be represented by jb where j is the imaginary unit and b is a real number.

de **Imaginäre Zahl**, f
es **número imaginario**
pl **liczba urojona**
pt **número imaginário**
sv **maginärt tal**
zh 虚数

102-02-14

conjugué, m

nombre complexe déduit d'un nombre complexe donné en remplaçant la partie imaginaire par son opposée

NOTE 1 Le conjugué du nombre complexe $c = a + \mathrm{j}b = |c|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi}$ est $c^* = a - \mathrm{j}b = |c|\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\varphi}$. En mathématiques, le conjugué de c est souvent noté $\bar{c}$.

NOTE 2 Le concept de conjugué peut s'appliquer aux grandeurs scalaires, vectorielles ou tensorielles complexes et aux matrices d'éléments complexes.

conjugate

complex number obtained from a given complex number by replacing the imaginary part by its negative

NOTE 1 The conjugate of the complex number $c = a + \mathrm{j}b = |c|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi}$ is $c^* = a - \mathrm{j}b = |c|\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\varphi}$. In mathematics, the conjugate of c is often denoted by $\bar{c}$.

NOTE 2 The concept of conjugate may be applied to complex scalar, vector or tensor quantities or to matrices of complex elements.

de **konjugiert-komplexe Zahl**, f
es **conjugado**
pl **liczba zespolona sprzężona**; **liczba sprzężona**
pt **conjugado**
sv **komplext konjugat**
zh 共轭

102-02-15

racine carrée, f

nombre réel ou complexe dont le produit par lui-même est égal à un nombre réel ou complexe donné

NOTE 1 Tout nombre réel ou complexe non nul a deux racines carrées, qui sont des nombres opposés. Pour un nombre réel non négatif a, la racine carrée non négative est représentée par $a^{1/2}$ ou $\sqrt{a}$. Pour un nombre réel négatif a, le nombre $-a$ est positif et les deux racines carrées sont des nombres imaginaires, conjugués l'un de l'autre, notés $\mathrm{j}\sqrt{-a}$ et $-\mathrm{j}\sqrt{-a}$. Pour un nombre complexe $c = |c|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi}$, les deux racines carrées sont $\sqrt{|c|}\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi/2}$ et $\sqrt{|c|}\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\frac{\varphi}{2}+\pi)}$.

NOTE 2 Le concept de racine carrée peut s'appliquer aux grandeurs scalaires.

square root

any real or complex number for which the product by itself is equal to a given real or complex number

NOTE 1 Every non-zero real or complex number has two square roots, each being the negative of the other. For a non-negative real number a, the non-negative square root is denoted by $a^{1/2}$ or $\sqrt{a}$. For a negative real number a, the number $-a$ is positive and the two square roots are imaginary numbers, conjugate of each others, denoted by $\mathrm{j}\sqrt{-a}$ and $-\mathrm{j}\sqrt{-a}$. For a complex number $c = |c|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi}$, the two square roots are $\sqrt{|c|}\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi/2}$ and $\sqrt{|c|}\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\frac{\varphi}{2}+\pi)}$.

NOTE 2 The concept of square root may be applied to scalar quantities.

de **Quadratwurzel**, f
es **raíz cuadrada**
pl **pierwiastek kwadratowy**
pt **raiz quadrada**
sv **kvadratrot**
zh 平方根

102-02-16

module (d'un nombre complexe), m

nombre réel non négatif $|c|$ dont le carré est égal au produit d'un nombre complexe $c = a + \mathrm{j}b$ par son conjugué:

$$|c| = \sqrt{c \cdot c^*} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

NOTE Le concept de module peut s'appliquer aux grandeurs scalaires complexes.

modulus (of a complex number)

non-negative real number $|c|$, the square of which is equal to the product of a complex number $c = a + \mathrm{j}b$ and its conjugate:

$$|c| = \sqrt{c \cdot c^*} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

NOTE The concept of modulus may be applied to complex scalar quantities.

de **Betrag** (einer komplexen Zahl), m
es **módulo** (de un número complejo)
pl **moduł** (liczby zespolonej)
pt **módulo**
sv **belopp** (av ett komplext tal)
zh 模（复数的）

102-02-17

argument (d'un nombre complexe), m

pour un nombre complexe non nul c, nombre réel φ de l'intervalle $-\pi < \varphi \leq \pi$ tel que $c = |c| \mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi}$

NOTE 1 L'argument $\arg c$ du nombre complexe $c = a + \mathrm{j}b = |c| \mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi}$ est égal à:

$\arccos\left(a / \sqrt{a^2 + b^2}\right)$ si $b \geq 0$ et $-\arccos\left(a / \sqrt{a^2 + b^2}\right)$ si $b < 0$, où $0 \leq \arccos x \leq \pi$.

Il n'est pas défini si $a = b = 0$.

NOTE 2 Le concept d'argument peut s'appliquer aux grandeurs scalaires complexes.

argument (of a complex number)

for a non-zero complex number c, the real number φ restricted to $-\pi < \varphi \leq \pi$, such that $c = |c| \mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi}$

NOTE 1 The argument $\arg c$ of the complex number $c = a + \mathrm{j}b = |c| \mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi}$ is equal to:

$\arccos\left(a / \sqrt{a^2 + b^2}\right)$ if $b \geq 0$ and $-\arccos\left(a / \sqrt{a^2 + b^2}\right)$ if $b < 0$, where $0 \leq \arccos x \leq \pi$.

It is not defined if $a = b = 0$.

NOTE 2 The concept of argument may be applied to complex scalar quantities.

de **Argument** (einer komplexen Zahl), n
es **argumento** (de un número complejo)
pl **argument** (liczby zespolonej)
pt **argumento** (de um número complexo)
sv **argument** (för ett komplext tal)
zh 辐角（复数的）

102-02-18

scalaire, m

nombre réel ou complexe

NOTE 1 Par extension, un scalaire est aussi un élément d'un ensemble muni d'une addition et d'une multiplication commutative, chacune avec élément neutre, tel que tout élément a un opposé et tout élément autre que l'élément neutre pour l'addition a un inverse.

NOTE 2 Les ensembles de scalaires, y compris l'extension de la Note 1, sont généralement appelés des corps en mathématiques. L'ensemble des nombres réels et l'ensemble des nombres complexes sont des corps infinis. Un exemple de corps fini est l'ensemble de deux éléments 0 et 1 muni de l'algèbre de Boole (où $1+1=0$).

scalar (1)

real or complex number

NOTE 1 By extension, a scalar is also an element of a set for which an addition and a commutative multiplication are defined, each with a neutral element, such that any element has an opposite and any element other than the neutral element for addition has an inverse.

NOTE 2 Sets of scalars, including the extension of Note 1, are usually called fields in mathematics. The set of real numbers and the set of complex numbers are infinite fields. An example of a finite field is the set of two elements 0 and 1 subject to Boolean algebra (where $1+1=0$).

de **Skalar** (1), m
es **escalar**
pl **skalar** (1)
pt **escalar**
sv **reellt eller komplext tal**
zh 标量（1）

102-02-19

grandeur scalaire, f

grandeur représentée par un scalaire unique qui dépend du choix d'une unité de mesure ou d'une référence à un mode opératoire de mesure

NOTE 1 Le concept de « grandeur » est défini dans la CEI 60050-111 et dans le Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux en métrologie (VIM).

NOTE 2 Dans l'espace usuel à trois dimensions, une grandeur scalaire est indépendante de la direction (102-03-12) et du choix du système de coordonnées. Des exemple sont la masse, la charge électrique, la température thermodynamique, la dureté C de Rockwell, la viscosité Engler d'une huile de transformateur.

NOTE 3 Le concept de valeur absolue s'applique aux grandeurs scalaires réelles, les concepts de partie réelle, partie imaginaire, module et argument s'appliquent aux grandeurs scalaires complexes, et le concept de racine carrée aux deux.

scalar quantity
scalar (2)

quantity represented by a single scalar (1) which depends on the choice of a unit of measurement or on a reference to a measurement procedure

NOTE 1 The concept of "quantity" is defined in IEC 60050-111 and in the International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM).

NOTE 2 In the usual three-dimensional space, a scalar quantity is independent of direction (102-03-12) and of the choice of the coordinate frame. Examples are: mass, electric charge, thermodynamic temperature, Rockwell C hardness, Engler viscosity for transformer oil.

NOTE 3 The concept of absolute value applies to real scalar quantities, the concepts of real part, imaginary part, modulus and argument apply to complex scalar quantities, and the concept of square root applies to both.

de **skalare Größe**, f; **Skalar** (2), m
es **magnitud escalar**
pl **wielkość skalarna**; **skalar** (2)
pt **grandeza escalar**
sv **skalär storhet**
zh 标量量；标量（2）

Section 102-03 – Vecteurs et tenseurs

Section 102-03 – Vectors and tensors

102-03-01

espace vectoriel, m

pour un ensemble donné de scalaires, ensemble d'éléments dans lequel la somme de deux éléments quelconques $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$ et le produit d'un élément quelconque par un scalaire α sont des éléments de l'ensemble, avec les propriétés suivantes:

- $\boldsymbol{U} + \boldsymbol{V} = \boldsymbol{V} + \boldsymbol{U}$,
- $(\boldsymbol{U} + \boldsymbol{V}) + \boldsymbol{W} = \boldsymbol{U} + (\boldsymbol{V} + \boldsymbol{W})$, où $\boldsymbol{W}$ est aussi un élément de l'ensemble,
- il existe un élément neutre pour l'addition, appelé vecteur nul et noté **0**, tel que $\boldsymbol{U} + \mathbf{0} = \boldsymbol{U}$,
- il existe un opposé $(-\boldsymbol{U})$ tel que $\boldsymbol{U} + (-\boldsymbol{U}) = \mathbf{0}$,
- $(\alpha + \beta)\boldsymbol{U} = \alpha\boldsymbol{U} + \beta\boldsymbol{U}$, où β est aussi un scalaire,
- $\alpha(\boldsymbol{U} + \boldsymbol{V}) = \alpha\boldsymbol{U} + \alpha\boldsymbol{V}$,
- $\alpha(\beta\boldsymbol{U}) = (\alpha\beta)\boldsymbol{U}$,
- $1\boldsymbol{U} = \boldsymbol{U}$

NOTE Dans l'espace usuel à trois dimensions, les segments orientés ayant une origine spécifiée constituent un espace vectoriel sur les nombres réels. Un autre exemple, correspondant à l'extension du concept de scalaire (voir 102-02-18, Note 1), est l'ensemble des mots de n bits formés des chiffres 0 et 1 avec addition modulo deux, où l'ensemble de scalaires est l'ensemble des deux éléments 0 et 1 muni de l'algèbre de Boole.

vector space
linear space

for a given set of scalars (1), set of elements for which the sum of any two elements $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ and the product of any element and a scalar α are elements of the set, with the following properties:

- $\boldsymbol{U} + \boldsymbol{V} = \boldsymbol{V} + \boldsymbol{U}$,
- $(\boldsymbol{U} + \boldsymbol{V}) + \boldsymbol{W} = \boldsymbol{U} + (\boldsymbol{V} + \boldsymbol{W})$, where $\boldsymbol{W}$ is also an element of the set,
- there exists a neutral element for addition, called zero vector and denoted by **0**, such that: $\boldsymbol{U} + \mathbf{0} = \boldsymbol{U}$,
- there exists an opposite $(-\boldsymbol{U})$ such that $\boldsymbol{U} + (-\boldsymbol{U}) = \mathbf{0}$,
- $(\alpha + \beta)\boldsymbol{U} = \alpha\boldsymbol{U} + \beta\boldsymbol{U}$, where β is also a scalar,
- $\alpha(\boldsymbol{U} + \boldsymbol{V}) = \alpha\boldsymbol{U} + \alpha\boldsymbol{V}$,
- $\alpha(\beta\boldsymbol{U}) = (\alpha\beta)\boldsymbol{U}$,
- $1\boldsymbol{U} = \boldsymbol{U}$

NOTE In the usual three-dimensional space, the directed line segments with a specified origin form an example of a vector space over real numbers. Another example, corresponding to the extended concept of scalar (see 102-02-18, Note 1) is the set of n-bit words formed of the digits 0 and 1 with addition modulo two, where the set of scalars is the set of two elements 0 and 1 subject to Boolean algebra.

de **Vektorraum**, m
es **espacio vectorial**
pl **przestrzeń wektorowa**; **przestrzeń liniowa**
pt **espaço vectorial**
sv **linjär rymd; vektorrymd**
zh 向量空间；线性空间

102-03-02

espace affine, m
espace ponctuel, m

pour un espace vectoriel donné, ensemble d'éléments appelés points, pour lesquels un élément $\boldsymbol{U}_{\mathrm{AB}}$ de l'espace vectoriel est associé à tout couple ordonné de points A et B avec les propriétés suivantes:

- pour tout couple de points A et B, $\boldsymbol{U}_{\mathrm{BA}} = -\boldsymbol{U}_{\mathrm{AB}}$,
- pour tout ensemble de trois points A, B et C, $\boldsymbol{U}_{\mathrm{AB}} + \boldsymbol{U}_{\mathrm{BC}} = \boldsymbol{U}_{\mathrm{AC}}$,
- pour un point donné O et un vecteur donné $\boldsymbol{r}$, il existe un point unique P tel que $\boldsymbol{U}_{\mathrm{OP}} = \boldsymbol{r}$

NOTE Un espace affine et l'espace vectoriel associé ont la même dimension. L'espace affine dérivé de l'espace vectoriel euclidien à trois dimensions est un modèle de l'espace géométrique usuel à trois dimensions.

point space
affine space

for a given vector space, set of elements called points, for which an element $\boldsymbol{U}_{\mathrm{AB}}$ of the vector space is associated to any ordered pair of points A and B with the following properties:

- for any two points A and B, $\boldsymbol{U}_{\mathrm{BA}} = -\boldsymbol{U}_{\mathrm{AB}}$,
- for any three points A, B and C, $\boldsymbol{U}_{\mathrm{AB}} + \boldsymbol{U}_{\mathrm{BC}} = \boldsymbol{U}_{\mathrm{AC}}$,
- for a given point O and a given vector $\boldsymbol{r}$, there is a unique point P such that $\boldsymbol{U}_{\mathrm{OP}} = \boldsymbol{r}$

NOTE A point space and the associated vector space have the same dimension. The point space derived from the three-dimensional Euclidean vector space is a model of the usual geometrical three-dimensional space.

de **affiner Punktraum**, m
es **espacio afín; espacio puntual**
pl **przestrzeń punktowa**; **przestrzeń afiniczna**
pt **espaço pontual**
sv **punktrymd**
zh 点空间；仿射空间

102-03-03

sous-espace, m

sous-ensemble d'un espace vectoriel ou d'un espace affine qui est un espace vectoriel ou un espace affine, respectivement, pour le même ensemble de scalaires

NOTE Les sous-espaces stricts d'un espace vectoriel ou affine à n dimensions ont des dimensions strictement inférieures à n.

subspace

subset of a vector space or a point space which is a vector space or a point space, respectively, for the same set of scalars

NOTE The proper subspaces of an n-dimensional vector or point space have dimensions strictly less than n.

de **Teilraum**, m
es **subespacio**
pl **podprzestrzeń**
pt **sub-espaço**
sv **delrymd**
zh 子空间

102-03-04

vecteur (1), m

1) élément d'un espace vectoriel

2) segment de droite orienté dans un espace affine

NOTE 1 Un vecteur à n dimensions est représenté par un ensemble ordonné de n scalaires, généralement des nombres réels ou complexes, qui dépendent du choix de la base. En notation matricielle, ces scalaires sont généralement représentés par une matrice-colonne:

$$\boldsymbol{U} = \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{pmatrix}$$

NOTE 2 Un vecteur dans un espace euclidien est caractérisé par sa norme (102-03-23) et, s'il n'est pas nul, par sa direction (102-03-12).

NOTE 3 Un vecteur complexe $\boldsymbol{U}$ est défini par une partie réelle et une partie imaginaire: $\boldsymbol{U} = \boldsymbol{A} + \mathrm{j}\boldsymbol{B}$ où $\boldsymbol{A}$ et $\boldsymbol{B}$ sont des vecteurs réels.

NOTE 4 Un vecteur est représenté par un symbole littéral en gras et en italique ou par un symbole en maigre et en italique surmonté d'une flèche: $\boldsymbol{U}$ ou $\vec{U}$. Le vecteur $\boldsymbol{U}$ de coordonnées U_i peut être représenté par (U_i).

NOTE 5 Le terme « vecteur » est aussi employé pour une grandeur vectorielle (102-03-21).

vector (1)

1) element of a vector space

2) directed line segment in a point space

NOTE 1 An n-dimensional vector is represented by an ordered set of n scalars, usually real or complex numbers, which depend on the choice of the base. In matrix notation, these scalars are usually represented as a column matrix:

$$\boldsymbol{U} = \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{pmatrix}$$

NOTE 2 A vector in a Euclidean space is characterized by its magnitude (103-03-23) and, if it is a non-zero vector, by its direction (102-03-12).

NOTE 3 A complex vector $\boldsymbol{U}$ is defined by a real part and an imaginary part: $\boldsymbol{U} = \boldsymbol{A} + \mathrm{j}\boldsymbol{B}$ where $\boldsymbol{A}$ and $\boldsymbol{B}$ are real vectors.

NOTE 4 A vector is indicated by a letter symbol in sloped boldface type or by an arrow above a sloped lightface letter symbol: $\boldsymbol{U}$ or $\vec{U}$. The vector $\boldsymbol{U}$ with components U_i can be denoted (U_i).

NOTE 5 The term "vector" is also used for a vector quantity (102-03-21).

de **Vektor** (1), m
es **vector** (1)
pl **wektor** (1)
pt **vector**
sv **vektor**
zh 向量（1）

102-03-05

linéairement indépendant, adj

qualifie n vecteurs $\boldsymbol{U}_1, \boldsymbol{U}_2, ..., \boldsymbol{U}_n$ lorsqu'une combinaison linéaire de la forme $\alpha_1\boldsymbol{U}_1 + \alpha_2\boldsymbol{U}_2 + ... + \alpha_n\boldsymbol{U}_n$ ne peut être nulle que si tous les coefficients scalaires $\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n$ sont nuls

linearly independent

qualifies n vectors $\boldsymbol{U}_1, \boldsymbol{U}_2, ..., \boldsymbol{U}_n$ where a linear combination such as $\alpha_1\boldsymbol{U}_1 + \alpha_2\boldsymbol{U}_2 + ... + \alpha_n\boldsymbol{U}_n$ cannot be equal to zero unless all scalar coefficients $\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n$ are equal to zero

de **linear unabhängig,** Adjektiv
es **linealmente independiente**
pl **liniowo niezależny**
pt **linearmente independente** *(subjectivo)*
sv **linjärt oberoende**
zh 线性无关的

102-03-06

linéairement dépendant, adj

qualifie n vecteurs $\boldsymbol{U}_1, \boldsymbol{U}_2, ..., \boldsymbol{U}_n$ lorsqu'une combinaison linéaire de la forme $\alpha_1\boldsymbol{U}_1 + \alpha_2\boldsymbol{U}_2 + ... + \alpha_n\boldsymbol{U}_n$ peut être nulle même si tous les coefficients scalaires $\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n$ ne sont pas nuls

linearly dependent

qualifies n vectors $\boldsymbol{U}_1, \boldsymbol{U}_2, ..., \boldsymbol{U}_n$ where a linear combination such as $\alpha_1\boldsymbol{U}_1 + \alpha_2\boldsymbol{U}_2 + ... + \alpha_n\boldsymbol{U}_n$ can be equal to zero even if not all scalar coefficients $\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n$ are equal to zero

de **linear abhängig,** Adjektiv
es **linealmente dependiente**
pl **liniowo zależny**
pt **linearmente dependente** *(subjectivo)*
sv **linjärt beroende**
zh 线性相关的

102-03-07

espace vectoriel à *n* dimensions, m

espace vectoriel dans lequel il existe n vecteurs linéairement indépendants mais pas $(n + 1)$ vecteurs linéairement indépendants

***n*-dimensional vector space**

vector space in which there are n linearly independent vectors but not $(n + 1)$ linearly independent vectors

de ***n*-dimensionaler Vektorraum**, m
es **espacio vectoral de n dimensiones; espacio vectorial n-dimensional**
pl **przestrzeń wektorowa *n*-wymiarowa**
pt **espaço vectorial a *n* dimensões**
sv ***n*-dimensionell vekorrymd**
zh *n*维向量空间

102-03-08

base, f

ensemble ordonné de n vecteurs linéairement indépendants $\boldsymbol{a}_1, \boldsymbol{a}_2, ..., \boldsymbol{a}_n$ dans un espace vectoriel à n dimensions, choisi pour exprimer tout vecteur $\boldsymbol{U}$ comme combinaison linéaire unique de ces n vecteurs: $\boldsymbol{U} = U_1\boldsymbol{a}_1 + U_2\boldsymbol{a}_2 + ... + U_n\boldsymbol{a}_n$ où $U_1, U_2, ..., U_n$ sont des scalaires

NOTE 1 Dans un espace euclidien ou hermitien, on choisit généralement une base orthonormée. Dans l'espace vectoriel formé par l'ensemble des mots de n bits (voir la Note de l'article « espace vectoriel »), une base est constituée par l'ensemble des mots n'ayant qu'un seul bit non nul.

NOTE 2 Tout vecteur d'une base est appelé « vecteur de base ».

base
basis

ordered set of n linearly independent vectors $\boldsymbol{a}_1, \boldsymbol{a}_2, ..., \boldsymbol{a}_n$ in an n-dimensional vector space, which is chosen to express any vector $\boldsymbol{U}$ as a unique linear combination of these n vectors: $\boldsymbol{U} = U_1\boldsymbol{a}_1 + U_2\boldsymbol{a}_2 + ... + U_n\boldsymbol{a}_n$, where $U_1, U_2, ..., U_n$ are scalars

NOTE 1 In an Euclidean or Hermitian vector space, an orthonormal base is generally chosen. In the vector space formed by a set of n-bit words (see Note of entry "vector space") a base is the set of n-bit words having only one non-zero bit.

NOTE 2 Any vector of a base is called "base vector".

de **Basis** (eines Vektorraums), n
es **base**
pl **baza**
pt **base**
sv **vektorbas**
zh 基

102-03-09

coordonnée (d'un vecteur), f

chacun des n scalaires $U_1, U_2, ..., U_n$ dans la représentation d'un vecteur $\boldsymbol{U}$ comme combinaison linéaire $U_1\boldsymbol{a}_1 + U_2\boldsymbol{a}_2 + ... + U_n\boldsymbol{a}_n$ des vecteurs de base $\boldsymbol{a}_1, \boldsymbol{a}_2, ..., \boldsymbol{a}_n$

NOTE 1 Le terme « coordonnée » est aussi employé pour les composantes d'un rayon vecteur (voir 102-03-22).

NOTE 2 En anglais, le terme « component » est parfois employé dans ce sens.

coordinate (of a vector)

any of the n scalars $U_1, U_2, ..., U_n$ in the representation of a vector $\boldsymbol{U}$ as a linear combination $U_1\boldsymbol{a}_1 + U_2\boldsymbol{a}_2 + ... + U_n\boldsymbol{a}_n$ of the base vectors $\boldsymbol{a}_1, \boldsymbol{a}_2, ..., \boldsymbol{a}_n$

NOTE 1 The term "coordinate" is also used for the components of a position vector (see 102-03-22).

NOTE 2 In English, the term "component" is sometimes used in this sense.

de **Koordinate** (eines Vektors), f
es **coordenada** (de un vector)
pl **współrzędna** (wektora)
pt **coordenada** (de um vector)
sv **komponent** (av en vektor)
zh 坐标（向量的）

102-03-10

composante (d'un vecteur), f

chacun des éléments d'un ensemble de vecteurs linéairement indépendants dont la somme est égale à un vecteur donné

NOTE 1 Exemples:

- pour un vecteur donné $\boldsymbol{U} = U_1\boldsymbol{a}_1 + U_2\boldsymbol{a}_2 + \ldots + U_n\boldsymbol{a}_n$, où $U_1, U_2, \ldots, U_n$ sont les coordonnées de $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{a}_1, \boldsymbol{a}_2, \ldots, \boldsymbol{a}_n$ sont les vecteurs de base, chacun des vecteurs $U_1\boldsymbol{a}_1, U_2\boldsymbol{a}_2, \ldots, U_n\boldsymbol{a}_n$,
- les projections d'un vecteur normalement et tangentiellement à une surface (composante normale et composante tangentielle).

NOTE 2 En anglais, le terme « component vector » peut être employé si le terme « component » est employé au sens de coordonnée.

component (of a vector)

one of a set of linearly independent vectors, the sum of which is equal to a given vector

NOTE 1 Examples:

- for a given vector $\boldsymbol{U} = U_1\boldsymbol{a}_1 + U_2\boldsymbol{a}_2 + \ldots + U_n\boldsymbol{a}_n$, where $U_1, U_2, \ldots, U_n$ are the coordinates of $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{a}_1, \boldsymbol{a}_2, \ldots, \boldsymbol{a}_n$ are the base vectors, any of the vectors $U_1\boldsymbol{a}_1, U_2\boldsymbol{a}_2, \ldots, U_n\boldsymbol{a}_n$,
- the projections of a vector normal and tangential to a surface (normal component and tangential component).

NOTE 2 In English, the term "component vector" may be used if "component" is used in the sense of "coordinate".

de **Komponente** (eines Vektors), f
es **componente** (de un vector)
pl **składowa** (wektora)
pt **componente** (de um vector)
sv **komponent** (av en vektor)
zh 分量（向量的）

102-03-11

dimension (d'un espace), f

nombre entier positif caractérisant un espace vectoriel ou un espace affine, égal au nombre de vecteurs de base

NOTE Un espace affine et l'espace vectoriel associé ont la même dimension

dimension (of a space)

positive integer characterizing a vector space or a point space, equal to the number of base vectors

NOTE A point space and the associated vector space have the same dimension.

de **Dimension** (eines Raums), f
es **dimensión** (de un espacio)
pl **wymiar** (przestrzeni)
pt **dimensão** (de um espaço)
sv **dimension** (av ett rum)
zh 维数（空间的）

102-03-12

direction, f

dans un espace affine réel, propriété commune à tous les couples ordonnés de points dont les vecteurs associés ont la forme $\alpha\boldsymbol{U}$, où $\boldsymbol{U}$ est un vecteur non nul donné et α un scalaire positif

NOTE Des vecteurs de même direction sont dits parallèles.

direction

in a real point space, common property of all ordered pairs of points, the associated vectors of which have the form $\alpha\boldsymbol{U}$, where $\boldsymbol{U}$ is a given non-zero vector and α a positive scalar

NOTE Vectors having the same direction are said to be parallel.

de **Richtung**, f
es **dirección**
pl **kierunek**
pt **direcção**
sv **riktning**
zh 方向

102-03-13

coordonnées cartésiennes (d'un point), f pl

coordonnées du vecteur $\boldsymbol{U}_{\mathrm{OP}}$ qui caractérise un point P d'un espace affine muni d'un point origine O

NOTE Un point peut aussi être repéré par d'autres types de coordonnées comme les coordonnées cylindriques ou les coordonnées sphériques (voir l'ISO 31-11).

Cartesian coordinates (of a point)

coordinates of the vector $\boldsymbol{U}_{\mathrm{OP}}$ characterizing a point P in a point space with a given origin point O

NOTE A point can also be located by other types of coordinates, such as cylindrical coordinates or spherical coordinates (see ISO 31-11).

de **kartesische Koordinaten** (eines Punktes), f
es **coordenadas cartesianas** (de un punto)
pl **współrzędne kartezjańskie**
pt **coordenadas cartesianas** (de um ponto)
sv **kartesiska koordinater** (för en punkt)
zh 笛卡儿坐标（点的）

102-03-14

système de coordonnées cartésiennes, m

dans un espace affine, combinaison d'un point origine et d'une base de l'espace vectoriel associé

NOTE On choisit souvent comme base une base orthonormée.

Cartesian coordinate system

in a point space, combination of an origin point and a base of the associated vector space

NOTE The base is often chosen as an orthonormal base.

de **kartesisches Koordinatensystem**, n
es **sistema de coordenadas cartesianas**
pl **układ współrzędnych kartezjańskich**
pt **sistema de coordenadas cartesianas**
sv **kartesiskt koordinatsystem**
zh 笛卡儿坐标系

102-03-15

rayon vecteur, m

vecteur $\boldsymbol{U}_{\mathrm{OP}} = \boldsymbol{r}_{\mathrm{P}}$ qui caractérise un point P dans un espace affine muni d'un point origine O

1— Dans l'espace géométrique usuel à trois dimensions, les rayons vecteurs sont des grandeurs ayant la dimension d'une longueur.

2— Le rayon vecteur est souvent représenté par $\boldsymbol{r}$.

position vector

vector $\boldsymbol{U}_{\mathrm{OP}} = \boldsymbol{r}_{\mathrm{P}}$ characterizing a point P in a point space with a given origin point O

1— In the usual geometrical three-dimensional space, position vectors are quantities of the dimension length.

2— The position vector is often denoted by $\boldsymbol{r}$.

de **Ortsvektor**, m
es **vector de posición**
pl **wektor kierunkowy**
pt **raio vector**
sv **ortsvektor**
zh 位置向量

102-03-16

forme bilinéaire, f

fonction f qui attribue un scalaire $f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V})$ à tout couple de vecteurs $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$ dans un espace vectoriel donné, avec les propriétés suivantes:

- $f(\alpha\boldsymbol{U},\boldsymbol{V})=\alpha f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V})$ et $f(\boldsymbol{U},\beta\boldsymbol{V})=\beta f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V})$ où α et β sont des scalaires,
- $f(\boldsymbol{U}+\boldsymbol{V},\boldsymbol{W})=f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{W})+f(\boldsymbol{V},\boldsymbol{W})$ et $f(\boldsymbol{W},\boldsymbol{U}+\boldsymbol{V})=f(\boldsymbol{W},\boldsymbol{U})+f(\boldsymbol{W},\boldsymbol{V})$ pour tout vecteur $\boldsymbol{W}$ du même espace vectoriel

NOTE 1 Une forme bilinéaire sur un espace vectoriel à n dimensions peut être représentée par une matrice carrée (k_{ij}) et le scalaire est $f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V})=\sum_{ij}k_{ij}U_iV_j$.

NOTE 2 Les formes bilinéaires sur un espace vectoriel à n dimensions constituent un espace vectoriel à n^2 dimensions.

NOTE 3 Le concept de forme bilinéaire se généralise à celui de « forme linéaire » dans le cas d'un seul vecteur et de « forme multilinéaire » (ou m-linéaire) dans le cas d'un ensemble ordonné de m vecteurs.

bilinear form

function f that attributes a scalar $f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V})$ to any pair of vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ in a given vector space, with the following properties:

- $f(\alpha\boldsymbol{U},\boldsymbol{V})=\alpha f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V})$ and $f(\boldsymbol{U},\beta\boldsymbol{V})=\beta f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V})$ where α and β are scalars,
- $f(\boldsymbol{U}+\boldsymbol{V},\boldsymbol{W})=f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{W})+f(\boldsymbol{V},\boldsymbol{W})$ and $f(\boldsymbol{W},\boldsymbol{U}+\boldsymbol{V})=f(\boldsymbol{W},\boldsymbol{U})+f(\boldsymbol{W},\boldsymbol{V})$ for any vector $\boldsymbol{W}$ existing in the same vector space

NOTE 1 A bilinear form over an n-dimensional vector space can be represented by a square matrix (k_{ij}) and the scalar is $f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V})=\sum_{ij}k_{ij}U_iV_j$.

NOTE 2 The bilinear forms over a given n-dimensional vector space constitute an n^2-dimensional vector space.

NOTE 3 The concept of bilinear form extends to "linear form" in the case of one vector and to "multilinear form" (or m-linear form) in the case of an ordered set of m vectors.

de **Bilinearform**, f
es **forma bilineal**
pl **forma dwuliniowa**; **forma biliniowa**
pt **forma bilinear**
sv **bilinjär form**
zh 双线性型

102-03-17 *10-11-17*

produit scalaire, m

scalaire, noté $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}$, attribué à tout couple de vecteurs $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$ d'un espace vectoriel par une forme bilinéaire donnée, avec les propriétés suivantes:

- symétrie: $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V} = \boldsymbol{V} \cdot \boldsymbol{U}$,
- $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{U} > 0$ pour $\boldsymbol{U} \neq \mathbf{0}$

NOTE 1 Dans un espace à n dimensions muni de vecteurs de base orthonormés, le produit scalaire de deux vecteurs $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$ est la somme des produits de chaque coordonnée U_i du vecteur $\boldsymbol{U}$ par la coordonnée correspondante V_i du vecteur $\boldsymbol{V}$:

$$\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V} = \sum_i U_i V_i .$$

NOTE 2 Pour deux vecteurs complexes $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$, on peut selon l'application utiliser soit le produit scalaire $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}$, soit un produit hermitien $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*$.

NOTE 3 On peut définir de la même manière, pour un couple constitué d'un vecteur polaire et d'un vecteur axial un produit scalaire qui est un pseudo-scalaire, et pour un couple de deux vecteurs axiaux un produit scalaire qui est un scalaire.

NOTE 4 Le produit scalaire de deux grandeurs vectorielles est le produit scalaire des vecteurs unitaires associés multiplié par le produit des grandeurs scalaires.

NOTE 5 Le produit scalaire est noté par un point à mi-hauteur (·) entre les deux symboles représentant les vecteurs.

scalar product
dot product

scalar, denoted by $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}$, attributed to any pair of vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ in a vector space by a given bilinear form, with the following properties:

- symmetry: $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V} = \boldsymbol{V} \cdot \boldsymbol{U}$,
- $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{U} > 0$ for $\boldsymbol{U} \neq \mathbf{0}$

NOTE 1 In an n-dimensional space with orthonormal base vectors the scalar product of two vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ is the sum of the products of each coordinate U_i of the vector $\boldsymbol{U}$ and the corresponding coordinate V_i of the vector $\boldsymbol{V}$:

$$\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V} = \sum_i U_i V_i .$$

NOTE 2 For two complex vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ either the scalar product $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}$ or a Hermitian product $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*$ may be used depending on the application.

NOTE 3 A scalar product can be similarly defined for a pair consisting of a polar vector and an axial vector and is then a pseudo-scalar, or for a pair of two axial vectors and is then a scalar.

NOTE 4 The scalar product of two vector quantities is the scalar product of the associated unit vectors multiplied by the product of the scalar quantities.

NOTE 5 The scalar product is denoted by a half-high dot (·) between the two symbols representing the vectors.

de **Skalarprodukt**, n; **skalares Produkt**, n
es **producto escalar**
pl **iloczyn skalarny**
pt **produto escalar**
sv **skalär produkt; skalärprodukt**
zh 标量积；点积

102-03-18

produit hermitien, m

scalaire, noté $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*$, attribué à tout couple de vecteurs $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$ d'un espace vectoriel complexe par une fonction donnée, avec les propriétés suivantes:

- $\boldsymbol{V} \cdot \boldsymbol{U}^* = (\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*)^*$,
- $(\alpha \boldsymbol{U}) \cdot \boldsymbol{V}^* = \alpha(\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*)$ et $\boldsymbol{U} \cdot (\beta \boldsymbol{V})^* = \beta^* (\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*)$ où α et β sont des scalaires complexes,
- $(\boldsymbol{U} + \boldsymbol{V}) \cdot \boldsymbol{W}^* = \boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{W}^* + \boldsymbol{V} \cdot \boldsymbol{W}^*$ pour tout vecteur $\boldsymbol{W}$ du même espace vectoriel,
- $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{U}^* > 0$ pour $\boldsymbol{U} \neq \boldsymbol{0}$,

où l'astérisque indique le vecteur conjugué

NOTE 1 Dans un espace à n dimensions muni de vecteurs de base orthonormés, le produit hermitien de deux vecteurs $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$ est la somme des produits de chaque coordonnée U_i du vecteur $\boldsymbol{U}$ par le conjugué de la coordonnée correspondante V_i du vecteur $\boldsymbol{V}$:

$$\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^* = \sum_i U_i V_i^* .$$

NOTE 2 Pour deux vecteurs complexes ou deux grandeurs vectorielles complexes $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$, on peut selon l'application utiliser soit le produit hermitien $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*$, soit un produit hermitien conjugué $\boldsymbol{U}^* \cdot \boldsymbol{V}$. Le produit hermitien $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{U}^*$ ou $\boldsymbol{U}^* \cdot \boldsymbol{U}$ est respectivement un scalaire réel ou une grandeur scalaire réelle.

NOTE 3 Le produit hermitien est indiqué par un point à mi-hauteur (·) entre les deux symboles représentant l'un des vecteurs et le conjugué de l'autre.

Hermitian product

complex scalar, denoted by $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*$, attributed to any pair of vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ in a complex vector space by a given function, with the following properties:

- $\boldsymbol{V} \cdot \boldsymbol{U}^* = (\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*)^*$,
- $(\alpha \boldsymbol{U}) \cdot \boldsymbol{V}^* = \alpha(\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*)$ and $\boldsymbol{U} \cdot (\beta \boldsymbol{V})^* = \beta^* (\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*)$ where α and β are complex scalars,
- $(\boldsymbol{U} + \boldsymbol{V}) \cdot \boldsymbol{W}^* = \boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{W}^* + \boldsymbol{V} \cdot \boldsymbol{W}^*$ for every vector $\boldsymbol{W}$ existing in the same vector space,
- $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{U}^* > 0$ for $\boldsymbol{U} \neq \boldsymbol{0}$,

where the asterisk denotes the conjugate vector

NOTE 1 In an n-dimensional space with orthonormal base vectors the Hermitian product of two vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ is the sum of the products of each coordinate U_i of the vector $\boldsymbol{U}$ and the conjugate of the corresponding coordinate V_i of the vector $\boldsymbol{V}$:

$$\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^* = \sum_i U_i V_i^* .$$

NOTE 2 For two complex vectors or two complex vector quantities $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ either the Hermitian product $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}^*$ or a conjugate Hermitian product $\boldsymbol{U}^* \cdot \boldsymbol{V}$ may be used depending on the application. The Hermitian product $\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{U}^*$ or $\boldsymbol{U}^* \cdot \boldsymbol{U}$ is a real scalar or a real scalar quantity, respectively.

NOTE 3 The Hermitian product is denoted by a half-high dot (·) between the two symbols representing one vector and the conjugate of the other.

de **hermitesches Produkt**, n
es **producto hermítico**
pl **iloczyn Hermite'a**
pt **produto hermitiano**
sv **hermitisk produkt**
zh 埃尔米特积

102-03-19

espace euclidien, m

espace vectoriel réel ou espace affine réel dans lequel un produit scalaire est défini pour tout couple de vecteurs

NOTE L'espace géométrique usuel à trois dimensions est un espace affine euclidien. Les vecteurs à quatre dimensions utilisés en relativité restreinte sont des éléments d'un espace affine non euclidien parce que le produit scalaire d'un vecteur par lui-même peut être négatif. Un autre exemple d'espace vectoriel non euclidien est l'ensemble des mots de n bits formés des chiffres zéro et un avec l'addition modulo deux. En effet le produit scalaire d'un vecteur par lui-même peut être nul sans que le vecteur soit nul.

Euclidean space

real vector space or real point space for which a scalar product is defined for any two vectors

NOTE The usual geometrical three-dimensional space is a Euclidean point space. Four-dimensional vectors used in special relativity are elements of a non-Euclidean point space because the scalar product of a vector by itself may be negative. Another example of non-Euclidean vector space is the set of n-bit words formed of the digits zero and one with addition modulo two, because the scalar product of a vector by itself can be zero for a non-zero vector.

de **euklidischer Vektorraum**, m
es **espacio euclídeo**
pl **przestrzeń euklidesowa**
pt **espaço euclidiano**
sv **euklidisk rymd**
zh 欧几里得空间

102-03-20

espace hermitien, m

espace vectoriel complexe ou espace affine complexe dans lequel un produit hermitien est défini pour tout couple de vecteurs

Hermitian space
unitary space

complex vector space or complex point space for which a Hermitian product is defined for any two vectors

de **hermitescher Raum**, m
es **espacio hermítico**
pl **przestrzeń Hermite'a**
pt **espaço hermitiano**
sv **enhetsrymd; hermitisk rymd**
zh 埃尔米特空间；酉空间

102-03-21

grandeur vectorielle, f
vecteur (2), m

grandeur qui peut être représentée comme le produit d'un vecteur (1) par une grandeur scalaire

NOTE 1 Le concept de « grandeur » est défini dans la CEI 60050-111 et dans le Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux en métrologie (VIM).

NOTE 2 Le vecteur qui définit la grandeur vectorielle est généralement un vecteur unitaire dans l'espace géométrique usuel à deux ou trois dimensions. Une grandeur vectorielle est alors représentable par un segment orienté caractérisé par son point d'application, sa direction et sa longueur, où la longueur est le produit d'un nombre positif ou nul par une unité de mesure. Chaque composante est aussi le produit d'une valeur numérique et de l'unité. Des exemples de grandeurs vectorielles sont la vitesse, la force, le champ électrique.

NOTE 3 Une grandeur vectorielle peut être considérée, soit comme ayant un point d'application fixe (vecteur lié), soit comme ayant un point d'application quelconque sur une droite qui lui est parallèle (vecteur glissant), soit comme ayant un point d'application quelconque dans l'espace (vecteur libre).

NOTE 4 Les opérations définies pour les vecteurs s'appliquent aux grandeurs vectorielles. Par exemple, le produit d'une grandeur scalaire p et de la grandeur vectorielle $\boldsymbol{Q} = q\boldsymbol{e}$ est la grandeur vectorielle $p\boldsymbol{Q} = pq\boldsymbol{e}$, où $\boldsymbol{e}$ est un vecteur unitaire.

vector quantity
vector (2)

quantity which can be represented by a vector (1) multiplied by a scalar quantity

NOTE 1 The concept of "quantity" is defined in IEC 60050-111 and in the International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM).

NOTE 2 The vector defining a vector quantity is generally a unit vector in the usual two- or three-dimensional geometrical space. A vector quantity can then be represented as an oriented line segment characterized by its point of acting, its direction and its magnitude, where the magnitude is a non-negative number multiplied by a unit of measurement. The components are also the product of a numerical value and the unit. Examples of vector quantities are: velocity, force, electric field strength.

NOTE 3 A vector quantity may be considered either as attached to a point of acting (localized or bound vector), or as having any point of acting on a straight line parallel to it (sliding vector), or as having any point of acting in the space (free vector).

NOTE 4 Operations defined for vectors apply to vector quantities. For example, the product of a scalar quantity p and the vector quantity $\boldsymbol{Q} = q\boldsymbol{e}$ is the vector quantity $p\boldsymbol{Q} = pq\boldsymbol{e}$, where $\boldsymbol{e}$ is a unit vector.

de **Vektorgröße**, f; **vektorielle Größe**, f; **Vektor** (2), m
es **magnitud vectorial; vector** (2)
pl **wielkość wektorowa**; **wektor** (2)
pt **grandeza vectorial; vector**
sv **vektorstorhet**
zh 向量量；向量（2）

102-03-22

composante (d'une grandeur vectorielle), f

chacune des n grandeurs scalaires $Q_1, Q_2, \ldots, Q_n$ dans la représentation d'une grandeur vectorielle $\boldsymbol{Q}$ comme la combinaison linéaire $Q_1\boldsymbol{a}_1 + Q_2\boldsymbol{a}_2 + \ldots + Q_n\boldsymbol{a}_n$ des vecteurs de base $\boldsymbol{a}_1, \boldsymbol{a}_2, \ldots, \boldsymbol{a}_n$

NOTE 1 Au lieu de traiter chaque coordonnée comme une grandeur (c'est-à-dire la produit de sa valeur numérique par l'unité de mesure), on peut exprimer la grandeur vectorielle $\boldsymbol{Q}$ comme le produit d'un vecteur de valeurs numériques par l'unité:

$$\boldsymbol{Q} = \{Q_1\}[Q]\boldsymbol{e}_1 + \{Q_2\}[Q]\boldsymbol{e}_2 + \{Q_3\}[Q]\boldsymbol{e}_3 = (\{Q_1\}\boldsymbol{e}_1 + \{Q_2\}\boldsymbol{e}_2 + \{Q_3\}\boldsymbol{e}_3)[Q]$$

où $\{Q_1\}, \{Q_2\}, \{Q_3\}$ sont des valeurs numériques, $[Q]$ est l'unité et $\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{e}_2, \boldsymbol{e}_3$ sont les vecteurs unitaires. Les grandeurs tensorielles peuvent être traitées de manière analogue.

NOTE 2 Les composantes d'une grandeur vectorielle sont transformées par un changement de coordonnées de la même manière que les coordonnées d'un rayon vecteur.

NOTE 3 Le terme « coordonnée » est généralement employé lorsque la grandeur vectorielle est un rayon vecteur. Cet usage est compatible avec la définition des coordonnées d'un vecteur en mathématiques(102-03-09).

component (of a vector quantity)
coordinate (of a vector quantity

any of the n scalar quantities $Q_1, Q_2, \ldots, Q_n$ in the representation of a vector quantity $\boldsymbol{Q}$ as the linear combination $Q_1\boldsymbol{a}_1 + Q_2\boldsymbol{a}_2 + \ldots + Q_n\boldsymbol{a}_n$ of the base vectors $\boldsymbol{a}_1, \boldsymbol{a}_2, \ldots, \boldsymbol{a}_n$

NOTE 1 Instead of treating each component of a vector quantity as a quantity (i.e. the product of a numerical value and a unit of measurement), the vector quantity $\boldsymbol{Q}$ may be represented as a vector of numerical values multiplied by the unit:

$$\boldsymbol{Q} = \{Q_1\}[Q]\boldsymbol{e}_1 + \{Q_2\}[Q]\boldsymbol{e}_2 + \{Q_3\}[Q]\boldsymbol{e}_3 = (\{Q_1\}\boldsymbol{e}_1 + \{Q_2\}\boldsymbol{e}_2 + \{Q_3\}\boldsymbol{e}_3)[Q]$$

where $\{Q_1\}, \{Q_2\}, \{Q_3\}$ are numerical values, $[Q]$ is the unit, and $\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{e}_2, \boldsymbol{e}_3$ are the unit vectors. Similar considerations apply to tensor quantities.

NOTE 2 The components of a vector quantity are transformed by a coordinate transformation like the coordinates of a position vector.

NOTE 3 The term "coordinate" is generally used when the vector quantity is a position vector. This usage is consistent with the definition of the coordinates of a vector in mathematics (102-03-09).

de **Komponente** (einer Vektorgröße), f
es **componente** (de una magnitud vectorial)
pl **współrzędna** (wielkości wektorowej)
pt **componente** (de uma grandeza vectorial)
sv **komponent** (av en vektorstorhet)
zh 分量（向量量的）；坐标（向量量的）

102-03-23

norme (d'un vecteur), f

pour tout vecteur U, scalaire positif ou nul, noté généralement $|\boldsymbol{U}|$, égal à la racine carrée non négative du produit scalaire, ou du produit hermitien dans le cas d'un vecteur complexe, du vecteur par lui-même

NOTE 1 La norme d'un vecteur $\boldsymbol{U}$ a les propriétés suivantes:

- $\boldsymbol{U} = \mathbf{0}$ si et seulement si $|\boldsymbol{U}| = 0$,
- $|\alpha \boldsymbol{U}| = |\alpha| \cdot |\boldsymbol{U}|$ où α est un scalaire,
- $|\boldsymbol{U} + \boldsymbol{V}| \le |\boldsymbol{U}| + |\boldsymbol{V}|$ où $\boldsymbol{V}$ est un autre vecteur quelconque.

NOTE 2 Pour un vecteur $\boldsymbol{U}$ dans l'espace vectoriel euclidien ou hermitien à trois dimensions muni d'une base orthonormée, la norme est donnée par $|\boldsymbol{U}| = \sqrt{|U_1|^2 + |U_2|^2 + |U_3|^2}$.

NOTE 3 Les termes « norme euclidienne » et « norme hermitienne » peuvent être employés dans les cas réel et complexe, respectivement.

NOTE 4 La norme d'un vecteur $\boldsymbol{U}$ est notée $|\boldsymbol{U}|$ ou U; $\|\boldsymbol{U}\|$ est aussi utilisé.

magnitude (of a vector)
norm (of a vector)

for any vector $\boldsymbol{U}$, non-negative scalar, usually denoted by $|\boldsymbol{U}|$, equal to the non-negative square root of the scalar product or, in the case of a complex vector, of the Hermitian product of the vector by itself

NOTE 1 The magnitude of a vector $\boldsymbol{U}$ has the following properties:

- $\boldsymbol{U} = \mathbf{0}$ if and only if $|\boldsymbol{U}| = 0$,
- $|\alpha \boldsymbol{U}| = |\alpha| \cdot |\boldsymbol{U}|$ where α is a scalar,
- $|\boldsymbol{U} + \boldsymbol{V}| \le |\boldsymbol{U}| + |\boldsymbol{V}|$ where $\boldsymbol{V}$ is any other vector.

NOTE 2 For a vector $\boldsymbol{U}$ in the three-dimensional Euclidean or Hermitian space with orthonormal base, the magnitude is given by $|\boldsymbol{U}| = \sqrt{|U_1|^2 + |U_2|^2 + |U_3|^2}$.

NOTE 3 The terms "Euclidean norm" and "Hermitian norm" may be used for the real or the complex case, respectively.

NOTE 4 The magnitude of a vector $\boldsymbol{U}$ is represented by $|\boldsymbol{U}|$ or by U; $\|\boldsymbol{U}\|$ is also used.

de **Betrag** (eines Vektors), m
es **norma** (de un vector)**; magnitud** (de un vector)
pl **norma** (wektora); moduł wektora (termin nie zalecany)
pt **norma** (de um vector)
sv **belopp** (av en vektor)
zh 长度（向量的）；范数（向量的）

102-03-24

distance euclidienne, f
distance, f

pour deux points A et B dans un espace affine euclidien, norme du vecteur $\boldsymbol{r}_\mathrm{B} - \boldsymbol{r}_\mathrm{A}$, où $\boldsymbol{r}_\mathrm{A}$ et $\boldsymbol{r}_\mathrm{B}$ sont respectivement les rayons vecteurs des point A et B

NOTE Dans l'espace géométrique usuel à trois dimensions, la distance euclidienne est une grandeur ayant la dimension d'une longueur.

Euclidean distance
distance

for two points A and B in a Euclidean point space, magnitude of the vector $\boldsymbol{r}_\mathrm{B} - \boldsymbol{r}_\mathrm{A}$, where $\boldsymbol{r}_\mathrm{A}$ and $\boldsymbol{r}_\mathrm{B}$ are the position vectors of the points A and B, respectively

NOTE In the usual geometrical three-dimensional space, the Euclidean distance is a quantity of the dimension length.

de **euklidischer Abstand**, m; **Abstand**, m
es **distancia euclídea; distancia**
pl **odległość euklidesowa**; **odległość**
pt **distância euclidiana; distância**
sv **avstånd; euklidiskt avstånd**
zh 欧几里得距离；距离

102-03-25

vecteur unitaire, m
vecteur unité, m

vecteur de norme égale à un

NOTE 1 Les vecteurs unitaires peuvent avoir des directions quelconques.

NOTE 2 Un vecteur unitaire est souvent représenté par le symbole $\boldsymbol{e}$.

unit vector

any vector of magnitude equal to one

NOTE 1 Unit vectors may have any directions.

NOTE 2 A unit vector is often denoted by the symbol $\boldsymbol{e}$.

de **Einsvektor**, m; **Einheitsvektor**, m
es **vector unitario; vector unidad**
pl **wektor jednostkowy**
pt **vector unitário**
sv **enhetsvektor**
zh 单位向量

102-03-26

orthogonal, adj

qualifie deux vecteurs ou deux grandeurs vectorielles dont le produit scalaire, ou pour des vecteurs complexes le produit hermitien, est nul

NOTE 1 Dans un espace réel à deux ou trois dimensions, des vecteurs orthogonaux sont aussi dits perpendiculaires.

NOTE 2 Le vecteur nul est orthogonal à tout vecteur.

orthogonal, adj

applies to two vectors or vector quantities the scalar product of which, or in the case of complex vectors the Hermitian product of which, is zero

NOTE 1 In a real two- or three-dimensional space, orthogonal vectors are also called perpendicular.

NOTE 2 The zero vector is orthogonal to any vector.

de **orthogonal,** Adjektiv
es **ortogonal**
pl **ortogonalny**
pt **ortogonal** *(adjectivo)*
sv **ortogonal, adjektiv**
zh 正交的

102-03-27

orthonormé, adj

qualifie un ensemble de vecteurs unitaires réels deux à deux orthogonaux

orthonormal, adj

applies to a set of real unit vectors which are orthogonal to one another

de **orthonormiert,** Adjektiv
es **ortonormal**
pl **ortonormalny**
pt **ortonormal** *(adjectivo)*
sv **ortonormal, adjektiv**
zh 规范正交的

102-03-28

base orthonormée, f

base constituée de vecteurs orthonormés

NOTE On représente généralement les vecteurs d'une base orthonormée par $\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{e}_2, ..., \boldsymbol{e}_n$; dans un système de coordonnées cartésien à trois dimensions, on les représente souvent par $\boldsymbol{e}_x, \boldsymbol{e}_y, \boldsymbol{e}_z$ ou $\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$.

orthonormal base

base consisting of orthonormal vectors

NOTE The vectors of an orthonormal base are usually denoted by $\boldsymbol{e}_1, \boldsymbol{e}_2, ..., \boldsymbol{e}_n$; for a three-dimensional Cartesian coordinate system they are often denoted by $\boldsymbol{e}_x, \boldsymbol{e}_y, \boldsymbol{e}_z$ or $\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$.

de **orthonormierte Basis**, f
es **base ortonormal**
pl **baza ortonormalna**
pt **base ortonormal**
sv **ortonormal bas**
zh 规范正交基

102-03-29

angle (de deux vecteurs), m

nombre réel ϑ tel que $0 \le \vartheta \le \pi$, dont le cosinus est le rapport du produit scalaire de deux vecteurs réels $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$ donnés au produit de leurs normes:

$$\vartheta = \arccos \frac{\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}}{|\boldsymbol{U}| \cdot |\boldsymbol{V}|}$$

NOTE L'angle de deux vecteurs est toujours défini puisque le produit scalaire vérifie l'inégalité $|\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}| \le |\boldsymbol{U}| \cdot |\boldsymbol{V}|$.

angle (between two vectors)

real number ϑ such that $0 \le \vartheta \le \pi$, the cosine of which is the ratio of the scalar product of two given real vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ to the product of their magnitudes:

$$\vartheta = \arccos \frac{\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}}{|\boldsymbol{U}| \cdot |\boldsymbol{V}|}$$

NOTE The angle of two vectors is always defined because the inequality $|\boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{V}| \le |\boldsymbol{U}| \cdot |\boldsymbol{V}|$ is valid for the scalar product.

de **Winkel** (zwischen zwei Vektoren), m
es **ángulo** (de dos vectores)
pl **kąt** (między dwoma wektorami)
pt **ângulo** (de dois vectores)
sv **vinkel** (mellan två vektorer)
zh 夹角（两个向量的）

102-03-30

trièdre direct, m

dans l'espace euclidien à trois dimensions, ensemble ordonné de trois vecteurs linéairement indépendants $\boldsymbol{U}$, $\boldsymbol{V}$ et $\boldsymbol{W}$, tel que, pour un observateur regardant dans la direction de $\boldsymbol{W}$, la rotation d'angle minimal qui amène $\boldsymbol{U}$ sur $\boldsymbol{V}$ se fait dans le sens des aiguilles d'une montre

NOTE Les vecteurs d'un trièdre direct ont des directions qui correspondent respectivement à celles du pouce ($\boldsymbol{U}$), de l'index ($\boldsymbol{V}$) et du majeur ($\boldsymbol{W}$) de la main droite, lorsque l'index est en extension et le majeur pointe à angle droit des autres doigts.

right-handed trihedron

in the three-dimensional Euclidean space, ordered set of three linearly independent vectors $\boldsymbol{U}$, $\boldsymbol{V}$ and $\boldsymbol{W}$, such that for an observer looking in the direction of $\boldsymbol{W}$, the rotation through the smaller angle from $\boldsymbol{U}$ to $\boldsymbol{V}$ is observed to be in the clockwise sense

NOTE The vectors of a right-handed trihedron are oriented: the thumb ($\boldsymbol{U}$), the forefinger ($\boldsymbol{V}$) and the middle finger ($\boldsymbol{W}$) of the right hand, when the forefinger($\boldsymbol{V}$) is extended and the latter ($\boldsymbol{W}$) is pointing at right angles to the others ($\boldsymbol{U}$) and ($\boldsymbol{V}$).

de **Rechtssystem**, n; **rechtshändiges Dreibein**, n
es **triedro directo**
pl **triada prawoskrętna**
pt **triedro directo**
sv **högerorienterat tredimensionellt system**
zh 右手三面系

102-03-31

trièdre rétrograde, m
trièdre inverse, m

dans l'espace euclidien à trois dimensions, ensemble ordonné de trois vecteurs linéairement indépendants $\boldsymbol{U}$, $\boldsymbol{V}$ et $\boldsymbol{W}$, tel que, pour un observateur regardant dans la direction de $\boldsymbol{W}$, la rotation d'angle minimal qui amène $\boldsymbol{U}$ sur $\boldsymbol{V}$ se fait dans le sens inverse des aiguilles d'une montre

NOTE Les vecteurs d'un trièdre rétrograde ont des directions qui correspondent respectivement à celles du pouce ($\boldsymbol{U}$), de l'index ($\boldsymbol{V}$) et du majeur ($\boldsymbol{W}$) de la main gauche, lorsque l'index est en extension et le majeur pointe à angle droit des autres doigts.

left-handed trihedron

in the three-dimensional Euclidean space, ordered set of three linearly independent vectors $\boldsymbol{U}$, $\boldsymbol{V}$ and $\boldsymbol{W}$, such that for an observer looking in the direction of $\boldsymbol{W}$, the rotation through the smaller angle from $\boldsymbol{U}$ to $\boldsymbol{V}$ is observed to be in the anticlockwise sense

NOTE The vectors of a left-handed trihedron are oriented: the thumb ($\boldsymbol{U}$), the forefinger ($\boldsymbol{V}$) and the middle finger ($\boldsymbol{W}$) of the left hand, when the forefinger ($\boldsymbol{V}$) is extended and the latter ($\boldsymbol{W}$) is pointing at right angles to the others ($\boldsymbol{U}$) and ($\boldsymbol{V}$).

de **Linkssystem**, n; **linkshändiges Dreibein**, n
es **triedro inverso**
pl **triada lewoskrętna**
pt **triedro inverso**
sv **vänsterorienterat tredimensionellt system**
zh 左手三面系

102-03-32

orientation de l'espace, f

propriété d'un espace euclidien à trois dimensions, déterminée par le choix d'une base formant un trièdre direct ou un trièdre rétrograde

NOTE 1 On choisit habituellement un trièdre direct. Si un trièdre rétrograde est utilisé exceptionnellement pour certains usages, ceci doit être clairement indiqué pour éviter le risque d'erreurs de signe.

NOTE 2 Dans tout espace vectoriel à n dimensions, les bases peuvent être groupées en deux classes selon le signe du déterminant des vecteurs de base par rapport à une base donnée choisie comme référence d'orientation de l'espace.

space orientation

property of a three-dimensional Euclidean space, determined by the choice of a base forming a right-handed trihedron or a left-handed trihedron

NOTE 1 A right-handed base is commonly chosen. If, exceptionally, a left-handed base is used for certain purposes, this shall be clearly stated to avoid the risk of sign errors.

NOTE 2 For any n-dimensional vector space, the bases can be grouped in two classes according to the sign of the determinant of the base vectors relative to a given base chosen as reference for space orientation.

de **Raumorientierung**, f
es **orientación del espacio**
pl **orientacja przestrzeni**
pt **orientação do espaço**
sv **rymdorientering**
zh 空间定向

102-03-33

vecteur axial, m

dans l'espace euclidien à trois dimensions, entité mathématique qui peut être représentée par un vecteur pour une orientation donnée de l'espace et par le vecteur opposé pour l'autre orientation de l'espace

NOTE Des exemples de vecteur axiaux sont le produit vectoriel de deux vecteurs polaires et le rotationnel d'un champ vectoriel polaire; des exemples de grandeurs vectorielles axiales sont la vitesse angulaire et l'induction magnétique.

axial vector
space-oriented vector

in the three-dimensional Euclidean space, mathematical entity which can be represented by a vector for a given space orientation and by the opposite vector for the other space orientation

NOTE Examples of axial vectors are the vector product of two polar vectors and the rotation of a polar vector field, and examples of axial vector quantities are angular velocity and magnetic flux density.

de **Axialvektor**, m
es **vector axial**
pl **wektor osiowy**
pt **vector axial**
sv **axiell vektor**
zh 轴向量；定向空间向量

102-03-34

vecteur polaire, m

dans l'espace euclidien à trois dimensions, entité mathématique qui peut être représentée par un vecteur indépendamment de l'orientation de l'espace

NOTE 1 Le terme « vecteur polaire » n'est employé à la place du terme « vecteur » que pour le distinguer du terme « vecteur axial ».

NOTE 2 Des exemples de vecteur polaires sont un déplacement géométrique et le gradient d'un champ scalaire; des exemples de grandeurs vectorielles polaires sont la vitesse et le champ électrique.

polar vector

in the three-dimensional Euclidean space, mathematical entity which can be represented by a vector independently of the space orientation

NOTE 1 The term "polar vector" is only used in place of the term "vector" to distinguish it from the term "axial vector".

NOTE 2 Examples of polar vectors are a geometric displacement and the gradient of a scalar field, and examples of polar vector quantities are velocity and electric field strength.

de **Polarvektor**, m
es **vector polar**
pl **wektor biegunowy**
pt **vector polar**
sv **polär vektor**
zh 极向量

102-03-35

pseudo-scalaire, m

dans l'espace euclidien à trois dimensions, entité mathématique qui peut être représentée par un scalaire pour une orientation donnée de l'espace et par son opposé pour l'autre orientation de l'espace

NOTE Des exemples de pseudo-scalaires sont le produit scalaire d'un vecteur polaire et d'un vecteur axial, le produit mixte de trois vecteurs polaires.

pseudo-scalar

in the three-dimensional Euclidean space, mathematical entity which can be represented by a scalar for a given space orientation and by its negative for the other space orientation

NOTE Examples of pseudo-scalars are the scalar product of a polar vector and an axial vector, and the scalar triple product of three polar vectors.

de **Pseudoskalar**, m
es **pseudoescalar**
pl **pseudoskalar**
pt **pseudo-escalar**
sv **pseudoskalär**
zh 伪标量

102-03-36

produit vectoriel, m
produit extérieur, m

vecteur axial $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V}$, orthogonal à deux vecteurs donnés $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$, tel que les trois vecteurs $\boldsymbol{U}$, $\boldsymbol{V}$ et $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V}$ forment un trièdre direct ou un trièdre rétrograde selon l'orientation de l'espace, avec une norme égale au produit des normes des vecteurs donnés et du sinus de leur angle ϑ : $|\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V}| = |\boldsymbol{U}|\cdot|\boldsymbol{V}|\cdot\sin\vartheta$

NOTE 1 Dans l'espace euclidien à trois dimensions d'orientation donnée, le produit vectoriel de deux vecteurs $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$ est l'unique vecteur axial $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V}$ tel que, pour tout vecteur $\boldsymbol{W}$ du même espace, le produit mixte $(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V},\boldsymbol{W})$ soit égal au produit scalaire $(\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V})\cdot\boldsymbol{W}$.

NOTE 2 Pour deux vecteurs $\boldsymbol{U} = U_x\boldsymbol{e}_x + U_y\boldsymbol{e}_y + U_z\boldsymbol{e}_z$ et $\boldsymbol{V} = V_x\boldsymbol{e}_x + V_y\boldsymbol{e}_y + V_z\boldsymbol{e}_z$, où $\boldsymbol{e}_x, \boldsymbol{e}_y, \boldsymbol{e}_z$ est une base orthonormée, le produit vectoriel est exprimé par $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V} = (U_yV_z - U_zV_y)\boldsymbol{e}_x + (U_zV_x - U_xV_z)\boldsymbol{e}_y + (U_xV_y - U_yV_x)\boldsymbol{e}_z$. On peut aussi exprimer le produit vectoriel sous la forme $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V} = \begin{vmatrix} \boldsymbol{e}_x & \boldsymbol{e}_y & \boldsymbol{e}_z \\ U_x & U_y & U_z \\ V_x & V_y & V_z \end{vmatrix}$ en utilisant une somme semblable à celle utilisée pour obtenir le déterminant d'une matrice. Le produit vectoriel est donc le vecteur axial associé au tenseur antisymétrique $\boldsymbol{U}\otimes\boldsymbol{V} - \boldsymbol{V}\otimes\boldsymbol{U}$ (voir 102-03-43).

NOTE 3 Pour deux vecteurs complexes $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$, on peut selon l'application utiliser soit le produit vectoriel $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V}$, soit l'un des produits $\boldsymbol{U}^*\times\boldsymbol{V}$ ou $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V}^*$.

NOTE 4 On peut définir de la même manière, pour un couple constitué d'un vecteur polaire et d'un vecteur axial un produit vectoriel qui est un vecteur polaire, et pour un couple de deux vecteurs axiaux un produit vectoriel qui est un vecteur axial.

NOTE 5 Dans l'espace usuel à trois dimensions, le produit vectoriel de deux grandeurs vectorielles est le produit vectoriel des vecteurs unitaires associés multiplié par le produit des grandeurs scalaires.

NOTE 6 Le produit vectoriel est indiqué par une croix ($\times$) entre les deux symboles représentant les vecteurs. L'emploi du symbole $\wedge$ est déconseillé.

vector product

axial vector $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V}$, orthogonal to two given vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$, such that the three vectors $\boldsymbol{U}$, $\boldsymbol{V}$ and $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V}$ form a right-handed trihedron or a left-handed trihedron according to the space orientation, with its magnitude equal to the product of the magnitudes of the given vectors and the sine of the angle ϑ between them: $|\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V}| = |\boldsymbol{U}|\cdot|\boldsymbol{V}|\cdot\sin\vartheta$

NOTE 1 In the three-dimensional Euclidean space with given space orientation, the vector product of two vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ is the unique axial vector $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V}$ such that for any vector $\boldsymbol{W}$ in the same vector space the scalar triple product $(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V},\boldsymbol{W})$ is equal to the scalar product $(\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V})\cdot\boldsymbol{W}$.

NOTE 2 For two vectors $\boldsymbol{U} = U_x\boldsymbol{e}_x + U_y\boldsymbol{e}_y + U_z\boldsymbol{e}_z$ and $\boldsymbol{V} = V_x\boldsymbol{e}_x + V_y\boldsymbol{e}_y + V_z\boldsymbol{e}_z$, where $\boldsymbol{e}_x, \boldsymbol{e}_y, \boldsymbol{e}_z$ is an orthonormal base, the vector product is expressed by $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V} = (U_yV_z - U_zV_y)\boldsymbol{e}_x + (U_zV_x - U_xV_z)\boldsymbol{e}_y + (U_xV_y - U_yV_x)\boldsymbol{e}_z$. The vector product can also be expressed as $\boldsymbol{U}\times\boldsymbol{V} = \begin{vmatrix} \boldsymbol{e}_x & \boldsymbol{e}_y & \boldsymbol{e}_z \\ U_x & U_y & U_z \\ V_x & V_y & V_z \end{vmatrix}$ using a sum similar to the sum used to obtain the determinant of a matrix. The vector product is therefore the axial vector associated with the antisymmetric tensor $\boldsymbol{U}\otimes\boldsymbol{V} - \boldsymbol{V}\otimes\boldsymbol{U}$ (see 102-03-43).

NOTE 3 For two complex vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$, either the vector product $\boldsymbol{U} \times \boldsymbol{V}$ or one of the vector products $\boldsymbol{U}^* \times \boldsymbol{V}$ or $\boldsymbol{U} \times \boldsymbol{V}^*$ may be used depending on the application.

NOTE 4 A vector product can be similarly defined for a pair consisting of a polar vector and an axial vector and is then a polar vector, or for a pair of two axial vectors and is then an axial vector.

NOTE 5 In the usual three-dimensional space, the vector product of two vector quantities is the vector product of the associated unit vectors multiplied by the product of the scalar quantities.

NOTE 6 The vector product operation is denoted by a cross ($\times$) between the two symbols representing the vectors. The use of the symbol $\wedge$ is deprecated.

de **Vektorprodukt**, n; **vektorielles Produkt**, n
es **producto vectorial; producto externo**
pl **iloczyn wektorowy**
pt **produto vectorial**
sv **vektorprodukt, kryssprodukt**
zh 向量积

102-03-37

déterminant (de n vecteurs), m

pour un ensemble ordonné de n vecteurs dans un espace à n dimensions muni d'une base donnée, scalaire attribué à cet ensemble par la seule forme multilinéaire qui prend la valeur 0 lorsque les vecteurs sont linéairement dépendants et la valeur 1 pour les vecteurs de base

NOTE 1 Lorsque les coordonnées des n vecteurs $\boldsymbol{U}_1, \boldsymbol{U}_2, \ldots, \boldsymbol{U}_n$ sont disposés selon les colonnes ou les lignes d'une matrice $n \times n$, le déterminant des vecteurs est égal au déterminant de la matrice:

$$\det\,(\boldsymbol{U}_1, \boldsymbol{U}_2, \ldots, \boldsymbol{U}_n) = \begin{vmatrix} U_{11} & U_{12} & \cdots & U_{1n} \\ U_{21} & U_{22} & \cdots & U_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ U_{n1} & U_{n2} & \cdots & U_{nn} \end{vmatrix}$$

NOTE 2 Selon le signe du déterminant, l'ensemble de vecteurs et la base donnée ont la même orientation ou des orientations contraires.

NOTE 3 Pour l'espace euclidien à trois dimensions, le déterminant de trois vecteurs est le produit mixte des vecteurs.

determinant (of n vectors)

for an ordered set of n vectors in an n-dimensional space with a given base, scalar attributed to this set by the unique multilinear form taking the value 0 when the vectors are linearly dependent and the value 1 for the base vectors

NOTE 1 When the coordinates of the n vectors $\boldsymbol{U}_1, \boldsymbol{U}_2, \ldots, \boldsymbol{U}_n$ are arranged as columns or rows of an $n \times n$ matrix, the determinant of the vectors is equal to the determinant of the matrix:

$$\det\,(\boldsymbol{U}_1, \boldsymbol{U}_2, \ldots, \boldsymbol{U}_n) = \begin{vmatrix} U_{11} & U_{12} & \cdots & U_{1n} \\ U_{21} & U_{22} & \cdots & U_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ U_{n1} & U_{n2} & \cdots & U_{nn} \end{vmatrix}$$

NOTE 2 According to the sign of the determinant, the set of vectors and the given base have the same orientation or opposite orientations.

NOTE 3 For the three-dimensional Euclidean space, the determinant of three vectors is the scalar triple product of the vectors.

de **Determinante** (von n Vektoren), f
es **determinante** (de n vectores)

pl **wyznacznik** (n wektorów)
pt **determinante** (de n vectores)
sv **determinant** (av n vektorer)
zh 行列式（n个向量的）

102-03-38

produit mixte, m

pseudo-scalaire, noté $(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V},\boldsymbol{W})$, attribué à un ensemble ordonné de trois vecteurs $\boldsymbol{U}$, $\boldsymbol{V}$, $\boldsymbol{W}$ dans l'espace euclidien à trois dimensions, égal au produit scalaire $\boldsymbol{U} \cdot (\boldsymbol{V} \times \boldsymbol{W})$

NOTE 1 Le produit mixte de trois vecteurs $\boldsymbol{U}$, $\boldsymbol{V}$, $\boldsymbol{W}$ est le déterminant des vecteurs par rapport à une base orthonormée donnée:

$$(\boldsymbol{U}, \boldsymbol{V}, \boldsymbol{W}) = \begin{vmatrix} U_1 & U_2 & U_3 \\ V_1 & V_2 & V_3 \\ W_1 & W_2 & W_3 \end{vmatrix}.$$

NOTE 2 Le produit mixte de trois rayons vecteurs est le volume du parallélépipède construit sur les vecteurs avec un signe qui dépend de l'orientation de l'espace.

scalar triple product
triple product

pseudo-scalar, denoted by $(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V},\boldsymbol{W})$, assigned to an ordered set of three vectors $\boldsymbol{U}$, $\boldsymbol{V}$, $\boldsymbol{W}$ in the three-dimensional Euclidean space, equal to the scalar product $\boldsymbol{U} \cdot (\boldsymbol{V} \times \boldsymbol{W})$

NOTE 1 The scalar triple product of three vectors $\boldsymbol{U}$, $\boldsymbol{V}$, $\boldsymbol{W}$ is the determinant of the vectors relative to a given orthonormal base:

$$(\boldsymbol{U}, \boldsymbol{V}, \boldsymbol{W}) = \begin{vmatrix} U_1 & U_2 & U_3 \\ V_1 & V_2 & V_3 \\ W_1 & W_2 & W_3 \end{vmatrix}.$$

NOTE 2 The scalar triple product of three position vectors is the volume of the parallelepiped built from the vectors with a sign depending on the space orientation.

de **Spatprodukt**, n
es **producto mixto; producto triple escalar**
pl **iloczyn mieszany**
pt **produto triplo escalar; produto triplo**
sv **skalär trippelprodukt**
zh 标量三重积；三重积

102-03-39

tenseur du deuxième ordre, m
tenseur, m

forme bilinéaire définie pour tout couple de vecteurs d'un espace vectoriel euclidien à n dimensions

NOTE 1 Pour une base orthonormée donnée, un tenseur ***T*** du deuxième ordre peut être représenté par n^2 coordonnées T_{ij}, généralement disposées sous la forme d'une matrice carrée, telles que ***T*** attribue au couple de vecteurs $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$ le scalaire $\sum_{i,j=1}^{n} T_{ij} U_i V_j$, où U_i et V_j sont les coordonnées des vecteurs $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$.

NOTE 2 On peut définir un tenseur du deuxième ordre par toute forme bilinéaire opérant sur deux vecteurs (tenseur covariant), sur deux formes linéaires (tenseur contravariant) ou sur un vecteur et une forme linéaire (tenseur mixte). Cette distinction n'est pas nécessaire pour un espace euclidien. On peut généraliser aussi à des tenseurs d'ordre n définis par des formes n-linéaires et dont les coordonnées ont n indices. Les tenseurs d'ordre 1 sont considérés comme des vecteurs et les tenseurs d'ordre 0 comme des scalaires.

NOTE 3 Un tenseur est représenté par un symbole littéral en gras sans empattement ou par un symbole surmonté de deux flèches: ***T*** ou $\vec{\vec{T}}$. Le tenseur ***T*** de coordonnées T_{ij} peut être représenté par (T_{ij}).

NOTE 4 Un tenseur complexe ***T*** est défini par une partie réelle et une partie imaginaire: $\boldsymbol{T} = \boldsymbol{A} + \mathrm{j}\boldsymbol{B}$ où ***A*** et ***B*** sont des tenseurs réels.

tensor of the second order
tensor

bilinear form defined for any pair of vectors of an n-dimensional Euclidean vector space

NOTE 1 For a given orthonormal base, a tensor ***T*** of the second order can be represented by n^2 components T_{ij}, generally presented in the form of a square matrix, such that ***T*** attributes to the pair of vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ the scalar $\sum_{i,j=1}^{n} T_{ij} U_i V_j$, where U_i and V_j are the coordinates of vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$.

NOTE 2 A tensor of the second order can be defined by a bilinear form applied to two vectors (covariant tensor), to two linear forms (contravariant tensor), or to a vector and a linear form (mixed tensor). This distinction is not necessary for a Euclidean space. It is also possible to generalize to tensors of order n defined by n-linear forms and for which the components have n indices. Tensors of order 1 are considered as vectors and tensors of order 0 are considered as scalars.

NOTE 3 A tensor is indicated by a letter symbol in bold-face sans-serif type or by two arrows above a letter symbol: ***T*** or $\vec{\vec{T}}$. The tensor ***T*** with components T_{ij} can be denoted (T_{ij}).

NOTE 4 A complex tensor ***T*** is defined by a real part and an imaginary part: $\boldsymbol{T} = \boldsymbol{A} + \mathrm{j}\boldsymbol{B}$ where ***A*** and ***B*** are real tensors.

de **Tensor der zweiten Stufe**, m: **Tensor**, m
es **tensor de segundo orden; tensor**
pl **tensor drugiego rzędu**; **tensor**
pt **tensor de segunda ordem**
sv **tensor; tensor av andra ordningen**
zh 二阶张量；张量

102-03-40

grandeur tensorielle, f

grandeur $\boldsymbol{Q}$ qui peut être représentée comme le produit d'un tenseur du deuxième ordre $\boldsymbol{T}$ par une grandeur scalaire q:

$$\boldsymbol{Q} = q\boldsymbol{T}$$

NOTE 1 Une grandeur tensorielle décrit souvent une transformation linéaire d'une grandeur vectorielle $\boldsymbol{U}$ en une grandeur vectorielle $\boldsymbol{V}$:

$$V_i = \sum_j Q_{ij} U_j \,.$$

NOTE 2 La représentation des grandeurs tensorielles en fonction de leurs composantes est analogue à celle des grandeurs vectorielles (voir la Note 1 de 102-03-22). Des exemples de grandeurs tensorielles sont la permittivité et la perméabilité dans les milieux anisotropes (voir la CEI 60050-121).

NOTE 3 Les opérations définies pour les tenseurs s'appliquent aux grandeurs tensorielles.

tensor quantity

quantity $\boldsymbol{Q}$ which can be represented by a tensor of the second order $\boldsymbol{T}$ multiplied by a scalar quantity q:

$$\boldsymbol{Q} = q\boldsymbol{T}$$

NOTE 1 A tensor quantity often describes a linear transformation of a vector quantity $\boldsymbol{U}$ into a vector quantity $\boldsymbol{V}$:

$$V_i = \sum_j Q_{ij} U_j$$

NOTE 2 The expression of a tensor quantity in terms of its components is similar to the expression of vector quantities (see Note 1 to 102-03-22). Examples of tensor quantities are the permittivity and the permeability in anisotropic media, see IEC 60050-121.

NOTE 3 Operations defined for tensors apply to tensor quantities.

de **Tensorgröße**, f
es **magnitud tensorial**
pl **wielkość tensorowa**
pt **grandeza tensorial**
sv **tensorstorhet**
zh 张量量

102-03-41

produit tensoriel (de deux vecteurs), m

pour deux vecteurs $\boldsymbol{U}$ et $\boldsymbol{V}$ d'un espace euclidien à n dimensions, tenseur du deuxième ordre défini par la forme bilinéaire $f(\boldsymbol{X},\boldsymbol{Y}) = (\boldsymbol{U}\cdot\boldsymbol{X})(\boldsymbol{V}\cdot\boldsymbol{Y})$, où $\boldsymbol{X}$ et $\boldsymbol{Y}$ sont des vecteurs quelconques du même espace

NOTE 1 La forme bilinéaire peut être représentée par $f(\boldsymbol{X},\boldsymbol{Y}) = (\sum_i U_i X_i)(\sum_j V_j Y_j) = \sum_{ij} U_i V_j X_i Y_j$ en fonction des coordonnées des vecteurs. Le produit tensoriel est donc le tenseur de coordonnées $T_{ij} = U_i V_j$.

NOTE 2 Le produit tensoriel est noté $\boldsymbol{U}\otimes\boldsymbol{V}$ ou $\boldsymbol{UV}$.

dyadic product
tensor product (of two vectors)

for two vectors $\boldsymbol{U}$ and $\boldsymbol{V}$ in an n-dimensional Euclidean space, tensor of the second order defined by the bilinear form $f(\boldsymbol{X},\boldsymbol{Y}) = (\boldsymbol{U}\cdot\boldsymbol{X})(\boldsymbol{V}\cdot\boldsymbol{Y})$, where $\boldsymbol{X}$ and $\boldsymbol{Y}$ are any vectors in the same space

NOTE 1 The bilinear form can be represented by $f(\boldsymbol{X},\boldsymbol{Y}) = (\sum_i U_i X_i)(\sum_j V_j Y_j) = \sum_{ij} U_i V_j X_i Y_j$ in terms of the coordinates of the vectors. The dyadic product is then the tensor with components $T_{ij} = U_i V_j$.

NOTE 2 The dyadic product of two vectors is denoted by $\boldsymbol{U}\otimes\boldsymbol{V}$ or $\boldsymbol{UV}$.

de **Tensorprodukt** (zweier Vektoren), n; **dyadisches Produkt**, n
es **producto tensorial** (de dos vectores)**; producto diádico**
pl **iloczyn tensorowy** (dwóch wektorów)
pt **produto tensorial**
sv **dyadisk produkt; tensorprodukt** (av två vektorer)
zh 并向量积；张量积（两个向量的）

102-03-42

tenseur symétrique, m

tenseur du deuxième ordre défini par une forme bilinéaire symétrique $f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V}) = f(\boldsymbol{V},\boldsymbol{U})$

NOTE Les coordonnées d'un tenseur symétrique sont telles que $T_{ij} = T_{ji}$. Un exemple est le produit tensoriel d'un vecteur par lui-même.

symmetric tensor

tensor of the second order defined by a symmetric bilinear form $f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V}) = f(\boldsymbol{V},\boldsymbol{U})$

NOTE The components of a symmetric tensor are such that $T_{ij} = T_{ji}$. An example is the tensor product of a vector by itself.

de **symmetrischer Tensor**, m
es **tensor simétrico**
pl **tensor symetryczny**
pt **tensor simétrico**
sv **symmetrisk tensor**
zh 对称张量

102-03-43

tenseur antisymétrique, m

tenseur du deuxième ordre défini par une forme bilinéaire telle que $f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V}) = -f(\boldsymbol{V},\boldsymbol{U})$

NOTE 1 Les coordonnées d'un tenseur antisymétrique sont telles que $T_{ij} = -T_{ji}$, et en particulier $T_{ii} = 0$.

NOTE 2 Un tenseur antisymétrique sur un espace à trois dimensions a trois composantes strictes qui peuvent être considérées comme les coordonnées W_1, W_2, W_3 d'un vecteur axial:

$$\begin{pmatrix} 0 & W_3 & -W_2 \\ -W_3 & 0 & W_1 \\ W_2 & -W_1 & 0 \end{pmatrix}$$

Le vecteur axial associé au tenseur antisymétrique $\boldsymbol{U} \otimes \boldsymbol{V} - \boldsymbol{V} \otimes \boldsymbol{U}$ est le produit vectoriel des deux vecteurs.

antisymmetric tensor

tensor of the second order defined by a bilinear form such that $f(\boldsymbol{U},\boldsymbol{V}) = -f(\boldsymbol{V},\boldsymbol{U})$

NOTE 1 The components of an antisymmetric tensor are such that $T_{ij} = -T_{ji}$, and in particular $T_{ii} = 0$.

NOTE 2 An antisymmetric tensor defined on a three-dimensional space has three strict components which can be considered as the coordinates W_1, W_2, W_3 of an axial vector:

$$\begin{pmatrix} 0 & W_3 & -W_2 \\ -W_3 & 0 & W_1 \\ W_2 & -W_1 & 0 \end{pmatrix}$$

The axial vector associated with the antisymmetric tensor $\boldsymbol{U} \otimes \boldsymbol{V} - \boldsymbol{V} \otimes \boldsymbol{U}$ is the vector product of the two vectors.

de **antisymmetrischer Tensor**, m
es **tensor antisimétrico**
pl **tensor antysymetryczny**; **tensor skośny**
pt **tensor anti-simétrico**
sv **antisymmetrisk tensor**
zh 反对称张量

102-03-44

produit tensoriel (de deux tenseurs), m

tenseur du quatrième ordre défini par la forme quadrilinéaire égale au produit des formes bilinéaires qui définissent deux tenseurs du deuxième ordre sur le même espace euclidien

NOTE 1 Les coordonnées du produit tensoriel des tenseurs $\boldsymbol{T}$ et $\boldsymbol{S}$ sont: $(\boldsymbol{T} \otimes \boldsymbol{S})_{ijkl} = T_{ij} S_{kl}$.

NOTE 2 Le produit tensoriel de deux tenseurs est noté $\boldsymbol{T} \otimes \boldsymbol{S}$.

tensor product (of two tensors)

tensor of the fourth order defined by the four-linear form equal to the product of the bilinear forms defining two tensors of the second order on the same Euclidean space

NOTE 1 The components of the tensor product of the tensors $\boldsymbol{T}$ and $\boldsymbol{S}$ are: $(\boldsymbol{T} \otimes \boldsymbol{S})_{ijkl} = T_{ij} S_{kl}$.

NOTE 2 The tensor product of two tensors is denoted by $\boldsymbol{T} \otimes \boldsymbol{S}$.

de **Tensorprodukt** (zweier Tensoren), n
es **producto tensorial** (de dos tensores)
pl **iloczyn tensorowy** (dwóch tensorów)
pt **produto tensorial** (de dois tensores)
sv **tensorprodukt** (av två tensorer)
zh 张量积（两个张量的）

102-03-45

produit intérieur (de deux tenseurs), m
produit contracté (de deux tenseurs), m

pour deux tenseurs du deuxième ordre $\boldsymbol{T} = (T_{ij})$ et $\boldsymbol{S} = (S_{kl})$, tenseur du deuxième ordre dont les coordonnées sont $(\boldsymbol{T} \cdot \boldsymbol{S})_{il} = \sum_m T_{im} S_{ml}$

NOTE Le produit intérieur de deux tenseurs est indiqué par un point à mi-hauteur (·) entre les deux symboles représentant les tenseurs.

inner product (of two tensors)
contracted product (of two tensors)

for two second-order tensors $\boldsymbol{T} = (T_{ij})$ and $\boldsymbol{S} = (S_{kl})$, tensor of the second order the components of which are given by $(\boldsymbol{T} \cdot \boldsymbol{S})_{il} = \sum_m T_{im} S_{ml}$

NOTE The inner product is denoted by a half-high dot (·) between the two symbols representing the tensors.

de **inneres Produkt** (zweier Tensoren), n
es **producto interior** (de dos tensores)
pl **iloczyn wewnętrzny** (dwóch tensorów); **iloczyn przez kontrakcję** (dwóch tensorów)
pt **produto interior** (de dois tensores); **produto contratado** (de dois tensores)
sv **inre produkt** (av två tensorer)**; inre produkt av två tensorer**
zh 内积（两个张量的）；收缩积 （两个张量的）

102-03-46

produit tensoriel (d'un tenseur et d'un vecteur), m

tenseur du troisième ordre défini par la forme trilinéaire égale au produit de la forme bilinéaire qui définit un tenseur du deuxième ordre sur un espace euclidien donné et de la forme linéaire identifiée à un vecteur du même espace

NOTE 1 Les coordonnées du produit tensoriel d'un tenseur $\boldsymbol{T}$ et d'un vecteur $\boldsymbol{U}$ sont: $(\boldsymbol{T} \otimes \boldsymbol{U})_{ijk} = T_{ij} U_k$.

NOTE 2 Le produit tensoriel d'un tenseur et d'un vecteur est noté $\boldsymbol{T} \otimes \boldsymbol{U}$.

tensor product (of a tensor and a vector)

tensor of the third order defined by the trilinear form equal to the product of the bilinear form defining a tensor of the second order on a given Euclidean space and the linear form identified with a vector in the same space

NOTE 1 The components of the tensor product of the tensor $\boldsymbol{T}$ and the vector $\boldsymbol{U}$ are: $(\boldsymbol{T} \otimes \boldsymbol{U})_{ijk} = T_{ij} U_k$.

NOTE 2 The tensor product of a tensor and a vector is denoted by $\boldsymbol{T} \otimes \boldsymbol{U}$.

de **Tensorprodukt** (eines Tensors mit einem Vektor), n
es **producto tensorial** (de un tensor y un vector)
pl **iloczyn tensorowy** (tensora i wektora)
pt **produto interior** (de um tensor e de um vector);
produto contratado (de um tensor e de um vector)
sv **tensorprodukt** (av en tensor och en vektor)
zh 张量积（一个张量和一个向量的）

102-03-47

produit intérieur (d'un tenseur et d'un vecteur), m
produit contracté (d'un tenseur et d'un vecteur), m

pour un tenseur du deuxième ordre $\boldsymbol{T} = (T_{ij})$ et un vecteur $\boldsymbol{U} = (U_k)$, vecteur dont les coordonnées sont $(\boldsymbol{T} \cdot \boldsymbol{U})_i = \sum_m T_{im} U_m$

NOTE 1 Le produit intérieur de deux vecteurs est leur produit scalaire puisqu'un tenseur du premier ordre est considéré comme un vecteur.

NOTE 2 Un exemple est la relation $\boldsymbol{D} = \vec{\vec{\varepsilon}} \cdot \boldsymbol{E}$ entre le champ électrique $\boldsymbol{E}$ et l'induction électrique $\boldsymbol{D}$, où $\vec{\vec{\varepsilon}}$ est la permittivité absolue d'un milieu anisotrope.

NOTE 3 Le produit intérieur d'un tenseur et d'un vecteur est indiqué par un point à mi-hauteur (·) entre les deux symboles.

inner product (of a tensor and a vector)
contracted product (of a tensor and a vector)

for a tensor of the second order $\boldsymbol{T} = (T_{ij})$ and a vector $\boldsymbol{U} = (U_k)$, vector the components of which are given by $(\boldsymbol{T} \cdot \boldsymbol{U})_i = \sum_m T_{im} U_m$

NOTE 1 The inner product of two vectors is their scalar product, because a tensor of the first order is considered as a vector.

NOTE 2 An example is the relation $\boldsymbol{D} = \vec{\vec{\varepsilon}} \cdot \boldsymbol{E}$ between the electric field strength $\boldsymbol{E}$ and the electric flux density $\boldsymbol{D}$, where $\vec{\vec{\varepsilon}}$ is the absolute permittivity of an anisotropic medium.

NOTE 3 The inner product of a tensor and a vector is denoted by a half-high dot (·) between the two symbols.

de **inneres Produkt** (eines Tensors mit einem Vektor), n
es **producto interior** (de un tensor y un vector)
pl **iloczyn wewnętrzny** (tensora i wektora); **iloczyn przez kontrakcję** (tensora i wektora)
pt **produto escalar** (de dois tensores)
sv **inre produkt** (av en tensor och en vektor)
zh 内积（一个张量和一个向量的）；收缩积（一个张量和一个向量的）

102-03-48

produit scalaire (de deux tenseurs), m

pour deux tenseurs du deuxième ordre $\boldsymbol{T} = (T_{ij})$ et $\boldsymbol{S} = (S_{kl})$, scalaire défini par $\boldsymbol{T} : \boldsymbol{S} = \sum_{mn} T_{mn} S_{nm}$

NOTE Le produit scalaire de deux tenseurs est indiqué par un deux-points (:) entre les deux symboles des tenseurs.

scalar product (of two tensors)

for two tensors of the second-order $\boldsymbol{T} = (T_{ij})$ and $\boldsymbol{S} = (S_{kl})$, scalar defined by $\boldsymbol{T} : \boldsymbol{S} = \sum_{mn} T_{mn} S_{nm}$

NOTE The scalar product of two tensors is denoted by a colon (:) between the two symbols of the tensors.

de **Sakalarprodukt** (zweier Tensoren), n
es **producto escalar** (de dos tensores)
pl **iloczyn skalarny** (dwóch tensorów)
pt **produto escalar** (de dois tensores)
sv **skalärprodukt** (av två tensorer)
zh 标量积（两个张量的）

102-03-49

tenseur de Kronecker, m

tenseur du deuxième ordre dont les coordonnées sont $T_{ij} = \delta_{ij}$ où δ_{ij} est le symbole de Kronecker, égal à 1 si $i = j$ et à 0 si $i \neq j$

NOTE 1 Les cordonnées du tenseur de Kronecker sont indépendantes de la base utilisée. Le produit intérieur du tenseur de Kronecker et d'un tenseur ou d'un vecteur est égal à ce tenseur ou à ce vecteur.

NOTE 2 Lorsque les propriétés d'un milieu anisotrope sont représentées en tout point par une grandeur tensorielle du deuxième ordre, cette grandeur se réduit, dans un milieu isotrope, au produit du tenseur de Kronecker et d'une grandeur scalaire. En pratique, on considère que la grandeur tensorielle se réduit à une grandeur scalaire.

Kronecker tensor

tensor of the second order with components $T_{ij} = \delta_{ij}$ where δ_{ij} is the Kronecker delta, equal to 1 if $i = j$ and 0 if $i \neq j$

NOTE 1 The components of the Kronecker tensor are independent of the base used. The inner product of the Kronecker tensor and a tensor or a vector is equal to this tensor or vector.

NOTE 2 When the properties of an anisotropic medium are represented at each point by a tensor quantity of the second order, this quantity reduces, in an isotropic medium, to the product of the Kronecker tensor and a scalar quantity. In practice, the quantity is then considered as a scalar quantity.

de **Kronecker-Tensor**, m
es **tensor de Kronecker**
pl **tensor Kroneckera**
pt **tensor de Kronecker**
sv **Kroneckers delta**
zh 克罗内克张量

Section 102-04 – Géométrie

Section 102-04 – Geometry

102-04-01

point, m

élément d'un espace affine

point

element of a point space

de **Punkt**, m
es **punto**
pl **punkt**
pt **ponto**
sv **punkt**
zh 点

102-04-02

droite, f

sous-espace de dimension 1 d'un espace affine

NOTE Une droite passant par un point O est l'ensemble des points P de rayons vecteurs $\boldsymbol{r}_\mathrm{P} = \alpha \boldsymbol{V}$, où α est un scalaire et $\boldsymbol{V}$ un vecteur non nul de l'espace vectoriel associé à l'espace affine.

straight line
line

subspace of dimension 1 in a point space

NOTE A straight line passing through a point O is the set of points P with position vector $\boldsymbol{r}_\mathrm{P} = \alpha \boldsymbol{V}$, where α is a scalar and $\boldsymbol{V}$ a non-zero vector of the vector space associated with the point space.

de **Gerade**, f
es **línea recta; recta**
pl **prosta**
pt **recta**
sv **linje; rät linje**
zh 直线；线

102-04-03

segment de droite, m

partie d'une droite comprise entre deux points de la droite

NOTE Si $\boldsymbol{r}_\mathrm{A}$ et $\boldsymbol{r}_\mathrm{B}$ sont les rayons vecteurs de deux points A et B, le segment de droite AB est l'ensemble des points P de rayons vecteurs $\boldsymbol{r}_\mathrm{P} = u\,\boldsymbol{r}_\mathrm{A} + (1-u)\boldsymbol{r}_\mathrm{B}$ où $0 \le u \le 1$.

straight-line segment

portion of a straight line between two points of the line

NOTE If $\boldsymbol{r}_\mathrm{A}$ and $\boldsymbol{r}_\mathrm{B}$ are the position vectors of two points A and B, the straight-line segment AB is the set of points P with position vectors $\boldsymbol{r}_\mathrm{P} = u\,\boldsymbol{r}_\mathrm{A} + (1-u)\boldsymbol{r}_\mathrm{B}$ where $0 \le u \le 1$.

de **Strecke**, f
es **segmento de línea recta; segmento de recta**
pl **odcinek** (prostej)
pt **segmento de recta**
sv **del av rät linje**
zh 直线段

102-04-04

axe, m

dans un espace affine réel, droite orientée munie d'un point origine

NOTE Un axe définit une direction.

axis

in a real point space, oriented straight line with an origin point

NOTE An axis defines a direction.

de **Strahl**, m; **Halbgerade**, f
es **eje**
pl **oś**
pt **eixo**
sv **axel**
zh 轴

102-04-05

plan, m

sous-espace de dimension 2 d'un espace affine

plane

subspace of dimension 2 in a point space

de **Ebene**, f
es **plano**
pl **płaszczyzna**
pt **plano**
sv **plan**
zh 平面

102-04-06

colinéaire, adj

situé sur la même droite

NOTE Trois points, un point et un segment de droite ou deux segments de droite peuvent être colinéaires.

collinear

lying on the same straight line

NOTE Three points, a point and a straight-line segment, or two straight-line segments can be collinear.

de **kollinear,** Adjektiv
es **colineal**
pl **kolinearny**
pt **colinear** *(adjectivo)*
sv **liggande på samma räta linje, adjektiv**
zh 共线的

102-04-07

coplanaire, adj

situé dans un même plan

NOTE Quatre points ou deux segments de droite peuvent être coplanaires.

coplanar

lying in the same plane

NOTE Four points or two straight line segments can be coplanar.

de **komplanar,** Adjektiv
es **coplanar**
pl **koplanarny**
pt **coplanar** *(adjectivo)*
sv **liggande på samma plan, adjektiv**
zh 共面的

102-04-08

parallèle, adj

qualifie dans un espace affine:

- une droite par rapport à une droite coplanaire lorsqu'elles n'ont aucun point commun ou qu'elles sont confondues;
- une droite par rapport à un plan lorsque le plan contient une droite parallèle à la droite donnée;
- un plan par rapport à un autre plan lorsque toute droite d'un des plans a une droite parallèle dans l'autre plan

NOTE 1 Le parallélisme est une relation d'équivalence pour deux droites ou pour deux plans.

NOTE 2 Des expressions usuelles pour des droites sont « une droite A est parallèle à une droite B », « les droites A et B sont parallèles », ou « A et B sont des droites parallèles ». Des expressions analogues sont employées dans les autres cas.

parallel, adj

qualifies in a point space:

- a straight line with respect to a coplanar straight line when they have no common point or when they are merged;
- a straight line with respect to a plane when the plane contains a line parallel to the given line;
- a plane with respect to another plane when any line in one plane has a parallel line in the other plane

NOTE 1 Parallelism is an equivalence relation for two lines or for two planes.

NOTE 2 Usual wordings for lines are "a line A is parallel to line B", or "lines A and B are parallel", or " A and B are parallel lines". Similar wordings are used for the other cases.

de **parallel,** Adjektiv
es **paralelo**
pl **równoległy**
pt **paralelo** *(adjectivo)*
sv **parallell, adjektiv**
zh 平行的

102-04-09

perpendiculaire, adj

qualifie dans un espace euclidien:

- une droite par rapport à une autre droite lorsque les vecteurs associés sont orthogonaux;
- une droite par rapport à un plan lorsque la droite est perpendiculaire à toute droite du plan;
- un plan par rapport à un autre plan lorsqu'il contient une droite perpendiculaire à toute droite de l'autre plan

NOTE Des expressions usuelles pour des droites sont « la droite A est perpendiculaire à la droite B », « les droites A et B sont perpendiculaires », ou « A et B sont des droites perpendiculaires ». Des expressions analogues sont employées dans les autres cas.

perpendicular, adj

qualifies in a Euclidean space:

- a straight line with respect to another straight line when their associated vectors are orthogonal;
- a straight line with respect to a plane when the line is perpendicular to any line of the plane;
- a plane with respect to another plane when it contains a straight line which is perpendicular to any line of the other plane

NOTE Usual wordings for lines are "line A is perpendicular to line B", or "lines A and B are perpendicular", or " A and B are perpendicular lines". Similar wordings are used for the other cases.

de **senkrecht,** Adjektiv
es **perpendicular**
pl **prostopadły**
pt **perpendicular** *(adjectivo)*
sv **vinkelrät, adjektiv**
zh 垂直的

102-04-10

projection (sur un plan), f

dans un espace affine à trois dimensions, pour tout point A, un plan donné P et une droite donnée d non parallèle à P, unique point d'intersection A' du plan P et de la droite d' passant par le point A et parallèle à la droite d

NOTE Voir la Figure 1.

projection (upon a plane)

in a three-dimensional point space, for any point A, a given plane P and a given straight line d not parallel to P, unique intersection point A' of the plane P and the straight line d' passing through the point A and parallel to the line d

NOTE See Figure 1.

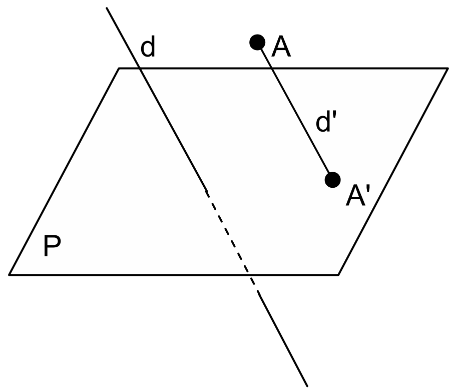

Figure 1 – Projection sur un plan

Figure 1 – Projection upon a plane

de **Projektion** (auf eine Ebene), f
es **proyección** (sobre un plano)
pl **rzut na płaszczyznę**; **rzut** (1)
pt **projecção** (num plano)
sv **projektion** (på ett plan)
zh 投影（平面上的）

102-04-11

projection (sur une droite), f

dans un plan, pour tout point A et deux droites données non parallèles d et p, unique point d'intersection A' de la droite p et de la droite d' passant par le point A et parallèle à la droite d

NOTE Voir la Figure 2.

projection (upon a line)

in a plane, for any point A and two given non-parallel straight lines d and p, unique intersection point A' of the line p and the straight line d' passing through the point A and parallel to the line d

NOTE See Figure 2.

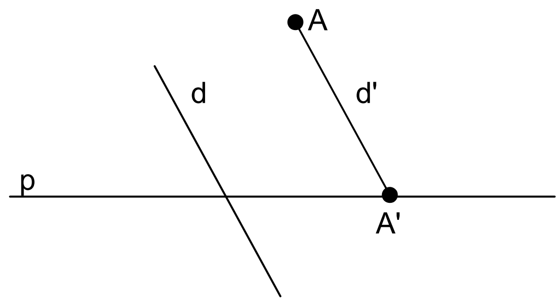

Figure 2 – Projection sur une droite

Figure 2 – Projection upon a line

de **Projektion** (auf eine Gerade), f
es **proyección** (sobre una recta)
pl **rzut na prostą**; **rzut** (2)
pt **projecção** (numa recta)
sv **projektion** (på en linje)
zh 投影（直线上的）

102-04-12

projection orthogonale (sur un plan), f

projection sur un plan parallèlement à une droite perpendiculaire au plan

orthogonal projection (upon a plane)

projection upon a plane and parallel to a straight line perpendicular to the plane

de **orthogonale Projektion** (auf eine Ebene), f
es **proyección ortogonal** (sobre un plano)
pl **rzut ortogonalny na płaszczyznę**; **rzut ortogonalny** (1)
pt **projecção ortogonal** (num plano)
sv **ortogonal projektion** (på ett plan)
zh 正交投影（平面上的）

102-04-13

projection orthogonale (sur une droite), f

projection sur une droite p parallèlement à une droite d perpendiculaire à la droite p

orthogonal projection (upon a line)

projection upon a straight line p and parallel to a line d perpendicular to the line p

de **orthogonale Projektion** (auf eine Gerade), f
es **proyección ortogonal** (sobre una recta)
pl **rzut ortogonalny na prostą**; **rzut ortogonalny** (2)
pt **projecção ortogonal** (numa recta)
sv **ortogonal projektion** (på en linje)
zh 正交投影（直线上的）

102-04-14

angle (en géométrie), m
angle plan, m

- pour deux droites, angle des vecteurs qui leur sont respectivement associés;
- pour une droite et un plan, angle de la droite et de la projection orthogonale de la droite sur le plan;
- pour deux plans, angle de deux droites respectivement perpendiculaires à chacun

NOTE 1 L'unité SI d'angle est le radian (symbole rad). D'autres unités sont le degré (symbole °), la minute (symbole ′) et la seconde (symbole ″): $1° = (\pi/180)$ rad, $1′ = (1/60)°$, $1″ = (1/60)′$.

NOTE 2 Le terme « angle plan » n'est employé à la place du terme « angle » que pour le distinguer du terme « angle solide ».

angle (in geometry)
plane angle

- for two straight lines, angle between the vectors associated with the lines, respectively;
- for a straight line and a plane, angle of the line and the orthogonal projection of the line upon the plane;
- for two planes, angle of two straight lines perpendicular to the two planes, respectively

NOTE 1 The SI unit of angle is the radian (symbol rad). Other units are the degree (symbol °), the minute (symbol ′) and the second (symbol ″): $1° = (\pi/180)$ rad, $1′ = (1/60)°$, $1″ = (1/60)′$.

NOTE 2 The term "plane angle" is only used in place of the term "angle" to distinguish it from the term "solid angle".

de **Winkel** (in der Geometrie), m; **ebener Winkel**, m
es **ángulo** (en geometría)**; ángulo plano**
pl **kąt** (w geometrii); **kąt płaski**
pt **ângulo** (em geometria)**; ângulo plano**
sv **plan vinkel; vinkel** (i geometri)
zh 角（几何中的）；平面角

102-04-15

courbe, f

ensemble des points d'un espace affine ou d'un plan dont le rayon vecteur est une fonction continue $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u)$, où le paramètre u est un nombre réel compris dans un intervalle donné

NOTE Une courbe plane peut aussi être définie algébriquement par l'équation $f(x, y) = 0$.

curve

set of points of a point space or of a plane, the position vector of which is a continuous function $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u)$, where the parameter u is a real number in a given interval

NOTE A plane curve can also be defined algebraically by the equation $f(x, y) = 0$.

de **Kurve**, f
es **curva**
pl **krzywa**
pt **curva**
sv **kurva**
zh 曲线

102-04-16

courbe fermée, f

courbe dont les deux points correspondant aux valeurs limites de l'intervalle du paramètre coïncident

closed curve

curve for which the two points corresponding to the limiting values of the parameter interval coincide

de **geschlossene Kurve**, f
es **curva cerrada**
pl **krzywa zamknięta**
pt **curva fechada**
sv **sluten kurva**
zh 闭曲线

102-04-17

courbe polygonale, f

pour un ensemble ordonné de points $\mathrm{A}_1, \mathrm{A}_2, \cdots, \mathrm{A}_n$, succession de $n-1$ segments de droite $\mathrm{A}_1\mathrm{A}_2, \mathrm{A}_2\mathrm{A}_3, \cdots, \mathrm{A}_{n-1}\mathrm{A}_n$

polygonal line

for an ordered set of n points $\mathrm{A}_1, \mathrm{A}_2, \cdots, \mathrm{A}_n$, succession of $n-1$ straight-line segments $\mathrm{A}_1\mathrm{A}_2, \mathrm{A}_2\mathrm{A}_3, \cdots, \mathrm{A}_{n-1}\mathrm{A}_n$

de **Polygonzug**, f
es **línea poligonal**
pl **krzywa łamana**
pt **curva poligonal**
sv **polygon**
zh 折线

102-04-18

longueur (d'une courbe), f

borne supérieure, si elle existe, des longueurs de toutes les courbes polygonales déterminées par des point successifs de la courbe entre les deux points correspondant aux valeurs limites de l'intervalle du paramètre

NOTE 1 Pour une courbe de A à B définie par le rayon vecteur $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u)$ en fonction du paramètre u dans l'intervalle [a, b] où $a \le b$, la longueur de la courbe est l'intégrale curviligne $\int_{\mathrm{A}}^{\mathrm{B}} |\mathrm{d}\boldsymbol{r}| = \int_a^b \left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{f}}{\mathrm{d}u}\right| \mathrm{d}u$.

NOTE 2 Dans l'espace géométrique usuel, la longueur d'une courbe est une grandeur ayant la dimension d'une longueur.

length (of a curve)

least upper bound, if it exists, of the lengths of any polygonal lines determined by successive points of the curve between the two points corresponding to the limiting values of the parameter interval

NOTE 1 For a curve from A to B defined by the position vector $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u)$ as a function of the parameter u in the given interval [a, b] where $a \le b$, the length of the curve is the line integral $\int_{\mathrm{A}}^{\mathrm{B}} |\mathrm{d}\boldsymbol{r}| = \int_a^b \left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{f}}{\mathrm{d}u}\right| \mathrm{d}u$.

NOTE 2 In the usual geometrical space, the length of a curve is a quantity of the dimension length.

de **Länge** (einer Kurve), f
es **longitud** (de una curva)
pl **długość** (krzywej)
pt **comprimento** (de uma curva)
sv **längd** (av en kurva)
zh 长度（曲线的）

102-04-19

orientation (d'une courbe), f

propriété d'une courbe décrite par le rayon vecteur $\boldsymbol{r}(u)$, qui est associée aux valeurs croissantes ou décroissantes du paramètre u

orientation (of a curve)

property of a curve described by the position vector $\boldsymbol{r}(u)$, which is associated with increasing or decreasing values of the parameter u

de **Richtung** (einer Kurve), f
es **orientación** (de una curva)
pl **orientacja** (krzywej)
pt **orientação** (de uma curva)
sv **orientering** (av en kurva)
zh 定向（曲线的）

102-04-20

courbe orientée, f

courbe le long de laquelle une des deux orientations a été choisie

oriented curve

curve along which one of the two orientations has been chosen

de **gerichtete Kurve**, f
es **curva orientada**
pl **krzywa zorientowana**
pt **curva orientada**
sv **riktad orientering** (av en kurva)
zh 定向曲线

102-04-21

contour fermé, m

courbe fermée orientée

closed path

oriented closed curve

de **geschlossener Weg**, m
es **contorno cerrado**
pl **droga zamknięta**
pt **contorno fechado**
sv **sluten kurva**
zh 闭路

102-04-22

abscisse (le long d'une courbe), f

pour un point donné d'une courbe orientée munie d'un point origine, nombre réel dont la valeur absolue est la longueur de la courbe entre l'origine et le point donné et dont le signe est positif ou négatif selon que le parcours de l'origine au point donné est compatible ou non avec l'orientation de la courbe

NOTE 1 Pour une courbe définie par le rayon vecteur $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u)$ en fonction du paramètre u et munie d'une origine O correspondant à $u = 0$, l'abscisse du point M correspondant à $u = u_\mathrm{M}$ est l'intégrale curviligne $\int_\mathrm{O}^\mathrm{M} |\mathrm{d}\boldsymbol{r}| = \int_0^{u_\mathrm{M}} \left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{f}}{\mathrm{d}u}\right| \mathrm{d}u$.

NOTE 2 Dans l'espace géométrique usuel, l'abscisse le long d'une courbe est une grandeur ayant la dimension d'une longueur.

abscissa (along a curve)

for a given point of an oriented curve with an origin point, real number, the absolute value of which is the length of the curve between the origin and the given point, and the sign is positive or negative depending on whether the path from the origin to the given point is consistent or not with the orientation of the curve

NOTE 1 For a curve defined by the position vector $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u)$ as a function of the parameter u, with an origin O corresponding to $u = 0$, the abscissa of the point M corresponding to $u = u_\mathrm{M}$ is the line integral $\int_\mathrm{O}^\mathrm{M} |\mathrm{d}\boldsymbol{r}| = \int_0^{u_\mathrm{M}} \left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{f}}{\mathrm{d}u}\right| \mathrm{d}u$.

NOTE 2 In the usual geometrical space, the abscissa along a curve is a quantity of the dimension length.

de **Abszisse** (entlang einer Kurve), f
es **abscisa** (a lo largo de una curva)
pl **odcięta** (wzdłuż krzywej)
pt **abcissa** (ao longo de uma curva)
sv **abskissa**
zh 坐标（沿曲线的）

102-04-23

tangente (à une courbe), f

en un point donné M d'une courbe, limite, si elle existe, des droites définies chacune par M et un autre point N de la courbe, lorsque la distance euclidienne entre M et N tend vers zéro

tangent (to a curve), noun

at a given point M of a curve, limit, if it exists, of the straight lines, each of which being defined by M and another point N of the curve, when the Euclidean distance between M and N tends to zero

de **Tangente** (an einer Kurve), f
es **tangente** (a una curva)
pl **styczna** (do krzywej)
pt **tangente** (a uma curva)
sv **tangent** (till en kurva)
zh 切线（曲线的）

102-04-24

plan osculateur (à une courbe), m

en un point donné M d'une courbe, limite, si elle existe, des plans définis chacun par la tangente à la courbe en M et un autre point N de la courbe, lorsque la distance euclidienne entre M et N tend vers zéro

osculating plane (of a curve)

at a given point M of a curve, limit, if it exists, of the planes, each of which is defined by the tangent to the curve at M and another point N of the curve, when the Euclidean distance between M and N tends to zero

de **Schmiegebene** (an einer Kurve), f; **Schmiegungsebene** (an einer Kurve), f
es **plano osculador** (a una curva)
pl **płaszczyzna styczna** (do krzywej)
pt **plano osculador** (a uma curva)
sv **oskulerande plan** (till en kurva)
zh 密切（平）面（曲线的）

102-04-25

normale (à une courbe**)**, f

en un point donné M d'une courbe, toute droite passant par M et perpendiculaire à la tangente en M

normal (to a curve), noun

at a given point M of a curve, any straight line passing through M and perpendicular to the tangent at M

de **Normale** (an einer Kurve), f
es **normal** (a una curva)
pl **normalna** (do krzywej)
pt **normal** (a uma curva)
sv **normal** (till en kurva)**,** substantiv
zh 法线（曲线的）

102-04-26

normale principale (à une courbe**)**, f

en un point donné M d'une courbe, normale située dans le plan osculateur en M

main normal (to a curve)

at a given point M of a curve, normal lying in the osculating plane at M

de **Hauptnormale**, f
es **normal principal** (a una curva)
pl **normalna główna** (do krzywej)
pt **normal principal** (a uma curva)
sv **huvudnormal** (till en kurva)
zh 主法线（曲线的）

102-04-27

binormale (à une courbe**)**, f

en un point donné M d'une courbe, normale perpendiculaire au plan osculateur en M

binormal (to a curve)

at a given point M of a curve, normal perpendicular to the osculating plane at M

de **Binormale**, f
es **binormal** (a una curva)
pl **binormalna**
pt **binormal** (a uma curva)
sv **binormal** (till en kurva)
zh 副法线（曲线的）

102-04-28

cercle, m

dans l'espace géométrique usuel, courbe formée des points d'un plan dont la distance euclidienne à un point donné est égale à une longueur donnée

circle

in the usual geometrical space, curve consisting of all points in a plane, the Euclidean distance of which to a given point is equal to a given length

de **Kreis**, m
es **círculo**
pl **okrąg**
pt **círculo**
sv **cirkel**
zh 圆

102-04-29

disque, m
cercle (déconseillé dans ce sens), m

dans l'espace géométrique usuel, ensemble des points d'un plan dont la distance euclidienne à un point donné est inférieure ou égale à une longueur donnée

disk
circle (deprecated in this sense)

in the usual geometrical space, set of all points in a plane, the Euclidean distance of which to a given point is less than or equal to a given length

de **Kreisscheibe**, f
es **disco**
pl **dysk**; koło (nie zalecane w tym sensie)
pt **disco**
sv **cirkelyta**
zh **圆盘**；圆（在此意义下拒用）

102-04-30

symb.: rad

radian, m

angle compris entre les vecteurs associés à deux rayons d'un cercle qui interceptent sur le cercle un arc de longueur égale à celle du rayon

NOTE Le radian est l'unité SI d'angle.

radian

angle between the vectors associated with two radii of a circle which cut off on the circle an arc equal to the length of the radius

NOTE The radian is the SI unit of angle.

de **Radiant**, m
es **radián**
pl **radian**
pt **radiano**
sv **radian**
zh 弧度

102-04-31

surface, f

ensemble des points d'un espace affine à trois dimensions dont le rayon vecteur est une fonction continue $\boldsymbol{f}$ des couples de nombres réels u et v appartenant à un certain domaine U:

$$\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u,v) \text{ où } (u,v) \in \mathrm{U} \subseteq \mathbf{R}^2$$

NOTE Une surface peut aussi être engendrée par une famille de courbes dépendant d'un paramètre ou, dans un espace à trois dimensions, être définie algébriquement par l'équation $f(x, y, z) = 0$.

surface

set of points of a three-dimensional point space, the position vector of which is a continuous function $\boldsymbol{f}$ of the pairs of real numbers u and v in some region U:

$$\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u,v) \text{ where } (u,v) \in \mathrm{U} \subseteq \mathbf{R}^2$$

NOTE A surface can also be generated by a family of curves dependent on one parameter or, in a three-dimensional space, be defined algebraically by the equation $f(x, y, z) = 0$.

de **Fläche**, f
es **superficie**
pl **powierzchnia**
pt **superfície**
sv **yta**
zh 曲面

102-04-32

surface fermée, f

surface d'un seul tenant qui sépare les points de l'espace n'appartenant pas à la surface en une région bornée intérieure et une région non bornée extérieure de façon que le segment de droite joignant un point intérieur et un point extérieur coupe la surface en au moins un point

closed surface

surface all in one piece which separates the points of space not belonging to the surface into one bounded inner region and one non-bounded outer region in such a way that the straight-line segment joining an inner point and an outer point intersects the surface in at least one point

de **geschlossene Fläche**, f
es **superficie cerrada**
pl **powierzchnia zamknięta**
pt **superfície fechada**
sv **sluten yta**
zh 闭曲面

102-04-33

aire, f

valeur positive unique, si elle existe, associée à un sous-ensemble d'une surface dans l'espace euclidien à trois dimensions, avec les propriétés suivantes:

- pour un rectangle, la valeur est le produit des longueurs des côtés,
- pour une union disjointe de sous-ensembles, la valeur est la somme des valeurs qui leur sont associées,
- pour des sous-ensembles plus compliqués, la valeur peut être approchée par des sommes et donnée par une intégrale

NOTE 1 Pour la partie d'un plan limitée par les droites $x = a$, $x = b$, $y = 0$ et l'arc de courbe $y = f(x)$ avec $a < b$ et $f(x) \geq 0$, l'aire est $\int_a^b f(x)\,\mathrm{d}x$.

NOTE 2 Pour une surface définie par $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u,v)$, où $(u,v) \in \mathrm{U} \subseteq \mathbf{R}^2$, l'aire est $\iint_{\mathrm{U}} \left| \frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial u} \cdot \frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial v} \right| \cdot \mathrm{d}u\,\mathrm{d}v$.

NOTE 3 Pour une surface définie par l'équation $z = f(x, y)$, l'aire est $\iint_{\mathrm{S}} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y$.

NOTE 4 Dans l'espace géométrique usuel, l'aire d'une surface est une grandeur ayant la dimension du carré d'une longueur.

area

unique positive value, if it exists, associated with a subset of a surface in the three-dimensional Euclidean space, with the following properties:

- for a rectangle, the value is the product of the two side lengths,
- for a disjoint union of subsets, the value is the sum of the values associated with these subsets,
- for more complicated subsets, the value can be approximated by sums and given by an integral

NOTE 1 For the portion of plane limited by the straight lines $x = a$, $x = b$, $y = 0$ and the arc of curve $y = f(x)$ with $a < b$ and $f(x) \geq 0$, the area is $\int_a^b f(x)\,\mathrm{d}x$.

NOTE 2 For a surface defined by $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u,v)$ where $(u,v) \in \mathrm{U} \subseteq \mathbf{R}^2$, the area is $\iint_{\mathrm{U}} \left| \frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial u} \cdot \frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial v} \right| \cdot \mathrm{d}u\,\mathrm{d}v$.

NOTE 3 For a surface defined by the equation $z = f(x, y)$, the area is $\iint_{\mathrm{S}} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y$.

NOTE 4 In the usual geometrical space, the area of a surface is a quantity of the dimension length squared.

de **Flächeninhalt**, m
es **área**
pl **pole powierzchni**; **pole** (1)
pt **área**
sv **area**
zh 面积

102-04-34

plan tangent, m

en un point d'une surface, plan, s'il existe, qui contient toutes les tangentes en ce point aux courbes de la surface passant par le point

NOTE Pour une surface définie par $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u, v)$, où $(u,v) \in \mathrm{U} \subseteq \mathbf{R}^2$, le plan tangent en $\boldsymbol{r}(u_0, v_0)$ est défini par les vecteurs $\left(\frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial u}\right)_{\substack{u=u_0 \\ v=v_0}}$ et $\left(\frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial v}\right)_{\substack{u=u_0 \\ v=v_0}}$ s'ils sont linéairement indépendants.

tangent plane

at a point of a surface, plane, if it exists, which contains all the tangents at this point to the curves of the surface passing through the point

NOTE For a surface defined by $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u, v)$, where $(u,v) \in \mathrm{U} \subseteq \mathbf{R}^2$, the tangent plane at point $\boldsymbol{r}(u_0, v_0)$ is defined by the vectors $\left(\frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial u}\right)_{\substack{u=u_0 \\ v=v_0}}$ and $\left(\frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial v}\right)_{\substack{u=u_0 \\ v=v_0}}$ if they are linearly independent.

de **Tangentialebene**, f
es **plano tangente** (a una superficie)
pl **powierzchnia styczna**
pt **plano tangente**
sv **tangentplan**
zh 切平面

102-04-35

normale (à une surface), f

en un point d'une surface, droite passant par ce point et perpendiculaire au plan tangent

normal (to a surface), noun

at a point of a surface, straight line passing through the point and perpendicular to the tangent plane

de **Normale** (auf einer Fläche), f
es **normal** (a una superficie)
pl **normalna** (do powierzchni)
pt **normal** (a uma superfície)
sv **normal** (till en yta) substantiv
zh 法线（曲面的）

102-04-36

orientation (d'une surface), f

pour une surface admettant en tout point un plan tangent, propriété déterminée par le choix, continûment de point en point, de l'un des deux vecteurs unités normaux en chaque point

NOTE L'orientation d'une surface fermée est vers l'intérieur ou vers l'extérieur. Pour certaines surfaces, par exemple le ruban de Möbius, l'orientation n'est définie que localement.

orientation (of a surface)

for a surface having a tangent plane at any point, property determined by the choice, continuously from point to point, of one of the two normal unit vectors at each point

NOTE The orientation of a closed surface is towards interior or towards exterior. For some surfaces, for example the Möbius band, the orientation is only defined locally.

de **Richtung** (einer Fläche), f
es **orientación** (de una superficie)
pl **orientacja** (powierzchni)
pt **orientação** (de uma superfície)
sv **riktning** (av en yta)
zh 定向（曲面的）

102-04-37

surface orientée, f

surface pour laquelle l'une des deux orientations possibles a été choisie

NOTE L'orientation de la surface en un point est donnée par la direction de l'élément vectoriel de surface en ce point.

oriented surface

surface for which one of the two possible orientations has been chosen

NOTE The orientation of the surface at a point is given by the direction of the vector surface element at this point.

de **gerichtete Fläche**, f
es **superficie orientada**
pl **powierzchnia zorientowana**
pt **superfície orientada**
sv **riktad yta**
zh 定向曲面

102-04-38

surface cylindrique, f

surface engendrée par toutes les droites parallèles à une droite donnée qui rencontrent une courbe donnée

cylindrical surface

surface generated by all straight lines parallel to a given straight line and intersecting a given curve

de **Zylinderfläche**, f
es **superficie cilíndrica**
pl **powierzchnia cylindryczna**
pt **superfície cilíndrica**
sv **cylindrisk yta**
zh 柱面

102-04-39

domaine tridimensionnel, m
volume (déconseillé dans ce sens), m

ensemble de tous les points d'un espace affine à trois dimensions, d'un seul tenant et délimité par une ou plusieurs surfaces

three-dimensional domain
3-D domain
volume (deprecated in this sense)

set of all points of a three-dimensional point space, all in one piece, that is delimited by one or more surfaces

de **dreidimensionaler Raumbereich**, m; **Volumen** (in diesem Sinne abgelehnt)
es **dominio tridimensional**
pl **obszar trójwymiarowy**; objętość (termin nie zalecany w tym sensie)
pt **domínio tridimensional**
sv **3-D domän; tredimensionell domän**
zh 三维区域

102-04-40

symb.: V

volume, m

valeur positive unique, si elle existe, associée à un domaine tridimensionnel, avec les propriétés suivantes:

- pour un parallélépipède rectangle, la valeur est le produit des longueurs des côtés,
- pour une union disjointe de domaines, la valeur est la somme des valeurs qui leur sont associées,
- pour des domaines plus compliqués, la valeur peut être approchée par des sommes et donnée par une intégrale

NOTE 1 Le volume V du domaine tridimensionnel D est déterminé par l'intégrale de volume $\iiint_{\mathrm{D}} \mathrm{d}V$, où $\mathrm{d}V$ est l'élément de volume (102-05-10).

NOTE 2 Dans l'espace géométrique usuel, le volume est une grandeur ayant la dimension du cube d'une longueur.

volume

unique positive value, if it exists, associated with a three-dimensional domain, with the following properties:

- for a rectangular parallelepiped, the value is the product of the three side lengths,
- for a disjoint union of domains, the value is the sum of the values associated to these domains,
- for more complicated domains, the value can be approximated by sums and given by an integral

NOTE 1 The volume V of the three-dimensional domain D is determined by the volume integral $\iiint_{\mathrm{D}} \mathrm{d}V$, where $\mathrm{d}V$ is the volume element (102-05-10).

NOTE 2 In the usual geometrical space, the volume is a quantity of dimension length cubed.

de **Volumen**, n
es **volumen**
pl **objętość**
pt **volume**
sv **volym**
zh 体积

102-04-41

cylindre, m

domaine tridimensionnel limité par une surface cylindrique et deux plans parallèles non parallèles aux droites génératrices

NOTE L'intersection avec un plan perpendiculaire aux droites génératrices peut avoir une forme quelconque et n'est pas nécessairement un cercle.

cylinder

three-dimensional domain limited by a cylindrical surface and two parallel planes not parallel to the generating straight lines

NOTE The intersection with a plane perpendicular to the generating straight lines may have any shape and need not to be a circle.

de **Zylinder**, m
es **cilindro**
pl **cylinder**
pt **cilindro**
sv **cylinder**
zh 柱体

102-04-42

cylindre circulaire, m

cylindre dont l'intersection avec un plan perpendiculaire aux droites génératrices est un cercle

circular cylinder

cylinder the intersection of which with a plane perpendicular to the generating straight lines is a circle

de **Kreiszylinder**, m
es **cilindro circular**
pl **cylinder kołowy**
pt **cilindro circular**
sv **cirkulär cylinder**
zh 圆柱体

102-04-43

sphère, f

dans l'espace géométrique usuel, surface fermée formée des points dont la distance euclidienne à un point donné est égale à une longueur donnée

sphere

in the usual geometrical space, closed surface consisting of all points, the Euclidean distance of which to a given point is equal to a given length

de **Kugelfläche**, f
es **esfera**
pl **sfera**; **powierzchnia kulista**
pt **esfera**
sv **sfär**
zh 球面

102-04-44

boule, f
sphère (déconseillé dans ce sens), f

dans l'espace géométrique usuel, domaine tridimensionnel formé des points dont la distance euclidienne à un point donné est inférieure ou égale à une longueur donnée

ball
sphere (deprecated in this sense)

in the usual geometrical space, three-dimensional domain consisting of all points, the Euclidean distance of which to a given point is less than or equal to a given length

de **Kugel**, f
es **bola**
pl **kula**
pt **bola**
sv **klot**
zh 球

102-04-45

cône, m

domaine tridimensionnel délimité par des demi-droites qui ont pour origine un point commun, appelé sommet

NOTE Un cône est généralement décrit par son intersection avec un plan ou avec une sphère ayant son centre au sommet.

cone

three-dimensional domain delimited by half-lines which have a common point as origin, called apex

NOTE A cone is usually described by its intersection with a plane or a sphere with centre at the apex.

de **Kegel**, m
es **cono**
pl **stożek**
pt **cone**
sv **kon**
zh 锥体

102-04-46

angle solide, m

rapport de l'aire découpée par un cône sur une sphère ayant son centre au sommet du cône, au carré du rayon de la sphère

NOTE L'unité SI d'angle solide est le stéradian.

solid angle

ratio of the area cut out by a cone on a sphere with centre at the apex of the cone, to the square of the radius of the sphere

NOTE The SI unit of solid angle is the steradian.

de **Raumwinkel**, m
es **ángulo sólido**
pl **kąt bryłowy**
pt **ângulo sólido**
sv **rymdvinkel**
zh 立体角

102-04-47

symb.: sr

stéradian, m

angle solide d'un cône qui découpe sur une surface sphérique ayant son centre au sommet une aire égale au carré du rayon

NOTE Le stéradian est l'unité SI d'angle solide.

steradian

solid angle of a cone which cuts out on a spherical surface with centre at the apex an area equal to the square of the radius

NOTE The steradian is the SI unit of solid angle.

de **Steradiant**, m
es **estereorradián**
pl **steradian**
pt **esterradiano**
sv **steradian**
zh 球面度

102-04-48

symétrie, f

application d'un espace euclidien dans lui-même, autre que l'application identique, qui conserve les distances euclidiennes entre tous les couples de points et dont la composée avec elle-même est l'application identique

symmetry

mapping of a Euclidean space into itself, other than the identity, which preserves Euclidean distances between all pairs of points and for which the composite with itself is the identity

de **Symmetrie**, f
es **simetría**
pl **symetria**
pt **simetria**
sv **symmetri**
zh 对称

102-04-49

symétrique, adj

se dit d'un configuration de points de l'espace euclidien à trois dimensions lorsque la configuration est invariante par une application donnée de l'espace dans lui-même qui conserve les distances euclidiennes

NOTE Exemples:
- symétrique par translation pour une configuration périodique,
- symétrique par rotation de $2\pi/n$, où n est un entier, ou par toute rotation,
- symétrique par rapport à un plan,
- et leurs combinaisons.

symmetric, adj

pertains to a configuration of points in the Euclidean three-dimensional space when the configuration is unchanged by a given mapping of the space into itself which preserves Euclidean distances

NOTE Examples:
- symmetric by translation for a periodic configuration,
- symmetric by rotation of $2\pi/n$, where n is an integer, or by any rotation,
- symmetric by mirroring,
- and combinations thereof.

de **symmetrisch,** Adjektiv
es **simétrico**
pl **symetryczny**
pt **simétrico** *(adjectivo)*
sv **symmetrisk, adjektiv**
zh 对称的

102-04-50

symétrie par rapport à un point, f
symétrie centrale, f

symétrie qui associe à tout point M le point M′ tel qu'un point donné O soit le milieu du segment de droite MM′

symmetry with respect to a point

symmetry which associates with any point M the point M′ such that a given point O is the middle of the straight-line segment MM′

de **Punktsymmetrie**, f
es **simetría con respecto a un punto**
pl **symetria środkowa**; **symetria względem punktu**
pt **simetria em relação a um ponto; simetria central**
sv **symmetri med avseende på en punkt**
zh 关于点的对称

102-04-51

centre de symétrie, m

point tel qu'une partie donnée de l'espace soit invariante dans une symétrie par rapport à ce point

centre of symmetry

point such that a given portion of space is invariant by a symmetry with respect to this point

de **Symmetriezentrum**, n
es **centro de simetría**
pl **środek symetrii**
pt **centro de simetria**
sv **symmetricentrum**
zh 对称中心

102-04-52

symétrie par rapport à une droite, f
symétrie axiale, f

symétrie qui associe à tout point M le point M′ tel que le segment de droite MM′ soit perpendiculaire à une droite donnée et ait son milieu sur cette droite

symmetry with respect to a line

symmetry which associates with any point M the point M′ such that the straight-line segment MM′ is perpendicular to a given straight line and has its middle on this line

de **Achsensymmetrie**, f; **Axialsymmetrie**, f
es **simetría con respecto a una recta; simetría axial**
pl **symetria osiowa**; **symetria względem prostej**
pt **simetria em relação a uma recta; simetria axial**
sv **symmetri med avseende på en linje**
zh 关于直线的对称

102-04-53

axe de symétrie, m

droite telle qu'une partie donnée de l'espace soit invariante dans une symétrie par rapport à cette droite

axis of symmetry

straight line such that a given portion of space is invariant by a symmetry with respect to this line

de **Symmetrieachse**, f
es **eje de simetría**
pl **oś symetrii**
pt **eixo de simetria**
sv **symmetriaxel**
zh 对称轴

102-04-54

symétrie par rapport à un plan, f

symétrie qui associe à tout point M le point M′ tel que le segment de droite MM′ soit perpendiculaire à un plan donné et ait son milieu sur ce plan

symmetry with respect to a plane
mirror symmetry

symmetry which associates with any point M the point M′ such that the straight-line segment MM′ is perpendicular to a given plane and has its middle on this plane

de **Ebenensymmetrie**, f
es **simetría con respecto a un plano; simetría especular**
pl **symetria zwierciadlana**
pt **simetria em relação a um plano**
sv **spegelsymmetri; symmetri med avseende på ett plan**
zh 关于平面的对称；镜对称

102-04-55

plan de symétrie, m

plan tel qu'une partie donnée de l'espace soit invariante dans une symétrie par rapport à ce plan

plane of symmetry

plane such that a given portion of space is invariant by a symmetry with respect to this plane

de **Symmetrieebene**, f
es **plano de simetría**
pl **płaszczyzna symetrii**
pt **plano de simetria**
sv **symmetriplan**
zh 对称平面

Section 102-05 – Champs scalaires et vectoriels
Section 102-05 – Scalar and vector fields

102-05-01

symb.: ds

élément scalaire d'arc, m

en un point donné d'une courbe orientée donnée, différentielle de l'abscisse du point

NOTE Pour une courbe définie par le rayon vecteur $\boldsymbol{r}$ en fonction d'un paramètre u, l'élément scalaire d'arc est $\left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}u}\right|\mathrm{d}u$.

scalar line element

at a given point of a given oriented curve, differential of the abscissa of the point

NOTE For a curve defined by the position vector $\boldsymbol{r}$ as a function of a parameter u, the scalar line element is given by $\left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}u}\right|\mathrm{d}u$.

de **skalares Linienelement**, n
es **elemento escalar de línea; elemento escalar de arco**
pl **element różniczkowy skalarny krzywej**
pt **elemento escalar do arco**
sv **skalärt längdelement**
zh 标量线元素

102-05-02

élément vectoriel d'arc, m

vecteur réel tangent à une courbe orientée donnée en un point donné, dont la norme est la valeur absolue de l'élément scalaire d'arc au point donné et dont la direction correspond à l'orientation de la courbe

NOTE Un élément vectoriel d'arc est désigné de préférence par $\boldsymbol{e}_\mathrm{t}\,\mathrm{d}s$ ou par $\mathrm{d}\boldsymbol{r}$, ou parfois par $\boldsymbol{t}\,\mathrm{d}s$, où $\boldsymbol{e}_\mathrm{t} = \boldsymbol{t}$ est un vecteur unité tangent à la courbe, $\mathrm{d}s$ un élément scalaire d'arc, $\mathrm{d}\boldsymbol{r}$ la différentielle du rayon vecteur $\boldsymbol{r}$ décrivant la courbe par rapport à un point origine.

vector line element
vector path element

real vector being tangent to a given oriented curve at a given point, the magnitude of which is the absolute value of the scalar line element at the given point and the direction of which corresponds to the orientation of the curve

NOTE A vector line element is preferably designated by $\boldsymbol{e}_\mathrm{t}\,\mathrm{d}s$ or by $\mathrm{d}\boldsymbol{r}$, or sometimes by $\boldsymbol{t}\,\mathrm{d}s$, where $\boldsymbol{e}_\mathrm{t} = \boldsymbol{t}$ is a unit vector tangential to the curve, $\mathrm{d}s$ is a scalar line element, $\mathrm{d}\boldsymbol{r}$ is the differential of the position vector $\boldsymbol{r}$ describing the curve with respect to an origin point.

de **vektorielles Linienelement**, n
es **elemento vectorial de línea; elemento vectorial de arco**
pl **element różniczkowy wektorowy krzywej**
pt **elemento vectorial do arco**
sv **vektoriellt längdelement**
zh 向量线元素；向量路径元素

102-05-03

intégrale curviligne, f
intégrale de ligne, f

intégrale étendue à un arc d'une courbe orientée, dont l'élément différentiel est un produit quelconque d'un scalaire, d'un vecteur ou d'un tenseur par l'élément scalaire d'arc ou l'élément vectoriel d'arc

NOTE L'intégrale curviligne peut être un scalaire, un vecteur ou un tenseur suivant la nature du produit considéré.

line integral

integral extended along a portion of an oriented curve, the differential element of which is any type of product of a scalar, a vector or a tensor, by the scalar line element or the vector line element

NOTE The line integral may be a scalar, a vector or a tensor according to the kind of product.

de **Linienintegral**, n
es **integral de línea**
pl **całka krzywoliniowa**
pt **integral de linha**
sv **linjeintegral, kurvintegral**
zh 线积分

102-05-04

circulation (1), f

intégrale curviligne dont l'élément différentiel est le produit scalaire d'un vecteur par l'élément vectoriel d'arc

NOTE La circulation du vecteur $\boldsymbol{V}$ le long de la courbe orientée Γ est notée $\int_{\Gamma} \boldsymbol{V} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{r}$.

scalar line integral oriented

line integral, the differential element of which is the scalar product of a vector and the vector line element

NOTE The scalar line integral along the oriented curve Γ of the vector $\boldsymbol{V}$ is denoted by $\int_{\Gamma} \boldsymbol{V} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{r}$.

de **skalares Linienintegral**, n
es **integral de línea orientada; circulación** (1)
pl **całka krzywoliniowa po drodze zamkniętej**; **cyrkulacja** (1)
pt **circulação** (1)
sv **riktad skalär linje integral, riktad skalär kurvintegral**
zh 标量的定向线积分

102-05-05

circulation (2), f

intégrale curviligne le long d'une courbe fermée, dont l'élément différentiel est le produit scalaire d'un vecteur par l'élément vectoriel d'arc

NOTE La circulation du vecteur $\boldsymbol{V}$ le long de la courbe fermée orientée Γ est notée $\oint_{\Gamma} \boldsymbol{V} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{r}$.

circulation

line integral along a closed curve, the differential element of which is the scalar product of a vector and the vector line element

NOTE The scalar line integral along the oriented closed curve Γ of the vector $\boldsymbol{V}$ is denoted by $\oint_\Gamma \boldsymbol{V} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{r}$.

de **Umlaufintegral**, n
es **circulación** (2)
pl **cyrkulacja** (2)
pt **circulação** (2)
sv **sluten linjeintegral**
zh 环路积分

102-05-06

symb.: $\mathrm{d}A$

élément scalaire de surface, m

en un point donné d'une surface donnée, aire d'un élément de cette surface contenant le point et contenu dans une sphère de rayon infinitésimal

NOTE 1 Pour une surface définie par $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u,v)$, où $(u,v) \in \mathrm{U} \subseteq \mathbf{R}^2$, l'élément scalaire de surface est

$$\left|\frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial u} \times \frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial v}\right| \cdot \mathrm{d}u\,\mathrm{d}v .$$

NOTE 2 Pour une surface définie par l'équation $z = f(x, y)$, l'élément scalaire de surface est

$$\sqrt{1+\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y .$$

scalar surface element

at a given point of a given surface, area of a surface element containing the point and contained in a sphere of infinitesimal radius

NOTE 1 For a surface defined by $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u,v)$ where $(u,v) \in \mathrm{U} \subseteq \mathbf{R}^2$, the scalar surface element is given by

$$\left|\frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial u} \times \frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial v}\right| \cdot \mathrm{d}u\,\mathrm{d}v .$$

NOTE 2 For a surface defined by the equation $z = f(x, y)$, the scalar surface element is given by

$$\sqrt{1+\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y .$$

de **skalares Flächenelement**, n
es **elemento escalar de superficie**
pl **element różniczkowy skalarny powierzchni**
pt **elemento escalar de superfície**
sv **skalärt ytelement**
zh 标量曲面元素

102-05-07

élément vectoriel de surface, m

dans l'espace euclidien à trois dimensions, vecteur normal à une surface donnée en un point donné, dont la norme est l'élément scalaire de surface au point donné

NOTE 1 Lorsque l'orientation de l'espace est définie par un trièdre direct, la direction de l'élément vectoriel de surface définit l'orientation de la surface en ce point comme étant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour un observateur regardant dans la direction opposée de celle du vecteur.

NOTE 2 Pour une surface définie par $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u,v)$, où $(u,v) \in \mathrm{U} \subseteq \mathbf{R}^2$, l'élément vectoriel de surface est $\frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial u} \times \frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial v} \cdot \mathrm{d}u\,\mathrm{d}v$.

NOTE 3 Un élément vectoriel de surface est désigné de préférence par $\boldsymbol{e}_\mathrm{n}\,\mathrm{d}A$ ou parfois par $\boldsymbol{n}\,\mathrm{d}A$, où $\boldsymbol{e}_\mathrm{n} = \boldsymbol{n}$ est un vecteur unité normal à la surface et où $\mathrm{d}A$ est un élément scalaire de surface.

vector surface element

in the three-dimensional Euclidean space, vector normal to a given surface at a given point, the magnitude of which is the scalar surface element at the given point

NOTE 1 When the space orientation is defined by a right-handed trihedron, the direction of the vector surface element defines the orientation of the surface at that point as being in the anti-clockwise direction for an observer looking in the direction opposite to that of the vector.

NOTE 2 For a surface defined by $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{f}(u,v)$ where $(u,v) \in \mathrm{U} \subseteq \mathbf{R}^2$, the vector surface element is given by $\frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial u} \times \frac{\partial \boldsymbol{f}}{\partial v} \cdot \mathrm{d}u\,\mathrm{d}v$.

NOTE 3 A vector surface element is preferably designated by $\boldsymbol{e}_\mathrm{n}\,\mathrm{d}A$ or sometimes by $\boldsymbol{n}\,\mathrm{d}A$, where $\boldsymbol{e}_\mathrm{n} = \boldsymbol{n}$ is a unit vector normal to the surface and $\mathrm{d}A$ is a scalar surface element.

de **vektorielles Flächenelement**, n
es **elemento vectorial de superficie**
pl **element różniczkowy wektorowy powierzchni**
pt **elemento vectorial de superfície**
sv **vektoriellt ytelement**
zh 向量曲面元素

102-05-08

intégrale de surface, f

intégrale étendue à une portion d'une surface, dont l'élément différentiel est un produit quelconque d'un scalaire, d'un vecteur ou d'un tenseur par l'élément scalaire de surface ou l'élément vectoriel de surface

NOTE Cette intégrale peut être un scalaire, un vecteur ou un tenseur suivant la nature du produit considéré.

surface integral

integral over a portion of a surface, the differential element of which is any type of the product of a scalar, a vector or a tensor by the scalar surface element or the vector surface element

NOTE This integral may be a scalar, a vector or a tensor according to the kind of product.

de **Flächenintegral**, n
es **integral de superficie**
pl **całka powierzchniowa**
pt **integral de superfície**
sv **ytintegral**
zh 曲面积分

102-05-09

flux (d'un vecteur), m

intégrale de surface dont l'élément différentiel est le produit scalaire d'un vecteur par l'élément vectoriel de surface

NOTE Le flux du vecteur $\boldsymbol{V}$ à travers la surface S est noté $\iint_S \boldsymbol{V} \cdot \boldsymbol{e}_\mathrm{n} \, \mathrm{d}A$. Si la surface est fermée, le flux est noté $\oiint_S \boldsymbol{V} \cdot \boldsymbol{e}_\mathrm{n} \, \mathrm{d}A$.

flux (of a vector)

surface integral, the differential element of which is the scalar product of a vector and the vector surface element

NOTE The flux through a surface S of the vector $\boldsymbol{V}$ is denoted by $\iint_S \boldsymbol{V} \cdot \boldsymbol{e}_\mathrm{n} \, \mathrm{d}A$. If the surface is closed, the flux is denoted by $\oiint_S \boldsymbol{V} \cdot \boldsymbol{e}_\mathrm{n} \, \mathrm{d}A$.

de **Fluss** (eines Vektors), m
es **flujo** (de un vector)
pl **strumień** (wektora)
pt **fluxo** (de um vector)
sv **flöde** (av ett vektorfält)r
zh 通量（向量的）

102-05-10

symb.: $\mathrm{d}V$

élément de volume, m

scalaire associé à un point donné, égal au volume d'un élément tridimensionnel contenant le point et contenu dans une sphère de rayon infinitésimal

NOTE Dans un système de coordonnées cartésiennes orthonormées, l'élément de volume est $\mathrm{d}V = \mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$.

volume element

scalar associated to a given point, equal to the volume of a three-dimensional element containing the point and contained in a sphere of infinitesimal radius

NOTE With an orthonormal Cartesian coordinate system, the element of volume is $\mathrm{d}V = \mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$.

de **Volumenelement**, n
es **elemento de volumen**
pl **element różniczkowy objętościowy**
pt **elemento de volume**
sv **volymelement**
zh 体积元素

102-05-11

intégrale de volume, f

intégrale étendue à un domaine tridimensionnel donné, dont l'élément différentiel est le produit d'un scalaire, d'un vecteur ou d'un tenseur par l'élément de volume

NOTE Cette intégrale peut être un scalaire, un vecteur ou un tenseur suivant la nature du produit considéré.

volume integral

integral over a given three-dimensional domain, the differential element of which is the product of a scalar, a vector or a tensor and the volume element

NOTE This integral may be a scalar, a vector or a tensor according to the kind of product.

de **Volumenintegral**, n
es **integral de volumen**
pl **całka objętościowa**
pt **integral de volume**
sv **volymintegral**
zh 体积积分

102-05-12

champ (1), m

fonction qui attribue un scalaire, un vecteur ou un tenseur, ou un ensemble de tels éléments liés entre eux, à chaque point d'un domaine déterminé de l'espace euclidien à trois dimensions

NOTE 1 Un champ peut représenter un phénomène physique, comme par exemple un champ de pression acoustique, un champ de pesanteur, le champ magnétique terrestre, un champ électromagnétique.

NOTE 2 En anglais, le terme « field » a aussi en mathématiques le sens de « corps » (voir 102-02-18, Note 2).

field

function that attributes a scalar, a vector or a tensor, or an interrelated set of such elements, to each point in a given region of the three-dimensional Euclidean space

NOTE 1 A field may represent a physical phenomenon such as an acoustic pressure field, a gravity field, the Earth's magnetic field, an electromagnetic field.

NOTE 2 In English, the term "field" has also another meaning in mathematics (in French "corps"), see 102-02-18, Note 2.

de **Feld**, n
es **campo** (1)
pl **pole** (2)
pt **campo** (1)
sv **fält**
zh 场

102-05-13

champ scalaire, m

champ (1) selon lequel un scalaire est attribué à chaque point d'un domaine déterminé de l'espace euclidien à trois dimensions

scalar field

field in which a scalar is attributed to each point in a given region of the three-dimensional Euclidean space

de **Skalarfeld**, n
es **campo escalar**
pl **pole skalarne**
pt **campo escalar**
sv **skalärfält**
zh 标量场

102-05-14

champ vectoriel, m

champ (1) selon lequel un vecteur est attribué à chaque point d'un domaine déterminé de l'espace euclidien à trois dimensions

vector field

field in which a vector is attributed to each point in a given region of the three-dimensional Euclidean space

de **Vektorfeld**, n
es **campo vectorial**
pl **pole wektorowe**
pt **campo vectorial**
sv **vektorfält**
zh 向量场

102-05-15

ligne de champ, f

dans un champ vectoriel, courbe dont la tangente en chaque point supporte le vecteur de champ en ce point

field line

in a vector field, path for which the tangent at each point carries the vector of the vector field quantity at that point

de **Feldlinie**, f
es **línea de campo**
pl **linia pola**
pt **linha de campo**
sv **fältlinje**
zh 场线

102-05-16

champ tensoriel, m

champ (1) selon lequel un tenseur est attribué à chaque point d'un domaine déterminé de l'espace euclidien à trois dimensions

tensor field

field in which a tensor is attributed to each point in a given region of the three-dimensional Euclidean space

de **Tensorfeld**, n
es **campo tensorial**
pl **pole tensorowe**
pt **campo tensorial**
sv **tensorfält**
zh 张量场

102-05-17

champ (2), m

grandeur scalaire, vectorielle ou tensorielle, qui existe en chaque point d'un domaine déterminé de l'espace et qui dépend de la position de ce point

NOTE 1 Un champ peut être une fonction du temps ou de tout autre paramètre.

NOTE 2 En anglais le terme « field quantity », en français « grandeur de champ », est aussi utilisé dans la CEI 60027-3 pour désigner une grandeur telle que tension électrique, courant électrique, pression acoustique, champ électrique, dont le carré est proportionnel à une puissance dans les systèmes linéaires, tandis que les grandeurs proportionnelles à une puissance sont appelées « grandeurs de puissance », que les grandeurs dépendent ou non de la position d'un point.

field quantity

scalar, vector or tensor quantity, existing at each point of a defined space region and depending on the position of the point

NOTE 1 A field quantity may be a function of time or any other parameter.

NOTE 2 In English the term "field quantity", in French "grandeur de champ", is also used in IEC 60027-3 to denote a quantity such as voltage, electric current, sound pressure, electric field strength, the square of which in linear systems is proportional to power, whereas quantities proportional to power are called "power quantities", whether or not the quantities depend on the position of a point.

de **Feldgröße**, f
es **campo** (2)**; magnitud de campo**
pl **wielkość pola**; pole (termin nie zalecany w tym sensie)
pt **campo** (2)
sv **fältstorhet**
zh 场量

102-05-18

symb.: ∇

opérateur nabla, m
nabla, m

notation symbolique exprimée formellement comme un vecteur, utilisée pour représenter des opérateurs différentiels scalaires ou vectoriels s'appliquant en tout point d'un domaine déterminé de l'espace à des scalaires ou à des vecteurs, et qui, en coordonnées cartésiennes orthonormées, est représentée par

$$\nabla = \boldsymbol{e}_x \frac{\partial}{\partial x} + \boldsymbol{e}_y \frac{\partial}{\partial y} + \boldsymbol{e}_z \frac{\partial}{\partial z}$$

où $\boldsymbol{e}_x, \boldsymbol{e}_y, \boldsymbol{e}_z$ sont les vecteurs unités des axes x, y, z

NOTE Il est recommandé d'imprimer le symbole ∇ en gras.

nabla operator
nabla

symbolic notation expressed formally as a vector, used to denote scalar or vector differential operators operating at each point of a given space region on scalars or vectors, and which, in orthonormal Cartesian coordinates, is represented by

$$\nabla = \boldsymbol{e}_x \frac{\partial}{\partial x} + \boldsymbol{e}_y \frac{\partial}{\partial y} + \boldsymbol{e}_z \frac{\partial}{\partial z}$$

where $\boldsymbol{e}_x, \boldsymbol{e}_y, \boldsymbol{e}_z$ are unit vectors along the x, y, z axes

NOTE It is recommended to print the symbol ∇ in boldface.

de **Nabla**, n; **Nabla-Operator**, m; **Differentialoperator**, m
es **operador nabla; nabla**
pl **operator nabla**; **nabla**
pt **operador nabla**
sv **nabla; nabla operator**
zh 纳布拉算子

102-05-19

gradient, m

vecteur **grad** f associé en chaque point d'un domaine déterminé de l'espace à un scalaire f, dont la direction est normale à la surface sur laquelle le champ scalaire a une valeur constante, dans le sens des valeurs croissantes de f, et dont la norme est égale à la valeur absolue de la dérivée de f par rapport à la distance dans cette direction normale

NOTE 1 Le gradient exprime la variation du champ scalaire entre le point donné et un point situé à une distance infinitésimale $\mathrm{d}s$ dans la direction d'un vecteur unité donné $\boldsymbol{e}$ par le produit scalaire $\mathrm{d}f = \mathbf{grad}\, f \cdot \boldsymbol{e}\,\mathrm{d}s$.

NOTE 2 En coordonnées cartésiennes orthonormées, les trois coordonnées du gradient sont: $\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z}$.

NOTE 3 Le gradient du champ scalaire f est noté $\mathbf{grad}\, f$ ou ∇f.

gradient

vector **grad** f associated at each point of a given space region with a scalar f, having a direction normal to the surface on which the scalar field has a constant value, in the sense of increasing value of f, and a magnitude equal to the absolute value of the derivative of f with respect to distance in this normal direction

NOTE 1 The gradient expresses the variation of the scalar field quantity from the given point to a point at an infinitesimal distance $\mathrm{d}s$ in the direction of a given unit vector $\boldsymbol{e}$ by the scalar product $\mathrm{d}f = \mathbf{grad}\, f \cdot \boldsymbol{e}\,\mathrm{d}s$.

NOTE 2 In orthonormal Cartesian coordinates, the three coordinates of the gradient are: $\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z}$.

NOTE 3 The gradient of the scalar field f is denoted $\mathbf{grad}\, f$ or ∇f.

de **Gradient**, m
es **gradiente**
pl **gradient**
pt **gradiente**
sv **gradient**
zh 梯度

102-05-20

divergence, f

scalaire $\operatorname{div}\boldsymbol{U}$ associé en chaque point d'un domaine déterminé de l'espace à un vecteur $\boldsymbol{U}$, égal à la limite du quotient du flux du vecteur sortant d'une surface fermée S par le volume de l'intérieur de la surface lorsque toutes ses dimensions géométriques tendent vers zéro:

$$\operatorname{div}\boldsymbol{U} = \lim_{V\to 0}\frac{1}{V}\oiint_{S}\boldsymbol{U}\cdot\boldsymbol{e}_{\mathrm{n}}\,\mathrm{d}A$$

où $\boldsymbol{e}_{\mathrm{n}}\,\mathrm{d}A$ est l'élément vectoriel de surface orienté vers l'extérieur et V est le volume

NOTE 1 En coordonnées cartésiennes orthonormées, la divergence est:

$$\operatorname{div}\boldsymbol{U} = \frac{\partial U_x}{\partial x}+\frac{\partial U_y}{\partial y}+\frac{\partial U_z}{\partial z}.$$

NOTE 2 La divergence du champ vectoriel $\boldsymbol{U}$ est notée $\operatorname{div}\boldsymbol{U}$ ou $\nabla\cdot\boldsymbol{U}$.

divergence

scalar $\operatorname{div}\boldsymbol{U}$ associated at each point of a given space region with a vector $\boldsymbol{U}$, equal to the limit of the flux of the vector which emerges from a closed surface S, divided by the volume of the interior of the surface when all its geometrical dimensions become infinitesimal:

$$\operatorname{div}\boldsymbol{U} = \lim_{V\to 0}\frac{1}{V}\oiint_{S}\boldsymbol{U}\cdot\boldsymbol{e}_{\mathrm{n}}\,\mathrm{d}A$$

where $\boldsymbol{e}_{\mathrm{n}}\,\mathrm{d}A$ is the vector surface element oriented outwards and V is the volume

NOTE 1 In orthonormal Cartesian coordinates, the divergence is:

$$\operatorname{div}\boldsymbol{U} = \frac{\partial U_x}{\partial x}+\frac{\partial U_y}{\partial y}+\frac{\partial U_z}{\partial z}.$$

NOTE 2 The divergence of the vector field $\boldsymbol{U}$ is denoted $\operatorname{div}\boldsymbol{U}$ or $\nabla\cdot\boldsymbol{U}$.

de **Divergenz**, f
es **divergencia**
pl **dywergencja**
pt **divergência**
sv **divergens**
zh 散度

102-05-21

champ solénoïdal, m
champ à flux conservatif, m

champ vectoriel dont la divergence est nulle

solenoidal field
zero-divergence field

vector field characterized by a vector having zero divergence

de **quellenfreies Feld**, n
es **campo solenoidal; campo de flujo conservativo**
pl **pole bezźródłowe**; **pole solenoidalne**
pt **campo solenoidal; campo de divergência nula**
sv **divergensfritt fält**
zh 无散场；零散度场

102-05-22

rotationnel, m

vecteur $\mathbf{rot}\,\boldsymbol{U}$ associé en tout point d'un domaine déterminé de l'espace à un vecteur $\boldsymbol{U}$, égal à la limite du quotient de l'intégrale, sur une surface fermée S, du produit vectoriel de l'élément vectoriel de surface et du vecteur $\boldsymbol{U}$, par le volume de l'intérieur de la surface, lorsque celle-ci est contenue dans une sphère dont le rayon tend vers zéro:

$$\mathbf{rot}\,U = \lim_{V \to 0} \frac{1}{V} \oiint_{S} \boldsymbol{e}_{\mathrm{n}} \times \boldsymbol{U}\,\mathrm{d}A$$

où $\boldsymbol{e}_{\mathrm{n}}\mathrm{d}A$ est l'élément vectoriel de surface orienté vers l'extérieur et V est le volume

NOTE 1 En coordonnées cartésiennes orthonormées, les trois coordonnées du rotationnel sont $\frac{\partial U_z}{\partial y} - \frac{\partial U_y}{\partial z}, \frac{\partial U_x}{\partial z} - \frac{\partial U_z}{\partial x}, \frac{\partial U_y}{\partial x} - \frac{\partial U_x}{\partial y}$.

NOTE 2 Le rotationnel d'un vecteur polaire est un vecteur axial et celui d'un vecteur axial est un vecteur polaire.

NOTE 3 Le rotationnel du champ vectoriel $\boldsymbol{U}$ est noté $\mathbf{rot}\,\boldsymbol{U}$ ou $\nabla \times \boldsymbol{U}$. Dans certains textes anglais, il est noté $\mathbf{curl}\,\boldsymbol{U}$.

rotation
curl

vector $\mathbf{rot}\,\boldsymbol{U}$ associated at each point of a given space region with a vector $\boldsymbol{U}$, equal to the limit of the integral over a closed surface S of the vector product of the vector surface element and the vector $\boldsymbol{U}$, divided by the volume of the interior of the surface, when the surface is contained in a sphere the radius of which tends to zero:

$$\mathbf{rot}\,U = \lim_{V \to 0} \frac{1}{V} \oiint_{S} \boldsymbol{e}_{\mathrm{n}} \times \boldsymbol{U}\,\mathrm{d}A$$

where $\boldsymbol{e}_{\mathrm{n}}\mathrm{d}A$ is the vector surface element oriented outwards and V is the volume

NOTE 1 In orthonormal Cartesian coordinates, the three coordinates of the rotation are: $\frac{\partial U_z}{\partial y} - \frac{\partial U_y}{\partial z}, \frac{\partial U_x}{\partial z} - \frac{\partial U_z}{\partial x}, \frac{\partial U_y}{\partial x} - \frac{\partial U_x}{\partial y}$.

NOTE 2 The rotation of a polar vector is an axial vector and the rotation of an axial vector is a polar vector.

NOTE 3 The rotation of the vector field $\boldsymbol{U}$ is denoted by $\mathbf{rot}\,\boldsymbol{U}$ or $\nabla \times \boldsymbol{U}$. In some English texts, the rotation is denoted by $\mathbf{curl}\,\boldsymbol{U}$.

de **Rotor**, m; **Rotation**, f
es **rotacional**
pl **rotacja**
pt **rotacional**
sv **rotation**
zh 旋度

102-05-23

champ irrotationnel, m

champ vectoriel dont le rotationnel est nul

NOTE Pour un champ irrotationnel statique, on peut aussi employer le terme « champ conservatif », au sens de conservation de l'énergie.

irrotational field

vector field characterized by a vector having zero rotation

NOTE For a static irrotational field, the term "conservative field" is also used, meaning conservation of energy.

de **wirbelfreies Feld**, n
es **campo irrotacional**
pl **pole bezwirowe**
pt **campo irrotacional**
sv **rotationsfritt fält**
zh 无旋场

102-05-24

potentiel, m
potentiel scalaire, m

en tout point d'un domaine déterminé de l'espace, scalaire φ dont l'opposé du gradient est le vecteur $\boldsymbol{U}$ d'un champ irrotationnel donné: $\boldsymbol{U} = -\,\mathbf{grad}\,\varphi$

NOTE 1 On dit que le champ vectoriel donné $\boldsymbol{U}$ dérive du potentiel scalaire φ.

NOTE 2 Le potentiel scalaire n'est pas unique puisqu'un scalaire constant quelconque peut être ajouté à un potentiel scalaire donné sans changer son gradient.

NOTE 3 Un exemple de potentiel scalaire est le potentiel électrique, dont l'opposé du gradient est le champ électrique.

NOTE 4 Le terme « potentiel scalaire » n'est employé à la place du terme « potentiel » que pour le distinguer du terme « potentiel vecteur ».

potential
scalar potential

at each point of a given space region, scalar φ the negative of the gradient of which is the vector $\boldsymbol{U}$ of a given irrotational field: $\boldsymbol{U} = -\,\mathbf{grad}\,\varphi$

NOTE 1 The given vector field $\boldsymbol{U}$ is said to be derived from the scalar potential φ.

NOTE 2 The scalar potential is not unique since any constant scalar can be added to a given scalar potential without changing its gradient.

NOTE 3 An example of scalar potential is the electric potential, the negative of the gradient of which is the electric field strength.

NOTE 4 The term "scalar potential" is only used in place of the term "potential" to distinguish it from the term "vector potential".

de **Potential**, n; **skalares Potential**, n
es **potencial; potencial escalar**
pl **potencjał skalarny**; **potencjał**
pt **potencial; potencial escalar**
sv **potential; skalär potential**
zh 位势；标量位势

102-05-25

équipotentiel, adj

qualifie un ensemble de points qui sont tous au même potentiel scalaire

equipotential, adj

pertaining to a set of points all of which are at the same scalar potential

de **Äquipotential...** (in Zusammensetzungen)
es **equipotencial**
pl **ekwipotencjalny**
pt **equipotencial**
sv **ekvipotential, adjektiv**
zh 等势的

102-05-26

potentiel vecteur, m

en tout point d'un domaine déterminé de l'espace, vecteur $\boldsymbol{U}$ dont le rotationnel est le vecteur $\boldsymbol{V}$ d'un champ solénoïdal donné: $\boldsymbol{V} = \mathbf{rot}\,\boldsymbol{U}$

NOTE 1 On dit que le champ vectoriel donné dérive du potentiel vecteur.

NOTE 2 Le potentiel vecteur n'est pas unique puisqu'un champ irrotationnel quelconque peut être ajouté à un potentiel vecteur donné sans changer son rotationnel. Le potentiel vecteur est souvent choisi de telle sorte que sa divergence soit nulle.

NOTE 3 Le potentiel vecteur est utilisé, par exemple, pour représenter le potentiel vecteur magnétique ($\boldsymbol{A}$), dont le rotationnel est l'induction magnétique ($\boldsymbol{B}$).

vector potential

at each point of a given space region, vector $\boldsymbol{U}$, the rotation of which is the vector $\boldsymbol{V}$ of a given solenoidal field: $\boldsymbol{V} = \mathbf{rot}\,\boldsymbol{U}$

NOTE 1 The given vector field is said to be derived from the vector potential.

NOTE 2 The vector potential is not unique since any irrotational field can be added to a given vector potential without changing its rotation. The vector potential is often chosen so that its divergence is zero.

NOTE 3 The vector potential is used, for example, to represent the magnetic vector potential ($\boldsymbol{A}$), the rotation of which is the magnetic flux density ($\boldsymbol{B}$).

de **Vektorpotential**, n
es **potencial vector**
pl **potencjał wektorowy**
pt **potencial vector**
sv **vektor potential**
zh 向量位势

102-05-27

opérateur laplacien, m
laplacien, m

notation symbolique exprimée formellement comme un scalaire, s'appliquant en tout point d'un domaine déterminé de l'espace à des scalaires ou à des vecteurs, et qui, en coordonnées cartésiennes orthonormées, est représentée par

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

NOTE L'opérateur laplacien est noté Δ, ∇^2 ou $\nabla \cdot \nabla$.

Laplacian operator
Laplacian

symbolic notation expressed formally as a scalar, operating at each point of a given space region on scalars or vectors, and which, in orthonormal Cartesian coordinates, is represented by

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

NOTE The Laplacian operator is denoted by Δ, ∇^2 or $\nabla \cdot \nabla$.

de **Laplace-Operator**, m
es **operador laplaciana; laplaciana**
pl **laplasjan**; **operator Laplace'a**
pt **operador laplaciano; laplaciano**
sv **Laplaceoperator**
zh 拉普拉斯算子

102-05-28

laplacien scalaire, m

scalaire Δf associé en chaque point d'un domaine déterminé de l'espace à un scalaire f, défini par la divergence du gradient du champ scalaire: $\Delta f = \operatorname{div} \mathbf{grad}\, f$

NOTE 1 En coordonnées cartésiennes orthonormées, le laplacien scalaire est:

$$\Delta f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2}.$$

NOTE 2 Le laplacien scalaire du champ scalaire f est noté Δf ou $\nabla^2 f$, où Δ est l'opérateur laplacien.

Laplacian (of a scalar field)

scalar Δf associated at each point of a given space region with a scalar f, equal to the divergence of the gradient of the scalar field: $\Delta f = \operatorname{div} \mathbf{grad}\, f$

NOTE 1 In orthonormal Cartesian coordinates, the Laplacian of a scalar field quantity is:

$$\Delta f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2}.$$

NOTE 2 The Laplacian of the scalar field f is denoted Δf or $\nabla^2 f$, where Δ is the Laplacian operator.

de **Laplace-Operator** (angewandt auf eine skalare Feldgröße), m; **skalarer Laplace-Operator**, m
es **laplaciana escalar; laplaciana de un campo escalar**
pl **laplasjan skalarny**
pt **laplaciano escalar**
sv **Laplaceoperator** (på ett skalärfält)
zh 拉普拉斯算子（标量场的）

102-05-29

laplacien vectoriel, m

vecteur $\Delta \boldsymbol{U}$ associé en chaque point d'un domaine déterminé de l'espace à un vecteur $\boldsymbol{U}$, égal à la différence entre le gradient de la divergence du champ vectoriel et le rotationnel du rotationnel de ce champ:

$$\Delta \boldsymbol{U} = \mathbf{grad}\,\mathrm{div}\,\boldsymbol{U} - \mathbf{rot}\,\mathbf{rot}\,\boldsymbol{U}$$

NOTE 1 En coordonnées cartésiennes orthonormées, les trois coordonnées du laplacien vectoriel sont:

$$\frac{\partial^2 U_x}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 U_x}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 U_x}{\partial z^2},\quad \frac{\partial^2 U_y}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 U_y}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 U_y}{\partial z^2},\quad \frac{\partial^2 U_z}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 U_z}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 U_z}{\partial z^2}.$$

NOTE 2 Le laplacien vectoriel du champ vectoriel $\boldsymbol{U}$ est noté $\Delta \boldsymbol{U}$ ou $\nabla^2 \boldsymbol{U}$, où Δ est l'opérateur laplacien.

Laplacian (of a vector field)

vector $\Delta \boldsymbol{U}$ associated at each point of a given space region with a vector $\boldsymbol{U}$, equal to the gradient of the divergence of the vector field minus the rotation of the rotation of this vector field:

$$\Delta \boldsymbol{U} = \mathbf{grad}\,\mathrm{div}\,\boldsymbol{U} - \mathbf{rot}\,\mathbf{rot}\,\boldsymbol{U}$$

NOTE 1 In orthonormal Cartesian coordinates, the three components of the Laplacian of a vector field are:

$$\frac{\partial^2 U_x}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 U_x}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 U_x}{\partial z^2},\quad \frac{\partial^2 U_y}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 U_y}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 U_y}{\partial z^2},\quad \frac{\partial^2 U_z}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 U_z}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 U_z}{\partial z^2}.$$

NOTE 2 The Laplacian of the vector field $\boldsymbol{U}$ is denoted by $\Delta \boldsymbol{U}$ or $\nabla^2 \boldsymbol{U}$, where Δ is the Laplacian operator.

de **Laplace-Operator** (angewandt auf eine vektorielle Feldgröße), m;
vektorieller Laplace-Operator, m
es **laplaciana vectorial; laplaciana de un campo vectorial**
pl **laplasjan wektorowy**
pt **laplaciano vectorial**
sv **Laplaceoperator** (på ett vektorfält)
zh 拉普拉斯算子（向量场的）

102-05-30

théorème de la divergence, m
théorème d'Ostrogradski, m

pour un champ vectoriel $\boldsymbol{U}$ qui est donné en tout point d'un domaine tridimensionnel V délimité par une surface fermée S orientée vers l'extérieur, théorème énonçant que l'intégrale de volume étendue à V de la divergence du champ $\boldsymbol{U}$ est égale au flux de ce champ à travers la surface S:

$$\iiint_{\mathrm{V}} \operatorname{div} \boldsymbol{U} \, \mathrm{d}V = \oiint_{\mathrm{S}} \boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{e}_{\mathrm{n}} \, \mathrm{d}A$$

où $\mathrm{d}V$ est l'élément de volume et $\boldsymbol{e}_{\mathrm{n}} \, \mathrm{d}A$ est l'élément vectoriel de surface

NOTE 1 Le théorème de la divergence peut être généralisé à l'espace euclidien à n dimensions.

NOTE 2 En électrostatique, le théorème de la divergence est appliqué pour exprimer que le flux électrique sortant d'une surface fermée est égal à la charge électrique totale contenue dans le domaine délimité par la surface. Il est alors appelé « théorème de Gauss ».

NOTE 3 Le théorème de la divergence est parfois appelé en anglais « Ostrogradsky theorem ».

divergence theorem
Gauss theorem

for a vector field $\boldsymbol{U}$ that is given at each point of a three-dimensional domain V limited by a closed surface S having an orientation towards exterior, theorem stating that the volume integral over V of the divergence of the field $\boldsymbol{U}$ is equal to the flux of this field through the surface S:

$$\iiint_{\mathrm{V}} \operatorname{div} \boldsymbol{U} \, \mathrm{d}V = \oiint_{\mathrm{S}} \boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{e}_{\mathrm{n}} \, \mathrm{d}A$$

where $\mathrm{d}V$ is the volume element and $\boldsymbol{e}_{\mathrm{n}} \, \mathrm{d}A$ is the vector surface element

NOTE 1 The divergence theorem can be generalized to the n-dimensional Euclidean space.

NOTE 2 In electrostatics, the divergence theorem is applied to express that the electric flux through a closed surface is equal to the total electric charge in the domain enclosed by the surface. It is then called "Gauss law".

NOTE 3 The divergence theorem is sometimes called in English “Ostrogradsky theorem”.

de **Gaußscher Integralsatz**, m; **Satz von Gauß-Ostrogradski**, m
es **teorema de la divergencia; teorema de Gauss-Ostrogradski**
pl **twierdzenie Gaussa**
pt **teorema da divergência; teorema de Gauss**
sv **Gauss sats**
zh 散度定理；高斯定理

102-05-31

théorème de Stokes, m
théorème d'Ampère-Stokes, m

pour un champ vectoriel $\boldsymbol{U}$ qui est donné en tout point d'une surface S délimitée par une courbe fermée orientée C, théorème énonçant que l'intégrale de surface étendue à S du rotationnel du champ $\boldsymbol{U}$ est égal à l'intégrale curviligne de ce champ le long de la courbe C:

$$\iint_{\mathrm{S}} \mathbf{rot}\, \boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{e}_{\mathrm{n}}\, \mathrm{d}A = \oint_{\mathrm{C}} \boldsymbol{U} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{r}$$

où $\boldsymbol{e}_{\mathrm{n}}\, \mathrm{d}A$ et l'élément vectoriel de surface et d$\boldsymbol{r}$ est l'élément vectoriel d'arc

NOTE 1 L'orientation de la surface S par rapport à la courbe C est choisie de façon que, en tout point de la courbe, l'élément vectoriel d'arc, le vecteur unité normal à la surface qui détermine son orientation, et le vecteur unité normal à ces deux vecteurs et orienté vers l'extérieur de la courbe, forment un trièdre direct ou rétrograde selon l'orientation de l'espace.

NOTE 2 Le théorème de Stokes peut être généralisé à l'espace euclidien à n dimensions.

NOTE 3 En magnétostatique, le théorème de Stokes est appliqué pour exprimer que le flux magnétique à travers la surface S est égal à l'intégrale curviligne du potentiel vecteur magnétique le long de la courbe C. Cette intégrale curviligne définit le flux totalisé. Voir 121-11-24.

Stokes theorem
circulation theorem

for a vector field $\boldsymbol{U}$ that is given at each point of a surface S limited by an oriented closed curve C, theorem stating that the surface integral over S of the rotation of the field $\boldsymbol{U}$ is equal to the circulation of this field along the curve C:

$$\iint_{\mathrm{S}} \mathbf{rot}\, \boldsymbol{U} \cdot \boldsymbol{e}_{\mathrm{n}}\, \mathrm{d}A = \oint_{\mathrm{C}} \boldsymbol{U} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{r}$$

where $\boldsymbol{e}_{\mathrm{n}}\, \mathrm{d}A$ is the vector surface element and d$\boldsymbol{r}$ is the vector line element

NOTE 1 The orientation of the surface S with respect to the curve C is chosen such that, at any point of C, the vector line element, the unit vector normal to S and defining its orientation, and the unit vector normal to these two vectors and oriented towards the exterior of the curve, form a right-handed or a left-handed trihedron according to space orientation.

NOTE 2 The Stokes theorem can be generalized to the n-dimensional Euclidean space.

NOTE 3 In magnetostatics, the Stokes theorem is applied to express that the magnetic flux through the surface S is equal to the circulation over C of the magnetic vector potential. This circulation defines the linked flux. See 121-11-24.

de **Stokesscher Integralsatz**, m
es **teorema de la circulación; teorema de Ampère-Stokes**
pl **twierdzenie Stokesa**
pt **teorema de Stokes; teorema da circulação**
sv **Stokes sats**
zh 斯托克斯定理

102-05-32

première formule de Green, f

identité résultant de l'application du théorème d'Ostrogradski au champ vectoriel $f_1 \,\mathbf{grad}\, f_2$, où f_1 et f_2 sont deux champs scalaires donnés en tout point d'un domaine tridimensionnel V délimité par une surface fermée S:

$$\iiint_V \left(\mathbf{grad}\, f_1 \cdot \mathbf{grad}\, f_2 + f_1 \Delta f_2\right) \mathrm{d}V = \oiint_S f_1 \,\mathbf{grad}\, f_2 \cdot \boldsymbol{e}_\mathrm{n} \,\mathrm{d}A$$

où $\mathrm{d}V$ est l'élément de volume, $\boldsymbol{e}_\mathrm{n} \,\mathrm{d}A$ est l'élément vectoriel de surface et Δ est l'opérateur laplacien

NOTE En anglais, la première formule de Green est parfois appelée « first Green theorem » ou « first Green identity ».

first Green formula

identity resulting from the divergence theorem applied to the vector field $f_1 \,\mathbf{grad}\, f_2$, where f_1 and f_2 are two scalar fields given at each point of a three-dimensional domain V limited by a closed surface S:

$$\iiint_V \left(\mathbf{grad}\, f_1 \cdot \mathbf{grad}\, f_2 + f_1 \Delta f_2\right) \mathrm{d}V = \oiint_S f_1 \,\mathbf{grad}\, f_2 \cdot \boldsymbol{e}_\mathrm{n} \,\mathrm{d}A$$

where $\mathrm{d}V$ is the volume element, $\boldsymbol{e}_\mathrm{n} \,\mathrm{d}A$ is the vector surface element and Δ is the Laplacian operator

NOTE In English the first Green formula is sometimes called "first Green theorem" or "first Green identity".

de **erste Greensche Formel**, f
es **primera fórmula de Green**
pl **pierwsza tożsamość Greena**
pt **primeira fórmula de Green**
sv **Greens första formel**
zh 格林第一公式

102-05-33

formule de Green, f
deuxième formule de Green, f

identité résultant de l'application du théorème de la divergence au champ vectoriel $f_1 \, \mathbf{grad} \, f_2 - f_2 \, \mathbf{grad} \, f_1$, où f_1 et f_2 sont deux champs scalaires donnés en tout point d'un domaine tridimensionnel V délimité par une surface fermée S:

$$\iiint_V (f_1 \Delta f_2 - f_2 \Delta f_1) \mathrm{d}V = \oiint_S (f_1 \, \mathbf{grad} \, f_2 - f_2 \, \mathbf{grad} \, f_1) \cdot \boldsymbol{e}_\mathrm{n} \, \mathrm{d}A$$

où $\mathrm{d}V$ est l'élément de volume, $\boldsymbol{e}_\mathrm{n} \, \mathrm{d}A$ est l'élément vectoriel de surface et Δ est l'opérateur laplacien

NOTE 1 La formule de Green est parfois appelée en anglais « second Green theorem » ou « second Green identity ».

NOTE 2 La formule de Green est symétrique par rapport à f_1 et f_2.

second Green formula

identity resulting from the divergence theorem applied to the vector field $f_1 \, \mathbf{grad} \, f_2 - f_2 \, \mathbf{grad} \, f_1$, where f_1 and f_2 are two scalar fields given at each point of a three-dimensional domain V limited by a closed surface S:

$$\iiint_V (f_1 \Delta f_2 - f_2 \Delta f_1) \mathrm{d}V = \oiint_S (f_1 \, \mathbf{grad} \, f_2 - f_2 \, \mathbf{grad} \, f_1) \cdot \boldsymbol{e}_\mathrm{n} \, \mathrm{d}A$$

where $\mathrm{d}V$ is the volume element, $\boldsymbol{e}_\mathrm{n} \, \mathrm{d}A$ is the vector surface element and Δ is the Laplacian operator

NOTE 1 The second Green formula is sometimes called in English “second Green theorem” or “second Green identity”.

NOTE 2 The second Green formula is symmetric with respect to f_1 and f_2.

de **zweite Greensche Formel**, f
es **segunda fórmula de Green; fórmula de Green**
pl **druga tożsamość Greena**
pt **segunda fórmula de Green**
sv **Greens andra formel**
zh 格林第二公式

Section 102-06 – Matrices

Section 102-06 – Matrices

102-06-01

matrice, f

tableau de mn scalaires disposés en m lignes et n colonnes

NOTE 1 Les scalaires du tableau sont appelés éléments de la matrice.

NOTE 2 On emploie aussi la notation matricielle avec des grandeurs scalaires à la place des scalaires, ces grandeurs n'étant pas nécessairement de même nature. Des exemples sont la matrice d'impédance et la matrice H (voir la CEI 60027-2). Une notation matricielle est parfois employée pour des opérateurs. Il convient qu'ellel soit être justifiée dans chaque cas.

NOTE 3 Une matrice est représentée par un symbole littéral en italique gras ou par le tableau des éléments entre parenthèses: $\boldsymbol{A}$ ou $\begin{pmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{m1} & \cdots & A_{mn} \end{pmatrix}$. La notation (A_{ij}) est aussi utilisée, par exemple pour distinguer la matrice $\boldsymbol{A}$ d'un vecteur $\boldsymbol{A}$. Les crochets sont aussi utilisés au lieu des parenthèses. Pour une matrice $\boldsymbol{A}$, l'élément de la ligne i et de la colonne j peut être noté $(\boldsymbol{A})_{ij}$, ou A_{ij} s'il n'y a pas d'ambiguïté.

NOTE 4 Une matrice est complexe si ses éléments sont des nombres complexes ou des grandeurs complexes. On peut noter une matrice complexe $\underline{\boldsymbol{A}}$ et ses éléments $(\underline{\boldsymbol{A}})_{ij}$ ou $\underline{A}_{ij}$.

matrix

array of mn scalars arranged in m rows and n columns

NOTE 1 The scalars in the array are called elements of the matrix.

NOTE 2 The matrix notation is also used with scalar quantities instead of scalars, these quantities being not necessarily of the same kind. Examples are the impedance matrix and the H-matrix (see IEC 60027-2). A matrix notation is sometimes used for operators. This should be justified in each case.

NOTE 3 A matrix is represented by a letter symbol in italic bold-face type or by the table of elements within parentheses: $\boldsymbol{A}$ or $\begin{pmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{m1} & \cdots & A_{mn} \end{pmatrix}$. The notation (A_{ij}) is also used, for example to distinguish the matrix $\boldsymbol{A}$ from a vector $\boldsymbol{A}$. Square brackets are also used instead of parentheses. For a matrix $\boldsymbol{A}$, the element at the row i and the column j may be denoted by $(\boldsymbol{A})_{ij}$ or by A_{ij} if there is no ambiguity.

NOTE 4 A matrix is complex if its elements are complex numbers or quantities. A complex matrix may be denoted by $\underline{\boldsymbol{A}}$, the elements by $(\underline{\boldsymbol{A}})_{ij}$ or $\underline{A}_{ij}$.

de **Matrix**, f
es **matriz**
pl **macierz**
pt **matriz**
sv **matris**
zh 矩阵

102-06-02

format (d'une matrice), m

couple d'entiers m et n où m est le nombre de lignes et n le nombre de colonnes d'une matrice donnée

NOTE Une matrice $\boldsymbol{A}$ de m lignes et n colonnes est notée $\boldsymbol{A}_{m \times n}$ et désignée comme « matrice de format $m \times n$ », en abrégé « matrice $m \times n$ », que l'on lit « matrice m fois n ».

type (of a matrix)

ordered pair of integers m and n where m denotes the number of rows and n the number of columns of a given matrix

NOTE A matrix $\boldsymbol{A}$ with m rows and n columns is denoted by $\boldsymbol{A}_{m \times n}$, in words "matrix of type $m \times n$", or in short "$m \times n$ matrix", read "m by n".

de **Typ** (einer Matrix), m
es **tipo** (de una matriz; **formato** (de una matriz)
pl **rozmiar macierzy**
pt **tipo** (de uma matriz)
sv **slag av matris**
zh 型（矩阵的）

102-06-03

matrice-ligne, f
vecteur-ligne (déconseillé), m

matrice n'ayant qu'une seule ligne

NOTE Une matrice-ligne à n colonnes est de format $1 \times n$.

row matrix
row vector (deprecated)

matrix having only one row

NOTE A row matrix with n columns is of type $1 \times n$.

de **Zeilenmatrix**, f; **Zeilenvektor** (abgelehnt)
es **matriz fila; vector fila** (desaconsejado)
pl **macierz wierszowa**
pt **matriz linha**
sv **radmatris**
zh 行矩阵；行向量（拒用）

102-06-04

matrice-colonne, f
vecteur-colonne (déconseillé), m

matrice n'ayant qu'une seule colonne

NOTE 1 Une matrice-colonne à m lignes est de format $m \times 1$.

NOTE 2 On emploie généralement une matrice-colonne pour représenter les coordonnées d'un vecteur.

NOTE 3 On emploie une matrice-colonne en théorie des circuits pour représenter les tensions ou les courants aux accès d'un réseau.

column matrix
column vector (deprecated)

matrix having only one column

NOTE 1 A column matrix with m rows is of type $m \times 1$.

2— A column matrix is generally used to represent the components of a vector.

3— A column matrix is used in circuit theory to represent the set of voltages or currents at ports of a network.

de **Spaltenmatrix**, f; **Spaltenvektor** (abgelehnt)
es **matriz columna; vector columna** (desaconsejado)
pl **macierz kolumnowa**; wektor (termin nie zalecany w tym sensie)
pt **matriz coluna**
sv **kolumnmatris**
zh 列矩阵；列向量（拒用）

102-06-05

produit d'une matrice par un scalaire, m

pour une matrice $\boldsymbol{A}$ d'éléments A_{ij} et un scalaire α, matrice $\alpha\boldsymbol{A}$ d'éléments $(\alpha\boldsymbol{A})_{ij} = \alpha A_{ij}$

product of a matrix by a scalar

for a matrix $\boldsymbol{A}$ with elements A_{ij} and a scalar α, matrix $\alpha\boldsymbol{A}$ with the elements $(\alpha\boldsymbol{A})_{ij} = \alpha A_{ij}$

de **Produkt einer Matrix mit einem Skalar**, n
es **producto de una matriz por un escalar**
pl **iloczyn macierzy i skalara**
pt **produto de uma matriz por um escalar**
sv **produkt av matris och tal**
zh 矩阵与标量的积

102-06-06

somme de deux matrices, f

pour deux matrices $\boldsymbol{A}$ et $\boldsymbol{B}$ de même format, dont les éléments sont respectivement A_{ij} et B_{ij}, matrice $\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B}$ d'éléments $(\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B})_{ij} = A_{ij} + B_{ij}$

sum of two matrices

for two matrices $\boldsymbol{A}$ and $\boldsymbol{B}$ of the same type, with elements A_{ij} and B_{ij}, respectively, matrix $\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B}$ with the elements $(\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B})_{ij} = A_{ij} + B_{ij}$

de **Summe zweier Matrizen**, f
es **suma de dos matrices**
pl **suma dwóch macierzy**
pt **soma de duas matrizes**
sv **summa av två matriser**
zh 两个矩阵的和

102-06-07

matrice nulle, f

matrice de format donné dont tous les éléments sont nuls

NOTE 1 La matrice nulle est l'élément neutre pour l'addition des matrices.

NOTE 2 Si une matrice a au moins un élément non nul, elle est appelée « matrice non nulle ».

zero matrix

matrix of a given type, all elements of which are equal to zero

NOTE 1 The zero matrix is the neutral element for the addition of matrices.

NOTE 2 If a matrix has at least one non-zero element, it is called a non-zero matrix.

de **Nullmatrix**, f
es **matriz nula**
pl **macierz zerowa**
pt **matriz nula**
sv **noll matris**
zh 零矩阵

102-06-08

produit de deux matrices, m

pour deux matrices $\boldsymbol{A}$ de format $m \times p$ et $\boldsymbol{B}$ de format $p \times n$, dont les éléments sont respectivement A_{ik} et B_{kj}, matrice $\boldsymbol{AB}$ de format $m \times n$ dont les éléments sont

$$(\boldsymbol{AB})_{ij} = \sum_{k=1}^{p} A_{ik} B_{kj}$$

NOTE Le produit n'existe que si le nombre de colonnes de la première matrice est égal au nombre de lignes de la deuxième matrice.

product of two matrices

for two matrices $\boldsymbol{A}$ of type $m \times p$ and $\boldsymbol{B}$ of type $p \times n$, with elements A_{ik} and B_{kj}, respectively, matrix $\boldsymbol{AB}$ of type $m \times n$ with the elements $(\boldsymbol{AB})_{ij} = \sum_{k=1}^{p} A_{ik} B_{kj}$

NOTE The product only exists if the number of columns of the first matrix is equal to the number of rows of the second matrix.

de **Produkt zweier Matrizen**, n
es **producto de dos matrices**
pl **iloczyn dwóch macierzy**
pt **produto de duas matrizes**
sv **produkt av två matriser**
zh 两个矩阵的积

102-06-09

matrice carrée, f

matrice ayant le même nombre de lignes et de colonnes

NOTE On représente souvent les coordonnées d'un tenseur du deuxième ordre par une matrice carrée.

square matrix

matrix having the same number of rows and columns

NOTE A square matrix is often used to represent the components of a tensor of the second order.

de **quadratische Matrix**, f
es **matriz cuadrada**
pl **macierz kwadratowa**
pt **matriz quadrada**
sv **kvadratmatris**
zh 方阵

102-06-10

ordre (d'une matrice carrée), m

pour une matrice carrée, nombre des lignes ou des colonnes

order (of a square matrix)

for a square matrix, number of the rows or columns

de **Rang** (einer quadratischen Matrix), m
es **orden** (de una matriz cuadrada)
pl **rząd macierzy**
pt **ordem** (de uma matriz quadrada)
sv **ordning av en kvadratmatris**
zh 阶（方阵的）

102-06-11

multiplication (des matrices carrées), f

opération définie sur l'ensemble des matrices carrées d'un ordre donné, qui associe à tout couple ordonné ($\boldsymbol{A}$, $\boldsymbol{B}$) de matrices leur produit $\boldsymbol{AB}$

NOTE La multiplication des matrices carrées est associative, $(\boldsymbol{AB})\boldsymbol{C} = \boldsymbol{A}(\boldsymbol{BC})$, mais non commutative, en général $\boldsymbol{AB} \neq \boldsymbol{BA}$.

multiplication (of square matrices)

operation defined on the set of square matrices of a given order, which associates to any ordered pair ($\boldsymbol{A}$, $\boldsymbol{B}$) of matrices their product $\boldsymbol{AB}$

NOTE The multiplication of square matrices is associative, $(\boldsymbol{AB})\boldsymbol{C} = \boldsymbol{A}(\boldsymbol{BC})$, but not commutative, generally $\boldsymbol{AB} \neq \boldsymbol{BA}$.

de **Multiplikation** (von quadratischen Matrizen), f
es **multiplicación** (de matrices cuadradas)
pl **mnożenie dwóch macierzy kwadratowych**
pt **multiplicação** (de matrizes quadradas)
sv **multiplikation** (av kvadratiska matriser)
zh 乘法（方阵的）

102-06-12

symbole de Kronecker, m
delta de Kronecker, m
symbole delta de Kronecker, m

nombre entier naturel associé à toute paire i, j de nombres entiers naturels, égal à 1 si $i = j$ et à 0 si $i \neq j$

NOTE Le symbole de Kronecker est noté δ_{ij}.

Kronecker delta
Kronecker symbol (deprecated)

natural number associated with any pair i, j of natural numbers, equal to 1 if $i = j$ and to 0 if $i \neq j$

NOTE The Kronecker delta is denoted by δ_{ij}.

de **Kronecker-Symbol**, n
es **delta de Kronecker; símbolo delta de Kronecker**
pl **symbol Kroneckera**; **delta Kroneckera**
pt **símbolo de Kronecker; delta de Kronecker**
sv **Kroneckers delta**
zh 克罗内克 δ；克罗内克符号

102-06-13

matrice unité, f

matrice carrée $\boldsymbol{E}$ dont les éléments sont les symboles de Kronecker: $E_{ij} = \delta_{ij}$

NOTE 1 La matrice unité est l'élément unité pour la multiplication: $\boldsymbol{AE} = \boldsymbol{EA} = \boldsymbol{A}$ pour toute matrice $\boldsymbol{A}$ d'ordre donné.

NOTE 2 La matrice unité d'ordre n est notée $\boldsymbol{E}_n$ ou $\boldsymbol{I}_n$.

unit matrix

square matrix $\boldsymbol{E}$ the elements of which are the Kronecker deltas: $E_{ij} = \delta_{ij}$

NOTE 1 The unit matrix is the unit element for the multiplication: $\boldsymbol{AE} = \boldsymbol{EA} = \boldsymbol{A}$ for every square matrix $\boldsymbol{A}$ of a given order.

NOTE 2 The unit matrix of order n is denoted by $\boldsymbol{E}_n$ or $\boldsymbol{I}_n$.

de **Einsmatrix**, f; **Einheitsmatrix**, f
es **matriz unidad**
pl **macierz jednostkowa**
pt **matriz unidade**
sv **enhetsmatris**
zh 单位矩阵

102-06-14

matrice régulière, f

matrice carrée d'ordre n, d'éléments A_{ij}, pour laquelle les n vecteurs $\boldsymbol{V}_i$ ayant pour coordonnées les éléments de la ligne i, soit $A_{i1}, A_{i2}, \ldots, A_{in}$, sont linéairement indépendants

NOTE Il est équivalent de considérer les n vecteurs associés aux colonnes.

regular matrix

square matrix of order n with elements A_{ij}, for which the n vectors $\boldsymbol{V}_i$ with coordinates being the elements of row i, i.e. $A_{i1}, A_{i2}, \ldots, A_{in}$, are linearly independent

NOTE It is equivalent to consider the n vectors associated with the columns.

de **reguläre Matrix**, f
es **matriz regular**
pl **macierz regularna**
pt **matriz regular**
sv **reguljär matris**
zh 正则矩阵

102-06-15

matrice singulière, f

matrice carrée d'ordre n, d'éléments A_{ij}, pour laquelle les n vecteurs $\boldsymbol{V}_i$ ayant pour coordonnées les éléments de la ligne i, soit $A_{i1}, A_{i2}, \ldots, A_{in}$, sont linéairement dépendants

NOTE Il est équivalent de considérer les n vecteurs associés aux colonnes.

singular matrix

square matrix of order n with elements A_{ij}, for which the n vectors $\boldsymbol{V}_i$ with coordinates being the elements of row i, i.e. $A_{i1}, A_{i2}, \ldots, A_{in}$, are linearly dependent

NOTE It is equivalent to consider the n vectors associated with the columns.

de **singuläre Matrix**, f
es **matriz singular**
pl **macierz osobliwa**; **macierz syngularna**
pt **matriz singular**
sv **singulär matris**
zh 奇异矩阵

102-06-16

inverse d'une matrice carrée, f

pour une matrice carrée régulière $\boldsymbol{A}$, matrice carrée $\boldsymbol{A}^{-1}$ telle que:

$\boldsymbol{A}\boldsymbol{A}^{-1} = \boldsymbol{A}^{-1}\boldsymbol{A} = \boldsymbol{E}$, où $\boldsymbol{E}$ est la matrice unité

NOTE L'inverse d'une matrice carrée $\boldsymbol{A} = (A_{ij})$ est notée $\boldsymbol{A}^{-1} = (A_{ij})^{-1}$ et ses éléments $\left(\boldsymbol{A}^{-1}\right)_{ij}$. La notation (A_{ij}^{-1}) ne doit pas être utilisée parce qu'elle correspond à la matrice formée des inverses des éléments de $\boldsymbol{A}$.

inverse of a square matrix

for a regular square matrix $\boldsymbol{A}$, square matrix $\boldsymbol{A}^{-1}$ such that:

$\boldsymbol{A}\boldsymbol{A}^{-1} = \boldsymbol{A}^{-1}\boldsymbol{A} = \boldsymbol{E}$, where $\boldsymbol{E}$ is the unit matrix

NOTE The inverse of a square matrix $\boldsymbol{A} = (A_{ij})$ is denoted by $\boldsymbol{A}^{-1} = (A_{ij})^{-1}$, with elements denoted by $\left(\boldsymbol{A}^{-1}\right)_{ij}$. The notation (A_{ij}^{-1}) must not be used because it means the matrix constructed from inverse elements of $\boldsymbol{A}$.

de **inverse Matrix**, f; **Kehrmatrix**, f
es **inversa de una matriz cuadrada**
pl **odwrotność macierzy kwadratowej**
pt **inverso de uma matriz quadrada**
sv **invers av en kvadratisk matris**
zh 方阵的逆

102-06-17

transposée, f
matrice transposée, f

pour une matrice $\boldsymbol{A}$ de format $m \times n$, matrice de format $n \times m$, notée $\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}}$, dont les éléments $(\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}})_{ij}$ sont définis par: $(\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}})_{ij} = A_{ji}$

NOTE La transposée d'une matrice $\boldsymbol{A}$ est notée $\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}}$ ou parfois $\tilde{\boldsymbol{A}}$. La notation ${}^{\mathrm{t}}\boldsymbol{A}$ est aussi employée en mathématiques.

transpose matrix
transpose of a matrix

for a matrix $\boldsymbol{A}$ of type $m \times n$, matrix of type $n \times m$ denoted by $\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}}$, the elements $(\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}})_{ij}$ of which are defined by: $(\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}})_{ij} = A_{ji}$

NOTE The transpose matrix of a matrix $\boldsymbol{A}$ is denoted by $\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}}$ or sometimes $\tilde{\boldsymbol{A}}$. The notation ${}^{\mathrm{t}}\boldsymbol{A}$ is also used in mathematics.

de **transponierte Matrix**, f
es **matriz transpuesta; transpuesta**
pl **macierz transponowana**
pt **matriz transposta**
sv **transponerad matris**
zh 转置矩阵

102-06-18

matrice conjuguée, f

pour une matrice complexe $\boldsymbol{A}$ d'éléments A_{ij}, matrice notée $\boldsymbol{A}^*$ dont les éléments $(\boldsymbol{A}^*)_{ij}$ sont les conjugués de ceux de la matrice donnée:

$$(\boldsymbol{A}^*)_{ij} = A_{ij}^*$$

NOTE La matrice conjuguée d'une matrice $\boldsymbol{A}$ est notée $\boldsymbol{A}^*$. La notation $\overline{\boldsymbol{A}}$ est aussi employée en mathématiques.

complex conjugate matrix

for a complex matrix $\boldsymbol{A}$ with elements A_{ij}, matrix denoted by $\boldsymbol{A}^*$ the elements $(\boldsymbol{A}^*)_{ij}$ of which are the conjugates of the elements of the given matrix:

$$(\boldsymbol{A}^*)_{ij} = A_{ij}^*$$

NOTE The complex conjugate matrix of a matrix $\boldsymbol{A}$ is denoted by $\boldsymbol{A}^*$. The notation $\overline{\boldsymbol{A}}$ is also used in mathematics.

de **konjugierte Matrix**, f
es **matriz conjugada**
pl **macierz zespolona sprzężona**
pt **matriz conjugada**
sv **komplex konjugat av en matris**
zh 复共轭矩阵

102-06-19

adjointe, f
matrice adjointe, f

pour une matrice complexe $\boldsymbol{A}$ d'éléments A_{ij}, matrice notée $\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}}$, égale à la conjuguée de la transposée: $\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}} = (\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}})^*$ ou pour les éléments $(\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}})_{ij} = A_{ji}^*$

NOTE 1 Si la matrice $\boldsymbol{A}$ est réelle, l'adjointe se réduit à la transposée.

NOTE 2 L'adjointe d'une matrice $\boldsymbol{A}$ est notée $\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}}$ ou parfois $\boldsymbol{A}^{\dagger}$. La notation $\boldsymbol{A}^*$ est aussi employée en mathématiques.

Hermitian conjugate matrix

for a complex matrix $\boldsymbol{A}$ with elements A_{ij}, matrix denoted by $\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}}$, equal to the complex conjugate of the transpose matrix: $\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}} = (\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}})^*$ or for elements $(\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}})_{ij} = A_{ji}^*$

NOTE 1 If the matrix $\boldsymbol{A}$ is real, the Hermitian conjugate matrix reduces to the transpose matrix.

NOTE 2 The Hermitian conjugate matrix of a matrix $\boldsymbol{A}$ is denoted by $\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}}$ or sometimes $\boldsymbol{A}^{\dagger}$. The notation $\boldsymbol{A}^*$ is also used in mathematics.

de **transjugierte Matrix**, f; **adjungierte Matrix**, f
es **matriz adjunta; adjunta**
pl **macierz sprzężona Hermite'a**
pt **matriz adjunta**
sv **hermitiskt konjugat av en matris**
zh 埃尔米特共轭矩阵

102-06-20

déterminant (d'une matrice), m

pour une matrice carrée $\boldsymbol{A}$ d'ordre n et d'éléments A_{ij}, scalaire noté det $\boldsymbol{A}$, égal à la somme algébrique des produits obtenus en prenant comme facteurs de toutes les manières possibles un élément et un seul dans chaque ligne et dans chaque colonne, chacun de ces produits étant affectés du signe plus ou du signe moins suivant que le nombre total des inversions des deux indices est pair ou impair:

$$\det \boldsymbol{A} = \sum_{\sigma} (-1)^{\varepsilon(\sigma)} A_{1\sigma(1)} A_{2\sigma(2)} \cdots A_{n\sigma(n)}$$

où $\sigma = (\sigma(1), \sigma(2), \ldots, \sigma(n))$ est une permutation des indices (1, 2, …, n), $\varepsilon(\sigma)$ est le nombre d'inversions dans la permutation σ, et la somme notée Σ est étendue à toutes les permutations

NOTE 1 Le déterminant d'une matrice est égal au déterminant des n vecteurs dont les coordonnées sont les éléments des lignes ou des colonnes.

NOTE 2 Le déterminant de la matrice $\boldsymbol{A} = \begin{pmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & \cdots & A_{nn} \end{pmatrix}$ est noté $\det \boldsymbol{A}$ ou $\begin{vmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & \cdots & A_{nn} \end{vmatrix}$.

determinant (of a matrix)

for a square matrix $\boldsymbol{A}$ of order n with the elements A_{ij}, scalar denoted by det $\boldsymbol{A}$, equal to the algebraic sum of the products obtained by taking as factors in all possible ways one and only one element from each row and each column, each product with the sign plus or minus depending whether the total number of inversions of the two subscripts is even or odd:

$$\det \boldsymbol{A} = \sum_{\sigma} (-1)^{\varepsilon(\sigma)} A_{1\sigma(1)} A_{2\sigma(2)} \cdots A_{n\sigma(n)}$$

where $\sigma = (\sigma(1), \sigma(2), \ldots, \sigma(n))$ is a permutation of the subscripts (1, 2, …, n), $\varepsilon(\sigma)$ is the number of inversions in permutation σ, and the sum denoted by Σ is for all permutations

NOTE 1 The determinant of a matrix is equal to the determinant of the n vectors, the coordinates of which are the elements of the rows or of the columns.

NOTE 2 The determinant of the matrix $\boldsymbol{A} = \begin{pmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & \cdots & A_{nn} \end{pmatrix}$ is denoted $\det \boldsymbol{A}$ or $\begin{vmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & \cdots & A_{nn} \end{vmatrix}$.

de **Determinante** (einer Matrix), f
es **determinante** (de una matriz)
pl **wyznacznik** (macierzy)
pt **determinante** (de uma matriz)
sv **determinant** (av en matris)
zh 行列式（矩阵的）

102-06-21

trace, f

pour une matrice carrée $\boldsymbol{A}$ d'ordre n, somme des éléments de la diagonale principale:

$$\mathrm{tr}\boldsymbol{A} = \sum_{i=1}^{n} A_{ii}$$

trace

for a square matrix $\boldsymbol{A}$ of order n, sum of the elements of the main diagonal:

$$\mathrm{tr}\boldsymbol{A} = \sum_{i=1}^{n} A_{ii}$$

de **Spur**, f
es **traza**
pl **ślad** (macierzy)
pt **traço**
sv **spår**
zh 迹

102-06-22

norme d'une matrice, f

pour une matrice carrée $\boldsymbol{A}$ d'ordre n et d'éléments réels ou complexes A_{ij}, nombre non négatif

$$\|\boldsymbol{A}\| = \sqrt{\mathrm{tr}(\boldsymbol{A}\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}})} = \sqrt{\sum_{i,j=1}^{n} |A_{ij}|^2}$$

NOTE La norme décrite est la « norme euclidienne » ou la « norme hermitienne », pour des éléments réels ou complexes, respectivement. Plusieurs autres normes de matrices peuvent être définies. Toute norme de matrice a des propriétés semblables à celles de la norme d'un vecteur (voir la Note 1 dans 102-03-23).

norm of a matrix

for a square matrix $\boldsymbol{A}$ of order n with the real or complex elements A_{ij}, non-negative number

$$\|\boldsymbol{A}\| = \sqrt{\mathrm{tr}(\boldsymbol{A}\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}})} = \sqrt{\sum_{i,j=1}^{n} |A_{ij}|^2}$$

NOTE The described norm is the "Euclidean norm" or the "Hermitian norm" for the real and the complex case, respectively. Several other norms of a matrix can be defined. Any norm of a matrix has properties similar to the properties of the magnitude of a vector (see Note 1 in 102-03-23).

de **Norm** (einer Matrix), f
es **norma de una matriz**
pl **norma macierzy**
pt **norma de uma matriz**
sv **norm av en matris**
zh 矩阵的范

102-06-23

valeur propre, f

pour une matrice carrée $\boldsymbol{A}$, scalaire λ tel qu'il existe une matrice-colonne non nulle $\boldsymbol{U}$ vérifiant $\boldsymbol{AU} = \lambda\boldsymbol{U}$

eigenvalue

for a square matrix $\boldsymbol{A}$, scalar λ for which a non-zero column matrix $\boldsymbol{U}$ exists such that $\boldsymbol{AU} = \lambda\boldsymbol{U}$

de **Eigenwert**, m
es **valor propio**
pl **wartość własna**
pt **valor próprio**
sv **egenvärde**
zh 本征值

102-06-24

vecteur propre, m

pour une valeur propre λ d'une matrice carrée $\boldsymbol{A}$, matrice-colonne non nulle $\boldsymbol{U}$ vérifiant $\boldsymbol{AU} = \lambda\boldsymbol{U}$

NOTE Le terme « vecteur propre » est employé parce qu'une matrice représente souvent une grandeur tensorielle transformant une grandeur vectorielle en une autre grandeur vectorielle. Dans ce cas, les vecteurs propres de la matrice sont des vecteurs.

eigenvector

for an eigenvalue λ of a square matrix $\boldsymbol{A}$, non-zero column matrix $\boldsymbol{U}$ such that $\boldsymbol{AU} = \lambda\boldsymbol{U}$

NOTE The term "eigenvector" is used because a square matrix represents often a tensor quantity transforming a vector quantity into another vector quantity. In this case the eigenvectors of the matrix are vectors.

de **Eigenvektor**, m
es **vector propio**
pl **wektor własny**
pt **vector próprio**
sv **egenvektor**
zh 本征向量

102-06-25

matrice symétrique, f

matrice carrée dont les éléments ont la propriété: $A_{ij} = A_{ji}$

NOTE 1 Une matrice symétrique est égale à sa transposée.

NOTE 2 Toutes les valeurs propres d'une matrice symétrique à éléments réels sont réelles.

symmetric matrix

square matrix the elements of which have the property: $A_{ij} = A_{ji}$

NOTE 1 A symmetric matrix is equal to its transpose.

NOTE 2 All eigenvalues of a symmetric matrix with real elements are real.

de **symmetrische Matrix**, f
es **matriz simétrica**
pl **macierz symetryczna**
pt **matriz simétrica**
sv **symmetrisk matris**
zh 对称矩阵

102-06-26

matrice orthogonale, f

matrice carrée régulière $\boldsymbol{A}$ dont l'inverse $\boldsymbol{A}^{-1}$ est égale à la transposée $\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}}$

NOTE Pour une matrice orthogonale d'éléments A_{ij} :

$$\sum_i A_{ij} A_{ik} = \delta_{jk} \text{ et } \sum_k A_{ik} A_{jk} = \delta_{ij}$$

où δ_{jk} et δ_{ij} sont des symboles de Kronecker.

orthogonal matrix

square matrix $\boldsymbol{A}$ for which the inverse $\boldsymbol{A}^{-1}$ is equal to the transpose matrix $\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}}$

NOTE For an orthogonal matrix with elements A_{ij} :

$$\sum_i A_{ij} A_{ik} = \delta_{jk} \text{ and } \sum_k A_{ik} A_{jk} = \delta_{ij}$$

where δ_{jk} and δ_{ij} are Kronecker deltas.

de **orthogonale Matrix**, f
es **matriz ortogonal**
pl **macierz ortogonalna**
pt **matriz ortogonal**
sv **ortogonal matris**
zh 正交矩阵

102-06-27

matrice hermitienne, f

matrice carrée complexe dont les éléments ont la propriété: $A_{ij} = A_{ji}^*$

NOTE 1 Une matrice hermitienne $\boldsymbol{A}$ est égale à son adjointe $\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}}$.

NOTE 2 Toutes les valeurs propres d'une matrice hermitienne sont réelles.

NOTE 3 Toute matrice symétrique à éléments réels est une matrice hermitienne.

Hermitian matrix

complex square matrix the elements of which have the property: $A_{ij} = A_{ji}^*$

NOTE 1 A Hermitian matrix $\boldsymbol{A}$ is equal to its Hermitian conjugate matrix $\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}}$.

NOTE 2 All eigenvalues of a Hermitian matrix are real.

NOTE 3 Any symmetric matrix with real elements is a Hermitian matrix.

de **hermitesche Matrix**, f; **selbstadjungierte Matrix**, f
es **matriz hermítica**
pl **macierz Hermite'a**
pt **matriz hermitiana**
sv **hermitisk matris**
zh 埃尔米特矩阵

102-06-28

matrice unitaire, f

matrice carrée régulière $\boldsymbol{A}$ à éléments complexes dont l'inverse $\boldsymbol{A}^{-1}$ est égale à l'adjointe $\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}}$

NOTE 1 Pour une matrice unitaire d'éléments A_{ij} :

$$\sum_i A_{ij} A_{ik}^* = \delta_{jk} \text{ et } \sum_k A_{ik} A_{jk}^* = \delta_{ij}$$

où δ_{jk} et δ_{ij} sont des symboles de Kronecker.

NOTE 2 Toute matrice orthogonale à éléments réels est une matrice unitaire.

unitary matrix

regular square matrix $\boldsymbol{A}$ with complex elements for which the inverse $\boldsymbol{A}^{-1}$ is equal to the Hermitian conjugate matrix $\boldsymbol{A}^{\mathrm{H}}$

NOTE 1 For a unitary matrix with elements A_{ij} :

$$\sum_i A_{ij} A_{ik}^* = \delta_{jk} \text{ and } \sum_k A_{ik} A_{jk}^* = \delta_{ij}$$

where δ_{jk} and δ_{ij} are Kronecker deltas.

NOTE 2 Any orthogonal matrix with real elements is a unitary matrix.

de **unitäre Matrix**, f
es **matriz unitaria**
pl **macierz unitarna**
pt **matriz unitária**
sv **enhetsmatris**
zh 酉矩阵

102-06-29

matrice définie positive, f

matrice hermitienne $\boldsymbol{A}$ telle que, pour toute matrice-colonne non nulle $\boldsymbol{U}$ à éléments complexes, la matrice $\boldsymbol{U}^{\mathrm{H}}\boldsymbol{A}\boldsymbol{U}$ de format 1×1 a un unique élément qui est réel et positif: $\left(\boldsymbol{U}^{\mathrm{H}}\boldsymbol{A}\boldsymbol{U}\right)_{11} > 0$

NOTE 1 Une matrice symétrique à éléments réels $\boldsymbol{A}$ est une matrice définie positive si $\boldsymbol{U}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{A}\boldsymbol{U} > 0$ pour toute matrice colonne non nulle $\boldsymbol{U}$ à éléments réels.

NOTE 2 Les valeurs propres d'une matrice définie positive sont toutes positives.

positive definite matrix

Hermitian matrix $\boldsymbol{A}$ such that, for any non-zero column matrix $\boldsymbol{U}$ with complex elements, the 1×1 matrix $\boldsymbol{U}^{\mathrm{H}}\boldsymbol{A}\boldsymbol{U}$ has a unique element which is real and positive: $\left(\boldsymbol{U}^{\mathrm{H}}\boldsymbol{A}\boldsymbol{U}\right)_{11} > 0$

NOTE 1 A symmetric matrix $\boldsymbol{A}$ with real elements is a positive definite matrix if $\boldsymbol{U}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{A}\boldsymbol{U} > 0$ for any non-zero column matrix $\boldsymbol{U}$ with real elements.

NOTE 2 All eigenvalues of a positive definite matrix are positive.

de **positiv definite Matrix**, f
es **matriz definida positiva**
pl **macierz dodatnio określona**
pt **matriz definida positiva**
sv **positivt definit matris**
zh 正定矩阵

BIBLIOGRAPHIE

CEI 60050-121:1998, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 121: Électromagnétisme*

ISO 31-11:1992, *Grandeurs et unités – Partie 11: Signes et symboles mathématiques à employer dans les sciences physiques et dans la technique*

BIBLIOGRAPHY

IEC 60050-121:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 121: Electromagnetism*

ISO 31-11:1992, *Quantities and units – Part 11: Mathematical signs and symbols for use in the physical sciences and technology*

INDEX

INDEX FRANÇAIS

ENGLISH INDEX

STICHWORTVERZEICHNIS

ÍNDICE

INDEKS ALFABETYCZNY W JĘZYKU POLSKIM

ÍNDICE

INDEX

索 引

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
P.O. Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch