

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**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

SOMMAIRE	II
INTRODUCTION Principes d'établissement et règles suivies	VIII
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	3
Section 102-01 – Ensembles et opérations	3
Section 102-02 – Nombres	19
Section 102-03 – Vecteurs et tenseurs	33
Section 102-04 – Géométrie	65
Section 102-05 – Champs scalaires et vectoriels	91
Section 102-06 – Matrices	112
INDEX en français, anglais, allemand, espagnol, polonais, portugais suédois et chinois	131

CONTENTS

CONTENTS	III
INTRODUCTION Principles and rules followed	IX
1 Scope	2
2 Normative references	2
3 Terms and definitions	3
Section 102-01 – Sets and operations	3
Section 102-02 – Numbers	19
Section 102-03 – Vectors and tensors	33
Section 102-04 – Geometry	65
Section 102-05 – Scalar and vector fields	91
Section 102-06 – Matrices	112
INDEX in French, English, German, Spanish, Polish, Portuguese, Swedish and Chinese, ...	136

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 ALGÈBRE LINÉAIRE

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-explanatory 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 $\mathcal{R}\{u\}$ est un énoncé quelconque concernant l'entité u , alors $\mathcal{R}\{a\}$ est vrai si et seulement si $\mathcal{R}\{b\}$ 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 $\mathcal{R}\{u\}$ is any statement involving the entity u , then $\mathcal{R}\{a\}$ is true if and only if $\mathcal{R}\{b\}$ 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 $\subsetneq$ 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 $\subsetneq$ 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 $A_1, A_2, \dots, A_n$, ensemble dont les éléments sont les multiplats ordonnés $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ d'éléments $a_1 \in A_1, a_2 \in A_2, \dots, a_n \in A_n$

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

Cartesian product

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

NOTE The Cartesian product of sets $A_1, A_2, \dots, A_n$ is denoted by $A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$. 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. Il 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 $a \mathcal{R} b$.

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 $a \mathcal{R} b$.

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

- réflexivité: $a \mathcal{R} a$,
- symétrie: si $a \mathcal{R} b$ alors $b \mathcal{R} a$,
- 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 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 $\mathcal{R}$ between elements a and b of a given set having the following properties:

- reflexivity: $a \mathcal{R} a$,
- symmetry: if $a \mathcal{R} b$ then $b \mathcal{R} a$,
- 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 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 $a_2 + a_3 + \dots + a_7$ 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 $a_2 + a_3 + \dots + a_7$ 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 $\mathbf{0}$ 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 $\mathbf{0}$ 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 multiplicação)
 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 $\equiv$ (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 $\equiv$ (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 **álgebra 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 $\mathbb{Q}$ ($\mathbb{Q}$ avec des barres verticales dans les arcs gauche et droit) ou **Q**, ou parfois $\mathbb{Q}$ avec une barre verticale dans l'arc gauche. L'ensemble sans zéro est noté en ajoutant un astérisque au symbole, par exemple $\mathbb{Q}^*$.

rationaI 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 $\mathbb{Q}$ ($\mathbb{Q}$ with vertical bars in the left and right arcs), or **Q**, or sometimes $\mathbb{Q}$ 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 $\sqrt{2} = 1,414\ 2\dots$, $\pi = 3,141\ 5\dots$, $e = 2,718\ 2\dots$. 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 $\mathbb{R}$ ($\mathbb{R}$ avec la barre verticale gauche et la partie droite doublées) ou **R**, ou parfois $\mathbb{R}$ 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 $\sqrt{2} = 1,414\ 2\dots$, $\pi = 3,141\ 5\dots$, $e = 2,718\ 2\dots$. 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 $\mathbb{R}$ ($\mathbb{R}$ with left vertical bar and right part doubled), or **R**, or sometimes $\mathbb{R}$ 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 $|a|$; $\text{abs } a$ 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 $|a|$; $\text{abs } a$ 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 $c = a + jb$ 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 $c = |c|(\cos \varphi + j \sin \varphi) = |c|e^{j\varphi}$ 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 $\mathbb{C}$ ($\mathbb{C}$ avec une barre verticale dans l'arc gauche) ou $\mathbf{C}$. 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 $c = a + jb$ 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 $c = |c|(\cos \varphi + j \sin \varphi) = |c|e^{j\varphi}$ 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 $\mathbb{C}$ ($\mathbb{C}$ with a vertical bar in the left arc) or $\mathbf{C}$. 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

symbol: 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 $a + jb$.

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 $a + jb$.

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 $c = a + jb$, où a et b sont des nombres réels

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

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

real part

the part a of a complex number $c = a + jb$, where a and b are real numbers

NOTE 1 The real part of a complex number c is denoted by $\text{Re } c$ 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 $c = a + jb$, où a et b sont des nombres réels

NOTE 1 La partie imaginaire d'un nombre complexe c est notée $\text{Im } c$ (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 $c = a + jb$, where a and b are real numbers

NOTE 1 The imaginary part of a complex number c is denoted by $\text{Im } c$ (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	imaginärt 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 $c = a + jb = |c|e^{j\varphi}$ est $c^* = a - jb = |c|e^{-j\varphi}$. 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 $c = a + jb = |c|e^{j\varphi}$ is $c^* = a - jb = |c|e^{-j\varphi}$. 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 $j\sqrt{-a}$ et $-j\sqrt{-a}$. Pour un nombre complexe $c = |c|e^{j\varphi}$, les deux racines carrées sont $\sqrt{|c|}e^{j\varphi/2}$ et $\sqrt{|c|}e^{j(\frac{\varphi}{2}+\pi)}$.

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 $j\sqrt{-a}$ and $-j\sqrt{-a}$. For a complex number $c = |c|e^{j\varphi}$, the two square roots are $\sqrt{|c|}e^{j\varphi/2}$ and $\sqrt{|c|}e^{j(\frac{\varphi}{2}+\pi)}$.

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 $c = a + jb$ 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 $c = a + jb$ 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 $c = |c|e^{j\varphi}$

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

$\arccos(a/\sqrt{a^2 + b^2})$ si $b \geq 0$ et $-\arccos(a/\sqrt{a^2 + b^2})$ 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 $c = |c|e^{j\varphi}$

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

$\arccos(a/\sqrt{a^2 + b^2})$ if $b \geq 0$ and $-\arccos(a/\sqrt{a^2 + b^2})$ 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 exemples 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; 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 U et V et le produit d'un élément quelconque par un scalaire α sont des éléments de l'ensemble, avec les propriétés suivantes:

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

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 U and V and the product of any element and a scalar α are elements of the set, with the following properties:

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

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

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

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**, mes **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**, mes **subespacio**pl **podprzestrzeń**pt **sub-espaço**sv **delrymd**zh **子空间**