

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

HORIZONTAL PUBLICATION
PUBLICATION HORIZONTALE

AMENDMENT 5
AMENDEMENT 5

**International Electrotechnical Vocabulary (IEV) –
Part 113: Physics for electrotechnology**

**Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) –
Partie 113: Physique pour l'électrotechnique**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60050-113:2011/AMD5:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.



IEC 60050-113

Edition 1.0 2022-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

HORIZONTAL PUBLICATION
PUBLICATION HORIZONTALE

AMENDMENT 5
AMENDEMENT 5

**International Electrotechnical Vocabulary (IEV) –
Part 113: Physics for electrotechnology**

**Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) –
Partie 113: Physique pour l'électrotechnique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 01.040.07; 01.040.29; 07.030

ISBN 978-2-8322-3849-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

FOREWORD

This amendment specifies changes made to the *International Electrotechnical Vocabulary* (www.electropedia.org) which have not been published as a separate standard.

The text of this amendment is based on the following change requests approved by IEC technical committee 1: Terminology.

Change request	Approved
C00077	2022-02-11

Full information on the voting for the approval of the change requests constituting this amendment can be found on the IEV maintenance portal.

AVANT-PROPOS

Le présent amendement spécifie les modifications apportées au *Vocabulaire Electrotechnique International* (www.electropedia.org) qui n'ont pas été publiées dans des normes individuelles.

Le texte de cet amendement est issu des demandes de modification suivantes approuvées par le comité d'études 1 de l'IEC: Terminologie.

Demande de modification	Approuvée
C00077	2022-02-11

Toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation des demandes de modification constituant cet amendement est disponible sur le portail "IEV maintenance".

Part 113 / Partie 113

Add the following new section 07 and IEV entries:

Ajouter la nouvelle section 07 et les articles IEV suivants:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60050-113:2011/AMD5:2022

113-07 Relativistic physics for electrotechnology 113-07 Physique relativiste pour l'électrotechnique

113-07-01

special theory of relativity STR

theory describing processes in [inertial frames](#) of [space-time](#), based on equivalence of inertial frames and on invariance of [speed of light in vacuum](#)

Note 1 to entry: Special theory of relativity is using the flat space-time described as example in [IEV 113-07-61](#).

Note 2 to entry: Special theory of relativity describes mechanics and electrodynamics consistently and is the basic frame for the quantum theory of particles and fields. Gravity cannot be described by STR consistently, but by the [general theory of relativity](#).

Note 3 to entry: Special theory of relativity is based on the following two principles.

- a. Any two inertial frames are fully equivalent so there is no preferred or “absolute” one.
- b. Speed of light in vacuum c_0 has the same value in any inertial frame in a flat space-time.

Note 4 to entry: Usually, one inertial frame, S, arbitrarily chosen, is called the “rest frame”. Another frame, S', is moving towards S with velocity $\vec{v}$. Symbols with a prime refer to quantities measured in the moving reference frame S', and symbols without a prime refer to quantities measured in the rest frame S. Frame S is moving toward S' with velocity $\vec{v}' = -\vec{v}$.

Note 5 to entry: Classical physics can be considered as a limit of STR, assuming $c_0 \rightarrow \infty$.

relativité restreinte, f

théorie décrivant des processus dans des [référentiels inertiels](#) de l'[espace-temps](#), basée sur l'équivalence des référentiels inertiels et sur l'invariance de la [vitesse de la lumière dans le vide](#)

Note 1 à l'article: La relativité restreinte utilise l'espace-temps plat décrit en exemple dans [IEV 113-07-61](#).

Note 2 à l'article: La relativité restreinte décrit la mécanique et l'électrodynamique de manière cohérente et est le cadre fondamental pour la théorie quantique des particules et des champs. La gravité ne peut pas être décrite par la relativité restreinte de manière cohérente, mais par la [relativité générale](#).

Note 3 à l'article: La relativité restreinte repose sur les deux principes suivants.

- a. Deux référentiels inertiels, quels qu'ils soient, sont totalement équivalents, et de ce fait, il n'existe pas de référentiel préférentiel ou "absolu".
- b. La vitesse de la lumière dans le vide c_0 a la même valeur dans tout référentiel inertiel d'un espace-temps plat.

Note 4 à l'article: Généralement, un référentiel inertiel, S, choisi de manière arbitraire, est appelé le "référentiel au repos". Un autre référentiel, S', se déplace vers S à la vitesse $\vec{v}$. Les symboles avec apostrophe font référence aux grandeurs mesurées dans le référentiel mobile S', et les symboles sans apostrophe font référence aux grandeurs mesurées dans le référentiel au repos S. Le référentiel S se déplace vers S' à la vitesse $\vec{v}' = -\vec{v}$.

Note 5 à l'article: La physique classique peut être considérée comme une limite de la relativité restreinte, avec pour hypothèse $c_0 \rightarrow \infty$.

113-07-02

general theory of relativity GTR

extension of [special theory of relativity](#), describing processes in non-inertial frames of [space-time](#), based on the equivalence between gravity and acceleration

Note 1 to entry: General theory of relativity is valid in any space-time including [curved space-time](#) that interprets gravity as a metric property of space-time.

Note 2 to entry: The [metric tensor](#) cannot be reduced to the diagonal form, and thus the metric is neither Euclidean nor pseudo-Euclidean any more, and the use of complex numbers has no advantage. The scalar product of two [four-vectors](#) and the length of a displacement are not expressed simply by a Pythagorean rule. Moreover, the metric tensor is generally different for different [events](#). Thus, the concept of [position four-vector](#) and even the finite [displacement four-vector](#) are not easily applicable in GTR. Instead, an infinitesimal displacement four-vector is to be used.

relativité générale, f

extension de la [relativité restreinte](#) décrivant des processus dans des référentiels non inertiels de l'[espace-temps](#), basée sur l'équivalence entre gravité et accélération

Note 1 à l'article: La relativité générale est valable dans tout espace-temps, y compris un [espace-temps courbe](#) qui interprète la gravité comme une propriété métrique de l'espace-temps.

Note 2 à l'article: Le [tenseur métrique](#) ne peut être réduit à la forme diagonale, et ainsi la métrique n'est plus ni euclidienne, ni pseudo-euclidienne, et l'utilisation de nombres complexes est inutile. Le produit scalaire de deux [quadrivecteurs](#) et la longueur d'un déplacement n'est pas exprimée simplement par une règle de Pythagore. De plus, le tenseur métrique est généralement différent pour des [événements](#) différents. Ainsi, le concept de [quadrivecteur position](#) et même le concept de [quadrivecteur déplacement](#) fini ne s'appliquent pas facilement à la relativité générale. En revanche, un quadrivecteur déplacement infinitésimal est à utiliser.

113-07-03

synchronization, <of clocks>

in one [inertial frame](#) setting of clocks to be [synchronized](#)

synchronisation, <des horloges> f

dans un [référentiel inertielle](#), réglage d'horloges pour les rendre [synchronisées](#)

113-07-04

synchronized, <clocks> adj

pertaining to the state of two clocks C1 and C2 at rest in one [inertial frame](#) at a given distance s if a signal sent from C1 at [local time](#) t_1 with [speed of light in vacuum](#) c_0 is received at the C2 at local time $t_2 = t_1 + s/c_0$

synchronisé, <horloges> adj

relatif à l'état de deux horloges C1 et C2 au repos dans un [référentiel inertielle](#) à une distance s donnée lorsqu'un signal transmis par C1 au [temps local](#) t_1 à la [vitesse de la lumière dans le vide](#) c_0 est reçu par C2 au temps local $t_2 = t_1 + s/c_0$

113-07-05

synchronization, <of two inertial frames>

setting the origins of two [inertial frames](#) to the same [event](#)

synchronisation, <de deux référentiels inertiels> f

réglage des origines de deux [référentiels inertiels](#) sur le même [événement](#)

113-07-06

relativistic effect

effect where prediction by [special theory of relativity](#) or by [general theory of relativity](#) differs significantly from prediction by classical physics

Note 1 to entry: Relativistic effects due to special theory of relativity occur when a characteristic speed is not negligible in comparison to [speed of light in vacuum](#) c_0 .

effet relativiste, m

effet pour lequel la prévision par la [relativité restreinte](#) ou la [relativité générale](#) diffère de manière significative par rapport à la prévision par la physique classique

Note 1 à l'article: Les effets relativistes dus à la relativité restreinte se produisent lorsqu'une vitesse caractéristique n'est pas négligeable par rapport à la [vitesse de la lumière dans le vide](#) c_0 .

113-07-07

$\vec{\beta}$
 β

normalized velocity

ratio of [velocity](#) $\vec{v}$ to [speed of light in vacuum](#) c_0

$$\vec{\beta} := \frac{\vec{v}}{c_0}$$

Note 1 to entry: The coherent SI unit of normalized velocity is one, symbol 1.

vitesse normalisée, <vecteur> f

rapport du vecteur [vitesse](#) $\vec{v}$ à la [vitesse de la lumière dans le vide](#) c_0

$$\vec{\beta} := \frac{\vec{v}}{c_0}$$

Note 1 à l'article: L'unité SI cohérente de vitesse normalisée est un, symbole 1.

113-07-08 β **normalized speed**ratio of [speed](#) v to [speed of light in vacuum](#) c_0

$$\beta := \frac{v}{c_0}, \text{ and } \beta = \left| \frac{\vec{v}}{c_0} \right|$$

Note 1 to entry: The normalized speed for transfer of energy or information is less than or equal to 1. For transfer of matter, it is always less than 1.

Note 2 to entry: The coherent SI unit of normalized velocity is one, symbol 1.

vitesse normalisée, <scalaire> frapport de la [vitesse](#) v à la [vitesse de la lumière dans le vide](#) c_0

$$\beta := \frac{v}{c_0}, \text{ et } \beta = \left| \frac{\vec{v}}{c_0} \right|$$

Note 1 à l'article: La vitesse normalisée pour le transfert d'énergie ou d'informations est inférieure ou égale à 1. Pour le transfert de matière, elle est toujours inférieure à 1.

Note 2 à l'article: L'unité SI cohérente de vitesse normalisée est un, symbole 1.

113-07-09 γ **Lorentz factor**

factor used in relativistic physics $\gamma := \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$ where β is [normalized speed](#)

Note 1 to entry: The Lorentz factor is used, for example, for [relativistic mass](#) $m' = \gamma m$, [Lorentz contraction](#) $d' = d/\gamma$, and [time dilatation](#) $\Delta t' = \gamma \Delta t$.

Note 2 to entry: For the transfer of matter, $1 \leq \gamma < \infty$.

Note 3 to entry: The coherent SI unit of the Lorentz factor is one, symbol 1.

facteur de Lorentz, m

facteur utilisé en physique relativiste $\gamma := \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$ où β est la [vitesse normalisée](#)

Note 1 à l'article: Le facteur de Lorentz est utilisé, par exemple, pour la [masse relativiste](#) $m' = \gamma m$, la [contraction des longueurs](#) $d' = d/\gamma$, et la [dilatation du temps](#) $\Delta t' = \gamma \Delta t$.

Note 2 à l'article: Pour le transfert de matière, $1 \leq \gamma < \infty$.

Note 3 à l'article: L'unité SI cohérente de facteur de Lorentz est un, symbole 1.

113-07-10

A, B, ...

event, <in relativity>

point in [space-time](#)

Note 1 to entry: This concept is a generalization of event in [IEV 113-01-04](#).

événement, <en relativité> m

point dans l'[espace-temps](#)

Note 1 à l'article: Ce concept est une généralisation de l'événement défini en [IEV 113-01-04](#).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60050-113:2011/AMD5:2022

113-07-11

A <in special theory of relativity> <en relativité restreinte>

four-vector**4-vector**

vector in [space-time](#) consisting of a one-dimensional time-related component and a spatial three-dimensional vector

Note 1 to entry: Four-vector symbols can be written using two different forms of presentation:

- a light face single letter in italics with a double underscore, which is that form mostly used in the [special theory of relativity](#) (STR) when the first component is imaginary, by analogy with the underscoring of symbols of complex quantities, e.g. $\underline{\underline{x}}$;
- a light face single letter in italics with a subscript (denoting the covariant component) or a superscript (denoting the contravariant component), which can or cannot be enclosed in braces (curly brackets), and which is that form mostly used in theoretical physics in both special theory of relativity and [general theory of relativity](#) (GTR), e.g. $\{x_\mu\}$ or $\{x^\mu\}$, x_μ or x^μ .

Note 2 to entry: In STR, the time-related component can be expressed as an imaginary quantity, using symbol j as the [imaginary unit](#). Then, pseudo-Euclidean metric can be used with rules of Euclidean metric but allowing negative magnitudes $|\underline{\underline{x}}| < 0$ and zero magnitudes $|\underline{\underline{x}}| = 0$ even for $\underline{\underline{x}} \neq 0$. See [IEV 113-07-18](#).

In case time-related component is real, it is denoted as the fourth component $x_4 = ct$ and the space-related components are x_1, x_2, x_3 . The corresponding components of the [metric tensor](#) yielding the [four-scalar product](#) and [squared four-magnitude](#) have opposite signs, e.g., for [flat space-time](#) in STR $g_{11} = g_{22} = g_{33} = 1$, $g_{44} = -1$ or $g_{11} = g_{22} = g_{33} = -1$, $g_{44} = 1$. In GTR, the non-diagonal metric tensor is used.

Note 3 to entry: The representations used in this part of IEC 60050 are

$\underline{\underline{x}} = (x_0, x_1, x_2, x_3) = \{x_\mu\} = (x_0, \{x_m\})$, where x_0 is the time-related component and x_m are the space-related components. In three-dimensional space, components of three-dimensional vectors are denoted using lowercase Latin letters for indices ($i, j, k, l, m, \dots$).

In four-dimensional space, components of four-dimensional vectors are denoted using lowercase Greek letters for indices ($\iota, \kappa, \lambda, \mu, \nu, \dots$). In STR, indices range usually from 0 to 3, where 0 is used for the imaginary time-related component, and in GTR, indices range usually from 1 to 4 where 4 is used for the real time-related component.

Examples in STR are the [position four-vector](#) $\underline{\underline{x}} := (x_0, x_1, x_2, x_3) = (jc_0t, x, y, z)$ and the [electromagnetic four-potential](#) $\underline{\underline{A}} = (jV/c_0; A_x, A_y, A_z) = (jV/c_0; \vec{A})$.

Note 4 to entry: If there is no risk of misunderstanding, “free index symbolic” is used, e.g. a component x_μ instead of full vector $\{x_\mu\}$. Index μ is then called “free index”.

quadrivecteur, m

vecteur dans l'[espace-temps](#) qui comprend une composante temporelle unidimensionnelle et un vecteur spatial tridimensionnel

Note 1 à l'article: Les symboles des quadrivecteurs peuvent s'écrire sous deux formes différentes:

- une lettre unique en italique ordinaire avec double soulignement, qui est la forme utilisée principalement dans la [relativité restreinte](#) lorsque la première composante est imaginaire, par analogie au soulignement des symboles de grandeurs complexes, par exemple $\underline{x}$;
- une lettre unique en italique ordinaire avec un indice (indiquant une composante covariante) ou un exposant (indiquant une composante contravariante), délimitée ou non par des accolades, qui est la forme principalement utilisée en physique théorique dans la relativité restreinte et la [relativité générale](#), par exemple $\{x_\mu\}$ ou $\{x^\mu\}$, x_μ ou x^μ .

Note 2 à l'article: En relativité restreinte, la composante temporelle peut être exprimée en tant que grandeur imaginaire, avec le symbole j comme [unité imaginaire](#). Puis, la métrique pseudo-euclidienne peut être utilisée avec les règles de la métrique euclidienne, mais en admettant des amplitudes négatives $|\underline{x}| < 0$ et des amplitudes nulles $|\underline{x}| = 0$ même pour $\underline{x} \neq 0$. Voir [IEV 113-07-18](#).

Lorsque la composante temporelle est réelle, elle est désignée comme la quatrième composante $x_4 = ct$ et les composantes spatiales sont x_1, x_2, x_3 . Les composantes correspondantes du [tenseur métrique](#) qui génèrent le [produit quadriscaire](#) et la [norme au carré](#), ont des signes opposés, par exemple, pour un [espace-temps plat](#) en relativité restreinte, $g_{11} = g_{22} = g_{33} = 1$, $g_{44} = -1$ ou $g_{11} = g_{22} = g_{33} = -1$, $g_{44} = 1$. En [relativité générale](#), le tenseur métrique non diagonal est utilisé.

Note 3 à l'article: Les représentations utilisées dans la présente partie de l'IEC 60050 sont $\underline{x} = (x_0, x_1, x_2, x_3) = \{x_\mu\} = (x_0, \{x_m\})$, où x_0 est la composante temporelle et les x_m représentent les composantes spatiales.

Dans l'espace tridimensionnel, les composantes des vecteurs tridimensionnels sont désignées au moyen de lettres latines minuscules pour les indices $(i, j, k, l, m, \dots)$.

Dans l'espace quadridimensionnel, les composantes des vecteurs quadridimensionnels sont désignées au moyen de lettres grecques minuscules pour les indices, $(\iota, \kappa, \lambda, \mu, \nu, \dots)$. En relativité restreinte, les indices sont généralement compris entre 0 et 3, où 0 est utilisé pour la composante temporelle imaginaire, et en relativité générale, les indices sont généralement compris entre 1 et 4 où 4 est utilisé pour la composante temporelle réelle.

Exemples en relativité restreinte: [quadrivecteur position](#) $\underline{x} := (x_0, x_1, x_2, x_3) = (jc_0t, x, y, z)$ et [quadrivecteur potentiel électromagnétique](#) $\underline{A} = (jV/c_0; A_x, A_y, A_z) = (jV/c_0; \vec{A})$.

Note 4 à l'article: En l'absence de tout risque d'incompréhension, une "symbolique à indice libre" est utilisée, par exemple, une composante x_μ au lieu du vecteur complet $\{x_\mu\}$. L'indice μ est alors appelé "indice libre".

113-07-12**special Lorentz transformation**

transformation of [four-vectors](#) from one [inertial frame](#) S to another inertial frame S' with parallel coordinate axes $x_k || x'_k$, $k = 1, 2, 3$, while moving along one of these axes usually denoted by $k = 1$

Note 1 to entry: The term “special” in “special Lorentz transformation” is used with a different meaning than that in the term “special theory of relativity”.

Note 2 to entry: For a position vector $(x_0 = c_0 t, x, y, z)$ and $\vec{\beta} = (\beta, 0, 0)$ as the velocity of S' regarding to S, the special Lorentz transformation reads

$$c_0 t' = \gamma (c_0 t - \beta x)$$

$$x' = \gamma (x - \beta c_0 t)$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

For a position vector $(x_0 = j c_0 t, x_1, x_2, x_3)$ in a complex form with pseudo-Euclidian metric, and $\vec{\beta} = (\beta, 0, 0)$ as the velocity of S' regarding to S, the special Lorentz transformation reads

$$x'_0 = \gamma x_0 - j \beta \gamma x_1$$

$$x'_1 = j \beta \gamma x_0 + \gamma x_1$$

$$x'_2 = x_2$$

$$x'_3 = x_3$$

showing that the special Lorentz transformation is a rotation in a complex plane $(x_0; x_1)$ with a complex angle φ where $\tan \varphi = \beta$.

Note 3 to entry: Two special Lorentz transformations along the same axis result in a special Lorentz transformation along the same axis. Two special Lorentz transformations along different axes usually result in a [general Lorentz transformation](#).

transformation de Lorentz spéciale, f

transformation des [quadrivecteurs](#) d'un [référentiel inertiel](#) S à un autre référentiel inertiel S' avec des axes de coordonnées parallèles $x_k || x'_k$, $k = 1, 2, 3$, conjointement à un déplacement le long de l'un de ces axes généralement désigné par $k = 1$

Note 1 à l'article: En anglais, le terme "special" dans "special Lorentz transformation" est utilisé avec une signification différente de "special theory of relativity".

Note 2 à l'article: Pour un quadrivecteur position $(x_0 = c_0 t, x, y, z)$ et une vitesse $\vec{\beta} = (\beta, 0, 0)$ de S' par rapport à S, la transformation de Lorentz spéciale s'écrit comme suit

$$c_0 t' = \gamma (c_0 t - \beta x)$$

$$x' = \gamma (x - \beta c_0 t)$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

Pour un quadrivecteur position complexe $(x_0 = j c_0 t, x_1, x_2, x_3)$ avec métrique pseudo-euclidienne et une vitesse $\vec{\beta} = (\beta, 0, 0)$ de S' par rapport à S, la transformation de Lorentz spéciale s'écrit comme suit

$$x'_0 = \gamma x_0 - j \beta \gamma x_1$$

$$x'_1 = j \beta \gamma x_0 + \gamma x_1$$

$$x'_2 = x_2$$

$$x'_3 = x_3$$

ce qui indique que la transformation de Lorentz spéciale est une rotation dans un plan complexe $(x_0; x_1)$ avec un angle complexe φ où $\tan \varphi = \beta$.

Note 3 à l'article: Deux transformations de Lorentz spéciales le long du même axe produisent une transformation de Lorentz spéciale le long du même axe. Deux transformations de Lorentz spéciales le long d'axes différents produisent habituellement une [transformation de Lorentz](#).

113-07-13

 L **general Lorentz transformation**
Lorentz transformation

transformation of [four-vectors](#) from one [inertial frame](#) S to another inertial frame S' moving in any given direction

Note 1 to entry: General Lorentz transformations form a group. Denoting Ω_L the set of all general Lorentz transformations L , following rules are fulfilled:

1. the identity transformation I belongs to Ω_L ;
2. a composition of general Lorentz transformations is associative, i.e. $L' (L'' L''') = (L' L'') L'''$;
3. to any L exists an inverse one L^{-1} such that $LL^{-1} = I$.

Note 2 to entry: A general Lorentz transformation is a linear, rotational transformation in space-time.

Note 3 to entry: A general Lorentz transformation for synchronized S, S' can be expressed by

$$\underline{\underline{x'}} = L \underline{\underline{x}} \text{ where } L = \begin{pmatrix} \gamma & -\gamma\beta_x & -\gamma\beta_y & -\gamma\beta_z \\ -\gamma\beta_x & 1 + \frac{(\gamma-1)\beta_x^2}{\beta^2} & \frac{(\gamma-1)\beta_x\beta_y}{\beta^2} & \frac{(\gamma-1)\beta_x\beta_z}{\beta^2} \\ -\gamma\beta_y & \frac{(\gamma-1)\beta_x\beta_y}{\beta^2} & 1 + \frac{(\gamma-1)\beta_y^2}{\beta^2} & \frac{(\gamma-1)\beta_y\beta_z}{\beta^2} \\ -\gamma\beta_z & \frac{(\gamma-1)\beta_x\beta_z}{\beta^2} & \frac{(\gamma-1)\beta_y\beta_z}{\beta^2} & 1 + \frac{(\gamma-1)\beta_z^2}{\beta^2} \end{pmatrix}$$

In the case where the representation of four-vectors is given by $\underline{\underline{x}} = (x_0; \vec{x})$ and their transposition by

$$\underline{\underline{x}}^T := (x_0; \vec{x})^T, \text{ then } L = \begin{pmatrix} \gamma & -\gamma\vec{\beta}^T \\ -\gamma\vec{\beta} & I + \Gamma \end{pmatrix}, \text{ where } I \text{ is the } 3 \times 3 \text{ identity matrix and}$$

$\Gamma = \frac{(\gamma-1)}{\beta^2} \vec{\beta} \vec{\beta}^T$ is a three-dimensional matrix built from the [dyadic product](#) of the normalized velocity $\vec{\beta}$.

Note 4 to entry: The coherent SI unit of the matrix L describing the general Lorentz transformation is one, symbol 1.

transformation de Lorentz, f

transformation des [quadrivecteurs](#) d'un [référentiel inertiel](#) à un autre référentiel inertiel S' qui se déplace dans toute direction donnée

Note 1 à l'article: Les transformations de Lorentz forment un groupe. En notant Ω_L l'ensemble des transformations de Lorentz L , on a les règles suivantes:

1. la transformation identité I appartient à Ω_L ;
2. une composition de transformations de Lorentz est associative, c'est-à-dire $L' (L'' L''') = (L' L'') L'''$;
3. pour toute transformation L , il existe une transformation inverse L^{-1} de telle sorte que $LL^{-1} = I$.

Note 2 à l'article: Une transformation de Lorentz est une transformation rotationnelle linéaire dans l'espace-temps.

Note 3 à l'article: Une transformation de Lorentz des référentiels inertiels S, S' synchronisés peut être

$$\text{exprimée par } \underline{x}' = L \underline{x} \text{ où } L = \begin{pmatrix} \gamma & -\gamma\beta_x & -\gamma\beta_y & -\gamma\beta_z \\ -\gamma\beta_x & 1 + \frac{(\gamma-1)\beta_x^2}{\beta^2} & \frac{(\gamma-1)\beta_x\beta_y}{\beta^2} & \frac{(\gamma-1)\beta_x\beta_z}{\beta^2} \\ -\gamma\beta_y & \frac{(\gamma-1)\beta_x\beta_y}{\beta^2} & 1 + \frac{(\gamma-1)\beta_y^2}{\beta^2} & \frac{(\gamma-1)\beta_y\beta_z}{\beta^2} \\ -\gamma\beta_z & \frac{(\gamma-1)\beta_x\beta_z}{\beta^2} & \frac{(\gamma-1)\beta_y\beta_z}{\beta^2} & 1 + \frac{(\gamma-1)\beta_z^2}{\beta^2} \end{pmatrix}$$

Dans le cas où la représentation des quadrivecteurs est donnée par $\underline{x} = (x_0; \vec{x})$ et transposée par

$$\underline{x}^T := (x_0; \vec{x})^T, \text{ alors } L = \begin{pmatrix} \gamma & -\gamma\vec{\beta}^T \\ -\gamma\vec{\beta} & I + \Gamma \end{pmatrix}, \text{ où } I \text{ est la matrice d'identité } 3 \times 3 \text{ et } \Gamma = \frac{(\gamma-1)}{\beta^2} \vec{\beta}\vec{\beta}^T$$

est une matrice tridimensionnelle constituée à partir du [produit tensoriel](#) de la vitesse normalisée $\vec{\beta}$.

Note 4 à l'article: L'unité SI cohérente de la matrice L qui décrit la transformation de Lorentz est un, symbole 1.

113-07-14

invariant, <to a transformation>

quantity the value of which does not change while using the corresponding transformation

EXAMPLE Field quantities $\vec{E}, \vec{B}$ described by potentials $(\vec{A}, \varphi)$ are invariants to the gauge

transformation $\vec{A}' = \vec{A} + \nabla\chi$, $\varphi' = \varphi - \frac{\partial\chi}{c_0\partial t}$ for any $\chi(\vec{r}, t)$.

invariant, <d'une transformation> m

grandeur dont la valeur ne varie pas sous l'effet de la transformation correspondante

EXEMPLE Les grandeurs de champ $\vec{E}, \vec{B}$ décrites par les potentiels $(\vec{A}, \varphi)$ sont des invariants par

rapport à la transformation de jauge $\vec{A}' = \vec{A} + \nabla\chi$, $\varphi' = \varphi - \frac{\partial\chi}{c_0\partial t}$ pour toute valeur $\chi(\vec{r}, t)$.

113-07-15**Lorentz invariant**

quantity having the same value being measured in any of the frames connected by the [general Lorentz transformation](#)

EXAMPLE Examples are [electric charge](#), [speed of light in vacuum](#), [four-scalar product](#).

invariant de Lorentz, m

grandeur dont la valeur mesurée est identique dans tous les référentiels reliés par la [transformation de Lorentz](#)

EXEMPLE La [charge électrique](#), la [vitesse de la lumière dans le vide](#), et le [produit quadriscaire](#) sont des exemples d'invariants de Lorentz.

113-07-16**Lorentz scalar
four-scalar**

scalar quantity invariant to the [general Lorentz transformation](#)

EXAMPLE Examples are [four-scalar product](#) and [squared four-magnitude](#).

Note 1 to entry: Any Lorentz scalar is a Lorentz invariant as well. The term "Lorentz scalar" is used particularly for quantities where the classification of tensors of different rank n is appropriate, and $n = 0$.

scalaire de Lorentz, m

grandeur scalaire invariante par la [transformation de Lorentz](#)

EXEMPLE Le [produit quadriscaire](#) et la [norme au carré](#) d'un quadrivecteur constituent des exemples de scalaires de Lorentz.

Note 1 à l'article: Tout scalaire de Lorentz est également un invariant de Lorentz. Le terme "scalaire de Lorentz" est utilisé notamment pour les grandeurs avec lesquelles la classification des tenseurs de rangs différents n est appropriée, et $n = 0$.

113-07-17**four-scalar product
Minkowski inner product**

real scalar S associated with two [four-vectors](#) $\underline{x}$ and $\underline{y}$ by the relation $S^2(\underline{x}, \underline{y}) = \sum_{\mu\nu} g^{\mu\nu} x_{\mu} y_{\nu}$, where $g^{\mu\nu}$ is a component of the [metric tensor](#)

Note 1 to entry: The four-scalar product is a [Lorentz scalar](#).

produit quadriscalaire, m

scalaire réel S associé à deux [quadrivecteurs](#) $\underline{x}$ et $\underline{y}$ par la relation $S^2(\underline{x}, \underline{y}) = \sum_{\mu\nu} g^{\mu\nu} x_\mu y_\nu$, où $g^{\mu\nu}$ est une composante du [tenseur métrique](#)

Note 1 à l'article: Le produit quadriscalaire est un [scalaire de Lorentz](#).

113-07-18

squared four-magnitude

squared [four-scalar product](#) of a [four-vector](#) with itself

Note 1 to entry: The squared four-magnitude $S^2(\underline{x}, \underline{x}) = \underline{x} \cdot \underline{x} = \sum_{\mu\nu} g^{\mu\nu} x_\mu x_\nu$ is the generalization of the squared magnitude of a three-dimensional vector. The scalar $S^2(\underline{x}, \underline{x})$ can be positive, zero, or negative; it can be zero even in the case when $\underline{x} \neq \underline{0}$.

norme au carré, <d'un quadrivecteur> f

carré du [produit scalaire](#) d'un [quadrivecteur](#) avec lui-même

Note 1 à l'article: La norme au carré $S^2(\underline{x}, \underline{x}) = \underline{x} \cdot \underline{x} = \sum_{\mu\nu} g^{\mu\nu} x_\mu x_\nu$ est la généralisation de l'amplitude au carré d'un vecteur tridimensionnel. Le produit scalaire $S^2(\underline{x}, \underline{x})$ peut être positif, nul ou négatif. Il peut être nul même lorsque $\underline{x} \neq \underline{0}$.

113-07-19

$\underline{x}$

position four-vector

[four-vector](#) characterizing an [event](#) in [space-time](#)

Note 1 to entry: The position four-vector denotes an event in space-time.

Note 2 to entry: The [squared four-magnitude](#) of a position four-vector

$$\underline{x} := (x_0, x_1, x_2, x_3) = (jc_0t, x, y, z) \quad \text{is } S^2(\underline{x}, \underline{x}) = -c_0^2t^2 + x^2 + y^2 + z^2$$

Note 3 to entry: The coherent SI unit of the position four-vector is metre, m.

quadrivecteur position, m

[quadrivecteur](#) qui caractérise un [événement](#) dans l'[espace-temps](#)

Note 1 à l'article: Le quadrivecteur position désigne un événement dans l'espace-temps.

Note 2 à l'article: La [norme au carré](#) d'un quadrivecteur position

$$\underline{x} := (x_0, x_1, x_2, x_3) = (jc_0t, x, y, z) \quad \text{est } S^2(\underline{x}, \underline{x}) = -c_0^2t^2 + x^2 + y^2 + z^2$$

Note 3 à l'article: L'unité SI cohérente de quadrivecteur position est le mètre, m.

113-07-20**time-like position vector**

[position four-vector](#) the [squared four-magnitude](#) of which is negative

Note 1 to entry: If a [displacement four-vector](#) $\underline{x}_{AB}$ of two different [events](#) A, B is a time-like vector, then there exists an inertial frame where A and B occur in the same place at different times.

quadrivecteur de genre temps, m

[quadrivecteur position](#) dont la [norme au carré](#) est négative

Note 1 à l'article: Lorsqu'un [quadrivecteur déplacement](#) $\underline{x}_{AB}$ de deux [événements](#) différents A, B est un quadrivecteur de genre temps, il existe un référentiel inertiel où A et B se produisent au même lieu mais à des temps différents.

113-07-21**absolute future**

for a given [event](#) in [space-time](#) used as origin, set of all events described by [time-like position vectors](#) with the time-related component $x_0 = jct$ where $t > 0$

futur absolu, m

pour un [événement](#) donné dans l'[espace-temps](#) utilisé comme origine, ensemble de tous les événements décrits par les [quadrivecteurs de genre temps](#) avec la composante temporelle $x_0 = jct$ où $t > 0$

113-07-22**absolute past**

for a given [event](#) in [space-time](#) used as origin, set of all events described by [time-like position vectors](#) with a time-related component $x_0 = jct$ where $t < 0$

passé absolu, m

pour un [événement](#) donné dans l'[espace-temps](#) utilisé comme origine, ensemble de tous les événements décrits par les [quadrivecteurs de genre temps](#) avec la composante temporelle $x_0 = jct$ où $t < 0$

113-07-23**space-like position vector**

[position four-vector](#) the [squared four-magnitude](#) of which is positive

Note 1 to entry: If the [displacement four-vector](#) $\underline{x}_{AB}$ of two different [events](#) A, B is a space-like position vector, then there exists an inertial frame where A and B occur at the same time in different places.

quadrivecteur de genre espace, m

[quadrivecteur position](#) dont la [norme au carré](#) est positive

Note 1 à l'article: Lorsqu'un [quadrivecteur déplacement](#) $\underline{x}_{AB}$ de deux [événements](#) différents A, B est un quadrivecteur de genre espace, il existe un référentiel inertiel où A et B se produisent simultanément, mais en des lieux différents.

113-07-24

relative presence

for a given [event](#) in [space-time](#) used as origin, set of all events described by [space-like position vectors](#)

présence relative, f

pour un [événement](#) donné dans l'[espace-temps](#) utilisé comme origine, ensemble de tous les événements décrits par les [quadrivecteurs de genre espace](#)

113-07-25

light-like vector

[position four-vector](#) the [squared four-magnitude](#) of which is zero

Note 1 to entry: If a [displacement four-vector](#) $\underline{x}_{AB}$ of two events A, B is a light-like vector, then in any inertial frame both events A, B can be connected by a signal with [speed of light in vacuum](#).

Note 2 to entry: Owing to the nature of a four-vector, not all components of a light-like vector need to be zero.

quadrivecteur de genre lumière, m

[quadrivecteur position](#) dont la [norme au carré](#) est nulle

Note 1 à l'article: Lorsqu'un [quadrivecteur déplacement](#) $\underline{x}_{AB}$ de deux événements A, B est un quadrivecteur de genre lumière, alors dans tout référentiel inertiel, les deux événements A, B peuvent être reliés par un signal à la [vitesse de la lumière dans le vide](#).

Note 2 à l'article: Du fait de la nature d'un quadrivecteur, il n'est pas nécessaire que toutes les composantes d'un quadrivecteur de genre lumière soient nulles.

113-07-26

light cone

for a given [event](#) in [space-time](#) used as origin, set of all events described by [light-like vectors](#)

Note 1 to entry: In a two-dimensional projection of x_0 and x_1 , the light cone degenerates into two lines.

cône de lumière, m

pour un [événement](#) donné dans l'[espace-temps](#) utilisé comme origine, ensemble de tous les événements décrits par les [quadrivecteurs de genre lumière](#)

Note 1 à l'article: Dans une projection bidimensionnelle de x_0 et x_1 , le cône de lumière se réduit à deux lignes.

113-07-27

$$\underline{x}_{AB}$$
displacement four-vector

difference between the [position four-vectors](#) $\underline{x}_A$ and $\underline{x}_B$ of two [events](#) A and B measured in the same [inertial frame](#) $\underline{x}_{AB} := \underline{x}_B - \underline{x}_A$

Note 1 to entry: The coherent SI unit of the displacement four-vector is metre, m.

quadrivecteur déplacement, m

différence entre les [quadrivecteurs position](#) $\underline{x}_A$ et $\underline{x}_B$ de deux [événements](#) A et B mesurés dans le même [référentiel inertiel](#) $\underline{x}_{AB} := \underline{x}_B - \underline{x}_A$

Note 1 à l'article: L'unité SI cohérente de quadrivecteur déplacement est le mètre, m.

113-07-28

$$s_{AB}^2$$
squared space-time distance

DEPRECATED: squared space-time interval

[squared four-magnitude](#) of a [displacement four-vector](#)

Note 1 to entry: For events A, B, with [position four-vectors](#) $\{jc_0t_A, x_A, y_A, z_A\}$ and $\{jc_0t_B, x_B, y_B, z_B\}$ respectively, squared space-time distance is

$$s_{AB}^2 = -c_0^2(t_B - t_A)^2 + (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2.$$

Note 2 to entry: The coherent SI unit of squared space-time distance is metre squared, m².

distance d'espace-temps au carré, f

[norme au carré](#) d'un [quadrivecteur déplacement](#)

Note 1 à l'article: Pour les événements A, B, avec respectivement les [quadrivecteurs position](#) $\{jc_0t_A, x_A, y_A, z_A\}$ et $\{jc_0t_B, x_B, y_B, z_B\}$, la distance d'espace-temps au carré est

$$s_{AB}^2 = -c_0^2(t_B - t_A)^2 + (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2.$$

Note 2 à l'article: L'unité SI cohérente de la distance d'espace-temps au carré est le mètre carré, m².

113-07-29

t

local time

time-related component of a given [event](#) in a given [inertial frame](#)

Note 1 to entry: See also "[time](#)".

Note 2 to entry: The same event can be described by different local times t_A , t'_A in different frames S, S'.

Note 3 to entry: The coherent SI unit of local time is second, s.

temps local, m

composante temporelle d'un [événement](#) donné dans un [référentiel inertiel](#)

Note 1 à l'article: Voir aussi "[temps](#)".

Note 2 à l'article: Le même événement peut être décrit par différents temps locaux t_A , t'_A dans différents référentiels S, S'.

Note 3 à l'article: L'unité SI cohérente de temps local est la seconde, s.

113-07-30

Δt

local duration

for two [events](#) A, B in a given [inertial frame](#) S, difference between their time-related components

$$\Delta t = t_B - t_A$$

Note 1 to entry: The term "local duration" is usually used in relation to the situation in which event B is in the [absolute future](#) with respect to event A. Then, in any two different inertial frames S, S', local durations Δt and $\Delta t'$, mutually being different, i.e. $\Delta t \neq \Delta t'$, obey relations $\Delta t > 0$ and $\Delta t' > 0$. If event B is in [relative presence](#), the local duration can be negative, zero or it can even have different signs in different frames S, S'.

Note 2 to entry: The coherent SI unit of local duration is second, s.

durée locale, f

pour deux [événements](#) A, B dans un [référentiel inertiel](#) S, différence entre leurs composantes temporelles

$$\Delta t = t_B - t_A$$

Note 1 à l'article: Le terme "durée locale" est habituellement utilisé dans la situation où l'événement B se situe dans le [futur absolu](#) par rapport à l'événement A. Alors, dans deux référentiels inertiels différents S, S', les durées locales Δt et $\Delta t'$, mutuellement différentes, c'est-à-dire $\Delta t \neq \Delta t'$, obéissent aux relations $\Delta t > 0$ et $\Delta t' > 0$. Lorsque l'événement B est en [présence relative](#), la durée locale peut être négative, nulle ou elle peut même avoir des signes différents dans des référentiels S, S' différents.

Note 2 à l'article: L'unité SI cohérente de durée locale est la seconde, s.

113-07-31

t'

relativistic time

[local time](#) in a reference frame S', moving with normalized velocity β with respect to a [synchronized](#) rest frame S, equal to

$$t' = \gamma \left(t - \vec{\beta} \vec{r} / c_0 \right)$$

where t is local time and $\vec{r}$ is the three-dimensional position vector of an [event](#) observed in the rest frame

Note 1 to entry: In the special case that the X-axis of frame S is parallel with X' axis of frame S' and the direction of movement of frames is parallel to the X-axis, $t' = \gamma (t - vx/c_0^2)$.

Note 2 to entry: The coherent SI unit of relativistic time is second, s.

temps relativiste, m

[temps local](#) dans un référentiel S', qui se déplace à la vitesse normalisée β par rapport à un référentiel au repos S [synchronisé](#). égal à

$$t' = \gamma \left(t - \vec{\beta} \vec{r} / c_0 \right)$$

où t est le temps local et $\vec{r}$ est le quadrivecteur position tridimensionnel d'un [événement](#) observé dans le référentiel au repos

Note 1 à l'article: Dans le cas spécial où l'axe X du référentiel S est parallèle à l'axe X' du référentiel S' et le sens de déplacement des référentiels est parallèle à l'axe X, $t' = \gamma (t - vx/c_0^2)$.

Note 2 à l'article: L'unité SI cohérente de temps relativiste est la seconde, s.

113-07-32

τ

proper time

time indicated by a clock

Note 1 to entry: See also "[time](#)".

Note 2 to entry: In order to compare the value of a proper [date](#) given in frame S where the clock is in rest, with the date in another frame S', frames S, S' must be [synchronized](#).

Note 3 to entry: This definition is valid also in non-inertial frames.

Note 4 to entry: The coherent SI unit of proper time is second, s.

temps propre, m

temps indiqué par une horloge

Note 1 à l'article: Voir aussi "[temps](#)".

Note 2 à l'article: Pour pouvoir comparer la valeur d'une [date](#) propre donnée dans un référentiel S où l'horloge est au repos, à la date dans un autre référentiel S', les référentiels S, S' doivent être [synchronisés](#).

Note 3 à l'article: Cette définition est également valable dans des référentiels non inertiels.

Note 4 à l'article: L'unité SI cohérente de temps propre est la seconde, s.

113-07-33

$\Delta\tau$

proper duration

duration indicated by a clock

Note 1 to entry: The proper duration $\Delta\tau_{AB}$ is the shortest of the durations $\Delta t'_{AB}$ in all frames S' and for inertial frames, $\Delta\tau_{AB} = \Delta t'_{AB}/\gamma$.

Note 2 to entry: For events A and B separated by an infinitesimally small squared space-time interval, the proper duration $\Delta\tau_{AB}$ is the shortest of the durations $\Delta t'_{AB}$ in all frames S' and $\Delta\tau_{AB} = \Delta t'_{AB}/\gamma$.

Note 3 to entry: The proper duration is a Lorentz invariant.

Note 4 to entry: The coherent SI unit of proper duration is second, s.

durée propre, f

durée indiquée par une horloge

Note 1 à l'article: La durée propre $\Delta\tau_{AB}$ est la plus courte des durées $\Delta t'_{AB}$ dans tous les référentiels S' et pour les référentiels inertiels, $\Delta\tau_{AB} = \Delta t'_{AB}/\gamma$.

Note 2 à l'article: Pour les événements A et B séparés par un carré d'intervalle d'espace-temps infinitésimalement petit, la durée propre $\Delta\tau_{AB}$ est la plus petite des durées $\Delta t'_{AB}$ dans tous les référentiels S' et $\Delta\tau_{AB} = \Delta t'_{AB}/\gamma$.

Note 3 à l'article: La durée propre est un invariant de Lorentz.

Note 4 à l'article: L'unité SI cohérente de durée propre est la seconde, s.

113-07-34

D_{AB}

proper distance

for [events](#) A and B in [relative presence](#) with respect to A, three-dimensional [Euclidean distance](#) measured in the [inertial frame](#) S where A and B have the same time-related component, $t_A = t_B$

Note 1 to entry: The proper distance D_{AB} is the largest of the Euclidean distances d'_{AB} in all other frames S' where $t'_A \neq t'_B$. For inertial frame S' , $D_{AB} = \gamma' D'_{AB}$ where γ' is the [Lorentz factor](#) corresponding to the speed between frames S and S' .

Note 2 to entry: For events A and B separated by an infinitesimally small squared space-time interval, the proper distance D_{AB} is the largest of the Euclidean distances d'_{AB} in all frames S' and $D_{AB} = \gamma' d'_{AB}$.

Note 3 to entry: The proper distance is a [Lorentz scalar](#).

Note 4 to entry: The coherent SI unit of proper distance is metre, m.

distance propre, f

pour des [événements](#) A et B en [présence relative](#) par rapport à A, [distance euclidienne](#) tridimensionnelle mesurée dans le [référentiel inertielle](#) S où A et B ont la même composante temporelle, $t_A = t_B$

Note 1 à l'article: La distance propre D_{AB} est la plus grande des distances euclidiennes d'_{AB} dans tous les autres référentiels S' où $t'_A \neq t'_B$. Pour le référentiel inertielle S' , $D_{AB} = \gamma' D'_{AB}$ où γ' est le [facteur de Lorentz](#) correspondant à la vitesse relative entre les référentiels S et S' .

Note 2 à l'article: Pour les événements A et B séparés par un carré d'intervalle d'espace-temps infinitésimalement petit, la distance propre D_{AB} est la plus grande des distances euclidiennes d'_{AB} dans tous les référentiels S' et $D_{AB} = \gamma' d'_{AB}$.

Note 3 à l'article: La distance propre est un [scalaire de Lorentz](#).

Note 4 à l'article: L'unité SI cohérente de distance propre est le mètre, m.

113-07-35

ℓ
 ℓ_{AB}

proper length

for a rigid rod, three-dimensional distance between begin A and end B of that rod measured in the same [local time](#) $t_A = t_B$ in the [inertial frame](#) S where that rod is in time t_A at rest

Note 1 to entry: The proper length ℓ_{AB} is the largest of the [local lengths](#), i.e., distances d'_{AB} measured synchronously ($t'_A = t'_B$) between the begin A and the end B of the rod in any other frame S'. For inertial frame S', $\ell_{AB} = \gamma d'_{AB}$.

Note 2 to entry: The proper length is a [Lorentz scalar](#).

Note 3 to entry: The coherent SI unit of proper length is metre, m.

longueur propre, f

pour une tige rigide, distance tridimensionnelle entre le début A et la fin B de cette tige, mesurée au même [temps local](#) $t_A = t_B$ dans le [référentiel inertiel](#) S où cette tige est au temps t_A au repos

Note 1 à l'article: La longueur propre ℓ_{AB} est la plus grande des [longueurs locales](#), c'est-à-dire, des distances d'_{AB} mesurées de manière synchrone ($t'_A = t'_B$) entre le début A et la fin B de la tige dans tout autre référentiel inertiel S'. Pour le référentiel inertiel S', $\ell_{AB} = \gamma d'_{AB}$.

Note 2 à l'article: La longueur propre est un [scalaire de Lorentz](#).

Note 3 à l'article: L'unité SI cohérente de longueur propre est le mètre, m.

113-07-36

d
 d_{AB}

local length

for a rigid rod, three-dimensional distance between begin A and end B of that rod measured in some [inertial frame](#) S synchronously, i.e., in the same [local times](#) $t_A = t_B$ of S

Note 1 to entry: The local length d of a rod in a frame S depends on the choice of S. In other frame S', the local length d' of the same rod may be else because measuring position of its begin and end being synchronous with respect to S may be not synchronous with respect to S'.

Note 2 to entry: The coherent SI unit of local length is metre, m.

longueur locale, f

pour une tige rigide, distance tridimensionnelle entre le début A et la fin B de cette tige, mesurée dans un [référentiel inertiel](#) S de manière synchrone, c'est-à-dire aux mêmes [temps locaux](#) $t_A = t_B$ de S

Note 1 à l'article: La longueur locale d d'une tige dans un référentiel inertiel S dépend du choix de S. Dans un autre référentiel inertiel S', la longueur locale d' de la même tige peut être différente parce que les positions mesurées de son début et de sa fin, synchrones par rapport à S, peuvent ne pas l'être par rapport à S'.

Note 2 à l'article: L'unité SI cohérente de longueur locale est le mètre, m.

113-07-37**Lorentz contraction
length contraction**

phenomenon describing the fact that for a moving object in a given frame, its [local length](#) in the direction of moving is shorter than its [proper length](#) in the same direction

Note 1 to entry: In the moving frame S', $d' = \ell/\gamma$ where ℓ is proper length, d' is the length measured in S' (local length in S') and γ is the [Lorentz factor](#).

contraction des longueurs, f

phénomène qui décrit le fait que la [longueur locale](#) d'un objet mobile dans un référentiel donné est plus courte dans la direction de déplacement que sa [longueur propre](#) dans la même direction

Note 1 à l'article: Dans le référentiel mobile S', $d' = \ell/\gamma$ où ℓ est la longueur propre, d' est la longueur mesurée dans le référentiel S' (longueur locale dans S') et γ est le [facteur de Lorentz](#).

113-07-38**time dilatation**

phenomenon describing the fact that the [proper duration](#) $\Delta\tau$ of a process is shorter than its [local duration](#) Δt measured in a frame S' moving relative to the frame S where the process is at rest

Note 1 to entry: In [special theory of relativity](#), for quasi-infinitesimal durations, $dt = \gamma d\tau$, even for non-inertial frames.

Note 2 to entry: A [gravitational shift](#) is sometimes considered as a time dilatation.

dilatation du temps, f

phénomène qui décrit le fait que la [durée propre](#) $\Delta\tau$ d'un processus est plus courte que sa [durée locale](#) Δt mesurée dans un référentiel S' mobile par rapport au référentiel S dans lequel le processus est au repos

Note 1 à l'article: En [relativité restreinte](#), pour des durées quasi-infinitésimales, $dt = \gamma d\tau$, même pour des référentiels non inertiels.

Note 2 à l'article: Un [décalage gravitationnel](#) est parfois considéré comme une dilatation du temps.

113-07-39

u

four-velocity

4-velocity

derivative of [position four-vector](#) with respect to [proper time](#) $\underline{\underline{u}} := d\underline{\underline{x}}/d\tau$

Note 1 to entry: Letter symbol u is used to distinguish this quantity from the relative velocity v .

Note 2 to entry: Four-velocity is a four-vector analogous to velocity in three-dimensional space.

Note 3 to entry: $\underline{\underline{u}} := \frac{d\underline{\underline{x}}}{d\tau} = \frac{d\underline{\underline{x}}}{dt} \frac{dt}{d\tau} = \gamma \left(jc_0; \dot{\vec{r}} \right) = \gamma (jc_0; \vec{v})$ or

$\underline{\underline{u}} := (u_0, u_1, u_2, u_3) := (\gamma jc_0, \gamma v_x, \gamma v_y, \gamma v_z) = \gamma (jc_0; \vec{v})$ where γ is [Lorentz factor](#), j is the [imaginary unit](#), and c_0 is [speed of light in vacuum](#).

Note 4 to entry: The [squared four-magnitude](#) of four-velocity, i.e. $\sum_{\mu} u_{\mu} u_{\mu}$, is always equal to $-c_0^2$.

For example, if $\vec{v} = (\frac{4}{5}c_0; 0; 0)$, then $\beta = \frac{4}{5}$, $\gamma = \frac{5}{3}$ and $\underline{\underline{u}} = (\frac{5}{3}jc_0; \frac{4}{3}c_0; 0; 0)$, so that $\sum_{\mu} u_{\mu} u_{\mu} = c_0^2$.

Note 5 to entry: The coherent SI unit of four-velocity is metre per second, $m \cdot s^{-1}$.

quadrivitesse, f

quadrivecteur vitesse, m

dérivée du [quadrivecteur position](#) par rapport au [temps propre](#) $\underline{\underline{u}} := d\underline{\underline{x}}/d\tau$

Note 1 à l'article: Le symbole littéral u est utilisé pour différencier cette grandeur de la vitesse relative v .

Note 2 à l'article: La quadrivitesse est un quadrivecteur analogue au vecteur vitesse dans l'espace tridimensionnel.

Note 3 à l'article: $\underline{\underline{u}} := \frac{d\underline{\underline{x}}}{d\tau} = \frac{d\underline{\underline{x}}}{dt} \frac{dt}{d\tau} = \gamma \left(jc_0; \dot{\vec{r}} \right) = \gamma (jc_0; \vec{v})$ ou

$\underline{\underline{u}} := (u_0, u_1, u_2, u_3) := (\gamma jc_0, \gamma v_x, \gamma v_y, \gamma v_z) = \gamma (jc_0; \vec{v})$ où γ est le [facteur de Lorentz](#), j est l'[unité imaginaire](#), et c_0 est la [vitesse de la lumière dans le vide](#).

Note 4 à l'article: La [norme au carré](#) d'une quadrivitesse, c'est-à-dire $\sum_{\mu} u_{\mu} u_{\mu}$, est toujours égale à $-c_0^2$.

Par exemple, si $\vec{v} = (\frac{4}{5}c_0; 0; 0)$, alors $\beta = \frac{4}{5}$, $\gamma = \frac{5}{3}$ et $\underline{\underline{u}} = (\frac{5}{3}jc_0; \frac{4}{3}c_0; 0; 0)$, de sorte que $\sum_{\mu} u_{\mu} u_{\mu} = c_0^2$.

Note 5 à l'article: L'unité SI cohérente de quadrivitesse est le mètre par seconde, $m \cdot s^{-1}$.

113-07-40 $\underline{a}$ **four-acceleration**

derivative of [four-velocity](#) with respect to [proper time](#) $\underline{a} := d\underline{u}/d\tau$

Note 1 to entry: Four-acceleration is a four-vector analogous to acceleration in three-dimensional space.

Note 2 to entry: $\underline{a} := d\underline{u}/d\tau = (j\gamma\dot{\gamma}c_0; \gamma\dot{\gamma}\vec{u} + \gamma^2\dot{\vec{u}})$ where γ is the [Lorentz factor](#) and $\dot{\gamma}$ its derivative, j is the [imaginary unit](#), and c_0 is [speed of light in vacuum](#).

Note 3 to entry: As the [four-scalar product](#) $\underline{a} \cdot \underline{u} = 0$, the four-acceleration is orthogonal to four-velocity.

Note 4 to entry: The coherent SI unit of four-acceleration is metre per second squared, $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

quadri-accélération, f**quadrivecteur accélération, m**

dérivée de la [quadrivitesse](#) par rapport au [temps propre](#) $\underline{a} := d\underline{u}/d\tau$

Note 1 à l'article: La quadri-accélération est un quadrivecteur analogue à l'accélération dans l'espace tridimensionnel.

Note 2 à l'article: $\underline{a} := d\underline{u}/d\tau = (j\gamma\dot{\gamma}c_0; \gamma\dot{\gamma}\vec{u} + \gamma^2\dot{\vec{u}})$ où γ est le [facteur de Lorentz](#) et $\dot{\gamma}$ sa dérivée, j est l'[unité imaginaire](#), et c_0 est la [vitesse de la lumière dans le vide](#).

Note 3 à l'article: Étant donné que le [produit quadriscalaire](#) $\underline{a} \cdot \underline{u} = 0$, la quadri-accélération est perpendiculaire à la quadrivitesse.

Note 4 à l'article: L'unité SI cohérente de quadri-accélération est le mètre par seconde au carré, $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

113-07-41 d^4x **four-volume element**

four-dimensional volume of a four-dimensional infinitesimal cell in [space-time](#)

$$d^4x = dx_0 \cdot dx_1 \cdot dx_2 \cdot dx_3$$

Note 1 to entry: In usual coordinates $d^4x = jc_0 dt \cdot dx \cdot dy \cdot dz$.

Note 2 to entry: The four-volume element is a Lorentz invariant.

Note 3 to entry: The coherent SI unit of four-volume element is metre to the power four, m^4 .

quadri-élément de volume, m

volume quadridimensionnel d'une cellule infinitésimale quadridimensionnelle dans l'[espace-temps](#)

$$d^4x = dx_0 \cdot dx_1 \cdot dx_2 \cdot dx_3$$

Note 1 à l'article: En coordonnées usuelles $d^4x = jc_0 dt \cdot dx \cdot dy \cdot dz$.

Note 2 à l'article: Le quadri-élément de volume est un invariant de Lorentz.

Note 3 à l'article: L'unité SI cohérente de quadri-élément de volume est le mètre à la puissance quatre, m^4 .

113-07-42

◇ (Unicode: U+25CA)

four-nabla

quabla

diamond

four-dimensional generalization of three-dimensional [nabla operator](#) ∇ given by the [four-vector](#)

$$\diamond = \left(\frac{\partial}{\partial x_0}, \frac{\partial}{\partial x_1}, \frac{\partial}{\partial x_2}, \frac{\partial}{\partial x_3} \right) = \left(\frac{\partial}{\partial jc_0 t}; \nabla \right)$$

Note 1 to entry: Four-nabla is useful in STR. In [general theory of relativity](#) (GTR) for non-flat space-time, a more sophisticated method is used.

Note 2 to entry: In the [International System of Quantities](#), the dimension of four-nabla is L^{-1} .

quadrinabla, m

généralisation quadridimensionnelle de l'[opérateur nabla](#) ∇ tridimensionnel, donnée par le [quadrivecteur](#)

$$\diamond = \left(\frac{\partial}{\partial x_0}, \frac{\partial}{\partial x_1}, \frac{\partial}{\partial x_2}, \frac{\partial}{\partial x_3} \right) = \left(\frac{\partial}{\partial jc_0 t}; \nabla \right)$$

Note 1 à l'article: Le quadrinabla est utile en relativité restreinte. En [relativité générale](#) (GTR) pour un espace-temps non plat, une méthode plus élaborée est utilisée.

Note 2 à l'article: Dans le [Système international de grandeurs](#), la dimension du quadrinabla est L^{-1} .

113-07-43

Grad

four-gradientfour-dimensional generalization of three-dimensional [gradient](#)

$\text{Grad } \rho := \left(\frac{\partial \rho}{\partial x_0}, \frac{\partial \rho}{\partial x_1}, \frac{\partial \rho}{\partial x_2}, \frac{\partial \rho}{\partial x_3} \right) = \left(\frac{\partial \rho}{\partial j_{c_0} t}; \text{grad } \rho \right)$ where ρ is an arbitrary scalar field quantity

Note 1 to entry: Four-gradient is useful in STR. In [general theory of relativity](#) (GTR) for non-flat space-time, a more sophisticated method is used.

Note 2 to entry: Four-gradient of a tensor quantity Q of order $n \geq 0$ is a direct product of [four-nabla](#) and quantity Q : $\text{Grad } Q = \diamond Q$ yielding a tensor quantity of order $n + 1$.

Note 3 to entry: In the [International System of Quantities](#), the dimension of four-gradient is L^{-1} .

quadrigradient, mgénéralisation quadridimensionnelle du [gradient](#) tridimensionnel

$\text{Grad } \rho := \left(\frac{\partial \rho}{\partial x_0}, \frac{\partial \rho}{\partial x_1}, \frac{\partial \rho}{\partial x_2}, \frac{\partial \rho}{\partial x_3} \right) = \left(\frac{\partial \rho}{\partial j_{c_0} t}; \text{grad } \rho \right)$ où ρ est une grandeur de champ scalaire arbitraire

Note 1 à l'article: Le quadrigradient est utile en relativité restreinte. En [relativité générale](#) (GTR) pour un espace-temps non plat, une méthode plus élaborée est utilisée.

Note 2 à l'article: Le quadrigradient d'une grandeur tensorielle Q d'ordre $n \geq 0$ est le produit direct du [quadrinabla](#) et de la grandeur Q : $\text{Grad } Q = \diamond Q$ ce qui donne une grandeur tensorielle d'ordre $n + 1$.

Note 3 à l'article: Dans le [Système international de grandeurs](#), la dimension du quadrigradient est L^{-1} .

113-07-44

Div

four-divergence

four-dimensional generalization of three-dimensional [divergence](#)

$$\text{Div } \underline{\underline{A}} := \sum_{\mu=0}^3 \frac{\partial A_{\mu}}{\partial x_{\mu}} = \frac{\partial A_0}{\partial j_{c_0} t} + \text{div } \vec{A}$$

where $\underline{\underline{A}}$ is an arbitrary [four-vector](#)

Note 1 to entry: Four-divergence is useful in STR. In [general theory of relativity](#) (GTR) for non-flat space-time, a more sophisticated method is used.

Note 2 to entry: The four-divergence of a tensor quantity Q of order $n \geq 1$ is a scalar product of [four-nabla](#) and that quantity: $\text{Div } Q = \diamond \cdot Q$ yielding a tensor quantity of order $n-1$.

Note 3 to entry: In the [International System of Quantities](#), the dimension of four-divergence is L^{-1} .

quadridivergence, f

généralisation quadridimensionnelle de la [divergence](#) tridimensionnelle

$$\text{Div } \underline{\underline{A}} := \sum_{\mu=0}^3 \frac{\partial A_{\mu}}{\partial x_{\mu}} = \frac{\partial A_0}{\partial j_{c_0} t} + \text{div } \vec{A}$$

où $\underline{\underline{A}}$ est un [quadrivecteur](#) arbitraire

Note 1 à l'article: La quadridivergence est utile en relativité restreinte. En [relativité générale](#) pour un espace-temps non plat, une méthode plus élaborée est utilisée.

Note 2 à l'article: La quadridivergence d'une grandeur tensorielle Q d'ordre $n \geq 1$ est le produit scalaire du [quadrinabla](#) et de cette grandeur: $\text{Div } Q = \diamond \cdot Q$ ce qui donne une grandeur tensorielle d'ordre $n-1$.

Note 3 à l'article: Dans le [Système international de grandeurs](#), la dimension de la quadridivergence est L^{-1} .

113-07-45

Rot

four-rotationfour-dimensional generalization of three-dimensional [rotation](#)

$$\text{Rot } \underline{\underline{A}} := \left\{ \frac{\partial A_\nu}{\partial x_\mu} - \frac{\partial A_\mu}{\partial x_\nu} \right\}$$

where $\underline{\underline{A}}$ is an arbitrary [four-vector](#)

Note 1 to entry: Four-rotation is useful in STR. In [general theory of relativity](#) (GTR) for non-flat space-time, a more sophisticated method is used.

Note 2 to entry: Whereas three-dimensional rotation is described by a pseudovector, four-rotation is described by an antisymmetric four-dimensional tensor.

Note 3 to entry: In the [International System of Quantities](#), the dimension of four-rotation is L^{-1} .

quadrirationnel, mgénéralisation quadridimensionnelle du [rotationnel](#) tridimensionnel

$$\text{Rot } \underline{\underline{A}} := \left\{ \frac{\partial A_\nu}{\partial x_\mu} - \frac{\partial A_\mu}{\partial x_\nu} \right\}$$

où $\underline{\underline{A}}$ est un [quadrivecteur](#) arbitraire

Note 1 à l'article: Le quadrirationnel est utile en relativité restreinte. En [relativité générale](#) pour un espace-temps non plat, une méthode plus élaborée est utilisée.

Note 2 à l'article: Alors que le rotationnel tridimensionnel est décrit par un pseudovecteur, le quadrirationnel est décrit par un tenseur quadridimensionnel antisymétrique.

Note 3 à l'article: Dans le [Système international de grandeurs](#), la dimension du quadrirationnel est L^{-1} .

113-07-46

□ (Unicode: U+29E0 ; U+2610)

d'Alembertian operator four-Laplacian box

four-dimensional generalization of the three-dimensional [Laplacian operator](#) Δ

$$\square = \diamond \cdot \diamond = \Delta - \frac{\partial^2}{c_0^2 \partial t^2}$$

where $\diamond$ is [four-nabla](#), c_0 is [speed of light in vacuum](#), and t is [local time](#)

Note 1 to entry: D'Alembertian operator is useful in STR. In [general theory of relativity](#) (GTR) for non-flat space-time, a more sophisticated method is used.

Note 2 to entry: The d'Alembertian operator is a [Lorentz scalar](#).

Note 3 to entry: In the [International System of Quantities](#), the dimension of d'Alembertian operator is L^{-2} .

dalembertien, m

généralisation quadridimensionnelle de l'[opérateur laplacien](#) tridimensionnel Δ

$$\square = \diamond \cdot \diamond = \Delta - \frac{\partial^2}{c_0^2 \partial t^2}$$

où $\diamond$ est le [quadrinabla](#), c_0 est la [vitesse de la lumière dans le vide](#), et t est le [temps local](#)

Note 1 à l'article: Le dalembertien est utile en relativité restreinte. En [relativité générale](#) pour un espace-temps non plat, une méthode plus élaborée est utilisée.

Note 2 à l'article: Le dalembertien est un [scalaire de Lorentz](#).

Note 3 à l'article: Dans le [Système international de grandeurs](#), la dimension du dalembertien est L^{-2} .

113-07-47

p

four-momentum

four-dimensional generalization of three-dimensional [momentum](#) $\vec{p}$ of an object:

$$\underline{\underline{p}} = (jE/c_0; \gamma \vec{p})$$

where E is sum of its rest energy ($m_0 c_0^2$) and its [kinetic energy](#)

Note 1 to entry: $\underline{\underline{p}} = m_0 \underline{\underline{u}}$ where m_0 is the rest [mass](#) and $\underline{\underline{u}}$ is [four-velocity](#)

Note 2 to entry: The coherent SI unit of four-momentum is kilogram metre per second, $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

quadrivecteur impulsion, m
quadri-impulsion, f
 quadrimoment, m

généralisation quadridimensionnelle de la [quantité de mouvement](#) tridimensionnelle $\vec{p}$ d'un objet:

$$\underline{\underline{p}} = (jE/c_0; \gamma\vec{p})$$

où E est la somme de son énergie au repos ($m_0c_0^2$) et de son [énergie cinétique](#)

Note 1 à l'article: $\underline{\underline{p}} = m_0 \underline{\underline{u}}$ où m_0 est la [masse](#) au repos et $\underline{\underline{u}}$ est la [quadrivitesse](#).

Note 2 à l'article: L'unité SI cohérente de quadrivecteur impulsion est le kilogramme mètre par seconde, $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

113-07-48

$\underline{\underline{F}}$

four-force

four-dimensional generalization of three-dimensional [force](#)

$$\underline{\underline{F}} = d\underline{\underline{p}}/d\tau$$

where $\underline{\underline{p}}$ is [four-momentum](#) and τ is [proper time](#)

Note 1 to entry: A four-dimensional generalization of Newton's law says: For a particle with rest mass m_0 , $\underline{\underline{F}} = m_0 \underline{\underline{a}} = \gamma(j\dot{\gamma}m_0c_0; \vec{F})$, where $\underline{\underline{a}}$ is four acceleration, j is the [imaginary unit](#), γ is the [Lorentz factor](#) and $\dot{\gamma}$ its derivative, and $\vec{F} = d\vec{p}/dt$ is three-dimensional force.

Note 2 to entry: The coherent SI unit of four-force is newton, $\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

quadriforce, f

généralisation quadridimensionnelle de la [force](#) tridimensionnelle

$$\underline{\underline{F}} = d\underline{\underline{p}}/d\tau$$

où $\underline{\underline{p}}$ est le [quadrivecteur impulsion](#) et τ est le [temps propre](#)

Note 1 à l'article: Selon une généralisation quadridimensionnelle de la loi de Newton: pour une particule de masse au repos m_0 , $\underline{\underline{F}} = m_0 \underline{\underline{a}} = \gamma(j\dot{\gamma}m_0c_0; \vec{F})$, où $\underline{\underline{a}}$ est la quadri-accélération, j est l'[unité imaginaire](#), γ est le [facteur de Lorentz](#) et $\dot{\gamma}$ sa dérivée, et $\vec{F} = d\vec{p}/dt$ est la force tridimensionnelle.

Note 2 à l'article: L'unité SI cohérente de quadriforce est le newton, $\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

113-07-49

A

electromagnetic four-potential

four-dimensional generalization of three-dimensional [magnetic vector potential](#) $\vec{A}$ defined by

$$\underline{\underline{A}} := \left(jV/c_0; \vec{A} \right)$$

where V is [electric potential](#), j is the [imaginary unit](#), and c_0 is [speed of light in vacuum](#)

Note 1 to entry: The coherent SI unit of electromagnetic four-potential is volt second per metre, $V \cdot s \cdot m^{-1}$.

quadrivecteur potentiel électromagnétique, m

généralisation quadridimensionnelle du [potentiel vecteur magnétique](#) $\vec{A}$ définie par

$$\underline{\underline{A}} := \left(jV/c_0; \vec{A} \right)$$

où V est le [potentiel électrique](#), j est l'[unité imaginaire](#), et c_0 est la [vitesse de la lumière dans le vide](#)

Note 1 à l'article: L'unité SI cohérente de quadrivecteur potentiel électromagnétique est le volt seconde par mètre, $V \cdot s \cdot m^{-1}$.

113-07-50

Lorenz convention

convention for fixing [electromagnetic four-potential](#) by means of $\text{Div } \underline{\underline{A}} = 0$, where $\underline{\underline{A}}$ is electromagnetic four-potential

Note 1 to entry: As a result of the Lorenz convention, in three dimensions: $\frac{\partial V}{\partial t} = -c_0^2 \text{div } \vec{A}$, where V is [electric potential](#), $\vec{A}$ is [magnetic vector potential](#), and c_0 is [speed of light in vacuum](#).

Note 2 to entry: Lorenz convention stems from the work of Danish physicist Ludvig V. Lorenz whereas Lorentz transformation stems from the work of Dutch physicist Hendrik A. Lorentz.

convention de Lorenz, f

convention permettant de fixer le [quadrivecteur potentiel électromagnétique](#) par $\text{Div } \underline{\underline{A}} = 0$, où $\underline{\underline{A}}$ est le quadrivecteur potentiel électromagnétique

Note 1 à l'article: L'application de la convention de Lorenz dans une configuration tridimensionnelle donne: $\frac{\partial V}{\partial t} = -c_0^2 \text{div } \vec{A}$, où V est le [potentiel électrique](#), $\vec{A}$ est le [potentiel vecteur magnétique](#), et c_0 est la [vitesse de la lumière dans le vide](#).

Note 2 à l'article: La convention de Lorenz découle des travaux du physicien danois Ludvig V. Lorenz, tandis que la transformation de Lorentz découle des travaux du physicien néerlandais Hendrik A. Lorentz.

113-07-51 $\underline{\underline{J}}$ **four-current density****four-current**

generalization of the three-dimensional [electric current density](#), defined by

$$\underline{\underline{J}} = (j\rho c_0; \vec{J})$$

where ρ is [volumic electric charge](#), $\vec{J}$ is electric current density, j is the [imaginary unit](#), and c_0 is [speed of light in vacuum](#)

Note 1 to entry: The coherent SI unit of four-current is ampere per metre squared, $A \cdot m^{-2}$.

quadrivecteur densité de courant, m**quadricourant, m**

généralisation de la [densité de courant électrique](#) tridimensionnelle, définie par

$$\underline{\underline{J}} = (j\rho c_0; \vec{J})$$

où ρ est la [charge électrique volumique](#), $\vec{J}$ est la densité de courant électrique, j est l'[unité imaginaire](#), et c_0 est la [vitesse de la lumière dans le vide](#)

Note 1 à l'article: L'unité SI cohérente de quadrivecteur densité de courant est l'ampère par mètre carré, $A \cdot m^{-2}$.

113-07-52**continuity equation**

fundamental law stating that $\text{Div } \underline{\underline{J}} = 0$, where $\underline{\underline{J}}$ is [four-current density](#) and Div is [four-divergence](#)

Note 1 to entry: As a result of the continuity equation, in three dimensions, $\text{div } \vec{J} = \text{div } (\rho \vec{v}) = \frac{d\rho}{dt}$, where $\vec{J}$ is [electric current density](#), ρ is volumic electric charge, and $\vec{v}$ is the [velocity](#) of [charge carriers](#).

Note 2 to entry: The continuity equation expresses the law of charge conservation (see [IEV 113-02-10](#), Note 2 to entry).

équation de continuité, f

loi fondamentale qui énonce que $\text{Div } \underline{\underline{J}} = 0$, où $\underline{\underline{J}}$ est le [quadrivecteur densité de courant](#) et Div est la [quadridivergence](#)

Note 1 à l'article: L'application de l'équation de continuité dans une configuration tridimensionnelle donne: $\text{div } \vec{J} = \text{div } (\rho \vec{v}) = \frac{d\rho}{dt}$, où $\vec{J}$ est la [densité de courant électrique](#), ρ est la charge électrique volumique, et $\vec{v}$ est la [vitesse](#) of [porteurs de la charge](#).

Note 2 à l'article: L'équation de continuité exprime la loi de conservation de la charge (voir [IEV 113-02-10](#), Note 2 à l'article).

113-07-53**F****electromagnetic field tensor**

antisymmetric 4×4 tensor defined as

$$F = \begin{bmatrix} 0 & jE_x/c_0 & jE_y/c_0 & jE_z/c_0 \\ -jE_x/c_0 & 0 & B_z & -B_y \\ -jE_y/c_0 & -B_z & 0 & B_x \\ -jE_z/c_0 & B_y & -B_x & 0 \end{bmatrix}$$

where $\vec{E} = (E_x, E_y, E_z)$ is the [electric field strength](#), $\vec{B} = (B_x, B_y, B_z)$ is the [magnetic flux density](#), j is the [imaginary unit](#), and c_0 is the [speed of light in vacuum](#)

Note 1 to entry: The electromagnetic field tensor is equal to the [four-rotation](#) of the [electromagnetic four-potential](#): $F = \text{Rot } \underline{\underline{A}}$.

Note 2 to entry: The [Maxwell equations](#) can be derived from the [four-divergence](#) of the electromagnetic field tensor and the four-current density using the [Lorenz convention](#) by the relation $\text{Div } F = \text{Div Rot } \underline{\underline{A}} = \text{Grad Div } \underline{\underline{A}} - \square \underline{\underline{A}} = -\square \underline{\underline{A}} = \mu_0 \underline{\underline{J}}$.

Note 3 to entry: The coherent SI unit of electromagnetic field tensor is tesla, $T = V \cdot s \cdot m^{-2}$.

tenseur électromagnétique, m
tenseur de Maxwell, m

tenseur 4×4 antisymétrique défini par

$$F = \begin{bmatrix} 0 & jE_x/c_0 & jE_y/c_0 & jE_z/c_0 \\ -jE_x/c_0 & 0 & B_z & -B_y \\ -jE_y/c_0 & -B_z & 0 & B_x \\ -jE_z/c_0 & B_y & -B_x & 0 \end{bmatrix}$$

où $\vec{E} = (E_x, E_y, E_z)$ est le [champ électrique](#), $\vec{B} = (B_x, B_y, B_z)$ est l'[induction magnétique](#), j est l'[unité imaginaire](#), et c_0 est la [vitesse de la lumière dans le vide](#)

Note 1 à l'article: Le tenseur électromagnétique est égal au [quadrirrotationnel](#) du [quadrivecteur potentiel électromagnétique](#): $F = \text{Rot } \underline{\underline{A}}$.

Note 2 à l'article: Les [équations de Maxwell](#) peuvent être déduites de la [quadrivergence](#) du tenseur électromagnétique et du quadrivecteur densité de courant en appliquant la [convention de Lorenz](#) par la relation $\text{Div } F = \text{Div Rot } \underline{\underline{A}} = \text{Grad Div } \underline{\underline{A}} - \square \underline{\underline{A}} = -\square \underline{\underline{A}} = \mu_0 \vec{J}$

Note 3 à l'article: L'unité SI cohérente de tenseur électromagnétique est le tesla, $T = V \cdot s \cdot m^{-2}$.

113-07-54

T

stress-energy tensor

symmetric 4×4 tensor that provides the flux of the μ^{th} component of the [four-momentum](#) $\underline{\underline{p}}$ across a

surface in [space-time](#) with constant component x_ν by $T_{\mu\nu} = \frac{1}{\mu_0} \left(\sum_{\kappa} F_{\mu\kappa} F_{\kappa\nu} + \frac{1}{4} \delta_{\mu\nu} \sum_{\kappa\lambda} F_{\kappa\lambda}^2 \right)$,

where μ_0 is [magnetic constant](#), $F_{\mu\nu}$ are components of the [electromagnetic field tensor](#), and $\delta_{\mu\nu}$ is [Kronecker symbol](#)

Note 1 to entry: The coherent SI unit of the stress-energy tensor is kilogram metre per second, $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = \text{J} \cdot \text{m}^{-3}$.

tenseur énergie-impulsion, m

tenseur 4×4 symétrique qui fournit le flux de la μ^{th} composante du [quadrivecteur impulsion](#) $\underline{\underline{p}}$ à travers une surface de l'[espace-temps](#) dont la coordonnée x_ν est constante par

$T_{\mu\nu} = \frac{1}{\mu_0} \left(\sum_{\kappa} F_{\mu\kappa} F_{\kappa\nu} + \frac{1}{4} \delta_{\mu\nu} \sum_{\kappa\lambda} F_{\kappa\lambda}^2 \right)$, où μ_0 est la [constante magnétique](#), $F_{\mu\nu}$ sont les

composantes du [tenseur électromagnétique](#), et $\delta_{\mu\nu}$ est le [symbole de Kronecker](#)

Note 1 à l'article: L'unité SI cohérente de tenseur énergie-impulsion est le kilogramme mètre par seconde, $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = \text{J} \cdot \text{m}^{-3}$.