NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60672-1

Deuxième édition
Second edition
1995-07

Matériaux isolants à base de céramique ou de verre –

Partie 1: Définitions et classification

Ceramic and glass insulating materials –

Part 1: Definitions and classification

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60672-1: 1995

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
  Publié annuellement et mis à jour régulièrement
  (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
  Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique,* la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles,* et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas.*

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
  Published yearly with regular updates
  (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
  Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams.*

* See web site address on title page.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60672-1

Deuxième édition
Second edition
1995-07

Matériaux isolants à base de céramique ou de verre –

Partie 1: Définitions et classification

Ceramic and glass insulating materials –

Part 1: Definitions and classification

© IEC 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http: //www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE N

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

Articles

1 Domaine d'application 8

2 Références normatives 8

3 Définitions 8

4 Classification des céramiques, verres, matériaux vitrocéramiques et des matériaux micacés à liant vitreux 12

Tableaux 14

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

Clause

1 Scope 9

2 Normative references 9

3 Definitions 9

4 Classification of ceramics, glasses, glass-ceramics and glass-bonded mica materials 13

Tables 15

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX ISOLANTS À BASE DE CÉRAMIQUE OU DE VERRE –

Partie 1: Définitions et classification

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 672-1 a été établie par le sous-comité 15C: Spécifications, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition CEI 672-1 (1980) et constitue une révision technique. Le but a été d'améliorer l'information de l'utilisateur en définissant plus clairement les types de matériaux qui tombent dans le cadre de la classification par classes individuelles, afin d'aider à leur sélection et à leur utilisation.

Par rapport à la première édition, la classe de matériaux isolants à base de céramique qui a été annulée est la classe C 830, «Céramiques de zircon», car il n'y a plus d'application connue dans lesquelles le zircon serait utilisé comme isolant, celui-ci ayant des propriétés moindres par rapport à l'alumine.

En particulier il a été incorporé des classes complémentaires de matériaux à base de céramique ou de verre qui sont communément utilisés, mais exclus de la précédente édition:

C 140	Porcelaines lithiées
C 430	Porcelaines à base de chaux
C 440	Porcelaines à base de zircon
C 910	Nitrures d'aluminium
C 920	Nitrures de bore
C 930	Nitrures de silicium liés par réaction
C 935	Nitrures de silicium denses

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CERAMIC AND GLASS INSULATING MATERIALS –

Part 1: Definitions and classification

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.

3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.

4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 672-1 has been prepared by sub-committee 15C: Specifications, of technical committee 15: Insulating materials.

This second edition cancels and replaces the first edition IEC 672-1 (1980) and constitutes a technical revision. The intention has been to improve the instruction to the user by defining more clearly the types of material that fall into the individual classes of the classification as an aid to their effective selection and use.

The class of ceramic insulating materials that has been deleted from the first edition is Class C 830, zirconia ceramics, for the reason that there are no known applications where zirconia, with its inferior properties to those of alumina, would be used as an insulator.

Additional classes of ceramic and glass materials which are in common use for electrical insulation but which were excluded from the previous edition have been incorporated, specifically:

C 140	Lithia porcelains
C 430	Lime-based porcelains
C 440	Zircon porcelains
C 910	Aluminium nitrides
C 920	Boron nitrides
C 930	Reaction bonded silicon nitride
C 935	Dense silicon nitrides

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

GC 110	Vitrocéramiques de type recristallisé
GC 120	Vitrocéramiques de type fritté
GM 110	Mica à liant vitreux, mica naturel avec frittage verre
GM 120	Mica à liant vitreux de type vitrocéramique
G 795	A base de verre à haute teneur en silice, SiO_2 > 95 % et jusqu'à 99 %
G 799	A base de verre à haute teneur en silice, SiO_2 > 99 %

Il a été proposé une certaine rationalisation pour le classement relatif aux verres borosilicatés:

- les anciens groupes G 200 et G 300 ont été combinés sous le numéro G 200;
- l'ancien groupe G 200, verre borosilicaté chimiquement résistant a été renuméroté G 220;
- l'ancien sous-groupe G 310, verre résistant électriquement à faibles pertes, a été renuméroté G 231;
- l'ancien sous-groupe G 320, verre résistant électriquement à la haute tension, a été renuméroté G 232.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
15C/469/DIS	15C/542/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.

La CEI 672 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Matériaux isolants à base de céramique ou de verre:*

Partie 1: 1995, Définitions et classification

Partie 2: 1980, Méthodes d'essais

Partie 3: 1984, Spécifications pour matériaux particuliers

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

GC 110	Glass-ceramics, bulk type
GC 120	Glass-ceramics, sintered type
GM 110	Glass-bonded mica, natural mica and glass frit
GM 120	Glass-bonded mica, glass-ceramic type
G 795	High-silica glass, > 95 % to 99 % SiO_2
G 799	High-silica glass, > 99 % SiO_2

There has been some rationalization of the class numbering for borosilicate glasses:

- the former G 200 and G 300 groups have been combined under G 200;
- the former group G 200, chemically resistant borosilicate glass, has been renumbered G 220;
- the former subgroup G 310, low loss electrically resistant glass, has been renumbered G 231;
- the former subgroup G 320, high voltage electrically resistant glass, has been renumbered G 232.

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

DIS	Report on voting
15C/469/DIS	15C/542/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.

IEC 672 consists of the following parts, under the general title *Ceramic and glass insulating materials:*

Part 1: 1995, Definitions and classification

Part 2: 1980, Methods of test

Part 3: 1984, Specifications for individual materials

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

MATÉRIAUX ISOLANTS À BASE DE CÉRAMIQUE OU DE VERRE –

Partie 1: Définitions et classification

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 672 s'applique aux matériaux céramiques, vitrocéramiques, verre-mica et en verre utilisés pour l'isolation électrique. Cette partie de la CEI 672 donne la définition des termes utilisés et fournit des tableaux classant les différents types de matériaux en groupes selon leur composition, leurs propriétés et leurs applications.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 672. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 672 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes Internationales en vigueur.

CEI 1006: 1991, *Méthodes d'essai pour la détermination de la température de transition vitreuse des matériaux isolants électriques*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 672, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 **matériau isolant:** Solide ayant une conductivité électrique de valeur négligeable, utilisé pour séparer des parties conductrices portées à des potentiels électriques différents.

3.2 **matériau isolant en céramique:** Matériau inorganique mis en forme avant cuisson dont les constituants principaux se composent habituellement de silicates polycristallins, d'aluminosilicates et de composés d'oxyde simples ou complexes, par exemple des titanates. Cette définition recouvre également certains matériaux non oxydes tels que les nitrures d'aluminium.

3.3 **matériau isolant en verre:** Matériau inorganique habituellement constitué d'un mélange d'oxydes, produit par une fusion suivie d'une solidification réalisée essentiellement sans cristallisation.

3.4 **verre recuit:** Verre ayant subi un refroidissement lent, à partir d'une température élevée, de telle sorte que les contraintes résiduelles d'origine thermique peuvent être négligées eu égard aux contraintes extérieures appliquées.

3.5 **verre trempé:** Verre préparé en appliquant une précontrainte de telle sorte que toutes les surfaces extérieures sont en état de compression cependant que les zones internes sont sous tension et entièrement protégées par la peau exerçant la compression.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

CERAMIC AND GLASS INSULATING MATERIALS –

Part 1: Definitions and classification

1 Scope

This part of IEC 672 is applicable to ceramic, glass-ceramic, glass-mica and glass materials for electrical insulating purposes. This part of IEC 672 gives definitions of terms used, and provides tables classifying the various material types into groups according to compositional type, property attributes and applications.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 672. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreement based on this part of IEC 672 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid normative documents.

IEC 1006: 1991, *Methods of test for the determination of the glass-transition temperature of electrical insulating materials*

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 672, the following definitions apply.

3.1 **insulating material:** A solid with negligibly low electrical conductivity, used to separate conducting parts of different electrical potentials.

3.2 **ceramic insulating material:** An inorganic material shaped before firing, of which the principal constituents usually comprise polycrystalline silicates, aluminosilicates, and simple or complex oxide compounds, e.g. titanates. The definition also covers certain non-oxide materials such as aluminium nitride.

3.3 **glass insulating material:** An inorganic material, usually a mixture of oxides produced by melting and subsequent solidification essentially without crystallization.

3.4 **annealed glass:** Glass cooled slowly from an elevated temperature so that residual stresses of thermal origin can be neglected in relation to applied stresses.

3.5 **toughened glass:** Glass prepared by pre-stressing such that all body surfaces are in a state of compression, while the interior zone is in tension and is fully protected by the compressive skin.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.6 **matériau vitrocéramique:** Matériau isolant provenant de verre massif ou de verre en poudre qui a été soumis à un traitement thermique induisant une quantité substantielle de micro-cristallinité afin de le rendre polycristallin.

3.7 **matériau micacé à liant vitreux:** Matériau isolant comprenant de fines particules de micas naturels ou synthétiques liées par un matériau vitreux. De tels matériaux peuvent être préparés soit en liant directement le mica naturel à l'aide d'une poudre de verre, soit par cristallisation d'un verre céramique convenablement formulé.

3.8 **émail:** En substance revêtement lisse, vitreux, lié habituellement par fusion à une surface en céramique, obtenue par mélange d'une poudre appliquée sur cette surface en céramique. Ce revêtement peut contenir des substances inorganiques, colorantes et/ou opacifiantes.

3.9 **porosité:** Présence dans la substance d'espaces vides, habituellement sous la forme de pores discrets qui peuvent être isolés ou interconnectés.

3.10 **volume apparent:** Volume total mesuré à l'extérieur du matériau et comprenant la totalité des pores ouverts ou fermés.

3.11 **masse volumique apparente** (ρ_a)**:** Quotient obtenu en divisant la masse de l'échantillon par le volume apparent comprenant les pores ouverts et/ou fermés, exprimé en mégagrammes par mètre cube (numériquement équivalent en grammes par centimètre cube).

3.12 **porosité ouverte (ou apparente)** (p_a)**:** Rapport du volume des pores ouverts à celui du volume apparent, exprimé en pour-cent.

3.13 **porosité par absorption de colorant:** Indication sur l'absorption des liquides, obtenue par la pénétration de colorant sous pression. Celle-ci se manifeste souvent par une coloration généralisée ou localisée de la surface. Des fissures peuvent se matérialiser sous la forme de lignes distinctes de colorant. Il convient de faire une distinction entre l'absorption de surface due à un usinage ou à tout autre dommage et qui est limitée au voisinage immédiat de la surface, et l'absorption dans la masse qui est immédiatement visible en cas de fracture de l'échantillon.

3.14 **résistance aux chocs thermiques** (ΔT)**:** Terme décrivant l'aptitude du matériau ou d'un composant à supporter des variations brusques de température sans perte de performance. Cette propriété est normalement déterminée par des méthodes incluant le transfert d'un échantillon chauffé dans un bain d'eau froide. Dans le cadre de la présente norme on appelle résistance aux chocs thermiques, la variation maximale de température (exprimée en degrés kelvin), qui est tolérée sans fracture d'un échantillon aux dimensions données.

3.15 **température de transition vitreuse** (T_g)**:** La transition d'un verre depuis un état rigide instable à basses températures, à un état de liquide visqueux à hautes températures, est observée par le point d'inflexion sur la courbe de dilatation correspondant à la température de ce verre, celui-ci étant chauffé avec une vitesse constante d'élévation de température. La température de transition est définie par la température correspondant au point d'intersection des deux tangentes tracées sur les branches de températures la plus basse et la plus haute du dilatomètre quand l'échantillon est chauffé à la vitesse de 5 K par minute (CEI 1006).

NOTE – A la température de transition vitreuse, les contraintes internes à l'intérieur d'un verre sont fortement diminuées en quelques minutes, et la viscosité dynamique est approximativement de $10^{12,3}$ N s m^{-2}.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.6 **glass-ceramic material:** An insulating material derived from bulk glass or glass powder which has been subjected to a heat treatment so as to induce a substantial amount of crystallinity on a fine scale to render the material a polycrystalline body.

3.7 **glass-bonded mica material:** An insulating material which comprises natural or synthetic micas in fine particle size bonded with glassy material. Such materials may be produced by either directly bonding natural mica with a glass frit, or by crystallization of a suitably formulated glass-ceramic.

3.8 **glaze:** A substantially glassy, smooth coating bonded usually by fusion to a ceramic surface, obtained by melting an applied powder on to a ceramic surface. It may contain colouring and/or opacifying inorganic substances.

3.9 **porosity:** The presence in a body of void space, usually as discrete pores, which may be isolated or interconnected.

3.10 **bulk volume:** The total volume measured externally including all open and closed pores.

3.11 **bulk density (ρ_a):** The quotient obtained by dividing the mass of the test specimen by the bulk volume including open and closed pores, expressed in megagrams per cubic metre (numerically equivalent to grams per cubic centimetre).

3.12 **open (apparent) porosity (p_a):** The ratio of the volume of open pores to the bulk volume, expressed as a percentage.

3.13 **dye porosity:** An indication of liquid absorption by means of dye penetration under pressure. This is often manifested as a general or localized coloration of the surface. Cracks may appear as distinct lines of dye. A distinction should be drawn between surface absorption due to machining or other damage restricted to the immediate surface, and bulk absorption which is immediately apparent if the specimen is fractured.

3.14 **resistance to thermal shock (ΔT):** A term describing the ability of a material or a component to withstand rapid changes of temperature without loss of performance. This property is normally determined by methods involving transference of a heated specimen into a cold water bath. The maximum temperature change in kelvins tolerated without fracture by a specimen of prescribed dimensions is termed the thermal shock resistance for the purposes of this standard.

3.15 **glass transition temperature (T_g):** The transition of a glass from a rigid non-equilibrium state at low temperatures to a viscous liquid state at high temperatures is observed as an inflection in the expansion/temperature curve of the glass when heated at a constant rate. The transition temperature is defined as the temperature corresponding to the intersection of two tangents drawn from the lower temperature branch and the high-temperature branch of the dilatometer curve when the test-piece is heated at 5 K per minute (IEC 1006).

NOTE – At the glass transition temperature internal stresses are substantially removed within a few minutes, and the dynamic viscosity is approximately $10^{12,3}$ N s m^{-2}.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4 Classification des céramiques, verres, matériaux vitrocéramiques et des matériaux micacés à liant vitreux

La classification des matériaux par la présente norme est basée sur les types de composition et sur les propriétés. Il y a neuf groupes de céramiques (désignés par une lettre initiale «C»), sept groupes de verres (désignés «G»), un groupe de verre-céramiques (désigné par «GC»), et un groupe de matériaux micacés à liant vitreux (désigné «GM»). Les classes sont prévues pour couvrir une large variété de types de matériaux ayant des propriétés appropriées aux applications qui sont développées pour eux. A cet égard, la CEI 672-3 se comporte comme un guide pour les propriétés et comme une spécification pour les matériaux de différentes classes. Le plan de classification est décrit dans les tableaux 1 à 4.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4 Classification of ceramics, glasses, glass-ceramics and glass-bonded mica materials

The classification of materials by this standard is based on compositional type and properties. There are nine groups of ceramics (designated with an initial letter "C"), seven groups of glasses (designated "G"), one group of glass-ceramics (designated "GC"), and one group of glass-bonded mica materials (designated "GM"). The classes are intended to cover broad material types with properties suitable for the applications which have developed for them. In this respect, IEC 672-3 acts as a guide to properties and a specification for materials of the various classes. The classification scheme is described in tables 1 to 4.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 1 – Matériaux isolants céramiques

Groupe	Sous-groupe	Type de matériau	Composition	Autres caractéristiques	Principales applications
C 100	**Silicoaluminates alcalins**				
	C 110	Porcelaines siliceuses,obtenues par procédé plastique	A base de quartz, feldspath fondu	Imperméable, peut être utilisé sans émail	Isolateurs haute et basse tension
	C 111	Porcelaines siliceuses, pressées	A base de quartz, feldspath fondu	Quelques porosités ouvertes. Nécessite habituellement de l'émail	Isolateurs basse tension
	C 112	Porcelaines à base de cristobalite, obtenues par procédé plastique	Contient de la cristobalite résultant de l'utilisation à haute teneur en silice et/ou de produits siliceux calcinés	Imperméable, peut être utilisé sans émail	Isolateurs haute et basse tension
	C 120	Porcelaines alumineuses	Porcelaines feldspathiques dans lesquelles le quartz a été partiellement remplacé par de l'alumine	Imperméable, tenue mécanique* > 110 MPa	Isolateurs haute et basse tension
	C 130	Porcelaines alumineuses	Porcelaines feldspathiques non réfractaires dans lesquelles l'alumine est le principal constituant	Imperméable, tenue mécanique* > 160 MPa	Isolateurs haute et basse tension, petites pièces à forte rigidité
	C 140	Porcelaines lithiées	A base de pétalite, spodumène ou eucryptite	Faible coefficient de dilatation	Isolateurs nécessitant une forte résistance aux chocs thermiques

* sur éprouvette émaillée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 1 – Ceramic insulating materials

Group	Sub-group	Material type	Composition	Other characteristics	Principal applications
C 100	**Alkaline aluminosilicates**				
	C 110	Siliceous porcelains, plastic processed	Quartz based, feldspar fluxed	Impervious, may be used unglazed	High-tension and low-tension insulators
	C 111	Siliceous porcelains, pressed	Quartz based, feldspar fluxed	Some open porosity, usually requires glazing	Low-tension insulators
	C 112	Cristobalite porcelains, plastic processed	Contains cristobalite resulting from use of high-silica clays and/or calcined silica products	Impervious, may be used unglazed	High-tension and low-tension insulators
	C 120	Aluminous porcelains	Feldspar fluxed porcelains in which quartz is partially replaced by alumina	Impervious, strength* > 110 MPa	High-tension and low-tension insulators
	C 130	Aluminous porcelains	Non-refractory, feldspar fluxed porcelains in which alumina is the principal filler	Impervious, strength* > 160 MPa	High-tension and low-tension insulators, small high-strength parts
	C 140	Lithia porcelains	Based on petalite, spodumene or eucryptite	Low expansion coefficient	Insulators requiring high thermal shock resistance

* on glazed test specimen

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 1 (*suite*)

Groupe	Sous-groupe	Type de matériau	Composition	Autres caractéristiques	Principales applications
C 200	**Silicates magnésiens**				
	C 210	Stéatites, basse tension	A base de protoenstatite	Quelques porosités ouvertes, tenue mécanique > 80 MPa	Isolateurs pour haute fréquence, isolateurs pour éléments chauffants électriques
	C 220	Stéatites normales	A base de protoenstatite	Imperméable, faibles pertes, tenue mécanique > 120 MPa	Isolateurs pour haute fréquence, isolateurs pour éléments chauffant électriques, pièces moulées
	C 221	Stéatites, faibles pertes	A base de protoenstatite	Imperméable, très faibles pertes, tenue mécanique > 140 MPa	Isolateurs radio fréquence, isolateurs pour composants électroniques, condensateurs, isolateurs pour éléments chauffants électriques
	C 230	Stéatites poreuses	A base de protoenstatite	Porosité ouverte jusqu'à 35 %	Isolateurs usinables, traversées déformables
	C 240	Forstérites poreuses	A base de magnésium orthosilicaté	Porosité ouverte jusqu'à 30 %	Isolateurs à vide dégazables pour tube électronique
	C 250	Forstérites denses	A base de magnésium orthosilicaté	Imperméable, très faibles pertes, haute tenue mécanique dilatation thermique importante	Enveloppes à vide, particulièrement adapté pour souder sur des alliages à base d'acier

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Table 1 (*continued*)

Group	Sub-group	Material type	Composition	Other characteristics	Principal applications
C 200	**Magnesium silicates**				
	C 210	Steatites, low voltage	Based on protoenstatite	Some open porosity, strength > 80 MPa	High-frequency insulators, insulators for electric heating
	C 220	Steatites, normal	Based on protoenstatite	Impervious, low loss, strength > 120 MPa	High-frequency insulators, insulators for electric heating, moulded parts
	C 221	Steatites, low-loss	Based on protoenstatite	Impervious, very low loss, strength > 140 MPa	Radio-frequency insulators, insulators for electronic components, capacitors, insulators for electrical heating
	C 230	Steatites, porous	Based on protoenstatite	Open porosity up to 35 %	Machinable insulators, crushable bushings
	C 240	Forsterites, porous	Based on magnesium orthosilicate	Open porosity up to 30 %	Vacuum degassable insulators for electron tubes
	C 250	Forsterites, dense	Based on magnesium orthosilicate	Impervious, very low loss, high glazed strength, high thermal expansion	Vacuum envelopes, especially suitable for sealing to iron-based alloys

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 1 (*suite*)

Groupe	Sous-groupe	Type de matériau	Composition	Autres caractéristiques*			Principales applications
				Permittivité	Tangente de l'angle de perte	Coefficient de température de la permittivité	
C 300	**Titanates et autres céramiques à haute permittivité**						
	C310	A base d'oxyde de titane	A base de TiO_2	Haute	Faible	Fortement négatif	Condensateurs, en particulier aux fréquences élevées
	C 320	A base de titanate de magnésium	A base de MgO/TiO_2	Moyenne à forte	Très faible	Faiblement positif	Condensateurs, en particulier aux fréquences élevées
	C 330	Oxyde de titane et autres oxydes	A base de TiO_2 avec d'autres oxydes	Haute	Très faible	Faiblement négatif	Condensateurs, en particulier aux fréquences élevées
	C 331	Oxyde de titane et autres oxydes	A base de TiO_2 avec d'autres oxydes	Haute	Très faible	Fortement négatif	Condensateurs, en particulier aux fréquences élevées
	C 340	A base de titanate de Ca et de Sr bismuté	A base de $CaO/Bi_2O_3/TiO_2$ ou de $SrO/Bi_2O_3/TiO_2$	Haute	Faible	Fortement négatif	Condensateurs, en particulier aux fréquences élevées
	C 350	A base de perovskites ferroélectriques	A base de $BaTiO_3$ ou autres perovskites	350 à 3 000	Modérée	Dépend de la température	Condensateurs avec forte permittivité
	C 351	A base de perovskites ferroélectriques	A base de BaTiO3 ou autres perovskites	> 3 000	Modérée	Dépend de la température	Condensateurs avec très forte permittivité

* Voir la CEI 672-3 pour les caractéristiques détaillées.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 1 (*continued*)

Group	Sub-group	Material type	Composition	Other characteristics*			Principal applications
				Permittivity	Loss tangent	Temperature coefficient of permittivity	
C 300	**Titanates and other high permittivity ceramics**						
	C310	Titania-based	Based on TiO_2	High	Low	Strongly negative	Capacitors, especially for high frequencies
	C 320	Magnesium titanate based	Based on MgO/TiO_2	Medium to high	Very low	Weakly positive	Capacitors, especially for high frequencies
	C 330	Titania and other oxides	Based on TiO_2 with other oxides	High	Very low	Weakly negative	Capacitors, especially for high frequencies
	C 331	Titania and other oxides	Based on TiO_2 with other oxides	High	Very low	Strongly negative	Capacitors, especially for high frequencies
	C 340	Ca and Sr bismuth titanate based	Based on $CaO/Bi_2O_3/TiO_2$ or $SrO/Bi_2O_3/TiO_2$	High	Low	Strongly negative	Capacitors, especially for high frequencies
	C 350	Based on ferroelectric perovskites	Based on $BaTiO_3$ or other perovskites	350 to 3 000	Moderate	Temperature dependent	Capacitors with high permittivity
	C 351	Based on ferroelectric perovskites	Based on BaTiO3 or other perovskites	> 3 000	Moderate	Temperature dependent	Capacitors with very high permittivity

* See IEC 672-3 for detailed characteristics.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 1 (*suite*)

Groupe	Sous-groupe	Type de matériau	Composition	Autres caractéristiques	Principales applications
C 400	**Aluminosilicates alcalinoterreux et porcelaines de zircon**				
	C 410	Cordiérites denses	Teneur élevée en cordiérite vitreuse	Porosité ouverte < 0,5 % Faible coefficient de dilatation	Isolateurs pour fusibles, supports d'éléments chauffants, pièces résistant aux chocs thermiques, isolateurs particuliers
	C420	Celsianes denses	Teneur élevée en celsiane vitreuse	Porosité ouverte < 0,5 % Faibles pertes	Isolateurs particuliers
	C 430	A base de chaux dense	A base de wollastonite ou d'anortite	Porosité ouverte < 0,5 %	Isolateurs particuliers
	C 440	A base de zircon dense	Teneur élevée en zircon	Porosité ouverte < 0,5 % faibles pertes, haute tenue mécanique	Isolateurs particuliers
C 500	**Aluminosilicates poreux et aluminosilicates magnésiens**				
	C 510	A base d'alu-minosilicate	Sans cordiérite	Résistant aux chocs thermiques	Supports isolants d'éléments chauffants jusqu'à 1 000 °C
	C 511	A base d'alu-minosilicate magnésien	Teneur faible en cordiérite	Résistant aux chocs thermiques, finement poreux	Supports isolants d'éléments chauffants jusqu'à 1 000 °C
	C 512	A base d'alu-minosilicate magnésien	Teneur faible en cordiérite	Résistant aux chocs thermiques, grossièrement poreux	Isolateurs jusqu'à 1 000 °C
	C 520	A base de cordiérite	Teneur élevée en cordiérite	Résistant aux chocs thermiques, finement poreux, faible dilatation thermique	Eléments de mise en forme pour bobinages, etc, jusqu'à 1 200 °C
	C 530	A base d'alu-minosilicate	Teneur élevée en alumine	Résistant aux chocs thermiques, finement poreux, très réfractaire	Isolateurs jusqu'à 1 300 °C, possible plus haut

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 1 (*continued*)

Group	Sub-group	Material type	Composition	Other characteristics	Principal applications
C 400	**Alkaline earth aluminosilicates and zircon porcelains**				
	C 410	Cordierite dense	High cordierite content, vitreous	< 0,5 % open porosity, low expansion coefficient	Insulators for fuses, heating element supports, thermal shock resistant parts, special insulators
	C420	Celsian dense	High celsian content, vitreous	< 0,5 % open porosity, low loss	Special insulators
	C 430	Lime-based, dense	Wollastonite or anorthite based	< 0,5 % open porosity	Special insulators
	C 440	Zircon-based, dense	High zircon content	< 0,5 % open porosity, low loss, high strength	Special insulators
C 500	**Porous aluminosilicates and magnesium aluminosilicates**				
	C 510	Alumino-silicate based	No cordierite	Thermal shock resistant	Heating element insulators to 1 000 °C
	C 511	Magnesium alumino-silicate based	Low cordierite content	Thermal shock resistant, finely porous	Heating element insulators to 1 000 °C
	C 512	Magnesium alumino-silicate based	Low cordierite content	Thermal shock resistant, coarsely porous	Insulators to 1 000 °C
	C 520	Cordierite based	High cordierite content	Thermal shock resistant, finely porous, low thermal expansion	Formers for windings, etc., to 1 200 °C
	C 530	Alumino-silicate based	High alumina content	Thermal shock resistant, finely porous, high refractoriness	Insulators to 1 300 °C, possibly higher

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 1 (*suite*)

Groupe	Sous-groupe	Type de matériau	Composition	Autres caractéristiques	Principales applications
C 600	**Céramiques mullitiques faiblement alcalines**				
	C 610	Céramiques mullitiques	Teneur mullitique élevée, > 50 % à 65 % d'Al_2O_3 Teneur faible en alcaline	Résistant aux chocs thermiques, réfractaire, imperméable	Isolateurs réfractaires, tubes de four, isolateurs de thermocouple
	C 620	Céramiques mullitiques	Teneur mullitique élevée, > 65 % à 80 % d'Al_2O_3 Teneur faible en alcaline	Résistant aux chocs thermiques, réfractaire, imperméable	Isolateurs réfractaires, tubes de four, isolateurs de thermocouple
C 700	**Céramiques à haute teneur en alumine**				
	C 780	Céramiques à haute teneur en alumine	> 80 % à 86 % d'Al_2O_3 Teneur faible en alcaline	Imperméable	Usage général, isolateurs de petite et moyenne dimensions
	C 786	Céramiques à haute teneur en alumine	> 86 % à 95 % d'Al_2O_3 Teneur faible en alcaline	Imperméable	Usage général, isolateurs de petite et moyenne dimensions, substrats
	C 795	Céramiques à haute teneur en alumine	> 95 % à 99 % d'Al_2O_3 Teneur très faible en alcaline	Imperméable, faibles pertes	Isolateurs particuliers et à faibles pertes, substrats, parties métallisées**
	C 799	Céramiques à haute teneur en alumine	> 99 % d'Al_2O_3 Teneur très faible en alcaline	Imperméable, faibles pertes	Isolateurs particuliers et à pertes très faibles, substrats, enveloppes de lampe à vapeur de sodium **

** Remarquer que certaines teneurs en alumine, en particulier celles pour les enveloppes de lampes transluscides et de lampes métallisées pour haute température, sont souvent moins importantes que d'autres.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Table 1 (*continued*)

Group	Sub-group	Material type	Composition	Other characteristics	Principal applications
C 600	**Low-alkali mullite ceramics**				
	C 610	Mullite ceramics	High mullite content, > 50 % to 65 % Al_2O_3, low alkali content	Thermal shock resistant, refractory, impervious	Refractory insulators, furnace tubes, thermocouple insulators
	C 620	Mullite ceramics	High mullite content, > 65 % to 80 % Al_2O_3, low alkali content	Thermal shock resistant, refractory, impervious	Refractory insulators, furnace tubes, thermocouple insulators
C 700	**High-alumina ceramics**				
	C 780	High-alumina ceramics	> 80 % to 86 % Al_2O_3, low alkali content	Impervious	General purpose, small to medium insulators
	C 786	High-alumina ceramics	> 86 % to 95 % Al_2O_3, low alkali content	Impervious	General purpose, small to medium insulators, substrates
	C 795	High-alumina ceramics	> 95 % to 99 % Al_2O_3, very low alkali content	Impervious, low loss	Special and low-loss insulators and substrates, metallized parts**
	C 799	High-alumina ceramics	> 99 % Al_2O_3, very low alkali content	Impervious, low loss	Special and ultra-low loss insulators and substrates, sodium vapour lamp envelopes**

** Note that some grades of alumina, especially those for translucent lamp envelopes and for high-temperature metallizing, are often less strong than other grades.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 1 – (*fin*)

Groupe	Sous-groupe	Type de matériau	Composition	Autres caractéristiques	Principales applications
C 800	**Céramiques ne contenant qu'un seul oxyde, autre que l'alumine**				
	C 810	Céramiques à l'oxyde de béryllium	Teneur élevée en BeO	Imperméable, haute conductivité thermique, faibles pertes	Isolateurs spéciaux avec aptitude à évacuer la chaleur
	C 820	Céramiques à la magnésie	Teneur élevée en MgO	Porosité élevée	Traversées déformables et autres isolateurs
C 900	**Céramiques isolantes non oxydes**				
	C 910	Nitrures d'aluminium	Principalement AlN	Importante conductivité thermique	Substrats isolants avec aptitude à évacuer la chaleur
	C 920	Nitrures de bore	BN hexagonal	Usinable	Traversées usinables et autres isolateurs
	C 930	Nitrures de silicium	Si_3N_4	Poreux, résistant aux chocs thermiques, résistant à la corrosion	Manchons protecteurs de thermocouple, tubes de protection pour la manipulation de métaux liquides
	C 935	Nitrures de silicium	Si_3N_4	Dense, imperméable, résistant aux chocs thermiques	Isolateurs à haute tenue mécanique

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 1 – (*concluded*)

Group	Sub-group	Material type	Composition	Other characteristics	Principal applications
C 800	**Single-oxide ceramics other than alumina**				
	C 810	Beryllia ceramics	High BeO content	Impervious, high thermal conductivity, low loss	Special insulators with heat sink ability
	C 820	Magnesia ceramics	High MgO content	High porosity	Crushable bushings and other insulators
C 900	**Non-oxide insulating ceramics**				
	C 910	Aluminium nitrides	Principally AlN	High thermal conductivity	Insulating heat sinks, substrates
	C 920	Boron nitrides	Hexagonal BN	Machinable	Machinable bushings and other insulators
	C 930	Silicon nitrides	Si_3N_4	Porous, thermal shock resistant, corrosion resistant	Thermocouple sheaths, protection tubes for liquid metal handling
	C 935	Silicon nitrides	Si_3N_4	Dense, impervious, thermal shock resistant	Special high-strength insulators

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 2 – Matériaux isolants vitrocéramiques

Groupe	Sous-groupe	Type de matériau	Composition	Autres caractéristiques	Principales applications
GC 100	**Matériaux vitrocéramiques**				
	GC 110	Vitro-céramiques	Matériaux avec agents de nucléation dans la masse		Isolateurs de types variés, dilatation thermique souvent adaptée aux métaux
	GC 120	Vitro-céramiques	Frittées, généralement sans agent de nucléation		Revêtements de surfaces, ou pièces frittées, dilatation thermique souvent adaptée aux métaux

Tableau 3 – Matériaux isolants micacés à liant vitreux

Groupe	Sous-groupe	Type de matériau	Composition	Autres caractéristiques	Principales applications
GM 100	**Matériaux micacés à liant vitreux**				
	GM 110	Micas à liant vitreux	Micas normalement naturels, avec frittage verre à bas point de fusion	Matériau moulé par injection ou pressé à chaud	Isolateurs de formes complexes pour des utilisations en basse tension
	GM 120	Micas à liant vitreux	A base de micas synthétiques, vitreux issu de vitrocéramique	Prêt à être usiné avec des outils en acier ou en carbure	Prototypes ou formes complexes pour des utilisations en basse tension

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 2 – Glass-ceramic insulating materials

Group	Sub-group	Material group	Composition	Other characteristics	Principal applications
GC 100	**Glass-ceramic materials**				
	GC 110	Glass-ceramics	Bulk nucleated compositions		Insulators of various types, often thermal expansion matched to metals
	GC 120	Glass-ceramics	Sintered types, often without nucleation agents		Coatings, sintered shapes, often thermal expansion matched to metals

Table 3 – Glass-bonded mica insulating materials

Group	Sub-group	Material type	Composition	Other characteristics	Principal applications
GM 100	**Glass-bonded mica materials**				
	GM 110	Glass-bonded micas	Normally made from natural micas and low-melting glass frit	Injection moulded or hot-pressed material	Complex shaped insulators for low-tension uses
	GM 120	Glass-bonded micas	Based on synthetic micas formed in a glass by the glass-ceramic route	Readily machinable by steel or carbide tools	Prototype work, complex shapes for low tension uses

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 4 – Matériaux isolants vitreux

Groupe	Sous-groupe	Type de matériau	Composition	Autres caractéristiques	Principales applications
G 100	**Verre alcalins–chaux–silice**				
	G 110	Alcalins-chaux-silice		Thermiquement recuit	Isolateurs à fréquence industrielle
	G 120	Alcalins-chaux-silice		Thermiquement trempé	Isolateurs à fréquence industrielle
G 200	**Verre borosilicaté**				
	G 220	Verre borosilicaté résistant chimiquement		Résistant à la corrosion, faible dilatation thermique	Isolateurs résistant aux chocs thermiques
	G 231	Verre borosilicaté		Résistivité élevée, pertes faibles	Isolateurs à faibles pertes
	G 232	Verre borosilicaté		Résistivité élevée, Pertes modérées	Isolateurs pour haute tension
G 400	Verres à base de silicate d'alumine et de chaux		Peu d'alcali	Dilatation moyenne, faibles pertes	Isolateurs étanches à broches
G 500	Verres à base de silicate d'alcali et d'oxyde de plomb		Peu ou moyennement d'alcali	Dilatation élevée, faibles pertes	Etanchéité verre – métal
G 600	Verre à base d'alcali, d'oxyde de baryum et de silice		Peu ou moyennement d'alcali	Dilatation élevée, faibles pertes	Etanchéité verre – métal
G 700	**Verre à haute teneur en silice**				
	G 795	Verre à haute teneur en silice	> 95 % à 99 % de SiO_2	Dilatation faible, réfractaire, résistant aux chocs thermiques	Supports d'éléments chauffants, tubes pour fours rayonnants
	G 799	Verre à haute teneur en silice	> 99 % de SiO_2	Dilatation faible, réfractaire, résistant aux chocs thermiques	Supports d'éléments chauffants, tubes pour fours rayonnants, enveloppes de lampes

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Table 4 – Glass insulating materials

Group	Sub-group	Material type	Composition	Other characteristics	Principal applications
G 100	**Alkali-lime-silica glasses**				
	G 110	Alkali-lime-silica		Thermally annealed	Power frequency insulators
	G 120	Alkali-lime-silica		Thermally strengthened	Power frequency insulators
G 200	**Borosilicate glasses**				
	G 220	Chemically resistant boro-silicate glass		Corrosion resistant, low thermal expansion	Thermal shock resistant insulators
	G 231	Borosilicate glass		High resistivity, low loss	Low-loss insulators
	G 232	Borosilicate glass		High resistivity, moderate loss	High-voltage insulators
G 400	Alumina-lime-silica glasses		Low alkali	Moderate expansion, low loss	Pin-seal insulators
G 500	Lead-alkali-silica glasses		Moderate to low alkali	High expansion, low loss	Glass-to-metal seals
G 600	Baria-alkali-silica glasses		Moderate to low alkali	High expansion, low loss	Glass-to-metal seals
G 700	**High-silica glasses**				
	G 795	High-silica glass	> 95 % to 99 % SiO_2	Low expansion, refractory, thermal shock resistant	Heating element supports, tubes for radiant heaters
	G 799	High-silica glass	> 99 % SiO_2	Low expansion, refractory, thermal shock resistant	Heating element supports, tubes for radiant heaters, lamp envelopes

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ICS 29.035.30

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale