

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials –  
Part 606: Physical tests – Methods for determining the density**

**Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux  
non-métalliques –  
Partie 606: Essais physiques – Méthodes de détermination de la masse  
volumique**





## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

IEC Central Office  
3, rue de Varembé  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

#### Useful links:

IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

The advanced search enables you 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](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://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: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

### A propos de la CEI

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

### A propos des publications CEI

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

#### Liens utiles:

Recherche de publications CEI - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).



IEC 60811-606

Edition 1.0 2012-03

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials –  
Part 606: Physical tests – Methods for determining the density**

**Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux  
non-métalliques –  
Partie 606: Essais physiques – Méthodes de détermination de la masse  
volumique**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

K

ICS 29.035.01; 29.060.20

ISBN 978-2-88912-999-7

**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.**

## CONTENTS

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                       | 3  |
| INTRODUCTION.....                                   | 5  |
| 1 Scope.....                                        | 6  |
| 2 Normative references .....                        | 6  |
| 3 Terms and definitions .....                       | 6  |
| 4 Test method .....                                 | 6  |
| 4.1 General.....                                    | 6  |
| 4.2 Suspension method (general method) .....        | 6  |
| 4.2.1 Testing materials and equipment .....         | 6  |
| 4.2.2 Procedure.....                                | 7  |
| 4.3 Pycnometer method (reference method).....       | 7  |
| 4.3.1 Testing equipment.....                        | 7  |
| 4.3.2 Sample and test piece preparation .....       | 7  |
| 4.3.3 Conditioning .....                            | 7  |
| 4.3.4 Procedure.....                                | 7  |
| 4.3.5 Calculation .....                             | 8  |
| 4.4 Apparent mass method.....                       | 8  |
| 4.4.1 Testing equipment.....                        | 8  |
| 4.4.2 Sampling and preparation of test pieces ..... | 8  |
| 4.4.3 Conditioning .....                            | 8  |
| 4.4.4 Procedure.....                                | 8  |
| 4.4.5 Calculation .....                             | 8  |
| 4.5 Correction for filled polyethylene (PE) .....   | 9  |
| 5 Test report.....                                  | 9  |
| Bibliography.....                                   | 10 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRIC AND OPTICAL FIBRE CABLES –  
TEST METHODS FOR NON-METALLIC MATERIALS –****Part 606: Physical tests –  
Methods for determining the density**

## FOREWORD

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

International Standard IEC 60811-606 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This Part 606 of IEC 60811 cancels and replaces Clause 8 of IEC 60811-1-3:1993, which is withdrawn. Full details of the replacements are shown in Annex A of IEC 60811-100:2012.

There are no specific technical changes with respect to the previous edition, but see the Foreword to IEC 60811-100:2012.

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

| FDIS         | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 20/1315/FDIS | 20/1364/RVD      |

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

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

This part of IEC 60811 shall be used in conjunction with IEC 60811-100.

A list of all the parts in the IEC 60811 series, published under the general title *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials*, can be found on the IEC website.

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

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

## INTRODUCTION

The IEC 60811 series specifies the test methods to be used for testing non-metallic materials of all types of cables. These test methods are intended to be referenced in standards for cable construction and for cable materials.

NOTE 1 Non-metallic materials are typically used for insulating, sheathing, bedding, filling or taping within cables.

NOTE 2 These test methods are accepted as basic and fundamental and have been developed and used over many years principally for the materials in all energy cables. They have also been widely accepted and used for other cables, in particular optical fibre cables, communication and control cables and cables for ships and offshore applications.

# **ELECTRIC AND OPTICAL FIBRE CABLES – TEST METHODS FOR NON-METALLIC MATERIALS –**

## **Part 606: Physical tests – Methods for determining the density**

### **1 Scope**

This Part 606 of IEC 60811 describes the methods for determining the density for the most common types of insulating and sheathing compounds (cross-linked, PVC, PE, PP, etc.).

### **2 Normative references**

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

IEC 60811-100:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 100: General*

### **3 Terms and definitions**

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60811-100 apply.

### **4 Test method**

#### **4.1 General**

This part of IEC 60811 shall be used in conjunction with IEC 60811-100.

Unless otherwise specified, tests shall be carried out at room temperature.

#### **4.2 Suspension method (general method)**

##### **4.2.1 Testing materials and equipment**

These shall comprise:

- a) ethanol (ethyl-alcohol) of analytical grade or another suitable liquid for densities below 1 g/ml;
- b) zinc chloride solution for densities equal to or greater than 1 g/ml;
- c) distilled or deionized water;
- d) mixing cylinder;
- e) thermostat;
- f) hydrometer calibrated at  $(23,0 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$ ;
- g) thermometer graduated in tenths of a degree Celsius.

#### 4.2.2 Procedure

From the insulation or the sheath to be tested, a sample shall be taken perpendicularly to the conductor axis and cut into small pieces of 1 mm to 2 mm edge length. The density shall be determined by putting the sample in suspension in a liquid which does not react with the material to be tested.

The following liquids are suitable:

- for a density expected to be lower than 1 g/ml, a mixture of ethanol and water;
- for a density of 1 g/ml and higher, a mixture of zinc chloride and water.

Three pieces of the sample shall be placed in the liquid at a temperature of  $(23,0 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ , avoiding any formation of air bubbles. Distilled water shall be added to the liquid until the pieces are freely suspended within the liquid in the mixing cylinder. The liquid mixture shall be homogeneous and maintained at the indicated temperature.

The density of the liquid mixture shall be determined by means of the hydrometer and indicated to three decimal places; the determined density is the same as that of the samples under test.

NOTE The gradient method specified in ISO 1183 may also be used.

#### 4.3 Pycnometer method (reference method)

##### 4.3.1 Testing equipment

The testing equipment for this method consists of

- a balance with a precision of 0,1 mg,
- a pycnometer of 50 ml capacity,
- a liquid bath provided with a thermostatic control,
- immersion liquid (ethyl alcohol, 96 %).

##### 4.3.2 Sample and test piece preparation

The test piece shall be taken from the bare insulation or sheath. The mass of the test piece shall be not less than 1 g and not greater than 5 g. The test piece shall be made by cutting the sample of insulation or sheath into a number of small pieces; small tubes of insulation and sheath shall be cut longitudinally into two or more parts to prevent the enclosure of air bubbles.

##### 4.3.3 Conditioning

The test pieces shall be conditioned at a temperature of  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

##### 4.3.4 Procedure

After weighing the pycnometer empty and dry, a suitable quantity of the test piece shall be weighed in the pycnometer. The test piece shall be covered with the immersion liquid (alcohol, 96 %) and all air removed from the test piece by, for example, applying a vacuum to the pycnometer standing in a desiccator. Any vacuum applied shall be broken and the pycnometer filled with immersion liquid which shall be brought to a temperature of  $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$  in a liquid bath, the pycnometer being filled to the limits of its capacity. The pycnometer shall be wiped dry and weighed with its contents, after which it shall be emptied and filled with immersion liquid. Air shall be removed and the weight of the pycnometer and its contents determined at a temperature of  $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ .

#### 4.3.5 Calculation

The density of the insulation and sheath shall be calculated as follows:

$$\text{density at } 23\text{ }^{\circ}\text{C} = \frac{m}{m_1 - m_2} \times d$$

where

$m$  is the mass of test piece, in grams;

$m_1$  is the mass of liquid required to fill the pycnometer, in grams;

$m_2$  is the mass of liquid required to fill the pycnometer, when containing the test piece, in grams;

$d$  is the density of ethyl alcohol, 96 %, at 23 °C and is equal to 0,798 8 g/ml.

#### 4.4 Apparent mass method

##### 4.4.1 Testing equipment

The testing equipment for this method consists of

- an analytical balance with a precision of 0,1 mg suitable to weigh a suspended sample,
- a liquid bath,
- immersion liquid: deionized (or distilled) water or ethyl alcohol (96 %).

##### 4.4.2 Sampling and preparation of test pieces

The test piece shall be taken from the bare insulation or sheath. The mass of the test piece shall be not less than 1 g and not greater than 5 g. The test piece shall be made by cutting the sample of insulation or sheath into one or more small pieces; small tubes of insulation and sheath shall be cut longitudinally into two or more parts to prevent the enclosure of air bubbles.

##### 4.4.3 Conditioning

The test pieces shall be conditioned at a temperature of  $(23 \pm 2)$  °C.

##### 4.4.4 Procedure

The test piece shall first be weighed in air. The test piece shall then be fixed to a suitable hook and the hook with the test piece hung up in the balance. Subsequently, the test piece shall be immersed in distilled or deionized water (or ethyl alcohol, 96 %, if the density is expected to be lower than 1 g/ml) at  $(23 \pm 5)$  °C and its apparent mass determined. Care shall be taken that the test piece is fully covered by the liquid and that the surface is free of bubbles before the apparent mass is recorded. It may be necessary to add a small quantity of a surface active agent to ensure elimination of all bubbles.

The recorded mass shall be corrected for the apparent mass of the empty hook in the immersion liquid.

##### 4.4.5 Calculation

The density, in grams per millilitre of the insulation and sheath, may be calculated as follows:

$$\text{density at } 23\text{ }^{\circ}\text{C} = \frac{m}{m - m_a}$$

where

$m$  is the mass of the test piece in air (in grams);

$m_a$  is the apparent mass of the test piece in water (in grams).

NOTE Where the immersion liquid is water, the density is assumed to be 1,0 g/ml. If ethyl alcohol, 96 %, is used, the value of  $m_a$  should be corrected for the density of the alcohol (0,798 8 g/ml at 23 °C).

#### 4.5 Correction for filled polyethylene (PE)

Antioxidants and organic coloured pigments which are normally used in negligible quantities may be neglected. However, where other additives such as mineral fillers are used in considerable quantities, an appropriate correction shall be made. This shall be done by determining the nature and quantity of the additive by reputable chemical means using the formula:

$$\delta = \frac{m \times \delta_c \times \delta_F}{m_c \times \delta_F - m_F \times \delta_c}$$

where

$\delta$  is the density of the PE (corrected value), in g/cm<sup>3</sup>;

$\delta_c$  is the measured density of PE compound, in g/cm<sup>3</sup>;

$\delta_F$  is the density of additive or filler (measured value), in g/cm<sup>3</sup>;

$m$  is the mass of PE polymer (difference of  $m_c$  and  $m_F$ ), in grams;

$m_c$  is the mass of PE compound (measured value), in grams;

$m_F$  is the mass of filler (measured value), in grams.

For compounds containing carbon black, the correction is made by means of the following simplified formula:

$$\delta = \delta_c - 0,004\ 5 \times c_B$$

where

$c_B$  is the numerical value of the percentage of carbon black.

#### 5 Test report

The test report shall be in accordance with that given in IEC 60811-100.

## Bibliography

IEC 60811-1-3:1993, *Insulating and sheathing materials of electric cables – Common test methods – Part 1: General application – Section 3: Methods for determining the density – Water absorption tests – Shrinkage test*  
(withdrawn)

ISO 1183 (all parts), *Plastics – Methods for determining the density of non-cellular plastics*

---



## SOMMAIRE

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS.....                                          | 13 |
| INTRODUCTION.....                                          | 15 |
| 1 Domaine d'application .....                              | 16 |
| 2 Références normatives.....                               | 16 |
| 3 Termes et définitions .....                              | 16 |
| 4 Méthode d'essai .....                                    | 16 |
| 4.1 Généralités.....                                       | 16 |
| 4.2 Méthode de suspension (méthode générale) .....         | 16 |
| 4.2.1 Solutions et matériel d'essai.....                   | 16 |
| 4.2.2 Mode opératoire .....                                | 17 |
| 4.3 Méthode du pycnomètre (méthode de référence).....      | 17 |
| 4.3.1 Matériel d'essai .....                               | 17 |
| 4.3.2 Echantillon et préparation des éprouvettes .....     | 17 |
| 4.3.3 Conditionnement .....                                | 17 |
| 4.3.4 Mode opératoire .....                                | 17 |
| 4.3.5 Calcul.....                                          | 18 |
| 4.4 Méthode de la masse apparente.....                     | 18 |
| 4.4.1 Matériel d'essai .....                               | 18 |
| 4.4.2 Echantillonnage et préparation des éprouvettes ..... | 18 |
| 4.4.3 Conditionnement .....                                | 18 |
| 4.4.4 Mode opératoire .....                                | 18 |
| 4.4.5 Calcul.....                                          | 19 |
| 4.5 Correction pour le polyéthylène (PE) chargé .....      | 19 |
| 5 Rapport d'essai .....                                    | 19 |
| Bibliographie.....                                         | 20 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CÂBLES ÉLECTRIQUES ET À FIBRES OPTIQUES –  
MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX NON-MÉTALLIQUES –****Partie 606: Essais physiques –  
Méthodes de détermination de la masse volumique**

## AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60811-606 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

La présente Partie 606 de la CEI 60811 annule et remplace l'Article 8 de la CEI 60811-1-3:1993, qui est supprimée. L'ensemble des informations relatives aux remplacements figure dans l'Annexe A de la CEI 60811-100:2012.

Aucune modification technique n'a été effectuée par rapport à l'édition précédente; voir cependant l'avant-propos de la CEI 60811-100:2012.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 20/1315/FDIS | 20/1364/RVD     |

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

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

La présente partie de la CEI 60811 doit être utilisée conjointement avec la CEI 60811-100.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60811, publiées sous le titre général *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

## INTRODUCTION

La série CEI 60811 précise les méthodes à employer pour les essais des matériaux non-métalliques sur tous les types de câbles. Ces méthodes d'essai seront citées en référence dans les normes relatives à la construction des câbles et aux matériaux des câbles.

NOTE 1 Les matériaux non-métalliques sont généralement utilisés pour l'isolation, le gainage, le matelassage, le remplissage ou le rubanage des câbles.

NOTE 2 Ces méthodes d'essai sont reconnues comme fondamentales; elles ont été développées et utilisées durant de nombreuses années, principalement pour les matériaux dans tous les câbles de distribution d'énergie. Elles ont aussi été largement reconnues et utilisées pour d'autres types de câbles, en particulier les câbles à fibres optiques, les câbles de communication et de commande, ainsi que les câbles utilisés à bord des navires et dans les applications offshore.

# CÂBLES ÉLECTRIQUES ET À FIBRES OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX NON-MÉTALLIQUES –

## Partie 606: Essais physiques – Méthodes de détermination de la masse volumique

### 1 Domaine d'application

La présente Partie 606 de la CEI 60811 décrit les méthodes de détermination de la masse volumique pour les types les plus courants de mélanges d'isolation et de gainage (réticulés, PVC, PVC, PE, PP, etc.).

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60811-100:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 100: Généralités*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60811-100 s'appliquent.

### 4 Méthode d'essai

#### 4.1 Généralités

La présente partie de la CEI 60811 doit être utilisée conjointement avec la CEI 60811-100.

Les essais doivent être réalisés à température ambiante, sauf spécification contraire.

#### 4.2 Méthode de suspension (méthode générale)

##### 4.2.1 Solutions et matériel d'essai

Ceux-ci comportent:

- a) de l'éthanol (alcool éthylique) pour analyse ou autre liquide approprié pour les masses volumiques inférieures à 1 g/ml;
- b) une solution de chlorure de zinc pour les masses volumiques égales ou supérieures à 1 g/ml;
- c) de l'eau distillée ou déionisée;
- d) un cylindre mélangeur;
- e) une enceinte thermostatée;
- f) un aréomètre gradué, étalonné à  $(23,0 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$ ;

g) un thermomètre gradué en dixièmes de degré Celsius.

#### 4.2.2 Mode opératoire

Un échantillon doit être prélevé sur l'enveloppe isolante ou la gaine à essayer en la coupant perpendiculairement à l'axe du conducteur, puis il doit être découpé en morceaux de 1 mm à 2 mm de longueur d'arête. La masse volumique doit être déterminée en mettant l'échantillon en suspension dans un liquide ne réagissant pas sur la matière à essayer.

Les mélanges liquides appropriés sont:

- pour une masse volumique présumée inférieure à 1 g/ml, un mélange d'éthanol et d'eau;
- pour une masse volumique égale ou supérieure à 1 g/ml, un mélange de chlorure de zinc et d'eau.

Trois morceaux de l'échantillon doivent être placés dans le liquide à une température de  $(23,0 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ , en évitant toute formation de bulles d'air. Le liquide doit être mélangé avec l'eau distillée jusqu'à ce que les morceaux soient en suspension dans le cylindre mélangeur. Le mélange de liquide doit être homogène et maintenu à la température indiquée.

On doit déterminer à l'aide d'un aéromètre gradué la masse volumique du mélange de liquide et on doit l'indiquer à la troisième décimale; cette masse est égale à la masse volumique des échantillons en essai.

NOTE La méthode du gradient spécifiée dans l'ISO 1183 peut également être utilisée.

#### 4.3 Méthode du pycnomètre (méthode de référence)

##### 4.3.1 Matériel d'essai

Le matériel d'essai nécessaire pour cette méthode comprend:

- une balance avec une précision de 0,1 mg;
- un pycnomètre de 50 ml de capacité;
- un bain liquide avec un contrôle thermostatique.
- un liquide d'immersion (alcool éthylique à 96 %).

##### 4.3.2 Echantillon et préparation des éprouvettes

L'éprouvette doit être prélevée sur l'enveloppe isolante nue ou sur la gaine nue. La masse d'éprouvette ne doit pas être inférieure à 1 g, ni supérieure à 5 g. L'éprouvette doit être obtenue par découpe de l'échantillon d'enveloppe isolante ou de gaine en un certain nombre de petits morceaux; les petits tubes d'enveloppe isolante et de gaine doivent être coupés dans le sens longitudinal en deux ou plusieurs parties pour éviter l'inclusion de bulles d'air.

##### 4.3.3 Conditionnement

Les éprouvettes doivent être conditionnées à une température de  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

##### 4.3.4 Mode opératoire

Après avoir pesé le pycnomètre vide et sec, on doit peser une quantité appropriée d'éprouvette dans le pycnomètre. L'éprouvette doit être recouverte par le liquide d'immersion (alcool, 96 %) et tout l'air de l'éprouvette doit être évacué, par exemple en faisant le vide dans le pycnomètre placé dans un dessiccateur. Le vide (s'il a été fait) doit être supprimé et le pycnomètre doit être rempli avec le liquide d'immersion qui doit être porté à une température de  $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$  dans un bain liquide, puis on doit terminer le remplissage exactement à la pleine capacité du pycnomètre. On doit essuyer et peser le pycnomètre avec son contenu,

puis on doit le vider et le remplir du liquide d'immersion. L'air doit être évacué, puis le poids du pycnomètre et de son contenu doit être déterminé à une température de  $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ .

#### 4.3.5 Calcul

La masse volumique de l'enveloppe isolante et de la gaine doit être calculée par la formule suivante:

$$\text{masse volumique à } 23 ^\circ\text{C} = \frac{m}{m_1 - m_2} \times d$$

où

$m$  est la masse de l'éprouvette, en grammes;

$m_1$  est la masse du liquide nécessaire pour remplir le pycnomètre, en grammes;

$m_2$  est la masse du liquide nécessaire pour remplir le pycnomètre lorsqu'il contient l'éprouvette, en grammes;

$d$  est la masse volumique de l'alcool éthylique à 96 %, à  $23 ^\circ\text{C}$  et est égale à 0,798 8 g/ml.

#### 4.4 Méthode de la masse apparente

##### 4.4.1 Matériel d'essai

Le matériel d'essai nécessaire pour cette méthode comprend:

- une balance analytique d'une précision de 0,1 mg appropriée pour peser un échantillon suspendu;
- un bain liquide;
- un liquide d'immersion: de l'eau déionisée (ou distillée) ou de l'alcool éthylique (96 %).

##### 4.4.2 Echantillonnage et préparation des éprouvettes

L'éprouvette doit être prélevée sur l'enveloppe isolante nue ou sur la gaine nue. La masse de l'éprouvette ne doit pas être inférieure à 1 g ni supérieure à 5 g. L'éprouvette doit être obtenue par découpe de l'échantillon d'enveloppe isolante ou de gaine en un ou plusieurs petits morceaux; les petits tubes d'enveloppe isolante et de gaine doivent être coupés dans le sens longitudinal en deux ou plusieurs parties pour éviter l'inclusion de bulles d'air.

##### 4.4.3 Conditionnement

L'éprouvette doit être conditionnée à une température ambiante de  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

##### 4.4.4 Mode opératoire

L'éprouvette doit d'abord être pesée dans l'air. Elle doit ensuite être fixée à un crochet approprié et le crochet, avec l'éprouvette, doivent être suspendus dans la balance. Puis l'éprouvette doit être immergée dans de l'eau distillée ou déionisée (ou de l'alcool éthylique, 96 %, si l'on s'attend à ce que la masse volumique soit inférieure à 1 g/ml) à  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$  et sa masse apparente doit être déterminée. On doit faire attention à ce que l'éprouvette soit totalement recouverte par le liquide et que la surface ne présente pas de bulles d'air avant que la masse apparente ne soit enregistrée. Il peut être nécessaire d'ajouter une faible quantité d'un agent tensioactif pour assurer l'élimination de toutes les bulles.

La masse enregistrée doit être corrigée en fonction de la masse apparente du crochet seul dans le liquide d'immersion.

#### 4.4.5 Calcul

La masse volumique, en grammes par millilitre, de l'enveloppe isolante et de la gaine, peut être calculée comme suit:

$$\text{masse volumique à } 23\text{ °C} = \frac{m}{m - m_a}$$

où

$m$  est la masse de l'éprouvette dans l'air (en grammes);

$m_a$  est la masse apparente de l'éprouvette dans l'eau (en grammes).

NOTE Lorsque le liquide d'immersion est de l'eau, la densité est présumée être de 1,0 g/ml. Si l'on utilise de l'alcool éthylique, 96 %, il convient de corriger la valeur de  $m_a$  en fonction de la masse volumique de l'alcool (0,798 g/ml à 23 °C).

#### 4.5 Correction pour le polyéthylène (PE) chargé

Les antioxydants et les pigments colorés organiques qui sont habituellement utilisés en faibles quantités peuvent être négligés. Cependant, lorsque d'autres additifs, tels que des charges minérales, sont utilisés en quantité importante, une correction appropriée doit être apportée. Cela doit se faire en déterminant la nature et la quantité de l'additif par toute méthode chimique reconnue, puis en utilisant la formule:

$$\delta = \frac{m \times \delta_c \times \delta_F}{m_c \times \delta_F - m_F \times \delta_c}$$

où

$\delta$  est la masse volumique du PE (valeur corrigée), en g/cm<sup>3</sup>;

$\delta_c$  est la masse volumique mesurée du mélange PE, en g/cm<sup>3</sup>;

$\delta_F$  est la masse volumique de l'additif ou de la charge (valeur mesurée), en g/cm<sup>3</sup>;

$m$  est la masse de PE polymère (différence entre  $m_c$  et  $m_F$ ), en grammes;

$m_c$  est la masse du mélange PE (valeur mesurée), en grammes;

$m_F$  est la masse de la charge (valeur mesurée), en grammes;

Pour les mélanges contenant du noir de carbone, la correction est faite à l'aide de la formule simplifiée:

$$\delta = \delta_c - 0,0045 \times c_B$$

où

$c_B$  est la valeur numérique du pourcentage de noir de carbone.

### 5 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit être conforme aux spécifications de la CEI 60811-100.

## Bibliographie

CEI 60811-1-3:1993, *Matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Méthodes d'essais communes – Partie 1: Application générale – Section 3: Méthodes de détermination de la masse volumique – Essais d'absorption d'eau – Essai de rétraction* (retirée)

ISO 1183 (toutes les parties), *Plastiques – Méthodes de détermination de la masse volumique des plastiques non alvéolaires*

---



INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)