

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials –
Part 406: Miscellaneous tests – Resistance to stress cracking of polyethylene
and polypropylene compounds**

**Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux
non-métalliques –
Partie 406: Essais divers – Résistance des mélanges polyéthylène et
polypropylène aux craquelures**



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 Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

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

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

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

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

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

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

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials –
Part 406: Miscellaneous tests – Resistance to stress cracking of polyethylene
and polypropylene compounds**

**Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux
non-métalliques –
Partie 406: Essais divers – Résistance des mélanges polyéthylène et
polypropylène aux craquelures**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

P

ICS 29.035.01; 29.060.20

ISBN 978-2-88912-966-9

**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 Method A.....	7
4.2.1 Reagent.....	7
4.2.2 Apparatus.....	7
4.2.3 Test pieces preparation	8
4.2.4 Test procedure	8
4.2.5 Evaluation of results	8
4.3 Method B.....	9
4.3.1 Reagent.....	9
4.3.2 Apparatus.....	9
4.3.3 Test pieces preparation	9
4.3.4 Test procedure	9
4.3.5 Evaluation of results	9
5 Test report.....	9
Annex A (normative) Test sheet preparation	13
Annex B (informative) Tools and reagents.....	15
Bibliography.....	16
Figure 1 – Notching device	10
Figure 2 – Blade	10
Figure 3 – Bend clamp assembly	11
Figure 4 – Transfer tool assembly.....	11
Figure 5 – Brass channel test piece holder	11
Figure 6 – Test tube with inserted brass channel test piece holder as in 4.2.2 h)), containing ten test pieces	12
Figure 7 – Notched test pieces	12
Table 1 – Summary of test conditions and requirements	7
Table 2 – Notched test pieces size according to polyethylene density.....	8

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRIC AND OPTICAL FIBRE CABLES –
TEST METHODS FOR NON-METALLIC MATERIALS –****Part 406: Miscellaneous tests –
Resistance to stress cracking of polyethylene
and polypropylene compounds**

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 60811-406 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This Part 406 of IEC 60811 cancels and replaces Clause 8 of IEC 60811-4-1:2004, 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
20/1290/FDIS	20/1339/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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60811-406:2012

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60811-406:2012

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

Part 406: Miscellaneous tests – Resistance to stress cracking of polyethylene and polypropylene compounds

1 Scope

This Part 406 of IEC 60811 gives the procedure for evaluating the resistance to stress cracking of polyethylene and polypropylene compounds which are typically used for communication and optical fibre cables.

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.

Two test procedures can be applied to materials, depending on cable system conditions and environments; a summary of test conditions is given in Table 1:

- for less severe conditions: Method A;
- for more severe conditions: Method B.

These test procedures apply only to the original granules used as sheathing materials.

Table 1 – Summary of test conditions and requirements

Conditions and/or requirements	Method A	Method B
Preparation of the test sheets:		
– Temperature °C	165 to 170	
– Force kN	50 to 200	
– Time min	2	
Conditioning of test sheets:		
– Temperature range °C	See ^a	
– Cooling rate K/h	5 ± 2	
Test conditions:		
– Reagent ^b – Concentration %	100	10
– Temperature °C	50,0 ± 0,5	
– Duration (minimum) h	24	48
Requirements:		
– Failure rate Max.	5 test pieces (F 50)	0 test pieces (F 0)
^a Starting temperature varies according to polymer type: – (145 ± 2) °C for low-density polyethylene; – (155 ± 2) °C for medium-density polyethylene; – (165 ± 2) °C for high-density polyethylene. Final temperature (29 ± 1) °C.		
^b Igepal CO-630 or any other reagent having the same chemical composition.		

4.2 Method A

4.2.1 Reagent

The reagent is a solution of 100 % Igepal CO-630 (Antarox CO-630) or any other reagent having the same chemical composition (see Notes 1 and 2 below and Annex B).

NOTE 1 The reagent should not be used more than once.

NOTE 2 In the case of unexpectedly short failure times, the reagent should be checked for water content as small increases in water content beyond the specified maximum of 1 % will cause a significant increase in reagent activity.

4.2.2 Apparatus

The apparatus shall comprise the following elements:

- Clean, sharp, undamaged blanking die with blanking press suitable for cutting test pieces (38,0 ± 2,5) mm × (13,0 ± 0,8) mm or other suitable devices.
- Dial gauge, with plane gauging faces 4 mm to 8 mm in diameter and a gauging pressure of 5 N/cm² to 8 N/cm².
- Notching devices as in Figure 1 with blades as in Figure 2.

NOTE The blade is made of “Gem” blades as in Figure 2 – see also Annex A.

- Bending clamp assembly as in Figure 3 with a vice or other suitable device ensuring the symmetrical closing of the clamping jaws.
- Transfer tool assembly as in Figure 4 for shifting in one operation the bent test piece(s) from the bending clamp to the brass channel.
- Brass channel test piece holder as in Figure 5 for accommodating ten bent test pieces.

- g) Hard glass test tubes ($L = 200$ mm, $\varnothing 32$ mm) for accommodating the brass channel test piece holder with the bent test pieces. The tubes are plugged by suitable aluminium foil wrapped corks (see Figure 6).
- h) A heated container of sufficient size and depth to accept racks which will hold the filled test tubes (see Figure 6). The temperature shall be maintained at $(50 \pm 0,5)$ °C by means of suitable equipment and the thermal capacity shall be high enough to ensure that the temperature does not drop below 49 °C even when the test tubes are inserted.

4.2.3 Test pieces preparation

Using the blanking die and blanking press as in 4.2.2 a) or other suitable devices, ten test pieces according to Table 2 and Figure 7 shall be cut from the test sheet more than 25 mm from the edges of the sheet, prepared according to Annex A, so that the web between the holes after removal of the test pieces is not damaged during handling.

The thickness of the test pieces determined using the dial gauge as in 4.2.2 b) shall be in accordance with Table 2 and Figure 7. The test pieces shall be cut with square edges. Bevelled edges may lead to erroneous results.

Table 2 – Notched test pieces size according to polyethylene density

Density of PE-sheathing compounds ^a	<i>A</i> mm	<i>B</i> mm	<i>C</i> mm	<i>D</i> ^b mm
$\leq 0,940$ g/cm ³	$38,0 \pm 2,5$	$13,0 \pm 0,8$	3,00 to 3,30	0,50 to 0,65
$> 0,940$ g/cm ³	$38,0 \pm 2,5$	$13,0 \pm 0,8$	1,75 to 2,0	0,30 to 0,40
^a The density is for the unfilled resin, according to Clause 5 of IEC 60811-100:2012.				
^b The depth <i>D</i> shall be uniform along its length.				

4.2.4 Test procedure

Shortly before placing into the reagent, each of the test pieces shall be given a notch (see Figure 7) using the notching device as in 4.2.2 c). The blade shall be neither dull nor damaged and, therefore, shall be replaced as required. Even under favourable conditions, it should not be used for more than 100 notches.

Ten test pieces shall then be placed, with the notch up, in the bending clamp as in 4.2.2 d) The clamp shall be closed for 30 s to 35 s by means of a vice or a motor-driven arbor press at a constant speed.

The bent test pieces shall be lifted with the transfer tool as in 4.2.2 e) from the bending clamp and placed in the brass channel as in 4.2.2 f). If some test pieces are riding too high in the holder, they shall be forced down by manual pressure.

The holder shall be inserted in a tube as in 4.2.2 g), 5 min to 10 min after the test pieces have been bent. The test tube shall be filled with the appropriate reagent as in 4.2.1 until all the test pieces are covered by the liquid, and shall be closed by a cork.

The filled test tube shall be placed immediately in a rack in the heated container as in 4.2.2 h) during 24 h. Care shall be taken so that the test pieces do not touch the test tube during the test. The moment of insertion in the heated container shall be noted.

4.2.5 Evaluation of results

In general, stress cracking starts at the notch and runs at right angles to it. The first sign of a crack when examined with normal or corrected vision without magnification, constitutes a failure of the test piece.

After 24 h, in the heated container no more than five test pieces shall have failed. If six test pieces have failed, the test is to be considered as not passed. The test may be repeated once using ten test pieces from a new test sheet and no more than five test pieces shall fail.

4.3 Method B

4.3.1 Reagent

The reagent is a solution of 10 % solution (by volume) in water of Igepal CO-630 (Antarox CO-630) or any other reagent having the same chemical composition (see Notes 1, 2 and 3 below and Annex B).

NOTE 1 The reagent should not be used more than once.

NOTE 2 In the case of unexpectedly short failure times, the reagent should be checked for water content as small increases in water content beyond the specified maximum of 1 % will cause a significant increase in reagent activity.

NOTE 3 Water solution of Igepal CO-630 or similar material should be prepared by paddle-stirring the mixture at 60 °C to 70 °C for at least 1 h. The solution should be used within one week of preparation.

4.3.2 Apparatus

See 4.2.2

4.3.3 Test pieces preparation

See 4.2.3

4.3.4 Test procedure

Follow the test procedure as described in 4.2.4, but the test tube shall be filled with reagent as in 4.3.1 until all the test pieces are covered by the liquid and shall be closed by a cork.

The filled test tube shall be placed immediately in a rack in the heated container as in 4.2.2 h) during 48 h. Care shall be taken so that the test pieces do not touch the test tube during the test. The moment of insertion in the heated container shall be noted.

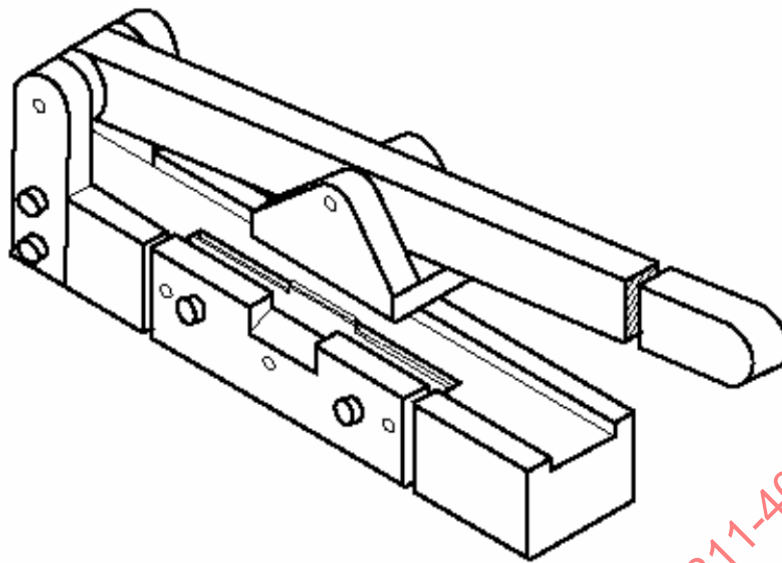
4.3.5 Evaluation of results

In general, stress cracking starts at the notch and runs at right angles to it. The first sign of a crack, when examined with normal or corrected vision without magnification, constitutes a failure of the test piece.

After 48 h in the heated container, no test pieces shall have failed. If one test piece has failed, the test is to be considered as not passed. The test may be repeated once using ten test pieces from a new sheet and no test piece shall fail.

5 Test report

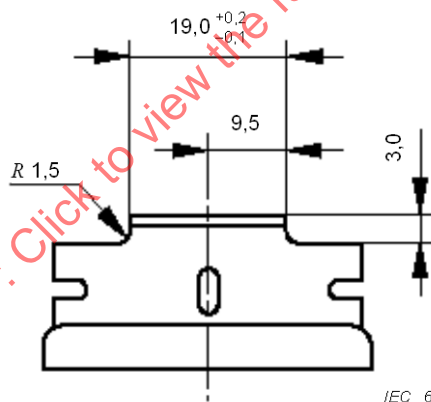
The test report shall be in accordance with that given in IEC 60811-100.



IEC 621/04

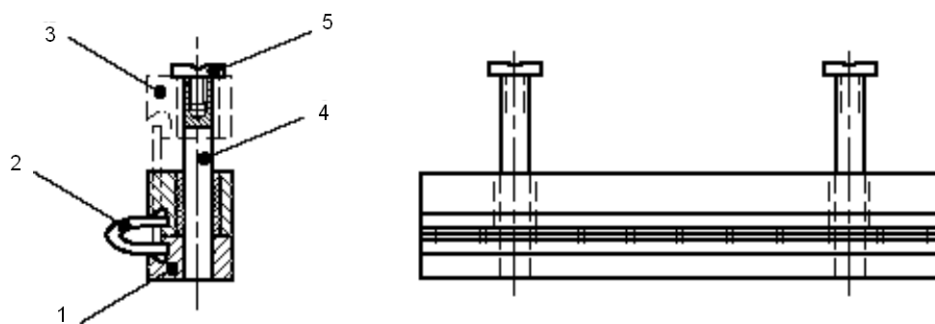
Figure 1 – Notching device

Dimensions in millimetres



IEC 622/04

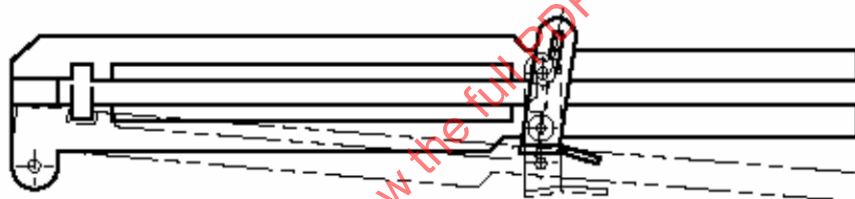
Figure 2 – Blade



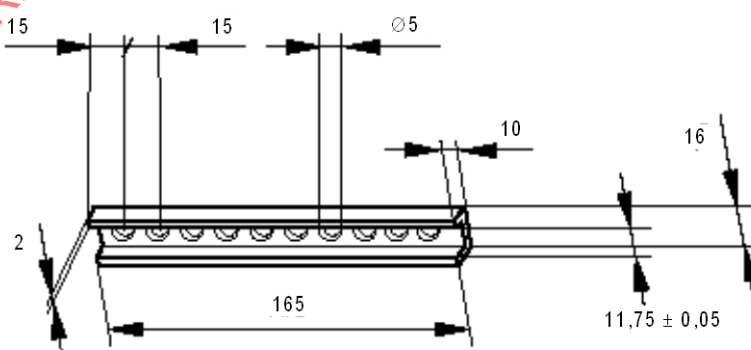
IEC 623/04

Key

- | | | | |
|---|-------------------|---|-----------|
| 1 | rear clamp | 4 | guide bar |
| 2 | insert test piece | 5 | screw |
| 3 | front clamp | | |

Figure 3 – Bend clamp assembly

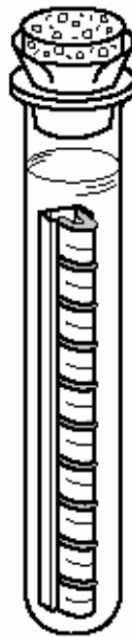
IEC 624/04

Figure 4 – Transfer tool assembly*Dimensions in millimetres*

IEC 625/04

NOTE The dimension (11,75 ± 0,05) mm is the channel internal width.

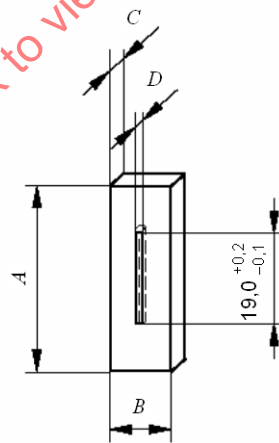
Figure 5 – Brass channel test piece holder



IEC 626/04

Figure 6 – Test tube with inserted brass channel test piece holder as in 4.2.2 h)), containing ten test pieces

Dimensions in millimetres



IEC 627/04

Figure 7 – Notched test pieces

Annex A (normative)

Test sheet preparation

A.1 Apparatus

The apparatus shall comprise the following elements:

- a) Heatable press for producing moulded test sheets, with platens which are larger than the backing plates.
- b) Two rigid metal backing plates ($6,0 \pm 0,5$) mm thick and about 200 mm × 230 mm in area, each drilled with a hole from one edge so that a temperature sensor can be located within 5 mm of the centre of the plate.
- c) Two separator sheets, about 200 mm × 230 mm, for instance aluminium foil 0,1 mm to 0,2 mm thick.
- d) Suitable moulding chases for producing test sheets, 150 mm × 180 mm × ($3,3 \pm 0,1$) mm with internal corners rounded to a radius of 3 mm.
- e) Electrically heated air oven with forced air circulation and programming device which lowers temperature at a rate of ($5,0 \pm 0,5$) K/h.

A.2 Preparation of the test sheets

For preparing a test, a clean separator foil as in Clause A.1 c) shall be placed on the backing plate as in Clause A.1 b), the moulding chase as in Clause A.1 d). The chase shall be filled with (90 ± 1) g of granules or mill-massed material forming a uniform layer on top of which the second separator foil and then the second backing plate shall be placed. No release agent shall be used.

The mould assembly shall be placed in the moulding press as in Clause A.1 a), preheated to 170 °C, and the press shall be closed, using a force ≤ 1 kN.

When the temperature, as indicated by the sensors in the backing plate, has reached 165 °C to 170 °C, a full force in the range 50 kN to 200 kN shall be applied to the mould by means of the press, for a period of 2 min during which the sensors shall continue to indicate values in the range 165 °C to 170 °C. On completion of the full force phase, the heating of the mould assembly shall be stopped either by removing from the press or by fast cooling in the press under full force.

A.3 Conditioning of the test sheets

Conditioning of test sheets shall be agreed between the interested parties since it may substantially affect the test results. If such an agreement does not exist, the treatment given in this clause shall be used as a reference treatment.

After removing the backing plates without disturbing the separator foil, the moulded test sheet shall be placed in an oven, as in Clause A.1 e), so as to permit free circulation of air around it. The moulding shall be well supported on thermally conducting horizontal surfaces and a good contact maintained between the separator foils and the polyethylene.

The temperature, as measured not further than 5 mm above the centre of the horizontal surface of the moulded sheet, shall then be controlled as follows:

The oven test temperature shall be maintained for 1 h at $145\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for low-density polyethylene, $155\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for medium-density polyethylene, and $165\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for high-density polyethylene. Cooling shall be at the rate of $(5 \pm 2)\text{ K/h}$ until it reaches $29\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. It is also permissible to cool the moulded test sheets while in the press. The actual cooling rate shall be recorded by a graphical recorder.

NOTE Conditioning of the test sheets should be optional. In case of dispute, a conditioned specimen should be used.

A.4 Visual examination of the test sheets

The sheet shall exhibit a smooth surface and shall not contain any bubbles, lumps or sink marks except within 10 mm of the edge.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60811-406:2012

Annex B (informative)

Tools and reagents

B.1 Tools

The tools indicated in 4.2.2 can be obtained from:

MM. Custom Scientific Instruments Inc.
1125 Convoy Place
Forks Township (Easton).
Philadelphia 18040. Pa.
USA

Detail drawings of the tools are obtainable from:

American Society for Testing and Materials (ASTM)
1916 Race Street
Philadelphia 19103. Pa.
USA

B.2 Reagents

The reagent 100 % IGEPAL CO-630¹ of density 1,06 at 25 °C can be obtained from:

GAF Corp., Dyestuff and Chemical Div.
140 West 51 Street
New York, N.Y. 10020
USA

and must contain less than 1 % water. Because it is hygroscopic, it should be stored in closed metal or glass containers.

¹ Igepal C0-630 is the tradename of a product supplied by GAF Corporation. This information is given for the convenience of users of this standard and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

Bibliography

IEC 60811-4-1:2004, *Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods – Part 4-1: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Resistance to environmental stress cracking – Measurement of the melt flow index – Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion – Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA) – Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope* (withdrawn)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60811-406:2012

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60811-406:2012

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Termes et définitions	22
4 Méthode d'essai	22
4.1 Généralités.....	22
4.2 Méthode A.....	23
4.2.1 Réactif.....	23
4.2.2 Appareillage	23
4.2.3 Préparation des éprouvettes	24
4.2.4 Mode opératoire	24
4.2.5 Evaluation des résultats	25
4.3 Méthode B.....	25
4.3.1 Réactif.....	25
4.3.2 Appareillage	25
4.3.3 Préparation des éprouvettes	25
4.3.4 Mode opératoire	25
4.3.5 Evaluation des résultats	25
5 Rapport d'essai	26
Annexe A (normative) Préparation des plaques d'essai.....	29
Annexe B (informative) Outils et réactifs	31
Bibliographie.....	32
Figure 1 – Appareil à entailler.....	26
Figure 2 – Lame.....	26
Figure 3 – Presse de pliage	27
Figure 4 – Outil de transfert	27
Figure 5 – Support d'éprouvettes en laiton.....	27
Figure 6 – Tube à essai contenant le support d'éprouvettes en laiton (voir 4.2.2 h)), sur lequel sont maintenues dix éprouvettes	28
Figure 7 – Eprouvettes entaillées.....	28
Tableau 1 – Résumé des conditions d'essai et des exigences d'essai	23
Tableau 2 – Taille des éprouvettes entaillées en fonction de la densité de polyéthylène	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CÂBLES ÉLECTRIQUES ET À FIBRES OPTIQUES –
MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX NON-MÉTALLIQUES –****Partie 406: Essais divers –
Résistance des mélanges polyéthylène
et polypropylène aux craquelures**

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 60811-406 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

La présente Partie 406 de la CEI 60811 annule et remplace l'Article 8 de la CEI 60811-4-1:2004, 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
20/1290/FDIS	20/1339/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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60811-406:2012

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60811-406:2012

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

Partie 406: Essais divers – Résistance des mélanges polyéthylène et polypropylène aux craquelures

1 Domaine d'application

La présente Partie 406 de la CEI 60811 décrit la procédure à suivre pour évaluer la résistance des mélanges polyéthylène et polypropylène aux craquelures. Ces mélanges sont généralement utilisés pour les câbles de communication et les câbles à fibres optiques.

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 effectués à température ambiante, sauf spécification contraire.

Deux procédures d'essai peuvent s'appliquer aux matériaux, en fonction des conditions et des environnements du système câblé; un résumé des conditions d'essai figure dans le Tableau 1:

- pour les conditions moins sévères: Méthode A;
- pour les conditions plus sévères: Méthode B.

Ces procédures d'essais s'appliquent uniquement aux granulés d'origine utilisés comme matériaux de gainage.

Tableau 1 – Résumé des conditions d'essai et des exigences d'essai

Conditions et/ou exigences	Méthode A	Méthode B
Préparation des plaquettes d'essai:		
– Température °C	165 à 170	
– Force kN	50 à 200	
– Temps min	2	
Conditionnement des plaquettes d'essai:		
– Domaine de température °C	Voir ^a	
– Vitesse de refroidissement K/h	5 ± 2	
Conditions d'essai:		
– Réactif ^b – Concentration %	100	10
– Température °C	50,0 ± 0,5	
– Durée (minimale) h	24	48
Exigences:		
– Nombre d'essais non satisfaisants Max.	5 éprouvettes (F 50)	0 éprouvette (F 0)
^a La température de départ varie en fonction du type de polymère: – (145 ± 2) °C pour le polyéthylène basse densité; – (155 ± 2) °C pour le polyéthylène moyenne densité; – (165 ± 2) °C pour le polyéthylène haute densité. Température finale (29 ± 1) °C. ^b Igepal CO-630 ou tout autre réactif ayant la même composition chimique.		

4.2 Méthode A

4.2.1 Réactif

Le réactif est une solution Igepal CO-630 à 100 % (Antarox CO-630) ou tout autre réactif ayant la même composition chimique (voir Notes 1 et 2 ci-dessous et l'Annexe B).

NOTE 1 Il convient que le réactif ne soit pas utilisé plus d'une fois.

NOTE 2 Si le temps de craquelure est plus court que prévu, il convient que la teneur en eau du réactif soit vérifiée car un léger accroissement de la teneur en eau au-delà de la valeur spécifiée de 1 % causerait une augmentation significative de l'activité du réactif.

4.2.2 Appareillage

L'appareillage doit comporter les éléments suivants:

- Un emporte-pièce, propre, affûté, sans défaut, ainsi qu'une presse permettant de découper des éprouvettes de $(38,0 \pm 2,5)$ mm × $(13,0 \pm 0,8)$ mm ou tout autre dispositif adéquat.
- Un micromètre à cadran à touches planes de 4 mm à 8 mm de diamètre et à jauge de pression de 5 N/cm² à 8 N/cm².
- Un appareil à entailler (voir Figure 1), muni de lames (voir Figure 2).

NOTE La lame est profilée à partir de lames «Gem» selon la Figure 2; voir également l'Annexe A.

- Une presse de pliage (voir Figure 3) comprenant un étau ou tout autre dispositif permettant d'obtenir la fermeture symétrique des mâchoires de serrage.
- Un outil de transfert (voir Figure 4) permettant de déplacer en une seule fois la ou les éprouvettes d'essais pliées de la presse de pliage au support en laiton.

- f) Un support d'échantillon en laiton (voir Figure 5) en forme de gouttière permettant de réunir dix éprouvettes pliées.
- g) Des tubes à essai en verre trempé ($L = 200$ mm, $\varnothing 32$ mm) permettant de loger le support d'éprouvettes en laiton ainsi que les éprouvettes pliées. Les tubes sont obturés à l'aide de bouchons enveloppés dans une feuille d'aluminium appropriée (voir Figure 6).
- h) Un récipient chauffé, de dimensions et de profondeur suffisantes pour accepter les supports maintenant les tubes à essai remplis (voir Figure 6). La température doit être maintenue à $(50 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ à l'aide d'un équipement approprié. La capacité thermique doit être assez élevée pour permettre à la température de ne jamais tomber au-dessous de $49 ^\circ\text{C}$, même lorsque les tubes à essai sont immergés.

4.2.3 Préparation des éprouvettes

En utilisant l'emporte-pièce et la presse à découper décrits en 4.2.2 a) ou un autre outillage adéquat, dix éprouvettes, conformes au Tableau 2 et à la Figure 7, doivent être découpées dans la plaque d'essai à partir de 25 mm des bords de celle-ci, préparées selon l'Annexe A, de façon que la pellicule de matière située entre les trous après le prélèvement des éprouvettes ne soit pas détériorée par des manipulations.

L'épaisseur des éprouvettes, déterminée à l'aide d'un micromètre à cadran selon 4.2.2 b), doit être conforme au Tableau 2 et à la Figure 7. Les bords de l'éprouvette doivent être à l'équerre; ceux qui ne le sont pas peuvent conduire à des résultats erronés.

Tableau 2 – Taille des éprouvettes entaillées en fonction de la densité de polyéthylène

Densité des polyéthylènes de gainage ^a	<i>A</i> mm	<i>B</i> mm	<i>C</i> mm	<i>D</i> ^b mm
$\leq 0,940$ g/cm ³	$38,0 \pm 2,5$	$13,0 \pm 0,8$	3,00 à 3,30	0,50 à 0,65
$> 0,940$ g/cm ³	$38,0 \pm 2,5$	$13,0 \pm 0,8$	1,75 à 2,0	0,30 à 0,40

^a La densité est celle de la résine non chargée, selon l'Article 5 de la CEI 60811-100:2012.
^b La profondeur *D* doit être uniforme sur toute sa longueur.

4.2.4 Mode opératoire

Peu de temps avant d'être immergée dans le réactif, chaque éprouvette doit être entaillée (voir Figure 7) en utilisant l'appareil à entailler de 4.2.2 c). La lame ne doit être ni émoussée ni endommagée et, par conséquent, doit être remplacée si nécessaire. Même dans des conditions d'emploi favorables, il est recommandé de ne pas les utiliser pour plus de 100 encoches.

Les dix éprouvettes doivent alors être placées dans la presse de pliage de 4.2.2 d), l'entaille en haut. La mâchoire doit être refermée à l'aide d'un étau ou d'une presse motorisée à vitesse constante pendant 30 s à 35 s.

Les éprouvettes pliées doivent être enlevées de la mâchoire de pliage à l'aide de l'outil de transfert de 4.2.2 e) et placées dans la gouttière en laiton de 4.2.2 f). Si quelques éprouvettes se placent en position trop élevée par rapport aux autres, elles doivent être ramenées au même niveau par pression manuelle.

Le support doit être placé dans un tube suivant 4.2.2 g), de 5 min à 10 min après que les échantillons ont été pliés. Le tube à essai doit être rempli avec le réactif approprié selon 4.2.1 jusqu'à ce que toutes les éprouvettes soient recouvertes par le liquide, et il doit être obturé avec un bouchon.

Le tube à essai rempli doit être placé immédiatement dans un râtelier à l'intérieur du récipient chauffé selon 4.2.2 h) durant 24 h. On doit veiller à ce que les éprouvettes ne touchent pas le

tube pendant l'essai. On doit noter le moment à partir duquel les tubes sont immergés dans le récipient chauffé.

4.2.5 Evaluation des résultats

En général, la fissuration sous contrainte d'environnement débute à partir de l'entaille, à angle droit par rapport à celle-ci. Le premier indice de craquelure, examiné à l'œil normal ou corrigé et sans grossissement, désigne une éprouvette non conforme.

Après 24 h passées dans le récipient chauffé, le nombre d'éprouvettes non conformes ne doit pas dépasser cinq. Dans le cas où six éprouvettes sont défectueuses, l'essai est considéré comme négatif. Il peut cependant être recommencé une fois en utilisant dix éprouvettes provenant d'une nouvelle plaquette et le nombre d'éprouvettes non conformes ne doit pas dépasser cinq.

4.3 Méthode B

4.3.1 Réactif

Solution à 10 % en volume d'Igepal CO-630 (Antarox CO-630) dans l'eau ou tout autre réactif ayant la même composition chimique (voir Notes 1, 2 et 3 ci-dessous et Annexe B).

NOTE 1 Il convient que le réactif ne soit pas utilisé plus d'une fois.

NOTE 2 Si le temps de craquelure est plus court que prévu, il convient de vérifier la teneur en eau du réactif car un léger accroissement de la teneur en eau au-delà de la valeur spécifiée de 1 % causerait une augmentation significative de l'activité du réactif.

NOTE 3 Il convient que la solution d'Igepal CO-630 dans l'eau ou d'un produit similaire soit préparée en agitant le mélange à une température de 60 °C à 70 °C pendant 1 h au moins. Il convient d'utiliser la solution dans la semaine qui suit la préparation.

4.3.2 Appareillage

Voir 4.2.2.

4.3.3 Préparation des éprouvettes

Voir 4.2.3.

4.3.4 Mode opératoire

Suivre le mode opératoire décrit en 4.2.4, mais le tube à essai doit être rempli avec le réactif suivant 4.3.1 jusqu'à ce que toutes les éprouvettes soient recouvertes par le liquide et il doit être obturé avec un bouchon.

Le tube à essai rempli doit être placé immédiatement dans un râtelier à l'intérieur du récipient chauffé selon 4.2.2 h) durant 48 h. On doit veiller à ce que les éprouvettes d'essai ne touchent pas le tube pendant l'essai. On doit noter le moment à partir duquel les tubes sont immergés dans le récipient chauffé.

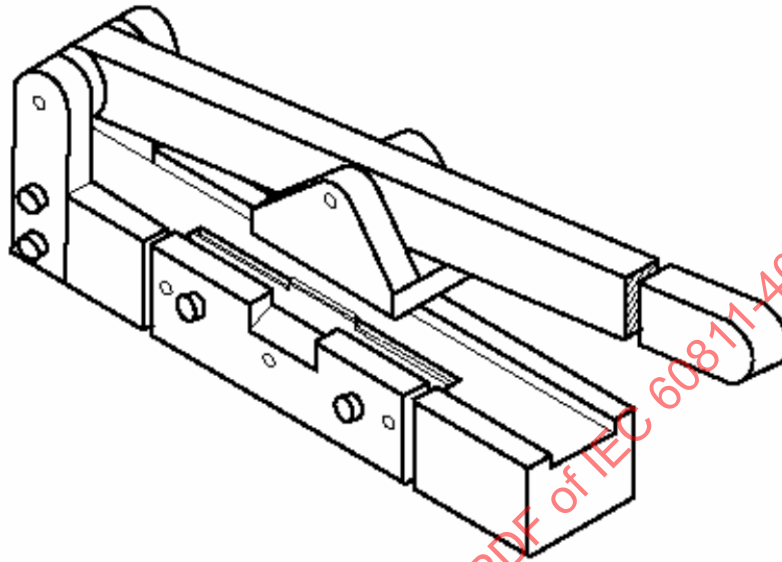
4.3.5 Evaluation des résultats

En général, la fissuration sous contrainte d'environnement débute à partir de l'entaille, à angle droit par rapport à celle-ci. Le premier indice de craquelure, examiné à l'œil normal ou corrigé et sans grossissement, désigne une éprouvette non conforme.

Après 48 h dans le récipient chauffé, aucune éprouvette ne doit présenter de craquelure. Si une seule éprouvette a craqué, l'essai est à considérer comme négatif. Il peut cependant être recommencé une fois en utilisant dix éprouvettes provenant d'une nouvelle plaquette et aucune éprouvette ne doit être défectueuse.

5 Rapport d'essai

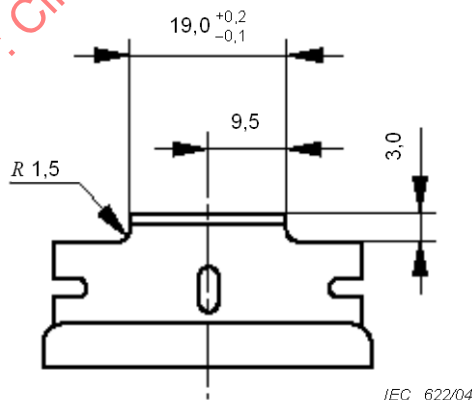
Le rapport d'essai doit être conforme aux spécifications de la CEI 60811-100.



IEC 621/04

Figure 1 – Appareil à entailler

Dimensions en millimètres



IEC 622/04

Figure 2 – Lame